



**Schlussbericht für die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt**

Projekttitel:

**Bionik-Unternehmensforum –
Verbreitung und Umsetzung nachhaltiger bionischer Innovationen**

DBU-Aktenzeichen: 31400

Erstellt von:

BIOKON – Forschungsgemeinschaft Bionik-Kompetenznetz e. V.
Ackerstraße 76
13355 Berlin

Ansprechpartner:

Dr. Rainer Erb
Telefon: 030-4606-8484
E-Mail: rainer.erb@biokon.de

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



| | | | | | |
|----|--------------|---------|-----------|-------------|-----------------------|
| Az | 31400 | Referat | 44 | Fördersumme | 124.721,00 EUR |
|----|--------------|---------|-----------|-------------|-----------------------|

Antragstitel **Bionik-Unternehmensforum – Verbreitung und Umsetzung nachhaltiger bionischer Innovationen**

Stichworte

| | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Laufzeit | Projektbeginn | Projektende | Projektphase(n) |
| 12 Monate | 04.07.2013 | 30.06.2014 | |

| | |
|------------------|------------|
| Zwischenberichte | 04.11.2013 |
|------------------|------------|

| | | | |
|------------------------------|---|-----------------------------|---------------|
| Bewilligungsempfänger | BIOKON - Forschungsgemeinschaft Bionik-Kompetenznetz e. V. Ackerstraße 76 13355 Berlin | Tel | 030/4606-8484 |
| | | Fax | 030/4606-8474 |
| | | Projektleitung | |
| | | Dr. Rainer Erb | |
| | | Bearbeiter | |
| | | Dr. R. Erb, Jessica Rudolph | |

Kooperationspartner -

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Ziel des Projekts war es, über ein auf Bionik aufbauendes Kommunikationskonzept zahlreiche Stakeholder in der Wirtschaft zu erreichen und ihnen das unternehmerische Nutzen von „Patenten der Natur“ in Form nachhaltiger technologischer Innovationen mit Hilfe von Best Practice Beispielen nahe zu bringen. In Form eines Bionik-Unternehmensforums sollte dazu eine partizipative Kommunikations- und Aktionsplattform unter dem Dach von BIOKON aufgebaut und etabliert werden.

Die verfolgte Projektidee, speziell Unternehmen mit ihrem Know-how bei Produktentwicklung, Produktion und Markteinführung den „unternehmerisch geprägten“ Zugang zur Bionik zu eröffnen und dabei die Innovationspotenziale und Nachhaltigkeitsaspekte der Bionik zu betonen, trug der Tatsache Rechnung, dass Bionik in Unternehmen zwar bekannt war, der Know-how-Transfer und die Umsetzung bionischer Innovationen für nachhaltige Produkte und Technologien indes noch intensiviert und beschleunigt werden müssen.

Der vom Bionik-Kompetenznetz BIOKON identifizierte Engpassfaktor war, dass den Unternehmen, trotz ihres Interesses an Bionik, der Zugang und ein „Ort des Austauschs“ fehlte, um exklusiv alle relevanten Informationen rund um die Bionik zu erhalten, unternehmerische Fragen untereinander zu diskutieren sowie mit den Wissenschaftlern eine vertrauensvolle Zusammenarbeit gestalten zu können. Gleichzeitig ist Bionik, das Lernen von der Natur, idealer Ausgangspunkt, um über Nachhaltigkeit ins Gespräch zu kommen.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Das Kommunikationskonzept für den Aufbau und die Etablierung des Bionik-Unternehmensforums beinhaltete, 30 Erfolgsbeispiele der Bionik aufzubereiten und in mindestens sieben Fachveranstaltungen, vier vertiefenden Workshops sowie über die BIOKON-Website zu kommunizieren, um den Dialogprozess mit Unternehmensvertretern anzustoßen.

Ergebnisse und Diskussion

Es wurden **30 Best Practice Beispiele** der Bionik erarbeitet, welche die durch Bionik verbesserten Produkteigenschaften sowie deren Nachhaltigkeitsbeiträge herausstellen. Jedes einzelne wurde konsequent nach dem Schema (1) Bionik-Innovation, (2) Technische Anwendung, (3) Bionisches Funktionsprinzip und (4) Vorbild aus der Natur allgemein verständlich aufbereitet. Die Beispiele kommen aus den verschiedensten Branchen, wie Chemie, Automotive, Flugzeug- und Schiffbau, Computerhardware, Brandschutz, Architektur, Apparate- und Anlagenbau sowie Robotik und Automatisierungstechnik. Sie wurden auf der BOKON-Website im Volltext allgemein verfügbar gemacht und auch in gedruckter Form verbreitet.

Bei **neun Fachveranstaltungen** mit zahlreichen Präsentationen und Vorträgen wurden diese und weitere nachhaltige Erfolgsbeispiele und Lösungsansätze der Bionik für die aktuellen Herausforderungen der Unternehmen zielgruppengerecht dargestellt. Der Nutzen der Bionik für die Innovationspipeline der Unternehmen wurde so belegt. Mit Hilfe der zielgruppenspezifisch aufbereiteten Erfolgsbeispiele wurde das Interesse von Unternehmen geweckt und ein „unternehmerisch geprägter“ Zugang zur Bionik geschaffen.

Im Rahmen von **vier weiterführenden Workshops** ist es gelungen, gemeinsam mit Bionik-Wissenschaftlern und Unternehmensvertretern zu klären, wie konkrete Lösungsansätze für die tatsächlichen technischen Probleme der Unternehmen gefunden werden könnten („Bionik als Methode zur Ideengenerierung“). Die Vermittlung der entsprechenden Bionik-Experten („Matchmaking“) war ein zentraler Nutzen für die Unternehmen, um innerhalb der Unternehmen alle am unternehmensinternen Produktentwicklungsprozess Beteiligten von Bionik zu überzeugen und mitzunehmen.

Als weitere Veranstaltung fand das **Gründungstreffen** des Bionik-Unternehmensforums im Rahmen des BOKON-Messeauftritts auf der Hannover Messe statt. Idee und Angebote des Bionik-Unternehmensforums wurden dabei mit Hilfe eines interaktiven Veranstaltungskonzepts veranschaulicht. Zudem wurden rund um das Gründungstreffen auf der weltgrößten Industriemesse, und damit im Zentrum der Zielgruppe, sieben Bionik-Vorträge und zwei Science-Slams gehalten.

Insgesamt **26 Unternehmen**, mehrheitlich kleine und mittlere Unternehmen, sind für eine **Mitwirkung am Bionik-Unternehmensforum** gewonnen worden. Basierend auf einer Bedarfsanalyse wurde mit den Mitgliedsunternehmen eine Zielvereinbarung getroffen und vier Aktionsfelder definiert. Diese reichen von der (1) nutzbringenden Verankerung von Bionik in Unternehmen über (2) Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft, weitere (3) Bionik-Best-Practices und Bionik-Neuheiten bis hin (4) Innovationspartnerschaften für Kooperationsprojekte. Entsprechende Maßnahmen zur Erreichung der vereinbarten Aktivitäten und Ziele werden auch in Zukunft von BOKON umgesetzt.

Das branchenübergreifende **Bionik-Unternehmensforum** wurde als neue Organisationseinheit unter dem Dach von BOKON etabliert und wird nach Projektende **fortgeführt**.

Damit wurden die Projektziele erreicht.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

> Website (<http://www.biokon.de/netzwerk/unternehmen/> und <http://www.biokon.de/bionik/best-practices/>)

> Flyer

> Zahlreiche Präsentationen im Rahmen von neun Fachveranstaltungen und vier Workshops

> Hannover Messe (07.04. bis 11.04.2014)

Fazit

Ziel dieses Projektes war es, ein branchenübergreifendes Bionik-Unternehmensforum als Aktions- und Diskussionsplattform aufzubauen, in welchem unternehmerische Innovationsentscheider auf das Thema Bionik und wettbewerbsfähige und ressourceneffiziente Produkte aus der Bionik aufmerksam gemacht werden.

Die projektierten Kommunikationsmaßnahmen wurden erfolgreich umgesetzt. Es ist im Rahmen des genannten Projekts gelungen, durch Veranstaltungen und Kommunikation von Best Practices das Bionik-Unternehmensforum innerhalb des Bionik-Kompetenznetzes zu gründen. Das Bionik-Unternehmensforum wird von BOKON als neue Organisationseinheit fortgeführt.



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Zusammenfassung..... | 5 |
| 2 | Ziel und Anlass des Projektes | 6 |
| 3 | Projektergebnisse | 6 |
| | 3.1 Flyer | 6 |
| | 3.2 Best Practices..... | 9 |
| | 3.3 Veranstaltungen..... | 13 |
| | 3.3.1 Gründungstreffen des Unternehmensforums..... | 13 |
| | 3.3.2 Fachveranstaltungen | 14 |
| | 3.3.3 Workshops..... | 16 |
| | 3.4 Mitglieder des Unternehmensforums | 19 |
| | 3.5 Weiterführung des Bionik-Unternehmensforums..... | 20 |
| 4 | Fazit..... | 23 |
| 5 | Anhang..... | 24 |



1 Zusammenfassung

In Form des Bionik-Unternehmensforum wurde unter dem Dach von BIODON eine partizipative Kommunikations- und Aktionsplattform aufgebaut. Um den Dialogprozess mit Unternehmensvertretern anzustoßen wurden **30 Best Practice Beispiele** der Bionik erarbeitet, welche die durch Bionik verbesserten Produkteigenschaften sowie deren Nachhaltigkeitsbeiträge herausstellen. Jedes einzelne wurde konsequent nach dem Schema (1) Bionik-Innovation, (2) Technische Anwendung, (3) Bionisches Funktionsprinzip und (4) Vorbild aus der Natur allgemein verständlich aufbereitet. Die Beispiele kommen aus den verschiedensten Branchen, wie Chemie, Automotive, Flugzeug- und Schiffbau, Computerhardware, Brandschutz, Architektur, Apparate- und Anlagenbau sowie Robotik und Automatisierungstechnik. Sie wurden auf der BIODON-Website im Volltext allgemein verfügbar gemacht und auch in gedruckter Form verbreitet.

Bei **neun Fachveranstaltungen** mit zahlreichen Präsentationen und Vorträgen wurden diese und weitere nachhaltige Erfolgsbeispiele und Lösungsansätze der Bionik für die aktuellen Herausforderungen der Unternehmen zielgruppengerecht dargestellt. Der Nutzen der Bionik für die Innovationspipeline der Unternehmen wurde so belegt. Mit Hilfe der zielgruppenspezifisch aufbereiteten Erfolgsbeispiele wurde das Interesse von Unternehmen geweckt und ein „unternehmerisch geprägter“ Zugang zur Bionik geschaffen.

Im Rahmen von **vier weiterführenden Workshops** ist es gelungen, gemeinsam mit Bionik-Wissenschaftlern und Unternehmensvertretern zu klären, wie konkrete Lösungsansätze für die tatsächlichen technischen Probleme der Unternehmen gefunden werden könnten („Bionik als Methode zur Ideengenerierung“). Die Vermittlung der entsprechenden Bionik-Experten („Matchmaking“) war ein zentraler Nutzen für die Unternehmen, um innerhalb der Unternehmen alle am unternehmensinternen Produktentwicklungsprozess Beteiligten von Bionik zu überzeugen und mitzunehmen.

Als weitere Veranstaltung fand das **Gründungstreffen** des Bionik-Unternehmensforums im Rahmen des BIODON-Messeauftritts auf der Hannover Messe statt. Idee und Angebote des Bionik-Unternehmensforums wurden dabei mit Hilfe eines interaktiven Veranstaltungskonzepts veranschaulicht. Zudem wurden rund um das Gründungstreffen auf der weltgrößten Industriemesse, und damit im Zentrum der Zielgruppe, sieben Bionik-Vorträge und zwei Science-Slams gehalten.

Insgesamt **26 Unternehmen**, mehrheitlich kleine und mittlere Unternehmen sind für eine **Mitwirkung am Bionik-Unternehmensforum** gewonnen worden. Basierend auf einer Bedarfsanalyse wurde mit den Mitgliedsunternehmen eine Zielvereinbarung getroffen und vier Aktionsfelder definiert. Diese reichen von der (1) nutzbringenden Verankerung von Bionik in Unternehmen über (2) Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft, weitere (3) Bionik-Best-Practices und Bionik-Neuheiten bis hin zu (4) Innovationspartnerschaften für Kooperationsprojekte. Entsprechende Maßnahmen zur Erreichung der vereinbarten Aktivitäten und Ziele werden auch in Zukunft von BIODON umgesetzt.

Das branchenübergreifende **Bionik-Unternehmensforum** wurde als neue Organisationseinheit unter dem Dach von BIODON etabliert und wird nach Projektende **fortgeführt**.



2 Ziel und Anlass des Projektes

Ziel des Projekts war es, über ein auf Bionik aufbauendes Kommunikationskonzept zahlreiche Stakeholder in der Wirtschaft zu erreichen und ihnen das unternehmerische Nutzen von „Patenten der Natur“ in Form nachhaltiger technologischer Innovationen mit Hilfe von Best Practice Beispielen nahe zu bringen. In Form eines Bionik-Unternehmensforums sollte dazu eine partizipative Kommunikations- und Aktionsplattform unter dem Dach von BIODON aufgebaut und etabliert werden.

Die verfolgte Projektidee, speziell Unternehmen mit ihrem Know-how bei Produktentwicklung, Produktion und Markteinführung den „unternehmerisch geprägten“ Zugang zur Bionik zu eröffnen und dabei die Innovationspotenziale und Nachhaltigkeitsaspekte der Bionik zu betonen, trug der Tatsache Rechnung, dass Bionik in Unternehmen zwar bekannt war, der Know-how-Transfer und die Umsetzung bionischer Innovationen für nachhaltige Produkte und Technologien indes noch intensiviert und beschleunigt werden müssen.

Der vom Bionik-Kompetenznetz BIODON identifizierte Engpassfaktor war, dass den Unternehmen, trotz ihres Interesses an Bionik, der Zugang und ein „Ort des Austauschs“ fehlte, um exklusiv alle relevanten Informationen rund um die Bionik zu erhalten, unternehmerische Fragen untereinander zu diskutieren sowie mit den Wissenschaftlern eine vertrauensvolle Zusammenarbeit gestalten zu können. Gleichzeitig ist Bionik, das Lernen von der Natur, idealer Ausgangspunkt, um über Nachhaltigkeit ins Gespräch zu kommen.

Das Kommunikationskonzept für den Aufbau und die Etablierung des Bionik-Unternehmensforums beinhaltete, 30 Erfolgsbeispiele der Bionik aufzubereiten und in mindestens sieben Fachveranstaltungen, vier vertiefenden Workshops sowie über die BIODON-Website zu kommunizieren, um den Dialogprozess mit Unternehmensvertretern anzustoßen.

3 Projektergebnisse

3.1 Flyer

Für die Ansprache von Unternehmensvertretern wurde unter anderem ein Flyer für das Bionik-Unternehmensforum entwickelt, der postalisch und elektronisch versandt wurde. Mit Hilfe dieses Flyers wurden Idee und Konzept des Unternehmensforums sowie die Leistungen für die Unternehmen vorgestellt. Zudem wurden am Markt verfügbare, erfolgreiche Produkte der Bionik als instruktive Bilder gezeigt und anhand des Beispiels von Leichtbaukomponenten in der Automobilindustrie der Beitrag bionischer Lösungen zur Ressourceneffizienz beispielhaft verdeutlicht.



Branchenübergreifende Erfolge

Ressourcen effizient einsetzen und Material und Form an die Funktion anpassen – nach diesem Prinzip optimiert die Natur über die Evolution ihre „Konstruktionen“. Bioniker „übersetzen“ solche Funktionsprinzipien in ressourcenschonende Lösungen. Beispiele für Anwendungen dazu sind Leichtbaukomponenten im Automobilbau. Nach bionischer Optimierung wurde beim Schwenklager, das in der Golf-Plattform von VW eingebaut wird, eine Gewichtseinsparung von 18 Prozent erzielt; beim abgebildeten Kipphebel sind es sogar 35 Prozent.

Optimierter Kipphebel – sachs engineering GmbH

Bionik funktioniert. Ob Automotive, Maschinenbau, Biomedizintechnik, Chemie, Kommunikation, Automatisierungstechnik, Bau und Architektur – die Natur stand häufig Pate für technische Entwicklungen, die Marktrelevanz in den unterschiedlichsten Branchen haben.

Warum nicht auch für Ihre spezifische technische Fragestellung mit Hilfe der Bionik eine überlegene Lösung entwickeln?

Um zu erfahren, wie Sie als Mitglied von den Leistungen des Bionik-Kompetenznetzes profitieren können, sprechen Sie uns gern an oder informieren sich unter der Rubrik Netzwerk / Unternehmen auf unserer Homepage www.biokon.de.

Ansprechpartner:

Dr. Rainer Erb, Geschäftsführer
Jessica Rudolph, Assistentin
 Ackerstraße 76, 13355 Berlin
kontakt@biokon.de
 Tel. +49.(0)30.46 06 84 84
 Fax +49.(0)30.46 06 84 74

Die DBU unterstützt den Aufbau des Bionik-Unternehmensforums im Rahmen eines Förderprojekts.

gefördert durch

 Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Grafik: www.bionistik.de

BIOKON - Bionik Kompetenznetz

Bionik-Unternehmensforum

Das Netzwerk der Bionik-Anwender

Abbildung 1-A: Der gestaltete Flyer des Bionik-Unternehmensforums – hier:Außenseite.





Bionik-Kompetenznetz



Als deutschlandweites Bionik-Kompetenznetz bringt BIOKON Unternehmen und Forschungseinrichtungen für bionische Innovationen zusammen. In interdisziplinären Innovationspartnerschaften werden biologische Funktionsprinzipien anwendungsorientiert und kreativ in Technologien und Produkte umgesetzt. So gelingt es, den Wissenszuwachs und die Wettbewerbsfähigkeit aller Partner zu befördern.

Innerhalb des Bionik-Kompetenznetzes vereint BIOKON Bionik-Know-how-Träger in der Bionik-Forschungsgemeinschaft und Bionik-Anwender im Bionik-Unternehmensforum.

Bionisches Unterwassermodem – EvoLogics GmbH



Bionik-Unternehmensforum



Das Bionik-Unternehmensforum ermöglicht speziell Unternehmensvertretern im Kreise Gleichgesinnter den Erfahrungsaustausch, beispielsweise zu unternehmensrelevanten Fragen, wie Produktentwicklung, Produktion und Markteinführung sowie auch den Marketing- und Imageaspekten der Bionik, und schafft einen unternehmerisch geprägten Zugang zur Bionik und zu den führenden Wissenschaftlern und Experten. So können der Know-how-Transfer und die Umsetzung bionischer Innovationen intensiviert und beschleunigt werden.

Ihr Vorteil: die Entwicklung und erfolgreiche Praxisimplementierung ressourceneffizienter bionischer Technologien, um Ihre Produkte für den Innovationswettbewerb zu optimieren.

Haifischhaut Antifoulingbeschichtung – Vosschemie GmbH



Leistungen



- > Beratung und Vermittlung von Kontakten zu den führenden Bionik-Wissenschaftlern
- > Informationen über Bionik-Best-Practices
- > Erfahrungsaustausch und Interessenbündelung durch Treffen bei Mitgliedsunternehmen
- > Workshops, Kongresse, Messeauftritte sowie Exkursionen
- > Roundtables zu Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz durch Bionik
- > Newsletter, Pressebeiträge und Pressekonferenzen zu Bionik-Produkten
- > Standardisierungsaktivitäten mit VDI und DIN/ISO

Adaptiver bionischer Greifer – Festo AG & Co. KG

Abbildung 1-B: Der gestaltete Flyer des Bionik-Unternehmensforums – hier: Innenseite.



3.2 Best Practices

Als Ansatz für den Dialog mit den Unternehmensvertretern wurden Best Practice Beispiele verwendet und die Verbesserungen der Produkteigenschaften und die Nachhaltigkeitsbeiträge herausgestellt, ihr Nutzen für die Unternehmen belegt und verständlich, aussagekräftig und ansprechend kommuniziert. Die vorgestellten Lösungen werden in aller Regel ökonomischen und ökologischen Erfordernissen gleichermaßen gerecht. Bionik fungierte hier als „Missing Link“ in der Argumentationskette, um Ökonomie und Ökologie zu vereinen.

Zu Projektbeginn wurden 15 Erfolgsbeispiele ausgewählt und für die Ansprache der Unternehmen ausgearbeitet. Die Ergebnisse wurden den Unternehmen auf Fachveranstaltungen und Workshops vorgestellt. Im weiteren Verlauf des Projektes wurden zusätzlich weitere 15 Bionik-Themen ausgewählt und aufbereitet, die für die Mitglieder des Unternehmensforums von besonderem Interesse waren.

Bei den ausgearbeiteten Best Practice Beispielen handelt es sich um folgende:

1. Effizient und ressourcenschonend: die bionische Bauteiloptimierung
2. Bionik-Propeller: ein leiser Lüfter nach Adler-Art
3. Millionen Tonnen Treibstoff sparen mit dem Salvinia-Effekt®
4. Die Bauweise der Zukunft: Textile Solarthermie im Eisbärhaus
5. Produkte mit dem Fin Ray Effect® beeindrucken selbst den Bundespräsidenten
6. Perfekt vernebelt: µMist®-Technologie revolutioniert nicht nur die Einspritztechnik
7. Der Klettverschluss als Klassiker der Bionik
8. Wölbstruktur: Sparsam und schön anzuschauen
9. Antifouling: Künstliche Haihaut soll Millionen Tonnen Treibstoff sparen helfen
10. Besser fliegen: Flugzeugflügel vom Steinadler abgeschaut
11. Winziges Strahlentierchen als Vorbild für riesige Offshore-Windkraftanlagen
12. Der Lotus-Effekt: Wenn sich Fassaden selbst reinigen
13. Ein „Elefantenrüssel“ sorgt für die sichere Interaktion zwischen Mensch und Maschine
14. Kleben neu erfunden – das Gecko-Tape®
15. Vorbild Paradiesvogelblume: Wandelbare Fassadenverschattung in der Architektur
16. Bionik-Dübel nach Parasiten-Vorbild helfen am Bau
17. Wenn sich Werkstoffe selbst heilen
18. Spinnenseide: Stärker als Stahl und elastischer als Nylon
19. Unterwassermobems: Datenübertragung nach Delfin-Art
20. Ein Reifen nach dem Katzenpfoten-Prinzip
21. Die bionische Transportpalette im Igel-Stil
22. Greifen mit dem Fischflossen-Effekt
23. Ohne Pumpen möglich: mit Textilien Flüssigkeiten transportieren
24. Evolutionsstrategie: Nach dem Vorbild der Natur optimiert



25. Lotus-Effekt lässt Metallprodukte länger leben
26. Von den Ratten abgeschaut: Selbstschärfende Messer in Industriemaschinen
27. Eine bionische Hörprothese: das Cochlea-Implantat
28. Auf dem Weg zur idealen Stromlinienform – das Pinguin-Prinzip
29. Der Prachtkäfer macht's vor: mit Infrarotsensoren Großbrände verhindern
30. Solarabsorber FraCoTherm® – Energie effizient übertragen

Alle 30 Best Practices sind auf der BIOKON-Website für die Allgemeinheit im Internet auffindbar und im Volltext verfügbar gemacht (<http://www.bikon.de/bionik/best-practices/>). Sie sind im Anhang dieses Berichts beigefügt.

BIOKON
BIONIK-KOMPETENZ NETZ

BIOKON - Das Bionik-Kompetenznetz

Best Practices

„I think the biggest innovations of the 21st century will be at the intersection of biology and technology. A new era is beginning.“
Steve Jobs, Apple Gründer

Die Innovationskraft der Bionik entspringt aus dem nahezu grenzenlosen Pool an biologischen Vorbildern für spezifische Antworten auf technische Fragestellungen. In beeindruckender Vielfalt schafft die Natur Inspirationen für technische Entwicklungen, die Marktrelevanz in den unterschiedlichsten Branchen haben.

Hier haben wir Erfolgsbeispiele der Bionik zusammengestellt, die wir nach dem Schema (1) Bionik-Innovation, (2) Technische Anwendung, (3) Bionisches Funktionsprinzip und (4) Vorbild aus der Natur aufbereitet haben. Willkommen bei den Innovationen an der Schnittstelle von Biologie und Technik.

Best Practices // 26. Februar 2014

Der Lotus-Effekt: Wenn sich Fassaden selbst reinigen

Bionik-Innovation
Häuser, die sich selbst reinigen – sie sind kein Traum mehr.
Selbstreinigende Fassadenfarben mit dem einst von Bioniker Professor Dr. Wilhelm Barthlott für die Technik nutzbar gemachten Lotus-Effekt sorgen dafür, dass Schmutz mit dem Regen von den Außenwänden

Abb. 2: Die Best Practices sind in einer eigens ausgewiesenen Rubrik auf der BIOKON-Website verfügbar.

