

# Richtig reich: die Bionik und die Millionärin

Nicht kleckern, sondern klotzen: Die Natur bietet mit ihrer Artenvielfalt einen schier unerschöpflichen Pool an Ideen für wissenschaftlichen und technischen Fortschritt. Doch bisher bleibt dieser Reichtum weitgehend ungenutzt. Hier setzt die Bionik an. Was auf dem Konto der Natur steht, kann dabei nur geschätzt werden:

3.770 Millionen Jahre

evolutionäre Entwicklung bekannter Lebensformen



30 Millionen Tierarten



- 1,5 Millionen Pflanzenarten



betrug 2013 die Bionik-Förderung in den USA

500.000 Millionen US-Dollar



könnte die Bionik 2030 weltweit zur Ressourceneinsparung beitragen



Bionik? Ach, kenn' ich! Das sind doch die mit dem Klettverschluss und dem Wasserabperleffekt des Lotusblattes. Keine Frage: Die Übertragung von Phänomenen der Natur in die Technik hat in unserer Lebenswirklichkeit längst ihren Platz gefunden und wird dort auch mit anerkennendem Staunen gewürdigt. Könnten sich da die Bioniker nicht auf die Schultern klopfen und es sich in ihren Forschungslaboren bequem machen, um weiter der Genialität von Pflanzen und Tieren nachzuspüren?

Könnten sie, tun sie aber nicht. Im Gegenteil. Bionik ist alles andere als eine "Blümchenwissenschaft". Sie ist vielmehr der "Think Tank" der Hightech-Forschung und heute gefragt wie nie. Denn sie spielt mit Hilfe der Natur und mit allen erdenklichen Algorithmen die gesamte Innovationsklaviatur. An die Benchmark von 3,8 Milliarden Jahren Evolutions-Optimierungserfahrung kommt dabei niemand ran. Viele Unternehmen nutzen diesen Vorsprung bereits für ihre eigene technologische Forschung und Entwicklung. Im engen Verbund mit der Wissenschaft legen sie herausragende, zum Teil revolutionäre Innovationen in Gestalt von neuen Produkten und Organisationsstrukturen auf. Diese haben oft das Zeug, ihren Branchen und Märkten ganz neue Richtungen zu weisen.

Davon und von vielen beispielhaften überraschenden bionischen Highlights erzählt Impuls B. Ob für Sie die Bionik oder das Business der Impulsgeber ist, entscheiden Sie selbst. Lassen Sie sich einfach überraschen und inspirieren. Denn auch für Sie und Ihren Business Case hat die Natur Ideen und Lösungen parat. Garantiert.

Wenn Sie mögen, lassen Sie uns gerne ins Gespräch kommen. Aber jetzt erst einmal viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen Ihr

> Dr. Rainer Erb Geschäftsführer BIOKON e.V. rainer.erb@biokon.de

## Inhalt

## **MOBILITÄT & INFRASTRUKTUR** Fliegen leicht gemacht 4 Bionik im Fahrzeugbau 6 **ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENZ** Es lebe das Haus 8 Mit dem Wasser im Bunde 10 **FORSCHUNG & ENTWICKLUNG** BIOKON: So geht Zukunft 12 **VERNETZUNG & DIGITALISIERUNG** Bionik mit Tiefgang 14 Algorithmen der Evolution 16 **LEBEN & ARBEITEN** Kollege Roboter 18 Gut zu Fuß in die Zukunft 20 Zurück ins pralle Leben 22 **COMING UP** Good news aus den Bionik-Laboren 23

## BIUKUII BIONIK KOMPETENZ NETZ

#### **IMPRESSUM**

Herausgeber: BIOKON - Forschungsgemeinschaft Bionik-Kompetenznetz e.V., Ackerstraße 76, 13355 Berlin, Tel. +49 (0)30 46 06 84 84, E-Mail: kontakt@biokon.de Gesamtverantwortlich: Dr. Rainer Erb Redaktion: Jessica Rudolph, Marcus Schick Realisation: Schick-Kommunikation Gestaltung: Ralph Zimmermann – Bureau Parapluie. Bildnachweis: thinkstockphotos.de (S. 1, 2, 6, 7, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 23), Airbus (S. 4, 5), Mercedes (S. 6), Voith (S. 7), ICD/ITKE/IIGS Universität Stuttgart (S. 8), Ziehl Abegg (S.9), sto (S. 10, 11), aqualonis (S. 10), EvoLogics (S. 15), Festo (S. 18, 19), Marcus Schick (S. 21), Ottobock (S. 22), Fraunhofer IOF (S. 23), Fraunhofer IPT (S. 23), GUYF (S. 24) Illustration: Ralph Zimmermann (S. 3) Druck: Holzer Druck und

Medien Druckerei und Zeitungsverlag GmbH, Fridolin-Holzer-Str. 22–24, D-88171 Weiler im Allgäu **Ausgabe**: 2017. Gedruckt auf NovaTech Papier, zertifiziert nach dem FSC®-Mix für schonende Waldwirtschaft.



Mit der Bionik stößt Airbus in neue konstruktive Dimensionen vor Ein Vogelknochen hilft, eine Passagiermaschine zu steuern.
Ein Schleimpilz wird zum Baumeister von Kabinentrennwänden in Flugzeugen. Klingt verrückt? Nicht für die Bioniker von Airbus.
Im Protospace des "Zentrums für Angewandte Luftfahrtforschung" in Hamburg arbeiten sie im Verbund von Biologen und Ingenieuren daran, Flugzeuge mit Hilfe der Natur deutlich leichter und damit spritsparender und umweltfreundlicher zu machen.



Schleimpilze und Knochen-Algorithmen standen Pate bei der bionischen Trennwand

Airbus überträgt immer häufiger Strukturen aus der Natur auf die Luftfahrt – wie zum Beispiel der Blattaufbau einer Seerose auf Bremsklappen. Die Bionik ist einer der Innovationstreiber in der Branche.

Luft gegangen". So zum Beispiel die "Bionic Partition": Die bionische Trennwand ist das weltweit größte 3D-gedruckte Flugzeugbauteil aus Metall. Sie teilt den Passagierraum von der Bordküche. Dass sie eine Öffnung für die Notbahre und einen ausklappbaren Sitz für das Bordpersonal beinhalten muss, ist die große gestalterische Herausforderung. Bioniker haben die Lösung nach dem Schleimpilzvorbild im 3D-Druck und mit speziell zusammengestellten Materialien gefunden. Die bionische Trennwand ist nun nicht nur knapp 50 Prozent leichter als alle derzeit vorhandenen Modelle, sondern auch robuster. Die Gewichtsersparnis bewirkt Treibstoffeinsparungen und reduzierte Kohlendioxidemissionen.

Die ersten Ergebnisse sind bereits "in die

Am 30. März 2017 flog zudem erstmals ein additiv gefertigter Spoiler-Aktuator-Ventilblock in einem A380 Testflugzeug. Liebherr-Aerospace hatte die 3D-gedruckte Hydraulikkomponente der primären Flugsteuerung in enger Zusammenarbeit mit Airbus und der Technischen Universität Chemnitz mittels 3D-Druck hergestellt. Im additiven Manufacturing arbeiten die Wissenschaftler vielfach mit Hilfe einer rechnergesteuerten Evolutionssimulation. Diese Anlehnung an die Natur hilft ihnen Bauteile mit Blick auf Leichtigkeit und Festigkeit zu optimieren.







3D-Druckern gehört die Zukunft

**BIONIK IM FAHRZEUGBAU** 

## Nimm's leicht

Die Zukunft im Automobilbau liegt im Leichtbau. Das macht der Vision Van von Mercedes vor. Das Konzeptfahrzeug verbindet wegweisendes Design mit innovativen technischen Leichtbaulösungen und denkt den Prozess der Paketzustellung neu.

