



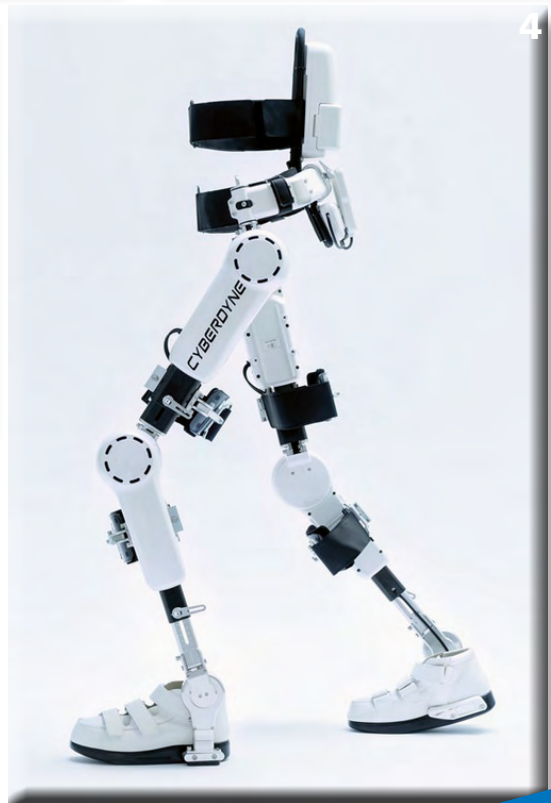
1



2



3



4



5

- **BIONIK**
- **MINT**
- **Aus den Bezirksvereinen**

**Aktuelle Informationen und Veranstaltungen:**

- [www.vde-kurpfalz.de](http://www.vde-kurpfalz.de)
- [www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)

# Editorial

*Liebe Mitglieder, sehr geehrte Damen und Herren,*

„Bionik verbindet Technik und Biologie mit dem Ziel der Übertragung und Anwendung von Erkenntnissen der biologischen Forschung zur Lösung technischer Problemstellungen“, heißt es in einer Informationsschrift des VDI-Kompetenzfeldes Biotechnologie. Nicht von ungefähr ist es naheliegend, biologische Vorbilder zu nutzen, um technische Fragestellungen „bionisch“ zu lösen – ist doch auf jede gute Idee oftmals die Natur zuerst gekommen.

Es gibt eine Vielzahl von Entwicklungen, auf die es sich lohnt, einen genaueren Blick zu werfen. Deshalb haben wir diese Ausgabe des **technikforum** dem Schwerpunktthema „Bionik“ gewidmet – natürlich in dem Wissen, dass wir in diesem Rahmen nur einen Ausschnitt zeigen können und für viele weitere interessante Aspekte kein Raum ist.

VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz hatten im April (VDI) und Mai (VDE) ihre jeweilige Jahresmitgliederversammlung. Wie jedes Jahr berichten wir ausführlich über diese wichtigen Veranstaltungen. In dieser Ausgabe stellen wir Ihnen zudem je die neu gewählten Vorstände vor. Abgerundet werden die Berichte aus den beiden Vereinen über Aktivitäten der Studierenden.

MINT (**M**athematik **I**nformatik **N**aturwissenschaft **T**echnik) zu fördern ist für VDE und VDI eine wichtige Aufgabe. In diesem Jahr liegt der Ansatz in der Region in der direkten Unterstützung von Schulen, die sich um eine besondere Förderung beworben hatten. Es gibt inzwischen die ersten Berichte über diese Initiativen, die wir Ihnen gerne vorstellen.

Ihr Redaktionsteam und Ihre Vorsitzenden



Nordbadisch-Pfälzischer  
Bezirksverein



## Cover:

- Foto 1:** Nahaufnahme: Spinnen, die 3-D-drucken können; Foto: Siemens  
**Foto 2:** VDI-Mitgliederversammlung bei KSB Frankenthal; Foto: KSB  
**Foto 3:** MINT-Nacht am Leibniz-Gymnasium Pirmasens; Foto: Hoock/privat  
**Foto 4:** HAL-Roboter-Anzug; Foto: Cyberdyne Care Robotics GmbH  
**Foto 5:** Neuer VDE-Vorstand; Foto: Kunkel

## Aus dem Inhalt:

Editorial 2

## Bionik

Schlaglicher und Reflexionen 3

Lernen von der Natur 5

Entwickeln im Sinne der Natur 7

Exoskelett – Gelähmte  
lernen Gehen 8

Vorbild Flora und Fauna 10

Bionik im ExploHeidelberg 11

Wenn Spinnen drucken 12

Wie Maschinen lernen 14

Künstliche Photosynthese 16

Hochschulen Forschungsförderung 18

## VDE-VDI-MINT

Lego education  
Innovation Studio 19

MINT-Kongress 19

Schulvivarium 20

Geförderte MINT-Projekte 21

MINT-Nacht 22

## VDE-VDI-MINT

VDI Mitgliederversammlung 23

VDI Arbeitskreis Hochschule 27

VDE Ehrung der Jubilare/innen  
und Mitgliederversammlung 29

Veranstaltungen 32

Impressum 32

Sie finden das aktuelle

**technikforum**

sowie vorangegangene Ausgaben auf den Homepages:

[www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)

[www.vde-kurpfalz.de](http://www.vde-kurpfalz.de)



# Bionik – einige Schlaglichter und Reflexionen

*Wenn Phänomene aus der Natur zum Erkennen von technischen Lösungen dienen und auf die Technik übertragen werden, spricht man von Bionik – einem interdisziplinären Tummelplatz von Ingenieuren, Technikern, Naturwissenschaftlern, Architekten und auch Designern.*

Dabei sind es nicht nur hochkomplexe Technologien beispielsweise in der Aerodynamik, die von der Natur inspiriert sind. Vielmehr steckt das Vorbild der Natur auch in so vermeintlich einfachen Alltagsgegenständen wie dem Klettverschluss oder dem Salzstreuer. Der „Klassiker“, der so genannte Lotus-effekt, war eine der ersten Entwicklungen, mit der die breite Öffentlichkeit auf das Thema Bionik aufmerksam wurde.

Ähnlichkeiten zwischen Biologie und Technik seien jedoch noch lange keine Bionik, heißt es in den Fachdiskussionen. Vielmehr müssten im engeren Sinne auch die Funktionsweise und der Zweck übereinstimmen.

## Pseudo-Bionik?

Deshalb sei Vorsicht geboten bei der Benutzung des Begriffs, mahnt beispielsweise Ingo Rechenberg in seiner Bionik-Vorlesung an der Technischen Universität Berlin: Nicht alles, was unter dem Motto Bionik läuft, sei auch solche, sagt der Dozent. Vielmehr gäbe es zahlreiche Beispiele für fälschlicherweise als Bionik ausgeflaggten Produkten – von ihm als „Pseudo-Bionik“ bezeichnet.

Als ein Beispiel hierfür führt er an, dass die Antenne eines Seidenspinnermännchens oft mit der Antenne des Fernsehempfängers unter Bionik subsumiert wird. In der Tat lassen sich bei beiden Antennen zwar offensichtliche Ähnlichkeiten ausmachen. Verschieden ist jedoch der Zweck: Das Tier benutzt seine als Messgerät, um den Sexuallockstoff der Weibchen zu erfassen. Dagegen sind es elektromagnetische Felder, die eine Funkantenne einfangen soll.

## Mohn und Lotos

Patin für den Salzstreuer war für Raoul Heinrich Francé die Mohnpflanze. Zu Zeiten dieses im Jahr 1874 in Wien geborenen Biotechnik-Pioniers (gest. 1943) waren Salzfüßchen auf dem Tisch üblich. Francé ärgerte sich angeblich darüber, dass er damit das Salz nur ungleichmäßig über die Speisen streuen konnte. Also nahm er die Mohnkapsel als Vorbild und entwickelte einen Salzstreuer, den er auch patentiert bekam.



Die Mohnkapsel sorgt dafür, dass sich die Samen verbreiten.

Foto: Wald1siedel, Wikimedia Commons



Deckel eines Salzstreuers für gezieltes Streuen

Foto: Frank C. Müller, Wikimedia Commons

Die mikro- und nanoskopische Oberflächenstruktur der Lotosblätter ist biologisches Vorbild von innovativen Oberflächen und gilt als eines der Paradebeispiele für Bionik. Diese besondere Oberfläche bewirkt, dass Wasser abperlt und als Benefit auch noch Schmutzpartikel mitnimmt.

Seit den 1970er-Jahren ist diese Funktionsweise bekannt, und ab ca. Mitte der 1990er-Jahre wird sie auf industrielle Produkte angewandt. Der geschützte Markenname lautet übrigens „Lotus-Effekt“, eine andere Schreibweise der Lotosblume (Nelumbo).

Aber nicht nur die Pflanze aus der Gattung der Nelumbonaceae verfügt über diesen besonderen Wasser- und Schmutz abweisenden Effekt. Zu beobachten ist er beispielsweise in der Flora auch bei der Kapuzinerkresse und der Akelei oder in der Fauna bei vielen Insektenflügeln.

## Haften wie eine Klette

Jeder Hundehalter oder Besitzer von freilaufenden Katzen kennt den Ärger: Im Fell des Haustieres haften nach einem Spaziergang in der Natur lästige grüne oder braune stachelige Kugeln. Korrekt bezeichnet, handelt es sich um reife Früchte der *Arctium minus*, vulgo: Der Kleinen Klette.

Was den Besitzern des Tieres eher lästig und dem Vierbeiner unangenehm ist, muss jedoch als eine Erfolgsgeschichte der Bionik verbucht werden: Der Klettverschluss.

Der Schweizer Ingenieur George de Mestral (1907–1990) meldete im Jahre 1955 seine Erfindung des Klettverschlusses zum Patent an. Er war ein Hundebesitzer, dem die Kletten im Fell seines vierbeinigen Freundes so lästig waren, dass er sich mit deren Funktionsweise näher beschäftigte.

In perfekter Imitation der Biologie besteht ein Klettverschluss aus einem Hakenband mit einer großen Anzahl elastischer Häkchen. Das Gegenstück ist eine Art Flauschband mit zahlreichen feinen Schlingen. Wie beim Tierfell verfangen

sich die Häkchen in den Schlingen – und fertig ist der Klettverschluss.



Detailaufnahme einer Klette  
Foto: iStock, MarinaZg

### Vom Vogelflug zur modernen Luftfahrt

Sommer – Urlaubszeit – Reisezeit – volle Urlaubsflieger: Wer denkt dabei an die ersten Unterrichtseinheiten, wenn Grundlagen der Aerodynamik auf einem Studienplan stehen? Ingenieure/innen wissen, warum ein Flugzeug sich in den Himmel erheben kann. Übt doch die sich langsamer bewegende Luft an der Unterseite der Tragfläche eine größere Kraft aus, als die Kraft an der Oberfläche, an der sich die Luft schneller bewegt. Die Kurzform lautet: Auftrieb durch Druckunterschied.

Dieses physikalische Prinzip war schon Grundlage von Leonardo da Vincis Idee, die Flug- und Gleitfähigkeit von Fledermäusen auf Flugmaschinen zu übertragen. Sein Gedanke gilt für viele als erstes Beispiel für Bionik – sprich: Phänomene der Natur auf Technik zu übertragen.

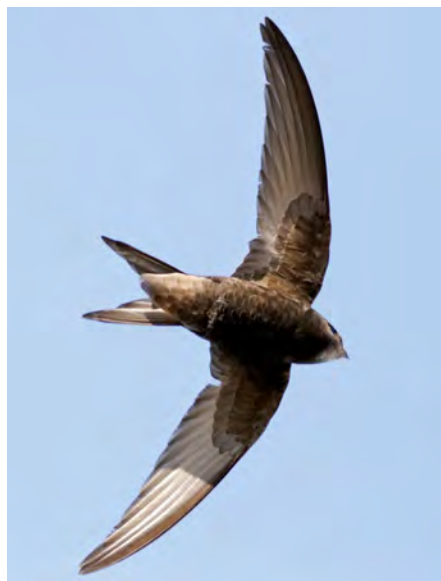
Auch den damals revolutionären Ideen des Luftfahrt-Pioniers Otto Lilienthal (1848–1896) standen Flügel von Vögeln Pate.

Ein Vogel war es auch, der den Luftfahrtingenieuren in den vierziger Jahren des letzten Jahrhunderts am US-amerikanischen Langley Memorial Aeronautical Laboratory die Inspiration gab, um Überschallflugzeuge zu konstruieren.

Nachdem den Ingenieuren im Außenposten des National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) mit dem von ihnen entwickelten Luftstrahltriebwerk ein ausreichend starkes Triebwerk für große Geschwindigkeit zur Verfügung stand, wagte man sich an die Schallgeschwindigkeit. Darf man doch nicht vergessen, dass im Zweiten Weltkrieg den Luftkämpfen eine zunehmend kriegsentscheidende Rolle zukam.

Lange galten die eintausendeinhundertfünfundzwanzig Stundenkilometer als die Grenze der Maximalgeschwindigkeit, mit der sich ein Flugzeug durch die Luft bewegen könne. Die Befürchtung: Bei Mach 1 verdichten sich Luftmoleküle vor dem Flugzeug so stark, dass sie eine Schockwelle bilden, die bei Durchbrechen der Schallmauer das Flugzeug mitsamt Pilot zerreißt.

Doch der Versuch war erfolgreich! Es war die US Army Air Forces fliegerlegende Charles Elwood „Chuck“ Yeager, der am 14. Oktober 1947 mit einem von der NACA gebauten Flugzeug unversehrt mit MACH 1,06 die Schallmauer durchbrach. Gelungen war den Konstrukteuren der Bell X-1 dies, indem sie die pfeilförmigen Delta-Flügel nach hinten abschrägten. Abgeschaut hatten sie diese technische Finesse bei den Flügeln eines Mauerseglers (*Apus apus*).



Die Flügel des Mauerseglers waren Inspiration für die Entwicklung der Tragflächen des ersten Überschallflugzeugs.

Foto: iStock, MikeLane45

### Prothetik

Im Deutschen Historischen Museum in Berlin gibt es ein besonderes Exponat, das einen weiteren Aspekt von Bionik verdeutlicht, hohen Seltenheitswert hat und als eines der ältesten Beispiele für Prothetik in Deutschland gilt: Die „Grüninger Hand“ aus dem frühen 16. Jahrhundert.



Frühes Meisterstück: Die Armprothese „Grüninger Hand“, entstanden wahrscheinlich um 1510. Weder ist bekannt, wer sie gefertigt, noch wer sie getragen hat. Manche Fachleute mutmaßen, sie könne aus derselben Werkstatt stammen wie die berühmte „eiserne Hand“ des Götz von Berlichingen (1480–1562). Foto: Deutsches Historisches Museum, Berlin/S. Ahlers

Es handelt sich hierbei um eine Armprothese, vermutlich gemäß der Beschreibung des Museums gefertigt für einen „Ritter von Stand“. Die Prothese bildet den rechten Unterarm einschließlich des Ellenbogens nach. Das künstliche Ellbogengelenk ließ sich in sechs verschiedene Positionen bringen. Auch konnten mittels eines Knopfdruckmechanismus bis auf den Daumen die Finger bewegt werden, wenn auch nicht einzeln, sondern nur en bloc.

Die Prothetik, also die Entwicklung und Herstellung von künstlichem Ersatz für Körperteile, spielt heute in der Behandlung und Rehabilitation von Patienten mit körperlichen Beeinträchtigungen eine große Rolle. „Hightec lässt Gelähmte wieder gehen“, fasst Wolfgang Daniel, der Vorstandsvorsitzende der in Heidelberg ansässigen Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) den State of the Art in moderner Prothetik zusammen. Über diese neusten Entwicklungen berichten wir ab Seite 8.

Sybille Breunig



# Lernen von der Natur

*Biologische Vorbilder können helfen, technische Fragestellungen zu lösen. Auch Roboter – wie die auf den Folgeseiten vorgestellten mobilen Roboter – werden daher inzwischen „bionisch“ entwickelt. Dass das weit mehr ist als nur eine Spielerei, zeigen diverse vielversprechende Anwendungen, die auch in der Industrie 4.0 zum Einsatz kommen.*

Leonardo da Vinci soll wieder einmal den Anfang gemacht haben. Er beobachtete den Flügelschlag der Vögel beim Fliegen und versuchte, einen Flugapparat zu konstruieren, der auf gleiche Weise funktionierte. Allein: Er funktionierte nicht. Ganz so einfach ist das, was man heute „Bionik“ nennt und inzwischen äußerst erfolgreich betrieben wird, eben doch nicht.

Die Vorbilder in der Bionik können tierisch sein, wie bei da Vincis Vögeln, aber auch pflanzlich, wie beim Klettverschluss, dem wohl bekanntesten bionischen Produkt. Die Disziplinen, die sich mit Bionik beschäftigen, sind vielfältig. Nicht nur Biologen, auch andere Naturwissenschaftler sowie Designer, Architekten und natürlich Ingenieure versuchen, die Phänomene der Natur auf die Technik zu übertragen.

Meistens machen sie dies jedoch interdisziplinär, wie jenes Team aus Aachen und Linz, das im vergangenen Jahr für seine Forschungen mit dem International Bionic Award der Schauenburg-Stiftung ausgezeichnet wurde. Gemeinsam haben die Forscher Strukturen entwickelt, um Flüssigkeiten energieneutral in eine gezielte Richtung zu transportieren. Ihr Vorbild: Die texanische Krötenechse. Mit mikroskopisch kleinsten Kanälen auf der Haut sammelt diese Wasser aus ihrer Umgebung. Durch ihre spezifische Hautstruktur fließt es direkt zum Maul. Ein Prinzip, das sich auch auf Kunststoff- und Metalloberflächen übertragen lässt und in vielen Bereichen angewendet werden kann – beispielsweise in Windeln oder für das effizientere Schmieren eines Motors.



