

BIONIK

© Fraunhofer IPA



NATÜRLICH GENIAL

PORTRÄT
VON HAIKIEMEN UND WURMSAUGERN

ab Seite 2

TRENDS UND PROJEKTE
ABGUCKEN ERLAUBT

ab Seite 5

Pomelos sind nicht nur lecker und gesund, sondern auch ziemlich perfekt konstruiert. Fällt eine der runden Vitaminbomben vom Baum, wird sie gut geschützt. Auch bei Stürzen aus mehreren Metern Höhe bleiben Schale und das essbare Innenleben unverfehrt. Grund ist das schaumartige Gewebe zwischen Schale und Fruchtfleisch. Dieser natürliche Aufprallschutz der zur Familie der Grapefruit gehörenden Zitrusfrucht inspirierte Ingenieure zu neuen Technologien für die Stoßdämpfung, zum Beispiel in Helmen, Schutzbehältern oder Fahrzeugen. Ein typisches Beispiel für die Bionik, bei der sich Ingenieurinnen und Ingenieure Tricks aus der Natur abschauen und als Ausgangspunkt für neue Entwicklungen nutzen.

weiter auf Seite 2

In der Bionik suchen Ingenieure entweder in der Natur gezielt nach passenden Antworten auf ihre Fragestellungen (Techno-Pull) oder sie entwickeln, basierend auf einer besonders cleveren Funktion, die in der Natur vorkommt, ein entsprechendes Produkt (Bio-Push). Dabei geht es nicht darum, Tiere oder Pflanzen einfach nachzubauen, sondern darum, ein Wirkprinzip zu verstehen und technisch umzusetzen. Die Kombination aus systematischer Auswertung vieler Anregungen aus der Natur und der anschließenden gezielten Anwendung von Bionik hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einer bedeutenden Innovationsquelle entwickelt. Mittlerweile setzen kleine und große Unternehmen darauf, die biologischen Bauprinzipien und die Strategien der Natur für neue Produkte und Anwendungen aufzugreifen. So leitet die BMW Group beispielsweise das Bionik-Forschungsprojekt BISS (Bio-inspired Safety Systems), an dem sich unter anderen Firmen wie Adidas und Hochschulen wie die die Universität Bayreuth (Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe) beteiligen.



Die Pomelo – eine Frucht mit Stoßdämpfer – inspirierte die Entwicklung moderner Protektorensysteme

Und auch die Anzahl der Branchen wächst, in denen Bionik zum festen Bestandteil in Entwicklungsabteilungen wird. In der Medizintechnik – zum Beispiel bei der Entwicklung von Prothesen – ist die Natur schon lange ein gern genutztes Vorbild und in der Automobilindustrie liefert die Bionik wichtige Ansätze bei der Suche nach Materialien für Leichtbauweisen. Auch in Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Kernkompetenz der deutschen Wirtschaft, hält der bionische Gedanke zunehmend Einzug. Bei Festo, dem Hersteller von Automatisierungs- und Steuerungstechnik aus Baden-Württemberg, hat es schon Tradition, jedes Jahr zur Hannover Messe ein neues bionisches Produkt zu präsentieren. In den vergangenen Jahren bevölkerten so schon Vögel, Raupen oder Kängurus die größte Industriemesse der Welt (siehe auch Seite 5).

Wenn Begriffe wie Industrie 4.0 mit Leben gefüllt werden sollen, kann der prüfende Blick in die Natur hilfreich sein, etwa bei der direkten Interaktion von Menschen und Robotern. Und wenn in der Fabrik der Zukunft eine Vielzahl von digitalen Akteuren zusammenarbeiten soll, wird möglicherweise künstliche Intelligenz benötigt, die ihr Vorbild im Schwarmverhalten von Fischen oder Bienen findet.

Damit die Bionik ihr Potenzial weiter entfalten kann, sind Nachwuchsingenieure gefragt, die das Thema idealerweise schon während ihrer Ausbildungszeit kennenlernen. Daher bieten zahlreiche Hochschulen mittlerweile spezielle Bionik-Studiengänge an, zum Beispiel in Bremen, Bocholt oder Kleve. Eine gute Chance für angehende Ingenieurinnen und Ingenieure, die sich für ein interdisziplinäres Studium interessieren.