Das Herzstück des bionisch inspirierten Konzeptfahrzeugs stellt das intelligente Laderaummanagement dar. Damit soll sich sowohl die Beladung im Logistikzentrum als auch die Auslieferung der Pakete an den Empfänger effizienter gestalten lassen. Das Ziel: "One-Shot-Loading". Das Regalsystem wird dazu vollständig bestückt in den Laderaum geschoben. So sparen die Betreiber Zeit und Kosten beim Beladungsvorgang. Am Zustellungsort erfolgt die Entnahme der Pakete vollautomatisch. Die Auslieferungszeit sinkt und der Durchsatz pro Fahrzeug steigt.

Ein solches mobiles Laderaummanagement stellt hohe Anforderungen an das Engineering. Der Stuttgarter Technologieentwickler Cikoni hat sich dazu von Bionik inspirieren lassen und nach dem Vorbild von Bäumen und Knochenstrukturen das Leichtbauregal für den Vision Van designt. Die Strukturoptimierung und die Funktionsintegration folgen dabei nicht nur den technischen Vorgaben, sondern auch den hohen optischen Ansprüchen.

Bei Bremsmanövern und Kurvenfahrten ist neben dem geringen Eigengewicht eine hohe Stabilität der Leichtbaukonstruktion gefordert. Dem trägt neben der bionischen Struktur vor allem auch ein intelligenter Materialmix aus Carbon, Aluminium und Sandwichbauweisen Rechnung. Um möglichst wenig Gleitreibung beim Handling des mobilen Ladeträgers

## BIONIK-BILANZ

Mit der Natur im Bunde: Leichtbau für die Logistik

- optimale Nutzung des Ladevolumens
- flexibles Beladungskonzept
- effizientere **Fahrzeugnutzung**
- weniger Zeit- und Kostenaufwände bei Beladung
- weniger Volumen und Gewicht
- kürzere Auslieferungszeiten



entstehen zu lassen, konstruierten die Ingenieure integral gefertigte Auflagerpunkte mit integrierten Funktionsflächen. Auf diese Weise kommt das flexible Beladungskonzept ohne zusätzliche Fügestellen aus. Getreu dem Grundsatz der Natur: maximale Funktionalität bei minimalem Aufwand und optimalem Ressourceneintrag.

Das Konzeptfahrzeug setzt neben seinem voll automatisierten Laderaum zudem auch noch auf integrierte Drohnen für die autonome Luftzustellung auf der allerletzten Meile. Bei soviel Zukunft ist es beinahe selbstverständlich, dass der Vision Van ohne Verbrennungsmotor vorfährt. Mit seinem 75 kW starken E-Antrieb hat er bis zu 270 Kilometer emissionsfreie Reichweite. Er ist damit bereits für die (vermutlich nicht mehr allzu weit entfernte) Zeit temporärer innerstädtischer Fahrverbote für Verbrenner-Fahrzeuge in der City gerüstet.

Leichtigkeit made in Stuttgart: Das Technologie-Startup Cikoni vereint beim Mercedes Van Bionik und Hightech-Materialien für die moderne Logistik.

**100** 

Kilogramm Gewichtsreduktion bei Mittelklassewagen bedeuten 3,25 Mrd. Euro weniger Spritkosten sowie 4,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Ersparnis



#### **NACHGEFRAGT**

# Mit Geistesblitzen Design verändern

Die Formensprache der Natur sehen und verstehen zu lernen, hat sich der Bionik-Professor Claus Mattheck zur Aufgabe gemacht. Er liefert damit Vorlagen für ein innovatives und nachhaltiges Engineering.

Herr Professor Mattheck, Hightech und Bäume: Auf den ersten Blick passt dies nicht zusammen. Was können Ingenieure von der Natur lernen?

Professor Claus Mattheck: Sie können sich von ihr zu Formoptimierungen inspirieren lassen. Nach dem Vorbild, das uns die Konstruktion und Statik von Bäumen liefert, lassen sich lokal hohe mechanische Spannungen, also potenzielle Bruchstellen, vermeiden. Die Bäume sind so wahre Lehrmeister.

In welchen technischen Bereichen können physikalische und geometrische Gestaltungsprinzipien der Natur genutzt werden?

Im Grunde genommen überall. Insbesondere dort, wo ein Teil wackelt, schwingt und bricht. Zur Optimierung mechanischer Prinzipien hat sich die Natur in der Evolution Milliarden Jahre Zeit genommen.

Wie sollen da Forscher und Entwickler Schritt halten? Die "Erfindungshöhe" ist in der Natur evolutionsbedingt geringer. Wir können hingegen durch einen Geistesblitz ein Design grundsätzlich ändern. Und das ganz ohne formenverwandte Zwischenstufen.

Sie sagen, ein Geodreieck als "Denkwerkzeug" im Engineering ersetzt den Computer. Warum?

Weil damit dasselbe Ergebnis über ein grundsätzliches Verständnis der Universalformen einfacher als mit dem Computer gewonnen werden kann. Das ist doch mal ein richtiger Fortschritt.



**Professor Claus** Mattheck ist Abteilungsleiter für Bio-Institut für Technologie, KIT. Er gilt international als Vordenker der Bionik und der Optimierung techni-

## >> Auf den Zahn gefühlt

Der Maschinenbauer Voith-Turbo optimiert Zahnräder nach bionischen Gesichtspunkten. Die Idee für die patentierte bionische Zahnfußkorrektur bei Zahnrädern kam aus der Beobachtung von Bäumen. Am Fuß ihres Stammes sorgen Wurzelanläufe, die aus der "scharfen Ecke" zwischen Baumstamm und Erdboden – der sogenannten Kerbe – ein Dreieck mit kurvenförmiger Hypotenuse machen, für eine Minderung der Spannung. So können Bäume



den enormen Kräften von starken Winden standhalten. Das auf Zahnräder übertragene Konzept ermöglicht bis zu zehn Prozent Gewichtsreduktion oder eine höhere übertragbare Leistung bei unverändertem Bauraum und gleicher Geräuschentwicklung.

Wie lassen sich die riesigen, in den Meeresboden verankerten Elemente von Offshore-Windkraftanlagen optimieren? Die Antwort fanden Forscher des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) in der Helmholtz-Gemeinschaft in Bremerhaven sowie Ingenieure der WeserWind GmbH in der Natur. Das zum Plankton gehörende mikroskopisch kleine Strahlentierchen lieferte ihnen die Vorlage, wie sich das Gewicht der 800 Tonnen schweren Stahlfundamente um etwa 37 Prozent reduzieren lässt.

Die Grundlage dafür schafft das für die Entwicklung der Gründungsstrukturen genutzte "Evolutionary Light Structure Engineering"-Verfahren (ELiSE). Vergleiche mit Plankton-Skeletten führten die Forscher nun zu einer technischen Tripod-Konstruktion mit erheblicher Gewichtsreduktion. Die Vorteile wiegen

schwer: So können die Gesamtkosten für Bau, Transport und Aufbau wesentlich gesenkt werden. Probleme wie Wind, Seegang oder Schiffshavarien wurden dabei berücksichtigt, die Struktur ist reparabel.

Das Vorbild aus der Natur Anders als die Windräder sieht man die bionischen Vorbilder für ihre Fundamente kaum. Strahlentierchen oder Radiola-



rien sind zwischen 2 und 1.000 Mikrometer groß. Sie haben in der Evolution sehr stabile und dennoch leichte Schalenstrukturen entwickelt, um in den oberen Meeresschichten bleiben und sich gegen die dort lebenden, natürlichen Feinde schützen zu können.



Unter einem Dach mit der Natur: Bionik öffnet auch beim Wohnen und Zusammenleben überraschende Perspektiven für attraktive urbane (Lebens-)Räume mit Zukunft.