Jedes einzelne wurde konsequent nach dem Schema (1) Bionik-Innovation, (2) Technische Anwendung, (3) Bionisches Funktionsprinzip und (4) Vorbild aus der Natur allgemein verständlich aufbereitet.



Diese systematische Art der Darstellung von Innovationen an der Schnittstelle von Biologie und Technik gibt es nirgends sonst. Die Website wird im Internet von durchschnittlich 500 bis 1.500 Nutzern täglich aufgerufen (laut Webanalyseedienst Google-Analytics).

BEST PRACTICES // 12. FEBRUAR 2014

Greifen mit dem Fischflossen-Effekt

Bionik-Innovation
Adaptive Greifer mit dem Fin Ray Effect® setzen neue Maßstäbe. Sie passen sich der Kontur des zu greifenden Teils an – und können deshalb multifunktional eingesetzt werden. Dadurch wird sicheres und zerstörungsfreies Greifen selbst von leicht zerbrechlichen oder unregelmäßig geformten Werkstücken möglich. Zugleich sorgt das gegenüber vergleichbaren Seriengreifern um 80 Prozent niedrigere Gewicht für Materialersparnis und Ressourcenschonung.



*Der adaptive bionische Greifer besteht aus einem pneumatischen Antrieb in einem robusten Grundkörper sowie drei Greiffingern. Diese sind mit dem Fin Ray Effect® (EvoLogics GmbH) ausgestattet und ermöglichen ein sicheres und zerstörungsfreies Greifen.
Bild: Festo AG & Co. KG*

Technische Anwendung
Der von der Festo AG entwickelte bionische Greifer DHDG bietet herausragende Einsatzmöglichkeiten zum Beispiel in einer Sortier- und Umsetzanlage von zerbrechlichen Schokoladeneiern. „Die flexible Struktur des adaptiven Greifers macht es sogar möglich, die Überraschungseier zu greifen, wenn sie geneigt oder nicht richtig positioniert sind“, sagt Ingenieur Federico Nardone vom italienischen Systemintegrator Fluidodinamica. Der adaptive Greifer ist deswegen für die Lebensmittelindustrie genauso geeignet wie beispielsweise für Sortierarbeiten von unregelmäßigen und empfindlichen Produkten wie Eier, Blumenzwiebeln oder Früchten. Auch im Maschinenbau oder bei Hilfs- und Unterstützungsarbeiten im Gesundheitswesen kann der bionische Greifer neue Horizonte in der Anwendung erschließen.

Bionisches Funktionsprinzip
Fischflossen verhalten sich unter seitlicher Druckeinwirkung unerwartet. Drückt man zum Beispiel mit dem Finger leicht gegen die Schwanzflosse einer Forelle, so knickt diese nicht in Druckrichtung weg, sondern die Flosse bewegt sich entgegen der Druckrichtung zum Finger hin. Diesen Effekt bezeichnet man als Fin Ray Effect®. Entdeckt wurde er vom Berliner Bioniker Leif Kniese im Jahr 1997 im Angelurlaub. Gemeinsam mit seinem Kollegen Dr. Rudolf Bannasch entschlüsselte er die Wirkungsweise im Labor und meldete sie zum Patent an. Der Effekt beruht auf der Struktur der einzelnen Flossenstrahlen und wird in der Technik inzwischen vielfältig verwendet. Setzt man technische Flossenstrahlen zusammen, entsteht eine adaptive Zange. Der adaptive Greifer DHDG besteht aus einem pneumatischen Antrieb sowie drei Greiffingern mit dem Fin Ray Effect®.

Vorbild aus der Natur

Abb. 3: Detailansicht der aufbereiteten Best Practices; hier exemplarisch das Beispiel „Greifen mit dem Fischflossen-Effekt“.

Adressiert wurden damit unter anderem die Branchen Chemie, Automotive, Flugzeug- und Schiffbau, Computerhardware, Brandschutz, Architektur, Apparate- und Anlagenbau sowie Robotik und Automatisierungstechnik.

Für die Unternehmensansprache haben sich die Best Practices als erfolgreiche Arbeitsmaterialien herausgestellt und bewährt: sie sind gut verständlich, zeigen viele Produkte in unterschiedlichen Branchen und liefern relevante Zahlen und Argumente. Für die Erstansprache bei Veranstaltungen wurden zusätzlich zahlreiche der genannten Best Practices in komprimierter Form auf je einer PowerPoint-Folie zusammengefasst, für die Hannover Messe zudem auch als gedruckte Handouts verteilt.

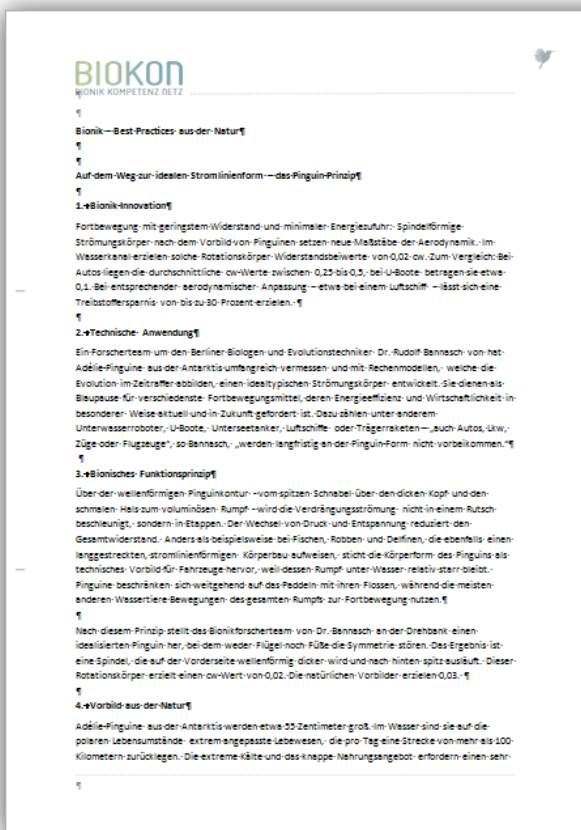



Salvinia-Effekt® – 1 % des globalen Treibstoffverbrauchs sparen

BIOKON
BIONIK-KOMPETENZ-Netz

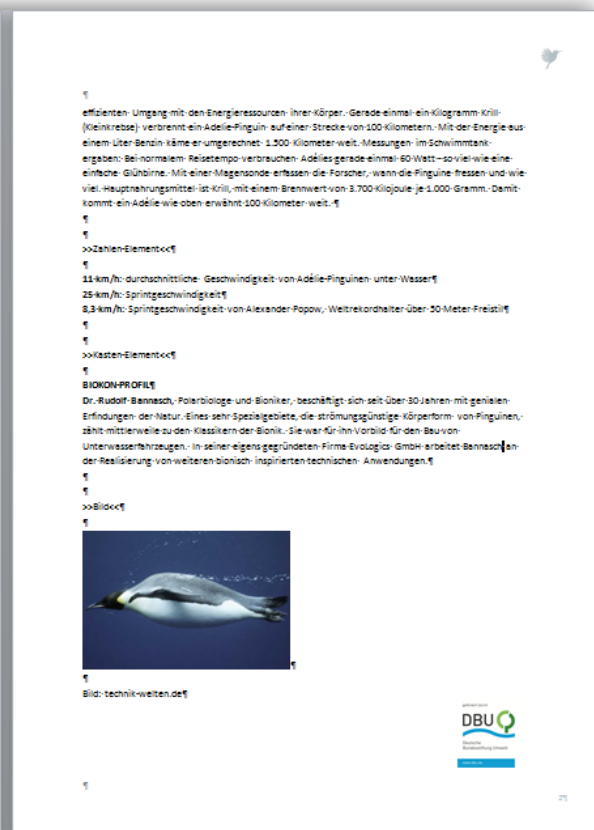
- > Schiffahrt: bis zu 70 % der Antriebsenergie geht durch Reibung verloren
- > Reduktion des Energieverlustes um > 10 % durch dauerhaft auf der Rumpfoberfläche gehaltene Luftschicht
- > 10 % Reibungsreduktion spart 1 % des weltweiten Treibstoffverbrauchs
- > Revolution der Schiffahrt, Anwendung in Pipelines u. Rohrleitungen (Pumpenergie)

Bild: Schwimmiten - Barnhiot, Schimmet et al. (2010) Adv. Mat.

BIOKON
BIONIK-KOMPETENZ-Netz

¶
Bionik – Best-Practices aus der Natur
 ¶
 ¶
 Auf dem Weg zur idealen Stromlinienform – das Pinguin-Prinzip!
 ¶
1. Bionik-Innovation
 Fortbewegung mit geringstem Widerstand und minimaler Energieaufwand: Spindelartige Strömungskörper nach dem Vorbild von Pinguinen setzen neue Maßstäbe der Aerodynamik. Im Wasser (und in der Luft) erzielen solche Rotationskörper Widerstandsbeiwerte von 0,02 bis 0,3. Zum Vergleich: Bei Autos liegen die durchschnittlichen cw-Werte zwischen 0,25 bis 0,3; bei U-Booten betragen sie etwa 0,1. Bei entsprechender aerodynamischer Anpassung – etwa bei einem Luftschiff – lässt sich eine Treibstoffersparnis von bis zu 30 Prozent erzielen. ¶
 ¶
2. Technische Anwendung
 Ein Forscherteam um den Berliner Biologen und Evolutionstechniker Dr. Rudolf Bannasch von der Adelie-Pinguine aus der Antarktis umfangreich vermessen und mit Rechenmodellen, welche die Evolution im Zeitraffer abbilden, einen idealtypischen Strömungskörper entwickelt. Sie dienen als Blaupause für verschiedenste Fortbewegungsmittel, deren Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit in besonderer Weise aktuell und in Zukunft gefordert ist. Dazu zählen unter anderem Unterwasserroboter, U-Boote, Unterseekanäle, Luftschiffe oder Trägerraketen – auch Autos, Ukw, Züge oder Flugzeuge, so Bannasch, „werden langfristig an der Pinguin-Form nicht vorbeikommen.“ ¶
 ¶
3. Bionisches Funktionsprinzip
 Über der wellenförmigen Pinguinkontur – vom spitzen Schnabel über den dicken Kopf und den schmalen Hals zum voluminösen Rumpf – wird die Verdrängungsströmung nicht in einem Rutsch beschleunigt, sondern in Etappen. Der Wechsel von Druck- und Entspannung reduziert den Gesamtwiderstand. Anders als beispielsweise bei Fischen, Robben und Delfinen, die ebenfalls einen langgestreckten, stromlinienförmigen Körperbau aufweisen, sticht die Körperform des Pinguins als technisches Vorbild für Fahrzeuge hervor, weil dessen Rumpf unter Wasser relativ sternförmig ist. Pinguine beschränken sich weitgehend auf das Paddeln mit ihren Flossen, während die meisten anderen Wassertiere Bewegungen des gesamten Rumpfs zur Fortbewegung nutzen. ¶
 ¶
 Nach diesem Prinzip stellt das Bionikforscherteam von Dr. Bannasch an der Drehbank einen idealisierten Pinguin her, der dem wahren Pinguin nach Fülle die Symmetrie streift. Das Ergebnis ist eine Spindel, die auf der Vorderseite wellenförmig dicker wird und nach hinten spitz zulauft. Dieser Rotationskörper erzielt einen cw-Wert von 0,02. Die natürlichen Vorbilder erzielen 0,03. ¶
 ¶
4. Vorbild aus der Natur
 Adelie-Pinguine aus der Antarktis werden etwa 35 Zentimeter groß. Im Wasser sind sie auf die polaren Lebensumstände extrem angepasste Lebewesen, die pro Tag eine Strecke von mehr als 100 Kilometern zurücklegen. Die extreme Kälte und das knappe Nahrungsangebot erfordern einen sehr




¶
 effizienten Umgang mit den Energieressourcen ihres Körpers. Gerade einmal ein Kilogramm Krill (Kleinkresse) verbrennt ein Adelie-Pinguin auf einer Strecke von 100 Kilometern. Mit der Energie aus einem Liter Benzin käme erungerechnet 1.500 Kilometer weit. Messungen im Schwimmbassin ergeben: Bei normalem Reisetempo verbrauchen Adellies gerade einmal 60 Watt – so viel wie eine einfache Glühlampe. Mit einer Magensonde erfassen die Forscher, wann die Pinguine fressen und wie viel. Hauptnahrungsmittel ist Krill, mit einem Brennwert von 3.700 Kilojoule je 1.000 Gramm. Damit kommt ein Adellie wie oben erwähnt 100 Kilometer weit. ¶
 ¶
 ¶
 >> Zahlen-Element <<< ¶
 ¶
 11 km/h durchschnittliche Geschwindigkeit von Adelie-Pinguinen unter Wasser ¶
 25 km/h Sprintgeschwindigkeit ¶
 8,3 km/h Sprintgeschwindigkeit von Alexander Popow, Weltrekordhalter über 50 Meter Freistil ¶
 ¶
 >> Kosten-Element <<< ¶
BIOKON-PROFILE
 Dr. Rudolf Bannasch, Polarbiologe und Bioniker, beschäftigt sich seit über 30 Jahren mit genialen Erfindungen der Natur. Eines seiner Spezialgebiete, die stromungsgünstige Körperform von Pinguinen, zählt mittlerweile zu den Klassikern der Bionik. Sie war für ihn Vorbild für den Bau von Unterwasserfahrzeugen. In seiner eigens gegründeten Firma Evologica GmbH arbeitet Bannasch an der Realisierung von weiteren bionisch inspirierten technischen Anwendungen. ¶
 ¶
 ¶
 >> Block <<< ¶
 ¶

 ¶
 Bild: technik-welten.de ¶
 ¶
 ¶
 DBU
 Deutsche Bundesuniversität
 Bionik-Kompetenz-Netz

Abbildung 4: Exemplarische Darstellung eines der Best Practice Beispiele im PowerPoint- (oben) sowie im Word-Format (unten).



3.3 Veranstaltungen

3.3.1 Gründungstreffen des Unternehmensforums

Das „Kick-off-Treffen“ wurde im Rahmen der offiziellen Preview der Hannover Messe als ausgewählter Partner der Messe am 11.02.2014 im Radialsystem V in Berlin mit einer Präsentation angekündigt und beworben. Der öffentliche Gründungstreffen selbst wurde am 07.04.2014 in der Innovationshalle der Hannover Messe, der weltweit größten und wichtigsten Industriemesse, durchgeführt. Er war eingebettet in die sogenannte „Night of Innovations“ der Hannover Messe, die am ersten Messe-Abend veranstaltet wurde.

Vor der Kulisse des BIONIKON-Messestandes mit den ausgestellten Beispielen wurden den Unternehmensvertretern das Konzept und die Angebote des Bionik-Unternehmensforums von der BIONIKON-Vorstandsvorsitzenden und dem BIONIKON-Geschäftsführer vorgestellt. Das Thema wurde dabei mit Hilfe praktischer und überraschender Vorführungen mit Kokosnüssen und Pomelos am Messestand veranschaulicht, die gleichzeitig als Snacks und Getränke (Kokosfleisch und Grapefruit-saft) verwendet wurden. Diese Ansprache auf verschiedenen Ebenen kam in der Zielgruppe gut an und ermöglichte in der Folge zahlreiche gute Kontakte und Gespräche.

Während der Messetage, vom 07.04. bis zum 11.04.2014, wurden darüber hinaus sieben Vorträge und zwei Science-Slams gehalten. Lösungsbeispiele und Best Practices aus der Bionik wurden den Unternehmen gemeinsam mit BIONIKON-Experten zu folgenden Themen vorgestellt:

- > Bionischer Leichtbau in der industriellen Praxis mit Wolfgang Sachs von der sachs engineering GmbH (Geschäftsführer)
- > Elastische Roboter - Vorteile und Herausforderungen sicherer Assistenzsysteme – mit Dr. Ivo Boblan von der Technischen Universität Berlin
- > Leichtbauprodukte mit multifunktionalen Eigenschaften durch bionische Wölbstrukturen – mit Prof. Dr. Frank Mirtsch von der Dr. Mirtsch Wölbstrukturierung GmbH (Geschäftsführer)
- > Schiffe sparen Öl durch Bionik: eine Lufthülle zur Reibungsreduktion nach biologischem Vorbild – mit Matthias Mail vom Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen, Universität Bonn
- > b-Ionischer Schlagflügel - Elektrostatischer Wellantrieb – mit Berkant Göksel vom Ingenieurbüro Göksel – Elektrofluidsysteme (Geschäftsführer)
- > Analoges Denken und Problemlösen in der Bionik – mit Julia Graf vom Bionik-Innovations-Centrum der Hochschule Bremen
- > Perspektivwechsel im Strukturleichtbau - bionisches Optimierungsverfahren ELiSE führt zu innovativen Lösungen – mit Dr. Christian Hamm vom Alfred Wegener Institute im Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)

Zudem wurde Bionik als Kreativtechnik allgemein sowie die bionische Strukturoptimierung nach Prof. Mattheck für den Automobilbau im Format von zwei Bionik Science Slams präsentiert:

- > Bionik: Eine Geschichte von Bienen und Blümchen und der richtigen Technik– mit Christian Freier und Christian Pohl von der Westfälischen Hochschule Bocholt
- > Schwere Knochen leicht gemacht – mit Jens Bauer vom Karlsruher Institut für Technologie



DBU-Generalsekretär Dr. Bottermann zeigt sich bei seinem Besuch des BIONIKON-Messestandes beeindruckt von Innovationspartnerschaften aus Wissenschaft und Wirtschaft mit den gemeinsam entwickelten zukunftsfähigen, marktrelevanten und nachhaltigen bionischen Ideen und Produkten.



Abbildung 5: DBU-Generalsekretär Dr. Heinrich Bottermann bei seinem Besuch des BIONIKON-Messestandes im Gespräch mit BIONIKON-Geschäftsführer Dr. Rainer Erb.

3.3.2 Fachveranstaltungen

Bei **neun Fachveranstaltungen** wurde Bionik als Ansatz für innovative und nachhaltige Technologien präsentiert, vor allem mit Hilfe der oben genannten Erfolgsbeispiele. Diese Veranstaltungen richteten sich an ein breites Fachpublikum zu jeweils speziellen Themenkomplexen wie Materialien, Robotik oder Konstruktions- bzw. Optimierungsmethoden und waren gleichzeitig branchenübergreifend aufgrund der vielfältigen Anwendungsrelevanz. Vertreter der Automobilindustrie und ihrer Zulieferer waren besonders häufig unter den Teilnehmenden.

Es handelte sich dabei um folgende Veranstaltungen:

1. Bionische Optimierungsverfahren (04.-05.11.2013, Köln):
In Kooperation mit dem VDI-Wissensforum wurde das Seminar für Teilnehmende überwiegend aus der Automobilindustrie (VW, MAN etc.) durchgeführt. Bionische Optimierungsverfahren wurden deshalb ausgewählt, weil sie schon in vielen industriellen Bereichen erfolgreich eingesetzt werden, aber andererseits noch immer ein riesiges nicht ausgeschöpftes Anwendungspotenzial haben. Die Optimierung mit Hilfe von Evolutionsstrategien wurde den Teilnehmenden beispielsweise dadurch nahe gebracht, dass



gemeinsam der Materialverbrauch zur Herstellung einer 1-L-Milchverpackung unter Verwendung einfachster Hilfsmittel minimiert wurde. Die Bewertung durch die Teilnehmenden war insgesamt sehr positiv, insbesondere der Aha-Effekt bei der Vorgehensweise, der Praxisbezug und die beeindruckende Qualität des Optimierungsergebnisses wurden herausgehoben.

2. Leichtbau von Bauteilen mit bionischen Methoden (06.11.2013, Köln):
Am Beispiel des Themas „Materialkosten senken und Produktqualität steigern“ wurde den Teilnehmenden aus verschiedenen Branchen in diesem Seminar wurde der Nutzen bionischer Optimierungsansätze demonstriert. Hierbei ging es um die Anwendung strukturmechanischer Optimierung mittels Wachstumsgesetzen aus der Natur (nach Prof. Mattheck). Anhand praktischer Beispiele wurde mit der Methode der Zugdreiecke und dem „Denken in Seilen“ gezeigt, wie allein mit Lineal und Bleistift oder einfachen Modellverfahren Bauteile aus der Praxis der Teilnehmenden optimiert werden können.
3. Selbstreparatur in Pflanzen (22.07.2013, Universität Freiburg):
In dem Kolloquium ging es um den Transfers des Konzepts faszinierender selbstheilender bionischer Materialien in den Markt als Beispiel für typische Innovationsbarrieren bionischer Entwicklungen. Rund 50 Interessierte nahmen teil.
4. Bio-inspiriertes Kleben und Haften (26.09.2013, Kiel):
Der Workshop zu diesem industriell sehr nachgefragten Thema fand mit über 35 Teilnehmenden eingebettet in die „Euro Intelligent Materials 2013“ (> 100 Teilnehmende) der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde vom 25.-27.09.2013 in Kiel statt.
5. Bionik im Betrieb (25.09.2013, Darmstadt)
Die Vorträge der Veranstaltung gaben den ca. 50 Unternehmensvertretern aus Hessen einen Überblick über die Möglichkeiten der Übertragung biologischer Prinzipien in die Technik. Die Lärmreduktion nach dem Vorbild der Natur stand hier im Fokus.
6. Robotik und Bionik (17.10.2013, Waldshut-Tiengen):
Eine Bionik-basierte Mensch-Technik-Interaktion mit dem Fokus auf unternehmensrelevante Umsetzungspotenziale interessierte über 60 Teilnehmende, die in erster Linie durch das reduzierte Gewicht bionischer Roboter und damit zusammenhängende Materialaspekte, Energieersparnis, Geräuschreduktion, sowie die inhärente Sicherheit durch Nachgiebigkeit von den Innovationspotenzialen der Bionik überzeugt werden konnten.
7. „Warum alles kaputt geht“ (22.10.2013, Karlsruhe):
In diesem Seminar, veranstaltet mit dem Fortbildungszentrum des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), überzeugte Prof. Claus Mattheck mit seinen Erfolgsmethoden „Bauteiloptimierung ohne Computer“, „moderne Denkwerkzeuge“ sowie „funktionelles mechanisches Sehen“ mehr als 100 Industrievertreter und bewarb das Bionik-Unternehmensforum.
8. So leicht bauen wie die Natur (24.10.2013, Bremerhaven):
Das Expertengespräch wurde gemeinsam mit dem VDI und dem imare - Institut für Marine Ressourcen GmbH durchgeführt. Knapp 20 Industrievertreter diskutierten ihre Bedarfe und formulierten ihre Anforderungen an die Bionik.



9. „Bionische Textilien im Betrieb“ (13.02.2014, Obertshausen):

Dieser Workshop in der Karl Mayer Textilmaschinenfabrik GmbH wurde mit einer Führung durch das Unternehmen eröffnet. Es folgten Fachvorträge über bionische Textilien und Faserverbundmaterialien, bei deren Entwicklung die Natur als Inspirationsquelle Pate stand. Über 40 Teilnehmende aus Unternehmen der Region beteiligen sich.

Bei diesen Veranstaltungen wurden nachhaltige Erfolgsbeispiele und Lösungsansätze der Bionik für die aktuellen Herausforderungen der Unternehmen zielgruppengerecht dargestellt. Der Nutzen der Bionik für die Innovationspipeline der Unternehmen wurde so argumentativ mit Fakten belegt. Mit Hilfe der zielgruppenspezifisch aufbereiteten Erfolgsbeispiele wurde das Interesse von Unternehmen geweckt, der Dialog angestoßen und sie wurden für eine Beteiligung am Bionik-Unternehmensforum motiviert.

3.3.3 Workshops

Für die **vier weiterführenden Workshops** wurden Unternehmensvertretern durch die genannten Veranstaltungen sowie durch direkte Ansprache gewonnen.

Ein **themenübergreifender Kreativ-Workshop** „Bionik als Methode zur Ideengenerierung“ wurde bei der Firma KACO GmbH & Co. KG (23.10.2013, Heilbronn) mit 21 Teilnehmenden durchgeführt. Hauptreferent war BIONIKON-Mitglied Dr. Michael Herdy von der inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Automobilindustrie mbH (inpro ist ein Joint Venture der Firmen Volkswagen, Daimler, ThyssenKrupp, Siemens und Sabic. Seit der Gründung 1983 ist auch das Land Berlin als Gesellschafter beteiligt. inpro ist seit 2006 Mitglied bei BIONIKON). Dr. Herdy ist bei inpro projektverantwortlich für Innovationsprojekte und Experte für Bionik in der Produktion. Nach einer Einführung in die Bionik und einem Überblick über verschiedene Erfolgsbeispiele ging es in dem Workshop darum, anhand von Problemen aus den Arbeits- und Aufgabenbereichen der Teilnehmenden aufzuzeigen, dass mit Hilfe der Bionik als systematischer „Erweiterung des Suchraums“ praxisrelevante und innovative Lösungsmöglichkeiten identifiziert werden können.