Natur als Vorbild

Foto: Credit: Festo AG & Co. KG

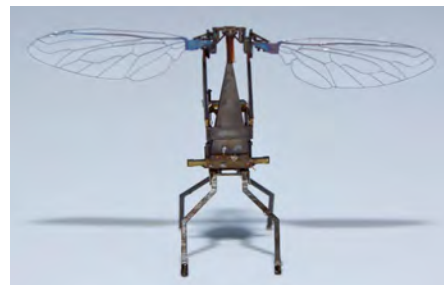
Beispiele wie diese zeigen, dass Bionik technische Komponenten vor allem im Bereich der Robotik weiter optimieren kann. Das hat der Fachbereich Bionik im VDI längst erkannt. Dort werden technische Regeln erarbeitet, die die Umsetzung bionischer Entwicklungen in die technische Anwendung erleichtern bzw. ermöglichen. Bereits 2013 hat der Fachbereich deshalb die Richtlinie „Bionische Roboter“ herausgebracht.

Auch Unternehmen haben die Zeichen der Zeit erkannt, allen voran Festo aus Esslingen. Schon vor gut zehn Jahren wurde mit „Bionic Learning Network“ ein Forschungsverbund mit Hochschulen, Institutionen und anderen Entwicklungsfirmen ins Leben gerufen. Entwickelt werden seitdem diverse mobile Roboter wie die BionicANT, aber auch Industrieroboterkomponenten. Nach dem Vorbild einer Chamäleonzunge entstand zum Beispiel ein Greifer, der durch Umstülpen seiner flexiblen Silikonkappe unterschiedlichste Objekte zu fassen bekommt. Spinnen und Schmetterlingsraupen standen Pate für den sogenannten 3D-Cocooner, der aus einem Glasfaserfaden komplexe und stabile Formen spinnen kann.

### Einfach mal Pause machen

Das in der Bionik weltweit führende Wyss Institute an der Harvard University entwickelte einen winzigen Flug-Roboter, der sich mittels elektrostatischer Kräfte an viele Oberflächen anheften und dadurch während eines Einsatzes energiesparende Flugpausen einlegen kann. Das Konzept haben sich die Ent-

wickler bei Bienen abgeschaut, wie sie im Fachmagazin „Science“ berichten. Angedockt verbraucht der Flugroboter etwa 1000-mal weniger Energie als etwa im Schwebeflug – was einen deutlichen Vorteil bietet. Diese sehr kleinen Drohnen könnten für einen längeren Zeitraum beispielsweise ein Katastrophengebiet aus der Vogelperspektive beobachten und eine Vielzahl an Daten liefern. Bisher ist die Testversion der Robo-Biene zwar noch an feine Stromversorgungskabel angeschlossen, die Entwickler arbeiten aber derzeit an einem leichten Batteriesystem.



„Roboter-Biene“, ein winziger Flugroboter  
Foto: Eliza Grinnell/Harvard SEAS

### Den Körper verstehen

Forscher der Technischen Hochschule Lausanne haben im englischen Fachmagazin „Journal of the Royal Society Interface“ 2016 ihren Pleurobot vorgestellt. Er besteht aus 3D-gedruckten Knochen, motorisierten Gelenken und einem „Nervensystem“ aus elektronischen Schaltkreisen. Und er läuft und schwimmt wie ein Salamander.

Auf der Basis von Röntgenvideos eines Spanischen Rippenmolchs bauten die Forscher die Knochenstruktur in vereinfachter Form nach, um dann die Bewegung dreidimen-

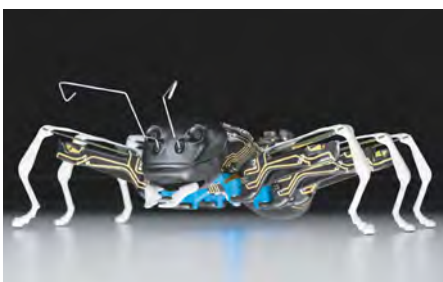
sional nachzuahmen. Sie erhoffen sich dadurch, die Grundlagen des Zusammenspiels zwischen dem Rückenmark und der Bewegung des Körpers besser zu verstehen. Ziel sei es, auf diesem Wege neue Therapien oder Neuroprothesen für gelähmte Patienten zu entwickeln.



Pleurobot Foto: Konstantinos Karakasiliotis & Robin Thandiackal, BioRob, EPFL, 2013

### Gemeinsam stark

Ingenieure des Bionic Learning Networks präsentierten auf der automatica 2016 eine Roboter-Ameise. Interessant sind bei ihr nicht nur einzelne technische Komponenten wie der sogenannte „piezokeramische Biege wandler“ beim Mundwerkzeug und den Beinen des kleinen Roboters. Vor allem wurde das kooperative Verhalten von Ameisen bei der Entwicklung zum Vorbild genommen und mittels komplexer Regelalgorithmen in die Welt der Technik übertragen. Jede einzelne Roboter-Ameise wurde in die Lage versetzt, Entscheidungen autonom zu treffen, sich aber dem gemeinsamen Ziel unterzuordnen und



Roboter-Ameise Foto: Festo AG & Co. KG

so ihren Teil zur Lösung einer Aufgabe beizutragen. Das kooperative Verhalten und die dezentrale Intelligenz dieser „BionicANTs“ soll Ansätze für die Fabrik von morgen liefern.

### Mit doppelter Spannkraft

Die Titelgeschichte des neuen amerikanischen Fachmagazins „Science Robotics“ beschäftigte sich im Dezember vergangenen Jahres mit Salto, einem Roboter, dessen natürliches Vorbild ein kleiner Galago-Affe ist. Dieser kann in vier Sekunden fünf Mal springen und so sagenhafte 8,5 Meter hoch kommen. Dies gelingt ihm nur, indem er die Energie in seinen Sehnen speichert, um diese dann beim nächsten Hüpf zu mobilisieren.

Ähnliches kann nun auch Salto, wenngleich dieser die Energie in Form einer gespannten Feder speichert. Darüber freuen sich nicht nur die Entwickler von der University of California in Berkeley, sondern auch die US-Militärs, die an einem solchen hüpfstarken und geländegängigen Roboter natürlich auch Interesse haben und das Projekt daher finanzierten.



Salto – eine Art Springroboter Foto: Stephen McNally

### Wenn Roboter „leben“

Forscher der Harvard University haben einen Roboter-Rochen konstruiert. Sie ahmen mit ihm nicht nur die Natur nach, sondern integrieren gleich lebende Zellen und nutzen diese als Robotermuskeln. Der gerade mal 16 Millimeter große Softbot besteht aus einem Skelett aus Gold, einer Kunststoffhülle und 200.000 genmanipulierten Herzmuskelzellen von Ratten. Sie ziehen sich zusammen, sobald Licht auf sie fällt, und bewegen so die Flossen des künstlichen Knorpelfischs, wie die Forscher im Fachmagazin „Science“

berichten. Besonders schnell kommt das Tierchen dabei allerdings nicht voran: Gerade mal 1,5 Millimeter pro Sekunde legt es zurück. Und dies auch nur, wenn es in einer Nährstofflösung schwimmt.



Roboter-Rochen Foto: Michael Rosnach

### Starke Softies

An bionischen Robotern aus weichem Kunststoff, sogenannten Softbots, wird vieler Orten geforscht. Kein Wunder, denn im Unterschied zu ihren metallenen Kollegen können sich diese biegsamen und dehnbaren Roboter perfekt ihrer Umgebung anpassen.

Natürliches Vorbild ist dabei häufig der Oktopus. Forscher der Harvard Universität haben jetzt sogar – so schrieben sie kürzlich im Wissenschaftsjournal „Nature“ – einen „Octobot“ entwickelt, der ohne externe Stromversorgung auskommt und sich stattdessen durch ein raffiniertes Wechselspiel von pneumatischem Druck und Chemie bewegt. Wie weit die Forscher mit ihren „soften“ Entwicklungen sind, zeigte die Harvard-Ausgründung Soft Robotics bereits im vergangenen Jahr auf der Hannover Messe – mit einem serienreifen Greifer, der mit seinen fünf Blasebalgartigen Fingern zupackt, wenn Luft in sie hineingepumpt wird.



Octobot Foto: VDE

VDE  
Martin Schmitz-Kuhl



# Bionik: Entwickeln nach Vorbild der Natur

**Der 3. Bionik-Kongress Baden-Württemberg fand Anfang Mai im TECHNOSEUM Mannheim statt. Zielgruppe waren junge Menschen unter 30 Jahren, die ihr Studium abgeschlossen haben und in einem Unternehmen in Entwicklungsprojekten stecken.**

Finanziell unterstützt wurde der Kongress u.a. vom VDI Nordbaden-Pfalz. Die Organisation lag in diesem Jahr ausschließlich bei der Hochschule Mannheim. Die Mitarbeitenden im Institut für Biologische Verfahrenstechnik (IBV), allen voran Dr. Isabell Sommer, legten sich entsprechend ins Zeug und großen Wert darauf, dass die Teilnehmer „Bionik“ im Kongress begreifen – im wahren Wortsinn. Sie sollten Dinge in die Hand nehmen und bionische Prinzipien haptisch erleben.

## Bionik greifbar und erfahrbar machen

Für diesen 3. Kongress hatten die Organisatoren ein neues Format gewählt, um insbesondere junge Menschen nach dem Studium zu erreichen.

In Kleingruppen wurden die Teilnehmenden zunächst von Mitarbeiterinnen des IBV in die Dauerausstellung BIONIK im TECHNOSEUM entführt. An sechs „Inseln“ holten die so genannten Techno-Scouts Schaustücke aus den Vitrinen, sodass man haptisch erleben konnte, was die diversen Bioniker, die in der Dauerausstellung verortet sind, sich aus der Natur abgeschaut hatten.

## „Gelebte“ Foren

Die fünf Foren am Nachmittag der Veranstaltung sahen „gelebte“ Impulsbeiträge vor, in denen die Referenten ihre Entwicklungen nicht nur wie üblich in PowerPoint-Präsentationen vermittelten. Vielmehr skizzierten sie teilweise am FlipChart den Weg von der Fragestellung bis hin zur Problemlösung und ließen auch die Höhen und Tiefen der Entwicklung konkret aufleben.

Ihr Ziel: Deutlich machen, dass Widerstände konservativer Kräfte durch konsequentes „Dranbleiben“

und Nicht-Aufgaben überwunden werden können. Die am Markt angekommenen, bionisch entwickelten Produkte konnten „haptisch erlebt“ werden.



Beim Bionik-Kongress wurden Prothesen made in Baden-Württemberg präsentiert.

Insbesondere die jungen Menschen, aber auch etliche „alte Hasen“ aus dem Maschinenbau haben sich angesprochen gefühlt, in der Bionik einen Aspekt für ihre persönlichen Themen in naher Zukunft zu suchen und ihren Unternehmen neue Wege aufzuzeigen, nachhaltige Produkte aus der Natur heraus inspiriert zu entwickeln.

## Umsetzung technischer Anwendungen

In den Foren ging es um Themen, die für die Umsetzung technischer Anwendungen von hoher Bedeutung sind. Zum Beispiel:

- Geräusche und Schallminderung nach bionischem Vorbild (moderiert und inhaltlich ausgeprägt durch Prof. Dr. Wolfgang Schubert von der Hochschule Mannheim und gesponsert von der Firma Ziehl-Abegg)
- Materialeinsparungen und Stabilität zum Beispiel durch Faltungen und Wölbungen (pragmatisch

mit „Geo-Dreieck und Zirkel“ gestaltet durch Dr. Iwiza Tesari vom KIT, hervorgegangen aus der Arbeitsgruppe um Prof. Klaus Mattheck)

- Energie und Wärmespeicherung (im interaktiven Workshop mit Prof. Dr. Markus Milwich vom Institut für Textilforschung in Denkendorf)
- „Erleben lassen“ zum Thema Haftung (Team um Oliver de Andrade von der Firma SEYFFER in Mannheim, zugleich einer der Sponsoren des Kongresses). In diesem Forum wurde der Informationsfluss in einem Kreuzworträtsel abgefragt, was im Wissensfundus konkret hängen geblieben ist. Das Ergebnis war überaus positiv und zeigte: Will man bei der heutigen „Lern-Generation“ andocken, muss man die neurodidaktischen Erkenntnisse nutzen. Im Kongress wurde gezeigt, wie das geht – und auch das ist nur von der Natur „abgekupfert“.

## Forum und Vorträge

Das von BIOPRO Baden-Württemberg gesponserte Forum hatte die Handhabung und das maschinelle Lernen in der Medizintechnik mit Hand- und Hüftprothesen zum Thema. Die Objekte stammten wie alle Beiträge der Veranstaltung aus baden-württembergischen Arbeiten. Die Roboter-Entwicklungen an der Hochschule Mannheim wurden von den Professoren Jörg Fischer und Thomas Ihme anschaulich demonstriert.

In vier Plenumsbeiträgen wurde Bionik aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet beispielsweise beim Thema „Fledermäuse“ und „Schwarmintelligenz“.

Mehr Infos:  
[www.ibv.hs-mannheim.de/bionik-kongress/3-bionik-kongress-2017.html](http://www.ibv.hs-mannheim.de/bionik-kongress/3-bionik-kongress-2017.html)

Institut für Biologische Verfahrenstechnik an der Hochschule Mannheim, Prof. Dr. Peter M. Kunz/Sybille Breunig  
 Fotos: IBV

## Exoskelett – damit Gelähmte wieder gehen

*„Mittels moderner Technik lernen Beine wieder Laufen“, sagt das Klinikum Bergmannsheil nicht von ungefähr mit Stolz. Beherbergt die Bochumer Institution, an der die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Hauptsitz Heidelberg, als Mitgesellschafterin beteiligt ist, doch das erste Zentrum in Europa für ein besonderes Robotertraining: Durch ein innovatives Therapiegerät können Menschen, deren Rückenmark durch einen Unfall verletzt wurde, oder die durch beispielsweise einen Schlaganfall an Muskelschwächen leiden, das eigenständige Gehen wieder erlernen. Möglich wird diese Rehabilitation durch ein Exoskelett, den Robot-Suit (Roboter-Anzug) von Cyberdyne, einem japanischen Unternehmen.*

Exoskelette stabilisieren und haben eine Stützfunktion. Der Robot-Suit ist von diesen Außenskeletten der Gliederfüßer inspiriert. Das System wird wie ein Anzug vom Patienten getragen. Wie im Tierreich bietet er dem Menschen eine äußere Unterstützung für sein inneres, knöchernes Skelett.

Dieser innovative High-Tec-Anzug wird seines Therapieeinsatzes wegen oft auch als Geh-Roboter bezeichnet.

Die bislang erzielten Erfolge geben Betroffenen Hoffnung. Selbst nach längerer Immobilität können Patienten mit dem Cyberdyne-Geh-Roboter Fortschritte in ihrer Rehabilitation und Beweglichkeit erzielen. Die Erfolge erfordern allerdings intensives Training, Fleiß, Ausdauer und Disziplin. Die Bochumer Ärzte können inzwischen auf zahlreiche erfolgreiche Behandlungen verweisen.

### Mehrteiliger High-Tec-Roboteranzug

Die Therapie mit dem Cyberdyne-Exoskelett unterscheidet sich deutlich von anderen Hilfen, die beispielsweise durch Joystick oder Gewichtsverlagerung funktionieren. Denn der Anzug bewegt sich nicht von alleine. Vielmehr ist er ein „Hybrid Assistive Limb“-System (HAL), übersetzt: Hybride unterstützende Gliedmaße. Der Patient steuert den Roboter aktiv: Neuronale Impulse werden in Bewegung umgesetzt. Damit ist aber auch eine Einschränkung im Einsatz bei der Rehabilitation verbunden. Denn das HAL-System kommt nicht für jeden Patienten in Frage. Muss doch noch eine Restfunktion in der Beinmuskulatur vorhanden sein, da ansonsten die Elektroden keine Signale aufnehmen können.



Der HAL-Suit ist ein nervengesteuerter Roboteranzug, der vorwiegend in der Rehabilitation von Rückenmarksverletzungen eingesetzt wird. Fotos: Cyberdyne



Elektroden stellen eine Verbindung zwischen dem Nervensystem und dem Bewegungsroboter her. Foto: Cyberdyne

Der HAL-Anzug von Cyberdyne besteht aus mehreren variablen Teilen: Einem Rückenmodul, einem Hüfttrahmen und je zwei Rahmen für Ober- und Unterschenkel. Hüftbreite und Beinlänge lassen sich einstellen. Der Rechner steckt in einem Teil, das wie ein Gürtel getragen wird. Das von einem japanischen Unternehmen entwickelte Exoskelett wird vor dem Training für jeden Patienten eigens angepasst. Hierdurch ist eine hochindividualisierte Therapie möglich. Das Nervensystem und der HAL-Roboter-Suit sind durch Elektroden auf der Hautoberfläche verbunden.





Training auf dem Laufband, gesichert mit einem Gurt.

Foto: Universitätsklinikum Bergmannsheil

### Gedanken stimulieren Schritte

Wie funktioniert das Training? An den Innenseiten der Knie- und Fußgelenke des Anzugs sind Klettverschlüsse angebracht, womit man den Anzug einfach umschnallen kann. So wird das System tragbar, und nicht nur Gehen möglich, sondern auch Aufstehen oder Hinsetzen. Ein Gurtzeug sichert die Patienten an einer Zugvorrichtung beim Training auf dem Laufband. Wer gerne Star-Wars-Filme sieht, dem wird eine Ähnlichkeit mit den imperialen Sturmtrupplern ins Auge fallen.