> Weniger ist mehr: Nur 50 Millimeter dick waren die 243 Platten aus Buchen-Furnierschichtholz des Pavillons des baden-württembergischen Landesforstbetriebs (ForstBW) bei der Landesgartenschau in Schwäbisch Gmünd. Wie das stattliche, 17 x 11 x 6 Meter große Gebäude trotzdem die gebotene Stabilität erlangen konnte, haben sich die Institute für Computerbasiertes Entwerfen (ICD), für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) und für Ingenieurgeodäsie (IIGS) der Universität Stuttgart beim Sanddollar Seeigel abgeschaut. Sein Plattenskelett besteht aus ebenen polygonalen Kalkplättchen. Diese Struktur ließen sie durch den Computer nachbilden, die Herstellung übernahmen Roboter. Durch die extrem dünnen Platten wurden nur wenig Rohstoffe verbraucht - und was an Verschnitt bei der Plattenfertigung anfiel, fand sich später als Teil des Parkettfußbodens wieder.

> Ein Haus, das mit den Bedürfnissen und Ansprüchen seiner Bewohner wächst: Professor Ferdinand Ludwig vom Lehrstuhl für Green Technologies in Landscape Architecture an der TU München hat dazu die Palette herkömmlicher Baumaterialien, wie

Beton, Stahl oder Holz, um lebendige Pflanzen erweitert. Aus lebendigen Weiden oder Platanen konstruiert er spektakuläre Stege, Türme und Gebäude.

"Ein Haus soll nicht nur nach außen als Baum erscheinen, sondern klimatechnisch auch wie einer agieren", so Ludwig. Sowohl im Inneren wie auch in der nahen Umgebung des Gebäudes entstünde durch die Begrünung ein angenehmes Mikroklima.

#### Ohne Gelenke und Scharniere

Für ein günstiges Raumklima sorgt auch eine weitere bauliche Errungenschaft nach dem Vorbild der Natur: die bionische Fassadenverschattung Flectofin®. Die südafrikanische Paradiesvogelblume stand Pate für den Bau dieser innovativen Jalousie, die von Professor Jan Knippers vom Institut für Tragkonstruktion und Konstruktives Entwerfen der Universität Stuttgart und von Professor Thomas Speck vom Botanischen Garten der Universität Freiburg auf den Weg gebracht wurde.

Statt verschleißanfällige und wartungsintensive Gelenke und Scharniere nutzt die bionische Jalousie den natürlichen Klappmechanismus in der Blüte der Strelitzie. Die Blume wird von Vögeln bestäubt, die sich auf der violetten "Sitzstange" aus verwachsenen Blütenblättern niederlassen. Der Flectofin®-Klappmechanismus bedient sich eines glasfaserverstärkten Kunststoffs, der hochelastische Eigenschaften hat und deswegen gut verformt werden kann.



Neue Urbanität: Die Natur wohnt mit

**NACHGEFRAGT** 

# "Wir brauchen einfache und robuste Lösungen"



Für Professor Jan Knippers ist die Natur eine geniale Baumeisterin

Die Natur liefert Entwurfs- und Konstruktionsprinzipien, die in der Architektur bislang völlig unbekannt sind. Professor Jan Knippers vom Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen in Stuttgart im Gespräch über natürliche Vorbilder als Chancen für ein nachhaltiges Bauen der Zukunft.

#### Herr Professor Knippers, Natur ist "Wildwuchs". Wie passt dieser zur Architektur?

Prof. Jan Knippers: Wenn wir der rasant wachsenden Weltbevölkerung menschenwürdigen Wohnraum zur Verfügung stellen wollen, müssen wir unsere Bautätigkeit in den nächsten Jahrzehnten drastisch intensivieren. Der Kollaps des Ökosystems Erde lässt sich dabei nur verhindern, wenn wir auch anders, das heißt vor allem intelligenter bauen. Biologische Strukturen können sich immer wieder an veränderliche mechanische oder klimatische Einwirkungen anpassen, und zwar sowohl im Tagesund Jahresverlauf als auch während ihrer Lebenszeit und sogar darüber hinaus, im Zuge einer evolutionären Anpassung.

#### Welche konstruktiven Vorbilder der Natur imponieren Ihnen am meisten?

Für das Bauen von Morgen brauchen wir nicht hochtechnisierte und störanfällige, sondern einfache und robuste Lösungen. Biologische Vorbilder bestehen aus wenigen molekularen Grundbausteinen, die über mehrere Hierarchiestufen zu Strukturen gefügt sind und eine Vielzahl an Funktionen gleichzeitig erfüllen: ein Baumstamm trägt Lasten, transportiert Nährstoffe und katalysiert chemische Reaktionen. Er ist in der Lage, Schäden selbst zu reparieren. Einige Pflanzen bewegen sich sehr schnell, wie die Venusfliegenfalle, andere im Verlauf des Tages, wie die Sonnenblume. Aktuiert werden diese Bewegungen nur über eine Veränderung des Zelleninnendruckes. Dies sind Entwurfs- und Konstruktionsprinzipien, die in der Architektur bislang völlig unbekannt waren.

#### Welche Potenziale der Ressourceneffizienz sehen Sie in der Bionik?

Der effiziente Einsatz lokal verfügbarer Stoffe und Energien ist ein entscheidender Vorteil in der Evolution. Es lohnt sich für Architekten und Ingenieure also, sich mit natürlichen Konstruktionen zu beschäftigen. Ob die Bionik das Versprechen einer nachhaltigen Architektur einlöst, muss im Einzelfall überprüft werden.

"Der Schritt von einer statischen hin zu einer anpassungsfähigen und adaptiven Architektur ist vielleicht entscheidend auf dem Weg zu einem nachhaltigen Bauen der Zukunft."

Prof. Jan Knippers

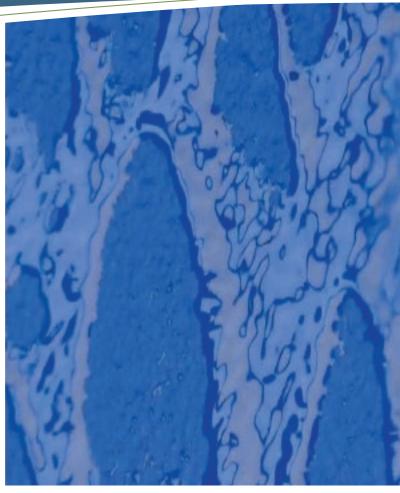
**BIONISCHER VENTILATOR** 

# Ein Wal lässt grüßen

ZAbluefin heißt ein neuer bionischer Ventilator von Ziehl-Abegg, der eine Effizienzsteigerung bis zu 15 Prozent ermöglicht. Die Bioniker des international führenhatten sich dazu besonders intensiv den Körperbau und die Merkmale des Buckelwals angeschaut. Die 30 Tonnen schweren Meeressäuger sind auf große Wendigkeit angewiesen und müssen mehrere Tausend Kilometer lange Wanderungen mit möglichst wenig Energieaufwand absolvieren können. Die Evolution hat deswegen den Körper der Tiere für die Fortbewegung im Wasser

optimiert. Die Bioniker haben nach diesem Vorbild das Radiallaufrad ZAbluefin konstruiert. So weist die Vorderkante der Ventilatorschaufel ein gewelltes Profil auf. Es ist den golfballgroßen Beulen (Tuberkel) des Wals an seinen Flossen nachempfunden. Durch sie werden große Verwirbelungen vermieden, was sowohl Strömungsverluste als auch Geräusche reduziert. Davon profitiert das besonders effiziente und leise Radiallaufrad ZAbluefin, das jetzt bei Klimazentralgeräten und Industriebelüftungen zum Einsatz kommt.