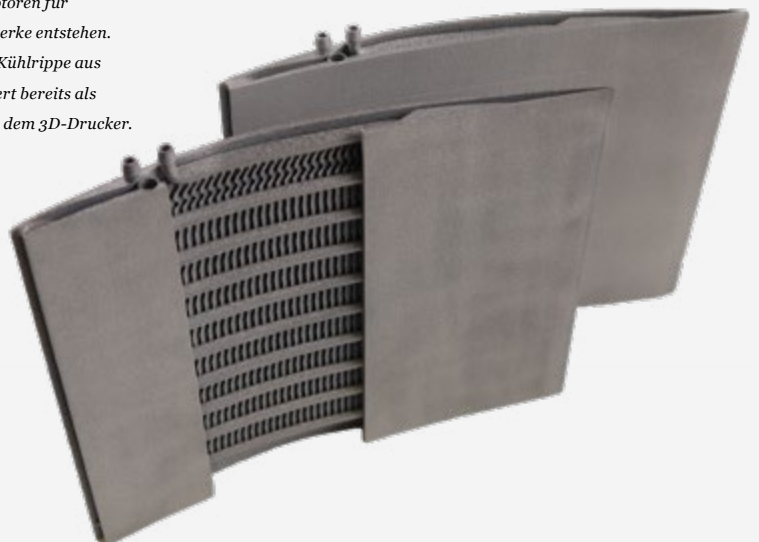
VON HAIKIEMEN UND WURMSAUGERN

Julia Schmidt-Petersen hat einen bemerkenswerten akademischen Weg zurückgelegt, bevor sie bei der EOS GmbH als Bionikerin landete

In der Bionik verschmilzt die Liebe zur Biologie mit der Leidenschaft für die Technik zu völlig neuen technologischen Möglichkeiten. Eine kreative Ingenieurdenke bereitet dafür den Weg und der industrielle 3D-Drucker formt das fassbare Ergebnis. Eine Reise in die Evolution der Technik.

Anglerfische stülpen ihren Mund nach unten aus und saugen dann derartig schnell Würmer ein, dass der Fressakt mit bloßem Auge kaum zu sehen ist. Immerhin zeigt die Hochgeschwindigkeitskamera, wie das Fischchen dieses biomechanische Wunder technisch vollbringt. Aber Forscher auf der ganzen Welt haben sich Gedanken darüber gemacht, wie genau der Tropfenfisch das wohl schafft.

Vorbild: Haihäkchen. Aus diesen grauen Elementen sollen Kühlroten für Düsentriebwerke entstehen. Die einzelne Kühlrippe aus Metall existiert bereits als Hightech aus dem 3D-Drucker.





© Michael Bokelmann

Leider waren ihre Ergebnisse alle falsch. Bis Julia Schmidt-Petersen Lust aufs Thema hatte, sich in das Kiefersystem aus 22 Gelenken und verschiedenen Spannsystemen vertiefte und schließlich beweisen konnte, wie es wirklich funktioniert – das High-speed-Maul. Ihre Ergebnisse sind nun State of the Art. Und das mit einer Semesterarbeit.

1 BACHELOR, 2 MASTER

„Wenn man merkt, dass es ein bestimmtes Themenfeld gibt, das einen so richtig begeistert, und kein anderer kann diese Begeisterung teilen, dann ist man auf dem richtigen Weg“, sagt die heute 30-jährige Ingenieurin und skizziert damit ihren ziemlich beispiellosen Weg über Auszeichnungen, Stipendien, zahlreiche Auslandserfahrungen und einen Bachelor mit zwei Mastern. Der letzte führte sie schließlich zum Ingenieurabschluss in der Bionik an der Hochschule Bremen. Dass sie in der Zwischenzeit im Smithsonian Tropical Research Institute tätig war, fünf Wochen mit dem Forschungsschiff Polarstern über die Meere zog und auf einer Konferenz in Chattanooga im US-Bundesstaat Tennessee präsentierte, ist ein viel zu knappes Destillat ihrer akademischen Zeit. Fest steht: Hier treffen sich Phantasie, Präzision, Komplexität und Leichtigkeit in einer Person, die schließlich im Unternehmen EOS in Krailling bei München landete. Einem Unternehmen, das weltweit rund 1.300 Mitarbeiter zählt und das dem Thema Bionik eine industrielle Qualität gibt, die weltweit abgefragt wird.