Bionik als Innovationsmethode wurde in dem **Workshop** „Bionik in den Ingenieurwissenschaften – Methode zur Generierung von Innovationen im 21. Jahrhundert“ (11.02.2014; Stuttgart) vorgestellt. Auf dem Campus Horb der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart wurde mit rund 60 Teilnehmenden anhand von zwei Beiträgen aus Medizintechnik und der Automobilentwicklung („Wespenstachel und Schlangengebiss – wie der Blick in die Natur die Medizintechnik verbessert“ und „Wie viel Bionik braucht das Auto?“) diskutiert, wie dort Bionik als Quelle neuer innovativer Entwicklungen zum Einsatz kommt. Der Ergebnisse wurden abschließend verallgemeinert.

Als **Matchmaking-Veranstaltung** wurde der **vertiefende Fachworkshop** „Von der Forschung zum Produkt - Bionik in der Anwendung“ durchgeführt (11.10.2013, Bocholt, 33 Teilnehmende aus der Industrie). Nach einer Einführung in die Idee und das Konzept des Bionik-Unternehmensforums durch Dr. Rainer Erb wurden sechs Impulsvorträge von BIONIKON-Mitgliedern, vier davon von Unternehmensvertretern gehalten, in denen ein Überblick über die praktische Anwendbarkeit der Bionik in einem weiten Branchenspektrum, vom Anlagenbau über Prototypenbau bis hin zum Leichtbau, in der Sensorik, Robotik und Produktentwicklung gegeben wurde. Folgende BIONIKON-Experten beteiligten sich als Referenten



- > Dr. Rainer Erb, BLOKON e. V.
- > Prof. Dr. Frank Mirtsch, Dr. Mirtsch Wölbstrukturierung GmbH;
- > Dr. Thomas Stegmeier, Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) Denkendorf;
- > Wolfgang Sachs, Sachs Engineering GmbH;
- > Dr. Michael Herdy, INPRO – Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Automobilindustrie mbH;
- > Prof. Dr. Axel Schneider, Universität Bielefeld;
- > Dr. Nina Gaißert, Festo AG & Co. KG.

Zusätzlich präsentierte

- > Dr. Juri Tschernjaew, Evonik Industries AG

bevor die Vorträge im Rahmen des Workshop vertieft und gemeinsame Aktivitäten an der Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft mit den Teilnehmenden diskutiert wurden.

Ein weiterer **vertiefender Fachworkshop** zur Vorbereitung von Innovationspartnerschaften zwischen Wissenschaft und Wirtschaft fand als **Netzwerktreffen des Bionik-Unternehmensforums** statt (05.06.2014, Berlin). Bei dem Netzwerktreffen sprach Markus Fischer, Geschäftsführer des gleichnamigen Gestaltungs- und Ingenieurbüros, über die weitreichenden Synergiepotenziale für Unternehmen im Bionik-Unternehmensforum. Dr. Rudolf Bannasch, Geschäftsführer des Berliner Bionik-Unternehmens EvoLogics GmbH, berichtete, wie er ein breites Portfolio an Kommunikations-Hightech-Produkten auf Grundlage von Bionik-Innovationen erfolgreich an den Markt gebracht hat. Dr. Michael Herdy, Bionik-Experte verantwortlich für Innovationsmanagement und Technology Watch bei der Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH, zeigte auf, wie bionische Optimierung das Spektrum eines Unternehmens für Innovationen im Automotive-Bereich zielführend und kreativ erweitert. Die Referenten präsentierten eine Vielzahl an Bionik-Best-Practices und stehen für verschiedene Einbindungsmöglichkeiten der Bionik als Innovationstreiber im Unternehmen.

Die über 30 Teilnehmer aus Unternehmen verschiedener Branchen erfuhren ferner von Dr. Rainer Erb, BLOKON-Geschäftsführer, wie Sie in Kooperation mit Bionik-Kompetenzträgern kommen, wie sie Informationen rund um die Bionik erhalten und welche Aktionen sie im Bionik-Unternehmensforum erwarten.



Einladung zum Bionik-Unternehmensforum

BIONIK
BIONIK KOMPETENZ NETZ

05. Juni 2014 in Berlin

Netzwerktreffen für Bionik-interessierte Unternehmen

AGENDA

11.00 Uhr Begrüßung durch Dr. Rainer Erb, Geschäftsführer BIONIKON und Dr. Gerd Eßer, Geschäftsführer inpro

11.15 Uhr Mit Bionik zum erfolgreichen Hightech-Unternehmen, Dr. Rudolf Bannasch, EvoLogics GmbH

12.00 Uhr Evolutionsstrategie als Tool für Prozess- und Produktoptimierung, Dr. Michael Herdy, inpro mbH

12.45 Uhr Mittagsimbiss

13.45 Uhr Synergien in der Entwicklung von Innovationen im Unternehmensforum Markus Fischer, Gestaltungs- und Ingenieurbüro Markus Fischer

14.15 Uhr Das Bionik-Unternehmensforum: Konzept, Aktionsplan und Diskussion Dr. Rainer Erb, BIONIKON

15.30 Uhr Ende der Veranstaltung

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist für Sie kostenfrei. Wir bitten Sie um Ihre verbindliche Anmeldung bis zum 20. Mai an BIONIKON – kontakt@biokon.de

kontakt@biokon.de

Kontakt: Dr. Rainer Erb (Geschäftsführer), Jessica Rudolph (Assistentin)
Ackerstraße 76, 13355 Berlin | kontakt@biokon.de | www.biokon.de
Telefon +49.(0)30.46 06 84 84 | Fax +49.(0)30.46 06 84 74

Veranstaltungsort: inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH, Hallerstr. 1, 10587 Berlin

DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Abbildung 6: Beispiel für eine Einladung zu einem Workshop: Einladung zum Netzwerktreffen am 5. Juni in Berlin.

Bei den Aktivitäten des Unternehmensforums wurden und werden folgende Akteure, Partner und Multiplikatoren aktiv einbezogen:



- > BOKON-Mitglieder, insbesondere die DBU-Umweltpreisträger und BOKON-Gründungsmitglieder Prof. Dr. Wilhelm Barthlott und Prof. Dr. Claus Mattheck, in erster Linie durch Vorträge und Vermittlung von Ansprechpartnern.
- > Verein Deutscher Ingenieure (VDI, insbesondere über den Fachbeirat Bionik und das VDI-Wissensforum). Kooperiert wurde bei mehreren Fachveranstaltungen, bei denen der VDI bei der Bewerbung in der Zielgruppe unterstützte.
- > B.A.U.M. / Haus der Zukunft über den DBU-Umweltpreisträger Dr. Georg Winter. Für einen der künftigen Veranstaltungen des Bionik-Unternehmensforums wird das Haus der Zukunft kostenfrei als Veranstaltungsort zur Verfügung gestellt und B.A.U.M. unterstützt die Bekanntmachung im Kreis seiner Mitglieder.

Was mit den Workshops erreicht wurde

Positiv wurde von Seiten der Unternehmen zurückgekoppelt, dass es im Rahmen der Workshops gelungen sei, gemeinsam mit den Wissenschaftlern zu klären, wie konkrete Lösungsansätze für die tatsächlichen technischen Probleme der Unternehmen gefunden werden könnten. Die Vermittlung der entsprechenden Bionik-Experten sei ein zentraler Nutzen für die Unternehmen. Neben den Lösungen sei besonders die praxisrelevante Kompetenz der BOKON-Akteure hilfreich, um innerhalb der Unternehmen alle am unternehmensinternen Produktentwicklungsprozess Beteiligten von Bionik zu überzeugen und mitzunehmen.

Insbesondere Vertreter kleiner und mittlerer Unternehmen zeigten sich an einer Mitwirkung am Bionik-Unternehmensforum interessiert. Wahrgenommen wurde, dass Bionik für verschiedene Stufen der Wertschöpfungsketten relevant ist. Im Herstellungsprozess können mögliche Probleme durch neue Materialien oder Filtersysteme, Schmierstoffe und Sensorik in Fertigungsanlagen gelöst werden. Der gesamte Herstellungsprozess kann durch Evolutionsalgorithmen optimiert werden sowie die Logistik durch bionische Erkenntnisse verbessert und geregelt werden.

Innerhalb des Unternehmensforums gibt es keine thematische Einschränkung, sondern Bionik wird als branchenübergreifende Innovationsmethode verfolgt. Leitendes Motiv ist die Breite der Bionik-Expertise in vielen Bereichen und Branchen. Wichtig ist den Unternehmensvertretern der Zugang zu Experten in all diesen Bereichen. Dies wird als besondere Stärke von BOKON und des Bionik-Unternehmensforums gesehen.

Bedeutsam ist, insbesondere für KMUs, technische Regeln und Normen – oft beginnend mit Einzelmustern oder Insellösungen – bereits frühzeitig, in einem vornormativen und forschungsnahen Stadium zu erarbeiten und der Fachwelt verständlich zu machen. Hier sollen die existierenden BOKON-Aktivitäten in das Unternehmensforum einbezogen werden.

3.4 Mitglieder des Unternehmensforums

Als Mitglieder des Unternehmensforums konnten bis dato die folgenden 26 Unternehmen gewonnen werden:

- > Gestaltungs- und Ingenieurbüro Markus Fischer
- > pingutec
- > Ingenieurbüro Ivo Boblan



- > MathYou UG (haftungsbeschränkt)
- > Brodbeck Medienproduktion
- > die bioniker
- > Solare Innovationstechnik
- > Architekturbüro Dieter Oligmüller
- > EVOCO GmbH
- > Pohl Architekten
- > Technologie-Institut für Metall & Engineering GmbH
- > igus GmbH
- > Bionic StreamForm Frank Wedekind
- > EvoLogics GmbH
- > imare GmbH
- > GFaI – Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik
- > INPRO Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH
- > Dr. Mirtsch GmbH
- > bionic design
- > Bionik-Sigma Innovation GmbH
- > Sachs Engineering GmbH
- > Festo AG & Co. KG
- > Airbus Operations GmbH
- > Tetra Gesellschaft für Sensorik, Robotik und Automation mbH
- > Ingenieurbüro Göksel – Electrofluidsystems
- > Technical Engineering GmbH

3.5 Weiterführung des Bionik-Unternehmensforums

Im Rahmen des Projekts wurde innerhalb des Bionik Kompetenznetzes BLOKON mit dem Bionik-Unternehmensforum eine neue Organisationseinheit gegründet, im Rahmen derer das Bionik-Unternehmensforum fortgeführt wird. Bis dato existierte die Bionik-Forschungsgemeinschaft der Bionik-Wissenschaftler, welche die Basis für den fachlichen Austausch darstellt, Synergien bei der wissenschaftlichen Arbeit schafft sowie Dienstleistungen und Gemeinschaftsaktivitäten wie Verbundprojekte und die Kommunikation der F&E-Ergebnisse anbietet. Neben den Bionik-Know-how-Trägern gab es kaum Bionik-Anwender im Netzwerk.

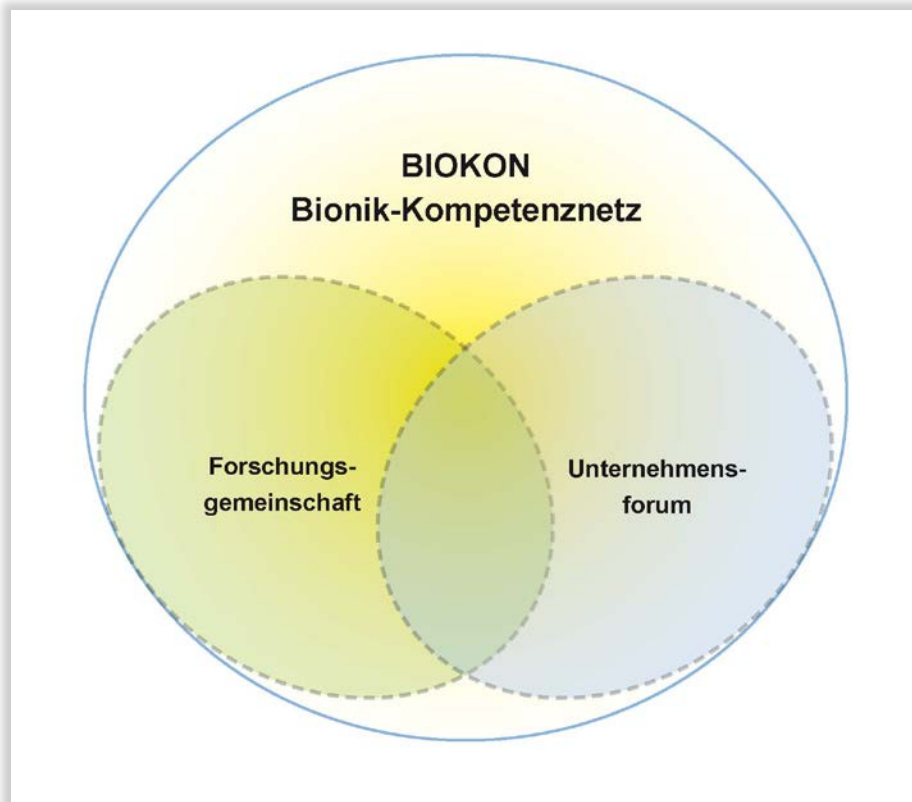


Abbildung 7: Das Bionik-Kompetenznetz vereint Bionik-Know-how-Träger in der Forschungsgemeinschaft und Bionik-Anwender im Unternehmensforum. Das Ziel: über interdisziplinäre Innovationspartnerschaften den Wissenszuwachs und die Wettbewerbsfähigkeit der Partner fördern.

Zielvereinbarung mit den Mitgliedsunternehmen

Mit den Mitgliedern des Bionik-Unternehmensforums wurde für die Zukunft folgende Zielvereinbarung getroffen, welche nach einer Bedarfsanalyse erarbeitet wurde, in der abgefragt wurde, welches die maßgeblichen Kriterien für eine Beteiligung am Unternehmensforum sind, welchen Nutzen die Unternehmen in einer Beteiligung sehen und welche Bedarfe sie haben. Das Ergebnis:
Ziel des Bionik- Unternehmensforums:

>> Ziel sind Bionik-Innovationen durch Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft für ökonomischen Erfolg und Nachhaltigkeit.

Im Bionik-Unternehmensforum gibt es vier Aktionsfelder:

1. Bionik in Unternehmen
(z. B. Bionik im Innovationsprozess und unternehmensinterne Kommunikation der Bionik, Image der Bionik und Nutzen für das Marketing)
>> Teilziel: nutzbringende Verankerung der Bionik in den Unternehmen der Bionik-Unternehmensforums-Mitglieder
2. Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft



(z. B. Möglichkeiten und Grenzen von Hochschulkooperationen, Hürden beim Wissenstransfer und Interessenkonflikte bei Rechtfragen)

>> **Teilziel:** Überblick der Unternehmensforums-Mitglieder über Kooperationsangebote der Wissenschaftler und Überwindung von Kommunikationshemmnissen und Missverständnissen durch vertrauensvolle Atmosphäre zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

3. Bionik-Best-Practices und Bionik-Neuheiten
(Kompetenzübersicht inkl. Best-Practices der Bioniker über Website; Infos zu neuen Projekten über Newsletter im zweimonatigen Rhythmus, bei Veranstaltungen und Netzwerktreffen)

>> **Teilziel:** Überblick der Unternehmensforum-Mitglieder über Bandbreite der Bionik, Akteure und anwendungsrelevante Inventionen

4. Innovationspartnerschaften mit Bionik-Wissenschaftlern
(Beratung durch Geschäftsstelle „Face-to-face“ inkl. Geheimhaltungsvereinbarung oder gesamtes Kompetenznetz „One-to-hundred“; Kompetenzvermittlung und Treffen bei Veranstaltungen)

>> **Teilziel:** Innovationspartnerschaften für Kooperationsprojekte

Um die ermittelten Bedarfe zu befriedigen, wird durch die BIODON-Geschäftsstelle Folgendes organisiert und gemeinsam von den Mitgliedern des Bionik- Unternehmensforums und der Geschäftsstelle zur Zielerreichung umgesetzt:

- > Netzwerktreffen des Bionik-Unternehmensforums für Erfahrungsaustausch, Diskussion und Interessenbündelung
- > Kurzvorträge bei Netzwerktreffen des Bionik-Unternehmensforum zu Bionik-Ansätzen
- > Newsletter im zweimonatigen Rhythmus
- > Website (Überblick über Kompetenzen)
- > Pressebeiträge und Pressekonferenzen zu Bionik-Produkten
- > Kostenfreie oder ermäßigte BIODON-Veranstaltungen
- > Kontakte zu Bionik-Experten (Beratung und Vermittlung)
- > Telefonkonferenzen, Webmeetings und Workshops für Dialog mit Experten
- > FuE-Gemeinschaftsprojekte, Verbundförderprojekte (Partnervermittlung, Antragstellung)
- > Gemeinsame Forschungsaufträge der Unternehmen des Bionik- Unternehmensforums an Wissenschaftler
- > Standardisierungsaktivitäten mit VDI und DIN/ISO national und international
- > Aus- und Weiterbildungsangebote (Vermittlung von Mitarbeiter-Weiterbildungen, Diplom-, Master- oder Doktorarbeiten)



4 Fazit

Ziel dieses Projektes war es, ein branchenübergreifendes Bionik-Unternehmensforum als Aktions- und Diskussionsplattform aufzubauen, in welchem unternehmerische Innovationsentscheider auf das Thema Bionik und wettbewerbsfähige und ressourceneffiziente Produkte aus der Bionik aufmerksam gemacht werden. Es ist im Rahmen des genannten Projekts gelungen, durch Veranstaltungen und Kommunikation von Best Practices das Bionik-Unternehmensforum innerhalb des Bionik-Kompetenznetzes anzusiedeln.

Unternehmen haben Bionik und deren Innovations- und Nachhaltigkeitspotenziale durch die Öffentlichkeitsarbeit von BIODON und vor allem das Bionik-Unternehmensforum kennengelernt. Die in diesem Rahmen für die Bionik interessierten Unternehmen schätzen als Stärken des Bionik-Kompetenznetzes, dass sie deutschlandweit alle für sie interessanten Gesprächspartner in einem Netzwerk finden – und das, obwohl Bionik sehr interdisziplinär ist, sogar sein muss. Wissenschaftler vieler Fachthemen, von den Natur- und Ingenieurwissenschaften bis hin zu Designern und Architekten, sind mögliche Kooperationspartner für umsetzungsinteressierte Unternehmen.

Bionik-Kompetenznetz um Unternehmensforum erweitert

BIODON hat nunmehr zwei Säulen: die Bionik-Forschungsgemeinschaft und das Bionik-Unternehmensforum. Die Bionik-Know-how-Träger sind in der Bionik-Forschungsgemeinschaft vernetzt, der Austausch der Bionik-interessierten Anwender findet im Bionik-Unternehmensforum statt.

Über die Bionik-Forschungsgemeinschaft und das im Rahmen des Projekts gegründete Bionik-Unternehmensforum bringt BIODON Wissenschaft und Wirtschaft gleichberechtigt in einem Netzwerk zusammen und sorgt so für einen umfassenden Wissens- und Technologietransfer in vertrauensvoller Atmosphäre: Innerhalb des deutschlandweiten Bionik-Kompetenznetzes vereint BIODON Bionik-Know-how-Träger in der Bionik-Forschungsgemeinschaft und Bionik-Anwender im Bionik-Unternehmensforum – ein Alleinstellungsmerkmal.

Was ist das Bionik-Unternehmensforum? Das Netzwerk der Bionik-Anwender.

Im Bionik-Unternehmensforum können Unternehmensvertreter im Kreise Gleichgesinnter Ihre Erfahrungen zu unternehmensrelevanten Fragen, wie Produktentwicklung, Produktion und Markteinführung sowie auch zu den Nachhaltigkeits-, Marketing- und Imageaspekten der Bionik austauschen und diskutieren und Ihre Interessen beim Wissenstransfer bündeln.

Darüber hinaus bietet BIODON den Unternehmen Zugang zu einem deutschlandweit einzigartigen Know-how-Pool. Die führenden Wissenschaftler und Bionik-Experten sind über die Bionik-Forschungsgemeinschaft Mitglied des Netzwerkes und BIODON kann den Unternehmensvertretern daher konkrete Lösungsansätze für Ihre technischen Herausforderungen und entsprechende Know-how-Träger vermitteln.

So können der Know-how-Transfer und die Umsetzung bionischer Innovationen intensiviert und beschleunigt werden.



5 Anhang

Im Folgenden sind die ausgearbeiteten 30 Best Practice-Beispiele in Textform zusammengestellt. Alle Best Practices sind auf der BIONIK-Website frei verfügbar gemacht worden

(<http://www.biokon.de/bionik/best-practices/>).



Bionik – Best Practices aus der Natur

Der Lotus-Effekt: Wenn sich Fassaden selbst reinigen

1. Bionik-Innovation

Häuser, die sich selbst reinigen – sie sind kein Traum mehr. Selbstreinigende Fassadenfarben mit dem einst von Bioniker Professor Dr. Wilhelm Barthlott für die Technik nutzbar gemachten Lotus-Effekt sorgen dafür, dass Schmutz mit dem Regen von den Außenwänden abperlt. Der Befall der Fassaden mit Algen oder Pilzen wird durch die Bionik-Farbe Lotusan® nachhaltig gehemmt. Dadurch können Hausbesitzer länger mit einem Neuanstrich warten – und sparen Kosten. Zudem wird bei der Fassadenfarbe komplett auf Biozide verzichtet.

2. Technische Anwendung

Die Fassadenfarbe Lotusan® gehört inzwischen zu den Klassikern bionisch inspirierter Produkte. In den über zehn Jahren seit der Markteinführung hat die Farbe auf Millionen von Quadratmetern Fassaden weltweit bewiesen, dass sie tatsächlich für eine wesentlich verbesserte Sauberkeit und eine längere Haltbarkeit des Hausanstrichs sorgt. Aus der Produktfamilie gibt es inzwischen auch einen Fassadenputz mit vergleichbaren, wasserabweisenden Eigenschaften. Produkte, die den Lotus-Effekt nutzen, schreiben inzwischen in extrem vielen Bereichen eine Erfolgsstory: Ob Korrosionsschutzschichten, Antihafbeschichtungen von Farbwannen oder Druckereiwalzen, selbst reinigende Gläser, die zum Beispiel in den TollCollect-Kameras eingebaut wurden, oder schmutzabweisende Textilien.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Der Lotus-Effekt basiert auf mikro- und nanostrukturierten Oberfläche in Noppenform der gleichnamigen Lotus-Pflanze und den wasserabweisenden Eigenschaften der äußeren Wachsschicht der Pflanze. Schmutzpartikel können so leicht von Wassertropfen weggetragen werden. Dass das Wasser so leicht abperlt, ist durch die wasserabweisende Oberfläche begründet, wo der Tropfen nur an wenigen Stellen Kontakt zur Pflanze hat. Dieser Effekt wurde bei der Fassadenfarbe Lotusan nachgebaut. Zum einen sorgt die Nanostruktur der Farbe für den gewünschten Effekt, zum anderen die Inhaltsstoffe. Enthalten ist zum Beispiel Silikon – das mit seiner niedrigen Oberflächenenergie und ausreichender chemischer Stabilität perfekt für das Reinigungsprinzip geeignet ist.

4. Vorbild aus der Natur

Die Lotusblume ist eine in Asien und Amerika vorkommende Wasserpflanze, die über außergewöhnliche, antiadhäsive Eigenschaften verfügt. Erreicht werden diese durch eine Verbindung aus einer Nanostruktur und speziellem Wachs auf der Pflanzenoberfläche. So wird die Kontaktfläche zwischen Wasser und Oberfläche drastisch reduziert. Ein Wassertropfen hat auf der Lotusblume nur eine Auflagefläche von 0,6 Prozent – das ist ein Rekord im Reich der Natur. Das Wasser perlt ab und nimmt dabei noch den Schmutz und andere Stoffe mit. Die biologische Bedeutung des Lotuseffekts



liegt im Schutz vor einer Besiedlung durch Mikroorganismen, Krankheitserreger oder Keime oder vor Bewuchs mit Algen. Ähnliche Systeme gibt es auch bei anderen Pflanzen und Tieren.

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Professor Wilhelm Barthlott, Botaniker und Biologe, ist ein Pionier der Verbindung von Biologie und Technik. Aus seinen systematischen elektronenmikroskopischen Forschungen pflanzlicher Oberflächen entwickelte er selbstreinigende (Lotus-Effekt) und permanent unter Wasser lufthaltende Oberflächen (Salvinia-Effekt). Wilhelm Barthlott erhielt für seine Arbeit zahlreiche Auszeichnungen wie den Deutschen Umweltpreis.

>>Bild<<



Fassadenfarbe Lotusan®

Bild: Sto SE & Co. KGaA



Bionik – Best Practices aus der Natur

Der Klettverschluss als Klassiker der Bionik

1. Bionik-Innovation

Bei Spaziergängen verfangen sich immer wieder Kletten in den Haaren der Hunde des Schweizer Ingenieurs Georges de Mestral. Das machte ihn neugierig, also legte er die Früchte unter sein Mikroskop und entdeckte winzige elastische Häkchen als Geheimnis hinter dem Klebmechanismus. De Mestral sah das als Möglichkeit, zwei Komponenten reversibel zu verbinden und erfand den textilen Klettverschluss. Damit schuf er das wohl bekannteste und erfolgreichste Produkt der Bionik. Inzwischen arbeiten Bioniker schon an Klettverschlüssen der zweiten Generation – sie sollen weniger leicht verschmutzen und nicht mehr das typische „Ratsch“-Geräusch beim Öffnen machen.

2. Technische Anwendung

Der Klettverschluss gehört mit verschiedensten Produkten zum täglichen Leben. Der Einsatz reicht von Schuhen, Bekleidungsstücken, Babywindeln, den Manschetten beim Blutdruckmessen, Rucksäcke und Taschen bis hin zum Messebau, Kabelbindern oder den Raumanzügen bei Astronauten. Selbst zur Fesselung kann ein Klettband verwendet werden. Für Rennfahrer- und Feuerwehrkleidung gibt es unbrennbare Klettbänder aus Nomex, in der Luftfahrtindustrie haben sie sogar selbstlöschende Eigenschaften im Brandfall. Selbst reversible Verbindungen aus dünnen Blechen wurden inzwischen entwickelt. Der Umsatz mit den Klettverschluss-Produkten erreicht Abermillionen von Euro jährlich.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Klettfrüchten besitzen viele kleine elastische Häkchen, die auch dann nicht kaputt gehen, wenn man sie aus einem Hundefell herauszieht oder von der Kleidung löst. In diesem Fall führte das direkte Abschauen von der Natur zu einer genialen bionischen Lösung für die Technik. Der Klettverschluss besteht aus einem Hakenband, das wie die Klettfrucht eine große Zahl von elastischen Häkchen besitzt. Das Flauchband entspricht dem Tierfell und besteht aus vielen feinen geschlossenen Schlingen, die sich in den Häkchen verfangen können. Inzwischen gibt es viele Weiterentwicklungen, wie das Pilzkopfband und das Veloursband, die noch stärkere Haftkräfte entwickeln.

4. Vorbild aus der Natur

Die Große Klette, die das Vorbild für die Erfindung des Klettverschlusses lieferte, ist in Eurasien heimisch. Sie wird bis zu 1,50 Meter hoch und entwickelt stachelig-runde Früchte. Durch das Ankleben an Fremdkörper wird der Samen perfekt verbreitet. Die Klette gilt seit dem Mittelalter als Volksarzneipflanze, ihre Inhaltsstoffe haben antioxidative Wirkungen. Die Wurzeln und junge Blätter können als Gemüse gegessen werden.



>>Zahlen-Element<<

1951

in diesem Jahr meldete Georges de Mestral den Klettverschluss zum Patent an

Bis zu 35 t

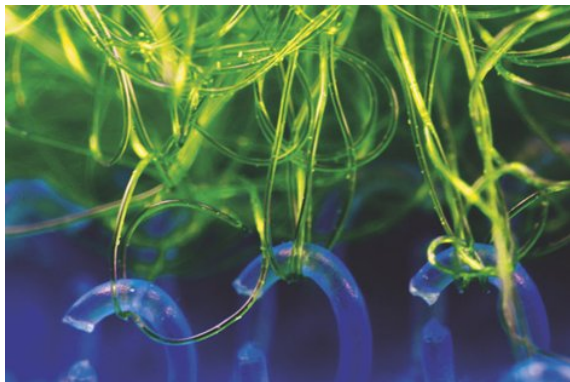
pro Quadratmeter kann ein Klettverschluss aus Metall halten – und das selbst bei 800 Grad Celsius (<http://www.biokon.de/news-uebersicht/temperaturbestaendige-klettverschluesse-aus-stahl/>).

>>Kasten-Element<<

PROFILE

Der Ingenieur Georges de Mestral (1907 bis 1990) gilt als Pionier der Bionik. Schon als Kind interessierte er sich für Technik und ließ sich im Alter von zwölf Jahren ein mit Stoff bespanntes Modellflugzeug patentieren. Weltberühmt wurde er mit der Erfindung des Klettverschlusses. Er gründete die Firma Velcro Industries, die 1959 den ersten Klettverschluss auf den Markt brachte. Noch heute ist die Firma einer der Weltmarktführer, beschäftigt auf vier Kontinenten über 3.000 Mitarbeiter und setzt über 250 Millionen Dollar jährlich um.

>>Bild<<



Der Klettverschluss - ein Bionik-Produkt, das jeder kennt.

Quelle: BIOKON



Bionik – Best Practices aus der Natur

Besser fliegen: Flugzeugflügel vom Steinadler abgeschaut

1. Bionik-Innovation

Tragflügel mit neuartigen Multiwinglets am Ende könnten die Luftfahrt in eine neue, treibstoffsparende Ära führen. Vorbild für die Entwicklung dieser an ihrem Ende mehrfach aufgebogenen Tragflächen waren unter anderem Steinadler, die beim Flug ihre Handschwingen aufspreizen. Dies bringt im Vergleich zum konventionellen Flügel eine um elf Prozent verbesserte Gleitzahl. Bei einem flächendeckenden Einsatz an Verkehrsflugzeugen könnten so weltweit Millionen Tonnen Treibstoff gespart werden – und damit neben dem Ressourcenschutz auch zur Umweltschonung und zum Erhalt der lebenswichtigen Ozonschicht beitragen.

2. Technische Anwendung

Ein Forscherteam vom Fachgebiet Bionik und Evolutionstechnik der TU Berlin um Professor Ingo Rechenberg beschäftigte sich mit dem Problem der Verminderung des sogenannten induzierten Strömungswiderstandes nach dem Vorbild der Natur. Dazu wurde in Windkanalexperimenten ein idealer Tragflügel mit Multiwinglets entwickelt. Er könnte in der Zukunft neue Maßstäbe in Bezug auf Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz und damit auch Nachhaltigkeit setzen. Die Anwendung ist bei allen Flugzeugen denkbar – an Segelflugzeugen wurden bereits erste Prototypen getestet. An Verkehrsflugzeugen werden schon heute einfache Winglets eingesetzt, durch mehrfach aufgebogenen Multiwinglets könnte der Spareffekt noch vergrößert werden.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Landvögel wie der Steinadler spreizen im Gleitflug ihre Handschwingen auf. Durch diesen Trick entstehen kleinere Wirbel als sie bei einem durchgängigen Flügel entstehen würden. Damit reduziert sich der induzierte Strömungswiderstand, da dieser vom Quadrat des Wirbeldurchmessers abhängt. So nimmt der Luftwiderstand ab, der Vogel spart Energie. Technisch betrachtet sind die Handschwingen am Flügelende widerstandsgünstige Mehrdecker, die über Millionen von Jahren perfektioniert wurden. Die TU Berlin führte im Windkanal Experimente mit einem Tragflügel durch, bei dem sich die Winglets einzeln einstellen ließen. Über die der Natur nachempfundene „Evolutionstrategie“, mit der über Computersimulationen Verbesserungen und Optimierungen rechnerisch nachvollzogen werden, wurde schließlich der perfekte Flügel mit Multiwinglets entwickelt.

4. Vorbild aus der Natur

Seevögel wie der Albatros können auch deshalb Tausende Kilometer fliegen, weil sie durch langgestreckte Flügel und schmale Flügelenden einen niedrigen induzierten Strömungswiderstand haben und damit Energie sparen. Der Steinadler, der an Felsen oder in Höhlungen nistet, kann keine langgestreckten Flügel haben. Er reduziert seinen Randwiderstand durch die aufgestellten



Handschwinger. So kann er auf der Suche nach Beute lange in der Luft kreisen, ohne häufig mit den Flügeln zu schlagen und Energie verbrauchen zu müssen. Steinadler haben bei einer Flügelspannweite von etwa zwei Metern elf Handschwinger.

>>Kasten-Element<<

Am 16. August 1894 hob Otto Lilienthal mit seinem „Flug-Zeug“ ab: Sein Schlagflügelapparat hatte bereits aufgespreizte Flügelenden. Bis zum Multiwinglet war es ein weiter Weg, doch ein erster Schritt in die bionische Richtung war unbeabsichtigt vom Flugpionier bereits gemacht.

>>Bild>>





Bionik – Best Practices aus der Natur

Kleben neu erfunden – das Gecko-Tape®

1. Bionik-Innovation

Sie haftet auf glatten, unebenen, rutschigen, feuchten Oberflächen, sogar auf Menschenhaut: Klebefolie nach dem Gecko-Prinzip setzt mit einzigartigen Eigenschaften neue Maßstäbe. Da die Haftkraft ausschließlich auf Mikrostrukturen und elektrischen Ladungen beruht, kann das Klebematerial spurlos entfernt und wiederverwendet werden. Dadurch eröffnen sich auch in Bezug auf Materialeinsparung und Umwelt- und Ressourcenschonung ganz neue Horizonte.

2. Technische Anwendung

Ein Forscherteam der Christian-Albrechts-Universität Kiel entwickelte die Hightech-Folie in Zusammenarbeit mit der auf Befestigungstechniken spezialisierten Firma Gottlieb Binder nach dem Vorbild der Haftmechanismen von Gecko- und Käferfüßen. „Es funktioniert auf allen ebenen und glatten Oberflächen wie Glas, lackiertem Metall, Marmor, Keramik und Kunststoff. Die Zahl der Einsatzmöglichkeiten ist riesig“, sagt Projektchef Professor Dr. Stanislav Gorb von der Universität Kiel. Neben Haushalt und Industrie – vom Greifer von CD-Spielern bis zur Halterung von Linsen in Fotoapparaten – stehen dabei auch besonders medizinische Anwendungen auf der Einsatzagenda. Schließlich haftet das Material selbst auf Menschenhaut. Kletterroboter oder die Verwendung im Weltraum müssen keine Science Fiction sein – das Gecko-Tape®haftet auch im Vakuum.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Milliarden von Nanohärchen am Gecko-Fuß sind das Geheimnis der außergewöhnlichen Haftkraft. Wie stark diese ist, beweist ein Vergleich: Eine mit den Nanohärchen bestückte Briefmarke könnte einen Ziegelstein halten. Physikalisch beruht die Haftwirkung auf der zwischenmolekularen van der Waals-Kraft – die elektrostatische Interaktion bewirkt eine intermolekulare Anziehung ähnlich der eines Magneten. Dazu kommt noch die Kapillarkraft. Das Kieler Forschungsteam kam der Funktionsweise durch mikroskopische Untersuchungen und weitere Versuche auf die Spur. Und entwickelte nach dem Gecko-Vorbild eine Silikon-Folie, die in der Wissenschaft genauso wie in der Industrie für Aufsehen sorgt.

4. Vorbild aus der Natur

Geckos gehören zur Familie der Schuppenkriechtiere. Sie bevölkern wegen ihrer hervorragenden Anpassungsfähigkeit seit etwa 50 Millionen Jahren die Erde und haben verschiedenste Lebensräume erobert. Die beeindruckendste Fähigkeit einiger Gecko-Arten: Trotz eines Gewichts von 50 bis 100 Gramm können sie problemlos glatte Wände hochlaufen und selbst an der Decke „kleben“. Damit haben sie klare Vorteile gegenüber Nahrungskonkurrenten – sowohl was die Nahrungssuche wie auch die Fluchtmöglichkeiten betrifft.



>>Zahlen-Element<<

29.000: Zahl der mikroskopisch kleinen Elemente pro cm² auf Gecko-Tape®
0,34 Millimeter – Dicke der Gecko-Tape® Silikonfolie

>>Kasten-Element<<

BIOKON-Profile

Prof. Dr. Stanislav Gorb wurde in der Ukraine geboren und machte in Westeuropa Karriere. Im Zentrum seines wissenschaftlichen Interesses standen schon immer Insekten und die Bionik. 1995 erhielt er mit seiner Projektidee, die Funktionsweise eines Käfer-Flügelgelenks zu untersuchen, ein zweijähriges Stipendium der Max-Planck-Gesellschaft. „Heute ist Bionik in aller Munde. Aber damals hat dieses Thema fast niemanden interessiert“, sagt der Wissenschaftler, der inzwischen Professor für Zoologie an der Christian-Albrechts-Universität Kiel ist, im Rückblick. Während seiner wissenschaftlichen Laufbahn hat er bereits zu einigen bemerkenswerten bionischen Produkten wie dem Gecko-Tape® beigetragen. Weitere Ideen liegen in der Schublade oder sind schon auf den Weg gebracht.

>>Bild<<



An 20 x 20 Zentimetern Hightech-Folie hängt Wissenschaftsjournalist Dr. Mark Miodownik, während er für den englischen Fernsehsender BBC die Kieler Bionik-Forschung am eigenen Leib testet.

(c) CAU, Foto: Claudia Eulitz



Bionik – Best Practices aus der Natur

Perfekt vernebelt: μ Mist®-Technologie revolutioniert nicht nur die Einspritztechnik

1. Bionik-Innovation

Der Bombardierkäfer bot britischen Bionik-Forschern Novid Beheshti und Andy McIntosh von der Universität Leeds die Inspiration für die Entwicklung einer neuartigen Verneblungstechnik, die das Potenzial hat, einen herausragenden Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Die μ Mist®-Technologie könnte zum Beispiel den Einsatz von klimaschädigenden Fluor-Chlorkohlenwasserstoffen (FCKW) und anderen Treibgasen weitgehend überflüssig machen sowie die Einspritztechnik in der Automobil- und Flugzeugindustrie revolutionieren. Neben der Verringerung des Ausstoßes von Kohlendioxid und anderen Schadstoffen könnten auch Materialien und Kosten beim Bau der Einspritzvorrichtungen gespart werden.

2. Technische Anwendung

Die μ Mist®-Technologie sorgt dafür, dass der Treibstoff in Verbrennungsmotoren in kleineren Tropfen versprüht und mit geringerem Druck gearbeitet werden kann. Das birgt riesiges Potenzial in Sachen Ressourcenschonung und Kosteneffizienz. Die Innovation könnte aber auch zur Grundlage für die nächste Generation von Dampfträgersystemen werden. Ob in Verneblern/Sprays, Feuerlöschern, nadelfreien Injektionen für Impfungen oder Inhalatoren für Asthmapatienten – die Anwendungen sind vielfältig und könnten in alle von FCKW und anderen Treibgasen abhängigen Industrien durchschlagen. Vor allem in der Medizin bietet die feine Verneblung von Medikamenten für Patienten mit Atemwegserkrankungen ohne Einsatz von Chemikalien riesige Vorteile.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Der Bombardierkäfer hat einen speziellen Sprühmechanismus, mit dem er sich mit einer Mischung aus Dampf und Giftstoffen gegen Angreifer verteidigt. Bei Zeitlupen-Untersuchungen der Forscher wurde die geniale Wirkungsweise entschlüsselt: Der Käfer stößt die Flüssigkeit durch eine schnelle Serie von Schüben mit wachsendem Druck aus. Es folgt ein Ausstoß, durch den der Druck abfällt, wodurch wiederum mehr Flüssigkeit aufgrund des Unterdrucks einströmen kann und der Druck wieder aufgebaut wird. Bionik-Forscher und Techniker entwickelten nach diesem Vorbild ein Verfahren, mit dem mittels der Kombination von Hitze und Flashverdampfung Flüssigkeiten aus kleinen Behältern bis zu vier Meter weit verspritzt werden können. Und das viel umweltfreundlicher als bisher: Treibgas ist damit nicht mehr nötig, die Chemikalie wird durch eine Erhitzungs- und Evaporationstechnik ersetzt. Das System gleicht einem Druckkochtopf mit Ventilen.

4. Vorbild aus der Natur

Der Bombardierkäfer gehört zur Gruppe der Laufkäfer und ist weltweit mit über 500 Arten vertreten. Er ist zwar nur höchstens zwei Zentimeter groß, aber extrem wehrhaft. Er kann seine Giftstoffe über 20 Zentimeter weit schießen und sich damit gegen Ameisen oder Frösche verteidigen. Das schafft er



unglaubliche 500 Mal pro Sekunde. Grundlage ist eine Art „Explosionskammer“ im Körper, bei der mittels einer chemischen Reaktion Wärme und hoher Druck entstehen. Dadurch schießt ein ätzendes, etwa 100 °C heißes Gasmisch mit einem Knall aus dem Hinterleib auf den Angreifer.

>>Zahlen-Element<<

15 Milliarden:

geschätzte Zahl der Treibgasbehälter, die weltweit jährlich verkauft werden. Sie sind das Potenzial für den Einsatz der μ Mist[®]-Technologie

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Swedish Biomimetics 3000 ist die internationale Plattform für die μ Mist[®]-Technologie in Schweden. Mehr Infos gibt es hier: www.swedishbiomimetics.com

>>Bild<<



Das Vorbild für die neuartige Verneblungstechnik: der Bombardierkäfer.

Bild: Swedish Biomimetics 3000



Bionik – Best Practices aus der Natur

Eine bionische Hörprothese: das Cochlea-Implantat

1. Bionik-Innovation

Das Cochlea Implantat (CI) wurde in den 1970er Jahren entwickelt und ist eine der ersten und wichtigsten Errungenschaften der Bionik-Forschung. Erstmals gelang es damals, einen menschlichen Sinn prothetisch zu ersetzen. Im Gegensatz zu Hörgeräten, die nur den eintreffenden Schall verstärken, übernimmt das CI den natürlichen Vorgang der Signalübertragung zwischen Haarsinneszelle und Hörnervenfaser. Damit ist es keine Hörhilfe, sondern eine Hörprothese für Gehörlose, deren Gehörnerv noch funktioniert. Diese ist von höchstem Nutzen, denn jeden Tag werden allein in Deutschland ein bis zwei gehörlose Kinder geboren. Dazu verlieren viele Menschen durch Unfälle und Krankheit ihren Hörsinn. Vielen dieser Menschen kann mit dem CI die Rückkehr in ein weitgehend normales Leben ermöglicht werden.

2. Technische Anwendung

Ein Cochlea-Implantat besteht aus externen und zu implantierenden Bauteilen. Die außenliegenden Komponenten wie Mikrofon, Soundprozessor, Batterie und Sendespule werden meist hinter dem Ohr getragen. Bei einer Operation implantiert werden Empfängerspule und Elektroden. All dies dient dazu, den natürlichen Hörvorgang technisch zu simulieren. Das Mikrofon fängt die Schallwellen aus der Umgebung auf. Der Soundprozessor wandelt diese elektronisch um und codiert sie. Die Sendespule sendet diese dann an die implantierte Empfängerspule, die wiederum über Elektroden direkt den Hörnerv anregt. Ab dann geht alles seinen natürlichen Weg. Für jeden CI-Benutzer wird der Soundprozessor mit einem speziellen Computerprogramm individuell angepasst.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Mit dem Cochlea-Implantat wird der natürliche Hörvorgang nachgebildet. Bei Menschen mit normalem Hörvermögen steht dabei die Hörschnecke (Cochlea) im Zentrum. Die Haarsinneszellen im Inneren der Cochlea wandeln mechanische Schwingungen in Nervenimpulse um, die an das Gehirn weitergeleitet werden. Jede Haarsinneszelle ist auf eine spezielle Tonfrequenz spezialisiert, die sie an die Hörnervenfasern weitergibt. Die Elektroden im Cochlea-Implantat bilden diesen Vorgang nach: Sie erregen den Hörnerv. Die besondere Herausforderung besteht darin, die Hörnervenfasern punktgenau wie beim natürlichen Hörvorgang zu reizen.

4. Vorbild aus der Natur

Das Innenohr ist ein wahres Multitalent und gehört zu den wichtigsten Sinnesorganen des Menschen. Neben dem Hör- ist es auch für den Gleichgewichtssinn zuständig. Über Jahrmillionen wurde die Funktion des Innenohrs perfektioniert. Das Ohr funktioniert als Trichter und leitet die Schallwellen ans Trommelfell weiter. Dort sitzen die Gehörknöchelchen – Hammer, Amboss und Steigbügel – die



den Reiz weiterleiten. Haarzellen wandern den mechanischen Reiz dann in einen elektrischen um, der im Gehirn verarbeitet wird.

>>Zahlen-Element<<

Mehr als 300.000 Menschen

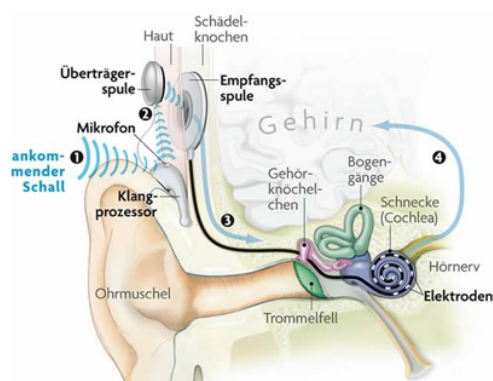
tragen weltweit das Cochlea-Implantat, davon über 30.000 allein in Deutschland

>>Kasten-Element<<

Das bionische Ohr

Das Cochlea-Implantat, das in das Innere des Ohres eingesetzt wird und akustische Signale in Nervenimpulse umsetzt und an das Gehirn weitersendet, gibt tauben Patienten mit genetisch bedingter Taubheit in 45 bis 50 Prozent der Fälle ihr Gehör zurück. Bei Fällen von post-infektiöser Taubheit, Hörverlust ausgelöst durch Medikamententoxikation oder Problemen während der Schwangerschaft – beispielsweise viralen Erkrankungen der Mutter im ersten Schwangerschaftsdrittel – hilft das Implantat bei 25 bis 30 Prozent der Betroffenen. „Das Cochlea-Implantat ist bei allen Patienten wirksam, bei denen die Taubheit auf Probleme im Innenohr zurückzuführen ist und jene Zellen geschädigt sind, die dafür zuständig sind die Geräusche in elektrische Signale umzusetzen und durch den Hörnerv an das Gehirn weiterzuleiten“, erklärt Studienleiter Gaetano Paludetti von der Università Cattolica di Roma.

>>Bild<<





Bionik – Best Practices aus der Natur

Winziges Strahlentierchen als Vorbild für riesige Offshore-Windkraftanlagen

1. Bionik-Innovation

In der Zukunft sollen bis zu 15 Prozent des Energiebedarfs in Deutschland durch Offshore-Windparks abgedeckt werden. Die in einer Studie des Bundesumweltministeriums genannte Zahl bedeutet, dass bis Ende 2030 bis zu 5.000 Windkraftanlagen und damit auch die dafür nötigen Gründungsstrukturen installiert werden müssen. Zur Optimierung der riesigen, in den Meeresboden verankerten Elemente bedienten sich Forscher des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung AWI in der Helmholtz-Gemeinschaft in Bremerhaven sowie Ingenieure der WeserWind GmbH eines Vorbilds aus der Natur. Nur etwa 100 Mikrometer groß ist das zum Plankton gehörende Strahlentierchen, nach dessen Vorbild sich das Gewicht der Stahlkonstruktionen der Windkraftwerke um etwa 37 Prozent reduzieren lässt.

2. Technische Anwendung

Die Fundamente der Offshore-Windkraftanlagen sind 30 bis 40 Meter hohe dreibeinige Tripods, die im Meeresboden verankert werden. Sie wiegen 800 Tonnen. Vergleiche mit Plankton-Skeletten führten nun zu einer technischen Konstruktion, die über ein Drittel des Gewichts spart. So können die Gesamtkosten für Bau, Transport und Aufbau wesentlich gesenkt werden. Probleme wie Wind, Seegang oder Schiffshavarien wurden berücksichtigt, die Struktur ist reparabel. Das für die Entwicklung der Gründungsstrukturen genutzte „Evolutionary Light Structure Engineering“-Verfahren (ELiSE) soll den strukturellen Leichtbau auch in anderen Anwendungsbereichen der Industrie in ein neues Zeitalter führen.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Die Forscher des AWI verfügen über einen Fundus von über 100.000 Präparaten von Kieselalgen und Radiolarien. Diese Organismen 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 verbleiben und sich gleichzeitig gegen die dort lebenden, natürlichen Feinde schützen zu können. Für die Offshore-Gründungsstruktur untersuchten die Wissenschaftler Hunderte Strahlentierchen und analysierten, welche der geometrischen Formen die Last von Windkraftanlagen tragen könnten. Im zweiten Schritt wurde eine Form ausgewählt, im dritten erfolgte das Abstrahieren für die technische Umsetzung, im vierten Schritt deren Optimierung und zuletzt die fertigungstechnische Aufbereitung.

4. Vorbild aus der Natur

Strahlentierchen oder Radiolarien gehören zur Gruppe der einzelligen Lebewesen und verfügen über ein Skelett aus Siliciumdioxid. Sie sind winzig klein und sind seit über 500 Millionen Jahren auf der Erde vertreten. Radiolarien leben im Meer und gehören zum Plankton. Es gibt sie in den



unterschiedlichsten, teils phantastischen Formen, die auch Kugeln oder Schneekristallen ähneln können.

>>Zahlen-Element<<

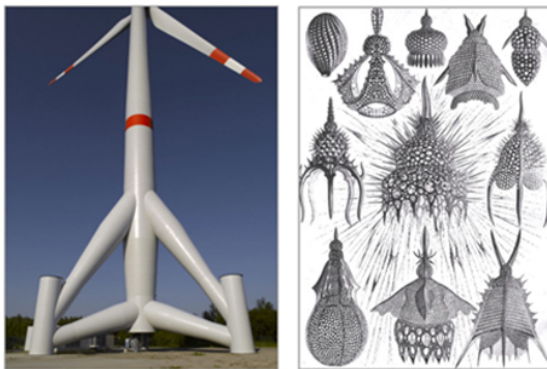
100 Mikrometer:

Größe des Strahlentierchens, das als Vorbild für die Gründungsstruktur einer Offshore-Windkraftanlage Pate stand.

40 Meter

beträgt die Höhe der Gründungsstruktur von Windkraftanlagen im Meer.

>>Bild<<



- (a) Gründungsstruktur einer Windkraftanlage im Meer, WeserWind;
- (b) Radiolarien, Ernst Haeckel



Bionik – Best Practices aus der Natur

Greifen mit dem Fischflossen-Effekt

1. Bionik-Innovation

Adaptive Greifer mit dem Fin Ray Effect® setzen neue Maßstäbe. Sie passen sich der Kontur des zu greifenden Teils an – und können deshalb multifunktional eingesetzt werden. Dadurch wird sicheres und zerstörungsfreies Greifen selbst von leicht zerbrechlichen oder unregelmäßig geformten Werkstücken möglich. Zugleich sorgt das gegenüber vergleichbaren Seriengreifern um 80 Prozent niedrigere Gewicht für Materialersparnis und Ressourcenschonung.

2. Technische Anwendung

Der von der Festo AG entwickelte bionische Greifer DHDG bietet herausragende Einsatzmöglichkeiten zum Beispiel in einer Sortier- und Umsetzanlage von zerbrechlichen Schokoladeneiern. „Die flexible Struktur des adaptiven Greifers macht es sogar möglich, die Überraschungseier zu greifen, wenn sie geneigt oder nicht richtig positioniert sind“, sagt Ingenieur Federico Nardone vom italienischen Systemintegrator FluidoDinamica. Der adaptive Greifer ist deswegen für die Lebensmittelindustrie genauso geeignet wie beispielsweise für Sortierarbeiten von unregelmäßigen und empfindlichen Produkten wie Eier, Blumenzwiebeln oder Früchten. Auch im Maschinenbau oder bei Hilfs- und Unterstützungsarbeiten im Gesundheitswesen kann der bionische Greifer neue Horizonte in der Anwendung erschließen.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Fischflossen verhalten sich unter seitlicher Druckeinwirkung unerwartet. Drückt man zum Beispiel mit dem Finger leicht gegen die Schwanzflosse einer Forelle, so knickt diese nicht in Druckrichtung weg, sondern die Flosse bewegt sich entgegen der Druckrichtung zum Finger hin. Diesen Effekt bezeichnet man als Fin Ray Effect®. Entdeckt wurde er vom Berliner Bioniker Leif Kniese im Jahr 1997 im Angelurlaub. Gemeinsam mit seinem Kollegen Dr. Rudolf Bannasch entschlüsselte er die Wirkungsweise im Labor und meldete sie zum Patent an. Der Effekt beruht auf der Struktur der einzelnen Flossenstrahlen und wird in der Technik inzwischen vielfältig verwendet. Setzt man technische Flossenstrahlen zusammen, entsteht eine adaptive Zange. Der adaptive Greifer DHDG besteht aus einem pneumatischen Antrieb sowie drei Greiffingern mit dem Fin Ray Effect®.

4. Vorbild aus der Natur

Die Schwanzflossen der Knochenfische wurden im Lauf der Evolution auf seitliche Druckeinwirkung optimiert. Durch den Aufbau der Flossenstrahlen aus zwei Längsstrahlen und dazwischenliegendem Bindegewebe kann die Flosse eine kellenförmige Gestalt annehmen. In dieser „Kelle“ kann ein Wasservolumen eingeschlossen und nach hinten beschleunigt werden. Dadurch bewegt sich der Fisch hocheffizient nach vorne.



>>Zahlen-Element<<

0,1 mm

dünne Schichten aus Polyamidpulver werden für den FinGripper im Selective Laser Sintering Verfahren nacheinander aufgetragen und zu einem festen Bauteil ausgehärtet.

Diese Bauweise ermöglicht die Reduktion des Gewichts an der Werkzeugaufnahme um 90% gegenüber einem herkömmlichen Greifer aus Metall.

>>Bild<<



Der adaptive bionische Greifer besteht aus einem pneumatischen Antrieb in einem robusten Grundkörper sowie drei Greiffingern. Diese sind mit dem Fin Ray Effect® (EvoLogics GmbH) ausgestattet und ermöglichen ein sicheres und zerstörungsfreies Greifen.

Bild: Festo AG & Co. KG



Bionik – Best Practices aus der Natur

Unterwassermodems: Datenübertragung nach Delfin-Art

1. Bionik-Innovation

„Es ist kurios, dass wir solch hoch entwickelte Technologien haben, aber unter Wasser buchstäblich Funkstille herrscht.“ Mit dieser Feststellung wollte sich der Biologe und Unternehmer Dr. Rudolf Bannasch nicht zufriedengeben – und entwickelte in seiner Firma EvoLogics GmbH ein Unterwassermodem nach Delfin-Vorbild. Damit können unter Wasser bei einer Reichweite von zwei Kilometern etwa 2.560 Byte pro Sekunde übertragen werden. Das ist knapp ein Drittel so viel wie bei einer ISDN-Leitung. Bisher müssen zum Beispiel U-Boote mehr Hundert Meter lange Drähte als Antennen hinter sich herziehen, um einfache Nachrichten empfangen zu können. Gesendet werden kann damit nicht.

2. Technische Anwendung

Rudolf Bannasch beobachtete die Kommunikation der Delfine – und entschlüsselte die Wirkungsweise ihres „Gesangs“. Physikalisch ist die Kommunikation unter Wasser so anspruchsvoll, weil die Echos von Schallwellen das ursprünglich ausgesendete Signal überlagern und unverständlich machen. Doch das neue Unterwassermodem nach Delfin-Vorbild ermöglicht nun eine zuverlässige Signalübertragung. Die denkbaren Anwendungen der neuen Technologie sind breit gefächert – und das nicht nur in U-Booten. Messsonden, Unterwasser-Roboter und vielfältige andere Gerätschaften der Meeresforschung, Umweltüberwachung und Off-Shore-Industrie (z.B. Ölförderindustrie und Windparks) könnten auch bei starkem Rauschen zuverlässig gesteuert und ganze Unterwasser-Datennetzwerke aufgebaut werden. Im deutschen Tsunami-Frühwarnsystem sorgen solche Spezialmodems für die Datenverbindung zwischen Bodenstation (bis 6.000 Meter Tiefe) und der Satellitenboje an der Oberfläche. Das System wird derzeit im Indischen Ozean erprobt.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Bei einem Besuch am Schwarzen Meer beobachtete Bannasch, dass Delfine ihre Bewegungen selbst in einem Becken mit zahllosen Echos perfekt koordinieren können. Er entschlüsselte das Geheimnis ihrer ausgefeilten Signaltechnik. „Konstante Töne gibt es bei den Delfinen nicht - sie tirilieren, pfeifen und zwitschern. Das ist der wichtigste Unterschied.“ Durch die ständige Änderung der Sprachfrequenz verhindern die Delfine, dass sich Signal und Echo stören. Andere Delfine können diese Signale trennen und entschlüsseln. Die von den Tieren erzeugten Laute haben Obertöne, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches des Grundtons ist. So etwas gibt es auch bei digital modulierten Signalen, wodurch größere Datenmengen übertragen werden können.

4. Vorbild aus der Natur

Delfine gehören zur Gruppe der Wale und gelten als die lernfähigsten und intelligentesten Tiere. Deshalb faszinieren sie die Menschen schon seit Jahrtausenden und wurden sogar lange als heilig



verehrt. Die Meeressäuger sind sehr soziale Tiere, die teilweise in größeren Gruppen zusammenleben. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Kommunikation, die neben verschiedensten Lauten auch über direkten Körperkontakt funktioniert. Wegen ihrer Verspieltheit und Empathie werden Delfine therapeutisch bei der Heilung von kranken Menschen eingesetzt. Ihre außergewöhnliche Lernfähigkeit nutzen aber auch Militärs in den USA und Russland, um Seeminen an feindlichen Schiffen anzubringen oder Minen zu entschärfen.

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Dr. Rudolf Bannasch, Polarbiologe und Bioniker, beschäftigt sich seit über 30 Jahren mit genialen Erfindungen der Natur. Eines sehr Spezialgebiete, die strömungsgünstige Körperform von Pinguinen, zählt mittlerweile zu den Klassikern der Bionik. Sie war für ihn Vorbild für den Bau von Unterwasserfahrzeugen. In seiner eigens gegründeten Firma EvoLogics GmbH arbeitet Bannasch an der Realisierung von weiteren bionisch inspirierten technischen Anwendungen.

>>Bild<<



Bionisches Modem: drahtlos kommunizieren unter Wasser.

Bild: EvoLogics GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Ein Reifen nach dem Katzenpfoten-Prinzip

1. Bionik-Innovation

Optimiert für das Fahren wie das Bremsen – so einen Autoreifen wünscht sich jeder. Bei der Suche nach dem perfekten Pneu nutzten die Ingenieure die Natur als Ideenreservoir. Die Pfoten des Geparden sind adaptiv. Das bedeutet, dass sie sich den jeweiligen Bedingungen anpassen. Nach diesem Vorbild entstand der erste bionische Reifen. Er ist nicht nur langlebig, geräuscharm und treibstoffsparend – sondern hilft durch den verkürzten Bremsweg auch aktiv bei der Vermeidung von Unfällen.

2. Technische Anwendung

Biologische Forschungen bildeten die Grundlage für die Arbeit der Reifeningenieur, die so den ContiPremiumContact entwickelten. Sie nutzten dabei die sogenannte Evolutionsstrategie mittels rechnerischer Computersimulationen, um die optimale Gummimischung und den bestmöglichen Aufbau des Reifens herauszufinden. Dieser entspricht jetzt dem Katzenpfoten-Vorbild: Bei normaler Fahrt ist er so breit wie ein normaler Sommerreifen, trägt somit zu einem niedrigen Spritverbrauch und einem perfekten Fahrverhalten bei Nässe bei. Bremsst das Auto, wird durch den so erzeugten höheren Druck der bionische Reifen stärker als ein konventioneller verbreitert und damit die Kontaktfläche zwischen Reifen und Straße vergrößert. Neben einem optimierten Kurvenverhalten wird so auch der Bremsweg um bis zu zehn Prozent verkürzt. Der „Katzenpfoten-Reifen“ ist schon seit 2000 ein Verkaufsschlager.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Gepardenpfoten passen sich perfekt den jeweiligen Erfordernissen an. Beim Geradeauslaufen sind die Tatzen der Großkatze schmal, sie haben deshalb einen geringen Widerstand. Beim Kurvenlaufen oder Abbremsen spreizen sich die Tatzen, werden breiter und übertragen deshalb mehr Kraft auf den Boden. Obwohl es in der Natur keine Räder gibt – es wird gelaufen, gekrochen, geschwommen oder geflogen – diente diese außergewöhnliche Fähigkeit der Raubkatzen-Pfote als Vorbild für die Entwicklung eines Reifens.

4. Vorbild aus der Natur

Der Gepard ist ein hochspezialisiertes Raubtier und gilt als das schnellste Landtier der Welt. Die in der Afrikanischen Savanne beheimateten, gepunkteten Tiere sind wahre Athleten: Trotz einer Körperlänge von 150 Zentimetern plus 70 Zentimeter Schwanz wiegen sie nur etwa 60 Kilogramm. Der Gepard schleicht sich bis auf 50 bis 100 Meter an seine Beute heran, um sie dann nach einem kurzen Sprint zu packen. Die dabei erreichte außergewöhnliche Geschwindigkeit zeichnet die Raubkatze aus. Durch ihre optimierten Pfoten kann sie blitzartig antreten, schnelle Richtungswechsel



der Beute mitmachen und perfekt bremsen. So erzielt sie bei Jagden Erfolgsquoten von 50 bis 70 Prozent, die höchste bei einzeln jagenden Raubtieren.

>>Zahlen-Element<<

Über 100 km/h: Höchstgeschwindigkeit des Geparden bei der Jagd

240 km/h: Zugelassene Höchstgeschwindigkeit des ContiPremiumContact5

>>Bild<<



Der „Katzenpfoten-Reifen“ - ContiPremiumContact.

Bild: www.continental.com



Bionik – Best Practices aus der Natur

Spinnenseide: Stärker als Stahl und elastischer als Nylon

1. Bionik-Innovation

Spinnenseide weist eine einmalige Kombination aus extremer Festigkeit und hoher Dehnbarkeit auf. Jetzt ist es Forschern der Technischen Universität München (TUM) und ihre Ausgründung AMSilk gelungen, das Naturprodukt synthetisch herzustellen und unter dem Namen Biosteel® marktreif zu produzieren. Dadurch ergeben sich bahnbrechende Möglichkeiten für verschiedenste Bereiche der Industrie: Das neue Produkt ist 25 mal belastbarer als ein vergleichbarer Stahldraht und schlägt Nylon bei der Dehnbarkeit um Längen.

2. Technische Anwendung

Die synthetisch hergestellte Spinnenseide Biosteel® hat neben ihren einzigartigen Materialeigenschaften weitere Vorteile: Sie ist hautfreundlich, glänzt wie Seide, kann Wasser aufnehmen und ist reinweiß. Sie lässt sich genauso wie ihr natürliches Pendant verarbeiten und kann gefärbt werden. Anwendungsbereiche für das bionische Hightech-Material sind Hochleistungstextilien, Sportartikel oder Gewebeträgertextilien. Es ist aber auch für die Medizintechnik – vom chirurgischen Nahtmaterial über Wundauflagen bis hin zu Umhüllungen für Implantate – geeignet. Selbst im Militärbereich könnte sie in Minenschutz-Kleidung zum Einsatz kommen. Visionäre an der TU München denken sogar über eine Art Liftseil aus künstlicher Spinnenseide von der Erde zu Raumstationen im Weltall nach.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Der Biochemiker Professor Thomas Scheibel von der Universität Bayreuth hatte die Idee, die chemischen und mechanischen Prozesse bei der Erzeugung von Seidenfäden zu erforschen. Im Jahr 2008 gelang es mit Arbeitsgruppen von TUM-Professor Andreas Bausch und Horst Kessler erstmals, einen künstlichen Spinnkanal zu bauen. Zwei Jahre später entschlüsselten die Wissenschaftler die molekularen Grundlagen der Fadenproduktion und fanden 2011 die Gründe für die enorme Festigkeit des Spinnenseidenfadens heraus. Danach gelang es dem Forscher- und Technikerteam, das Material synthetisch herzustellen. Da ein einzelner Spinnenseidenfaden extrem dünn und leicht ist, müssen Hunderte Fäden zusammengesponnen werden, um eine verwertbare Faser zu erzeugen.

4. Vorbild aus der Natur

Über Jahrtausende haben Webspinnen ihre ganz spezielle Art des Beutefangs perfektioniert. Ihr Spinnennetz ist viermal belastbarer als ein Stahlfaden der gleichen Dimension und kann um das Dreifache gedehnt werden, ohne zu reißen. So kann das Netz der Wucht eines aufprallenden Beuteinsekts widerstehen. Die Spinnenseide ist leicht und wasserfest, kann aber dennoch so viel Wasser wie Wolle aufnehmen. Die Gartenkreuzspinne kann zum Beispiel sieben verschiedenen Fadenarten weben, die unterschiedlichen Funktionen dienen.



>>Zahlen-Element<<

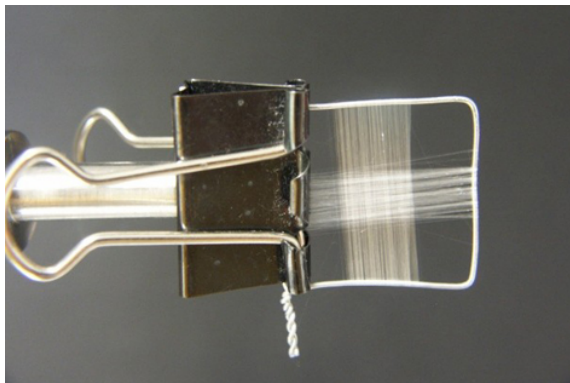
0,5 kg: Gewicht des Fadens einer Gartenkreuzspinne, der um die ganze Erde reicht.

>>Kasten-Element<<

Fortschritte

1884 wurde die Kunstseide erfunden. Seither hat die chemische Industrie immer neue Fasern auf den Markt gebracht. Vom Nylon in den 1930er-Jahren über Gewebe aus Acryl, PET und Aramiden bis hin zu den heute entwickelten Mikrofasern und Spezialgeweben aus Kohlenstoff oder sogar Glas. Die Spinnenseide ist ein weiterer Meilenstein in der Textilentwicklung.

>>Bild<<



Gewickelte Spinnenseide auf einem Rahmen aus Zahnarzt draht.

Foto: Christina Allmeling



Bionik – Best Practices aus der Natur

Antifouling: Künstliche Haihaut soll Millionen Tonnen Treibstoff sparen helfen

1. Bionik-Innovation

Algen, Seepocken und Muscheln gehören zu den größten Problemen der Seeschifffahrt. Sie bewachsen Schiffsrümpfe – dieses Phänomen wird Fouling genannt – und sorgen somit über einen höheren Strömungswiderstand für eine rasante Erhöhung des Treibstoffverbrauchs. Ausgerechnet der Hai – einer der gefährlichsten Räuber der Erde – hilft als Vorbild nun bei der Rettung der Natur. Ein von Bionikern entwickelter giftfreier Antifouling-Anstrich nach dem Vorbild der Haihaut kann Millionen Tonnen Treibstoff sparen helfen. Damit würde man für eine riesige Emissions- und damit Kostenersparnis sorgen – und gleichzeitig die bisher als Antifouling-Anstrich eingesetzten umweltschädigenden TBT – und Kupferverbindungen unnötig machen.

2. Technische Anwendung

Bioniker der Universität Bremen unter Leitung von Professorin Antonia B. Kesel entschlüsselten den Bauplan der künstlichen Haihaut und entwickelten daraus einen Silikonanstrich. Er vermindert den unerwünschten Unterwasserbewuchs um bis zu 70 Prozent. Viele Sportbooteigner haben das neue Produkt bereits erfolgreich getestet, für den Einsatz in riesigen Frachtern wird das Produkt derzeit noch weiterentwickelt. Die „künstliche Haihaut“ kommt auch in anderen Bereichen zum Einsatz – hier vor allem wegen ihrer günstigen Strömungseigenschaften. Ein mit einer sogenannten Riblet-Folie ausgestattete Boot triumphierte 2010 beim berühmten America's-Cup der Segler. Auch bei Flugzeugen brachte der Testeinsatz der „Haihaut“ eine signifikante Treibstoffersparnis. Auch an Lacken mit Nanopartikeln, die der Haihaut ähneln, wird geforscht.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Die Haihaut ist rau und mit winzigen kleinen Zähnchen besetzt. Die spitzen Placoidschuppen der Haie verhindern die Anhaftung von Organismen. Sie sind beweglich gelagert und können sich gegen- und übereinander verschieben. So halten sich Haie Parasiten vom Leib. Zugleich haben Haie feine Rillen in den Schuppen, die nicht nur den Strömungswiderstand im Wasser vermindern sondern auch verhindern, dass sich Seepocken ankleben können. Aus dem Bauplan der Haihaut-Zähnchen wurde die künstliche Silikonhaut entwickelt.

4. Vorbild aus der Natur

Der Hai ist einer der gefürchtetsten Raubfische der Meere. Es gibt über 500 Arten, die teilweise extrem unterschiedlich sind. Die bis zu 14 Meter langen und 12 Tonnen schweren Walhaie ernähren sich beispielsweise nur von Plankton. Die Sinnesorgane sind hochentwickelt – die Augen sind zehnmal lichtempfindlicher als die der Menschen, Beute kann schon aus 75 Metern Entfernung gewittert werden. Der Makohai erreicht im Wasser Geschwindigkeiten von bis zu 70 Stundenkilometern – auch wegen ihrer durch die Evolution perfektionierten Haut.



>>Zahlen-Element<<

70 Prozent

Verminderung des Unterbewasserbewuchses durch künstliche Haihaut.

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Professor Antonia B. Kesel ist Gründerin und Leiterin des Bionik-Innovations-Centrums (B-I-C) der Hochschule Bremen. Das B-I-C koordiniert die Forschung im Grundlagen- und Anwendungsbereich. Weiterhin stützt und moderiert das Institut den Technologietransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft, nicht zuletzt im Rahmen der nationalen und internationalen Vernetzung unterschiedlichster Akteure. Dem B-I-C ist es gelungen, in einem relativ kurzen Zeitraum, sich als feste Größe in der deutschen Bionik-Landschaft zu etablieren.

Antonia Kesel ist Vorstandsvorsitzende der Gesellschaft für Technische Biologie und Bionik GTBB und selbstverständlich ist sie Mitglied im Bionik-Kompetenznetz BIOKON, dessen Vorstand sie seit 2006 angehört, seit 2013 als Vorstandsvorsitzende.

>>Bild<<



Haifischhaut Antifoulingbeschichtung.

Bild: Vosschemie GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Evolutionsstrategie: Nach dem Vorbild der Natur optimiert

1. Bionik-Innovation

Schon vor etwa 50 Jahren entwickelten die Professoren Ingo Rechenberg und Hans Paul Schwefel ein technisches Optimierungsverfahren nach dem Vorbild der biologischen Evolution. Die sogenannte Evolutionsstrategie überträgt die Grundmechanismen der biologischen Evolution auf technische Prozesse. Ziel ist das optimale Produkt. Dabei werden Lösungsvorschläge für ein Optimierungsproblem so lange auf der Basis von Zufallsprozessen analog der biologischen Mutation verändert und kombiniert, bis durch Selektion die optimale Lösung gefunden wird. Analog zur Natur, in der sich die am besten an die Umwelt angepassten Individuen im Ausleseprozess durchsetzen, können über die Evolutionsstrategie Produkte entwickelt werden, die zum Beispiel schneller oder kostengünstiger als ihre Mitkonkurrenten sind.

2. Technische Anwendung

Optimierte optische Linsen, Entwicklung widerstandsminimaler Strömungskörper nach Pinguin-Vorbild, die Mischung von Galvanik-Rezepturen bis hin zur Optimal-Planung des Gesundheitssystems eines Landes – die Evolutionsstrategie kann zur Entwicklung von Produkten in fast allen Lebensbereichen eingesetzt werden. Sie funktioniert auch bei der sogenannten unscharfen Optimierung: zum Beispiel bei der Erzeugung von Phantombildern bei der Polizei oder der subjektiven Komposition von Kaffeemischungen.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Wie beim biologischen Vorbild werden Lösungsvorschläge, die mittels Mutation und/oder Rekombination zur Generierung neuer Lösungsvorschläge verwendet werden, als Eltern-Individuen bezeichnet. Die daraus resultierenden Lösungsvorschläge nennt man Nachkommen-Individuen. So wie es in der Natur Individuen gibt, die mehr oder weniger gut an ihre Umwelt angepasst sind, gibt es auch im technischen Fall Individuen, die das Optimierungskriterium eher erfüllen als andere. Den starken Abstraktionsgrad der Evolutionsstrategie kann man daran erkennen, dass im Gegensatz zum Vorbild Natur, wo die Nachkommen meist zwei Eltern haben, hier die Nachkommen auch nur ein Elternteil oder viele Eltern haben können. Dabei ist die Evolutionsstrategie eine Optimierungsmethode, die sehr robust ist. Auch wenn nicht immer der beste Nachkomme ausgewählt wird, führt die Evolutionsstrategie auch bei fehlerhaften Bewertungen letztlich zu einer Optimallösung.

4. Vorbild aus der Natur

Tiere und Pflanzen haben sich in Milliarden von Jahren optimal an ihren jeweiligen Lebensraum angepasst. Möglich wird das durch das Prinzip der biologischen Evolution, durch die mittels Mutation und Rekombination die genetischen Informationen der Lebewesen ständig variiert und durch



anschließend Selektion die besten Baupläne beibehalten werden. Die Selektion ist dabei das eigentliche Steuerelement, da sie nach der durch Zufallsprozesse bestimmte Mutation und Rekombination die Richtung bestimmt, in die sich die jeweiligen Lebewesen entwickeln.