Wasser ist ein kostbares Gut. Gerade in Trockenzonen. Die Natur pflegt deswegen einen besonders sorgsamen Umgang damit. Dafür steht Onymacris unguicularis, der Nebeltrinker-Käfer aus der Familie der Schwarzkäfer. Er lebt in der Namib-Wüste im südlichen Afrika und kann nur im Kopfstand trinken. Seine Flügel sind dazu mit millimetergroßen Noppen übersät. Darauf können Wassertröpfchen kondensieren, die als feinster Nebel aus der Luft vom Atlantik in die Wüste herüberwehen. Sie formen sich auf der Chitinoberfläche zu einem dicken Tropfen, der direkt ins Maul des Nebeltrinkers rollt.

Im Labor des Farbenherstellers Sto haben sie die geniale Verbindung aus wasseranziehenden (hydrophilen) und wasserabstoßenden (hydrophoben) Eigenschaften der Nebeltrinker-Flügel nachempfunden und daraus mit "Sto Dryonic Color" eine innovative, CO2-neutrale, selbstreinigende Fassadenbeschichtung entwickelt. Aufgrund der mikrostrukturierten Oberfläche entsprechend gestrichener Fassaden können das Regen- und vor allem das Tauwasser gezielt ablaufen. Das Ergebnis: eine stets trockene und saubere Fassade, ganz ohne bioziden Filmschutz.

Während die einen möglichst effizient die Feuchtigkeit loswerden wollen, sorgen sich andere darum, sie einzufangen. Um in extrem trockenen



Breiten überlebensnotwendiges Trinkwasser aus morgendlichem Tau zu gewinnen, hat die die Aqualonis GmbH aus München und der Wasserstiftung gemeinsam mit der TU München einen anderthalbjährigen Feldversuch durchgeführt. Die Bioniker greifen dabei auf Wirkungsprinzipien von Spinnennetzkonstruktionen zurück, in denen sich der Tau in Form von Wassertropfen verfängt.

Der daraus abgeleitete bionische "Cloud-Fisher" zeichnet sich durch eine hohe Windresistenz aus. In Marokko kommt er in 1.000 Metern über dem Meeresspiegel zum Einsatz, wo Windgeschwindigkeiten von 120 km/h keine Seltenheit sind. Die Ausbeute an trinkbarem Wasser beträgt je nach Region und Jahreszeit zwischen 36 und 126 Litern pro Tag und Modul (9m²). Der in Marokko erzielte Spitzenwert lag bei 600 Litern Wasser pro Tag und Modul, das sind umgerechnet 66 Liter pro Quadratmeter. Für viele Trockenregionen ist dies eine echte Verheißung der Natur.

Tempo ist Trumpf: Je schneller der Cloud-Fisher in der Trockenheit das Kondensat sammelt, desto weniger kann wieder verdunsten.





Herr Dr. Weier, wie wird bei Sto aus einer bionischen Idee ein Produkt?

Dr. Andreas Weier: Die Natur bietet einen nahezu grenzenlosen Ideenpool für technische Umsetzungen. Wir analysieren deswegen genau die biologischen Vorbilder, wollen das jeweilige Lösungsprinzip der Natur verstehen und prüfen dann, ob es für die Bewältigung der Herausforderungen bei unseren Produkten und Prozessen zielführend ist. Im nächsten Schritt adaptieren wir dieses Prinzip an die Umsetzungsmöglichkeiten und erweitern so letztlich unser Produktportfolio.

Wie kooperieren Sie dazu mit der Wissenschaft? Wir schauen gemeinsam mit der Wissenschaft über den Lösungsbaukasten der Natur. Das lohnt sich immer. Schließlich hat die Natur einfach ein paar Millionen Jahre Entwicklung mehr auf dem Buckel als jedes denkbare Entwicklerteam. Diese herausragende Expertise wollen wir uns auf der Suche nach Innovationen nicht entgehen lassen.

#### Welche Potenziale sehen Sie in der Bionik?

"Not invented here" ist eine Sackgasse. Für mich ist die Bionik ein Ansporn, aus dieser Sackgasse herauszukommen und den Jahrmarkt der Möglichkeiten zu betreten, der mit dem Qualitätsmerkmal "continuously improved and tested by life itself" verbunden ist. Die Faszination naturanaloger Konzepte ist meist so hoch, dass sich das Wirkprinzip auch sehr gut kommunizieren und zu einer eindrucksvollen Kundenakzeptanz führen lässt. Das spiegelt sich bei sto dann auch in entsprechenden Umsatzerfolgen wider. Mit anderen Worten: Bionik ist nicht nur für Entwickler spannend. Richtig eingesetzt, rechnet sie sich auch.

## BIONIK-BILANZ

Bionisch optimierte Fassadenanstriche

- leichte, unkomplizierte Handhabung
- 80 % längere Sauberkeit
- schnellste Trocknung
- weniger Kosten durch längere Haltbarkeit
- Verzicht auf toxisches Antifouling
- weniger CO2-Belastung





# BIOKON — Mit Bionik in die Zukunft

Das Bionik-Kompetenznetz BIOKON fördert über interdisziplinäre Innovationspartnerschaften den Wissenszuwachs und die Wettbewerbsfähigkeit all seiner Partner. So macht BIOKON die Bionik als Ideengeber und Innovationsmotor für Technik, Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar.

# Die Bionik-Forschungsgemeinschaft

Die Bionik-Wissenschaftler\*innen an über 80 Standorten schaffen gemeinsam Synergien bei ihrer fachlichen Zusammenarbeit und bekommen Unterstützung bei Kommunikation und Wissenschaftsmarketing.

# Das Bionik-Unternehmensforum

Hier tauschen sich die Unternehmen zu unternehmensrelevanten Fragen untereinander aus und bekommen durch Beratung und das Zusammenbringen mit den Wissenschaftler\*innen Zugang zur Bionik.



## **Der BIOKON-Kosmos**

Über die Bionik-Forschungsgemeinschaft und das Bionik-Unternehmensforum bringt BIOKON Wissenschaft und Wirtschaft gleichberechtigt in einem Netzwerk zusammen und sorgt so für einen umfassenden Wissens- und Technologie-austausch in vertrauensvoller Atmosphäre. Gleichzeitig steht BIOKON als Kommunikationsplattform gegenüber Politik und Gesellschaft für Überzeugung und Begeisterung von der Innovationskraft der Bionik.

## VERLINKT

Ihr direkter Draht in die Welt der Bionik: BIOKON e.V. , Dr. Rainer Erb, Ackerstraße 76, 13355 Berlin Tel. +49.(0)30.46 06 84 84, E-Mail: kontakt@biokon.de





Die EvoLogics GmbH aus Berlin ist ein Pionier der Bionik-Unternehmen. Führende internationale Wissenschaftler\*innen und Experten machen hier seit dem Jahr 2000 aus innovativen Konzepten der bionischen Forschung marktfähige Produkte.

Unter Wasser hat die Kommunikation eine "lange Leitung". So mussten früher zum Beispiel U-Boote mehrere Hundert Meter lange Drähte als Antennen hinter sich herziehen, um einfache Nachrichten empfangen zu können. "Es scheint kurios, doch trotz entwickelter Technologien haben wir unter Wasser buchstäblich Funkstille. Die Physik stößt hier an ihre Grenzen." Mit dieser pauschalierten Feststellung wollte sich der Biologe und Evolutionstechniker Dr. Rudolf Bannasch von der TU Berlin nicht zufriedengeben. Fündig wurde der Forscher am Schwarzen Meer. Dort beobachte Bannasch zusammen mit seinem russischen Wissenschaftskollegen Dr. Konstantin Kebkal, dass Delfine ihre Bewegungen mithilfe akustischer Signale selbst in einem Becken mit zahllosen Echos perfekt koordinieren können. "Konstante Töne gibt es bei den Delfinen nicht – sie tirilieren, pfeifen und zwitschern. Das ist der wichtigste Unterschied", stellten die beiden Forscher fest.