© Michael Bokelmann

Die Röhren sind eine auf Leichtbau optimierte Halterung, die in dieser Maschine produziert/gedruckt wurden. Die fertigen Teile können in der Zukunft zum Beispiel im Motorsport eingesetzt werden.

STEILVORLAGE FÜR DEN 3D-DRUCK

Also startete Julia Schmidt-Petersen mit 28 Jahren, den Bachelor und die zwei Master in der Tasche, als Applikationsspezialistin. „Ich kann mich an mein erstes bionisches Bauteil gut erinnern. Dabei ging es darum, dass die meisten Bäume unten dick sind und sich dann nach oben verschlanken. Diesen Anstieg kann man mathematisch mithilfe des Mattek-Radius berechnen. Und genau so haben wir ein Titanbauteil auf einer Platte fixiert und stabilisiert.“ Bionik par excellence. Vielleicht nicht ganz so spektakulär wie die Idee, jene besondere Wirkungsweise von Haikiefern mit den Kühlrohren in einer Flugzeugdüse zu verschmelzen. Tatsächlich basieren die Atmung von Haien und die Temperaturübertragung bei Kühlern auf ähnlichen physikalischen Funktionen. Darauf muss man erst mal kommen. Ein Paradebeispiel für die etwas andere Art in bionischen Sphären zu denken und zugleich eine Steilvorlage für den Einsatz von 3D-Druckern, wie sie EOS anbietet. Heute kann man damit Teile fertigen, die mit konventionellen Fertigungsmethoden nur sehr schwer oder gar nicht produzierbar sind, auch aus Stahl, Aluminium oder Titan. Es gibt keine Grenzen. Außer die im Denken.



© Michael Bokelmann

Das Anschauungsmodell eines Knochens aus Polyamid. Die Gitterstruktur zeigt, dass der Formvielfalt keine Grenzen gesetzt sind. Knochenstrukturen, die tatsächlich in den Körper eingesetzt werden, können ebenfalls gedruckt werden, sind dann aber aus Titan.



WAS MIT BIONIK

Die Themen 3D-Druck und Bionik sind eng miteinander verzahnt. Das eine kann zwar ohne das andere, aber die Kombination kann helfen, Herausforderungen bei Bauteilen zu überwinden, die konventionell bisher unlösbar waren. Und nur zur Erinnerung: Bei den klassischen Produktions-

methoden wird beispielsweise gefräst oder gedreht – es wird also etwas vom Ausgangsmaterial weggenommen. Je mehr man entfernt, desto mehr Arbeit ist nötig, umso teurer wird das Produkt. Beim pulverbasierten, industriellen 3D-Druck wird ein Bauteil Schicht für Schicht aufgebaut – das additive Verfahren. Da wo es die Daten nicht vorgeben, wird auch kein Pulver aufgeschmolzen. Damit bedienen beide Themen eine der größten Herausforderungen vieler Branchen – den Leichtbau. Dieser ist dank Bionik günstig geworden und eine perfekte Symbiose für jede Form der Mobilität, in der es auf Leichtigkeit und Stabilität gleichermaßen ankommt. Auch deshalb will nahezu jedes produzierende Unternehmen früher oder später ‚was mit Bionik‘ machen. Bloß wissen viele noch nicht wie. Genau hier greift Julia Schmidt-Petersen ein und verknüpft die Ingenieurkunst mit den Erkenntnissen aus der Welt des Lebens.