An der Hautoberfläche der Ober- und Unterschenkeln des Patienten werden Elektroden befestigt, die mit der Steuereinheit des angeschalteten Exoskellets verbunden sind. Dann ist der Mensch an der Reihe: Denn beim Einsatz des Robot-Suit geht es um die Interaktion zwischen neuronalem System und Muskeln. Die nerveninduzierten Impulse des Patienten werden analysiert, verarbeitet und umgesetzt.

Das Gehirn beschließt „Gehen“ und sendet an die Beinmuskulatur bioelektrische Signale mit den entsprechenden Bewegungsmustern. Der HAL-Roboter erfasst selbst minimale Nervenimpulse über die

Hautsensoren. Ein Rechner setzt die Impulse um und gibt sie an die Elektromotoren an Hüften und Knien weiter. So wird die gewünschte Bewegung erzeugt.

### Mittels Technik wieder Gehen lernen

Mit der besonderen HAL-Funktionsweise verbunden ist ein wichtiger Aspekt der Rehabilitation, der in der Medizin als „intrinsisches Feedback“ bezeichnet wird. Salopp formuliert eine Win-Win-Situation, die das Training mit diesem High-Tec-Skelett besonders effektiv macht. Der Patient übt Gehen, und das Gehirn lernt mit, sagen die japanischen Entwickler und die Ärzte von Bergmannsheil. Erhält es durch die erzeugte Bewegung doch die Rückmeldung, dass die Signale zu einer Bewegung führen. So kann das Bewegungsschema reorganisiert werden.

### Einsatzmöglichkeiten des HAL-Robot-Suit

Das therapeutische HAL-Training eignet sich bei folgenden Erkrankungen: Querschnittslähmung mit Restfunktion, Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma, Multiple Sklerose und neuromuskuläre Erkrankungen.

Moderne, innovative Technik abgesehen von der Natur gibt somit Hoffnung auf Linderung der Beschwerden und Rehabilitation, kurzum: Bionik für den Menschen.

### Ingenieurwissen für Medizin und Fortschritt der Gesellschaft

Erfinder des Cyberdyne Robot-Suits ist ein japanischer Ingenieur, Yoshiyuki Sankai, Jahrgang 1957. Er ist promoviert, hat einen Professorrentitel der Universität of Tsukuba und gehört zum Beraterstab des japanischen Premierministers. Schenkt man Medien der Finanzwelt Glauben, zählt er in Japan zu den wohlhabendsten Personen. Sankais auf Milliarden geschätztes Vermögen basiert auf seiner Firma Cyberdyne, einer Ausgliederung der Universität. Er gründete das Unternehmen im Jahr 2004 und brachte es zehn Jahre darauf an die Börse.

In diesem Jahr war Sankai Aussteller und Redner auf der CeBit. Japans Premierminister Shinzō Abe besuchte offiziell den Stand von Cyberdyne und begrüßte auch die Repräsentanten der RCI Heidelberg und des Klinikums Bergmannsheil. Der Ausstellungskatalog nennt Sankai „...Vorreiter der innovativen Cyborg-artigen Robotertechnologie in einem neuen akademischen Gebiet. Cybernics: Die Verschmelzung und Kombination von Mensch, Maschine und Informationssystem“.

### Society 5.0

Sankai hielt auf der CeBit einen vielbeachteten Vortrag mit dem Titel: „Cybernics Revolution: The Dawn of Society 5.0“. Er thematisierte darin die gesellschaftlichen Innovationen, die durch innovative Cybernic-Technologien hervorgebracht werden.

Mit „Society 5.0“ skizzierte der japanische Ingenieur eine zukünftige Gesellschaft, in der Menschen und Technologie eng verwoben koexistieren. Der Technologie käme die Rolle zu, Menschen und Gesellschaft zu unterstützen, kombiniert mit regenerativer Medizin, Robotik, Artificial Intelligence und Big Data.

Sybille Breunig  
Quelle: RCI/Universitätsklinikum Bergmannsheil

## Flora und Fauna als Vorbild: BIONIK im TECHNOSEUM Mannheim

*Die Natur als Inspirationsquelle für technische Innovationen nutzen: Das macht das interdisziplinäre Wissenschaftsfeld der BIONIK aus. Das TECHNOSEUM widmet diesem Thema einen eigenen Bereich in seiner Dauerausstellung. Hier kann man beispielweise erfahren, wie sich Forscher von der Strelitzie inspirieren ließen, um eine Jalousie zu konstruieren, die ohne Scharniere auskommt – oder dass der Einparkhilfe vieler Autos Erkenntnisse über das Sonarsystem der Fledermaus zugrunde liegen.*

### Fliegen wie ein Vogel

Blickt man in der Technikgeschichte zurück, wird eines deutlich: Schon Leonardo da Vinci und Otto Lilienthal folgten bei ihren Experimenten zu Flugapparaten Vorbildern aus der Natur und können im Grunde zu den ersten Bionikern gerechnet werden. Der Begriff „Bionik“ selbst kam allerdings erst in den 1960er Jahren auf und ist eine Kombination der Begriffe „Biologie“ und „Technik“. Sie hat zum Ziel, die Funktionsweisen natürlicher Konstruktionen und Prinzipien zu analysieren und diese Erkenntnisse in modifizierter Form technisch zu nutzen.



*In der interaktiven Ausstellung kann man z.B. Pflanzen unter dem Mikroskop betrachten oder bionische Faltungen nachahmen.*

Denn: Die Problemlösungen der Natur sind denen unserer heutigen Technik in vielen Bereichen überlegen, schließlich haben sie sich über Jahrtausende hinweg entwickelt und optimiert. Zu den bekanntesten Beispielen zählen der Klettverschluss, dessen Textilfasern die Klette imitieren, und der Lotus-Effekt, der dafür sorgt, dass Schmutz und

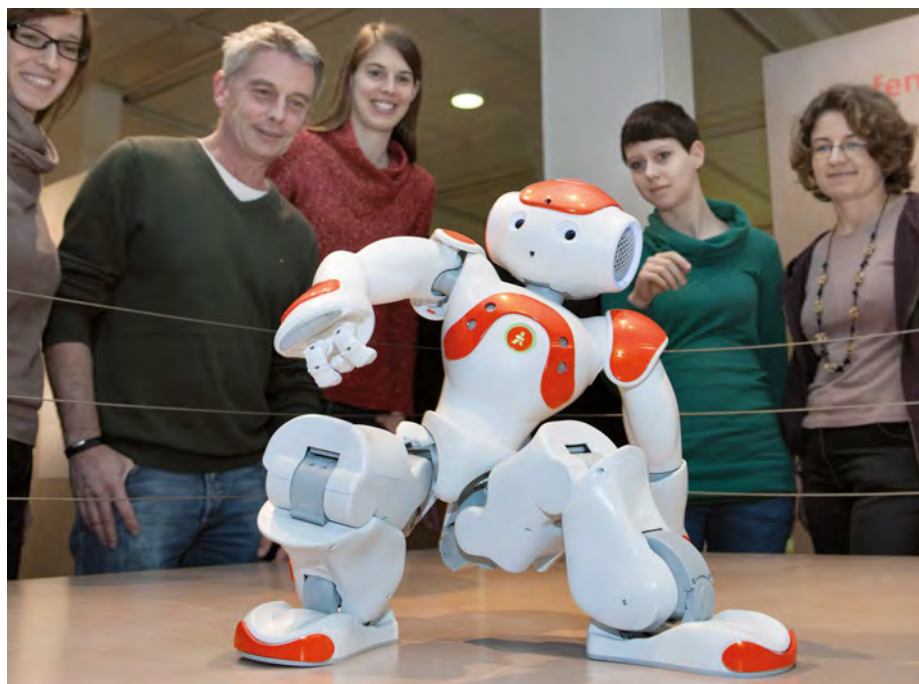
Feuchtigkeit von wasserabweisenden Oberflächen rückstandslos abperlert. Diese beiden Erfolgsgeschichten werden auch in der Ausstellung im TECHNOSEUM vorgestellt.

### Saugnäpfe inspirieren Autobau

Die Schau ist in unterschiedliche Teilbereiche untergliedert wie etwa „Bauen“, „Falten“ oder „Schwimmen und Fliegen“. Hier können sich die Besucherinnen und Besucher unter anderem über eine Krake informieren, deren Saugnapfe Ingenieuren als Vorbild für neuartige Sauggreifer dienen, mit denen Roboterarme im Automobilbau ausgestattet werden: Diese können dann Karosserieteile schnell und passgenau einsetzen. Ein Schwimffarn wiederum bildet die Grundlage für die technische Entwicklung einer Beschichtung für Schiffsrümpfe: Um den im Wasser liegenden Bootskörper bildet sich eine Luftschicht, die die Reibung reduziert und so für einen deutlich niedrigeren Kraftstoffverbrauch sorgt.

### „Paul“, der Publikumsliebling

Zu jedem Teilbereich gibt es einen Aktionstisch, an dem man eigenhändig experimentieren kann und



*Der humanoide Roboter „Paul“ ist besonders unter jüngeren Besuchern der Publikumsliebling.*



dabei beobachtet, dass beispielsweise Seifenhäute von selbst die kleinstmögliche Oberfläche finden, was sie zu idealen Vorlagen für Architekten und Designer macht. Oder die Besucher können unter Anleitung von eigens geschulten TECHNOscouts mit Papier Faltstrukturen nach dem Vorbild einer Ananasschale formen und erfahren, dass dieses Wissen heute unter anderem



Das Gehör von Eulen wird bionisch bei Geräuschdetektoren genutzt, so genannten Akustischen Kameras.

in der Verpackungsindustrie eingesetzt wird. Der humanoide Roboter und Publikumsliebbling „Paul“ ist im regelmäßigen Vorführbetrieb zu sehen, stellt sich persönlich vor und gibt Gymnastik- oder Tai Chi-Übungen zum Besten.

**Innovative Technologie**

Die BIONIK-Ausstellung ist Teil eines umfassenden Überarbeitungskonzeptes auf der Ebene F des Museums, welches das TECHNOSEUM derzeit umsetzt. Neben der Mitmach-Ausstellung Elementa 3 und der BIONIK kam im Frühjahr dieses Jahres eine neue Ausstellungseinheit zum Thema Automobilbau hinzu – und 2018 wird ein Bereich zur Kommunikationsgeschichte eröffnet.

In diesem Teil des Rundgangs durch das Museum stehen Technologien und Kontroversen im Vordergrund, die bereits das 20. Jahrhundert prägten und auch unsere Gegenwart und Zukunft beeinflussen werden, ganz gleich ob es um die nachhaltige Mobilität, regenerative Energiequellen oder die Mediengesellschaft von heute geht. Die

BIONIK zeigt hier als eine Zukunftstechnologie, dass Natur und Technik einander nicht konträr gegenüberstehen müssen.



Die Schuppen der Haihaut sorgen für einen besonders niedrigen Reibungswiderstand und dienen z.B. im Flugzeugbau als Inspirationsquelle.

TECHNOSEUM Mannheim  
Marit Teerling  
Fotos: Technoseum

## Bionik im ExploHeidelberg

**Schon die jüngsten neugierigen Tüftler haben im ExploHeidelberg die Möglichkeit, sich die Natur als Vorbild zu nehmen. Viel selbst zu machen und ausprobieren steht dabei im Vordergrund. Bereits ab sechs Jahren ist man mit viel Spaß und Neugier dabei.**

„Bis die Brücke bricht“ heißt es beispielsweise im Workshop zu Statik und Stabilität. Möglichst viel tragen soll die selbstgebaute Brücke aus Papier. Viel Last halten die einzelnen Blätter vorerst nicht aus. Aber die Kinder merken es bald: Gefaltet, geknickt und geschickt zusammengesetzt wird alles viel stabiler.

**Stabilität: Vorbild Gräser und Bambus**

Inspirationen sind dabei verschiedene Brückenkonstruktionen und deren Vorbilder aus der Natur. Sind Pflanzen und Tiere doch Meister

Der VDI Nordbaden-Pfalz bietet in Kooperation mit dem EXPLOHeidelberg für seine VDINI-Mitglieder im Alter von 6–8 Jahren einen Workshop zum Thema BIONIK an.

- Thema: „Bis die Brücke bricht – Experimente zu Stabilität und Statik.“
- Datum: 16. September, 10:00 Uhr  
Dauer ca. 1,5 Stunden

VDINI-Mitglieder erhalten rechtzeitig Informationen zur Anmeldung.



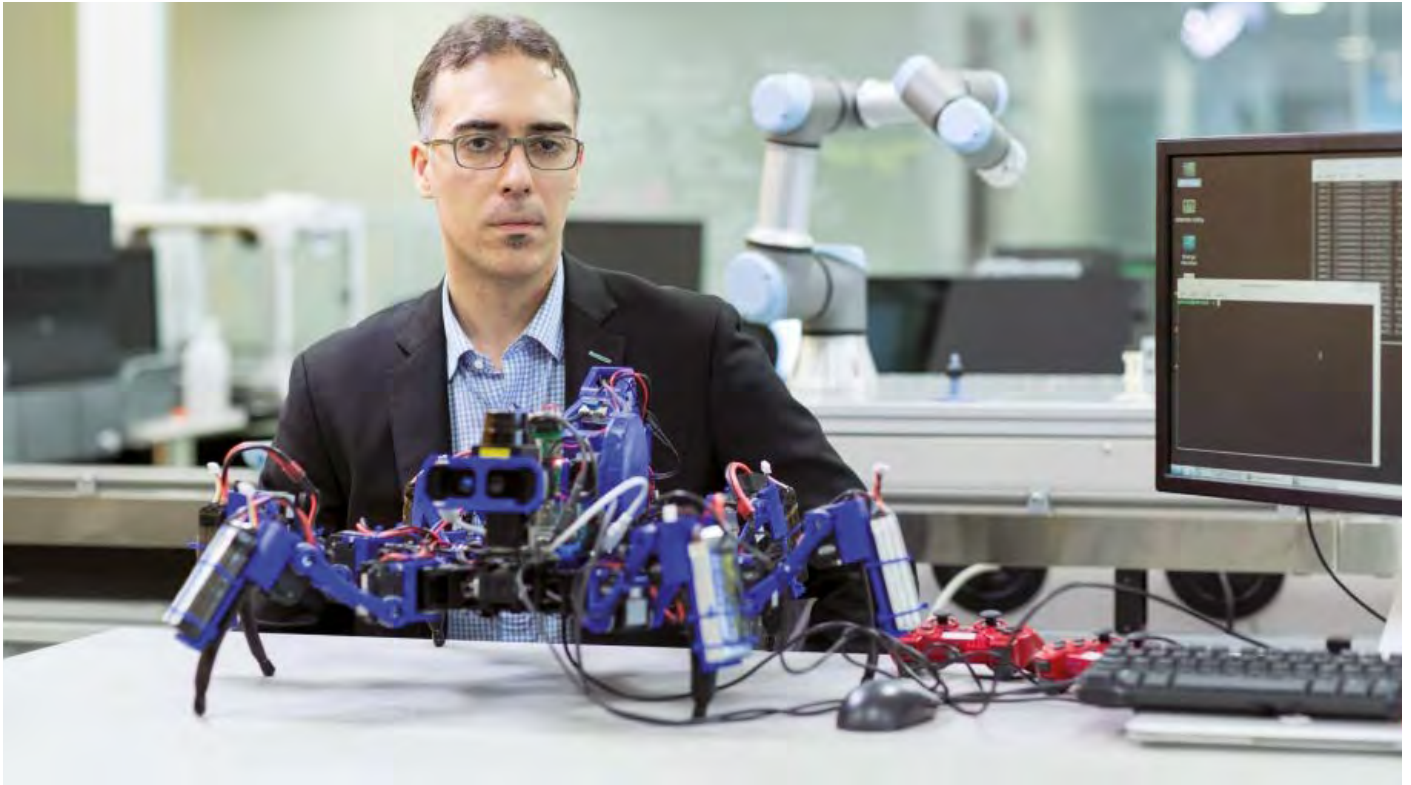
darin, mit möglichst wenig Material eine hohe Stabilität zu erreichen. Ein Beispiel dafür sind Gräser und insbesondere der Bambus. Manche Arten können über 30 Meter hoch werden. Dabei werden Wachstumsraten von bis zu 90 cm innerhalb von 24 Stunden erreicht. Stabil wird der Bambus durch Querverbindungen in regelmäßigen Abständen innerhalb der hohlen Halme. Durch seine Elastizität kann er auch hohe

seitliche Belastungen überstehen, ohne zu brechen.

Nach diesem Vorbild können die gebauten Papierbrücken weiter verbessert und noch stabiler werden. Der abschließende Belastungstest zeigt, ob der Bauplan der Natur geschickt umgesetzt werden konnte.

Peter Wittlinger  
EXPLO Heidelberg

## Wenn Spinnen drucken



*Siemens Spiders: Algorithmen ermöglichen eine Aufgabenplanung mit mehreren Robotern, sodass zwei oder mehr kooperierende Geräte die additive Fertigung oder Oberflächenbearbeitung eines Objekts oder Bereichs übernehmen können.*

**Der nächste Schritt beim 3-D-Drucken könnten krabbelnde Spinnenroboter mit Druckerdüsen sein. Siemens-Forscher in Princeton, New Jersey, haben Prototypen solcher Gliederfüßer entwickelt, die nicht nur mobil drucken, sondern ihre Aufträge gemeinsam mit mechanischen Artgenossen erledigen. Auf diese Weise lassen sich in einem beschleunigten Verfahren Strukturen und Oberflächen komplexer Gebilde wie Flugzeugrümpfe oder Schiffskörper gestalten.**

In den Laboren des Siemens Corporate Technology Campus in Princeton wurden Spinnen gesichtet, riesige Spinnen. Sie wurden dabei ertappt, wie sie eine dickflüssige, süßlich riechende und klebrige Materie absonderten, die direkt beim Auftragen zu trocknen scheint und eine glatte, glänzende Oberfläche zurückerlässt.