>>Zitat-Element<<

„Alles was gegen die Natur ist, hat auf die Dauer keinen Bestand.“
Charles Darwin

>>Glossar<<

Evolution

aus dem lat. evolvere: „ausrollen“, „entwickeln“, „ablaufen“

>>Bild<<

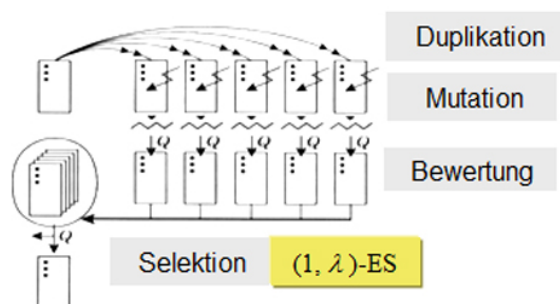


Bild: Rechenberg/TU Berlin



Bionik – Best Practices aus der Natur

Lotus-Effekt lässt Metallprodukte länger leben

1. Bionik-Innovation

Hier haften nicht einmal Honig oder Schneckenschleim: Antiadhäsive Beschichtungen mit dem einst von Professor Wilhelm Barthlott für die Technik nutzbar gemachten Lotus-Effekt erhöhen die Lebensdauer von Metalloberflächen. Durch die Entschlüsselung der Nano- und Mikrostruktur pflanzlicher und tierischer Vorbilder eröffnen sich ganz neue Möglichkeiten für die Industrie. Die innovativen Produkte weisen minimierte Kontaktflächen zu anderen Materialien auf und sind zudem mit wasserabweisenden Stoffen wie Fluorpolymeren oder Silikon bestückt.

2. Technische Anwendung

Ein Forscherteam des Instituts für Botanik der TU Dresden entschlüsselt in Verbindung mit weiteren Projektpartnern die Nano- und Mikrostrukturen pflanzlicher Vorbilder mit antiadhäsiven Oberflächen wie der Lotusblume. So werden dauerhaftere Beschichtungen mit antiadhäsiven und hydrophoben Eigenschaften zur Verlängerung der Lebensdauer von Materialien wie Edelstahl oder Aluminium entwickelt. Die technischen Anwendungen in der Industrie sind extrem vielfältig: Sie reichen von Korrosionsschutzschichten, über Antihaftbeschichtungen von Farbwannen oder Druckereiwalzen bis hin besser zu reinigenden Beschichtungen. Bei energieeffizienten Prozessen können antistatische Eigenschaften der neuen Materialien von großem Nutzen sein.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Natürliche Oberflächen erreichen durch ihre vielfältige Mikrostrukturierung in der Längenskala zwischen 10 nm und etwa 100 µm in vielfachen Kombinationen eine herausragende Erhöhung der Antihaft-Eigenschaften. Diese Strukturen werden technisch bei teuren Werkstoffen wie Edelmetallen oder Aluminium nachgebaut. Eine Mikrostrukturierung dieser Materialien durch Sandstrahlen oder Flammstrahlen mit anschließender Nanostrukturierung durch elektrochemische Behandlung sorgen für eine spezielle Oberflächenstruktur, an der nicht einmal hochviskose Flüssigkeiten haften. Als Beschichtung dienen Fluorpolymere oder ähnliche Materialien mit niedriger Oberflächenenergie und ausreichender chemischer sowie mechanischer Stabilität wie zum Beispiel Silikon.

4. Vorbild aus der Natur

Die Lotusblume verfügt über außergewöhnliche, antiadhäsive Eigenschaften. Erreicht werden diese durch eine Verbindung aus einer Nanostruktur und speziellem Wachs auf der Pflanzenoberfläche. So wird die Kontaktfläche zwischen Wasser und Oberfläche drastisch reduziert. Ein Wassertropfen hat auf der Lotusblume nur eine Auflagefläche von 0,6 Prozent – das ist ein Rekord im Reich der Natur. Das Wasser perlt ab und nimmt dabei noch den Schmutz und andere Stoffe mit. Die biologische Bedeutung des Lotuseffekts liegt im Schutz vor einer Besiedlung durch Mikroorganismen,



Krankheitserreger oder Keime oder vor Bewuchs mit Algen. Ähnliche Systeme gibt es auch bei anderen Pflanzen und Tieren.

>>Info-Element<<

Sauber!

Wegen ihrer Fähigkeit Schmutz abzuweisen gilt die Lotusblume in weiten Kreisen Asiens als Symbol der Reinheit, Treue, Schöpferkraft und Erleuchtung und wird als Symbol sowohl im Buddhismus wie Hinduismus aufgegriffen.

>>Kasten<<

BIOKON-PROFILE

Prof. Dr. Wilhelm Barthlott

ist einer der Pioniere der biologischen und technischen Grenzflächenforschung. Er studierte Biologie, Chemie und Physik an der Universität Heidelberg. Nach seiner Habilitation bekam er einen Ruf an die Freie Universität Berlin, die er nach drei Jahren wieder verließ, um von 1985 bis 2002 als Professor und Direktor am Botanischen Institut und des Botanischen Gartens der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn tätig zu sein. 2003 gründete er das Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Nach seiner Emeritierung leitet er weiter die Forschungsstelle „Biodiversität im Wandel“, ein Langzeitvorhaben der Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz und des Landes Nordrhein-Westfalen.

>>Bild<<



Bild: TU Dresden / Rhenotherm Kunststoffbeschichtungs GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Effizient und ressourcenschonend: die bionische Bauteiloptimierung

1. Bionik-Innovation

Ob Wabenstrukturen oder Verbundmaterialien – in der Natur ist der Leichtbau weit verbreitet. Über Jahrmillionen sind Tiere und Menschen durch die Evolution nach dem Prinzip höchstmögliche Stabilität bei möglichst geringem Gewicht perfektioniert worden. Die Bionik-Forschung hat daraus Prinzipien für die Optimierung von Bauteilen abgeleitet. Die Soft Kill Option (SKO) ist ein rechnergestütztes Optimierungsverfahren, bei der wenig belastete Bereiche eines Bauteils entfernt werden, um Gewicht zu sparen. Bei der Computer Aided Optimization (CAO) werden Spannungen in Bauteilen simuliert. Durch die Kombination von SKO und CAO entstehen optimal an Belastungen angepasste Bauteile – bei denen zugleich Material gespart und die Langlebigkeit erhöht wird.

2. Technische Anwendung

Die bionische Bauteiloptimierung bietet Chancen in unterschiedlichsten Bereichen. Erfolgreich angewendet wurde sie schon bei der Entwicklung orthopädischer Schrauben oder in Gießereien. Aber auch in der Architektur finden sich in Sachen Leichtbauweise zum Beispiel beim „Vogelnest“-Olympiastadion 2008 von Peking Anleihen aus der Natur. Intelligente Brücken können in Zeiten hohen Verkehrsaufkommens steifer sein als in Zeiten mit weniger Betrieb. Ein besonders spektakuläres Beispiel für die bionische Bauteiloptimierung ist das „Bionic Car“ von Daimler. Es wurde nach dem Vorbild des tropischen Koffersfisches unter dem Motto möglichst hohes Platzangebot mit möglichst geringem Strömungswiderstand gebaut. So wurde am Ende ein Cw-Wert von 0,19 erreicht – bei herkömmlichen Fahrzeugen liegt der bei 0,30. Zudem sank der Spritverbrauch dadurch um 20 Prozent, zum anderen wurde das Auto durch die SKO-Methode um 30 Prozent leichter als vergleichbare Autos gebaut.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Knochen von Menschen und Tieren passen sich Belastungen optimal an. Bei wenig Belastung – zum Beispiel bei Astronauten im Weltall – wird zum Zweck des Energiesparens Knochengewebe abgebaut. Nach diesem Prinzip wurde das SKO-Verfahren entwickelt. Je leichter ein Bauteil oder Fahrzeug ist, umso weniger Energie verbraucht es. Für das CAO-Verfahren liefert das Baumwachstum das Vorbild aus der Natur. Um Ast- oder Stammbruch vorzubeugen, lagern Bäume beim Wachstum an potenziellen Bruchstellen zusätzliches Material an. So werden Spannungen ausgeglichen und eine höhere Stabilität erreicht.

4. Vorbild aus der Natur

Bäume wachsen dem Licht entgegen – oftmals schief und krumm. Um dennoch Wind und Wetter zu trotzen, passt sich die Wuchsform den äußeren Gegebenheiten an. Weht zum Beispiel der Wind häufig aus einer Richtung, wächst der Baum in Windrichtung schief. Zudem ist der Stamm unten breit



und verjüngt sich nach oben. Somit kann er ähnlich wie ein Grashalm einem gewissen Winddruck widerstehen. Auch Knochen sind nach dem Leichtbau-Prinzip höchstmöglicher Stabilität bei möglichst geringem Gewicht optimiert – und passen sich in der Lebenszeit bis zu einem gewissen Punkt dynamisch den Herausforderungen an.

>>Zahlen-Element<<

2,8 Liter

durchschnittlicher Spritverbrauch des Bionic Cars bei konstant 90 km/h.

100 kg

weniger Gewicht bei einem Fahrzeug senken den Benzinverbrauch je nach Einsatzgebiet um 0,3 bis 0,5 Liter/100 km. Das entspricht 8-11 g weniger CO₂-Ausstoß pro Kilometer.

>>Bild<<



Nach bionischer Optimierung wurde beim Schwenklager, das in der Golf-Plattform von VW eingebaut wird, eine Gewichtseinsparung von 18 Prozent erzielt; beim abgebildeten Kipphebel sind es sogar 35 Prozent.

Bild: sachs engineering GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Produkte mit dem Fin Ray Effect® beeindrucken selbst den Bundespräsidenten

1. Bionik-Innovation

Bundespräsident Joachim Gauck war beeindruckt. Während der „Woche der Umwelt“ 2012 hatten es ihm bei einer Präsentation die Möglichkeiten von Produkten mit dem Fin Ray Effect® angetan. Sie basieren auf dem Prinzip der Flossen von Knochenfischen, die sich entgegen der Erwartung der Druckkraft entgegenbiegen. Das natürliche Funktionsprinzip wurde von der EvoLogics GmbH entschlüsselt – und nach diesem Vorbild anschließend eine technische Konstruktion für diverse Produkte entwickelt. All diese eint eine verbesserte Funktionsweise sowie eine Materialersparnis gegenüber herkömmlichen Produkten.

2. Technische Anwendung

Es gibt vielfältigste Produkte mit dem Fin Ray Effect®. Der adaptive Greifer DHDG der Festo AG zum Beispiel passt sich der Struktur des Werkstücks perfekt an und kann sich zum Beispiel in Sortier- und Umsetzanlagen von empfindlichen Produkten, wie Schokoladeneier, Eier, Blumenzwiebeln oder Früchte, bewahren. Auch im Maschinenbau oder bei Hilfs- und Unterstützungsarbeiten im Gesundheitswesen kann der bionische Greifer eingesetzt werden. Der bionische Auswinger PowerPress® der Vileda GmbH hilft dagegen der Hausfrau und dem Hausmann: Er sorgt dafür, dass bei gleichem Kraftaufwand eine bis zu 30 Prozent höhere Auswingleistung beim Wischmop erreicht wird. Weitere futuristische Produkte mit dem Fischflossen-Effekt sind der Airacuda (ein ferngesteuerter, pneumatisch angetriebener künstlicher Fisch) Air_ray, der fliegende Rochen oder AquaJelly und AirJelly (künstliche, selbststeuernde Systeme nach dem Vorbild der Quallen). Die Einsatzgebiete für Produkte mit dem Fin Ray Effect® sind nahezu unbegrenzt.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Fischflossen verhalten sich unter seitlicher Druckeinwirkung unerwartet. Drückt man mit dem Finger leicht gegen die Schwanzflosse einer Forelle, so knickt diese nicht in Druckrichtung weg, sondern die Flosse bewegt sich entgegen der Druckrichtung zum Finger hin. Diesen Effekt bezeichnet man als Fin Ray Effect®. Entdeckt wurde er vom Berliner Bioniker Leif Kniese im Jahr 1997 im Angelurlaub. Gemeinsam mit seinem Kollegen Rudolf Bannasch entschlüsselte er die Wirkungsweise im Labor. Der Flossenstrahl-Effekt beruht auf der Struktur der einzelnen Flossenstrahlen und wird in der Technik inzwischen vielfältig verwendet. Die technische Konstruktion ist ein Dreieck aus biegeelastischen Längs- und Querstreben, die elastisch miteinander verbunden sind. Sie wurde von der EvoLogics GmbH patentiert.

4. Vorbild aus der Natur

Die Schwanzflossen der Knochenfische wurden im Lauf der Evolution auf seitliche Druckeinwirkung optimiert. Durch den Aufbau der Flossenstrahlen aus zwei Längsstrahlen und dazwischenliegendem



Bindegewebe kann die Flosse eine kellenförmige Gestalt annehmen. In dieser „Kelle“ kann ein Wasservolumen eingeschlossen und nach hinten beschleunigt werden. Dadurch bewegt sich der Fisch hocheffizient nach vorne.

>>Zahlen-Element<<

30 Prozent

beträgt die Erhöhung der Auswringleistung beim bionischen Auswringer mit Fin Ray Effect®

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Dr. Rudolf Bannasch, Polarbiologe und Bioniker, beschäftigt sich seit über 30 Jahren mit genialen Erfindungen der Natur. Eines sehr Spezialgebiete, die strömungsgünstige Körperform von Pinguinen, zählt mittlerweile zu den Klassikern der Bionik. Sie war für ihn Vorbild für den Bau von Unterwasserfahrzeugen. In seiner eigens gegründeten Firma EvoLogics GmbH arbeitet Bannasch an der Realisierung von weiteren bionisch inspirierten technischen Anwendungen wie zum Beispiel auch Produkten mit dem Fin Ray Effect®.

>>Bild<<



Der bionische Wischmopwringer PowerPress®.

Bild: Vileda GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Bionik-Dübel nach Parasiten-Vorbild helfen am Bau

1. Bionik-Innovation

Wegen der energetischen Modernisierung werden heutzutage viele Wände aus weicheren Materialien konstruiert. Wärmedämmverbundsysteme und Gipskartonplatten sorgen allerdings dafür, dass Dübel zunehmend schwerer Halt finden. Eine Lösung für das Problem fanden die Bioniker Markus Hollermann und Felix Förster ausgerechnet bei Parasiten wie Zecken oder Zikaden, die sich mit ihren Mundwerkzeug in den Wirt bohren. „So wurde ein Dübel entwickelt, der sich in der Wärmedämmschicht fixieren kann - nach dem Vorbild der Natur“ erklärt Felix Förster. Das Forschungsergebnis im Rahmen ihrer Abschlussarbeit bescherte den beiden Studenten und Mitgliedern des Bionik-Kompetenznetzwerks BIONON auch den „Internationalen Bionic-Award 2010“. Sie haben auch ihr eigenes Unternehmen. Name: Die Bioniker.

2. Technische Anwendung

Die Bionik-Dübel nach Parasiten-Vorbild entstanden in einem Projekt der Universität Bremen in Zusammenarbeit mit der Fischer Unternehmensgruppe. Durch die Leichtbauweise der neuen Systeme wird der Montageaufwand geringer. Auf Baustellen reduziert sich mit dem Gewicht der Bauteile zugleich auch der Aufwand für Montagesicherungen und Gerüste. Die Leichtbaumaterialien machen das Leben für Monteure erheblich leichter – und die neuen Dübel halten im Gegensatz zu den traditionellen schlicht besser. Das ist nur ein Beispiel für innovative Befestigungs- und Fügelösungen für Leichtbausysteme, die durch die Natur inspiriert wurden.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Als biologisches Vorbild für minimalinvasive Befestigungssysteme wurden parasitäre Organismen herangezogen. Die für ihr „Zirpen“ bekannten Zikaden zum Beispiel bohren sich mit ihren Mundwerkzeugen durch die Blattoberfläche hindurch, um Pflanzensäfte zu saugen. Dabei kommt es zu einer temporären Verankerung im Pflanzgewebe. Ähnlich sieht es bei Zecken aus, die sich mit einer ausgeklügelten Technik in ihren Wirt verbeißen. Die Verankerungsstrukturen standen dabei im Fokus der Untersuchungen. Anschließend wurden nach den gewonnenen Erkenntnissen innovative Leichtbaubefestigungssysteme entwickelt.

4. Vorbild aus der Natur

Zecken sind Parasiten, die sich vom Blut von Wirbeltieren wie dem Menschen ernähren. Es gibt weltweit etwa 90 Arten, die als Krankheitsüberträger gefürchtet sind. Das wesentliche Merkmal der Zecken sind die Mundwerkzeuge, mit der sich die Tiere in den Wirt verbeißen. Der Stechrüssel weist häufig Zähne auf, die als Widerhaken wirken – und jetzt zum Dübelvorbild geworden sind.



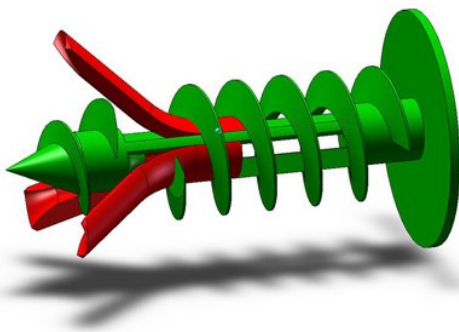
>>Kasten-Element<<

Beißen oder stechen Zecken?

Zecken haben einen hochentwickelten Stechapparat, der für ihre Art der Nahrungsaufnahme hervorragend geeignet ist. Im Gegensatz z.B. zu Stechmücken, stechen Zecken keine Adern an. Mit ihren scherenartigen Mundwerkzeugen (Cheliceren) reißen sie die Haut des Wirtes auf und graben mit ihrem „Stachel“ (Hypostom) eine Grube in das Gewebe, die mit Blut vollläuft und während des Saugvorganges immer wieder leergesaugt wird. Deshalb spricht man von einem Zeckenstich. Dabei gibt die Zecke während des Verdauungsvorgangs überschüssige Flüssigkeit zurück in die Wunde. Dieser Vorgang wiederholt sich während der gesamten Saugdauer. Hierbei können Erreger übertragen werden, die sich im Darm der Zecke befinden. (z.B. Borrelien)

(Quelle: www.zecke.ch)

>>Bild<<



CAD Modell eines mithilfe der Bionik generierten Dübels (oder Befestigungssystems). Der Grundkörper ist grün eingefärbt, die vom Vorbild Zikade abstrahierten Seitenarme sind rot hervorgehoben.

Bild: die Bioniker



Bionik – Best Practices aus der Natur

Vorbild Paradiesvogelblume: Wandelbare Fassadenverschattung in der Architektur

1. Bionik-Innovation

Die südafrikanische Paradiesvogelblume hat den Anstoß für die Entwicklung der optimalen Jalousie gegeben. Die bionische Fassadenverschattung Flectofin® ist eine wandelbare Konstruktion, bei der sich der Klappmechanismus stufenlos einstellen und sich die Ausrichtung der Lamellen nach Bedarf verändern lassen. Verschleißanfällige und wartungsintensive Gelenke und Scharniere fehlen bei der innovativen Konstruktion völlig. So kann ein deutliches Zeichen in Richtung Nachhaltigkeit gesetzt werden. Die bionische Erfindung wurde mit dem „Tectextil Innovationpreis - Architektur“ und dem „International Bionic-Award der Schauenburg-Stiftung“ ausgezeichnet.

2. Technische Anwendung

Ein von Professor Thomas Speck vom Botanischen Garten der Universität Freiburg und Professor Jan Knippers vom Institut für Tragkonstruktion und Konstruktives Entwerfen der Universität Stuttgart geführtes Forscherteam entwickelte das revolutionäre System. „Von der Natur kann man sich wie in diesem Fall den schonenden Umgang mit Ressourcen und den Leichtbau abschauen“, sagt Knippers. Die optisch an Fischkiemen erinnernde Konstruktion wurde 2012 bei der Verschattung des Expo-Pavillons im südkoreanischen Yeosu eingesetzt. Da der Klappmechanismus ohne technische Gelenke oder Scharniere funktioniert und sich die Flectofin®-Systeme auch auf aufwändig zu beschattende, gekrümmte Fassaden anbringen lassen ist die bionische Innovation ein Meilenstein für das moderne Bauwesen.

3. Bionisches Funktionsprinzip

„Thomas Speck brachte uns durch seine Beobachtungen der im Volksmund als Paradiesvogelblume bekannten Pflanze auf die Idee“, erzählt Knippers. „Wenn sich ein Nektarvogel auf die Blätter setzt, öffnen sich die pfeilförmigen Kronblätter nur durch das Gewicht des Vogels – und zwar ohne Gelenke, Nieten oder Schrauben.“ Dieses Prinzip wurde in die Technik umgesetzt. Die Grundlage für den Klappmechanismus ist hier ein glasfaserverstärkter Kunststoff mit hochelastischen Eigenschaften und guter Verformbarkeit. Das Auf- und Zuklappen der Lamellen ist an das Biegen eines in die Lamelle integrierten Stabes gekoppelt, wodurch sie um bis zu 90° umklappen können. Dieses Grundprinzip lässt sich zu verschiedenen Versionen weiterentwickeln.

4. Vorbild aus der Natur

Die bis zu zwei Meter hohe Paradiesvogelblume mit der berühmten Blüte hat für ihre Fortpflanzung über Jahrmillionen einen ganz besonderen Trick perfektioniert. Die Blume wird von Vögeln bestäubt, die sich auf einer eigens von der Pflanze gebildeten „Sitzstange“ aus verwachsenen Blütenblättern niederlassen. Durch das Gewicht des Vogels klappen die Blütenblätter auf und die Pflanze gibt Pollen



ab, die der damit bestäubte Vogel auf die nächste Blüte überträgt. Vor allem der Nektarvogel nutzt diese ganz spezielle „Klapp-Möglichkeit“ sehr oft.

>>Zahlen-Element<<

Bis zu 30 Meter

hohe Fassaden lassen sich mit Flectofin® verschatten.

41 Millionen Tonnen Öl und rund 111 Millionen Tonnen CO₂ lassen sich nach Schätzungen des Physibel-Instituts in Maldegem (Belgien) pro Jahr durch intelligente Verschattungssysteme bei Gebäuden in Europa einsparen.

>>Bild<<



Der Expo-Themen-Pavillon “One Ocean” 2012, Yeosu, Südkorea.
Foto: soma architects



Bionik – Best Practices aus der Natur

Wenn sich Werkstoffe selbst heilen

1. Bionik-Innovation

Autos oder Flugzeuge, die sich quasi selbst reparieren, ein angeknackstes Handy-Display, das sich selbst heilen kann – diese Träume der Verbraucher könnten sich in absehbarer Zeit schon erfüllen. Ein gemeinsames Bionik-Forschungsvorhaben der Plant Biomechanics Group Freiburg mit dem Fraunhofer-Institut UMSICHT und dem Freiburger Materialforschungszentrum ebnete den Weg für die ersten Schritt dorthin. Darin wurden nach dem Vorbild von Selbstheilungsprozessen bei Pflanzen selbstreparierende Elastomere entwickelt, aus denen die Firma Gummi- und Kunststofftechnik Fürstenwalde GmbH langlebige Auspuffaufhängungen als Prototypen herstellt. Dies können Mikrorisse „ausheilen“, die sonst zum Materialbruch führen würden.

2. Technische Anwendung

Neben den Auspuffaufhängungen sind zahlreiche andere technische Anwendungen in der Entwicklungsphase – im ersten Schritt vor allem bei Komponenten, die aus Elastomeren bestehen und dauernden mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Beispiele dafür sind Faltenbälger und Schwingungsdämpfer. Besonders interessant sind auch selbstheilende Dichtungsringe – so könnten nicht nur Instandhaltungskosten verringert sondern auch schädliche Emissionen oder Leckageverluste verhindert werden. Das würde die Sicherheit von Anlagen und Rohrsystemen entscheidend erhöhen. Ein mindestens genauso großes Potenzial haben selbstheilende Lacke bei Autos oder Flugzeugen oder sich „selbst reparierende“ Handy-Displays.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Vorbild für diese selbstreparierenden Gummiwerkstoffe sind Selbstheilungsprozesse bei milchsaftführenden Pflanzen wie zum Beispiel der Birkenfeige. Die Plant Biomechanics Group Freiburg analysierte die Prozesse der biologischen Selbstheilung eingehend, anschließend werden sie bei den materialwissenschaftlichen Partnern wie beim Materialforschungszentrum von Fraunhofer in technische Lösungen überführt. „Die innovativen Materialien sind in der Lage, Mikrorisse auszuheilen und erreichen nach einem makroskopischen Schnitt und anschließender Reparatur nahezu ihre ursprünglichen mechanischen Kennwerte“, fasst Max von Tapavicza vom Fraunhofer-Institut Erkenntnisse der Forschungen zusammen. Bislang konnten die technischen Elastomere EPDM (Ethylene-Propylene-Dien-Kautschuk Typ M) und NBR (Nitril-Butadien-Kautschuk) sowie ein thermoplastisches Elastomer (TPE) mit einer Selbstheilungsfunktion ausgestattet werden. Darin spielen nach dem Vorbild der Natur auch Ionen eine Rolle.

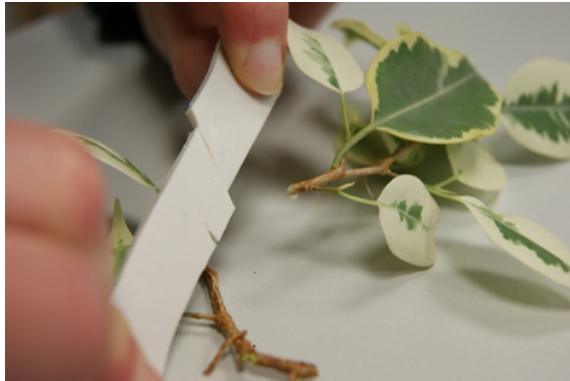
4. Vorbild aus der Natur

Die Birkenfeige ist auch als „Ficus Benjamina“ bekannt und gehört zu den Maulbeergewächsen. Sie ist in Asien und Australien und beheimatet und hat von dort aus ihren Siegeszug als Zimmerpflanze



angetreten. Sie verfügen über eine erstaunliche Eigenschaft: Wird die Pflanze verletzt, sorgen ein Protein und ebenfalls im Milchsaft enthaltene Latexpartikel für einen perfekten Wundverschluss.

>>Bild<<



Diese Elastomere reparieren sich nach Zerschneiden und kurzem Zusammendrücken selbst.
Bild: Fraunhofer UMSICHT



Bionik – Best Practices aus der Natur

Solarabsorber FracTherm® – Energie effizient übertragen

1. Bionik-Innovation

Bei der Nutzung fossiler und erneuerbarer Energieträger zählen Wärmetauscher zu den wichtigsten Komponenten. Zu ihnen gehört auch das Herzstück eines Sonnenkollektors, der Solarabsorber. In ihm wird die Sonnenstrahlung aufgenommen und an das Wärmeträgermedium weitergegeben. Herkömmliche Solarabsorber haben oft mit Problemen wie ungleichmäßige Durchströmung oder Druckabfall zu kämpfen – dadurch sinkt ihre Energieeffizienz. Deshalb wurde vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE die sogenannte FracTherm-Technologie entwickelt. Sie ermöglicht nach dem Vorbild vergleichbarer biologischer Strukturen, wie Blutgefäße oder Blattadern, eine effiziente Durchströmung von Solarabsorbern und verbessert dadurch die Energieeffizienz. Das bringt nicht nur finanzielle Vorteile. Es wird dadurch auch weniger Energie aus fossilen Brennstoffen oder Atomstrom benötigt. Das schont die Umwelt.

2. Technische Anwendung

Mit FracTherm® lassen sich individuelle Lösungen für Wärmetauscherstrukturen nach Kundenwunsch realisieren. Einige Firmen, wie die italienische CGA Technologies S.p.A., haben bereits Verträge über eine Nutzung des Patents angemeldet. „Die FracTherm®-Technologie ermöglicht eine flexible Gestaltung der Kanalnetzwerke von Solarabsorbern. Die Herstellung derartig komplexer Strukturen stellt hohe Anforderungen an die Fertigungstechniken und -möglichkeiten“, erklärt Michael Hermann, Teamleiter „Wärmeübertrager und Kollektorentwicklung“ am Fraunhofer ISE. Die neue, bionische Technologie ist bereits im großen Markt moderner Heizsysteme angekommen.

3. Bionisches Funktionsprinzip

In der Natur existieren Netzwerke von Strömungskanälen, die eine energieeffiziente Wärme- und/oder Stoffübertragung garantieren. Beispiele dafür sind Blutbahnen oder Blattadern. Die natürlichen Konstruktionen sind in der Regel jedoch weder seriell noch parallel aufgebaut – wie zum Beispiel auch herkömmliche Solarabsorber in der Technik. In der Natur werden meist mehrfach verzweigte Strukturen verwendet, die mathematisch als „Fraktale“ beschrieben werden. Am Fraunhofer ISE wurde nach dem natürlichen Vorbild ein Algorithmus entwickelt und zum Patent angemeldet, der derartige natürliche Strukturen auf die Technik überträgt. Mit Hilfe dieses FracTherm®-Algorithmus kann eine vorgegebene Fläche nach Festlegung des Ein- und Austrittspunktes mit einer geeigneten fraktalen Hydraulikstruktur versehen werden.

4. Vorbild aus der Natur

In den Blutgefäßen wird das Blut durch den menschlichen Körper transportiert – und das höchst energieeffizient. Damit wird sichergestellt, dass jede einzelne Zelle des Körpers mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt und Stoffwechselprodukte aus den Zellen zu den Ausscheidungsorganen



transportiert werden. Auch Botenstoffe und Bestandteile des Immun- und Blutgerinnungssystems werden über die Blutgefäße an jene Stellen gebracht, an denen sie benötigt werden. Zusammengenommen erreichen die weit verzweigten Blutgefäße im menschlichen Körper eine Länge von bis zu 90.000 Kilometer – das entspricht mehr als dem Doppelten des Erdumfangs. Das Herz ist die zentrale Pumpstation – sie schlägt im Leben durchschnittlich drei Milliarden Mal und befördert über 18 Millionen Liter Blut durch den Körper.

>>Zahlen-Element<<

90.000 km

Länge der Blutgefäße im menschlichen Körper.

3 Milliarden

Schläge umfasst die durchschnittliche Lebensleistung des menschlichen Herzens. Das werden 18 Millionen Liter Blut durch das Adersystem gepumpt.

>>Bild<<



Ausschnitt eines Solarabsorbers, dessen Strömungskanäle nach biologischem Vorbild mit dem FracTherm-Algorithmus gestaltet wurden.

Bild: Fraunhofer ISE



Bionik – Best Practices aus der Natur

Auf dem Weg zur idealen Stromlinienform – das Pinguin-Prinzip

1. Bionik-Innovation

Fortbewegung mit geringstem Widerstand und minimaler Energiezufuhr: Spindelförmige Strömungskörper nach dem Vorbild von Pinguinen setzen neue Maßstäbe der Aerodynamik. Im Wasserkanal erzielen solche Rotationskörper Widerstandsbeiwerte von 0,02 cw. Zum Vergleich: Bei Autos liegen die durchschnittliche cw-Werte zwischen 0,25 bis 0,5, bei U-Boote betragen sie etwa 0,1. Bei entsprechender aerodynamischer Anpassung – etwa bei einem Luftschiff – lässt sich eine Treibstoffersparnis von bis zu 30 Prozent erzielen.

2. Technische Anwendung

Ein Forscherteam um den Berliner Biologen und Evolutionstechniker Dr. Rudolf Bannasch von hat Adélie-Pinguine aus der Antarktis umfangreich vermessen und mit Rechenmodellen, welche die Evolution im Zeitraffer abbilden, einen idealtypischen Strömungskörper entwickelt. Sie dienen als Blaupause für verschiedenste Fortbewegungsmittel, deren Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit in besonderer Weise aktuell und in Zukunft gefordert ist. Dazu zählen unter anderem Unterwasserroboter, U-Boote, Unterseeanker, Luftschiffe oder Trägerraketen – „auch Autos, Lkw, Züge oder Flugzeuge“, so Bannasch, „werden langfristig an der Pinguin-Form nicht vorbeikommen.“

3. Bionisches Funktionsprinzip

Über der wellenförmigen Pinguinkontur - vom spitzen Schnabel über den dicken Kopf und den schmalen Hals zum voluminösen Rumpf - wird die Verdrängungsströmung nicht in einem Rutsch beschleunigt, sondern in Etappen. Der Wechsel von Druck und Entspannung reduziert den Gesamtwiderstand. Anders als beispielsweise bei Fischen, Robben und Delfinen, die ebenfalls einen langgestreckten, stromlinienförmigen Körperbau aufweisen, sticht die Körperform des Pinguins als technisches Vorbild für Fahrzeuge hervor, weil dessen Rumpf unter Wasser relativ starr bleibt. Pinguine beschränken sich weitgehend auf das Paddeln mit ihren Flossen, während die meisten anderen Wassertiere Bewegungen des gesamten Rumpfs zur Fortbewegung nutzen.

Nach diesem Prinzip stellt das Bionikforscherteam von Dr. Bannasch an der Drehbank einen idealisierten Pinguin her, bei dem weder Flügel noch Füße die Symmetrie stören. Das Ergebnis ist eine Spindel, die auf der Vorderseite wellenförmig dicker wird und nach hinten spitz ausläuft. Dieser Rotationskörper erzielt einen cw-Wert von 0,02. Die natürlichen Vorbilder erzielen 0,03.

4. Vorbild aus der Natur

Adélie-Pinguine aus der Antarktis werden etwa 55 Zentimeter groß. Im Wasser sind sie auf die polaren Lebensumstände extrem angepasste Lebewesen, die pro Tag eine Strecke von mehr als 100 Kilometern zurücklegen. Die extreme Kälte und das knappe Nahrungsangebot erfordern einen sehr



effizienten Umgang mit den Energieressourcen ihrer Körper. Gerade einmal ein Kilogramm Krill (Kleinkrebse) verbrennt ein Adélie-Pinguin auf einer Strecke von 100 Kilometern. Mit der Energie aus einem Liter Benzin käme er umgerechnet 1.500 Kilometer weit. Messungen im Schwimmtank ergaben: Bei normalem Reisetempo verbrauchen Adélies gerade einmal 60 Watt - so viel wie eine einfache Glühbirne. Mit einer Magensonde erfassen die Forscher, wann die Pinguine fressen und wie viel. Hauptnahrungsmittel ist Krill, mit einem Brennwert von 3.700 Kilojoule je 1.000 Gramm. Damit kommt ein Adélie wie oben erwähnt 100 Kilometer weit.

>>Zahlen-Element<<

11 km/h: durchschnittliche Geschwindigkeit von Adélie-Pinguinen unter Wasser

25 km/h: Sprintgeschwindigkeit

8,3 km/h: Sprintgeschwindigkeit von Alexander Popow, Weltrekordhalter über 50 Meter Freistil

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFIL

Dr. Rudolf Bannasch, Polarbiologe und Bioniker, beschäftigt sich seit über 30 Jahren mit genialen Erfindungen der Natur. Eines sehr Spezialgebiete, die strömungsgünstige Körperform von Pinguinen, zählt mittlerweile zu den Klassikern der Bionik. Sie war für ihn Vorbild für den Bau von Unterwasserfahrzeugen. In seiner eigens gegründeten Firma EvoLogics GmbH arbeitet Bannasch an der Realisierung von weiteren bionisch inspirierten technischen Anwendungen.

>>Bild<<



Bild: technik-welten.de



Bionik – Best Practices aus der Natur

Von den Ratten abgeschaut: Selbstschärfende Messer in Industriemaschinen

1. Bionik-Innovation

Stumpfe Messer, Klingen und andere Schneidwerkzeuge sind in der Industrie ein allgegenwärtiges Problem. Vor allem die Betreiber von Schneidemühlen und Recycling- sowie Kunststoff-Fabriken müssen ihre Maschinen regelmäßig stoppen, um die sich schnell abnutzenden Messer auszubauen, zu schleifen und wieder einzusetzen. Der Stillstand kostet auf Dauer viel Geld. Forscher vom Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) in Oberhausen fanden eine Lösung für das Problem in der Natur. Die Zähne von Nagetieren wie Ratten bleiben ein ganzes Leben lang scharf – obwohl sie selbst härteste Materialien wie Metall durchdringen. Nach diesem Vorbild wurde ein neues, selbstschärfendes Bionik-Messer entwickelt.

2. Technische Anwendung

Die Verwendung selbstschärfender bionischer Messer bringt der Industrie zahlreiche Vorteile. Neben der Produktivitätssteigerung durch geringere Wartungszeiten wird die Schneidequalität erhöht. Zugleich steigt durch den verminderten Abrieb die Haltedauer der Produkte – damit wird weniger Stahl verbraucht. Die dauerhaft scharfen Messer sorgen zudem dafür, dass für den Schneidevorgang weniger Energie aufgewendet werden muss – das schont die Umwelt. Neben der industriellen Anwendung in Schneidemühlen, Kunststoff- oder Recycling-Fabriken ist die Entwicklung zum Beispiel auch für Köche oder im Haushalt interessant.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Die Schneidezähne von Ratten bestehen innen aus weichem Dentin und außen aus hartem Zahnschmelz. Das Prinzip der Selbstschärfung entsteht durch den unterschiedlich starken Abrieb der beiden Materialien wegen ihrer unterschiedlichen Härte. Das weiche Dentin wird beim Nagen ständig abgerieben. Der Zahnschmelz ist jedoch härter und bildet deshalb stets eine scharfe Schnittkante. Das natürliche Prinzip wurde von den Wissenschaftlern transferiert. Im Bionik-Messer befindet sich innen eine Hartmetallmischung – wie das Dentin beim Nager. Darüber wurde eine dünne Schicht aus extrem harter und widerstandsfähiger Keramik gezogen – sozusagen der harte Zahnschmelz. Um die Belastungen beim Schneiden besser zu verteilen, ist die Außenkante der Klinge zudem leicht gewölbt.

4. Vorbild aus der Natur

Ratten sind Nagetiere, die weltweit in 65 Arten vorkommen. Sie sind von den Menschen als Krankheitsüberträger gefürchtet, besitzen aber viele bemerkenswerte Eigenschaften. Sie vermehren sich extrem schnell und können sich an verschiedenste Lebensumstände anpassen. Ein Schlüssel dafür sind ihre Zähne. Diese wachsen jede Woche zwei bis drei Millimeter und können wegen ihres speziellen Aufbaus selbst härteste Materialien wie Holz, Metall oder Beton durchnagen. Trotzdem bleiben die Zähne immer scharf.



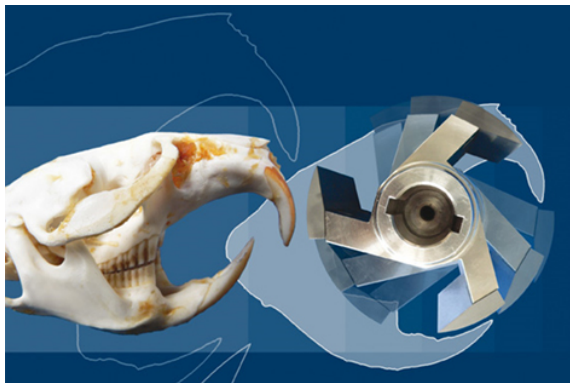
>>Kasten-Element<<

IM PROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen versteht sich als Vorreiter für technische Neuerungen in den Bereichen Energie, Prozesse und Produkte und will nachhaltiges Wirtschaften, umweltschonende Technologien und innovatives Verhalten voranbringen, um die Lebensqualität der Menschen zu verbessern und die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft zu fördern. Als eines von 66 Instituten und selbstständigen Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft ist UMSICHT weltweit vernetzt und fördert die internationale Zusammenarbeit.

www.umsicht.fraunhofer.de

>>Bild<<



„Rattenscharf“ - selbstschärfendes Bionik-Messer.

Bild: Fraunhofer UMSICHT



Bionik – Best Practices aus der Natur

Wölbstruktur: Sparsam und schön anzuschauen

1. Bionik-Innovation

In der Natur gibt es vielfältige Wölbstrukturen mit wabenähnlichen Mustern – ob nun bei Schildkrötenpanzern oder der Schlangenhaut. Diese haben zahlreiche gute Eigenschaften: Sie sind vergleichsweise leicht und dennoch formstabil, nehmen vergleichsweise viel Stoßenergie auf ohne zu brechen und sind dazu oft wetterfest wie optisch gut anzuschauen. Aus diesem Vorbild entwickelten Forscher und Firmen wie die Dr. Mirtsch GmbH hexagonale Wölbstrukturen, die zum Beispiel auf Folien oder Metallbleche aufgebracht werden. Die Materialien mit wabenähnlichen Mustern sind nicht nur vergleichsweise steifer, sondern auch thermostabiler, widerstandsfähiger, strömungsgünstiger und blendärmer. In vielen Fällen kann damit eine Material- oder Gewichtsersparnis von bis zu 30 Prozent gegenüber vergleichbaren Produkten realisiert werden. „Was die Evolution geleistet hat, ist einfach fantastisch. Da können wir noch viel lernen“, sagt Firmenchef Professor Frank Mirtsch.

2. Technische Anwendung

Eines der Vorzeigebeispiele für die Wölbstrukturierungstechnik ist die liebevoll als „blaue Schildkröte“ bezeichnete Sporthalle in Odessa. Das wölbstrukturierte Aluminiumblech bringt etwa 30 Prozent Gewichtseinsparung gegenüber der konventionell glatten Konstruktion. Früher gefürchtete Hagelschäden sind wegen der hohen Steifigkeit und der diffusen Lichtbrechung kaum sichtbar. Ein anderes Beispiel: Die Firma Miele hat eine Schontrummel mit Wabenstruktur patentiert. Sie sieht in der „weltweit ersten bionischen Waschmaschinentrommel“ eine „sanfte Revolution“, die einen wäscheschonenden „Quantensprung“ bringe. Im Automobilbau wird das Material im Mercedes SLK – wo eine wölbstrukturierte Rückwandplatine Material spart, geräuschkindernd wirkt und einen geringen Bauraum beansprucht sowie bei einem Leichtbau-Katalysator eingesetzt. Auch bei der blendarmen Leuchte Hexal der Firma Siteco zeigen sich die Vorzüge der Wölbstrukturen.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Wölbstrukturen in der Natur vereinen viele praktische Eigenschaften. Bei Experimenten wurde festgestellt, dass sich dieser kontrollierte Selbstorganisationsprozess technisch nachempfinden lässt. In der Produktion von wölbstrukturierten Werkstoffen wird sanfter Druck auf ein gekrümmtes, dünnes Material ausgeübt, das gleichzeitig abgestützt wird. Dabei weicht das Material intelligent und energieminimiert in eine 3D-Struktur aus, die allseitig formsteifer als das Ausgangsmaterial ist und gleichzeitig die Oberflächengüte vollständig erhält. Mit dem ausgeklügelten Verfahren kann die Wölbstruktur auf Bleche, Folien oder andere Materialien aufgebracht werden



4. Vorbild aus der Natur

Schildkröten gibt es auf der Erde in über 300 Arten und schon mehr als 220 Millionen Jahre. Das zeigt, wie perfekt sie an das Leben angepasst sind. Das große Erfolgsgeheimnis ist dabei ihr wölbstrukturierter Panzer, unter den sich die Schildkröten bei Gefahr zurückziehen können. Er kann bei Riesenschildkröten ein Gewicht von mehreren Hundert Kilo aushalten. Gut gepanzert können Schildkröten über 100 Jahre alt werden.

>>Zahlen-Element<<

30 Prozent

beträgt die mögliche Gewichtsersparnis durch Leichtbau-Produkte mit der Wölbstrukturierungstechnik.

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Prof. Dr. Frank Mirtsch studierte Verfahrenstechnik an der TH Hannover und der Universität Hamburg. Von 1988 bis 2009 wirkte er als Professor für Thermodynamik, thermische Verfahrenstechnik und Bionik an der TFH Berlin. 1993 gründete er bei Berlin die Dr. Mirtsch GmbH, die sich mit der Entwicklung und Fertigung wölbstrukturierter Materialien inzwischen weltweit einen Namen gemacht hat.

>>Bild<<



Leicht und geräuschkämmend - die wölbstrukturierte Rückwand im Mercedes SLK.

Bild: Dr. Mirtsch Wölbstrukturierung GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Der Prachtkäfer macht's vor: mit Infrarotsensoren Großbrände verhindern

1. Bionik-Innovation

Waldbrände verursachen allein in der Europäischen Union (EU) jedes Jahr Schäden von 2,5 Milliarden Euro. Um zerstörende Großfeuer künftig durch ihre frühere Erkennung und Bekämpfung verhindern zu können, werden in einem vom Institut für Zoologie der Universität Bonn geführten Bionik-Projekt neuartige technische Sensoren entwickelt. Das natürliche Vorbild wurde bei feuerliebenden Insekten wie dem Prachtkäfer gefunden. Sie können mittels spezieller Infrarotrezeptoren das Feuer „spüren“. „Eine effektive Früherkennung kann helfen, die Entstehung von verheerenden Großbränden zu verhindern. Neuartige bionische Infrarotsensoren, die im Rahmen des Projektes auch nach dem Vorbild des Prachtkäfers entwickelt werden, sollen künftig dabei helfen“, erklärt Projektchef Professor Helmut Schmitz von der Uni Bonn. Gibt es weniger Brände, vermindern sich auch die schädlichen Rauchgase – damit wird neben der Tier- und Pflanzenwelt zugleich die Atmosphäre geschont.

2. Technische Anwendung

Die neuartigen bionischen Sensoren zeichnen sich durch die relativ einfache Bauweise, die kostengünstige Herstellung, die starke Miniaturisierung des einzelnen Sensorelements und eine geringere Störanfälligkeit aus. Das garantiert die Herstellung robuster sowie kostengünstiger Feuermelder und die Produktion von Feuer- sowie Hitzedetektoren in Gebäuden und Fahrzeugen. Kostengünstige wärmebildgebende Sensoren könnten zudem als Nachtsichtassistenten in Automobilen, Infrarotsichtgeräten für Feuerwehreinsätze sowie der Grenzüberwachung und Minensuche eingesetzt werden. Weitere Anwendungsfelder sind Diagnoseverfahren in der Medizin, Temperaturüberwachung in der Industrieproduktion oder die Qualitätssicherung im Baugewerbe. Beispielsweise ermöglichen kostengünstige Infrarotsichtgeräte, dass Hausbesitzer selbst Wärmeleckagen ihrer Häuser ermitteln und Verbesserungen an der Dämmung durchführen können. Dies hilft bei der Energieeinsparung im privaten Bereich.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Bestimmte Insekten fliegen gezielt Waldbrände an, um die durch das Feuer entstehenden Nahrungsressourcen und geeignete Überlebensbedingungen für ihren Nachwuchs nutzen zu können. Ein Beispiel ist der Prachtkäfer der Gattung *Melanophila*. Dieser Käfer verfügt über zwei Sensorarrays von jeweils etwa 70 photomechanischen Infrarotrezeptoren. Die thermo-mechanischen Eigenschaften der Infrarotstrahlung absorbierenden Strukturen werden mit modernen materialwissenschaftlichen Methoden untersucht, um die Wirkmechanismen auch im Mikro- und Nanobereich zu entschlüsseln. Die absorbierte Infrarotstrahlung wird in ein mikromechanisches Ereignis umgesetzt, das von einer hochempfindlichen mechanosensitiven Sinneszelle gemessen wird.



Mit den an den biologischen Infrarotrezeptoren gewonnenen Ergebnissen sollen Prototypen technischer photomechanischer Infrarotsensoren hergestellt werden.

4. Vorbild aus der Natur

Die Gattung der Prachtkäfer stellt mit über 15.000 Arten eine der größten auf der Erde dar. Einige Arten haben sich Waldbrände spezialisiert – wenn sie einen aufspüren, beginnen sie sofort mit der Paarung. Im Waldbrandgebiet werden die Eier dann im verbrannten Holz abgelegt. Die Larven fressen dann das brandgeschädigte Holz, in dem es zudem kaum Fressfeinde gibt.

>>Zahlen-Element<<

2,5 Milliarden Euro

Kosten der Schäden, die allein in der Europäischen Union (EU) jährlich durch Waldbrände entstehen.

0,02 nm

beträgt der Durchmesser der Kutikulakugeln der IR-Rezeptoren von feueraufspürenden Prachtkäfern. Das ist weniger als bei einem feinen Haar.

>>Bild<<



Der Schwarze Kiefernprachtkäfer *Melanophila acuminata* kann aus großen Entfernungen Waldbrände detektieren.

Bild: Universität Bonn



Bionik – Best Practices aus der Natur

Die bionische Transportpalette im Igel-Stil

1. Bionik-Innovation

Für den Transport empfindlicher Güter wie Computer-Serverschränke sind stoßdämpfende Paletten nötig. Da sie international versendet werden, gibt es für die meist aus einem Mix von Holz, Kunststoff und Metall bestehenden Elemente kein Entsorgungskonzept. Meist werden sie schlicht nach einmaligem Gebrauch weggeworfen und nicht oder nur teilweise recycelt. Eine von Biologen der Universität Freiburg gemeinsam mit Ingenieuren des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf und der Firma Rittal entwickelte bionische Transportpalette kann die Verschwendung von Ressourcen stoppen. Die aus mehreren Komponenten bestehende Konstruktion wurde nach natürlichen Vorbildern wie Bambushalmen, Bäumen oder Igelstacheln entwickelt. Eine Deckplatte aus Naturfasern und biologisch abbaubarem Polylactid und die Wiederverwendbarkeit von Elementen sorgen für eine wesentlich verbesserte Ökobilanz. Mit einer minimal statischen Gesamtlast von 1.200 kg, einer verbesserten Stoß-/Schwingungsdämpfung im Bereich 15 bis 35 Hz, wettbewerbsfähigen Kosten und einer neutralen CO₂-Bilanz ist die bionische Palette ein ökonomisch überaus attraktives Produkt.

2. Technische Anwendung

Durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe wie Naturfasern ist die bionische Palette bei ähnlichen Kosten deutlich umweltschonender als herkömmliche Modelle. Hinzu kommt mittelfristig eine effektive Kostenersparnis. Denn die Palette besteht aus einzelnen Modulen, die im Vergleich zu bisherigen Produkten schnell zusammen- und auseinandergebaut werden können. Die Palette wird deswegen kein Einwegprodukt, sondern modular wiederverwendbar sein. Die Deckplatte und die Podestfüße sind völlig recycelbar. Durch die Modularität kann zudem flexibel auf Kundenwünsche eingegangen werden. Damit hat die bionische Transportpalette beste Argumente am Markt.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Die einzelnen Komponenten der Transportpalette haben unterschiedliche biologische Vorbilder. Bei der Optimierung der Deckplatte lieferte zum Beispiel der Aufbau von Bambushalmen die Inspiration. Im Halm werden Scherspannungen zur Dämpfung schwingender Halme genutzt. Dazu sind die Fasern durch Einbettung in das Grundgewebe gegen Ausbeulen unter Druck und Biegebelastung geschützt. Für ein anderes Modul standen die Stacheln von Igel und Stachelschweinen Pate. Die Stacheln schützen nicht nur vor Feinden, sondern auch äußerst effektiv vor Verletzungen bei Stürzen. Die Fallenergie wird von den Stacheln aufgenommen, ohne dass diese dabei brechen. Sie sind in eine Schicht aus Hautmuskulatur eingebettet und vereinen Biegesteifigkeit, Dämpfungseigenschaften und Leichtbau. Nach dem Vorbild der biologischen Stoßdämpfer bauten die Forscher im Labor zunächst einen einfachen Demonstrator aus einem schaumgefüllten Tennisball mit Stäben. Daraus wurde dann das Endprodukt entwickelt.



4. Vorbild aus der Natur

Igel gehören zur Gruppe der Säugetiere, die etwa 25 Arten sind in Eurasien und Afrika verbreitet. Das besondere anatomische Merkmal des Großteils der Igel sind ihre Stacheln an Rücken und Flanken, die eine wirksame Verteidigungswaffe sind. Diese Stacheln sind in der Evolution modifizierte, hohle Haare. Jeder Stachel ist mit einem Aufrichtemuskel ausgestattet. Im Falle einer Bedrohung rollen sich Stacheligel zu einer Kugel zusammen und verbergen die ungeschützten Körperteile.

>>Zahlen-Element<<

1.200 Kilogramm

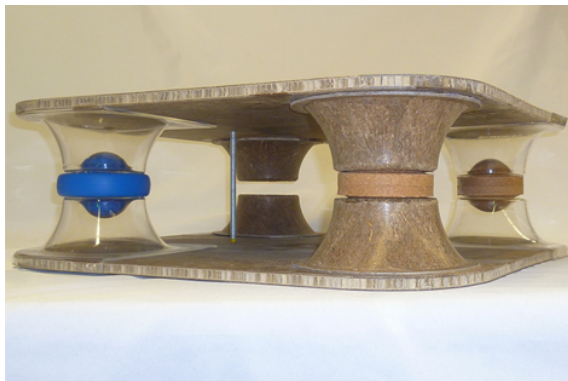
beträgt die statische Gesamtlast der bionischen Transportpalette.

>>Kasten-Element<<

Ausgezeichnete Forschung

Die „Bionische Transport-Palette“ wurde 2011 mit dem „Best of Certificate“, dem ersten Preis des „Materialica Design+Technology Award“, in der Kategorie CO₂-Effizienz ausgezeichnet.

>>Bild<<



Bionischen Transportpalette.

Bild: PBG / Uni Freiburg



Bionik – Best Practices aus der Natur

Die Bauweise der Zukunft: Textile Solarthermie im Eisbärhaus

1. Bionik-Innovation

Energieautarke Gebäude unter Benutzung des textilbionischen „Eisbärfell-Effekts“ könnten die Bauweise in der Zukunft revolutionieren. Im Sommer kühlen, im Winter wärmen und das alles nur mit Sonnenenergie – das soll in dem futuristischen Hightech-Bau mit der textilen Gebäudehülle möglich sein. Sechs Forschungspartner unter Federführung des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) haben mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Union und des Landes Baden-Württemberg ein Muster-Eisbärhaus in Denkendorf bei Stuttgart gebaut. Es besitzt neuartige textile Solarkollektoren aus mehreren Membranschichten, die eine hohe Wärmeisolation aufweisen. Gespeichert wird die Energie dann bis zum Winter in Langzeit-Speichern aus Silikagel.

2. Technische Anwendung

Das Interesse der Wirtschaft am Muster-Eisbärhaus ist riesig. „Viele Architekten und Baufachleute haben den Wunsch geäußert, nach diesem Prinzip bauen zu wollen“, kommentierte ITV-Forscher Jamal Sasour bereits wenige Monate nach der Inbetriebnahme. Es gibt bereits Folgeprojekte, um vorhandene Energie ins Haus zu holen. Textilien Materialien gehört im Bauwesen nicht nur wegen neuer energieeffizienter Lösungen die Zukunft: Mit Hilfe von Textilbeton sind organischen Strukturen nachempfundene Fassaden möglich, die extreme Festigkeit und nahezu grenzenlose Formgebung vereinen. Sie sind korrosionsbeständig und hochfest, dabei aber deutlich leichter und schlanker. So werden neben Energie auch Rohstoffe gespart.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Eisbären besitzen ein dichtes, weißes Fell, eine schwarze Epidermis und eine Fettschicht zur Wärmedämmung – mit dieser Kombination haben sie ihren Energiehaushalt perfektioniert und sind unter extremsten Witterungsbedingungen lebensfähig. Im Eisbärhaus ist dieses Prinzip technisch umgesetzt worden: Einfallendes Sonnenlicht trifft auf ein schwarz beschichtetes Textilgewebe und eine hoch poröse Membran mit Wärmetransportschicht, die zusammen für die Erwärmung der durchströmenden Luft sorgen. Warme Sommerluft gelangt so in ein Langzeit-Speichersystem mit Silikagel, in dem sie bis in die Winterzeit hinein „gelagert“ wird. Eine weitere Schicht in der Gebäudehülle sorgt für eine hohe Wärmedämmung nach außen – zuständig für das Fernhalten der Winterkälte.

4. Vorbild aus der Natur

Der Eisbär lebt in den Polarregionen der Erde und gilt mit einer Rumpflänge von 3,40 Metern und einer Schulterhöhe bis 1,60 Meter als das größte landlebende Raubtier der Erde. Er kann selbst tiefste Minustemperaturen aushalten und stundenlang im eiskalten Wasser schwimmen. Bei extremen Wetterverhältnissen lässt er sich einschneien und übersteht so selbst stärkste



Winterstürme. Der Eisbär ist perfekt an die Lebensverhältnisse angepasst, allerdings droht sein Lebensraum durch die globale Erwärmung zu schwinden.

>>Zahlen-Element<<

2000 Zyklen – der Energieaufnahme und –abgabe kann das Silikagel im Speicher mindestens bewältigen.

80 Grad Celsius

beträgt die Mindesttemperatur, mit der die von der Sonne erwärmte Luft in den Speicher geblasen wird.

>>Bild<<



Südansicht des Muster-Eisbärhauses in Denkendorf bei Stuttgart.

©: TAO GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Bionik-Propeller: ein leiser Lüfter nach Adler-Art

1. Bionik-Innovation

Das Brummen von Lüftern kann ganz schön nerven – ob nun am Computer oder am Zimmerventilator. Der leiseste Lüfter der Welt kann da Abhilfe schaffen. Entwickelt wurde der bionische Schlaufenpropeller nach dem Vorbild der Schwingen des Adlers, der majestätisch scheinbar ohne Flügelschlag durch die Luft gleitet. Das Geheimnis dahinter ist der geringe Luftwiderstand. Der nach diesem Vorbild durch die Verbindung der Flügelenden entwickelte Bionik-Propeller vermindert nicht nur die Lärmemissionen, er könnte in Zukunft auch Windparks revolutionieren. Darüber hinaus haben Multiwinglets nach dem Adler-Vorbild für die Tragflächengestaltung das Zeug, Millionen Tonnen Treibstoff zu sparen.

2. Technische Anwendung

Ein Forscherteam um den Bioniker Dr. Rudolf Bannasch entwickelte das Prinzip des Schlaufenrotors. Im Rahmen eines Forschungsprojekts entstand eine Lüfterserie, die in fast allen Bereichen die Spitze der aktuellen IT-Axial-Lüfter-Technik erreicht. Bionik-Propeller sind 30 Prozent leiser als herkömmliche Modelle – speziell in Rechenzentren bringt das eine signifikante Verminderung des Lärms. Es bieten sich auch Chancen in ganz anderen Einsatzgebieten: Bei einem Test des Schlaufenpropellers an einem Schubschiff, das Hunderte Tonnen Kies bewegt, konnte eine Erhöhung der Schubleistung um fast 20 Prozent erreicht werden. Auch in großen Windparks könnte der Schlaufenpropeller eine wesentliche Erhöhung der Effizienz und mehr Energieproduktion bewirken.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Adler erreichen im Flug durch das Aufspreizen ihrer Handschwingen weniger Luftverwirbelungen. Dadurch reduziert sich der induzierte Strömungswiderstand, da dieser vom Quadrat des Wirbeldurchmessers abhängt. So nimmt der Luftwiderstand ab, der Vogel spart Energie. Die Bioniker entwickelten dieses Prinzip konsequent weiter und konnten durch die Schlaufenform erreichen, dass normalerweise am Ende des Propellerarms auftretende Turbulenzen verschwinden. Es bildet sich praktisch eine unendliche Tragfläche ohne Abrisskanten, die deutlich leiser und energiesparender funktioniert.

4. Vorbild aus der Natur

Seevögel wie der Albatros können auch deshalb Tausende Kilometer fliegen, weil sie durch langgestreckte Flügel und schmale Flügelenden einen niedrigen induzierten Strömungswiderstand haben und damit Energie sparen. Der Steinadler reduziert seinen Randwiderstand durch die aufgestellten Handschwingen. So kann er auf der Suche nach Beute lange in der Luft kreisen, ohne häufig mit den Flügeln schlagen und Energie verbrauchen zu müssen. Steinadler haben bei einer Flügelspannweite von etwa zwei Metern elf Handschwingen.



>>Zahlen-Element<<

Leise Kraftprotze

Im Vergleich zu konventionellen Propellern können bionische Schlaufenrotoren von Windraftanlagen im Durchschnitt 30 Prozent mehr Energie erzeugen – und das bei nur halb so viel Geräuschemissionen (Quelle: EvoLogics).

>>Bild<<



Der weltweit erste Hightech-Kompaktlüfter mit bionischem Schlaufenrotor BionicLoopFan® ist der leiseste Lüfter der Welt.

Bild: Blacknoise Deutschland GmbH



Bionik – Best Practices aus der Natur

Millionen Tonnen Treibstoff sparen mit dem Salvinia-Effekt®

1. Bionik-Innovation

Die schneebesenartigen Haare einer Pflanze schaffen es, dauerhaft eine Luftschicht unter Wasser zu halten. Bionik-Forscher wollen diesen sogenannten Salvinia-Effekt® nutzen und Schiffe künftig mittels eines speziellen Schiffsanstrichs quasi in einer Luftblase schwimmen lassen. So könnte der durch Reibung des Schiffsrumpfs im Wasser entstehende Energieverlust um bis zu zehn Prozent gesenkt werden. Ein Prozent des in diesem Bereich anfallenden globalen Rohölverbrauchs – das sind Millionen Tonnen Treibstoff – könnten so jährlich gespart werden. Das dient der Ressourcenschonung wie dem Umweltschutz gleichermaßen. „Gelingt der Transport dieses Natur-Phänomens in die Technik, könnten Reedereien wegen der Treibstoffersparnis signifikant Kosten reduzieren. Zugleich profitiert wegen des sinkenden Treibstoffausstoßes die Umwelt“, sagt Professor Wilhelm Barthlott dazu.

2. Technische Anwendung

Das von Bionikpionier Wilhelm Barthlott an der Universität Bonn geleitete Forschungsprojekt wurde in Zusammenarbeit mit weiteren Universitäten und hochkarätigen Partnern aus der Wirtschaft durchgeführt. Neben der morphologischen und biomechanischen Charakterisierung spielt die strömungsmechanische Untersuchung mittels hochauflösender „Mikro Particle Image Velocimetry“ eine zentrale Rolle. Die Übertragung wasserabweisender Oberflächen aus der Natur – wie sie neben Schwimmfarne auch Insekten sowie einige Spinnen, Vögel und Säugetiere nutzen – ist bereits gelungen. Die entwickelten Oberflächenstrukturen wurden patentiert. Künftig sollen Schiffe mit einem bionischen Bootsack durch die Meere gleiten, der den Kontakt von Wasser mit dem Schiffsrumpf verhindert.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Salvinia-Schwimmfarne nutzen unter Wasser auf ihrer Oberfläche einen dünnen Luftfilm, der die Pflanze wochenlang trocken hält. Verantwortlich für diesen Salvinia-Effekt® sind feine Härchen auf der Blattoberfläche. Die deutschen Forscher haben deren Wirkungsweise entschlüsselt. Große Bereiche sind mit feinen Wackskristallen besetzt und dadurch wasserabweisend. Die äußersten Spitzen der Härchen sind dagegen wasseranziehend. Das führt dazu, dass ein Film von Luftbläschen zwischen der Pflanzenoberfläche und der von den Haarspitzen angezogenen Wasserschicht entsteht. So baut sich eine schützende Hülle auf, die künftig auch Schiffe umgeben soll.

4. Vorbild aus der Natur

Schwimmfarne kommen vor allem in stehenden oder langsam fließenden Gewässern in den tropischen Gebieten Mittel- und Südamerikas vor. Sie sind bis zu 20 Zentimeter große Pflanzen, die wegen ihrer perfekten Anpassung ganze Wasseroberflächen überwuchern können. Ihre



Wachstumsgeschwindigkeit ist die höchste aller Gefäßpflanzen weltweit. Sie kann ihre Biomasse innerhalb von vier Tagen verdoppeln. Für ihren ökologischen Erfolg spielt der Salvinia-Effekt® eine entscheidende Rolle.

>>Zahlen-Element<<

4 Millionen Tonnen

beträgt die mögliche jährliche Treibstoffersparnis durch Schiffsanstrich mit Salvinia-Effekt®

12 Millionen Tonnen

Kohlendioxid-Emissionen lassen sich pro Jahr durch Schiffsanstrich mit Salvinia-Effekt® vermeiden.

>>Kasten-Element<<

BIOKON-PROFILE

Professor Dr. Wilhelm Barthlott, Botaniker und Biologe, ist ein Pionier der Verbindung von Biologie und Technik. Aus seinen systematischen elektronenmikroskopischen Forschungen pflanzlicher Oberflächen entwickelte er selbstreinigende (Lotus-Effekt) und permanent unter Wasser lufthaltende Oberflächen (Salvinia-Effekt). Wilhelm Barthlott erhielt für seine Arbeit zahlreiche Auszeichnungen wie den Deutschen Umweltpreis.

>>Bild<<



Der Schwimmpflanz *Salvinia* ist mit seinen an Schneebeeren erinnernden Härchen auf den Schwimmblättern in der Lage, über lange Zeit eine Luftschicht unter Wasser an seiner Oberfläche zu halten.

Bild: Wilhelm Barthlott, Uni Bonn



Bionik – Best Practices aus der Natur

Ohne Pumpen möglich: mit Textilien Flüssigkeiten transportieren

1. Bionik-Innovation

Lianen sind in der Lage, Wasser ohne jedes Pumpsystem über größere Entfernungen und in große Höhen zu transportieren. Davon haben sich Forscher der Universität Tübingen und vom ITV Denkendorf inspirieren lassen und haben technische Textilien entwickelt, die künftig für den Ferntransport von Flüssigkeiten sorgen könnten. In den mikroskopischen Hohlfasern dieser Textilmatten sollen durch eine spezielle Strukturierung der Oberfläche Flüssigkeiten sicher und bedarfsgesteuert über große Distanzen transportiert werden. Das Ganze ohne Pumpsystem. Das spart Energie, schont die Natur und hilft zudem bei der Erhöhung der Kosteneffizienz – die Einsatzmöglichkeiten der innovativen Technologie reichen weit über den Einsatz in Bewässerungssystemen hinaus.

2. Technische Anwendung

Mit Hilfe der technischen Textilien könnten künftig Bewässerungssysteme realisiert werden, die Wasser ohne aktiven Pumpmechanismus sparsam und bedarfsreguliert an Pflanzen abgeben. Das Wirkungsprinzip ist aber auch für viele weitere Bereiche interessant, in denen größere Mengen an Flüssigkeiten über einen längeren Zeitraum abtransportiert werden müssen. Zu nennen sind hier auch schonende Entwässerungssysteme, die Drainage von Bauwerken, Textilien für die Medizin und Bekleidungsindustrie oder Brennstoffzellen. In letzterem Beispiel könnte so das beim Prozess entstehende Wasser effektiv abgeführt werden.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Lianen transportieren Wasser ohne aktiven Pumpmechanismus über große Entfernungen – und die benötigte Energie wird dabei praktischerweise von der Sonne über den Transpirationssog geliefert. Weitere Eigenschaften machen dieses Wunderwerk der Natur für die menschliche Nutzung in Textilien interessant: Das Transportvolumen ist bedarfsgerecht – es wird genau so viel Wasser transportiert, wie für den Stoffwechsel der Pflanzen benötigt wird. Zudem hat das System eine hohe Transportsicherheit, da Embolien vermieden und repariert werden. Das wird durch Transportkapillare erreicht, die Wasser über Membranschleusen an die nächste Kapillare weitergeben. Die technische Realisierung ist noch im Anfangsbereich. Jedoch wurden schon mikroskopischen Hohlfasern mit einer speziell strukturierten Oberfläche für eine Embolievermeidung und Emboliereparatur entwickelt. Sie sollen Flüssigkeiten in speziellen Textilmatten sicher und bedarfsgerecht über große Distanzen transportieren. Am ITV Denkendorf ist der Transport mit speziellen Fasermaterialien aktuell über 1,5 Meter Förderhöhe gelungen. In weiteren Grundlagenstudien sind bereits Förderhöhen über 17 Meter realisiert worden.



4. Vorbild aus der Natur

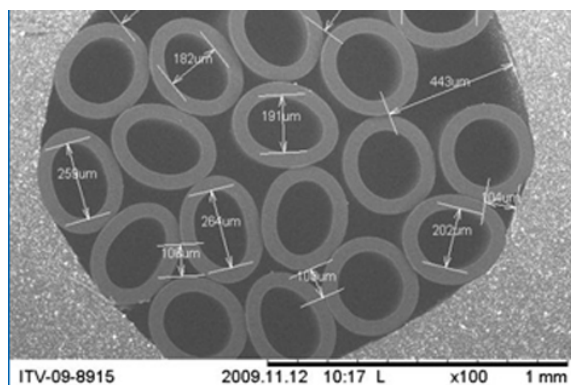
Lianen sind die wohl bekanntesten Kletterpflanzen – nicht nur wegen des Urschreis von Tarzan im Film. Besonders zahlreich sind Lianen im tropischen Regenwald vertreten. Ihre tauartigen dünnen Stämme können durchaus 100 Meter lang sein. Deswegen ist das Wasserleitungsgewebe im Stamm bei allen Lianen perfektioniert. Der Leitungswiderstand zwischen den Zellen ist extrem herabgesetzt. Es gibt auch in Mitteleuropa Lianenarten wie Clematis, Wilde Weinrebe oder Efeu.

>>Zahlen-Element<<

17 Meter

beträgt die Förderhöhe von Flüssigkeiten, die ohne Einsatz von Pumpsystemen mit Hilfe technischer Textilien bislang erreicht wurden.

>>Bild<<



Faserbasiertes Wassertransportsystem.

Bild: ITV Denkendorf



Bionik – Best Practices aus der Natur

Ein „Elefantenrüssel“ sorgt für die sichere Interaktion zwischen Mensch und Maschine

1. Bionik-Innovation

Roboter agieren meist ruckartig. Bewegung in der Natur vollzieht sich hingegen flüssig, und hier setzen einige Produkte der bionischen Forschung an. Der Elefantenrüssel wird vor diesem Hintergrund beim Projekt „BROMMI:TAK“ als multifunktionales Meisterwerk zum Vorbild für den Bau von bionischen Robotern. Diese zeichnen sich durch ein gutes Masse-Leistungs-Verhältnis aus, welches die Handhabung von hohen Lasten bei einer geringen Eigenmasse ermöglicht. Vor allem aber wird die Sicherheit der Interaktion zwischen Mensch und Maschine entscheidend erhöht.

2. Technische Anwendung

Beim BMBF finanzierten „Elefantenprojekt“ werden in Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Berlin, dem Fraunhofer-Institut IFF und der Festo AG die hochflexiblen und sicheren Bewegungsmöglichkeiten des Rüssels technisch nachgestellt. Die mit einem Kamerasystem und einer Bildverarbeitung ausgestatteten Roboter können Objekte in einem Pick-and-Place-Szenario gezielt aufnehmen und ablegen. Der rüsselähnliche Roboterarm hat im Unterschied zu herkömmlichen Varianten keine Klemm- oder Scherstellen, aus denen ein hohes Verletzungsrisiko für den Menschen hervorgeht. Die weitere Risikominderung entsteht durch das natürlichere Bewegungsverhalten. „Neben der industriellen Produktion ermöglicht ihre hohe Sicherheit die Erschließung neuer Anwendungen wie beispielsweise im Pflege-, Domestik- und Life-Science-Bereich“, sagt Projektleiter Dr. Ivo Boblan von der TU Berlin.

3. Bionisches Funktionsprinzip

Der ausschließlich aus Muskeln bestehende Elefantenrüssel ist wegen seiner Beweglichkeit ein Multitalent. Auch der an diese Funktionsweise angelehnte Roboterarm wird ausschließlich mit pneumatischen „Muskeln“ betrieben und ist aus mehreren Einzelmodulen zusammengesetzt. Jedes dieser Einzelmodule verfügt über zwei Bewegungsfreiheitsgrade und kann wie bei einem Schultergelenk Beugungen ausführen. Der Roboterarm BROMMI:TAK kann somit wie ein Elefantenrüssel gebeugt, angehoben und gedreht werden. Er ist im Aktionsraum frei positionierbar. Eine zentrale Steuerung und dezentrale Antriebsregler bilden die Kernelemente der Roboterlenkung. Über einen Hauptrechner werden alle Geschwindigkeits- und Positionsergebnisse online berechnet. Eine integrierte Bildverarbeitung und eine zusätzliche Differenzenregelung kompensieren zudem etwaige Positionsfehler.

4. Vorbild aus der Natur

Elefanten sind die größten auf der Erde lebenden Landtiere, sie können über vier Meter groß und zehn Meter lang werden. Ihr Rüssel ist ein über Jahrmillionen Evolutionsgeschichte entwickeltes Multitalent, das wegen seiner vielfältigen Einsatzmöglichkeiten an die menschliche Hand erinnert.



Eigentlich ist es eine verlängerte Nase, mit der der Elefant aber eben auch greifen, Wasser aufnehmen oder kämpfen kann. Mit Hilfe des Rüssels können Elefanten auch Äste und Pflanzen aus bis zu sieben Meter Höhe erreichen.

>>Zahlen-Element<<

40.000: ungefähre Zahl der Muskeln im Elefantenrüssel

10 Liter: so viel Wasser kann ein Elefant mit einem Zug in seinem Rüssel aufnehmen

>>Glossar<<

Das Akronym BROMMI steht „Bionische Rüsselkinematik für sichere Roboteranwendungen in der Mensch-Maschine-Interaktion“. Der Zusatz TAK („Tripedale Alternanzkaskade“) weist darauf hin, dass der Roboter ausschließlich durch fluidische Muskeln betrieben wird.

>>Bild<<



BROMMI:TAK im Haushalt.

Foto U. Dahl, TU Berlin