KAKTUSKELETT

„Mein neues Lieblingsbeispiel sind Kakteenskelette. Das ausgetrocknete Kaktuskelett weist eine sehr stabile Gewebestruktur auf und wiegt bei einem Meter Höhe trotzdem nur wenige Gramm. Bei eingehender Untersuchung kann man sehr interessante Strukturen erkennen, die man mit dem 3D-Drucker einfach nachahmen kann.“ Dieses Thema hat zwar noch keine Anwendung in der Wirtschaft gefunden, aber Kunden verstehen damit nicht nur, was möglich ist, sie suchen auch nach Anwendungen in ihrem Sinne. Die Huhn- und Ei-Frage erübrigt sich damit – mal ist die Technik zuerst da, mal die Anwendung. Und alle sind gemeinsam auf der Suche nach einem Sinn.

GÖTTIN DER MORGENRÖTE

Noch als Studenten kauften Schmidt-Petersens Eltern ein Ferienhäuschen auf der griechischen Halbinsel Peloponnes – direkt am Meer. Mit acht Jahren hielt sie dort das erste Mal eine elektrische Säge in der Hand. Kurz darauf einen Bohrer. Der Vater sanierte das Traumhaus der Zukunft als Bauingenieur nach allen Regeln der Baukunst, und das Meer war doch immer so nah. Viele Wochen im Jahr. Im Rückblick zeichnen Lebenswege oftmals einen Verlauf, in dem sich auch Abzweigungen wie selbstverständlich vereinen. Nur zu amüsant, dass auch EOS der griechischen Mythologie entspringt und als Göttin der Morgenröte Aufbruch und Neustart verspricht. Fast wie die Bionik selbst.



© HS Bremen

DIE BIONIK IST LÄNGST ÜBERALL

Prof. Dr. Antonia Kesel ist Leiterin des B-I-C (Bionik-Innovations-Centrum) der HS Bremen und Studiengangsleiterin der Studiengänge Bionik im Bachelor und Master.

WAS VERSTEHEN SIE UNTER BIONIK?

Der Begriff Bionik wird international sehr unterschiedlich definiert. In Deutschland ist die Bionik eine Mixtur aus Biologie und Technik. Technik meint hier auch Design, Architektur, Wirtschaftswissenschaften etc. Die Amerikaner und Engländer verwenden „bionic“ im Sinne unserer Prothetik, also dem Ersatz ausgefallener Organe durch Implantate sowie Arm- oder Beinprothesen. Aber egal wie, unser Fokus liegt auf dem Verstehen der Phänomene aus der Natur. Und was uns immer wieder beeindruckt, ist die immense Ressourceneffizienz, die weit über das hinaus geht, was wir mit unseren technologischen Ansätzen heute realisieren können.

ZUM BEISPIEL?

Da braucht man gar keine Beispiele zu nennen. Alles was biologische Organismen herstellen und durchführen ist über Jahrmillionen darauf optimiert, so wenig Energie wie möglich zu verwenden. Die Natur arbeitet also nach der Maxime: „So wenig wie möglich und so viel wie nötig.“ Alleine daraus kann man wahnsinnig viel übernehmen. Und da haben wir die Adaption konkreter Details aus der Welt des Lebens noch gar nicht bedacht.

WIE VERBREITET IST DIE BIONIK AN DEN HOCHSCHULEN?