Obwohl immer mehr Spinnen hinkommen, löst niemand Alarm aus – aus gutem Grund. Statt in umgebenden Waldgebieten oder dunklen Kellern tummelten sich die Spinnen seit Januar 2014 zunächst

nur in der virtuellen Welt. Dann nahmen sie greifbare Gestalt an und begannen zu krabbeln – auf den Werkbänken von Livio Dalloro, dem Leiter der Forschungsgruppe für Produktdesign, Modellierung und Simulation des Arbeitsgebiets Automatisierung und Steuerungstechnologie in Princeton.

### Spider made by Siemens

Inzwischen sind die Spinnen als „Siemens Spiders“, kurz SiSpis, bekannt. Und sie sind womöglich die Vorhut einer neuen Art von Industrierobotern.

Livio Dalloro, der bei Siemens Corporate Technology die Gruppe „Product Design, Modeling and Simulation Research“ im Technologiefeld Digitalisierung und Automatisierung leitet, sieht in den Spinnen vielversprechende Vertreter einer möglichen neuen Spezies von Industriearbeitern.

Im Grunde sind die SiSpis 3-D-Drucker auf Beinen, die das Material schichtweise im Mikrometerbereich auftragen. „Wir erwägen“, sagt Dalloro, „mehrere Autonome Roboter für die arbeitsteilige addi-

tive Fertigung von Konstruktionen wie Fahrzeugkarosserien, Schiffskörpern und Flugzeugrümpfen einzusetzen.“

Dabei bilden die autonomen Gruppen krabbelnder Druckroboter das Herzstück einer ganzen Reihe in Princeton entwickelter Systeme, die sich „Siemens Agile Manufacturing Systems“ (SiAMS) nennen.

### Autonomes Zusammenarbeiten

Will man Materialschichten auf den Rohling eines Schiffsrumpfes auftragen, ist es aber mit einer Handvoll SiSpis nicht getan – es braucht womöglich Hunderte solcher Spinentiere. Doch wenn sich so viele Roboter versammeln, um eine Aufgabe gemeinsam zu erledigen, wer koordiniert sie dann? Schließlich kann jede Spinne immer nur einen kleinen Teil eines Werkstücks bearbeiten.

Die Antwort: Keine Spinne führt das Rudel allein an, sondern alle arbeiten autonom zusammen. Ermöglicht wird das kollektive Arbeitsprojekt durch eigens entwickelte Algorithmen für die Multi-Roboter-Aufgabenplanung.



Im Detail sieht das wie folgt aus: Um ihre unmittelbare Umgebung zu interpretieren, verwenden die Roboter Onboard-Kameras und einen Laser-Scanner. Jeder Roboter kennt den Bewegungsradius seines 3-D-Druckerarms und findet eigenständig heraus, welchen Teil einer flachen oder gewölbten Fläche er ansteuern kann, während die anderen Roboter dieselbe Technik zur Bearbeitung der angrenzenden Flächen verwenden.

Indem jedes Areal in vertikale Kästchen aufgeteilt wird, sind die Roboter in der Lage, selbst komplexe Geometrien gemeinsam so zu bearbeiten, dass kein Fleck ausgelassen wird.

Auch andere Verhaltensweisen der Spinnen sind autonom angelegt. So kennen sie ihren genauen Standort. Wenn der Batteriestrom nach etwa zwei Stunden zur Neige geht, macht sich die Spinne auf den Weg zurück zur Ladestation, jedoch nicht ohne zuvor ihre Daten an eine andere Spinne zu übermitteln, die sich gerade aufgeladen hat. So kann die zweite Spinne dort weitermachen, wo die erste aufgehört hat. Die Spinnenroboter sind außerdem in der Lage, Hindernisse selbstständig zu umgehen.

**Ziel: Autonome Fertigungsmaschinen**

Langfristig soll das Projekt helfen, „eine Plattform autonomer Fertigungsmaschinen zu schaffen, die eine Aufgabe verstehen, diese eigenständig auf mehrere verfügbare Roboter aufteilen und gemeinschaftlich und koordiniert einen Fertigungsprozess bewerkstelligen“, so Dalloro.



*Livio Dalloro, der bei Siemens Corporate Technology die Gruppe „Product Design, Modeling and Simulation Research“ im Technologiefeld Digitalisierung und Automatisierung leitet, sieht in den Spinnen vielversprechende Vertreter einer möglichen neuen Spezies von Industriearbeitern.*

Dank NX, einer Siemens-Product-Lifecycle-Management-(PLM)-Softwarelösung, und einer von Dalloros Team entwickelten Hybridsoftware, die NX mit dem an internationalen Robotikinstituten weit verbreiteten „Robot Operating System“ (ROS) verbindet, nahmen die Spinnen rasch Gestalt an. „Mit Ausnahme der Motoren und Kabel der Spinnen, die serienmäßig produziert werden, haben wir von der Mechanik bis zur Software alles selbst entwickelt“, erklärt Dalloro stolz. Getreu dem Projektschwerpunkt, der auf der modernen Fertigung liegt, wurde jedes zunächst virtuell entworfene Bauteil mithilfe eines 3-D-Druckers angefertigt.

**Simulation von Roboter-gemeinschaften**

Die von Dalloros Team entwickelten Algorithmen ermöglichen eine Aufgabenplanung mit mehreren Robotern, sodass zwei oder mehr kooperierende Geräte die additive

Fertigung oder Oberflächenbearbeitung eines Objekts oder Bereichs übernehmen können.

Darüber hinaus musste das Team Software-Tools entwickeln, die das Verhalten der Spinnen innerhalb von Robotergemeinschaften simulieren. Und schließlich waren auch Methoden zur genauen Kalibrierung der ähnlich wie bei 3-D-Druckern aufgebauten Düsen der Spinnen nötig. Für die Entwicklungsphase verwenden die Spinnen derzeit nur eine aus Maisstärke und Zuckerrohr hergestellte, als Polymilchsäure (PLA) bekannte Substanz.

**Kollaborierende Produktion**

Und wie sieht die Zukunft der Roboterspinnen aus? Das ursprüngliche Ziel der Forschungsgruppe in Princeton, nämlich ein System zu entwickeln, das sich durch maximale Autonomie und minimalen Programmieraufwand auszeichnet, ist bereits erreicht. Als nächstes überträgt das Team sein gesammeltes Know-how – vor allem Software und Algorithmen – von seinen Roboterspinnen auf eine Reihe von Industrierobotern, mit dem Ziel, die Technologie in der kollaborativen und mobilen Produktion einzusetzen. „Sobald die Technologie ausgereift ist“, heißt es bei Siemens, „könnte man sie auf fast allem anwenden.“



Nahaufnahme Spinne

Arthur F. Pease  
Quelle; Pictures of the future  
Siemens AG  
Fotos: Siemens

## Wie Maschinen lernen

*Maschinelles Lernen eröffnet der Industrie noch nie da gewesene Möglichkeiten. Die Basis sind Sensoren, die sich in enormem Ausmaß verbreiten und an Leistung gewinnen. Sie stellen immer mehr Daten zur Verfügung, lokal und in Netzwerken. Dank ausgeklügelter Lösungen können Maschinen diese Daten heute nicht nur intelligent nutzen, sondern auch aus ihnen lernen.*

Die Palette lernender biologischer Systeme in der Natur ist breit: Sie reicht vom Fadenwurm mit seinen rund 300 Nervenzellen bis zum Gehirn eines erwachsenen Elefanten mit 200 Milliarden Neuronen. Doch ob es sich um die Neuronen von Fruchtfliegen oder Kakerlaken, von Schimpansen oder Delfinen handelt: Sie alle verarbeiten und übermitteln Informationen.

### Ohne Lernen kein Überleben

Der Grund dafür ist in der Biologie immer derselbe. Um Gefahren zu vermeiden sowie Erfolg des eigenen Überlebens und der Fortpflanzung zu sichern, müssen alle Organismen ihre Umwelt wahrnehmen und auf sie reagieren. Außerdem müssen sie sich an die Reize erinnern können, die Risiko oder Belohnung anzeigen. Lernen ist also eine Voraussetzung für das Überleben in der Natur, ein ehernes Gesetz.

### Lernfähige Systeme

Das gleiche eherner Gesetz gilt mittlerweile jedoch nicht mehr nur in der Natur, sondern zunehmend auch in künstlichen Systemen. Auch sie werden lernfähig, und dies kann zur Optimierung verschiedenster Abläufe beitragen. Laut Dr. Volker Tresp, Informatikprofessor an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Experte für maschinelles Lernen bei Siemens, gibt es drei Arten des Lernens: Durch Erinnerung (etwa an bestimmte Fakten), über Fähigkeiten (wie einen Ball werfen) und durch Abstraktion (zum Beispiel das Ableiten von Regeln aus Beobachtungen).

Computer, die auf dem ersten Feld bereits wahre Genies sind, holen nun auch in den anderen beiden enorm schnell auf.

### Deep Learning Systeme brechen Rekorde

Was wird in Zukunft möglich sein? Mit steigender Leistung und einer wachsenden Zahl von Sensoren eröffnen sich enorme Chancen, vor allem in der Industrie. Immer mehr Daten werden lokal und über Netzwerke zugänglich. Doch damit sich aus dieser Datenflut ein Nutzen ziehen lässt, müssen sie intelligent analysiert werden. Das heißt, man muss über das Wissen verfügen, wie die Geräte und Anlagen funktionieren, und mit welcher Sensorik und Messtechnik man an die wirklich nützlichen Daten herankommt. Dieses „Internet der Dinge“ verändert nicht nur die Industrie grundlegend, sondern auch die gesamte Infrastruktur: Zum Beispiel Verkehrssysteme, bei denen Autos miteinander und mit Verkehrsleitzentralen in Kontakt sind, sich selbst steuernde Industrieanlagen oder intelligente Gebäude.

### Maschinelles Lernen

„Maschinelles Lernen spielt bei der Entwicklung neuer Smart-Data-Anwendungen eine wichtige Rolle“, erklärt Tresp. Anders als bei rein statistischen Verfahren, deren Fokus auf den interpretierten Parametern liegt, oder dem Data Mining, bei dem in erster Linie Muster im Datenmeer erkannt werden, liefern Ver-

fahren des Maschinellen Lernens beispielsweise künstliche neuronale Netze, Vorhersagen, die zu automatisierten Entscheidungen führen können.

So hat Siemens etwa mit SENN (Simulation Environment for Neural Networks) ein intelligentes System auf Basis neuronaler Netze entwickelt, um verschiedenste Fragestellungen zu beantworten. Die Software dient heute unter anderem zur Vorhersage verschiedener Rohstoffpreise.

Das Programm prognostiziert zum Beispiel den Strompreis für die nächsten 20 Tage und sagt in zwei von drei Fällen den Preistrend richtig vorher. Seit 2005 nutzt Siemens diese Methode, um zum günstigsten Zeitpunkt Strom einzukaufen. Weitere mögliche Einsatzfelder sind die Vorhersage zu erwartender Einspeisemengen von erneuerbarem Strom oder die Prognose des Luftverschmutzungsgrads in Großstädten – präzise und mehrere Tage im Voraus.

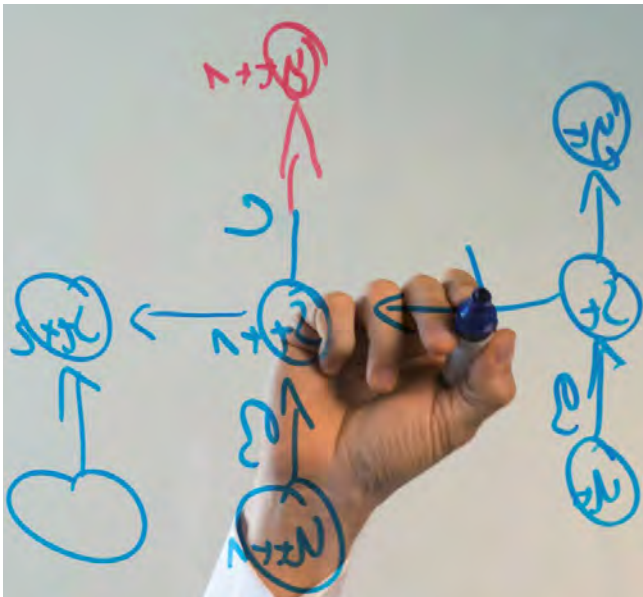
### Selbstoptimierung statt Fernüberwachung

Computersysteme, die in der Lage sind, aus verschiedenen Daten zu lernen und eigene Schlussfolgerungen zu ziehen, sind aber auch in weiteren Siemens-Bereichen im Einsatz. So erforschen Wissenschaftler von Corporate Technology (CT) unter anderem, wie sich Windturbinen dank Maschinellen Lernen an sich wandelnde Wind- und Wetterverhältnisse anpassen können – und



Schöpfer von Wissensnetzen: Prof. Volker Tresp, Siemens-Experte und Professor am Lehrstuhl für Datenbanksysteme der Ludwig-Maximilians-Universität München Bild: Christian Hass





Auf Basis neuronaler Netze sorgt die Siemens-Software SENN für präzise Prognosen.

damit ihre Stromerzeugung erhöhen. „Grundlage für die Selbstoptimierung der Windturbinen ist die Ableitung von Windeigenschaften aus ihren eigenen Betriebsdaten“, sagt Volkmar Sterzing, der das Thema bei CT betreut.

Diese Werte werden von Sensoren in und auf der Windenergieanlage aufgenommen: Messdaten zu Windrichtung, Windstärke, Temperatur, Strom und Spannung und die Vibrationen an größeren Bauteilen wie Generator oder Rotorblatt. „Bisher dienten die Parameter der Sensoren ausschließlich der Fernüberwachung und Diagnostik im Service. Doch mit ihrer Hilfe können Windturbinen nun mehr Strom als bisher erzeugen.“

Derzeit arbeitet der Experte daran, auch den Betrieb von Gasturbinen zu optimieren. Ziel ist ein selbstlernendes System, das die Betriebsdaten der Turbine nicht nur auswertet oder visualisiert, sondern selbstständig interpretiert und den Betrieb automatisch kalibriert.

### Denken mit simulierten Neuronen

Ein neuer Trend im Bereich des maschinellen Lernens sind sogenannte Deep-Learning-Verfahren, die heute mit bis zu 100.000 simulierten Neuronen und zehn Millionen simulierten Verbindungen arbeiten. Damit brechen sie alle bisherigen Rekorde der Künstlichen Intelligenz und ermöglichen bislang nicht mög-

liche Anwendungen beispielsweise in der automatischen Bilderkennung.

Die neuen Deep-Learning-Methoden arbeiten mit wesentlich mehr Ebenen künstlicher Neuronen. Jede Ebene befasst sich mit jeweils einer bestimmten Abstraktionsebene der zu lernenden Materie. Indem eine Vielzahl von Ebenen miteinander verknüpft werden, sind die Erkennt-

nisse wesentlich detaillierter als bei früheren Formen der künstlichen neuronalen Netze.

Dies ist nicht bloße Theorie, vielmehr erleben wir Menschen dies in unserem Alltag, denn die meisten von uns tragen ein künstliches neuronales Netz bei sich: Die Spracherkennung in allen modernen Android-Smartphones arbeitet mit solchen tief geschichteten neuronalen Netzwerken.

Das Team von Siemens geht noch weiter: Es modelliert mathematische Wissensnetze mit bis zu zehn Millionen Objekten und kann bis zu  $10^{14}$  mögliche Voraussagen über die Beziehungen dieser Objekte untereinander treffen. Diese unvorstellbare Ziffer mit 14 Nullen entspricht ungefähr der Anzahl von Synapsen des Gehirns eines Erwachsenen.

Zum Einsatz können diese Wissensnetze in der Industrie kommen beispielsweise beim Projekt „Smart Data Web“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Dessen Ziel ist es, eine Brücke zwischen dem öffentlich zugänglichen Internet und den internen Informationswelten großer Unternehmen zu schlagen. So sollen beide Seiten die Informationen des jeweils anderen mithilfe des maschinellen Lernens generalisieren. Auf diese Weise kann die Extraktion von Informationen verbessert werden, was wiederum dazu führt, dass sich beide Seiten gegenseitig mit neuen Fakten

speisen können. Die so gewonnenen Informationen könnten produzierenden Unternehmen dabei helfen, Planungs- und Entscheidungsprozesse wie etwa das Lieferkettenmanagement entscheidend zu optimieren.

Solche Wissensnetze könnten darüber hinaus auch zur Entscheidungsfindung bei medizinischen Fragestellungen im klinischen Bereich beitragen. Hier entwickelt Siemens etwa Lösungen im Rahmen des vom BMWi geförderten Projekts „Klinische Datenintelligenz“ mit Anwendungen, die zusammen mit der Charité in Berlin und der Uni-Klinik Erlangen erarbeitet werden. Ziel ist es, dass das System lernt, Prognosen und Entscheidungsempfehlungen, etwa zur Therapie, auf Basis der existierenden Patientendaten zu treffen.

### AlphaGo: Maschine besiegt Mensch

Welche Fähigkeiten lernende Systeme bereits heute erlangen können, zeigt das Beispiel AlphaGo, mit dem Google erst im März 2016 einen Meilenstein in der Entwicklung selbstlernender Maschinen und Künstlicher Intelligenz erreicht hat. Die Software besiegte einen der weltbesten Go-Spieler in einem Spiel über fünf Runden deutlich mit 4:1. Dabei galt das asiatische Strategiespiel aufgrund seiner Komplexität bisher als zu kompliziert für Computer. So gibt es eine nahezu unbegrenzte Zahl möglicher Positionen – die Spieler müssen sich daher meist auf ihre Intuition verlassen.