#### Die Kraft der Obertöne

Durch die ständige Änderung der Sprachfrequenz, so die Wissenschaftler, verhinderten die Delfine, dass sich Signal und Echo stören. Andere Delfine könnten diese Signale trennen und entschlüsseln. "Die von den Tieren erzeugten Laute haben Obertöne, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches des Grundtons ist", erklärt Bannasch. So etwas gebe es auch bei digital modulierten Signalen, wodurch größere Datenmengen übertragen werden könnten.

Nach diesen Erkenntnissen entwickelten Bannasch und Kebkal mit ihrer Firma EvoLogics eine spezielle Frequenzspreizungs-Technologie für diverse Unterwasseranwendungen. Ein Ergebnis ist ein Unterwassermodem nach Delfin-Vorbild. Damit können unter Wasser etwa 2.560 Byte pro Sekunde, knapp ein Drittel so viel wie bei einer ISDN-Leitung, übertragen werden. Und das bei einer Reichweite von zwei Kilometern. Damit sind breit gefächerte Anwendungen möglich: und das nicht nur bei U-Booten. Messsonden, Unterwasser-Roboter und vielfältige andere Gerätschaften der Meeresforschung, Umweltüberwachung und Off-Shore-Industrie (z.B. Ölförderindustrie und Windparks) könnten mit dem Modem selbst bei starkem Rauschen zuverlässig gesteuert und ganze Unterwasser-Datennetzwerke aufgebaut werden.



Konstantin Kebkal, gebürtig in Kiew, hat Kybernetik und Datenverarbeitung studiert

#### Unbekannte Regionen erkunden

Für eine exakte, georeferenzierte Gewässervermessung und -kartierung hat EvoLogics zudem mit dem "Sonobot" ein autonom agierendes Messboot entwickelt. Mit speziellen GPS-Systemen und von EvoLogics entwickelten Echo-Soundern, die auf der sogenannten "sweep spread carrier"-Ultrabreitband-Technologie basieren, sind Unterwasser hochgenaue Lagebestimmungen im Subzentimeterbereich möglich. Das integrierte Sidescan-Sonar liefert zudem Bilder des Gewässergrundes. Dies eröffnet ganz neue Möglichkeiten der Gewässerkartierung, für den Wasser- und Brückenbau und die Vermessung von schwer zugänglichen oder für Personen gesperrten Gewässern.

#### Unterwasserforschung wie im Flug

Für den Einsatz von Unterwasserrobotern in unergründlichen Tiefen hat EvoLogics zudem im Rahmen der Neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung den Manta-Rochen und seine "fliegenden" Bewegungsmuster genauer unter die bionische Lupe genommen. Mit sanftem Flügelschlag und wenig Energieaufwand ist er in der Lage, große Distanzen zu überwinden und feinfühlig am Riff zu navigieren. Wie beim natürlichen Vorbild, befähigen die strömungsgünstige Form und die großen Flügelflächen die Evologics-Roboter ähnlich schnell zu fliegen, elegant zu gleiten und dabei noch exakter zu manövrieren als herkömmliche Unterwasserfahrzeuge. Als intelligente Trägersysteme für meerestechnische Mess- und Monitoring-Aufgaben können die künstlichen Manta-Rochen im Freiwasser und ebenso auch im strukturierten Gelände operieren, etwa dort einer Bodenkontur im genauen Messabstand folgen oder gezielte



Untersuchungen an Unterwasserbauwerken durchführen. Zudem haben sie eingebaute Jet-Triebwerke, die zugeschaltet werden können, um starken Strömungen zu begegnen, rasch größere Strecken zurückzulegen oder auf engstem Raum zu manövrieren. Ein erstes Modell erreichte eine Geschwindigkeit von 12 Kilometern pro Stunde.

**NACHGEFRAGT** 

# "Am Markt überzeugen"



Rudolf Bannasch ist gebürtiger Berliner und hat Biologie, Tier-und Humanphysiologie studiert

Fragen an Dr. Rudolf Bannasch, Mitbegründer und Geschäftsführer der EvoLogics GmbH, einem Spin-Off der TU Berlin.

Herr Bannasch, EvoLogics zählt zu den Pionieren der Bionik-Unternehmen. Was hat Sie und Ihre Mitstreiter bewogen, selbst unternehmerisch tätig zu werden?

**Rudolf Bannasch:** Die leidige Erfahrung, dass wissenschaftliche Publikationen allein nicht ausreichen, innovative Konzepte in die Praxis zu bringen. Dafür muss man mehr tun. Wir hatten dazu exzellente F&E-Ergebnisse, ein starkes Team und staatliche Unterstützung, um unsere bionischen Ideen selbst zu verwirklichen.

#### Was macht die besondere Stärke von EvoLogics aus?

Es sind die Begeisterung für neue Ideen aus Natur und Technik; die Kompetenz beides tiefgründig zu analysieren; die Schöpferkraft, das Beste professionell zu vereinen sowie der Mut und das Stehvermögen, die Risiken zu meistern.

#### In welchen Bereichen sehen Sie die größten Potenziale für Bionik-Unternehmen?

Aus eigener Sicht vorrangig im IT-Bereich. Dazu gehören Sensorik und Kommunikation, bionische Robotik und vernetzte intelligente Systeme. Die Potenziale sind jedoch so vielschichtig, wie das Leben selbst. Vom molekularen Nano-Kosmos bis zu komplexen Makro-Systemen finden sich Innovationspotenziale praktisch auf allen Struktur- und Funktionsebenen. Bionik kann helfen, neue Wege zu finden. Zum Erfolg müssen aber viele Hürden genommen werden. Letztlich zählen Produkte, die den Markt überzeugen.

**GUTES BESSER MACHEN** 

## Mit der Evolution im Bunde

Mit der Natur kann man immer rechnen. Um mit ihr konstruktiv mithalten zu können. bedarf es nicht nur einer ausgeprägten Beobachtungsgabe, sondern oft auch viel Mathematik und großer Rechenleistungen.

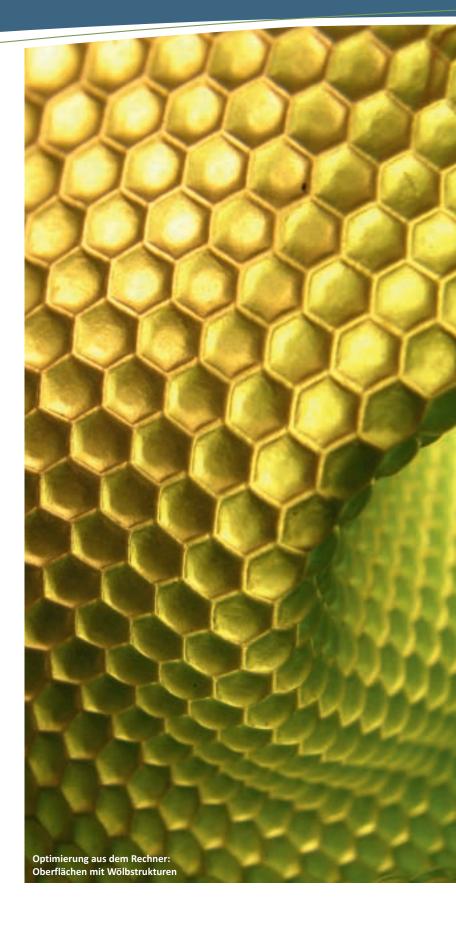
"Solange besser möglich ist, ist gut nicht genug." Der Leitsatz des legendären Fußballtrainers Dettmar Cramer bringt das Grundprinzip der Evolution trefflich auf den Punkt. Die Natur optimiert sich fortlaufend und setzt dabei immer auf die Gewinner. Sich daran für die Entwicklung technischer Lösungen ein Beispiel zu nehmen, dafür steht wie kein zweiter Professor Ingo Rechenberg, Jahrgang 1934. Er gilt als einer der "Väter der Evolutionsbionik". Evolutionäre Algorithmen, insbesondere die Evolutionsstrategie, machte er dabei zur Optimierung technischer Systeme nutzbar.