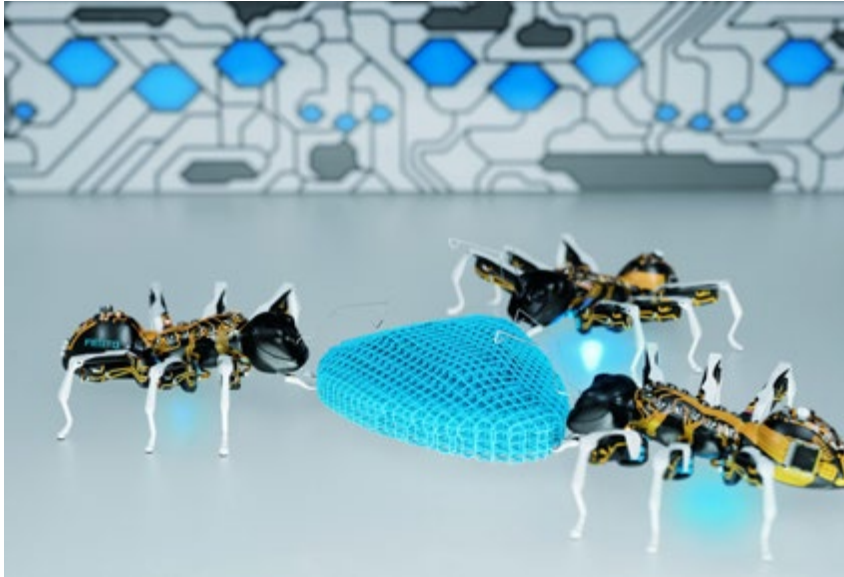
Es gibt bundesweit nur eine Handvoll Bionik-Studiengänge. Das hat damit zu tun, dass dieses Studium alles andere als trivial ist, und dass man auch in der Lehre immer Menschen braucht, die in Biologie und Technik richtig gut sind. Und da gibt es schlichtweg nur wenige Menschen, auf die das zutrifft und die dann auch noch Lust auf die Hochschule haben. Zugleich gibt es bundesweit kaum noch eine Fakultät, die nicht wenigstens Module und Teilveranstaltungen zur Bionik anbietet.

WIE SEHR IST DIE BIONIK IN DER PRODUKTWELT VON HEUTE ANGEKOMMEN?

Wenn Sie nur den Automobilmarkt nehmen, dann steckt schlichtweg in jedem Auto, das jünger als zehn Jahre ist, Bionik. So sind die Leichtbaustrukturen in den tragenden Karosserieteilen alle nach bionischen Vorbildern optimiert. Sehr ähnlich sieht das in der Luftfahrtindustrie aus. Der Nachteil für die Bionik ist, dass es nirgendwo draufsteht.

BRAUCHT DIE WIRTSCHAFT ALSO IMMER MEHR BIONIKER?

Wir nehmen im Jahr etwa 30 junge Menschen auf, die noch vor dem Abschluss ihrer Bachelorarbeit wahrscheinlich einen festen Arbeitsplatz irgendwo auf der Welt besitzen. Die Antwort auf Ihre Frage lautet also: ja. Bundesweit bilden die Hochschulen etwa 200 Absolventen aus. Und egal wo diese ausgebildet wurden, sie haben alle gelernt, transdisziplinär zu denken und zu arbeiten – und das sucht die Industrie händeringend.



Die BionicANTs verfügen nicht nur über die filigrane Anatomie der natürlichen Ameise, auch das kooperative Verhalten der Tiere wird mittels komplexer Regelalgorithmen erstmals in die Welt der Technik übertragen

NEUE HÜFTE MIT DEM WESPENBOHRER

Die gemeine Holzwespe (*Sirex juvencus*) legt ihre Eier in bis zu sechs Zentimeter tiefe Löcher, die sie selbst in gefällte oder abgestorbene Bäumen bohrt. Um das leisten zu können, nutzt sie eine Technologie, die jeden Heimwerker vor Neid erblassen lässt. Denn mit ihrer speziellen Technik, dem sogenannten Pendelhubverfahren, dringen die Holzwespen leicht auch in hartes Material ein. Der Legestachel dieser Insekten setzt sich aus drei voneinander unabhängigen Raspeln zusammen, sodass sie ohne Rotationsbewegungen bohren können und sich nicht sehr schnell um ihre



Forscher des Fraunhofer IPA entwickelten einen Bohrer, der so präzise bohrt wie die Holzwespe

eigene Längsachse drehen müssen. Dieses Prinzip machten sich Forscher des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA zunutze. Sie entwickelten einen Knochenbohrer namens Sirex, der aufgebaut ist wie die dreiteilige Raspel der Holzwespe. Damit können beispielsweise Löcher für die Befestigung von künstlichen Hüftgelenken beim Patienten auf sehr sanfte und schonende Weise gebohrt werden. Das ist bisher meist eine riskante und aufwendige Angelegenheit, da die eckigen Löcher zum Verankern der künstlichen Hüfte im Oberschenkelknochen im Operationsaal aktuell noch von Hand gesägt werden. Auch in anderen Einsatzgebieten wie dem Baugewerbe, bei der Gartenarbeit oder im Heimwerkerbereich verspricht man sich Vorteile von Sirex.