AlphaGo wurde von Google DeepMind entworfen, um komplexe Aufgaben lösen zu können. Dabei nutzt es das gleiche Lernverfahren, das Siemens auch bei seinen Wind- und Gasturbinen einsetzt. Mit diesem „Reinforcement“-Verfahren erlernt das System eine Funktion zur Bewertung von Spielpositionen, indem es Millionen vergangener Spiele auswertet und dann sozusagen gegen sich selbst spielt. Wie sich zeigte, mit Erfolg.

Siemens AG  
Sebastian Webel/Katrin Nikolaus/  
Arthur F. Pease  
Fotos: Siemens

# Künstliche Photosynthese – aus Kohlendioxid Rohstoffe gewinnen

*Siemens-Wissenschaftler entwickeln eine Anlage, die mit Hilfe überschüssiger regenerativer Energie das Treibhausgas Kohlendioxid in für die Industrie wertvolle andere Kohlenstoffverbindungen umwandelt. In einem weiteren Schritt soll dies auch direkt mit Sonnenlicht funktionieren – was dem Vorbild der pflanzlichen Photosynthese nacheifert.*

*Ihre Vision: Module, die sich an Gebäuden anbringen lassen und die mit Hilfe von Sonnenlicht und Kohlendioxid aus der Luft energiereiche Moleküle wie etwa Methanol produzieren.*

Wohl kein anderer chemischer Prozess auf Erden ist so produktiv wie die Photosynthese – jene biologische Prozesskette, die in grünen Pflanzen abläuft und mithilfe von Sonnenenergie und Wasser aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) energiereiche Substanzen wie etwa Zucker aufbaut.

Man schätzt, dass Pflanzen weltweit jährlich rund 150 Milliarden Tonnen energiereicher Biomasse produzieren – eine gigantische Menge. Schon lange versuchen daher Forscher, die Biomashinerie der Photosynthese nachzuahmen, um quasi kostenlos aus Sonnenenergie und Kohlendioxid chemische Substanzen herzustellen.

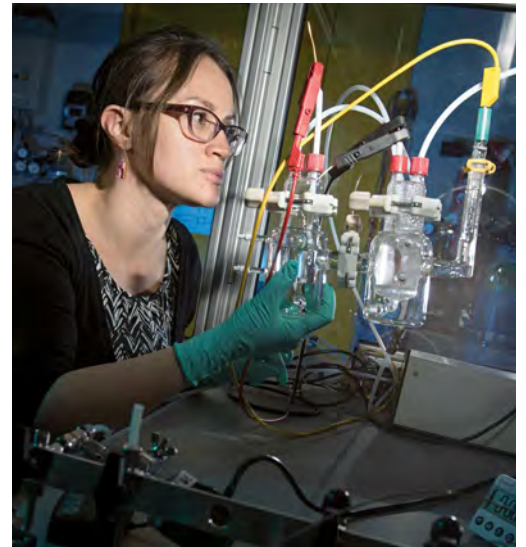
Bisher jedoch mit wenig Erfolg: In den Prozessen der Photosynthese wirken viele eng gekoppelte, extrem komplexe Eiweißstrukturen aus vielen tausend Atomen in genau definierter Anordnung, die sich nicht einfach im Labor nachbauen lassen. Der Traum der Wissenschaftler, mithilfe von Sonnenlicht eine effiziente biochemische Fabrik zu betreiben, ist daher bislang unerfüllt geblieben.

## Künstliche Photosynthese

Doch jetzt sind Entwickler von Siemens Corporate Technology (CT) in München der Vision von der künstlichen Photosynthese ein gutes Stück näher gekommen. Sie haben Module von der Größe eines Schuh-



Kristalle der Katalyse-Schicht des Photosyntheseverfahrens



Die CT-Forscherin Sofie Romero Cuellar mit einer Elektrolyse-Zelle

kartons entwickelt, in denen sie Kohlendioxid wie in den Zellen von Pflanzen energetisch anregen.

Das so aktivierte CO<sub>2</sub> reagiert darin, je nach Versuchsbedingung, zu verschiedenen anderen Molekülen – zu Ethen beispielsweise, das in der chemischen Industrie für die Kunststoffproduktion benötigt wird. Oder zum energiereichen Gas Methan, das Hauptbestandteil von Erdgas ist. Oder zu Kohlenmonoxid, das man unter anderem für die Herstellung von Treibstoffen und Industrialkohol verwenden kann.

## Kohlendioxid auf Trab bringen

In der Natur bringen Pflanzen das Kohlendioxid auf Trab, indem sie mit Farbstoffen wie dem grünen Chlorophyll Sonnenenergie einfangen. Dadurch werden im Chlorophyll energiereiche Elektronen frei, die anschließend durch Enzyme auf das CO<sub>2</sub> übertragen werden. Damit wird es chemisch aktiv und reagiert zu anderen Verbindungen.

„Vor allem in den USA und in Japan gibt es einige Arbeitsgruppen, die versuchen, die Photosynthese in Gänze nachzuahmen“, sagt Prof. Maximilian Fleischer, der bei der CT die Forschung an der künstlichen Photosynthese im Projekt „CO<sub>2</sub>-to-Value“ leitet. „Das ist aufgrund der Komplexität bislang kaum zu schaf-

fen. Wir gehen pragmatischer vor und nähern uns der Photosynthese in mehreren Schritten. Ein notwendiger Weg, wenn man schnell mit einem Produkt auf den Markt kommen möchte.“

So konzentrieren sich Fleischer, seine Kollegen, die Chemiker Günther Schmid und Kerstin Wiesner, sowie etwa zehn weitere Mitarbeiter derzeit noch nicht darauf, Licht einzufangen, sondern zunächst das CO<sub>2</sub> zu aktivieren und in Produkte zu verwandeln. Dafür verwenden die Forscher regenerativ erzeugten Strom.

## Katalysatoren notwendig

Der Dreh- und Angelpunkt für CO<sub>2</sub>-to-Value sind Katalysatoren, chemische Verbindungen, die das träge CO<sub>2</sub> mit energiereichen Elektronen beladen. Die Herausforderung besteht darin, nicht das umgebende Wasser mit den Elektroden zu beladen, wodurch lediglich herkömmlicher Wasserstoff produziert würde, sondern eben das Kohlendioxid.

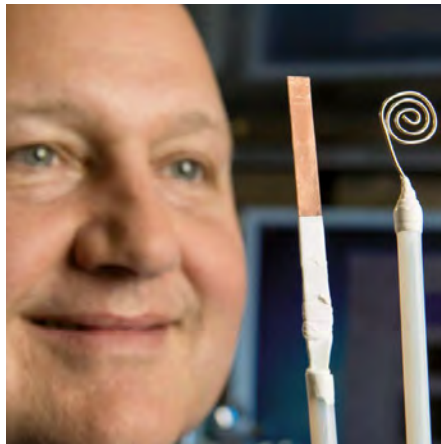
In Zusammenarbeit mit Spezialisten von der Schweizer Universität Lausanne und Materialkundlern von der Universität Bayreuth, die in diesem Projekt im Auftrag von Siemens an Katalysatoren forschen, sind bereits verschiedene Katalysatoren



unter anderem auf Kupferbasis entstanden, mit denen das Team eine hohe Ausbeute an Produkten wie etwa Kohlenmonoxid erreicht.

Die Entwicklung von Katalysatoren ist anspruchsvoll. Nur zu einem Teil lässt sich das Verhalten dieser Substanzen vorhersagen. Deshalb müssen die Wissenschaftler in langen Versuchsreihen und unter verschiedenen Versuchsbedingungen jede neue Katalysator-Variante testen – ein aufwändiges Prozedere. Hinzu kommt, dass auch die Oberflächenstruktur des Katalysators seine Wirksamkeit bestimmt.

Der Herstellungsprozess muss präzise gesteuert werden, damit am Ende eine reaktionsfreudige große Oberfläche entsteht, die einer schroffen Gebirgslandschaft in miniature ähnelt. Die Katalysatoren, die Schmid zusammen mit den Hochschulpartnern entwickelt hat, sind schon sehr leistungsfähig, sodass ein großer Teil des Kohlendioxids in die gewünschten Produkte umgesetzt wird.



CT-Forscher Günter Schmid zeigt Kathoden mit katalytischer Beschichtung einer Zelle zur Elektrolyse von CO<sub>2</sub> zu Wertstoffen wie Ethen.

Elektronen gezielt auf das CO<sub>2</sub> überträgt und das gewünschte Produkt erzeugt. An dem anderen Pol wird Wasser umgewandelt: Der im Wasser enthaltene Wasserstoff wird zur Bildung der Kohlenwasserstoffe benötigt. Der aus dem Wasser frei werdende Sauerstoff kann, je nach gewünschtem Produkt, ebenfalls verwertet werden.

dioxid zu Ethen oder etwa Kohlenmonoxid reagiert.

Siemens-Forscher Fleischer zielt vor allem auf hochwertige Substanzen, die die chemische Industrie benötigt. Diese sind besonders interessant, weil die chemische Industrie heute noch fast gänzlich von Grundstoffen aus der schwindenden Ressource Erdöl abhängig ist.

„Natürlich könnten wir auch Methangas produzieren, aber das wäre für uns kein Geschäftsmodell – denn Methan aus Erdgas ist sehr viel billiger.“ Produziere man aber gefragte Chemikalien wie Kohlenmonoxid, Ethen oder Alkohole, die derzeit zwischen 650 und 1200 Euro pro Tonne kosten und von denen viele Millionen Tonnen pro Jahr benötigt werden, dann werde sich die Anlage rechnen, so Fleischer.

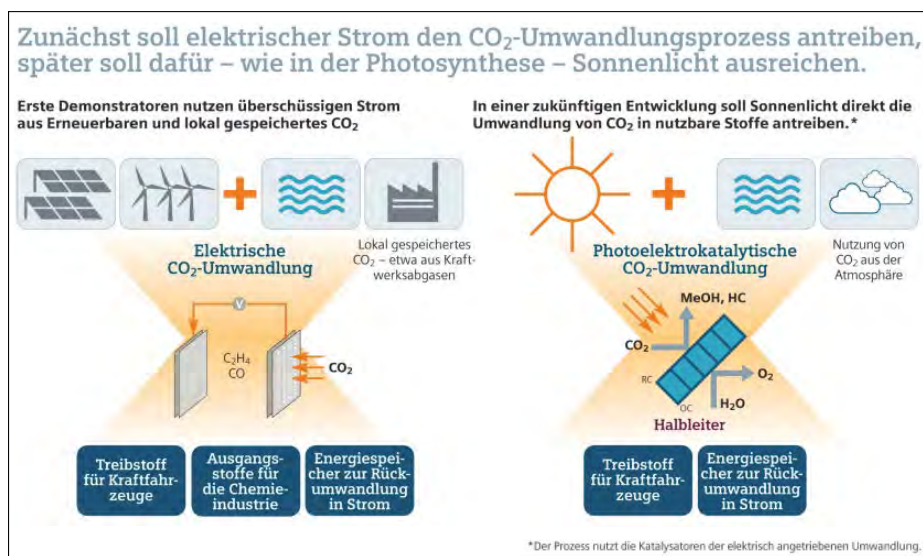
### Licht einfangen

Jüngst ist in Fleischers Labor auch ein größerer Demonstrator in Betrieb gegangen, dessen Leistung im Vergleich zur heutigen Anlage nicht mehr im Watt-, sondern im Kilowattbereich liegen wird.

Damit will Fleischer auch die Sonne einfangen. Ihm schwebt vor, die Photosynthese in gläsernen Modulen, ähnlich Photovoltaikzellen, zu betreiben, auf deren Oberseite das Licht einfällt, während auf der Unterseite Kohlendioxid in das System gelangt.

Die Arbeitsweise der Lichtfänger steht laut Fleischer bereits fest: Statt komplexe Chlorophyll-Moleküle nachzuahmen, möchte er so genannte Lichtsammelkörner auf der Basis von Halbleitern einsetzen. Diese werden mit den Katalysatoren umhüllt. Funktioniert alles nach Plan, wird der Halbleiter energiereiche Elektronen bereitstellen, die der Katalysator in Sekundenbruchteilen auf das CO<sub>2</sub> überträgt. Damit wird der Prozess dann direkt durch Licht getrieben.

In etwa zwei Jahren soll es soweit sein. Je nach Anwendung soll später CO<sub>2</sub> erst einmal aus den Abgasen von Kraftwerken, Fabriken und der chemischen Industrie genutzt werden. Im nächsten Schritt soll CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre genutzt werden. Dieses ist dort nur in geringer Konzentration vorhan-

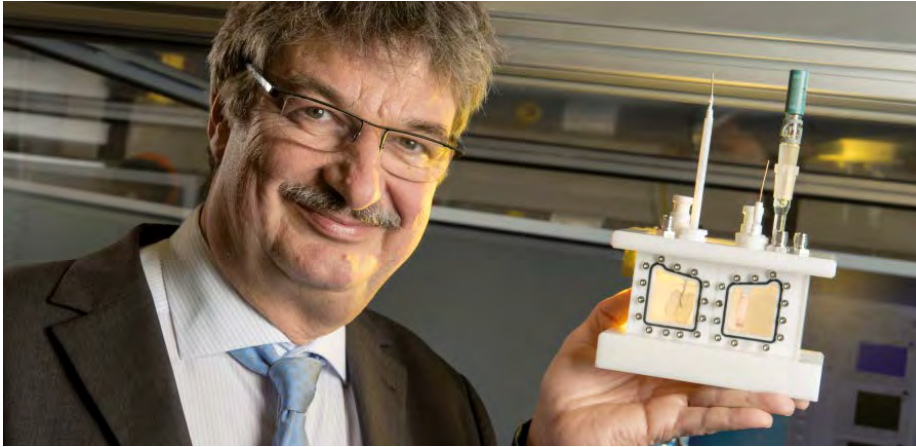


### Photosynthese in der Elektrolyse-Zelle

Fleischer schaut durch zwei Fenster aus Plexiglas in das kleine Photosynthese-Modul, in dem es kräftig blubbert. Im Grunde ist der kleine Kasten eine Elektrolyse-Zelle: Der Strom wird über Elektroden in eine Art Sprudelwasser geleitet, das ausreichend CO<sub>2</sub> enthält und elektrisch leitfähig gemacht wurde.

Die Kunst besteht nun darin, den Minuspol aus dem speziellen Katalysator so herzustellen, dass er die

Das im Wasser enthaltene Kohlendioxid wird im Labor zunächst aus Gasflaschen in die Elektrolyse-Zelle eingeblasen. „Bei der Herstellung von Kohlenmonoxid klappt das bereits sehr gut. 95 Prozent des elektrischen Stroms fließen tatsächlich in die Kohlenmonoxid-Produktion“, erklärt Fleischer. Durch die Wahl eines entsprechenden Katalysators sowie die Veränderung der Stromdichte oder gelösten Salzen im Wasser können die Forscher dann exakt steuern, ob das Kohlen-



Maximilian Fleischer mit Zelle zur Elektrolyse von CO<sub>2</sub> zu Wertstoffen wie Ethen

den. Die Siemens-Forscher arbeiten deshalb an Stoffen, die CO<sub>2</sub> wie ein Schwamm aufsaugen können. Dann wird es sogar möglich sein, den Bio-Treibstoff Methanol zu erzeugen. Fleischer hält diese Perspektive für ausgesprochen verlockend. „Mit den Modulen könnte man

Hausfassaden verkleiden und so das CO<sub>2</sub> aus der Luft und den Abgasen auffangen – und daraus wiederum Bio-Treibstoff herstellen.“

Doch auch in der ersten Stufe – ohne Lichtsammeleigenschaft – ist die künstliche Photosynthese faszinierend.

Fleischer sieht darin auch eine Möglichkeit, regenerative Energien zu speichern. „In Deutschland steht schon heute an windreichen und sonnigen Tagen mehr grüner Strom zur Verfügung als benötigt wird – Stromspeicher in ausreichender Menge fehlen jedoch. Speist man den Strom aber in Photosynthesemodule, ließe er sich für die Produktion wertvoller Chemikalien nutzen, was zugleich auch die wertvollen Erdöl-Ressourcen schont und Treibhausgas-Emissionen reduziert.

Nebenbei hätte der Mensch es dann geschafft, den produktivsten chemischen Prozess der Erde nachzuahmen. Der Traum, eine biochemische Fabrik effizient mit Sonnenlicht zu betreiben, könnte Wirklichkeit werden.“

Tim Schröder  
Siemens AG  
Fotos: Siemens

## Forschungsinitiative Rheinland-Pfalz – 5,4 Millionen Euro jährlich für die TU Kaiserslautern

**Der rheinland-pfälzische Wissenschaftsminister Konrad Wolf hat Anfang Juli gemeinsam mit den Präsidenten der Universitäten und Hochschulen des Landes die Zielvereinbarung zur Weiterführung der „Forschungsinitiative Rheinland-Pfalz“ bis 2018 unterzeichnet. Auch die Technische Universität (TU) Kaiserslautern wird von dieser nächsten Förderphase mit jährlich 5,4 Millionen Euro profitieren. Mit dem Geld soll die Forschung weiter gestärkt werden.**

Im Rahmen der Forschungsinitiative hat Rheinland-Pfalz von 2008 bis 2016 seine vier Universitäten und seit 2010 auch die sieben Fachhochschulen – zusätzlich zur Grundfinanzierung – mit rund 160 Millionen Euro gefördert. Ziel war es unter anderem, dass die Hochschulen damit ihr Forschungsprofil schärfen und Strategien entwickeln, um im bundesweiten, aber auch internationalen Wettbewerb in Wissenschaft und Forschung zu bestehen.

Die TU Kaiserslautern konnte dank der Fördermittel die Weichen für die Spitzenforschung stellen: Ein Bei-

spiel dafür sind die Sonderforschungsbereiche (SFB) der Deutschen Forschungsgemeinschaft. War die TU Kaiserslautern zu Beginn dieser Initiative nur an einem SFB beteiligt, gibt es mittlerweile sieben SFBs, bei deren Großteil die TU Kaiserslautern die Federführung innehat.

Die Wissenschaftler forschen hierbei unter anderem an neuartigen Metallwerkstoffen, an Quantentechnologien oder daran, wie Pflanzen sich verändernden Umweltbedingungen anpassen. Darüber hinaus konnten sich die Kaiserslauterer Forscherinnen und Forscher mit ihren Vorhaben auf europäischer Ebene durchsetzen – dazu zählen auch fünf hochdotierte Forschungspreise der Europäischen Union. In diesen Projekten untersuchen Physiker beispielsweise die grundlegenden Gesetze der Quantenwelt, und Verfahrenstechniker entwickeln für die Industrie molekulare Methoden, um Stoffgemische besser zu trennen.

Auch das Einwerben der Fördermittel für das neue Forschungsgebäude LASE (Laboratory for Advanced Spin Engineering) konnte dank der Initiative realisiert werden. Bis 2020

entsteht auf dem Campus ein neues Forschungsgebäude, in dem Forscherinnen und Forscher aus Physik, Chemie und den Ingenieurwissenschaften Spin-Phänomenen auf den Grund gehen werden.

Professor Dr. Arnd Poetzsch-Heffter, Vizepräsident für Forschung und Technologie an der TU Kaiserslautern, zeigt sich erfreut über die Fortsetzung der Initiative: „Dank der Förderung des Landes haben wir eine beachtliche Entwicklung beschritten, das belegen unter anderem die sieben Sonderforschungsbereiche. Ebenso zufrieden äußert sich Universitätspräsident Professor Dr. Helmut J. Schmidt: „Die Forschungsinitiative hat an der TU Kaiserslautern Früchte getragen. Wir freuen uns sehr, dass wir diesen erfolgreichen Weg weiterbeschreiben können und damit auch im Wettbewerb um die besten Köpfe aus Wissenschaft und Forschung bestehen können.“ Jährlich wirbt die TU Kaiserslautern etwa 60 Millionen Euro für die Forschung ein.

TU Kaiserslautern  
Dr. Isabel Sattler



# Lego education Innovation Studio

Mit Unterstützung des VDE Kurpfalz und des VDI Nordbaden-Pfalz im Rahmen der MINT-Förderung 2017 konnte die Reichenberg Grundschule in Reichelsheim weitere „Lego education“ Module anschaffen.

Das Kollegium wurde im Rahmen von zwei Pädagogischen Tagen in alle Module von „Lego education“ eingeführt. In einer ersten Projektwoche beschäftigten sich Kinder mit den verschiedenen Modulen. Die offizielle Eröffnung des LEIS (Lego education Innovation Studio) wird im September 2017 stattfinden.

„Es ist das erste LEIS an einer hessischen Grundschule und somit ein Leuchtturm für die hessische Schullandschaft“, freut sich die Rektorin der Schule, Christine Hartmann.

Die Schule verfügt über folgende Module:

- Fünfzehn Sets „Build to express“, mit denen Schüler/innen die Möglichkeit haben, Dinge zu präsentieren. Das Modul regt sowohl zum

Nachdenken an, als auch zur Fähigkeit, Gedanken und Gefühle auszudrücken. Die Kommunikationsfähigkeit, die Kreativität und das selbstständige Lernen werden vertieft. Sozialkompetenz wird gefördert ebenso wie das Arbeiten in Kleingruppen. Das Material ist ab dem Vorlaufkurs für alle Schüler/innen der Reichenberg-Schule geeignet.

- Fünf Basissets „Story Starter“ und je drei Sets zu Märchen, Weltraum und Gemeinschaft, mit deren Hilfe die Lese-, Schreib- und Sprechfähigkeit sowie das Verständnis und die Analyse von Texten verbessert werden soll. Gefördert werden auch die Kommunikation sowie der Teamgeist. Zudem unterstützt das Material die Kinder darin, neue Geschichten zu erfinden.
- Fünfzehn „More to Math“, durch die die mathematische Problemlösekompetenz in den Grundrechenarten, das logische Denken sowie die Ausdauer und Genauig-

keit gefördert werden. Weitere Inhalte des Materials sind Symmetrie, Messungen und räumliches Vorstellungsvermögen.

- „Einfache Maschinen“ helfen den Kindern beim Kennenlernen wissenschaftlicher Herangehensweisen. Sie entwickeln und bauen Maschinen mit einem Bauplan. Dabei lernen sie wichtige Fachbegriffe kennen und wenden diese an. Darüber hinaus geht es darum, Thesen zu überprüfen, Daten zu sammeln und eine Dokumentation von Ergebnissen anzufertigen.
- WeDo 1.0 und 2.0 unterstützt die Kinder darin, Problemlösungen zu entwickeln und zu verstehen. Außerdem wird das Grundverständnis für die Logik des Programmierens geschaffen. Eine große Rolle spielt hierbei die Auseinandersetzung mit der Realität und Modellen ebenso wie mit Natur und Umwelt.

Sybille Breunig / Christine Hartmann

## 3. Kongress MINT Zukunft Schaffen 2017

Das ZKM – Zentrum für Kunst und Medien – in Karlsruhe ist in diesem Jahr Gastgeber für den jährlichen MINT-Kongress in Baden-Württemberg. Im Fokus des Kongresstages am 17. Oktober wird das Themenfeld Digitalisierung stehen.

Veranstalter sind wie auch in den vergangenen Jahren Südwestmetall und „SCHULEWIRTSCHAFT Baden-Württemberg“. Partner sind u.a. der VDE Kurpfalz und der VDI Nordbaden-Pfalz.

### Digitalisierung in der Welt des schulischen Lernens

Das Programm sieht einen Impulsvortrag von Prof. Dr. Katharina Scheiter vor. Die Leiterin der Arbeitsgruppe „Multiple Repräsentationen“ am Leibniz-Institut für Wissenschaftsmedien in Tübingen wird zum Thema „Lehr-Lernprozesse mit digitalen Medien in Schule optimal gestalten“ referieren.



Zudem sind zahlreiche Workshops rund um die Themen „Digitalisierung und digitale Bildung in Schule und Unterricht“ vorgesehen. Auch das Thema „Cyber-Mobbing“ wird in einem Workshop zur Sprache kommen. Was „Digitale Ethik“ bedeutet, beleuchtet beispielsweise ein anderer Workshop.

### MINT-freundliche Schulen

Im Rahmen des Kongresses findet die landesweite Ehrung für Schulen, die als „MINT-freundlich“ zertifiziert werden können, statt.

VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz haben Schulen in ihrer Region

aufgefordert, sich für das Signet zu bewerben. Schulen, die vor drei Jahren die Auszeichnung erhielten, konnten sich für eine Re-Zertifizierung bewerben. Bis zum Redaktionsschluss war das Bewertungsverfahren noch nicht abgeschlossen.

Das **technikforum** wird in seiner Ausgabe III/2017 über die Auszeichnungen von Schulen in der Region berichten.

Weitere Infos:

- [www.suedwestmetall.de](http://www.suedwestmetall.de)
- [www.schulewirtschaft-bw.de](http://www.schulewirtschaft-bw.de)

Sybille Breunig

# Reichlich Nachwuchs und Neuzugänge im Schulvivarium der Liebfrauenschule



Wie im **technikforum** 1/2017 berichtet, haben VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz sich für das Jahr 2017 vorgenommen, Schulen bei ihrem MINT-Engagement und MINT-Projekten direkt zur Seite zu stehen, indem sie anbieten, ein MINT-Projekt inhaltlich und finanziell zu unterstützen.

Es gingen mehrere Bewerbungen für die MINT-Unterstützung von Schulen ein. Das VDE-VDI-Team hat die Anträge geprüft und die Mittel verteilt. Ein gefördertes Projekt ist das Schulvivarium der Liebfrauenschule in Bensheim.

## Keine Berührungängste mit Schlangen

Zwei ausgewachsene Kornnattern sind die Stars im Schulvivarium der Liebfrauenschule Bensheim. Manche Schülerinnen zögern anfangs beim Anblick der Tiere. Spätestens jedoch, wenn sie sehen, wie ihre Mitschülerinnen die Tiere halten, ist das Eis gebrochen, und sie möchten die Schlangen in die Hand nehmen oder wenigstens berühren, was diese sehr geduldig über sich ergehen lassen.

Die Tiere wurden vor kurzem von einem Gymnasium in der Pfalz übernommen, in welchem der Platz zu knapp geworden war. Die ungiftigen Schlangen stammen ursprünglich aus dem südöstlichen Nordamerika. Beide sind sehr friedlich und lassen sich problemlos hantieren, so dass die Schülerinnen die faszinierenden Tiere hautnah erleben können.

Dies gilt auch für die anderen Bewohner des Vivariums, welche so ausgewählt wurden, dass sie ungefährlich und relativ leicht zu halten sind und mit ein bis zwei Pflegemaßnahmen pro Woche auskommen.

## Faszination lebende Tiere

Das Vivarium erfüllt verschiedene Funktionen. Zunächst wird die Faszination lebender Tiere für die Schülerinnen erfahrbar. Weiterhin stehen die Tiere zur Anschauung und zur Beobachtung im regulären

Biologieunterricht zur Verfügung beispielsweise beim Thema Amphibien/Reptilien oder auch im Rahmen der Verhaltensbiologie und Ökologie.

Die Pflege und Betreuung der Tiere findet hauptsächlich in der AG-Schulvivarium statt, an der insgesamt

gut zwanzig Schülerinnen teilnehmen. Nicht zuletzt arbeiten Schülerinnen der Jugendforscht-AG mit Tieren im Vivarium, derzeit um die optimalen Wachstumsbedingungen von Achatschnecken zu erforschen und ein Laufrad mit Belohnungssystem für Mäuse zu entwickeln.

*MINT erleben – Artenvielfalt im Vivarium der Liebfrauenschule Bensheim*



Junger Leopardgecko



Madagaskar-Taggecko



Kornnatter



**Vivarium wichtiger Baustein im MINT-Konzept**

Das Vivarium ist somit ein wichtiger Baustein im MINT-Konzept der Schule, bei dem es um die besondere Förderung von Mädchen in den Naturwissenschaften geht.

Da bei der Haltung von Tieren auch physikalische und chemische Parameter eine wichtige Rolle spielen, entsteht eine Verknüpfung zu diesen Naturwissenschaften. Das Lauf-rad-Projekt nutzt überdies die neu etablierte „MINT-Garage“ in Bensheim, welche durch das „Netzwerk Talente“ gefördert wird.

Zum Ausbau der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem Schulvivarium ist für die Zukunft die Angliederung eines Schülerlabors geplant.

**Artenvielfalt im Vivarium**

Die Anzahl der Tierarten im Vivarium ist seit den Anfängen beträchtlich gewachsen. Die vier weiblichen Leopardgeckos, welche als erste Reptilien angeschafft worden waren, haben zwischenzeitlich ein Männchen dazu bekommen. Diesen Sommer stellte sich erstmals Nachwuchs ein.

Alleine lebt bisher ein weiblicher Großer Madagaskar Taggecko, der vom Bruder einer Abiturientin gespendet wurde. In einem großen Becken mit Landteil lebt eine Moschusschildkröte, und zwei Ka-

rierte Strumpfbandnattern vervollständigen die vorhandenen Reptilienarten.

Die Amphibien werden bisher durch zwei Axolotl, eine mexikanische, wasserlebende Salamanderart vertreten. Zusätzlich gibt es ein Aquarium mit Zierfischen.

Mit sechs Farbmäusen sind auch Säugetiere im Vivarium, die sich bei den Schülerinnen ebenfalls größter Beliebtheit erfreuen.

Neben den genannten Arten sind aber auch einige Tiere im Vivarium zu finden, die nicht zu den Wirbeltieren und damit auch nicht zu den gängigen Haustieren zählen. Hierzu gehören zum einen die afrikanischen Achatschnecken, welche bei guter Pflege beachtliche Ausmaße erreichen können. Die Schülerinnen wetteifern, welche Schnecke am besten gedeiht.

Groß ist die Anzahl vorhandener Gliedertiere: Asseln, Krebse, Riesenschnurfüßer, zwei Arten Schaben, zwölf Arten Stab- und Gespenstschrecken und afrikanische Rosenkäfer besiedeln verschiedene, für die jeweiligen Arten passende Gehege.

Damit es den Tieren gut geht, werden diese regelmäßig beobachtet und dokumentiert. Bei Bedarf werden die Gehege modifiziert oder erneuert. Viele der Insekten und die Achatschnecken zeigen

durch zahlreiche Nachkommen, dass ihnen die Haltungsbedingungen in der Liebfrauenschule zusa-gen. Die Anschaffung von ein paar weiteren attraktiven Arten ist in der Planung.

Durch die Mitgliedschaft der Lieb-frauenschule im Ring der Vivarien-schulen und die Teilnahme an den jährlichen Treffen ist ein Austausch mit anderen Schulen und deren Er-fahrungen gegeben. Bei den Ring-treffen gibt es auch eine Tauschbörse für Tiere, so dass der Bestand mit Nachzuchten aus anderen Schulen er-gänzt werden kann. So wachsen an der LFS derzeit fünf Baby-Vogel-spinnen heran, welche in Maxdorf in der Pfalz aus dem Ei geschlüpft sind.

**Erfolgreiche Re-Zertifizierung**

Für die zahlreichen Zusatzange-bote im naturwissenschaftlichen Bereich wurde die Liebfrauenschule bereits zum zweiten Mal als MINT-freundliche Schule ausgezeichnet. Erfolge bei der Biologie-Olympiade, bei Jugend-forscht und die regel-mäßige Teilnahme von Schülerin-nen an den Erfinderlaboren des Zentrums für Chemie zeigen, dass die zahlreichen Bemühungen auch Früchte hervorbringen.

Nicolas Chalwatzis  
Liebfrauenschule Bensheim  
Fotos: privat, Liebfrauenschule

**VDE-VDI: Geförderte MINT-Projekte 2017**

*Inzwischen hat es sich auch in der Öffentlichkeit herumgesprochen, was sich hinter dem Initialwort – auch Akronym genannt – MINT verbirgt: **M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaft, **T**echnik – also Bereiche mit einem hohen wirtschaftlichen Innovationsmotor, die unverzichtbar für die Zukunftssicherung sind.*

VDE und VDI sind deshalb nicht von ungefähr seit vielen Jahren Mitglied in der bundesweiten Initiative „MINT Zukunft schaffen e.V.“. Der VDI hat eigene Angebote wie den VDIni-Club oder die „Zukunftspi-loten“, über die auf der Homepage von **MINT** zu lesen ist: „Technik bietet Lösungen für viele Probleme unserer Gesellschaft. Man muss sie nur finden. Mit dem Jugendclub VDI-ZUKUNFTSPILOTEN begleitet der VDI den technikbegeisterten Nachwuchs von 13 bis 18 Jahren.“

VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz haben zu-dem in der Region bereits über 110 Schulen mit den Signet „MINT-freundlich“ ausgezeichnet. In diesem Frühjahr wurden diese Schulen aufgefordert, sich um eine gezielte MINT-Projektförderung beim VDE Kur-

pfalz und VDI Nordbaden-Pfalz zu bewerben. Folgen-de Schulen erhielten inzwischen auf Antrag eine Förderung, sei es als Sachspende, inhaltliche Unter-stützung oder finanziellen Zuschuss:

- Albertine-Scherer-Schule, Birkenheide
- Burg-Gymnasium, Kaiserslautern
- Carl-Bosch-Gymnasium, Ludwigshafen
- Carl-Theodor-Schule, Schwetzingen
- Erich Kästner Schule, Bürstadt
- Hölderlin-Gymnasium, Heidelberg
- Hubert-Sternberg-Schule, Wiesloch
- Leibniz-Gymnasium, Pirmasens
- Liebfrauenschule, Bensheim
- Nicolaus-Kistner-Gymnasium, Mosbach
- Reichenberg-Schule, Reichelsheim
- St.-Franziskus-Gymnasium, Kaiserslautern
- Theodor-Heuss-Gymnasium, Ludwigshafen

Sybille Breunig

# „MINT-Nacht“ am Leibniz-Gymnasium Pirmasens

Am 18. Mai 2017 fand die erste „MINT-Nacht“ am Leibniz-Gymnasium in Pirmasens statt. Für die Schülerinnen und Schüler wurden verschiedene Workshops angeboten, für die sie sich freiwillig anmelden konnten.

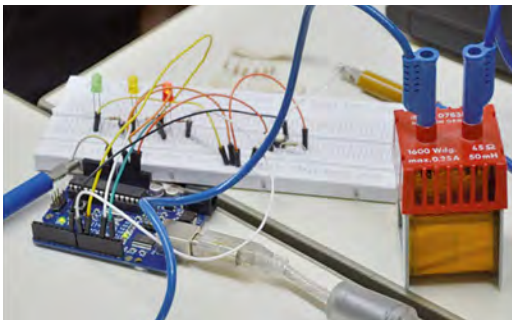
„Möglich wurde dies neben dem Engagement von Lehrer(inne)n und Kursen der Oberstufe auch und vor allem durch die Unterstützung externer Partner“, bedankt sich die Lehrerin Monika Hoock.

VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz haben die Veranstaltung im Rahmen der MINT-Förderung 2017 unterstützt, auch die Firma Kömmerling, die Hochschule Kaiserslautern-Pirmasens, die TU Kaiserslautern sowie Pollichia haben einen Beitrag geleistet.

## Große Bandbreite an MINT-Angeboten

Die Liste der angebotenen Workshops war umfassend. Viele Interessensgebiete konnten abgedeckt werden:

- Fledermausexkursion (Klasse 5–12)
- Vogelexkursion (Klasse 5–12)
- Extraktion von Blattfarbstoffen (Klasse 5)
- Lego-Robotik (Klasse 5–8)
- Programmieren mit Scratch (Klasse 5–7)
- Rund ums Honigsammeln (Klasse 5–8)
- Kryptographie – Geheime Botschaft ver- und entschlüsseln (Klasse 5–6)
- Löten: USB-Dioden Männchen (Klasse 7–8, nur Mädchen)
- Wurfbewegungen (Klasse 7–10)
- Präparation eines Schweineauges (Klasse 8)
- Bau eines Elektromotors (Klasse 9–10)
- Klebstoffe rund ums Auto (Klasse 9–12)
- Täter gesucht: Blut in der Forensik (Klasse 7–8)
- Kunststoff: Materialprüfung (Klasse 10–12)
- Vermessungswesen: Topografische Geländeaufnahme (Klasse 10–12)
- Lebensmittel unter der Lupe – chemische Analyse (Klasse 10–12)
- Elektronik: Arduino-Mikroprozessor (Klasse 10–12)
- Mathematische Modellierung (Klasse 10–12)



In den MINT-Workshops konnten Schüler und Schülerinnen experimentieren und dadurch erfahren, dass Technik sowie Naturwissenschaft interessant sind und die Beschäftigung damit Spaß macht.



Zuerst konnten sich die Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Workshops von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr in das jeweilige Thema einarbeiten. Anschließend präsentierten sie Eltern, Freunden, Bekannten und allen Interessierten die Ergebnisse. Das Interesse für MINT konnte geweckt werden. „Eine kleine Gruppe engagierter Oberstufenschüler experimentierte sogar noch bis in die Nacht“, freuten sich die Organisatoren.

Zwei Vorträge bildeten den Abschluss der MINT-Nacht. „Klein, Kleiner, Nano“ lautete der Titel des Vortrages von Professor Dr. Christiane Ziegler, Biophysikerin an der TU Kaiserslautern. Mit „Seifenblasen“ beschäftigte sich Professor Dr. Thomas Stumm von der Hochschule Kaiserslautern-Pirmasens in einem Vortrag vor allem für die jüngeren Gäste.

Monika Hoock  
Fotos: Hoock/privat



# VDI Mitgliederversammlung zu Gast bei KSB Frankenthal

Ein Unternehmen, das im Jahr 2017 auf 65 Jahre Fördermitgliedschaft im VDI zurückblickt, war am 26. April Gastgeber für die Mitgliederversammlung des Bezirksvereins Nordbaden-Pfalz (BV): Die KSB AG, Frankenthal.

Das Interesse der Mitglieder war groß, zumal KSB vor der Mitgliederversammlung Führungen durch das Werk angeboten hatte.

## Gastgeber KSB AG

Dr. Peter Buthmann, Mitglied des Vorstandes der KSB AG, stellte das Unternehmen vor. Aus der Maschinen- und Armaturenfabrik Klein, Schanzlin & Becker des ausgehenden 19. Jahrhunderts ist ein Global Player geworden. KSB ist heute in mehr als 100 Ländern vertreten und zählt weltweit über 16.000 Beschäftigte. Abwasser, Industrieanlagen, Gebäudeausrüstung, Schifffahrt, Feststofftransporte oder beispielsweise auch Bergbau – die Palette der Techniken, bei denen Pumpen und Armaturen aller Größen und Anforderungen zum Einsatz kommen, sei mannigfaltig, zeigte Buthmann auf „und beeindruckend“, wie Professor Dieter Leonhard, Vorsitzender des BV, ergänzte.



Der Vorsitzende des BV, Professor Dieter Leonhard, bedankte sich bei KSB für die Möglichkeit, die Mitgliederversammlung am Standort Frankenthal durchzuführen – unter anderem mit dem Buchpräsent „Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden“.

## Vorstand erläutert Aktivitäten des Vereinsjahres

In einem Bericht über das Geschäftsjahr 2016 gab der Vorsitzende des BV, Professor Dieter Leonhard, einen ausführlichen Überblick über Mitgliederstatistik, Gremien sowie die verschiedenen Aktivitäten. Zur Sprache kamen so die verschiedenen Kommunikationen mit den Mitgliedern, die Arbeit der BV-Gremien, die nach wie vor positive Entwick-

lung des VDI-Clubs, die beiden sehr gut besuchten MINT-Veranstaltungen und die gezielte MINT-Unterstützung für das „TEAM-Endeavour“ sowie das Projekt „MINT-Life!“ der Weinheimer Hans-Freudenberg-Schule.



Gab im Namen des Vorstands einen ausführlichen Bericht über das Vereinsjahr 2016 des VDI Nordbaden-Pfalz: Professor Dieter Leonhard, Vorsitzender.



Mit dem Team „Endeavour“ hatten sich zum ersten Mal Schülerinnen und Schüler aus der Region für die Teilnahme an der Weltmeisterschaft von „Formel 1 in der Schule“ in Austin, Texas, qualifiziert. Sie errangen den dritten Platz, und zwei Mitglieder des Teams stellten den Wettbewerb und das von ihnen entwickelte Siegerfahrzeug vor – verbunden mit einem Dank an den BV für die Unterstützung.



Dr. Peter Buthmann, Mitglied des Vorstandes der KSB AG, stellte das Unternehmen vor, das in diesem Jahr Gastgeber der Mitgliederversammlung war und für 65 Jahre VDI-Fördermitgliedschaft geehrt wurde.



Je ein Olivenbäumchen „für die Hobbygärtner“ überreichte der BV-Vorsitzende an Dr. Karlheinz Fischer und Dr. Ditmar Flothmann für deren ehrenamtliches Engagement in Sachen MINT, insbesondere für die Unterstützung des MINT-Life!-Projektes.



Die Aktivitäten des Arbeitskreises Hochschulen in 2016 stellte der Leiter des Arbeitskreises Studenten und Jungingenieure, Eugen Stein, vor. Seien es Get-Together mit Führungspersönlichkeiten der Region, Jahrestreffen der Young Professionals, Seminare zu Themenfeldern wie Rhetorik, Gehaltsverhandlungen, Bewerbungstraining, Kommunikationstraining oder das New Year Start-up, die Tutorien, Exkursionen, Semester-Informationen und Werbeveranstaltungen – es wurde deutlich, dass der Arbeitskreis lebendig und kreativ im Sinne des VDI agiert.



Berichtete über die Aktivitäten der Studenten und Jungingenieure: Eugen Stein, Leiter des Arbeitskreises, der auch als Vorstandsmitglied das neu geschaffene, gleichnamige Ressort verantworten wird.

### Bericht des Schatzmeisters und Rechnungsprüfers

Dass der BV auf „finanziell gesunden Füßen“ stehe, sagte der Schatzmeister des BV, Dipl.-Ing. Wolf-Günter Janko. Er stellte die Bilanz vor, erläuterte ausführlich die Einnahmen und Ausgaben des Geschäftsjahres 2016 sowie die Etatplanung 2017.

Im Namen der Rechnungsprüfer gab Dipl.-Ing. Wolfgang Schemenau einen Bericht über die Kassenprüfung. „Alles in Ordnung“ lautete die Quintessenz.

### Wahlen – neuer, erweiterter Vorstand

Da der bisherige stellvertretende Vorsitzende, Dr. Volker Knickel, die Funktion nicht weiter wahrnehmen konnte, war satzungsgemäß eine sogenannte Nachbesetzung notwendig geworden. Dem Vorschlag des Vorstandes, mit dieser Funktion Prof. Dr. Andreas Föhrenbach,

Duale Hochschule Mannheim, zu betrauen, stimmte die Mitgliederversammlung einstimmig zu. Seine Amtszeit geht bis zum Jahresende 2017. Danach wird er ab 1.1.2018 das Amt des Vorsitzenden des BV übernehmen – so das einstimmige Votum der Mitgliederversammlung. Föhrenbach tritt damit die Nachfolge von Dieter Leonhard an, der entsprechend der Satzung nach zwei Wahlperioden nicht mehr zur Wiederwahl stand.



Dipl.-Ing. Wolfgang Schemenau informierte die Mitgliederversammlung über die Rechnungsprüfung und leitete souverän die verschiedenen Wahlgänge.

Als stellvertretender Vorsitzender wird ab 1.1.2018 Dipl.-Ing. Manfred Schumacher, Technischer Vorstand Grosskraftwerk Mannheim, fungieren. Schatzmeister für eine weitere Wahlperiode bleibt Dipl.-Ing. Wolf-Günter Janko. Mit dem Ressort „Repräsentanz Westpfalz“ betraute die Mitgliederversammlung Dipl.-Ing. Alexander Kling MBA. Er wird zudem für die Ingenieurhilfe zuständig sein. Für das neue Vorstands-Ressort „Studenten und Jungingenieure“ wurde Eugen Stein gewählt.



Dipl.-Ing. Manfred Schumacher, Technischer Vorstand des Grosskraftwerk Mannheim, wurde zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt und wird satzungsgemäß das Amt am 1.1.2018 antreten.



Professor Andreas Föhrenbach wird bis Ende des Jahres 2017 in der Nachfolge von Dr. Volker Knickel als stellvertretender Vorsitzender fungieren und ab 1.1.2018 den Vorsitz des BV-Vorstandes übernehmen.



Dipl.-Ing. Wolf-Günter Janko wird dem BV für eine weitere Wahlperiode als Schatzmeister zur Verfügung stehen.



Im Vorstand zuständig für die Repräsentanz Westpfalz: Dipl.-Ing. Alexander Kling MBA.

**Wahlperiode**  
1.1.2018 – 31.12.2020

**Geschäftsführender Vorstand**

**Vorsitzender:**  
Prof. Dr. Andreas Föhrenbach

**Stellvertretender Vorsitzender:**  
Dipl.-Ing. Manfred Schumacher

**Schatzmeister:**  
Dipl.-Ing. Wolf-Günter Janko





Gute fachliche Leistungen, gepaart mit Engagement für die Mitstudierenden und ehrenamtliche Aktivitäten würdigt der BV mit dem jährlich ausgelobten „VDI-Engagement-Preis“. Preisträger 2017 ist Rico Meisel (l.) Hochschule Mannheim. Die Laudatio hielt Professor Bernd Schinke, Hochschule Mannheim, der die Urkunde gemeinsam mit Professor Dieter Leonhard überreichte.

**VDI Engagement Preis**

Wie in den vergangenen Jahre würdigte der BV auch in diesem Jahr besondere Leistungen eines Studierenden – und zwar nicht ausschließlich für Erfolge im Studium, sondern vor allem für Engagement in der Hochschule, für die Mitstudierenden sowie im ehrenamtlichen Bereich.

Für den mit 500 Euro dotierten VDI Engagement-Preis hatten Studierende der Hochschule Mannheim dieses Jahr Rico Meisel nominiert.

*Das Protokoll der Mitgliederversammlung kann als pdf-Datei bei der Geschäftsstelle angefordert werden.*



Eine besondere Ehrung wurde dem noch bis Ende 2017 amtierenden BV-Vorsitzenden Professor Dieter Leonhard in Anerkennung seines ehrenamtlichen Engagements zuteil: Er erhielt die Ehrenplakette des VDI.

**Ehrungen für langjährige Mitgliedschaft im VDI**

Im Rahmen einer Präsenzherrung wurden zahlreiche Mitglieder geehrt für 25-jährige, 40-jährige, 50-jährige und 60-jährige und 65-jährige persönliche - und Förder-Mitgliedschaft im VDI.

**Persönliche Mitglieder**

- 25 Jahre Mitgliedschaft im VDI: 119 Mitglieder
- 40 Jahre Mitgliedschaft im VDI: 45 Mitglieder
- 50 Jahre Mitgliedschaft im VDI: 15 Mitglieder
- 60 Jahre Mitgliedschaft im VDI: 13 Mitglieder
- 65 Jahre Mitgliedschaft im VDI: 5 Mitglieder



60 und 65 Jahre Mitgliedschaft im VDI



25, 40 und 50 Jahre Mitgliedschaft im VDI



**Fördermitgliedschaft im VDI**

*Vier Unternehmen der Region konnten in diesem Jahr für langjährige Mitgliedschaft der Region geehrt werden. Fünfundsechzig Jahre Fördermitglied im VDI sind im Jahr 2017:*

- **ABB AG**
- **Grosskraftwerk Mannheim AG**
- **Heidelberger Druckmaschinen AG**
- **KSB AG**



*Dipl.-Ing. Christian Böttger (Mitte) repräsentierte die Heidelberg Druckmaschinen AG. Böttger ist selbst auch im BV aktiv und leitet die Bezirksgruppe Heidelberg.*



*Das gastgebende Unternehmen für die diesjährige Mitgliederversammlung, die KSB AG, unterstützt seit 65 Jahren als Fördermitglied den VDI. Dr. Peter Buthmann, Mitglied des Vorstandes der KSB AG, nahm gerne die Urkunde entgegen.*



*Für das GKM nahmen der Technische Vorstand, Dipl.-Ing. Manfred Schumacher (2.v.l.), sowie sein Vorgänger, Dr. Karl-Heinz Czychon (2.v.r.), die Urkunde für 65 Jahre Mitgliedschaft entgegen. „Wir bedanken uns nicht nur für die langjährige Mitgliedschaft im VDI. Vielmehr stehen Sie beide auch für Engagement in unserem Bezirksverein“, sagte Leonhard und spielte darauf an, dass Czychon sechs Jahre sein Vorgänger im Amt des BV-Vorsitzenden war, und Schumacher ab 2018 als stellvertretender Vorsitzender aktiv sein wird.*



*Zahlreiche Mitglieder wurde für ihre langjährige Mitgliedschaft im VDI eine besondere Ehrung zuteil. Sie erhielten eine Urkunde und eine Ehrennadel.*

*Der Vorsitzende, Professor Dieter Leonhard, sowie der stellvertretende Vorsitzende, Professor Andreas Föhrenbach und der Schatzmeister Wolf-Günter Janko bedankten sich bei den Jubilaren/innen, die zur Mitgliederversammlung gekommen waren, für deren Verbundenheit mit dem VDI und dem BV.*

Sybille Breunig  
Fotos: KSB



## VDI Arbeitskreis Hochschule beim Deutschen Ingenieurtag 2017

*„Digitalisierung der Arbeitswelt“ heißt das VDI-Jahresthema 2017, und unter diesem Motto stand auch der 28. Deutsche Ingenieurtag (DIT).*

*Unter dem Veranstaltungstitel „SMART GERMANY – Arbeit in der Digitalen Transformation“ kamen rund 1.400 Gäste aus der Ingenieur-Community, Politik, Wirtschaft, Verbänden und Hochschulen im Mai nach Düsseldorf. Mit dabei: Studierende des VDI Nordbaden-Pfalz.*

Fragen, die gestellt wurden, zeigen die Palette der Aspekte. Beispielsweise ging es darum zu klären, wie gut deutsche Ingenieure auf die veränderten Qualifikationsanforderungen der Digitalen Transformation vorbereitet sind. Oder welche Rolle sie in der „Smart Factory“ spielen können. Nicht zu vergessen die Fragestellung: Welchen Einfluss hat die Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt? Antworten erforderten auch Fragen wie „Wie steht es um die digitale Bildung in Deutschland?“ und „Welche politischen Rahmenbedingungen braucht die Arbeit der Zukunft?“

Der Bezirksverein Nordbaden-Pfalz hat es interessierten Mitgliedern des VDI Arbeitskreises Hochschulen ermöglicht, sowohl am DIT 2017, als auch am suj-Kongress (Studierende und Jungingenieure) teilzunehmen. *Hier ihr Bericht:*

„Wir Studenten und Jungingenieure (suJ) aus der Region waren vom 11. bis 13. Mai auf dem bundesweiten suj Kongress sowie dem DIT in Düsseldorf mit mehreren Mitgliedern vertreten. Schwerpunkt des 28. Deutschen Ingenieurtages war die Frage nach der Art und Weise, wie Menschen – nicht nur, aber insbesondere natürlich Ingenieure – in der digitalen Welt arbeiten und leben werden.“

VDI Präsident Prof. Ungeheuer erläuterte in seiner Grundsatzrede,

dass Ingenieure noch stärker in digitalen Geschäftsmodellen denken müssen. Der Ex-Google-Deutschland-Chef Christian Baudis prognostizierte in seiner Keynote die Megatrends der Digitalisierung: Robotik und selbstfahrende Autos, Künstliche Intelligenz und Big Data, Mensch-Maschinen-Verknüpfungen sowie Sensorik und Internet der Dinge. Hinzu fügte er, dass Datenschutz ein wichtiges Thema sei, aber nicht so wichtig, dass Deutschland die Digitalisierung verschlafen dürfe.

Auch die Rede des Politikgasts Günther Oettinger, der in seiner vormaligen Rolle als EU-Digitalkommissar über den „Mehrwert Europas im digitalen Zeitalter“ sprach, hat uns nachhaltig beeindruckt.

Ein Tag stand ganz im Zeichen der persönlichen Weiterbildung durch die Teilnahme an verschiedenen Workshops. Soft-Skills wurden beispielsweise im Workshop „Adaptive Leadership – Führungstechniken für Young Professionals“ erweitert. Hier konnte man lernen, wie man als Young Professional Probleme strategisch angehen und lösen kann, um somit Verantwortung für Veränderungen zu übernehmen. In den Pausen wurde die Chance genutzt, sich über Karriereperspektiven zu unterhalten.