Die Anwendungsbandbreite reicht von der Optimierung von Prozessabläufen über die Anpassung von subjektiv zu beurteilenden Produkteigenschaften und der Erstellung von Vorhersagemodellen von sozialem Verhalten oder der Entwicklung von Finanzmärkten bis hin zur Auslegung von Bauteilen und Großkonstruktionen.

1972 gründete Ingo Rechenberg den Lehrstuhl "Bionik und Evolutionstechnik" an der Technischen Universität Berlin - und setzte einen Meilenstein der Bionik. Seither ist "Mr. Evolution" wie einst Dettmar Cramer rastlos auf der Suche nach ständigen Verbesserungen.

#### Waben mit Wirkung

Wie es der Natur gelingt, mit optimalem Ressourceneinsatz Formen und Oberflächen zu gestalten, hält seit Mitte der 1970er Jahre Professor Dr. Frank Mirtsch im Bann. Damals entdeckte er das Prinzip der selbstversteifenden Wirkung von Wölbstrukturen durch eine zufällige und seltsam-natürliche Strukturbildung an einem dünnen Zylinder. Seither verfolgt er mit seinem Unternehmen Dr. Mirtsch Wölbstrukturierung GmbH konsequent das Energieminimierungsprinzip und die Gesetze der kontrollierten Selbstorganisation. "Wir können von der Evolution noch viel lernen", ist Dr. Mirtsch überzeugt.



Das Ergebnis dieses Lernens und Umsetzens sind hochwertige Werkstoffe mit innovativen Wölbstrukturen. Die Materialien mit wabenähnlichen Mustern sind nicht nur vergleichsweise steifer, sondern auch thermostabiler, widerstandsfähiger, strömungsgünstiger und blendärmer. Ein Beispiel liefert die "Blaue Schildkröte", die Sporthalle von Odessa in der Ukraine. Die 6.000 Quadratmeter 3D-Dachkonstruktion aus lackiertem, rollgeformtem und montiertem wölbstrukturiertem Aluminiumblech bringt etwa 30 Prozent Gewichtseinsparung gegenüber der konventionell glatten Konstruktion. Die früher gefürchteten Hagelschäden sind infolge der hohen Steifigkeit und der diffusen Lichtbrechung infolge der Wölbstrukturen kaum sichtbar.

#### Blaupausen für die Digitalisierung

Die Natur liefert aber längst auch Blaupausen für die Digitalisierung. Die Algorithmen der Evolution nutzen jetzt auch Berliner Bioniker in dem Projekt Cell-Core3D. Das Startup hat eine Software entwickelt, die mit Hilfe stochastischer Wabenstrukturen Wege aufzeigt, Strukturbauteile im Hinblick auf Gewicht, Steifigkeit und Schwingungseigenschaften zu optimieren. Die gewonnenen CAD- oder STL-Daten können anschließend an einen 3D-Drucker übergeben werden. Auf diese Weise, so die Experten, ließen sich Gewichtseinsparungen von bis zu 30 Prozent gegenüber konventionellen Bauweisen einfach und unkompliziert realisieren. Zielgruppe sind neben Flugzeug- und Fahrzeugherstellern auch Maschinenbaufirmen

5%

beträgt der Abfallanteil beim Laserschmelzen eines "endkonturnahen Flugzeugbauteils". Beim Fräsen eines gegossenen Werkstücks liegt er bei bis zu 95 Prozent.

#### NACHGEFRAGT

# "Da staunen die Ingenieure"

Wieviel unternehmerisches Potenzial steckt in der Bionik? Antworten von BIOKON-Vorstand Markus Hollermann, Mitbegründer von "die Bioniker" und Bionik Experte der Altran Deutschland S.A.S. & Co. KG.

#### Herr Hollermann, was können Innovatoren von der Natur lernen?

Markus Hollermann: Die Frage ist leicht zu beantworten. Innovatoren können alles von der Natur lernen! Sie liefert Vorbilder und zumindest Anknüpfungspunkte für alle Produkte, Funktionen und Prozesse. Da heißt es: effizient, gut und schnell sein. Wenn sich Ingenieure und Entwickler in Ideenworkshops einmal auf die Bionik einlassen, staunen sie meist nicht schlecht. Wir können ihnen dann pro Produkt oft 30 und mehr verschiedene biologische Konzepte vorstellen, die das Unternehmen und seine Produkte besser machen. Es ist dann herrlich zu sehen, wie es bei den vorher skeptischen Ingenieuren prickelt und sie die Ärmel hochkrempeln.

## Bionik und Start-ups: Wie wird daraus eine richtig gute Verbindung?

Die Natur mit ihren zwei Millionen Organismen und Milliarden Jahren Evolution bietet geradezu ein Füllhorn voll von innovativen Ideen und überraschender neuer Produktlösungen. Man könnte meinen, dass dies der ideale Nährboden für Start-ups ist. Tatsächlich gibt es aber mit EvoLogics und "Die Bioniker" nur zwei reine Bionikunternehmen in Deutschland, die selbst produzieren oder im Beratungsgeschäft unterwegs sind. Es reicht nicht, nur gute Ideen zu haben, sie müssen auch umgesetzt werden. Da stößt

ein Start-up schnell an seine Grenzen. Aber es gibt auch weltweit agierende Technologie-Beratungsunternehmen wie Altran, die durch Engineering- und F&E-Services ihre internationalen Kunden in der Größe von Airbus maßgeblich bei Bionikentwicklungen unterstützen und Bionik-Optimierungen voranbringen.

# In welchen Bereichen der Bionik sehen Sie die größten Zukunftschancen?

Neben additiven Produktionsverfahren und einem bionischen Design-Thinking sehe ich die Zukunft vor allem in Algorithmen und der Simulation natürlicher Entwicklungsschritte. Nach dem Klettverschluss und dem Lotuseffekt befinden wir uns schon mitten in der "3. bionischen Revolution". Sie führt zu völlig neuen Designprinzipien und bisher nicht gekannten Kompositwerkstoffen für Leichtbau und nahezu grenzenloser Formenentwicklung für den Automobilbau, die Luftfahrt und die Energiewirtschaft. Das ist alles sehr, sehr spannend.



Markus Hollermann ist gelernter Technischer Zeichner und hat sich im Studium intensiv mit systematischer Bionik sowie Projekt-, Innovations- und Wissensmanagement im Entwicklungsprozess befasst

## VERLINKT

In der Bionik ist alles drin: Markus Hollermann über die Bandbreite von Möglichkeiten eines Bionik-Studiums.





Die Natur hat immer einen Plan, wenn es darum geht, das Leben und Arbeiten leichter zu machen. Im Bionic Learning Network entstehen aus genauer Beobachtung kleine und große Bionik-Sensationen.

> Dass ein Elefant bei der Pflege von Patienten helfen könnte, erscheint absurd. Ist es aber nicht. Im Gegenteil: Im Krankenhaus reicht ein 1,20 Meter langer, computergesteuerter "Elefantenrüssel" aus leichtgewichtigem, nachgiebigem Kunststoff den Pflegern Verbandsmaterial und was sie sonst so alles brauchen bei der Patientenbetreuung. Möglich machen diesen Vorboten einer ganz neuen, einzigartigen Mensch-Maschinen-Kooperation Bioniker von Festo, einem der weltweit führenden Anbieter von Automatisierungstechnik. Die Entwickler im renommierten Bionic Learning Network beeindruckten 40.000 einzelne Muskelfasern, die einen Elefantenrüssel in alle Richtungen frei beweglich machen. Nach diesem Vorbild konstruierten sie gemeinsam mit Wissenschaftlern vom Fraun

hofer-Institut einen Greifroboter, der weit über das hinausgeht, was bisher in der Industrieautomatisierung vorhanden war.

#### Mensch und Maschine im Team

Mit dem von Ivo Boblan, Biokon-Vorstand und Professor an der TU Berlin, maßgeblich mitentwickelten "Elefantenrüssel", oder genauer gesagt mit dem "Bionischen Handling-Assistenten", können Mensch und Maschine erstmals gefahrlos und effizient im direkten Kontakt als Team zusammenarbeiten. Im Falle einer Kollision - ob gewollt oder unabsichtlich kommt die natürliche Nachgiebigkeit der mit Druckluft und Steuerungstechnik geführten Kunststoffkonstruktion zum Tragen. Davon profitieren nicht nur Pflegekräfte und ihre Patienten. Weitere Anwendungsgebiete sehen die Bioniker in der Industrie, etwa in der Automobilmontage, der Landwirtschaft und im häuslichen Umfeld.

Das Bionic Learning Network legt bei Innovationen nach dem Vorbild der Natur ein hohes Tempo vor. Das Team aus Designern, Maschinenbauern, Biologen, Informatikern und Mechatronikern präsentiert jedes Jahr zur Hannover Messer nicht weniger als eine Sensation aus der Welt der Bionik: fliegende Pinguine, bionische Kängurus, autonome Ameisenroboter, smarte Quallen... "Das hohe Innovationstempo können wir halten, weil in unserem Bionic Learning Network-Team viele unterschiedliche Experten ganz eng und hoch motiviert zusammenarbeiten: Wir lernen jeden Tag voneinander und probieren praktisch aus, wie wir die Vorbilder der Natur spannend in Robotik umsetzen können", sagt Elias Knubben, Head of Corporate Bionic Projects bei der Festo AG & Co.KG.

#### Innovationen, die auf der Zunge liegen

Ein Beispiel liefert das Chamäleon-Projekt. Ausgangspunkt war ein Workshop zum Thema Bionik an der Hochschule Oslo und Akershus, wo Festo seine aktuellen Forschungsansätze aus dem Bionic Learning Network präsentierte. Zwei der Studierenden ließen sich erst von dem Vortrag und dann von der Natur inspirieren: Im Rahmen ihrer Masterarbeit präsentierten sie daraufhin das bionische Greifprinzip nach dem Vorbild der Chamäleonzunge.

Bei der Jagd stülpt das Chamäleon seine Zunge über das jeweilige Beutetier und umschließt es sicher. Die Bioniker "übersetzten" dieses Prinzip in den FlexShapeGripper, der mit seiner elastischen Silikonkappe und einem ausgeklügelten Druckluftmechanismus in der Lage ist, unterschiedlichste Objekte formschlüssig zu greifen. Damit hat er das Potenzial, Produktionsanlagen deutlich flexibler zu machen. Die Greifwerkzeuge müssen nicht mehr gewechselt werden. Eine Anlage kann so viele Aufgaben gleichzeitig erfüllen. Das spart Material- und Energiekosten. Im großen Stil wirkt sich dies in der industriellen Fertigung als signifikanter Effizienz- und Nachhaltigkeitsgewinn aus.



#### Ein starker Arm

Kräftig zupacken oder vorsichtig aufheben, fest zudrücken oder sanft antippen: Im Bionic Learning Network von Festo löst dieses komplexe Anforderungsbündel der BionicCobot, ein pneumatischer Leichtbauroboter mit menschlicher Bewegungsdynamik. Die Bioniker haben sich dazu das Zusammenspiel gegensätzlich wirkender Muskeln genauer angeschaut und dieses Prinzip von Agonist (Spieler) und Antagonist (Gegenspieler) beim BionicCobot in allen sieben Gelenken technisch umgesetzt. In seinem Schulterbereich befinden sich drei Achsen, in Ellbogen und Unterarm jeweils eine sowie zwei Achsen im Handgelenk. In jeder Achse sitzt ein Schwenkflügel mit jeweils zwei Luftkammern. Diese bilden ein Antriebspaar, das sich durch Befüllen mit komprimierter Luft wie eine mechanische Feder stufenlos einstellen lässt.

Aufgrund seiner sicheren Interaktion, der natürlichen Bewegungsabläufe und seiner intuitiven Bedienbarkeit sehen die Entwickler ein großes Potenzial für den BionicCobot in den unterschiedlichsten Industrien: Vor allem bei monotonen oder gar gefährlichen Tätigkeiten könnte er als assistierender Roboter eingesetzt werden und den Menschen entlasten.

Damit Roboter und Menschen friedlich und vor allem unfallfrei miteinander auskommen, müssen sich die Roboter ändern. Es braucht weiche, flexible Maschinen.

VERLINKT
Neue Impulse durch Open Innovation: Das Bionic Learning Network
ist ein Forschungsverbund des Unternehmens Festo mit Hochschulen, Instituten und Entwicklungsfirmen. Ziel der Initiative ist das Lernen von der Natur. Auch das frühzeitige Erkennen und
Fördern guter Ideen für bionisch basierte neue Technologieträger spielen eine große Rolle.





Wie kann es sein, dass der Gecko die Decke entlang läuft und nicht runterfällt? Und warum kann ein Elefant das nicht? Forscher der Universität Kiel haben sich die Füße von Geckos ganz genau angeschaut und sind zu überraschenden Ergebnissen gekommen.

Bionik par excellence: Das Gecko®-Tape der Gottlieb Binder **GmbH** ist eine mikrostrukturierte Silikonfolie mit ca. 29.000 Haftelementen pro cm<sup>2</sup>.

Sie rennen die Wände hinauf, flitzen kopfüber die Decke entlang, ganz gleich ob auf glatten, feuchten oder rutschigen Oberflächen. Trotz eines Gewichts von 50 bis 100 Gramm können Geckos sich problemlos auf unterschiedlichstem Terrain bewegen und selbst an der Decke "kleben". Damit haben sie klare Vorteile gegenüber Nahrungskonkurrenten – sowohl was die Nahrungssuche als auch die Fluchtmöglichkeiten betrifft.

Vor etwa 20 Jahren haben Professor Stanislaw Gorb und seine jungen, internationalen Wissenschaftler von der Uni Kiel deswegen angefangen, dem Gecko ganz genau auf die Füße zu schauen. Wie bei Fliegen und anderen Insekten sind sie bei den Echsen auf ganz spezielle Haftungsstrukturen an den "Fußsohlen" gestoßen: Milliarden von Nanohärchen am Gecko-Fuß sind das Geheimnis seiner außergewöhnlichen Haftkraft. Physikalisch beruht die Haftwirkung auf dem Phänomen der Kontaktelektrizität, bei der Ladungsunterschiede an der Grenzfläche zwischen Geckofuß und Oberfläche auftreten. Diese führen dann zu einer elektrischen Anziehung zwischen beiden. Hinzu kommt noch die Kapillarkraft. Eine mit den Nanohärchen bestückte Briefmarke könnte einen Ziegelstein halten.

Aus solchem wissenschaftlichen Grundlagenwissen hat die Gottlieb Binder GmbH aus Baden-Württemberg unterschiedliche praktische Anwendungen, wie das Gecko®-Tape, gemacht. Diese Silikon-Folie haftet auf glatten, unebenen, rutschigen, feuchten Oberflächen, sogar auf Menschenhaut. Dafür sorgen 29.000 mikroskopisch kleine Elemente pro Quadratzentimeter. Die Dicke der Gecko®-Tape-Silikonfolie beträgt 0,34 Millimeter. Das hält ohne toxische Klebstoffe bombig, ist abwaschbar und beliebig oft wiederverwendbar.

## BIONIK-BILANZ

Gecko®-Tape ist eine echte Bionik-Erfolgsstory.

- Haftkraft
- abwaschbar und wiederverwendbar
- rückstandsfreie Ablösung
- aus medizinischem Silikon: nicht hautreizend
- Verzicht auf toxische Kleber
- minimierter Materialeinsatz





**PROTHETIK** 

# Zurück ins pralle Leben

Bei einem Unfall oder durch Krankheit Gliedmaßen zu verlieren, ist ein hartes Schicksal. Orthopädietechnik nutzt die Vorbilder der Natur, um Menschen mit hochkomplexen Prothesen Lebensund Arbeitsqualität zurückzugeben.

Mit der Natur im Bunde: Beim Orthopädietechnikspezialisten Ottobock liefert die Bionik die Blaupause für (fast vollständig) natürliche Prothesen und einen weitestgehend uneingeschränkten, alltagstauglichen Bewegungsumfang. Zum Beispiel bei der "Michelangelo Hand". Sie ermöglicht es, sieben unterschiedliche Handpositionen zu nutzen und so handwerkliche oder alltägliche Aufgaben zu bewältigen, bei denen Präzision und Kraft gefragt sind. Elektroden im Prothesenschaft nehmen an der verbliebenen Muskulatur am Stumpf elektrische Impulse auf und bewegen darüber das mechanische Handgelenk. Es kann gebeugt und gestreckt sowie nach außen und innen gedreht werden. In einem neu entwickelten flexiblen Modus ahmt es sogar das Bewegungsverhalten eines entspannten, natürlichen Handgelenks nach.

#### Muskelimpulse nutzen

Amputationen oberhalb des Ellenbogens sind eine besondere Herausforderung an die Orthopädietechnik. Der DynamicArm von Ottobock übernimmt dazu





neben der natürlichen Handfunktion auch noch die Funktion des Ellenbogens durch die Prothese. Wie bei der Michelangelo Hand nehmen Elektroden über den Prothesenschaft Muskelsignale auf und leiten sie an einen Elektromotor weiter. Eine Steuereinheit sorgt dann für Beweglichkeit des künstlichen Ellenbogens und der Hand. Die Anwender haben so einen funktionstüchtigen künstlichen Arm, können den Ellenbogen strecken und beugen, das Handgelenk drehen und die Hand öffnen und schließen. Fast so gut wie ihr natürliches Vorbild.



Ganz normal bewegen ganz schön schwierig

#### Bionik läuft

Mit der Markteinführung der Genium-Beinprothese gelang Ottobock ein Durchbruch im Bereich der Knieprothetik. Die Funktionalität des Knies konnte mit Hilfe komplexer Technik und belastungsfähiger, komfortabler Materialien in die Prothese übertragen werden. Das Ergebnis: natürliches Gehen, alternierendes Treppab- und Treppaufsteigen, Hindernisse überwinden, Rückwärtsgehen, Stehen auch auf Schrägen und vieles mehr. Für Prothesenträger ist dies ein Meilenstein in Richtung mehr Lebensund Arbeitsqualität.

Ganz nah am natürlichen Vorbild ist auch der Meridium Prothesenfuß. Die 4-Achsen-Konstruktion mit hydraulischer Echtzeitsteuerung passt sich ohne zeitliche Verzögerung an die Ganggeschwindigkeit und Bodenbeschaffenheit an. So lässt sich ein harmonischer Gang selbst auf Schrägen, Treppenstufen oder wechselnden Untergründen meistern. Beim Sitzen und Stehen senkt sich der komplette Fuß zum Boden ab und entlastet so den Stumpf.

### >> Schmieren leicht gemacht

Sie sind ein ganz erstaunliches Paar: die texanische Krötenechse und die Rindenwanze. Die Echse kann mit Hilfe feiner Kapillaren in ihrer Hautoberfläche Wasser sammeln und gezielt in eine Richtung, nämlich zum Maul transportieren – wegen der Kapillarwirkung ohne aktive Kräfte und sogar gegen die Schwerkraft. Die Rindenwanze zeigt einen anderen Effekt: Sie kann bei Regen schnell ihren gesamten Rücken mit Wasser benetzen, wodurch sie nachdunkelt und sich der nassen Umgebung farblich anpasst. Ein nahezu perfekter Überlebensschutz. Das Besondere ist, dass Wasser aus feinen Kanälen auf die Körperoberfläche geleitet wird und diese vollflächig benetzt. Ein internationales Konsortium arbeitet in dem EU-Projekt

"LiNaBioFluid" daran, nach diesen Vorbildern den passiven, gerichteten Transport von Schmiermitteln mit einer vollflächigen Benetzung der zu schmierenden Stelle zu kombinieren und beispielsweise Gleitlager, Automotoren und Werkzeuge der spanenden Fertigung zu optimieren.



## >> 135 Augen sehen mehr

Die Natur liefert das Vorbild für sensationell winzige Mini-Kameras, mit denen sich scharf wie nie sehen lässt. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena haben mit facetVISION eine nur noch zwei Millimeter flache Kamera entwickelt, deren Linse ähnlich einem Insektenauge in 135 winzige Facetten eingeteilt ist. "Die Kameras sind zum Beispiel für die Medizintechnik interessant – für optische Sensoren, mit denen man schnell und einfach Blut untersuchen kann."

## >> Zucker als Treibstoff

Ingenieure vom Massachusetts Institute of Technology in Boston haben nach dem Vorbild des Wassertransportsystems von Bäumen einen Mini-Antrieb entwickelt, der mit Zucker und Wasser als Treibstoff auskommt. Die Mikropumpe "tree-on-a-chip" ist dabei in der Lage, sich über mehrere Tage selbst anzutreiben. Der simple Mechanismus der hydraulischen Maschine könnte bei Mini-Robotern zum Einsatz kommen.





"Bionik könnte für unsere Kunden sehr spannend werden."

Jörg Kuhlmann

**NACHGEFRAGT** 

# "Spannend!"

Intelligente, ganzheitliche Marken- und Verpackungslösungen sind die Spezialität von pacproject, einer internationalen Beratungsagentur aus Hamburg. Übers Internet stießen die Tüftler auf die Bionik. Consulting Director Jörg Kuhlmann im Gespräch über neue Denkhorizonte bei der Suche nach Innovationen.

Herr Kuhlmann, Sie beraten die Verpackungsindustrie bei der Entwicklung innovativer Lösungen. Wie sind Sie dabei zur Bionik gekommen?

Jörg Kuhlmann: Viele unserer Kunden haben ein Interesse daran, bei der Verpackung biologisch abbaubare und ökologisch verträgliche, nachwachsende Materialien einzusetzen. Auf der Suche nach intelligenten Lösungen sind wir über die Internetrecherche auf die Bionik gestoßen.

Wo sehen Sie mögliche Anknüpfungspunkte der Bionik für Verpackungslösungen?

Die Vorbilder der Natur verstehen wir als Einladung, über den Tellerrand zu sehen und ganz neue Denkmöglichkeiten und Innovationspotenziale hinsichtlich Materialeinsatz, Festigkeit und Formengebung in den Blick zu nehmen. Das könnte für uns und unsere Kunden sehr spannend werden.

#### Für wen könnte dies in Frage kommen?

Unser Kundenspektrum reicht vom Markenartikler bis zu großindustriellen Herstellern. Wir stellen dort insgesamt ein gestiegenes Interesse an Ressourceneffizienz, Einsatz von Recyclaten und nachwachsenden Rohstoffen fest. Wenn uns die Bionik auf dem Weg zu klugen Innovationen helfen kann, ist sie herzlich willkommen. Wir bleiben dran.

















# ZUKUNFT #IMGRÜNENBEREICH

UNSER ANGEBOT FÜR DEN NACHWUCHS: EINE AUSSTELLUNG ÜBER BIONIK UND GRÜNE JOBS!



ÜBER PERSPEKTIVE

Von 2017 bis 2019 in ganz Deutschland www.guyf.de/tourdaten

Das Projekt "Grüne Jobs für die Berufswelt von morgen - Vermittlung und Motivation durch Bionik" wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms "Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern, m Handeln im Beruf – BBNE" durch das Bundesministeriu m für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und den Europäischen Sozialfonds gefördert.