Hendrik Marius Jonkers stand mit seiner Idee für selbstheilenden Beton im Finale des Europäischen Erfinderpreises 2015

BIONIK FÜR DIE FABRIK DER ZUKUNFT

Das Esslinger Unternehmen Festo hat die Bionik schon seit Anfang der 1990er Jahre im Blick. 2006 wurde das Festo Bionic Learning Network gegründet, das regelmäßig seine neuesten Entwicklungen präsentiert. Quallen, Pinguine oder Schmetterlinge sind nur einige Beispiele für natürliche Vorbilder, die in die Entwicklung von Automatisierungstechnik eingeflossen sind. Aktuell konzentriert sich Festo auf bionische Produktionstechnik. Der 3D Cocooner ahmt die Fähigkeit von Spinnen und Schmetterlingsraupen nach, die aus ihren Spinnfäden äußerst haltbare und komplexe Formen gestalten können, eine wichtige Voraussetzung für individuelle Fertigung. Bei den BionicANTS ist das kooperative Verhalten von Ameisen das natürliche Vorbild für das autonome Zusammenspiel intelligenter Einzelkomponenten in der Fabrik der Zukunft. Ganz frisch wurde im April auf der Hannover Messe 2018 der BionicCobot vorgestellt. Der Leichtbauroboter kann analog zur Bewegungsdynamik des menschlichen Arms sehr flexible und feinfühligere Bewegungen ausführen. Dadurch wird die Verletzungsgefahr für den Menschen bei der Zusammenarbeit mit dem Roboterkollegen reduziert.

SELBSTHEILUNGSKRÄFTE VON BETON

Stahlbeton ist heute unverzichtbar für Gebäude sowie im Straßen- und Brückenbau. Doch im Hinblick auf den großen Sanierungsbedarf verbunden mit hohen Kosten sind Bauingenieure und Materialwissenschaftler immer auf der Suche nach kostengünstigeren und gut umsetzbaren Ideen zur Verbesserung des Baumaterials. In Betonkonstruktionen zeigen sich recht schnell Risse. Dringt Wasser ein, wird die Substanz weiter geschädigt. Ein niederländischer Forscher hat sich dieses Problems angenommen und will dem Stahlbeton mithilfe der Natur zu mehr Stabilität verhelfen. Hendrik Marius Jonkers entwickelte an der TU Delft die Idee, dem Betongemisch Bakterien hinzuzufügen. Bis diese mit Wasser in Berührung kommen, sind sie in Tonpellets eingeschlossen. Erst bei Nässe werden sie aktiv, kriechen aus den Pellets und verarbeiten dem Beton beigemischt Kalziumlaktat

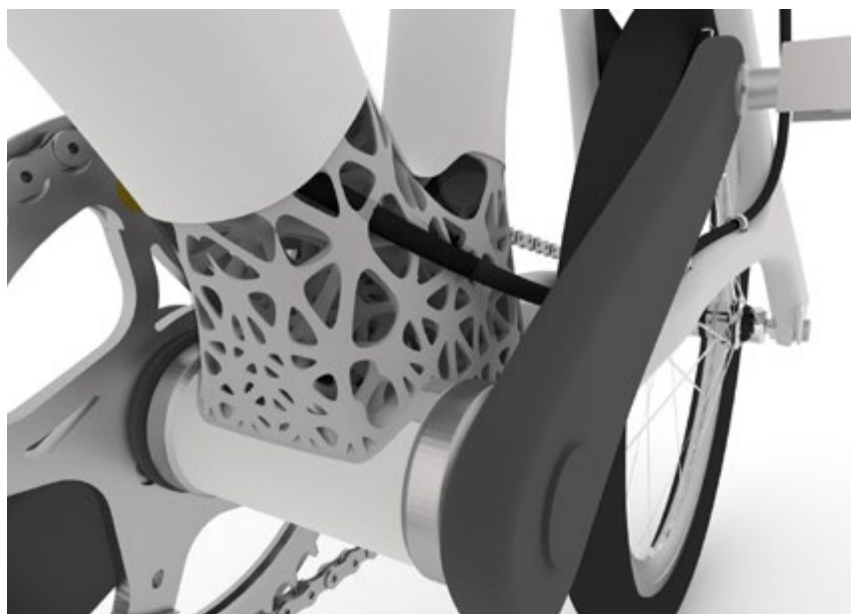


zu Kalkstein. Auf diese Weise werden bis zu 0,8 Millimeter breite Risse einfach wieder verschlossen. Bei diesem Stahlbeton dient die Natur also nicht nur als Vorbild für die Technik, sondern wird in Form von Bakterien selbst aktiv.