Mitglieder des VDI Arbeitskreises Hochschulen im Bezirksverein Nordbaden-Pfalz nahmen am Deutschen Ingenieurtag und dem Kongress der Studierenden und Jungingenieure teil. Abgebildet: Die Vertreter der Hochschulgruppen in Kaiserslautern.

Der VDI hat das Thema „Arbeit in der Digitalen Transformation“ zum Schwerpunktthema des Jahres gemacht – mit dem Ziel, die Debatte mit einer ingenieurwissenschaftlichen und berufspolitischen Perspektive ein wenig zu versachlichen. Aber auch, um deutlich zu machen, was genau denn Ingenieure in der digitalen Arbeitswelt können müssen.

Genau das hat VDI-Präsident Prof. Ungeheuer in seiner Grundsatzrede beim DIT 2017 erläutert: Ingenieure müssen noch stärker in digitalen Geschäftsmodellen denken. Dazu brauchen Ingenieure IT-Kenntnisse, Digital- und Medienkompetenz und auch fachfremde Kenntnisse wie BWL-, Marketing- und Business-Know-How und Methodenkenntnisse zur Geschäftsmodellentwicklung.

Quelle: <https://blog.vdi.de/2017/05/wie-wollen-wir-kuenftig-arbeiten/>

Am letzten Abend durften wir durch den spannenden Eventvortrag von Professor Metin Tolan einen neuen und interessanten Blick auf die Physik hinter den „Star Trek“ Filmen werfen, ehe es mit dem Bus in die Dr. Thompson’s Seifenfabrik zu einem suj-Netzwerkabend ging. Dort haben wir die Möglichkeit genutzt, in entspannter Atmosphäre mit Unternehmensvertretern ins Gespräch zu kommen und natürlich neue Gesichter aus unserem großartigen Netzwerk kennen zu lernen.

Am Samstag trafen wir uns mit den aktiven Mitgliedern aus den 84 lokalen Hochschulteams zum Delegiertentreffen. Neben dem Bericht aus der VDI Düsseldorf Hauptgeschäftsstelle sowie weiteren internen Vorträgen fand die Wahlen zum Bundesvorstand der suj statt.

Christian Loos/Sybille Breunig  
Foto: Loos

## suJ Arbeitskreis Hochschulen/Studenten und Jungingenieure

# VDI-Hochschulen: Informationsveranstaltung zu Wasser

*Stabiles Wetter, Abendsonne, warme Temperaturen, ein Schiff der Heidelberger Weißen Flotte sowie gut einhundert Studierende und Professoren aus den Hochschulen der Region: Wenn diese Faktoren zusammenkommen, stehen alle zwei Jahre Informationen über den VDI, Vorteile der Mitgliedschaft und Networking im Rahmen der „suJ-Schiffahrt“ auf dem Programm.*

Der VDI Arbeitskreis Hochschulen und der Arbeitskreis „Studierenden und Jungingenieure“ (suJ) im Bezirksverein Nordbaden-Pfalz (BV) hatten Studierende der Region für Ende Mai zu einer Informationsveranstaltung eingeladen. Sie fand auf einer besonderen Location statt: Der MS Merian der Weißen Flotte Heidelberg.

Vertreten waren Studierende und Professoren der Hochschule Mannheim, der Dualen Hochschule Mannheim und Mosbach sowie der Hochschule und Technischen Universität in Kaiserslautern.

### Informationen und Networking

Bei einer abendlichen Fahrt durchs Neckartal informierte die suJ über die größte technisch-wissenschaftliche Vereinigung in Deutschland. Die VDI-Aktiven der Hochschulen standen gerne Rede und Antwort darüber, welche Vorteile es hat, Mitglied im VDI zu sein und wie man sich – wenn gewünscht – in den einzelnen Hochschulgruppen des BV und auch bundesweit im suJ aktiv



Aktive der suJ informierten über den VDI und die Hochschulgruppen der Region.



Die Vorsitzenden der suJ Kaiserslautern (l.) mit dem stellvertretenden BV-Vorsitzenden, Professor Andreas Föhrenbach (r.), der mit einigen Kollegen aus den Hochschulen der Region mit an Bord war.

beteiligen kann. „Wichtig ist zudem, dass Sie sich kennenlernen und vernetzen“, hob Professor Andreas Föhrenbach, Leiter des AK Hochschule und stellvertretender Vorsitzender des BV, in seinen Begrüßungsworten hervor.

### Start-up: Den Weg in die Selbstständigkeit wählen?

Als „i-Tüpfelchen“ des informativen Abends bezeichnete Professor Jürgen Steinle von der Dualen Hochschule Mosbach den Vortrag



Andreas Schwöbel (stehend), der ein Start-up-Unternehmen gegründet hat, berichtete über seine Erfahrungen und gab Tipps.

eines Start-up-Unternehmers. „Wer überlegt, sich nach dem Studium selbstständig zu machen?“, fragte Andreas Schwöbel als Einstieg, um dann zu berichten, wie es war, den Schritt aus einem gut bezahlten, festen Job in die Selbstständigkeit zu wagen.

Vor dem eigentlichen Start des neuen Unternehmens habe es viel zu tun gegeben und danach noch

mehr Arbeit, sagte er humorvoll. Businessplan erstellen, Gespräche mit Banken führen, einen Gewerbeschein beantragen, den Eintrag ins Handelsregister vornehmen, dem Unternehmen Steuernummern besorgen, Versicherungen abschließen, Räume suchen, Ausstattung kaufen, Kunden akquirieren, Lieferanten finden, einen Steuerberater engagieren, Verträge vom Rechtsanwalt prüfen lassen („Ohne den geht's heute kaum noch!“), Mitarbeiter suchen – „um nur ein paar Aspekte zu nennen“, zählte Schwöbel auf. Dass dabei für viele Monate das Privatleben brach lag, gab er gerne zu, betonte aber zugleich: „Ich würde sofort wieder ein eigenes Unternehmen gründen.“ Überwiege die Zufriedenheit mit der Arbeit für ihn doch die Mühen und Anstrengungen.

Allein eine gute Idee zu haben, genüge aber nicht, um erfolgreich sein zu können, warnte er. Vielmehr sei auch solides Know-how nötig. Sein

junges Unternehmen, die „PlastSolutions GmbH“ mit Sitz in der MAFINEX Mannheim, agiert in der Automobilbranche und ist gut gestartet. Schwöbel zeigte sich zuversichtlich, dass er den für sich richtigen Schritt getan habe und blickt positiv in die Zukunft seines Start-ups.

Sybille Breunig  
Fotos: Breunig



# VDE Mitgliederversammlung 2017 – ein Tag im TECHNOSEUM Mannheim

*Zur Mitgliederversammlung 2017 hatte der VDE Kurpfalz (BV) seine Mitglieder für den 7. April ins TECHNOSEUM Mannheim eingeladen – eine Institution, „die der natürliche und passende Partner für den VDE ist“, wie Dr. Jens Bortloff, stellvertretender Direktor des Hauses, in seinen Begrüßungsworten treffend feststellte.*

Vor der Mitgliederversammlung am späten Nachmittag standen die Ehrungen für langjährige Mitglieder sowie Führungen durch die aktuelle Sonderausstellung auf dem Programm. Zahlreiche Mitglieder folgten der Einladung.

## Ehrung langjähriger Mitglieder

Es gehört zur Tradition, dass der BV seine Jubilarinnen und Jubilare

vor der jährlichen Mitgliederversammlung zu einer separaten Ehrungsveranstaltung einlädt, „um die langjährige Verbundenheit mit dem VDE zu würdigen, sich besser kennenzulernen und auszutauschen“, so Professor Wolfram WellBow, Vorsitzender des BV.

**Geehrt wurden in 2017 für 25 Jahre Mitgliedschaft im VDE 32 persönliche und fünf Korporative Mitglieder; 36 persönliche Mitglieder und ein Korporatives Mitglied für 40 Jahre Mitgliedschaft; 20 Mitglieder inklusive einem Korporativen Mitglied für 50 Jahre Mitgliedschaft; drei Mitglieder für 60 Jahre Mitgliedschaft und ein Mitglied für stolze 65 Jahre Zugehörigkeit zum VDE.**

Unternehmen und Institutionen, sprich Korporative Mitglieder, bei denen sich der BV für langjährige Verbundenheit bedanken konnte, waren:

- **Für 25 Jahre Mitgliedschaft ABB Automation Products GmbH**, Ladenburg
- **Baumgardt + Brunner Steuerungstechnik GmbH**, Landau
- **EAI GmbH**, Mannheim
- **GETA GmbH Gesellschaft für elektrotechn. Anlagen**, Waghäusel
- **Rösberg Engineering Ingenieurgesellschaft mbH** für Automation, Ludwigshafen
- **Für 40 Jahre Mitgliedschaft Stadtwerke Grünstadt GmbH**, Grünstadt
- **Für 50 Jahre Mitgliedschaft Stadtwerke Lambrecht (Pfalz) GmbH**, Lambrecht



Der VDE Kurpfalz lud seine Jubilarinnen und Jubilare zur Ehrung für deren langjährige Mitgliedschaft in das originelle Ambiente der „Arbeiterkneipe“ ein.



Professor Wolfram WellBow freute sich mit seinen Vorstandskollegen, dass zahlreiche Jubilarinnen und Jubilare der Einladung gefolgt waren und bedankte sich für deren langjährige Verbundenheit mit dem VDE.





VDE-Mitglieder, die für ihre langjährige Mitgliedschaft geehrt wurden.



Ein besondere Ehrung: 65 Jahre Mitgliedschaft im VDE

### Führungen durch die aktuelle Sonderausstellung

Unter dem Motto „Die Zukunft begann vor 200 Jahren. Freiherr von Drais und die Geschichte des Fahrrades“ stand die Führung durch die große Landesausstellung.



Im Rahmen der Führung durch die Sonderausstellung erhielten die BV-Mitglieder nicht nur einen Überblick über die Entwicklungsgeschichte des Fahrrades. Ein wichtiger Gesichtspunkt war zudem, über seine gesellschaftliche Rolle im Laufe der Zeit nachzudenken und über die zukünftige bei Fragen der modernen Mobilität. Die Exponate zeigten, welche Varianten des Fahrrades möglich sind – und sie konnten auch ausprobiert werden.



**Mitgliederversammlung: Neuer Vorstand gewählt**

Der BV-Vorstand informierte die Mitglieder über das zurückliegende Vereinsjahr, die vielfältigen Aktivitäten und gab einen Ausblick auf das neue Jahr. Der Bericht des Kassensprüfers erläuterte die Finanzen des BV.

**Wahlen – neuer Vorstand**

Die Mitgliederversammlung wählte satzungsgemäß einen neuen Vorstand.

- Vorstandsvorsitzender: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. **René Chassein**
- Stellvertretender Vorstandsvorsitzender: Prof. Dr.-Ing. **Wolfram H. Wellßow**
- Stellvertretender Vorstandsvorsitzender: Dr.-Ing. **Johannes Kaumanns**

Chassein ist Vorstandsmitglied der Pfalzwerke AG, Ludwigshafen, Kaumanns Mitglied der Geschäftsleitung Südkabel GmbH, Mannheim.

Professor Wellßow führt an der Technischen Universität den Lehrstuhl für Energiesysteme & -management.

Nach fast zweieinhalb Jahrzehnten im Amt als Kassenwart verabschiedete sich Dipl.-Ing. Ludwig Effler in den Ruhestand und kandidierte nicht mehr. Als Nachfolger wurde Dipl.-Ing. Bodo Kleinevoß gewählt.

Sybille Breunig  
Fotos: B. Kunkel



Der neue Vorstand im Gespräch



Dipl.-Ing. Bodo Kleinevoß (l.) wurde zum neuen Kassenwart gewählt. Dipl.-Ing. Ernst-Dieter Keller verantwortet das Vorstandssortiment „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“.



Gab im Namen der Rechnungsprüfer einen Bericht über die Rechnungsprüfung 2017 ab und wurde zum neuen Kassenwart des BV gewählt: Dipl.-Ing. Bodo Kleinevoß.



Der stellvertretende Direktor des Technoseum, Dr. Jens Bortloff, begrüßte den Bezirksverein und sagte, dass der VDE der „natürliche Partner“ für eine Kooperation sei.



Freuten sich über eine erfolgreiche und interessante Mitgliederversammlung: Dr. Karlheinz Fischer, im Vorstand zuständig für MINT, und Dipl.-Ing. Yvonne Kremer, die sich um attraktive Veranstaltungen kümmern wird.



Prof. Karsten Glöser, Vorsitzender der VDE-Zweigstelle Kaiserslautern



Leitete die Wahlen zum neuen Vorstand: Dipl.-Ing. Wolf-Günter Janko, der sowohl im VDE Kurpfalz, als auch im VDI Nordbaden-Pfalz Mitglied ist.



Der neue BV Vorstand: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. René Chassein (Vorstandsvorsitzender; Mitte), Prof. Dr.-Ing. Wolfram H. Wellßow (Stellvertretender Vorstandsvorsitzender) und Dr.-Ing. Johannes Kaumanns (Stellvertretender Vorstandsvorsitzender, r.)



Professor Wolfram Wellßow bedankte sich beim ausscheidenden, langjährigen Schatzmeister Dipl.-Ing. Ludwig Effler für dessen Engagement und Zuverlässigkeit über 20 Jahre.



Get-Together nach der Versammlung

## VDE-VDI-Veranstaltungen 2017

Wir bitten zu beachten, dass dieser Überblick auf dem Stand **Ende Juli/Anfang August** beruht. Neue Veranstaltungen und Änderungen können nach Redaktionsschluss nicht mehr berücksichtigt werden.

Details zu den Veranstaltungen dieser Auflistungen, Änderungen sowie neu eingestellte Angebote finden Sie tagesaktuell im Internet: [www.vde-kurpfalz.de](http://www.vde-kurpfalz.de) + [www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)

	Datum / Zeit	Thema	Ort
	12.08.2017 10:00 & 12:00 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Mannheim
	14.08.2017 14:30 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Pirmasens
	04.09.2017 14:30 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Pirmasens
	07.09.2017 18:00 Uhr	Bez.gr. FT/WO, AK Technikgeschichte – Vortrag: 40 Jahre LEGO® Technic	Mannheim
	12.–13.09.2017 ganztags	Seminar: Basiswissen Elektrotechnik	Ladenburg
	13.09.2017 18:00 Uhr	AK Leitsysteme – Vortrag: IT-Security in der Prozesswelt	Mannheim
	16.09.2017 10:00 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Heidelberg
	19.–20.09.2017 ganztags	Seminar: Elektrotechnische Systeme der Sicherheitstechnik in Gebäuden	Ladenburg
	27.09.2017 ganztags	1. Kaiserslauterer Supraleitersymposium	Kaiserslautern
	14.10.2017 10:00 & 12:00 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Mannheim
	16.10.2017 14:30 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Pirmasens
	17.10.2017 ganztags	Kongress 2017 MINT Zukunft schaffen: Digitalisierung und digitale Bildung	Karlsruhe
	18.10.2017 ganztags	Weiterbildung 2017: Wie funktioniert ein Team? Moderne Projektplanung	Mannheim
	26.10.2017 ganztags	Seminar: Schaltberechtigung	Ladenburg
	06.11.2017 14:30 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Pirmasens
	06.11.2017 ganztags	Seminar: Normgerechter Betrieb elektrischer Altanlagen nach BGV A3	Ladenburg
	11.11.2017 10:00 & 12:00 Uhr	VDIni-Club-Treffen	Mannheim
	14.–16.11.2017 ganztags	Seminar: Planung von Trafostationen – Erneuerung bestehender Anlagen – Retrofit, Amortisation	Ladenburg

Datenhinweis: Es kann erforderlich sein, Ihre Daten zum Zweck der Organisation und Durchführung für die oben genannten Veranstaltungen zu erheben und an die Veranstaltungskooperationspartner weiterzugeben. Bei Veranstaltungen entstandene Fotos und Aufnahmen können im Rahmen von Berichten, in Zeitschriften und im Internet veröffentlicht werden.

Die nächsten Ausgaben des

**technikforum**

03/2017:  
November / Dezember

01/2018:  
März / April

02/2018:  
Juli / August

Sie finden das aktuelle

**technikforum**

sowie vorangegangene Ausgaben auf den Homepages:  
[www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)  
[www.vde-kurpfalz.de](http://www.vde-kurpfalz.de)

## Impressum

### Herausgeber

VDI Verein Deutscher Ingenieure,  
Nordbadisch-Pfälzischer Bezirksverein e.V.  
Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Dieter Leonhard

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik  
Informationstechnik, Bezirk Kurpfalz e.V.  
Vorsitzender:  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. René Chassein

### VDE / VDI-Geschäftsstelle

Leitung: Sybille Breunig AdL  
Mafinex-Technologiezentrum  
Julius-Hatry-Str. 1  
68163 Mannheim  
Tel. 0621-22657  
Fax 0621-20285

### E-Mail

VDI: [mail@vdi-nordbaden-pfalz.de](mailto:mail@vdi-nordbaden-pfalz.de)  
VDE: [vde-kurpfalz@vde-online.de](mailto:vde-kurpfalz@vde-online.de)

### Redaktion

Sybille **Breunig** AdL, VDE/VDI  
Dipl.-Ing. Winfried **Eberbach**, VDE  
Dipl.-Ing. Ernst-Dieter **Keller**, VDE  
Dipl.-Ing. Alexander **Kling**, VDI  
Dr. Hartmut **Knittel**, VDI  
Dr. Rainer **Kuntz**, VDE  
Prof. Dr. Ralph **Urbansky**, TU Kaiserslautern

**Endredaktion:** Sybille Breunig AdL

### Druck:

Chroma Druck & Verlag GmbH  
Werkstraße 25, 67354 Römerberg-Berghausen  
[info@chroma-druck.de](mailto:info@chroma-druck.de)