Der Legende nach erfand der Franzose Joseph Monier den Stahlbeton, als er sich beim Gärtnern über die schlechte Qualität von Pflanzkübeln ärgerte und Zement mit Eisenelementen mischte, wodurch er stabilere Pflanzkästen erhielt. Stahlelemente, die als Bewehrungsstahl in Beton eingelegt werden und Konstruktionen wie Betonbrücken oder Hochhäuser ermöglichen, nennt man noch heute Moniereisen.

PLANKTON FÜR ELISE

Evolutionary Light Structure Engineering oder kurz ELiSE nennt sich ein Verfahren, das am Alfred-Wegener-Institut (AWI), dem Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, entwickelt wurde. Ziel der beteiligten Forscher ist es, den Aufbau der Schalen und Panzer von Algen, Plankton sowie anderer Kleinstlebewesen aus dem Meer zu analysieren, um aus den Strukturen der winzigen Organismen



Das beim AWI in Bremerhaven entwickelte Faltrad Bionic Bike verdankt sein geringes Gewicht der Struktur einer Kieselalge

Entwürfe für neue Leichtbaukonstruktionen abzuleiten. Die Teilchen aus dem Meer eignen sich hervorragend für den bionischen Ansatz, da sie sich sehr effizient bewegen und so ihren Energieverbrauch äußerst gering halten können. Die natürlichen Anschauungsobjekte erhält das ELiSE-Team zum großen Teil durch Proben, die das Forschungsschiff Polarstern von seinen Expeditionen mitbringt. So entstand eine Datenbank mit rund 90.000 maritimen Vorbildern, die die Forscher zur Entwicklung entsprechender Leichtbaukonstruktionen inspirieren. Davon profitieren Unternehmen aus allen Branchen. Zu den Referenzen zählen Firmen wie MAN, Vorwerk oder Miele. Ein herausragendes Beispiel für den erfolgreichen Einsatz der Methode ist das Bionic Bike. Die Schale von winzigen Kieselalgen diente hier als Ansatz für die Leichtbaustrukturen. Mithilfe von 3D-Druck konnten ein einzigartiges Design umgesetzt und 60 Prozent Gewicht eingespart werden.

BIONIC AWARD 2018



Im Oktober verleiht der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) wieder den Bionic Award der Schauenburg-Stiftung. Durch den mit 10.000 Euro dotierten Preis werden alle zwei Jahre praxisorientierte Arbeiten junger Forscherinnen und Forschern ausgezeichnet, die die Innovationskraft der Bionik nutzen. 2016 gewann ein Team, das für den Transport von Flüssigkeiten auf Oberflächen die Hautstruktur der texanischen Krötenechse zum Vorbild nahm.

BIONIK STUDIERN

Es gibt mittlerweile einige Studiengänge, bei denen man sich von Anfang an auf das Thema Bionik fokussieren kann, zum Beispiel in Bremen, Kleve oder Bocholt.

Studiengänge, die zu deinen Zielen und Wünschen passen, findest du auf der think ING. Website unter: [s.think-ing.de/finder](https://www.think-ing.de/finder)

IMPRESSUM

Herausgeber

GESAMTMETALL

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.

Voßstraße 16 - 10117 Berlin

Verantwortliche Leitung

Wolfgang Gollub

Redaktion und Gestaltung

concedra GmbH, Bochum

Druck

color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Alle in dieser kompakt enthaltenen Inhalte und Informationen wurden sorgfältig auf Richtigkeit überprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Angaben übernommen werden.

GESAMTMETALL

Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie