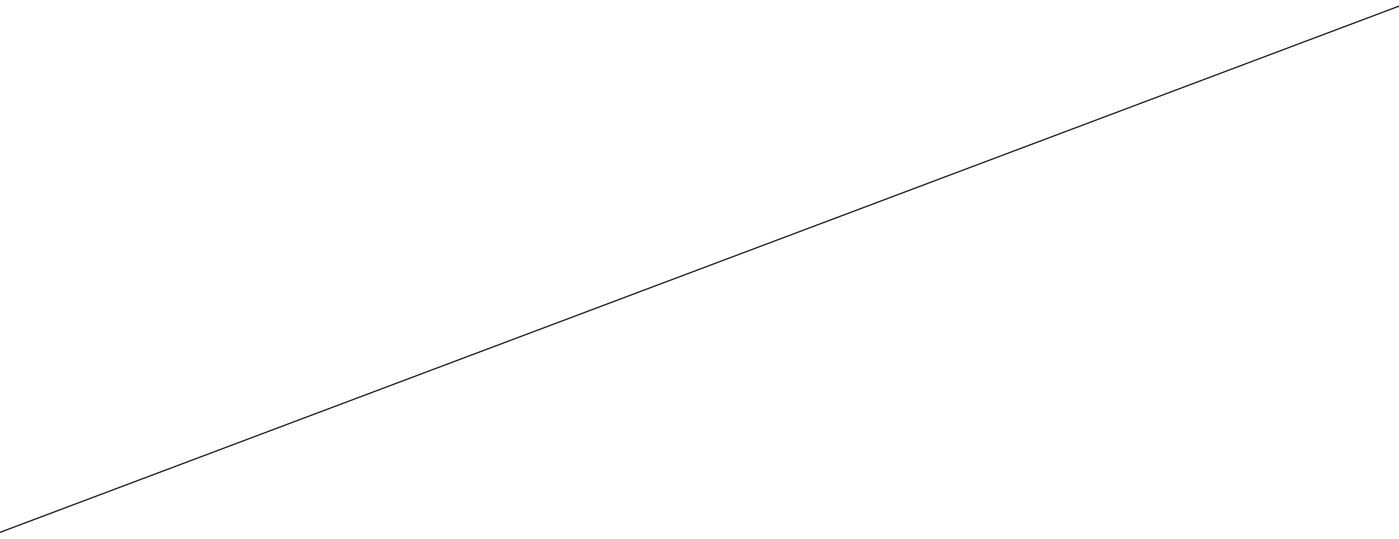
FORSCHUNG LEBEN

WISSENSCHAFT UND GELD

DAS MAGAZIN DER UNIVERSITÄT STUTTGART 03 | 2014

Universität Stuttgart



Liebe Leserinnen,
liebe Leser,

© Uli Regenscheit

Wolfram Ressel
Rektor der Universität Stuttgart

das Jahr 2014 bot zahlreiche aktuelle Anlässe, über das Thema „Wissenschaft und ihre Finanzierung“ zu sprechen. Abschaffung des Kooperationsverbots, Zukunft der Exzellenzförderung sowie Angemessenheit der Hochschulfinanzierung durch die Länder sind nur einige Stichworte für das oft kontrovers diskutierte und facettenreiche Relationsgeflecht von Qualität der Wissenschaften und ökonomischen Erfordernissen.
In unserer dritten Ausgabe von FORSCHUNG LEBEN hat sich das Redaktionsteam zum Ziel gesetzt, die mannigfaltigen Aspekte, Perspektiven und Problemlagen der finanziellen Absicherung und Ermöglichung von wissenschaftlichen Spitzenleistungen transparent zu machen. Sei es bei der Arbeit des Wissenschaftsrates und der Deutschen Forschungsgemeinschaft, bei Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, oder sei es auf dem komplexen Gebiet von Wissens- und Technologietransfer oder beim mäzenatischen Modell von Stiftungsprofessoren – lesen Sie im vorliegenden Magazin, wie unterschiedlich Gelder Wissenschaft beeinflussen und in welchen vielschichtigen finanziellen Kontexten wissenschaftliches Arbeiten steht. Ein Fazit jedoch gilt für alle Finanzierungsformen gleichermaßen: Nur in einem nachhaltig gesicherten ökonomischen Rahmen kann sich Forschung für die Gesellschaft und die Menschen gewinnbringend entfalten.

Dass Sie die Lektüre unseres neu konzipierten Hochschulmagazins gleichermaßen interessant und gewinnbringend finden, haben Sie uns in unserer Umfrage zu FORSCHUNG LEBEN auf vielfältige Weise mitgeteilt. Für Ihre wertvollen Rückmeldungen danken wir Ihnen sehr. Besonders ermutigt uns Ihr Urteil, dass FORSCHUNG LEBEN gesellschaftlich relevante Fragestellungen trifft. Mit dem Thema „Wissenschaft und ihre Finanzierung“ hoffen wir, diesem Anspruch erneut gerecht zu werden. Gefreut hat uns auch Ihr vielfach formuliertes Interesse an der studentischen Forschung – gerne greifen wir diese und weitere Anregungen künftig auf.

Wir wünschen eine spannende Lektüre!

Wie soll das gehen?
Forschungscampus ARENA2036
Im Forschungsnetzwerk ARENA2036 wollen Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft die drängenden Zukunftsfragen der Automobilindustrie beantworten und hecken dafür schon die Forschungsideen gemeinsam aus. Ein Blick in die Arbeitswelt von Übermorgen.
14

Freiraum
Editorial
03

Nachrichten
Weltrekorde in der Luft, Spitzenforschungs-Preise am Boden und mehr Frauen in den MINT-Berufen...
08

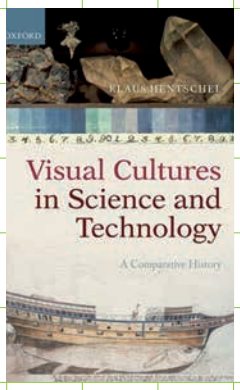
Patent
Laser-Experte Prof. Thomas Graf
"Viele Forschungsergebnisse sind bares Geld wert. Das Dumme ist nur, dass sich nicht alle darüber bewusst sind", meint der Prorektor für Wissens- und Technologietransfer der Universität Stuttgart, Prof. Thomas Graf. Der Laser-Experte kennt sich nicht nur mit Strahlen und Fasern aus, sondern ist auch ein Fuchs bei der Verwertung von Patenten.
18

Gemeint I
Prof. Sandra Richter, Mitglied des Wissenschaftsrats, über Hochschulfinanzierung, Oscar Wilde und das Spannungsverhältnis von Bund und Ländern.
10

Gemeint II
Prof. Volker Haug, Herausgeber einer systematischen Darstellung des Hochschulrechts in Baden-Württemberg, über Transparenz in der Drittmittelforschung.
52

Im Bilde
Inspiriert und inspirierend
Manche Tiere und Pflanzen weisen Strukturen oder Mechanismen auf, die sie zu Ideengebern für die Architektur machen. Wie die bionischen Vorbilder für bauliche und technische Bereiche nutzbar gemacht werden können, untersucht ein neuer, transregionaler Sonderforschungsbereich.
22

Bildquellen: Bosch, Faro, Institute, Privat, Regenscheit, Richter



Faktor X -
Geist trifft Maschine
Visuelle Studien in Technik und Wissenschaft oder wie kommt man zu einer guten Abbildung?

44

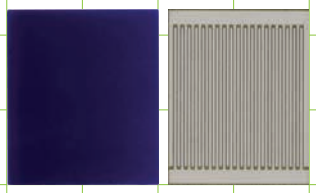
Millionenregen für die Stuttgarter Linguistik

47

RPM – Revolutions per Minute
Forschungsergebnisse
Ein Lichtteilchen als Schalter, Bahnfahren ohne Leitung und 100 Milliarden Wandlungen pro Sekunde

50

Futur 22
Pizzen werden energieeffizient und Solarzellen produzieren günstigen Strom auf der Rückseite.



70

Satellit
Alumnus Dr. Volkmar Denner, "G1" bei Bosch

86

Forschung erleben

Windkanal: Steife Brise 54

Höchstleistungsrechenzentrum:
Hochgradig parallel 57

Demografischer Wandel:
Strategien für ein gelingendes Altern 60

SOFIA:
Fliegende Sternwarte in Turbulenzen 63

Projekthaus NanoBioMater:
Hydrogele, perfekt wie Wackelpudding 66

Stiftungsprofessuren:
Zwischen Mäzenatentum und Interessen 72

Forschungsmacht Mittelstand 76

Markterfolg:
Luftmatratze gegen den Lärm 80

Spin-Offs:
Vom Elektro-Rollator bis zum Anlagenbau 82

Weltsicht
Humboldtianer aus aller Welt

90

Der Japaner Hidenori Takagi untersucht neue Materialien in einer neuen Umgebung.

92

ps:
Money-Making 4.0

95

... aufgespießt

VON BIOGAS BIS MIKROALGEN

Die Nutzung nachhaltiger Rohstoffe steht im Mittelpunkt des neuen Forschungsprogramms Bioökonomie, für das die baden-württembergische Landesregierung 13 Millionen Euro zur Verfügung stellt. Von den insgesamt 45 zur Förderung empfohlenen Forschungsvorhaben sind 11 bereits bewilligte Projekte an sieben Instituten der Universität Stuttgart angesiedelt; diese haben ein Volumen von zwei Millionen Euro. Kernpunkt der Forschungsstrategie ist es, die Bioökonomie in Wertschöpfungskreisläufen und als Gesamtsystem zu betrachten. Hauptthemen sind die Produktion und Verwendung von Biogas, die Nutzung holzartiger Biomasse und der Einsatz von Mikroalgen im Lebens- und Futtermittelsektor.

THEMENHEFT SIMULATION TECHNOLOGY

Das 10. Themenheft Forschung zeichnet den Weg der Simulationstechnologien nach. Die Beiträge geben Einblick die visionären Anwendungsbereiche, die im Exzellenzcluster SimTech der Universität Stuttgart bearbeitet werden. Sie reichen vom computergestützten Design komplexer Materialien über das virtuelle Prototyping und umfassende Methoden in der Umwelttechnik bis hin zur simulationsbasierten Systembiologie. Aufgegriffen werden auch biomechanische Fragestellungen sowie die Geschichte der Simulationstechnologien und deren Reflektion aus philosophischer Perspektive. Zu beziehen unter dezernat1@verwaltung.uni-stuttgart.de.

SIEBEN AUF EINEN STREICH

Gleich sieben Weltrekorde flog der Elektromotorsegler E-Genius der Universität Stuttgart im französischen Serres. Über die 100-km-Ziel-Rückkehrstrecke schaffte er eine Geschwindigkeit von 178,1 Stundenkilometern und über die 500-km-Ziel-Rückkehrsstrecke 93,03 km/h. Die Strecke betrug 504 km, die absolute Höhe 6.376 m und die größte Flughöhe, die mehr als 90 Sekunden gehalten werden konnte, 6.350 m. Die Steigzeit auf 6000 Meter Höhe schaffte er in einer Stunde und 53 Sekunden und die maximale Geschwindigkeit über eine gerade Strecke von 15 Kilometern betrug 229,7 km/h.

© Universität Stuttgart/IFB

BIG DATA

Unter der Schirmherrschaft von Bundesforschungsministerin Prof. Johanna Wanka fand an der Universität Stuttgart die 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik (GI) statt. Leitthemen der Konferenz unter dem Motto „Big Data – Komplexität meistern“ waren die Komplexität der Daten sowie der Systeme und Anwendungen. Im Auftrag der GI führte das Informatik-Forum Stuttgart e.V. (infos) die Veranstaltung mit über 1.000 Teilnehmern durch.

itk
ENGINEERING

Karlsruhe | München | Ingolstadt | Stuttgart
Frankfurt | Marburg | Braunschweig | Graz
Barcelona | Tokyo | Detroit

www.partner-schafft-perspektiven.de

20 JAHRE
ITK bewegt!

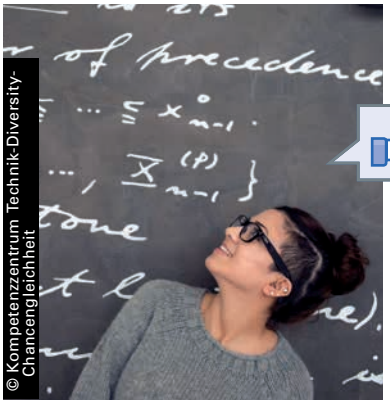
ITK – FÜR EFFIZIENZ IM MOTORSPORT

» Warum ITK Engineering im LeMans Gewinner-Rennwagen mitfährt? Ganz einfach: Unsere Ingenieure haben Audi Sport bei der Softwareentwicklung für den R 18 e-tron quattro in den Bereichen Antriebsstrang, Fahrdynamik, Energiemanagement und Energierückgewinnung mit jeder Menge Know-how und Leidenschaft unterstützt. Auch in unseren anderen Entwicklungs- und Beratungsprojekten dreht sich alles um Software Engineering, Embedded Systems, modellbasierte Softwareentwicklung und Regelungstechnik. Unsere Software steckt zum Beispiel in Fahrzeugen, medizinischen Geräten und Flugzeugen. Die Unterstützung von Audi Sport ist dabei nur eine von vielen spannenden Herausforderungen bei ITK Engineering. Starten Sie jetzt als Entwicklungsingenieur gemeinsam mit uns durch – in einem starken Team, mit eigener Verantwortung und mit abwechslungsreichen Aufgaben.

TOP NATIONALER ARBEITGEBER 2014
FOCUS
DEUTSCHLANDS BESTE ARBEITGEBER IM VERGLEICH
In Kooperation mit: kununu

Audi Sport
Technical Partner

www.partner-schafft-perspektiven.de



© Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit

MEHR MINT-FRAUEN

Die Universität Stuttgart ist neue Partnerin der Landesinitiative „Frauen in MINT-Berufen in Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung". Ziel ist es, die Chancengleichheit und das Arbeitskräftepotenzial in MINT-Berufen zu erhöhen. An der Uni selbst wird derzeit der „audit familiengerechte hochschule" umgesetzt. Geplant ist auch eine eigene KiTa mit einem spezifischen pädagogischen Konzept zur Förderung frühkindlicher MINT-Bildung.

Gewinnerprojekt …

REALLABOR FÜR NACHHALTIGE MOBILITÄTSKULTUR

Mit dem Forschungsprojekt „Future City_Lab Stuttgart: Reallabor für nachhaltige Mobilitätskultur" an der Universität Stuttgart werden ab Januar 2015 neue Formen des Wissenstransfers umgesetzt werden. Menschen sind bei diesem modellhaften, interdisziplinären Ansatz nicht mehr bloße Informationsquellen des Forschers, sondern Individuen, mit denen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam auf den Weg der Erkenntnis machen. Das Land Baden-Württemberg fördert die Einrichtung so genannter Reallabore an den Hochschulen im Land mit bis zu sieben Millionen Euro.

SPITZE IN MIKROELEKTRONIK

© IMS CHIPS

Der Leiter des Instituts für Nano- und Mikroelektronische Systeme (INES) der Universität Stuttgart und Direktor des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS), Prof. Joachim N. Burghartz, wird mit dem J.J. Ebers Award ausgezeichnet. Der renommierte Fachpreis im Bereich Mikroelektronik wird somit erstmals nach über 30 Jahren wieder an einen europäischen Forscher verliehen. Burghartz erhält den Preis für seine Arbeiten an auf Silizium-Chips integrierten Spulen und für die Entwicklung von Technologien und Anwendungen ultra-dünner Silizium-Chips in der flexiblen Elektronik.

Ausgezeichnet …

MAX-PLANCK-FORSCHUNGSPREIS FÜR PROF. JÖRG WRACHTRUP

Für ihre Pionierleistungen auf dem Gebiet der Quantenmechanik würdigen die Alexander von Humboldt-Stiftung und die Max-Plank-Gesellschaft Prof. Jörg Wrachtrup von der Universität Stuttgart sowie Prof. Robert Schoelkopf von der Yale University/USA mit dem Max-Planck-Forschungspreis. Die Wissenschaftler nutzen die besonderen Regeln der Nanowelt, die Quantengesetze, in geschickter Weise, um etwa die Quanteninformationstechnologie voran zu bringen, so die Begründung. Der Max-Planck-Forschungspreis ist einer der höchst dotierten Wissenschaftspreise in Deutschland.Die Preisträger erhalten jeweils 750 000 Euro für ihre Forschung und insbesondere Kooperationen mit deutschen beziehungsweise ausländischen Wissenschaftlern.

© David Ausserhofer

WELTWEIT SPUREN LEGEN.

»Wir sprühen vor Ideen, die wir umsetzen möchten. Bei Schuler können wir das: Hier können wir unsere Ideen verwirklichen, Einzigartiges gestalten und weltweit unsere ganz persönlichen Spuren legen.«
Hanna Junger, Schulerianer seit 2013

Von der Motorhaube bis zur Spraydose: Seit 175 Jahren bringen Schuler Pressen Teile für die Industrie in Form und legen damit weltweit Spuren. So wie rund 5.500 Mitarbeiter, die mit Leidenschaft die Umformtechnik für die Welt von morgen entwickeln. Gehen Sie auf Spurensuche und entdecken Sie die abwechslungsreiche Arbeitswelt von Schuler. **www.schulergroup.com/karriere**

175 Years **FORMING** THE FUTURE

SCHULER
Member of the ANDRITZ GROUP

Forschung - Lehre - Nachwuchs

Hochschulfinanzierung als Ländersache und Bundesaufgabe

Die Struktur der Hochschulfinanzierung hat sich seit Mitte der 1990er-Jahre dramatisch verändert. Mit Blick auf die immer deutlicher werdenden monetären und strukturellen Defizite der Hochschulen fordern maßgebliche Akteure wie die Hochschulrektorenkonferenz und die Allianz der Wissenschaftsorganisationen Bund und Länder dazu auf, diese Einrichtungen besser auszustatten. Betrachtet man die Entwicklung der Hochschulfinanzierung in der jüngsten Vergangenheit in realen Zahlen, verwundert diese Forderung auf den ersten Blick. Warum sie dennoch berechtigt ist, erläutert Prof. Sandra Richter, Mitglied des Wissenschaftsrats sowie Leiterin des Stuttgart Research Centre for Text Studies und der Abteilung Neuere Deutsche Literatur I der Universität Stuttgart.

In den vergangenen 15 Jahren folgte Wissenschaftspolitik auch in Deutschland den Ideen des Micromanagements: Wettbewerb sollte Effizienz und Transparenz ermöglichen. Autonomie, vor allem: Finanzautonomie der Hochschulen galt als Voraussetzung von beidem. Bedingt durch die Zeitläufe haben solche Ideen Patina angesetzt: Der im Vergleich mit den USA oder dem Vereinten Königreich in Deutschland nur vorsichtig eingeführte Wettbewerb hat nicht nur für Visibilität einzelner Forschungsbereiche und effiziente Abläufe gesorgt, sondern auch gekostet und eine häufig schmerzhaft empfundene Umverteilungen von Ressourcen eingeleitet. Zugleich haben sich die Universitäten in Folge rigider werdender Hochschulgesetze als bloß semi-autonome Institutionen erwiesen. Von Finanzierungsmöglichkeiten über Studiengebühren oder dergleichen sind sie abgeschnitten; mancherorts müssen sie gar um ihre Stiftungsgelder bangen. Und doch verblüfft diese Diagnose: Die Ausgaben der öffentlichen Hochschulen in Deutschland stiegen nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes zwischen den Jahren 1995 und 2012 inflationsbereinigt um etwa die Hälfte von knapp 15 Milliarden auf knapp 22 Milliarden Euro. Nimmt man speziell Baden-Württemberg in den Blick, ergibt sich ein ähnliches Bild: Hier erhöhten sich die Ausgaben der öffentlichen Hochschulen inflationsbereinigt im selben Zeitraum um knapp 40 Prozent von 2,2 auf 3,1 Milliarden Euro. Doch bei genauer Analyse der Ausgabearten an den Hochschulen stellen sich solche Befunde aufgrund gravierender struktureller Veränderungen weniger positiv dar.

> *„Drittmittel stehen vor allem für die Forschung zur Verfügung. Die Lehre hingegen ist auf eine auskömmliche Ausstattung mit Grundmitteln angewiesen“.*

Denn in der gleichen Zeitspanne sind die Drittmitteleinwerbungen der Hochschulen gegenüber den laufenden Grundmitteln überproportional gewachsen: Machte ihr Anteil im Gesamtbudget der Hochschulen im Jahr 1995 zwölf Prozent aus, so sind es heute 22 Prozent. Das Verhältnis zwischen Grundmitteln und Drittmitteln hat sich dadurch erheblich verschoben: Auf einen Euro Drittmittel entfielen im Jahr 1995 knapp sechs Euro Grundmittel, im Jahr 2012 nur noch knapp drei Euro. Das Land Baden-Württemberg folgt auch bei dieser Entwicklung dem bundesweiten Trend. An der Universität Stuttgart mit ihrem stark ingenieurwissenschaftlich-technisch geprägten Fächerspektrum liegt der Anteil von Drittmitteln am Gesamtbudget sogar deutlich höher, im Jahr 2012 bei 34 Prozent.

Für die Leistungsfähigkeit der Hochschulen ist es von enormer Bedeutung, wie sich die Mittelflüsse

© Wolfgang Richter

„Als ich klein war, glaubte ich, Geld sei das Wichtigste im Leben. Heute, da ich alt bin, weiß ich: Es stimmt."

Oscar Wilde

zusammensetzen: „Drittmittel stehen vor allem für die Forschung zur Verfügung. Die Lehre hingegen ist auf eine auskömmliche Ausstattung mit Grundmitteln angewiesen". Deren sinkender Anteil trifft das System umso härter in einer Zeit, in der die Lehrenden nicht nur durch stetig steigende Studierendenzahlen, sondern auch durch die fortlaufenden Umstellungen im Rahmen des Bologna-Prozesses und die damit verbundenen Qualitätsanforderungen an Lehre und Studium beansprucht sind. So stiegen die Grundmittel bundesweit im oben genannten Zeitraum zwar um 24 Prozent, hielten damit aber nicht einmal mit der gleichzeitigen Erhöhung der Studierendenzahlen um 29 Prozent Schritt. Im Land Baden-Württemberg ist die Zahl der Studierenden gar um 43 Prozent gestiegen, während bei den Grundmitteln ein Zuwachs von nur 22 Prozent zu verzeichnen ist. An der Universität Stuttgart stellt sich die Relation noch deutlich negativer dar: Hier sind die laufenden Grundmittel um 16 Prozent gesunken, während die Zahl der Studierenden um ein Fünftel stieg.

ZUGEWINN STEHT NUR AUF DEM PAPIER

Von einem echten Zugewinn der Hochschulen im Sinne eines Plus an verfügbaren Finanzmitteln kann also trotz wachsender Budgets nicht die Rede sein. Steigende Anforderungen in den anderen Leistungsdimensionen der Hochschulen – neben Forschung und Lehre sind dies vor allem Transfer- und Infrastrukturleistungen – verschärfen die Lage zusätzlich, von steigenden Kosten in der Energieversorgung oder durch Tarifsteigerungen im Personalbereich ganz zu schweigen. Hinzu kommt ein eklatanter Investitions- und Sanierungsstau im Hochschulbau, der nach einer aktuellen Studie der HIS-Hochschulentwicklung zu etwa 40 Prozent unterfinanziert ist. Auch die Forschung leidet unter einem Ungleichgewicht zwischen Grund- und Drittmitteln. Sollen Drittmittel erfolgreich beantragt und bewirtschaftet werden, bedarf es einer personellen und sächlichen (Forschungs-)Infrastruktur, die geschaffen und erhalten werden muss. Drittmittel allein gewährleisten nicht die notwendige Kontinuität, um solche Infrastrukturen zu betreiben, denn diese sind auf qualifiziertes Personal, Betriebsmittel, Reparatur und regelmäßige Wartung angewiesen. Neue Schwerpunkte in der Forschung müssen vor-, alte ausfinanziert werden. Drittmittel aber beziehen sich zumeist nur auf die direkten, projektspezifischen Kosten. Für die Nutzung der Hochschul-Infrastruktur fallen jedoch indirekte Zusatzkosten an, die teilweise aus Grundmitteln zugeschossen werden müssen. Angesichts des Umstandes, dass Drittmittelgeber ihre Förderung häufig an komplementäre Leistungen und Nachhaltigkeitserklärungen der Hochschulen binden, besteht die Gefahr, dass sich gerade erfolgreiche Hochschulen „zu Tode siegen": Zwar steigen ihre Drittmitteleinnahmen, aber es bleiben zunehmend weniger Mittel übrig, um zentrale hochschulische Aufgaben zu bewältigen. Darüber hinaus handelt es sich bei den aus Drittmitteln finanzierten Stellen häufig um kurzfristige Beschäftigungsverhältnisse, die für Talente in der Wissenschaft nur ebenso kurzzeitig attraktiv sein können.

RISIKOSCHEU GEFÄHRDET ERKENNTNISFORTSCHRITT

Außerdem verändert sich auch die Forschung durch den Drittmittelimperativ: Forschung birgt notwendigerweise die Möglichkeit zu Irrtum und Scheitern in sich; Misserfolg ist Voraussetzung und zugleich Bedingung wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritts. Die Erfordernisse von Antragstellung und Berichtswesen in projektförmiger Forschung aber führen zu zunehmend risikoaver-

sen und kleinteiligen Fragestellungen. Risikoreichen und großformatigen Formen der Forschung wird durch nicht auskömmliche Grundmittel der Nährboden entzogen.
Ein Ausgleich zwischen Grund- und Projektfinanzierung ist die Bedingung eines leistungsfähigen Wissenschaftssystems. Solcher Ausgleich kann fach- oder institutionenspezifisch unterschiedlich ‚gleich' ausfallen. Doch ist davor zu warnen, solche Ungleichheit auf Dauer zu stellen und institutionell festzuschreiben. Entsprechend problematische Verschiebungen lassen sich am Beispiel des Verhältnisses der Hochschulen zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen beobachten: Letzteren wurde in den zurückliegenden Jahren im Rahmen des Paktes für Forschung und Innovation eine verlässlich wachsende Grundfinanzierung zuteil, zudem genießen sie durch das Wissenschaftsfreiheitsgesetz die Aussicht auf weitgehende Autonomie. Dadurch sind die Hochschulen ins Hintertreffen geraten. Flexiblerer Mitteleinsatz, auch bei Vergütung und Besoldung, sowie eine bessere infrastrukturelle Ausstattung auf Seiten der außeruniversitären Forschungseinrichtungen lassen die Hochschulen in der Forschung als nicht mehr konkurrenzfähig erscheinen. „Erfolge der Exzellenzinitiative wie die Kooperation von außeruniversitären Einrichtungen mit Hochschulen laufen Gefahr, als Folge eines erheblichen Gefälles in der Grundfinanzierung und der Entscheidungsautonomie zunichte gemacht zu werden".

> *„Erfolge der Exzellenzinitiative wie die Kooperation von außeruniversitären Einrichtungen mit Hochschulen laufen Gefahr, als Folge eines erheblichen Gefälles in der Grundfinanzierung und der Entscheidungsautonomie zunichte gemacht zu werden".*

Dabei ist festzuhalten, dass die Verschiebung zugunsten von Drittmitteln auch aus dem föderalen Finanzgefüge des bundesrepublikanischen Wissenschaftssystems entstand. Denn der Bund als ein wesentlicher Financier von Wissenschaft und Forschung darf traditionell – und verschärft aufgrund des seit der Föderalismusreform von 2005 geltenden so genannten „Kooperationsverbots" im Bildungsbereich – nur aufgabenspezifische und zeitlich befristete Projekte im Hochschulsektor fördern. Die angekündigte Änderung des Artikels 91b Grundgesetz, die dem Bund auch eine dauerhafte, institutionelle Förderung von Einrichtungen erlauben soll, ist vor diesem Hintergrund nachdrücklich zu begrüßen. Aus Sicht des Wissenschaftsrates, der sich für eine Änderung des fraglichen Artikels eingesetzt hat, sollte es künftig ein zentrales Ziel von Bund und Ländern sein, die Grund- und Drittmittel im Hochschulbereich angemessen und nachhaltig auszugleichen.

ZIEL: AUGENHÖHE MIT AUSSERUNIVERSITÄREN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Um den Hochschulen eine verlässliche Perspektive zu geben, muss ihr Budget ebenfalls wachsen, vergleichbar dem der außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Der Wissenschaftsrat hat dieses Wachstum in seinen Empfehlungen zu den „Perspektiven des Wissenschaftssystems" mit einem Prozentpunkt oberhalb der jeweils zu erwartenden wissenschaftsspezifischen Kostensteigerungen beziffert. Unter explizitem Verweis auf diese Empfehlung hat das Land Baden-Württemberg kürzlich eine Einigung mit den Hochschulen des Landes darüber erzielt, ihre Grundmittel bis 2020 um jährlich drei Prozent anzuheben. Solche Planungssicherheit für die baden-württembergischen Hochschulen ist angesichts der drohenden

© Renmin University of China

‚Als ich jung war, glaubte ich, Wissenschaft sei das Wichtigste im Leben. Heute, da ich alt bin, weiß ich: Es stimmt.‘

Sandra Richter

Schuldenbremse zu begrüßen; dieser Schritt ist ein wichtiges Signal. Eine Erhöhung der Grundfinanzierung ist jedoch nur der erste Schritt, damit die Hochschulen künftig „auf Augenhöhe“ mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen agieren können. Weitere Maßnahmen sind erforderlich, um die Hochschulen zu stärken. So fordert der Wissenschaftsrat in seinen „Empfehlungen zu Karrierezielen und -wegen an Universitäten“ eine Erhöhung der Zahl der Professuren um 7.500 bei gleichzeitigem Ausbau von Tenure-Track-Optionen. Die Hochschulen selbst sieht der Wissenschaftsrat in der Pflicht, finanzielle Spielräume zu nutzen, um Schwerpunkte auszubilden und ihr Profil auch international zu schärfen. Derart ausgestattete und positionierte Hochschulen können mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen und internationalen Partnern perspektivisch so kooperieren, dass Forschung und Lehre gleichermaßen davon profitieren. Doch der Weg dorthin ist weit und nicht nur mit monetären und institutionellen Unsicherheiten gepflastert: Wenn Wettbewerb und Kooperation in stärkerem Maß als bisher in Einklang gebracht werden sollen, wenn nicht nur Effizienz und Transparenz die Wissenschaft bestimmen, sondern auch Risiko und ungewöhnliche Ideen Forschung und Lehre inspirieren sollen, dann steigen die Anforderungen an Forschende, Lehrende, Studierende und Verwaltende. Denn selbst Geld allein macht noch keine gute Hochschule. Um das eingangs notierte ironische Zitat von Oscar Wilde aufzugreifen: ‚Als ich jung war, glaubte ich, Wissenschaft sei das Wichtigste im Leben. Heute, da ich alt bin, weiß ich: Es stimmt.‘

Produktionswelt der Zukunft

Der Forschungscampus ARENA2036 beschreibt eine neue Ära der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft

Öffentliche Fördertöpfe und Technologietransfer sind nur zwei Möglichkeiten, mit denen Universitäten und Forschungsinstitute ihren Handlungsspielraum vergrößern können. Eine weitere ist die direkte und langfristige Zusammenarbeit mit der Industrie. Die Akteure des Forschungsnetzwerks ARENA2036 wollen auf diese Weise die drängenden Zukunftsfragen der Autoindustrie beantworten. Das Besondere daran: Schon die Forschungsideen werden gemeinsam ausgeheckt.

Der Monteur drückt die Starttaste und der Roboter sondiert seinen neuen Arbeitsplatz. Mit Hilfe seiner Sensoren erfasst er die Montagelinie, wo er ab sofort Tag und Nacht Autos zusammensetzen soll. Bauteile und Werkzeuge registriert sein elektronisches Gehirn und vergleicht sie mit programmierten Daten. Minuten später weiß der Roboter, für welche Aufgaben er eingesetzt ist, welche Modelle hier gebaut werden und was für Teile er dafür benötigt. Dann beginnt er die Produktion.

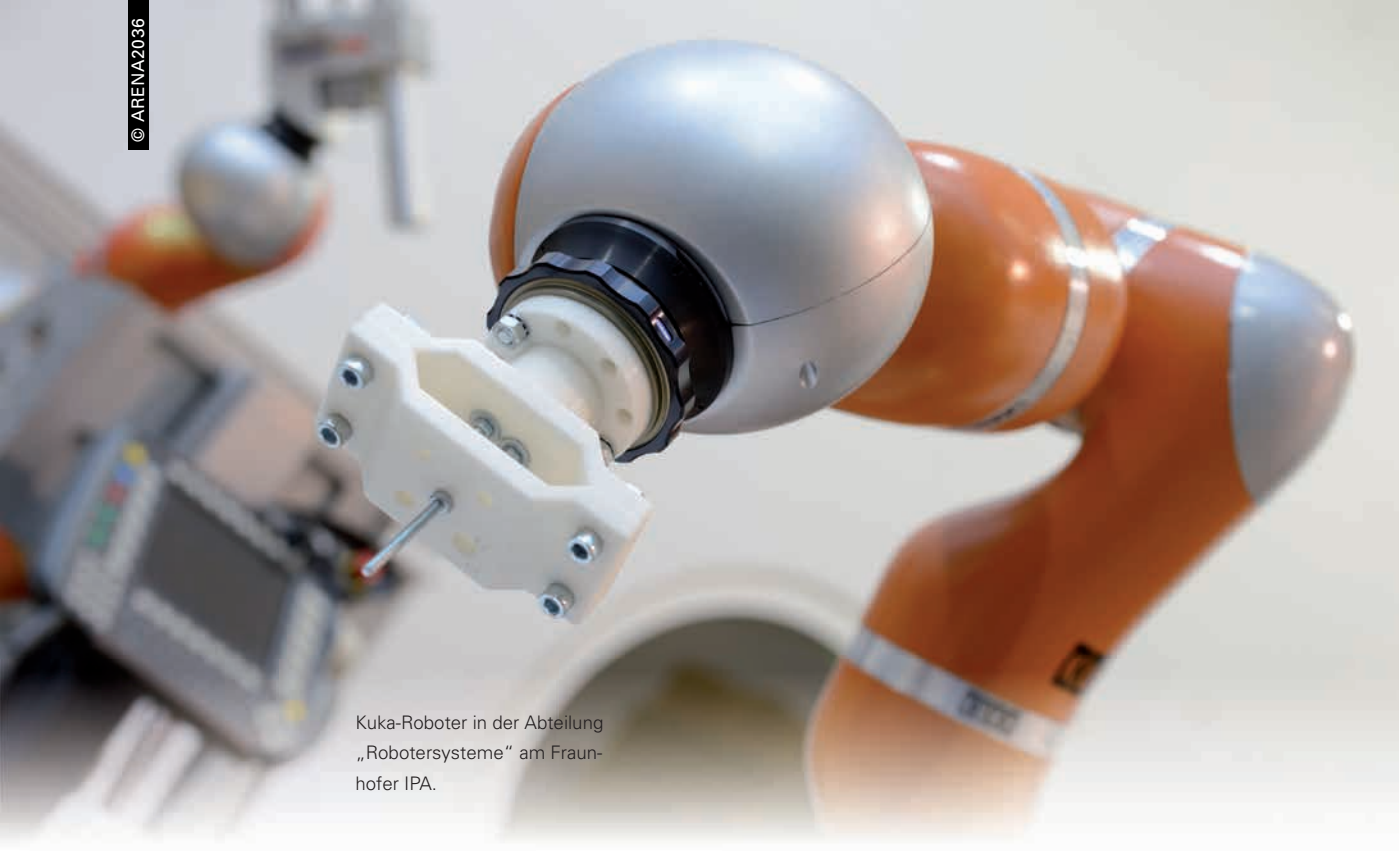
Fertigungsstraßen wie diese gibt es nicht. Noch nicht. Doch Ingenieure und Programmierer arbeiten mit Hochdruck daran, solche automatisierten und hochflexiblen Montagelinien Wirklichkeit werden zu lassen. „Wer die künftigen Fabriken und Produktionstechniken entwickeln will, muss bereits in einem frühen Stadium eng mit den Unternehmen der Branche zusammenarbeiten“, sagt Martin Hägele, Projektleiter Forschungsfabrik in der ARENA2036.

Hägele, der am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart die Abteilung Roboter und Assistenzsysteme leitet, sieht in der Kooperation mit der Industrie eine grundlegende Voraussetzung, um erfolgreich produktionstechnische Forschung und Entwicklung zu betreiben. Denn für die Fraunhofer-Institute ist angewandte Forschung für die Wirtschaft ein wesentlicher Teil ihrer Mission. Deshalb gehören sie zu den Gründungsmitgliedern der durch die Universität Stuttgart ins Leben gerufenen ARENA2036 (Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles) – ebenso wie die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie die Konzerne Bosch, Daimler und BASF.

Das Netzwerk soll eine neue Ära der Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungsinstitutionen einläuten. Die Gründer haben sich viel vorgenommen: „Wir wollen Schrittmacher für den Automobilbau der Zukunft sein“, sagt Peter Froeschle, Geschäftsführer von ARENA2036. Die Akteure arbeiten gemeinsam an neuen Werkstoffen, wollen aber auch ihre Vision eines extrem flexiblen Produktionsprozesses umsetzen. Konkret bedeutet das: Die starre Fließbandmontage hat ausgedient. Stattdessen sollen Kleinstwagen, Geländeautos und Luxuskarossen mit Hilfe von Robotern nebeneinander in derselben Produktionshalle entstehen.

Dieser Paradigmenwechsel stellt die Ingenieurwissenschaften vor eine besondere Herausforderung. Denn der Wandel wird umfassend und aufwändig sein, so dass Wissenschaftler und Konzernentwickler nur dann erfolgreich sein können, wenn sie ihre Kräfte bündeln. Das wiederum bedeutet, dass sie in einem sehr frühen Stadium ihre Forschungsschwerpunkte miteinander abstimmen müssen.

ARENA2036 soll eine Plattform dafür sein. Wissenschaftler und Konzerningenieure werden ab Ende 2016 in einer neuen Forschungsfabrik auf



Kuka-Roboter in der Abteilung „Robotersysteme“ am Fraunhofer IPA.

dem Campus der Universität Stuttgart zusammenarbeiten. Dafür stellen die Unternehmen Personal ab. „Eine so enge Verzahnung wie bei ARENA 2036 gibt es bei anderen öffentlich geförderten Initiativen selten“, sagt Roboterexperte Hägele. Beide Seiten profitieren von dem ständigen Informationsaustausch und der laufenden gemeinsamen Forschungsarbeit.

GEWINN FÜR BEIDE SEITEN

Dadurch werde das Tempo des Wandels bei den einzelnen Partnern angeglichen, sagt Froeschle, der selbst viele Jahre beim Autohersteller Daimler Entwicklungsingenieur gewesen ist. Denn die großen Konzerne modernisieren ihre Produktionsverfahren ohne Unterlass. Für wissenschaftliche Institute werde es dadurch schwierig, mit ihrer Arbeit am Puls der Zeit zu bleiben.
Die schnellen Veränderungen bergen auch Risiken für die Konzerne. „Ihnen bricht der Unterbau weg“, beobachtet Froeschle. Damit meint er Zulieferer und Ausrüster, die den Wandel bei ihren Kunden immer rascher nachvollziehen müssen. Mittelständische Betriebe wie die Firma Bär Automation aus Gemmingen arbeiten eng mit den Konzernen zusammen. Bär rüstet zum Beispiel Autohersteller mit fahrerlosen Transportsystemen aus. Seit diesem Jahr ist das Unternehmen Mitglied bei ARENA2036. Für Geschäftsführer Ralf Bär ein wichtiger Pluspunkt. „Dank der Partner aus Industrie und Wissenschaft sehen wir viel besser, an welchen großen Themen geforscht wird.“ Das wiederum komme den Kunden zugute. „Ein kleineres Unternehmen kann sich das allein nicht leisten.“
Bei ARENA2036 hingegen kann Bär mit Wettbewerbern und Wissenschaftlern auf neutralem Boden an großen Forschungsprogrammen mitwirken. Die wichtigen Trends in der Automobilindustrie bekommen die Entwickler hautnah mit.
Bezahlt werden die Projekte von ARENA 2036 aus einem Budget, das die öffentliche Hand und private Partner finanzieren. Bis zum Jahr 2018 sollen die beteiligten Unternehmen in einer ersten Phase rund 30 Millionen Euro einschießen. Der Bund fördert das Netzwerk mit 10 Millionen Euro. Geld ist jedoch nicht das Wichtigste: Die Partner müssen sich vor allen Dingen mit eigenen Ressourcen bei ARENA 2036 einbringen. Dazu zählen Personal, aber auch Ideen für weitere gemeinsame Forschungsprojekte.
Für die Unternehmen hat die Teilnahme an dem Forschungsnetzwerk einen weiteren Vorteil. „Die Wirtschaft erhält über uns hervorragend ausgebildete Leute“, sagt Froeschle. Wer im Rahmen von ARENA2036 eine Masterarbeit oder Promotion verfasst, lernt früh, wie ein Unternehmen tickt. Außerdem entstehen Kontakte zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die das Fundament für eine langfristige Zusammenarbeit

legen.Für ARENA2036 ist das besonders wichtig. Denn das Netzwerk soll nicht nur einmal festgelegte Projekte abarbeiten, sondern auch künftige Forschungsvorhaben vorantreiben. Ein Ablaufplan sieht schon heute vor, wann für aktuelle Programme ein Folgeprojekt aufgesetzt werden soll. Die Partner von ARENA2036 haben sich mehrere Startprojekte gewählt. Dazu gehören die Bereiche intelligenter Leichtbau, Simulation und digitaler Prototyp sowie Kreativität und Kompetenztransfer. Außerdem wollen sich die Forscher einen Überblick darüber verschaffen, wie die Produktion der Zukunft mit Hilfe von neuartigen Technologien flexibler und wandlungsfähiger gestaltet werden kann.

So soll die künftige Forschungsfabrik aussehen… Winfried Kretschmann, Ministerpräsident Baden-Württemberg, und Uni-Rektor Prof. Wolfram Ressel bei der Auftaktveranstaltung für den Forschungscampus ARENA2036.

MENSCH UND ROBOTER: WER STEUERT WEN?

Bislang arbeiten Roboter in den Fabriken meist isoliert und tun nur das, was die Software ihnen vorschreibt. Ihr Arbeitsbereich ist geschützt wie ein Sicherheitstrakt. Dringt ein Arbeiter aus Versehen in den Aktionsradius des Roboters ein, bleibt er sofort stehen. Der Mensch soll den Roboter überwachen, nicht umgekehrt.
Diese Beziehung soll sich grundsätzlich ändern – so die Vision der Wissenschaftler und Ingenieure von ARENA2036. Künftig soll keine Schranke mehr den Roboter vom Menschen trennen. In der flexiblen Fabrik der Zukunft arbeiten beide zusammen, manchmal auch Hand in Hand.

Fahrerloses Transportsystem des ARENA-Partners Bär.

„Es ist denkbar, dass der Roboter künftig den Menschen ganz gezielt unterstützt“, sagt Bernd Becker, Chef-Technologiestratege bei Faro, einem Unternehmen, das sich auf Messtechnik

Martin Hägele, Projektleiter Forschungsfabrik (rechts), und Doktorand Thomas Dietz forschen im Rahmen der ARENA2036 an Robotern und Assistenzsystemen.

© ARENA2036

spezialisiert hat und Partner bei ARENA2036 ist. Voraussetzung ist, dass der Roboter mit Hilfe von Sensoren wahrnehmen und verarbeiten kann, was um ihn herum passiert.
In einer vernetzten und hochflexiblen Fabrik, wo große und kleine Wagen in derselben Halle gefertigt werden, könnte der auf ein Bodenmodul montierte Roboter nur dann zur Hilfe eilen, wenn er benötigt wird. Beispiel: Ein Arbeiter kann die Kunststofftür eines Kleinstwagens womöglich ohne Probleme allein anheben. „Handelt es sich aber um eine schwere Limousine, sieht die Sache anders aus“, so Becker. In so einem Fall wüsste der Assistenzroboter, dass er eingreifen muss.
Diese hochflexible Unterstützung klingt zunächst wie eine technische Finesse. Doch sie ist weit mehr als das. „Innovationen wie diese können die Arbeitswelt grundlegend ändern“, glaubt Becker. Ältere Beschäftigte wären wieder in der Lage, Arbeitsschritte auszuführen, die sie bislang ihren jüngeren Kollegen überlassen mussten. Nicht nur in der Fabrik, sondern auch in Handwerksbetrieben, auf Baustellen, vielleicht sogar im Büro, wären solche flexiblen Assistenzsysteme denkbar.

SCHRAUBEN MIT GEFÜHL

Um sich auf unterschiedliche Personen einzustellen, muss die Maschine kommunizieren können. Das kann über ein Display geschehen, aber auch über Grafik und Sprachsteuerung. Eine neuere Möglichkeit stellt das taktile Führen dar. Denkbar, dass ein Mensch den Schwenkarm des Roboters so bewegt, wie es für den Arbeitsprozess notwendig ist. Der Roboter merkt sich die Bewegung und führt sie danach selbstständig aus.
Die Firma Bär bietet bereits einen feinfühligen Roboter an, der genauso achtsam und sensibel wie ein Mensch eine Schraube montieren kann. „Es sind so kleine Prozesse wie diese, die wichtig für die Flexibilisierung der Produktion sind und die man im Rahmen von ARENA 2036 ausprobieren und umsetzen kann“, sagt Firmenchef Ralf Bär.
Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter wird flexibler. Die Maschine kommt dann zum Zuge, wenn es dem Menschen hilft. Sie steht bereit, aber greift nicht zwingend ein. Um diese Prozesse zu planen sind intelligente Steuerungen notwendig, an denen die Entwickler bei ARENA2036 ebenfalls arbeiten.
Es muss aber auch Klarheit darüber bestehen, wie viel Flexibilität überhaupt möglich ist. „In unserer Forschungsarbeit geht es aktuell auch um die Frage, ob es eine Methode gibt, um herauszufinden, wie wandlungsfähig eine Produktionsanlage ist und wie eine wandlungsfähige Produktion geplant und ausgestaltet werden kann“, sagt Hägele. Aus diesem Grund entwirft das ARENA-Team neue Methoden, die von Produktionsexperten getestet und später angewandt werden sollen. Auch diese eher theoretischen Fragen gehören zum Auftrag von ARENA2036.
Sie bilden die Grundlage für den tiefgreifenden Wandel der industriellen Produktion - und können nur beantwortet werden, wenn Wissenschaft und Unternehmen weiterhin eng zusammen arbeiten.

Heimo Fischer

Forscher und Unternehmer

Laser-Experte Prof. Thomas Graf ist auch Drittmittelspezialist

Dass er sich mit Laserwerkzeugen auskennt, ist in Wissenschaftskreisen bekannt. Zu den Spezialgebieten von Thomas Graf gehört aber auch das Thema Technologietransfer. Lizenzeinnahmen bescheren seinem Institut jedes Jahr satte Nebeneinnahmen. Unternehmerisches Bewusstsein in der Wissenschaft hält der Prorektor für Wissens- und Technologietransfer der Universität Stuttgart deshalb für notwendig.

Wie viele andere Wissenschaftler musste auch Thomas Graf zu Beginn seiner Laufbahn lernen, sich selbst zu helfen. Besonders in Fragen des Geldes. An der Universität Bern leitete der promovierte Physiker vor 15 Jahren eine Forschungsgruppe für Hochleistungslaser. Ein motiviertes Team – nur die finanzielle Lage war kritisch. Die Stellen seiner anfangs fünf Mitarbeiter waren projektfinanziert, er selbst hatte ein Stipendium. Für gerade vier Monate war die Finanzierung der Gruppe gesichert. Kann ein Wissenschaftler unter solchen Bedingungen erfolgreich sein?

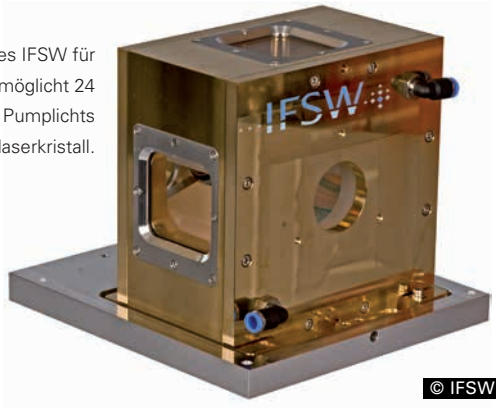
Er kann. Als Graf fünf Jahre später Bern verließ, hatte er fast drei Mal so viele Mitarbeiter als vorher. Noch immer war die Gruppe vollständig fremdfinanziert. „Vom ersten Tag an war ich darauf angewiesen, Drittmittel einzuwerben“, sagt Graf, der heute als Professor das Institut für Strahlwerkzeuge an der Universität Stuttgart leitet. Durch den pausenlosen Kampf ums Forschungsgeld erwarb er sich Spezialwissen, das er im Laufe der Jahre erweitert und verfeinert hat.

In Stuttgart ist Graf heute Prorektor für Wissens- und Technologietransfer. Ein großer Teil seiner Erfahrung floss in die Strategie der Universität Stuttgart zum Umgang mit geistigem Eigentum ein. Gerade in den Ingenieur- und Naturwissenschaften sind viele Forschungsergebnisse bares Geld wert. Das Dumme ist nur, dass sich nicht alle darüber bewusst sind.

GOLDESEL SCHEIBENLASER

Grafs Institut nutzt diese Einnahmequelle seit vielen Jahren. Die Grundlagen dafür legte sein Vorgänger. Er und seine Mitarbeiter erfanden den Scheibenlaser, der auf einer Technologie beruht, mit der sich die störende Wärmeentwicklung des Präzisionsgeräts beherrschen lässt. Die Technologie stieß auf großes Interesse. Um die 20 Lizenznehmer, darunter Laserhersteller wie Jenoptik und Trumpf, überweisen nun jedes Jahr Gebühren. Was davon am Institut bleibt, fließt in die wissenschaftliche Arbeit. Ein anderer Teil geht nach altem Recht des bei dieser Erfindung noch geltenden Hochschullehrerprivilegs an die Erfinder. Sie werden so an ihrem Erfolg finanziell beteiligt. Wie hoch die Gesamteinnahmen sind, will Graf nicht verraten. Universitätsinstitute lizenzieren solche Patente zu marktüblichen Konditionen. Geld, das Grafs Institut gut für künftige Innovationen einsetzen kann. „Wer erfolgreich sein will, muss investieren“, stellt er klar. Zunächst einmal in die Mitarbeiter. Die Besten sollten an der Universität bleiben und nicht nur in ein Unternehmen abwandern, weil es dort mehr Gehalt gibt. Zusätzliche Einnahmen erleichtern es Uni-Instituten, auch Leistungsprämien zu gewähren, mit denen sich gute Leute halten lassen. Motivierende Personalführung hält Graf für die Basis jeder Innovation. Machen seine Mitarbeiter eine Entdeckung, treibt er sie zu Veröffentlichungen in begutachteten, wissenschaftlichen Zeitschriften an. „Das erhöht unsere Sichtbarkeit in der Fachwelt ebenso wie in der Industrie“, sagt er. Denn auch in den großen Konzernen durchkämmen Experten Publikationen auf der Suche nach Produktideen.

„Viele Forschungsergebnisse sind bares Geld wert. Das Dumme ist nur, dass sich nicht alle darüber bewusst sind.“ Prof. Thomas Graf, Prorektor Wissens- und Technologietransfer der Universität Stuttgart.



Die Pumpkavität des IFSW für Scheibenlaser ermöglicht 24 Durchgänge des Pumplichts durch den Scheibenlaserkristall.

ZUNEHMENDER PUBLIKATIONSDRUCK

Der zunehmende Druck zum begutachteten Publizieren bedeutet für manches Institut einen Kulturwandel. Gerade Ingenieurwissenschaftler trugen in der Vergangenheit ihre Ergebnisse häufig nur auf Konferenzen vor und fassten die Inhalte schriftlich zusammen. Solche „Konferenz-Paper" sind heute jedoch zu wenig, um sich einen wissenschaftlichen Ruf zu erarbeiten.

Neue Forschungsergebnisse sollten zwar zeitnah der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, so sieht es die Strategie der Uni Stuttgart vor. Zuviel Tempo ist aber auch nicht ratsam – vor allem wenn es sich um patentfähige Arbeiten handelt. Denn was veröffentlicht ist, kann nicht mehr als geistiges Eigentum geschützt werden. Ratsam sei es deshalb, jede Entdeckung zügig darauf abzuklopfen, ob sie patentfähig ist. „Ist das der Fall, sollte man sich vor einer Veröffentlichung zunächst die Rechte daran sichern", sagt Graf. Dabei hilft neben der Universität selbst auch das Technologie-Lizenz-Büro (TLB) der Baden-Württembergischen Hochschulen.

Dieses Vorgehen kann zu kuriosen Situationen führen. Graf erzählt, wie er als junger Wissenschaftler in Bern patentverdächtige Forschungsergebnisse auf einer Konferenz vortragen wollte. Doch die Arbeit des dort zuständigen Lizenzbüros zog sich hin. Er war drauf und dran, den Vortrag abzuändern – um kein Risiko einzugehen. Dann gab es doch noch grünes Licht. „Eine Stunde bevor ich dran war, teilte man mir telefonisch mit, dass die Rechte gesichert sind."

Wissenschaftliche Institute müssen heute arbeiten wie kleine Firmen. So fördert die Universität Stuttgart unter anderem durch ihre Technologie Transfer Initiative (TTI) das Ausgründen neuer Unternehmen. Als Prorektor für Wissens- und Technologietransfer setzte sich Graf dafür ein, dass Kurse zu Themen wie Unternehmertum und Existenzgründungen im wissenschaftlich-technologischen Umfeld in den Lehrbetrieb aufgenommen werden.

RISIKO ROTE ZAHLEN

Beim Schutz von geistigem Eigentum ist viel Geld im Spiel. Ein gutes Patent kann schnell 100.000 Euro kosten. Um die Erfindung im Anschluss zu vermarkten, müssen die Institute oft teure Prototypen oder Demonstratoren bauen und diese zum Beispiel auf Messen vorstellen. Damit lassen sich Unternehmen am besten überzeugen.

Nicht immer lässt sich die Erfindung so schnell vermarkten, dass Geld sofort zurückfließt. Es gibt Institute, die stehen deshalb zunächst tief in den roten Zahlen. Wer hingegen über Lizenzeinnahmen verfügt, kann ein höheres Risiko eingehen und mehr aussichtsreiche Patente anmelden.

Ein weiterer Fallstrick ist die falsche Vermarktung von Forschungsergebnissen. Graf rät, niemals alle Rechte exklusiv an nur einen Lizenznehmer abzugeben oder gar zu verkaufen. Wenn der alleinige Rechteinhaber die Innovation nicht weiter verfolgt, verstaubt sie in irgendeiner Schublade.

Graf ist überzeugt, dass die Vermarktung von Patenten neben dem Einwerben von öffentlichen und privaten Drittmitteln einen wichtigen Beitrag leisten kann, um weiterhin erfolgreich Wissenschaft in Deutschland zu betreiben. Nach jahrelangen Sparmaßnahmen werde die neue Regierung in Baden-Württemberg nun glücklicherweise die Grundfinanzierung der Universitäten und Hochschulen wieder deutlich an die gestiegenen Kosten anpassen, sagt Graf. Gleichwohl bleibe die Forschungsleistung zu einem wesentlichen Teil aus Drittmitteln finanziert. Man müsse aber wissen, wie man solche Gelder einwirbt.

Heimo Fischer

MTU Aero Engines

Wir sorgen für den Antrieb!

Die MTU Aero Engines entwickelt, fertigt, vertreibt und betreut zivile und militärische Antriebe für Flugzeuge und Hubschrauber sowie Industriegasturbinen. Unser Schlüssel zum Erfolg sind Antriebe für die Luftfahrt von morgen – noch sparsamer, schadstoffärmer und leiser. Mit rund 8.700 Mitarbeitern sind wir weltweit präsent und in Deutschland zu Hause. Werden auch Sie Teil unseres engagierten Teams als

Student (m/w)

für Praktika, Werkstudententätigkeiten oder Abschlussarbeiten

Ingenieur (m/w)

für den Bereich Entwicklung, Fertigung, Qualitätsmanagement, Einkauf und Logistik, Instandsetzung oder Vertrieb

Bei der MTU erwarten Sie maßgeschneiderte Entwicklungsprogramme und ein umfangreiches Weiterbildungsangebot. Wir bieten Ihnen eine Reihe von Zusatzleistungen, die ganz auf Ihre Bedürfnisse abgestimmt sind: Eine zeitgerechte Altersversorgung gehört für uns ebenso dazu wie Maßnahmen zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf, zum Beispiel mit unseren flexiblen Arbeitszeitmodellen oder der betriebsnahen Kindertagesstätte TurBienchen. Darüber hinaus engagiert sich die MTU im Bereich Gesundheit und Fitness.

Als Technologieunternehmen liegen uns auch Frauen mit einer qualifizierten Ausbildung sehr am Herzen. Ihre Bewerbung ist uns besonders willkommen!

Mehr unter www.mtu.de/karriere.

top ARBEITGEBER DEUTSCHLAND 2014
CERTIFIED EXCELLENCE IN EMPLOYEE CONDITIONS

Inspiriert und inspirierend

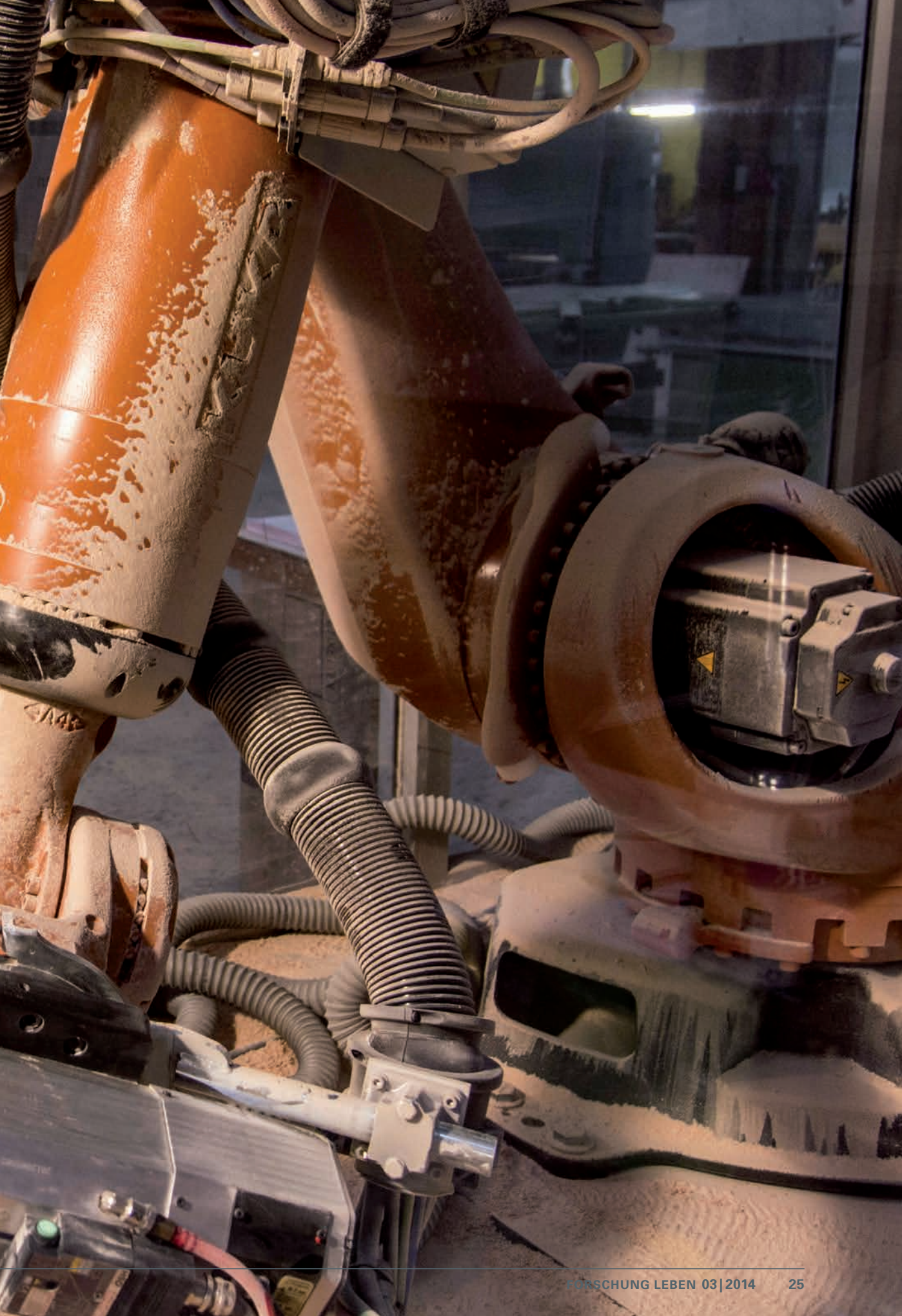
Was haben das Gehäuse eines Sanddollars, die Flügel eines Laufkäfers und eine Strelitzienblüte gemein? Sie alle weisen Strukturen oder Mechanismen auf, die sie zu Ideengebern für die Architektur machen. Wie die bionischen Vorbilder in ein ingenieurwissenschaftliches Modell übertragen und für bauliche und technische Bereiche nutzbar sind, untersucht ein neuer, transregionaler Sonderforschungsbereich an der Universität Stuttgart mit dem Namen „Biological Design and Integrative Structures“.

In dem neuen Transregio, für den die Deutsche Forschungsgemeinschaft rund neun Millionen Euro bereitstellt, arbeiten Architekten und Ingenieure aus Stuttgart, Biologen und Physiker aus Freiburg sowie Geowissenschaftler und Evolutionsbiologen aus Tübingen zusammen. „Unser Ziel sind multifunktionale, anpassungsfähige und gleichzeitig ökologisch effiziente Strukturen, die die Grenzen herkömmlicher Baukonstruktionen weit hinter sich lassen“, so der Sprecher, Prof. Jan Knippers vom Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen der Universität Stuttgart.
Ein Charakteristikum natürlicher Konstruktionen ist ihr vielschichtiger, hierarchisch strukturierter und lokal differenzierter Aufbau aus wenigen elementaren Komponenten. Dies führt zu leistungsfähigen Strukturen mit vernetzten Eigenschaften, auch weil die Natur Ressourcen effektiv nützt und geschlossene Stoffkreisläufe hinterlässt.
Diese Prinzipien wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler genauer analysieren und sie auf Baukonstruktionen und andere Bereiche der Technik übertragen. Die Bilder auf den nächsten Seiten zeigen, was dabei herauskommt: Erstaunliches, Faszinierendes – eine neue Architektur.

© Universität Stuttgart/Oliver Krieg

Robotische Fertigungsverfahren ermöglichen geometrisch ausdifferenzierte Bauteile.

© ICD/ITKE/IIGS



Die mit hoher Präzision vorgefertigten Bauteile werden auf der Baustelle schnell und einfach zusammengefügt.

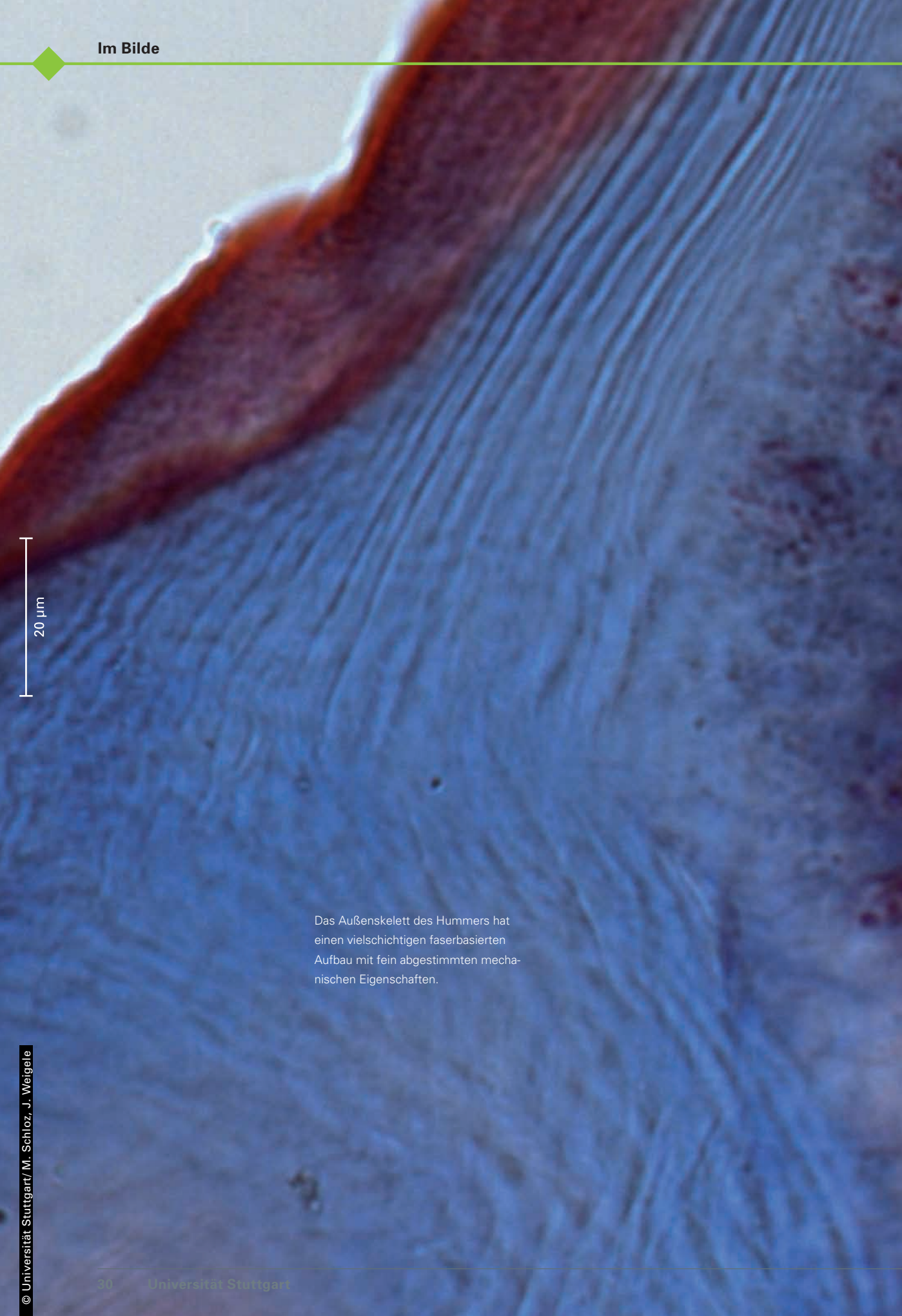
© ICD/ITKE/IIGS

Forstpavillon auf der Landesgartenschau 2014 in Schwäbisch Gmünd: Aus dem Strukturbildungsprinzip des Seeigels in Verbindung mit einer computergesteuerten Fertigungskette wurden leistungsfähige Konstruktionen und eine ebenso stimmungsvolle wie ausdrucksstarke neue Architektur.

© Roland Halbe

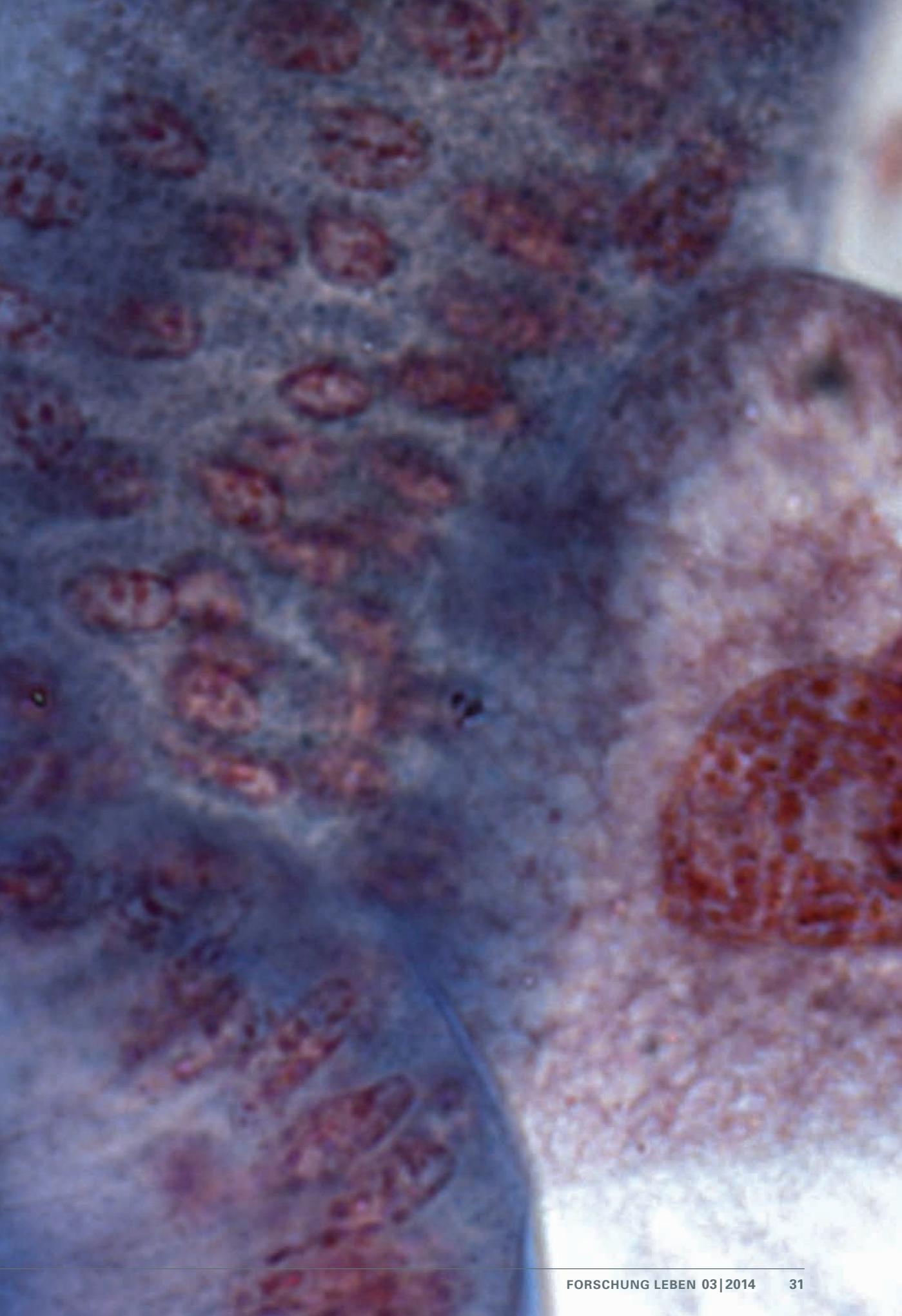
Natur, Struktur und zurück: Organisch schmiegt sich der Forstpavillon auf dem Gelände der Landesgartenschau Schwäbisch Gmünd in seine Umgebung.

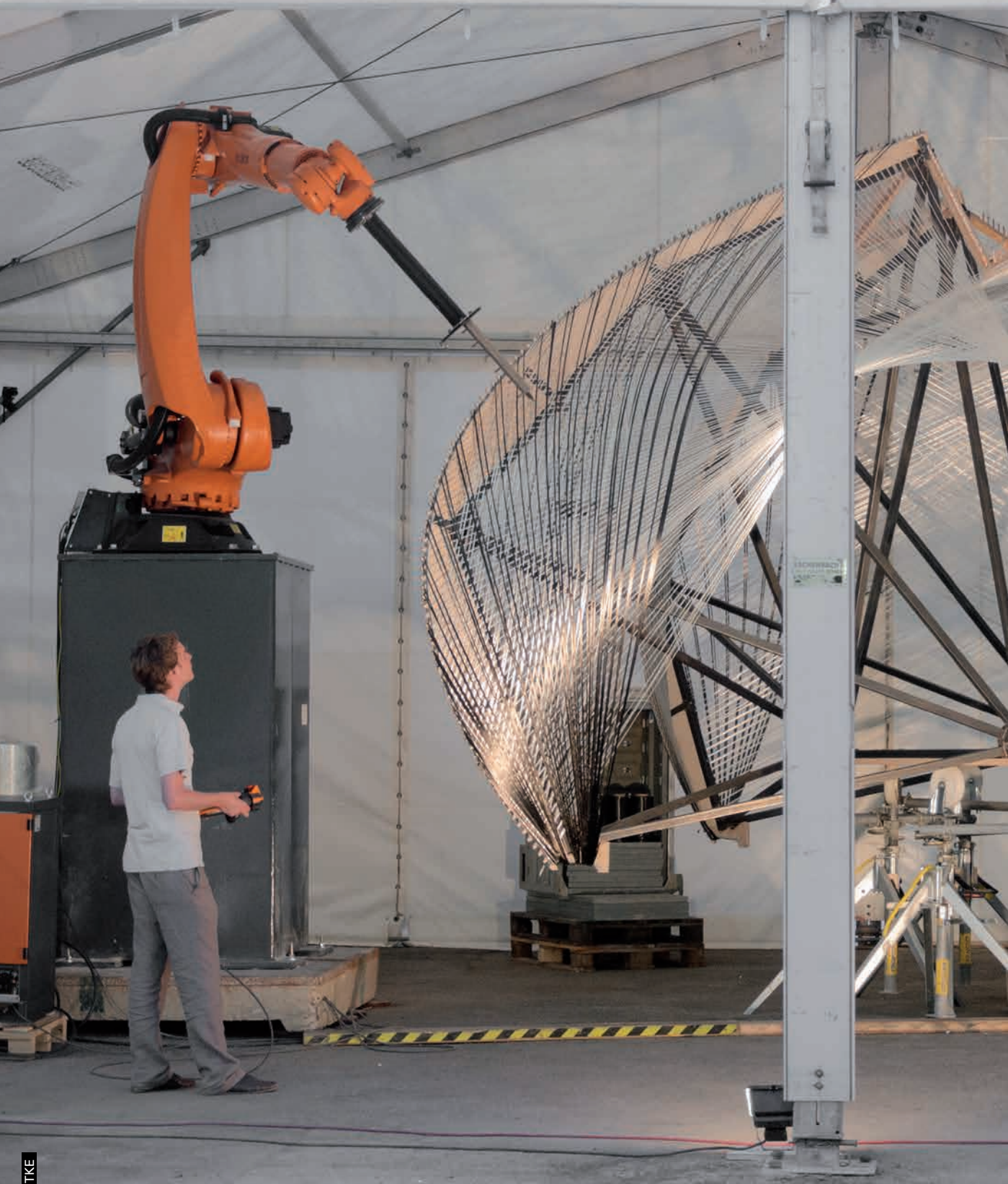
© Roland Halbe



Das Außenskelett des Hummers hat einen vielschichtigen faserbasierten Aufbau mit fein abgestimmten mechanischen Eigenschaften.

© Universität Stuttgart/ M. Schloz, J. Weigele





© ICD/ITKE

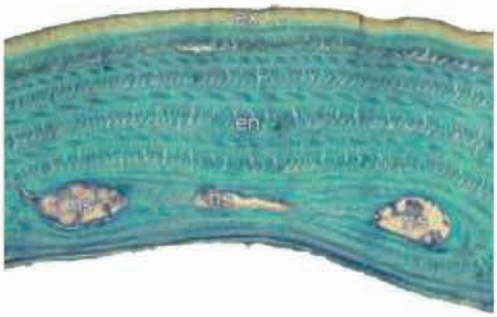
In einem automatisierten Wickelprozess wird das Strukturbildungsprinzip des Hummerskeletts auf den Maßstab der Baukonstruktion übertragen.

Vom Schalentier zur schwebenden Schönheit: Dieser Forschungspavillon aus dem Jahr 2012 zeigt einen fein abgestimmten mehrlagigen Faseraufbau, der zu einer extremen Leichtbaukonstruktion führt.

© ICD/ITKE

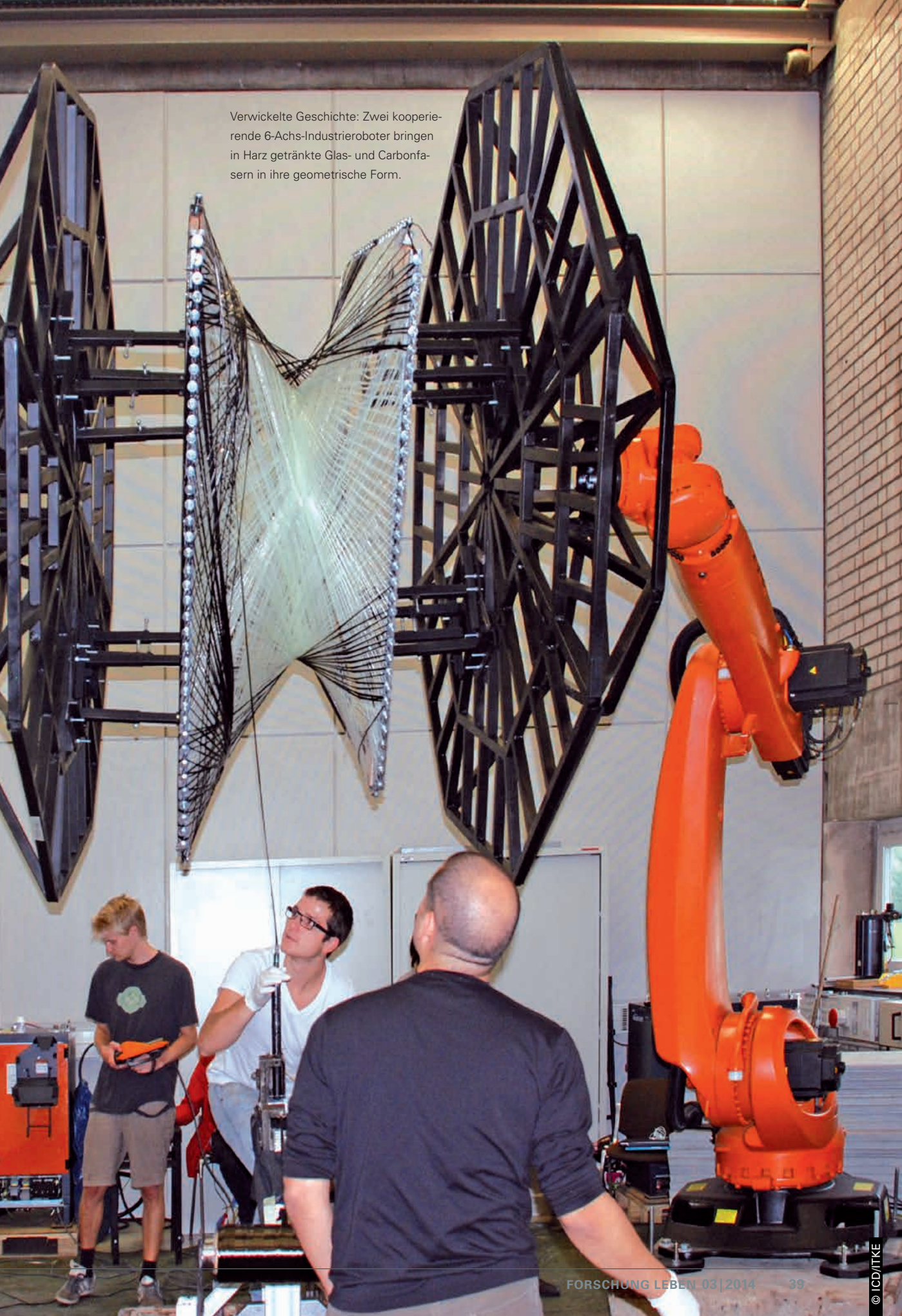
© Simon Schleicher, Julian Lienhard, Simon Poppinga

Der Klappmechanismus der Strelitzienblüte stand Pate für einen wandelbaren Sonnenschutz aus glasfaserverstärktem Kunststoff. Die Ausrichtung der Lamellen lässt sich je nach Bedarf stufenlos verändern – ohne verschleißanfällige Gelenke oder Scharniere.



Die Deckflügel des Laufkäfers Trigonopterus nasutus sind aus zwei Lagen Fasern aufgebaut und dadurch optimal an die Anforderungen des geringen Gewichtes angepasst.

© KIT



Verwickelte Geschichte: Zwei kooperierende 6-Achs-Industrieroboter bringen in Harz getränkte Glas- und Carbonfasern in ihre geometrische Form.

© ICD/ITKE

© ICD/ITKE

Federleicht auch im Aufbau: Zusammensetzen der Elemente für den Forschungspavillon 2013/14.

© ICD/ITKE

Unter Dach und Fach: Die Deckflügel der Käfer wurden in eine robuste und gleichzeitig extrem leichte Konstruktion übersetzt, die aus 32 geometrisch unterschiedlichen Modulen besteht.

Kulturhistorische Mustersuche

Visuelle Studien in Technik und Wissenschaft oder: Wie kommt man zu einer guten Abbildung?

Müsste der ideale Schiffsrumpf nicht beschaffen sein wie die Unterseite eines Fisches? Eine 400 Jahre alte Zeichnung beantwortet diese Frage, indem sie beide Formen übereinander legt. Für den Wissenschaftshistoriker Klaus Hentschel ist diese Abbildung ein besonders eindrückliches Beispiel visueller Kultur in Technik und Wissenschaft – also den Umgang mit Zeichnungen, Fotografien oder Modellen in Forschung und Lehre. In seinem jüngsten Buch vergleicht der 53-Jährige zahlreiche Einzelstudien zu Visualität und fand wiederkehrende Kriterien, die visuelle Kulturen definieren. Damit beantwortet Hentschel auch die Grundfrage: Was zeichnet gute wissenschaftliche Abbildungen aus?

Nach zehnjähriger Arbeit legte der Forscher im Oktober nun seine Monographie „Visual Cultures in Science and Technology – A Comparative History“ vor. Mit dem 500-Seiten-Werk von enzyklopädischem Zuschnitt wagt Prof. Klaus Hentschel als Erster den Versuch der Synthese eines Forschungsfeldes, das zunehmend an Bedeutung gewinnt: der historischen Bildwissenschaft beziehungsweise den „visual studies“. „In vielen Teilbereichen von Naturwissenschaft, Technik und Medizin gibt es ausgeprägte visuelle Kulturen“, sagt der als Physiker und Philosoph ausgebildete Wissenschaftshistoriker. Aber was macht diese visuellen Kulturen aus? Um dies zu definieren, untersuchte Hentschel, der seit 2007 die Abteilung für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik (GNT) des Historischen Instituts der Uni Stuttgart leitet, rund 100 Einzelstudien. Sie alle befassen sich mit Aspekten visueller Kultur - von der Renaissance bis ins 20. Jahrhundert, von Technik, Medizin, den Naturwissenschaften, der Astronomie bis zur Geologie und Botanik. So möchte Hentschel aus einem Problem herauszukommen, vor dem Wissenschaftshistoriker und gerade auch die „visual studies“ stehen: Fallstudien zu erarbeiten, Mikrogeschichte zu betreiben und dabei das große Ganze aus dem Blick zu verlieren - etwa, wenn man nur mehr die Portrait-Fotografie in der viktorianischen Ära betrachtet.
Mit seinem Vergleich identifizierte Hentschel zwölf Eigenschaften, die visuelle Kulturen definieren. Zwar werde der Begriff heute von der Werbung bis zur Wissenschaft für alles Mögliche herangezogen. „Visuelle Kultur ist aber ein Terminus, der nur verwendet werden sollte, wenn diese Schichten vorliegen“, fordert Hentschel.

DIE PIONIERE WECHSELTEN MEIST IHR FACHGEBIET

Entstanden sind visuelle Kulturen durch Transfer zwischen oft weit voneinander entfernten Gebieten. Deshalb stehe der eingangs genannte Entwurf der Schiffsbauer um 1600 sinnbildlich für das Vorgehen in visuellen Kulturen, in denen visuelle Analogien eine Brücke herstellen. Hentschel hat nachgewiesen, wie diese Transfers entstehen: Die Pioniere einer Wissenschaftsdisziplin stammten meist aus einem anderen Fachgebiet und übertrugen dort Gelerntes auf das neue. Beispiel Chemie: Bis etwa 1850 war diese von Formeln geprägt. „Der Pionier, der entdeckt hat, dass Kohlenstoff-Stickstoff-Verbindungen in zyklischen Ringen vorliegen, August Kekulé, hatte ursprünglich eigentlich Architektur studiert.“ So verfügte er als einziger Chemiker seiner Zeit über das visuelle 3D-Training der Architekten, die in räumlichen Strukturen denken. Einen ähnlichen Transfer gibt es in der modernen Medizin: Die Pioniere der bildgebenden Verfahren wie Computer- und Magnetresonanztomografie kamen meist aus der Astronomie und

© Magdalene College, Cambridge

Sollte ein Schiffsrumpf die Form eines Fisches haben? Darstellung aus der Publikation „Fragments of Ancient English Shipwrightery", Pepys Library.

der Astrophysik. „Einen solchen Zusammenhang würde kaum jemand vermuten", sagt Hentschel. Dort aber hatten sie gelernt, digitale Messungen und Daten in Bilder von Spiralnebeln oder Planeten umzuwandeln.

Zu den Definitionsmerkmalen visueller Kultur gehört für Hentschel auch das „intensive Training von Anfängern. Das sehen wir in den Mikroskopie-Kursen in Biologie und Medizin, wo die Leute bis heute zeichnen müssen, was sie sehen." Beim Zeichnen lernten die Studierenden, genau hinzuschauen. „Man muss das Sehen trainieren, um Mustererkennung zu erlernen." Nur so könne etwa der Dermatologe bestimmte Farb- und Hautsymptome sofort einordnen.

„Das Hochschätzen von Tafelwerken ist eine weitere Dimension von visueller Kultur", sagt Hentschel. Das zeige sich im Vorhandensein von Bildbänden. „Zum Teil sind das opulente Werke der Anatomie oder Zoologie, für die Heerscharen von Zeichnern und Druckgraphikern angestellt wurden, um Bildtafeln zu erstellen." Ebenfalls unerlässlich sei die Erfahrenheit im Interpretieren von Bildquellen. „Wissenschaftliche Bilder werden extrem mühsam hergestellt: Die passenden Ausschnitte wählen, Kontrast erhöhen, eventuell Falschfarben einführen." Schließlich soll die Illustration exakt wiedergeben, was der Forscher herausgefunden hat. Ein Beispiel dafür sind die spektakulären Bilder aus dem Weltall - die jedoch meist in Falschfarben gezeigt werden. „Um das besser einordnen zu können, brauche ich a) intensives Training, b) Hintergrundwissen über die Entstehung eines Bildes und c) einen kritischen Verstand, um das Bild einzuordnen", sagt Hentschel. „Wissenschaftliche Fotos wie etwa Röntgenbilder sind nicht naiv lesbar."

UNVERZICHTBARE EXPERTEN, STIEFKINDER DES ERFOLGS

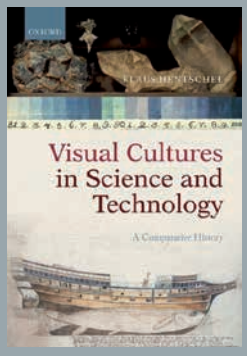
Weitere Kriterien hatte Hentschel bereits in früheren Arbeiten entdeckt: Damals hatte er die Biografien der ersten Kohorten von Spektroskopikern verglichen und festgestellt: Viele hatten musisch, künstlerisch oder handwerklich tätige Eltern – keine Wissenschaftler oder Großbürger, wie im 19. Jahrhundert üblich. Während die Chemiker und Physiker in jener Zeit meist an einer Universität studiert hatten, kam diese Gruppe eher von polytechnischen Hochschulen. „In den Polytechnika gab es Zeichenkurse", so Hentschel. „Die Universitätsstudenten waren stärker textorientiert." Viele der Spektroskopiker betrieben zudem Malerei oder Fotografie als Hobby. „Das ist

Künstler, Architekt und wissenschaftlicher Illustrator: Roger Hayward (1899-1979) Er arbeitete unter anderem für den Chemie-Nobelpreisträger Linus Pauling und das Magazin „Scientific American".

auch die letzte meiner zwölf Schichten: Wenn jemand eine visuelle Kultur in der Wissenschaft oder Technik hat, wird dieser Mensch auch in seinen sonstigen Tätigkeiten diesen Bereich berühren und damit weiter sein Auge trainieren."
In Forschung und Lehre sind die Experten für Darstellung unverzichtbar. „Man brauchte Spezialisten, oft die besten Drucktechniker ihrer Zeit", sagt Hentschel. Doch viele Koryphäen hielten es nicht einmal für nötig, ihren Zuarbeitern namentlich zu danken. Andere wie der US-Chemiker und Nobelpreisträger Linus Pauling wussten zu würdigen, wie wichtig die Illustratoren für den Gesamterfolg waren. Er hatte in dem Architekten und Illustrator Roger Hayward genau den Richtigen gefunden, um seine dreidimensionalen Molekül-Modelle bildlich umzusetzen. „Das ist auch Teil der Wissenschaft", sagt Hentschel. Pauling förderte Hayward massiv – etwa, indem er bei Veröffentlichungen darauf bestand, das Hayward den grafischen Teil übernahm. So blieb auch sein Name in der Wissenschaft erhalten. Viele andere dagegen gerieten vollkommen in Vergessenheit.

Daniel Völpel

Klaus Hentschel: Visual Cultures in Science and Technology - A Comparative History



Oxford University Press, 978-0-19-871787-4

Um einen Überblick über die oft unbekannten Bildgeber zu ermöglichen, hat die Abteilung GNT am Historischen Institut eine internationale Illustratoren-Datenbank aufgebaut:
www.uni-stuttgart.de/hi/gnt/dsi/.
Sie umfasst über 8.000 wissenschaftliche Illustratoren seit der Erfindung des Buchdrucks bis 1950. „90 Prozent unserer Einträge sind sonst nirgends gelistet", sagt Klaus Hentschel. Denn die Kunsthistoriker führen in ihren Nachschlagewerken nur diejenigen auf, die „künstlerisch wertvolle" Bilder fertigten – während sie den künstlerischen Wert vieler wissenschaftlicher Illustrationen bestritten.

Millionenregen für Stuttgarter Linguistik

Der Sonderforschungsbereich 732 löst Mehrdeutigkeiten in der Sprache auf

Die Geisteswissenschaften stehen häufig im Ruf, bei der Verteilung von Drittmitteln die Stiefkinder zu sein. Dass es auch anders geht, zeigt die Stuttgarter Linguistik. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG hat dem kleinen, aber feinen Fachbereich jüngst knapp neun Millionen Euro für die dritte Förderperiode des Sonderforschungsbereichs „Incremental Specification in Context" (SFB 732) bewilligt. Weitere 2,5 Millionen spülte der Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis, mit dem SFB-Sprecherin Prof. Artemis Alexiadou 2014 geehrt wurde, in das Fach. Der SFB will Doppel- und Mehrdeutigkeiten in der Sprache auflösen. Und schafft Arbeitsplätze für rund 50 Forscherinnen und Forscher, darunter mehrere neue, mit jungen Köpfen besetzte Professuren.

Das Markenzeichen des Sonderforschungsbereichs ist die enge Zusammenarbeit von Theoretischer Linguistik und Computerlinguistik, die sich vielen gemeinsamen Publikationen und Präsentationen, aber auch in konkreten Anwendungen im Bereich der Maschinellen Sprachverarbeitung - zum Beispiel zur Verbesserung von Übersetzungsprogrammen - niederschlägt. „Bei den computerlinguistischen Anwendungen hat der SFB 732 in der abgelaufenen zweiten Förderperiode Ergebnisse gebracht, die weit über den bekannten ‚baselines' liegen", betont Artemis Alexiadou. Dieses Miteinander soll in der dritten Förderperiode noch weiter ausgebaut werden. Darüber hinaus wird der Sonderforschungsbereich künftig noch stärker in der Nachwuchsförderung aktiv werden, zum Beispiel mit einem strukturierten Doktorandenprogramm. Inhaltlich ist unter anderem geplant, die bisherigen Forschungsergebnisse auf „non-canonical data", also zum Beispiel nicht eindeutig klassifizierbare Konstruktionen, wenig untersuchte Sprachen und Varietäten, „unbereinigten" Text und spontan-sprachliche Dialoge, anzuwenden und die Hypothesen zum Beispiel anhand von Daten aus Webkorpora zu testen. Damit leistet der SFB 732 einen bedeutenden Beitrag zum neuen Zukunfts-

thema der Universität Stuttgart, dem Schwerpunkt ‚Digital Culture & Technology'.

„MERKWÜRDIGE" SPRACHGEBILDE

Was mit „non-canonical data" gemeint ist, erläutert Daniel Hole, der neue Leiter des Instituts für Linguistik/Germanistik: Es geht um „merkwürdige" Sprachgebilde, bei denen das Subjekt nicht zum Verb passt. Ein Beispiel dafür ist der Satz ‚Der Gang steht voll mit Kisten': Hier steht eben nicht der Gang, sondern die Kisten. Hinter der grammatikalischen Verwirrung verbirgt sich eine besondere Form der Variablenbindung - ein Spezialgebiet des 45-Jährigen, der sich in seiner Habilitationsschrift mit Dativen und der Variablenbindung im Deutschen befasst und auch vergleichbare Konstruktionen im Chinesischen untersucht hat. Die Erkenntnisse daraus sollen im Rahmen des SFB 732 nun auf andere Sprachen übertragen werden. Da solche Strukturen insgesamt selten sind, braucht man dafür sehr große Webkorpora. „Um die zu durchforsten, setzen wir auf die Unterstützung der Computerlinguisten", erklärt Hole. Hier kommt das Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung (IMS) der Universität Stuttgart ins Spiel. Die Wissenschaftler dort haben unter anderem Tools entwickelt, mit denen sich in den riesigen Textmengen ausreichend viele Belege aufspüren lassen, um die Hypothesen der Theoretischen Linguisten hinsichtlich der Verwendung eines Wortes oder eines Konstrukts zu testen.

IN DIE KÖPFE GESCHAUT

Lange Zeit versuchte man, die verschiedenen Verwendungen eines Wortes oder einer Satzkonstruktionen in gigantischen Datenbanken zu erfassen und zu beschreiben. „Doch das Weltwissen ist zu groß und zu komplex für diese Vorgehensweise", erklärt Prof. Sebastian Padó, der seit 2013 am Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung der Universität Stuttgart die Gruppe Theoretische Computerlinguistik leitet und sich im SFB 732 unter anderem mit der Interpretation unvollständiger Aussagen befasst. „Deshalb hat es um das Jahr 2000 einen Paradigmenwechsel hin zu einer wahrscheinlichkeitsgetriebenen Arbeitsweise gegeben." Dahinter verbirgt sich ein schrittweises Herantasten an die Bedeutung eines Begriffes auf der Basis statistischer Analysen, welche die vorausgehenden oder nachfolgenden Satzteile berücksichtigen.
Auf diese Weise lassen sich nicht nur linguistische Hypothesen testen, sondern auch automatische Übersetzungssysteme verbessern. „Diese basieren auf einem riesigen, mit Wahrscheinlichkeiten versehenen zweisprachigen Lexikon, in dem nach der kohärenten Lösung gesucht wird", erklärt Padó. Künftig könnten sich zum Beispiel auch Suchmaschinen das Prinzip zu eigen machen, um nicht nur nach dem eingegebenen Begriff (zum Beispiel Auto) zu suchen, sondern auch nach verwandten Wörtern wie Wagen oder Karren.
Die Interaktion im semantischen Bereich soll in der dritten Förderperiode des SFB 732 noch verstärkt werden, zum Beispiel bei Modellen der kognitiven Sprachverarbeitung in der Psycholinguistik oder bei Vorhersagen, wie Substantivierungen gebildet werden. „Unser Ziel ist es, den Menschen bei der Sprachverarbeitung in die Köpfe zu schauen", schmunzelt Padó.

DEUTUNG DURCH SPRACHMELODIE

Nicht nur die Struktur eines Sprachgebildes und seine Stellung im Satz helfen bei der Entschlüsselung von Mehrdeutigkeiten, sondern auch die Betonung beziehungsweise die Sprachmelodie.
In diesem Bereich wird der SFB seit etwa einem Jahr durch die Phonologin Prof. Sabine Zerbian gestärkt. Ihr „Steckenpferd" sind Bantusprachen

Entschlüsselt Doppeldeutiges: Die Leibniz-Preisträgerin Prof. Artemis Alexiadou ist Sprecherin eines erfolgreichen Sonderforschungsbereichs in der Linguistik.

DFG/David Ausserhofer

wie zum Beispiel Nord-Sotho, eine Tonsprache, die im nördlichen Südafrika gesprochen wird. In Tonsprachen geben Sprecher einem einzelnen, auf dem Papier gleich aussehenden Wort durch die Aussprache verschiedene Bedeutungen. So kann zum Beispiel das chinesische Wort „ma“ je nach Betonung Pferd, Mutter, schimpfen oder Hanf bedeuten. Im Deutschen oder Englischen dagegen beeinflusst die Sprachmelodie die Bedeutung eines Satzes. Spannend wird es, wenn die beiden Sprachsysteme aufeinandertreffen. Dies untersucht die Phonologin, die mehrfach in Johannesburg geforscht hat, am Beispiel des südafrikanischen Englisch, das je nach ethnischer Herkunft des Sprechers sehr unterschiedlich klingen kann. Über die Forschungsaktivitäten hinaus kümmert sich Prof. Zerbian - gemeinsam Dr. Sabine Schulte in Walde - um die Nachwuchsarbeit im SFB 732 und leitet unter dem Dach der Graduiertenakademie GRADUS ein Doktorandenprogramm an. Auch hier stehen – neben der grundlegenden Qualifizierung – intensivere Beziehungen und ein besseres Verständnis zwischen Theoretischer Linguistik und Computerlinguistik im Mittelpunkt.

HUMBOLDT-PREISTRÄGERIN ZU GAST

Das Renommee des SFB 732 macht die Universität Stuttgart auch für Wissenschaftler aus dem Ausland attraktiv. So hat die griechische Linguistik-Professorin und Humboldt-Preisträgerin Elena Anagnostopoulou das Institut für Linguistik für eine Gastprofessur gewählt. Seit Juli forscht sie hier auf dem Gebiet der Grammatiktheorie und wird im Rahmen des SFB so genannte Argumentalternationen im Sprachvergleich untersuchen. Einfacher ausgedrückt sucht sie eine Antwort darauf, was genau Kinder zu Beginn ihrer Sprachbildung lernen und wie es kommt, dass die Kids die Bedeutung von Wörtern und Sätzen in so kurzer Zeit erfassen.

Andrea Mayer-Grenu

© DLR

INDUKTION STATT OBERLEITUNG

Oberleitungen sind störungsanfällig, was immer wieder zu Verspätungen und Zugausfällen führt. Eine Alternative dazu ist die fahrdrahtlose Energieübertragung. Die Institute für Elektrische Energiewandlung (IEW) und für Maschinenelemente (IMA, Bereiche Schienenfahrzeugtechnik und Zuverlässigkeitstechnik) der Universität Stuttgart sowie das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) erforschen induktive (berührungslose) Systeme, die Fahrleitungen eines Tages ersetzen sollen.
Die Wissenschaftler setzen auf ein Prinzip, das bei Elektroautos und Straßenbahnen mit begrenzter Übertragungsleistung bereits funktioniert. Seine Wirkungsweise entspricht der eines aufgeschnittenen Transformators, wobei die Primärspule in den Fahrweg integriert ist und die Sekundärspule sich im Fahrzeug befindet. Die Energieübertragung erfolgt über ein erzeugtes Magnetfeld und verspricht weniger Lärmemissionen, Verschleiß- und Wartungsaufwendungen und einen geringeren Energieverbrauch.

EIN LICHTTEILCHEN ALS SCHALTER

Bauelemente, die Licht nutzen, um zu rechnen, könnten zukünftige Computer schneller und energieeffizienter machen. Forscher des Zentrums für Integrierte Quantenwissenschaften und -technologie (IQST) an der Universität Stuttgart haben nun einen wesentlichen Schritt hin zu einem optischen Transistor geschafft: Mit einem einzigen Lichtteilchen können sie einen schwachen Lichtstrahl wesentlich abschwächen. Die Wissenschaftler hoffen, auf diese Weise eines Tages für optische Computer Transistoren entwickeln zu können, bei denen der Lichtstrom mit Hilfe eines anderen Lichtstromes gesteuert wird.

© R. Goldschmidt

ELEKTRO-TAXIS

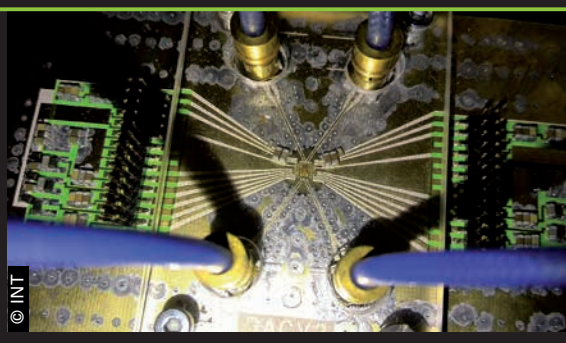
Seit August rollen fünf Elektro-Taxis durch Stuttgart. Sie sind Teil des Forschungsprojektes GuEst, an dem das Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS) der Universität Stuttgart, das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS), die Taxi-Auto-Zentrale Stuttgart sowie die Firmen Daimler und Bosch und die DEKRA beteiligt sind. Das Projekt soll erforschen, wie wirtschaftlich ein elektrischer Antriebsstrang im Taxibetrieb sein kann. Außerdem soll die Akzeptanz der E-Taxis und der Elektromobilität im Allgemeinen bei Taxifahrern und Fahrgästen untersucht werden.

GEBÄUDESCHÄDEN PRÄZISER VORHERSAGEN

Instabilitäten im Boden, Belastungen oder Erschütterungen führen an Brücken, Staumauern und anderen Gebäuden zu Deformationen, die meist zunächst kaum sichtbar sind. Breiten sich diese jedoch aus, können sie im Extremfall das Bauwerk zum Einsturz bringen. Um eventuelle Schädigungen frühzeitig aufspüren und Gegenmaßnahmen einleiten zu können, werden gefährdete Gebäude mit verschiedenen Messtechniken dauerüberwacht und analysiert. Bisher sind die Analysemodelle noch linear und recht grob. Geodäten der Universität Stuttgart entwickeln nun nicht-lineare Modelle. Damit kann man zum Beispiel Deformationen an beliebigen Oberflächen bestimmen, ohne vorher zu wissen, wo genau der Schaden sitzt. Zudem werden die Vorhersagen schneller und präziser.

100 MILLIARDEN WANDLUNGEN PRO SEKUNDE

Noch mehr Internet-Daten noch schneller übertragen, über bestehende Glasfasernetze und ohne zusätzliche Kosten für neue Glasfaserkabel – davon träumt die Telekommunikationsbranche ebenso wie die Politik. Forscher des Instituts für Elektrische und Optische Nachrichtentechnik (INT) der Universität Stuttgart lassen diese Vision nun näher rücken: Sie entwarfen den weltweit schnellsten elektronischen Digital-Analog-Wandler mit einer Wandlungsrate von 100 Milliarden Wandlungen pro Sekunde (100 GS/s). Solche Wandler - sie gelten als Schlüsselkomponenten für das schnelle Internet - nehmen die digitalen Datenworte aus Vermittlungsrechnern entgegen und wandeln diese in analoge Spannungswerte, die die optischen Modulatoren an den Schnittstellen zur Glasfaserstrecke ansteuern.



Das wachsame Auge der Community

Neue Transparenzvorschriften für die Drittmittelforschung

Das neue Landeshochschulgesetz enthält seit April 2014 eine neue Transparenzvorschrift für die Drittmittelforschung. Sie ist auch die abgespeckte Version der politischen Forderung, militärisch nutzbare Forschung zu verbieten. Das Problem dabei: Einerseits muss die grundrechtlich geschützte Forschungsfreiheit des einzelnen Wissenschaftlers gewahrt bleiben. Andererseits soll durch die Transparenzvorgaben ein kollektives Informationsbedürfnis befriedigt werden. Die Fallstricke der neuen Regelung erläutert Prof. Volker Haug, Leiter der Abteilung Rechtswissenschaft am Institut für Volkswirtschaftslehre und Recht der Universität Stuttgart und Herausgeber einer systematischen Darstellung des Hochschulrechts in Baden-Württemberg.*)

Nicht wenige wollten unter dem Schlagwort der so genannten Zivilklausel jede militärisch nutzbare Forschung verbieten. Dies ist aber weder praktisch noch verfassungsrechtlich durchsetzbar. Denn zum einen weiß man bei vielen Forschungsergebnissen erst hinterher, wofür sie nutzbar sind. Außerdem lassen sich zivile und militärische Nutzungsmöglichkeiten häufig gar nicht trennen, sondern überlagern einander. Und schließlich würde ein gesetzliches Verbot militärbezogener Forschung einen nicht gerechtfertigten Eingriff in die Forschungsfreiheit des Grundgesetzes bedeuten.
Daher kommt jetzt eine Transparenzklausel: „Wenn sich politisch missliebige Forschung schon nicht verbieten lässt, sollen sich die Betroffenen zumindest offen dazu bekennen müssen.
Dahinter steht der Gedanke, dass die Gesellschaft erfahren können muss, was die von ihr bezahlten Wissenschaftler so treiben. Denn Drittmittelprojekte werden nicht in privater Nebentätigkeit, sondern als Dienstaufgabe bearbeitet. Allerdings gilt auch hier die grundrechtlich geschützte Forschungsfreiheit. Ein Grundrecht ist nicht nur verletzt, wenn die geschützte Tätigkeit verboten wird. Vielmehr liegt schon dann ein Eingriff vor, wenn die Grundrechtsausübung durch subtilere Mittel faktisch eingeschränkt oder verhindert wird.
In der Juristerei spricht man dann von einer „prohibitiven Wirkung“. Das wäre der Fall, wenn ein Forscher auf ein bestimmtes Drittmittelprojekt verzichten würde, weil durch Transparenzregeln das grelle Licht der Öffentlichkeit auf die betreffende – womöglich politisch unerwünschte – Forschungstätigkeit fiele. Also musste der Gesetzgeber eine Transparenzvorschrift schaffen, ohne damit prohibitive Wirkungen zu erzeugen. Aus diesem Grund ist die neue Transparenz auf die wissenschaftliche Community der einzelnen Hochschule beschränkt. Hinzu kommen zahlreiche verfahrensmäßige Absicherungen. Wie läuft dies nun im Einzelnen ab?

AUFWÄNDIGES PROZEDERE

Schon bislang mussten Wissenschaftler alle Drittmittelprojekte durch das Rektorat genehmigen lassen. Dieses Verfahren, das die Drittmittelrichtlinien vorgeben, dient dem Schutz der Betroffenen vor dem Vorwurf der Korruption. Der Einführung dieser Vorschriften waren aufsehenerregende Fälle (Stichwort: Herzklappenskandal) mit entsprechenden strafrechtlichen Verurteilungen vorausgegangen. Daran knüpft die neue Transparenzvorschrift nun an.
So muss das Rektorat bis April 2015 alle Drittmittelprojekte in einem Register zusammenstellen. Hier sind unter anderem die Bezeichnung des Forschungsvorhabens, die Namen der Beteiligten, eine Kurzbeschreibung des Projekts sowie die Höhe

© Privat

„Wenn der Gesetzgeber die Drittmittelforschung auf Transparenz verpflichten will, dürfen dadurch jedoch keine prohibitiven Wirkungen erzeugt werden."

Volker Haug

der Drittmittel und die Drittmittelgeber zu erfassen. Gegebenenfalls sind auch Geheimhaltungsvereinbarungen und Publikationsbeschränkungen aufzunehmen. Aus diesem Register berichtet der Rektor jährlich summarisch dem Senat. Der Senat kann vom Rektorat nähere Auskünfte aus dem Vorhabenregister verlangen. Hierbei muss das Rektorat auf Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse, auf die Gefährdung von Schutzrechten oder geistigem Eigentum sowie auf personenbezogene Daten Rücksicht nehmen. Dies kann zu Einschränkungen oder gar einer Ablehnung der Auskunftserteilung führen. Beabsichtigt das Rektorat, die Auskünfte zu erteilen, sind die betroffenen Wissenschaftler darüber zu informieren.

STREITFÄLLE LIEGEN AUF DER HAND

Dass es dabei zu Streitfällen kommen kann, liegt auf der Hand. So können die Informationen für die Auskunftsbegehrenden nicht ausführlich genug sein, während sie den Projektverantwortlichen umgekehrt bereits zu weit gehen können. Für diese Fälle muss die Hochschule eine Vertrauenskommission einrichten. Diese gibt ein Votum ab, ob und wie weit ein Auskunftsanspruch besteht. Die Letztentscheidung liegt dann beim Rektorat. Spannend wird sein, wie sich die neue Transparenzvorschrift im wissenschaftlichen Alltag auswirkt. So stellt sich die Frage, welchem Erkenntnisgewinn die Informationsrechte dienen sollen. Das Gesetz spricht etwas nebulös von einem „Diskurs im Senat als der akademischen Vertretung". Wenn sich der betroffene Wissenschaftler dann innerhalb der Community für ein bestimmtes Projekt verantworten soll, ist der Schritt zur beschriebenen prohibitiven Wirkung nicht mehr weit. Denn die Forschungsfreiheit des Einzelnen gilt auch gegenüber dem Senat.

WISSENSCHAFTLER SIND KEINE MÖNCHE

Andererseits gehören Kommunikation und Diskussion wesensmäßig zum wissenschaftlichen Prozess. Auch arbeitet der universitäre Wissenschaftler nicht in mönchischer Abgeschiedenheit, sondern im sozialen Verbund mit Kollegen in der Community. Problematisch wird es spätestens dann, wenn diese Informationen den Schutzraum der Community verlassen und zu öffentlichen oder gar politischen Diskussionen führen. Die Erfahrung lehrt, dass sich in solchen Fällen weder Indiskretionen vermeiden noch die dafür Verantwortlichen identifizieren lassen. Ob mit dieser „In-House-Lösung" wirklich ein nicht-prohibitiver Prozess zur Schaffung von mehr Transparenz verbunden ist, wird die Zeit zeigen. Eines ist aber schon jetzt klar: Auf die Rektorate kommt ein weiteres umfassendes „Beschäftigungsprogramm" zu.

Volker Haug

*) Haug, Volker (Hrsg.):
Das Hochschulrecht in Baden-Württemberg, Systematische Darstellung, Verlag C.F. Müller Wissenschaft

© FKFS/Jürgen Wittke

Steife Brise

Einer der modernsten Windkanäle der Welt dient der Grundlagenforschung und der Industrie

Windkanäle sind für Forschung und Entwicklung in Aerodynamik und -akustik unerlässlich. Nach seiner Modernisierung weist der vom Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) betriebene Windkanal der Universität Stuttgart Neuerungen auf, die es so noch nirgends gibt: Nun lassen sich auch böige Seitenwinde und Turbulenzen experimentell simulieren.

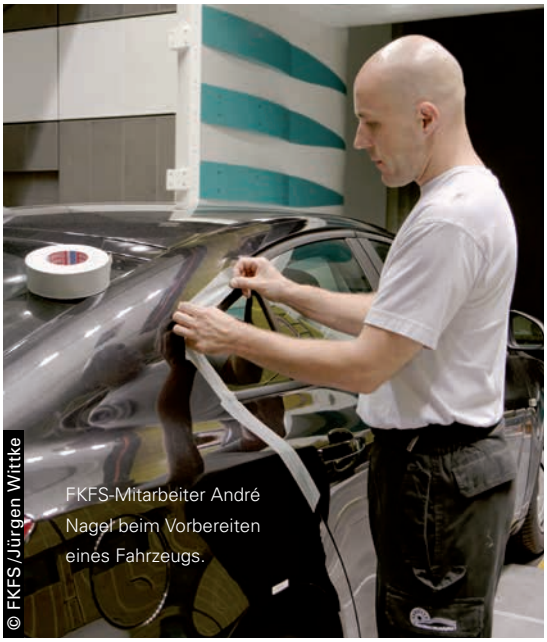
Ab 120 Kilometer pro Stunde Strömungsgeschwindigkeit wird es in der Messhalle schwer, gegen den Luftstrom anzukämpfen. Bis auf 265 Kilometer pro Stunde kann das Gebläse im Windkanal des FKFS den Luftstrom bringen. Das FKFS betreibt auf dem Campus Vaihingen seit 1989 einen Windkanal, der im Lauf der Jahre immer wieder modernisiert wurde, zuletzt im vergangenen Sommer . „Er weist bahnbrechende Neuerungen auf", sagt Jochen Wiedemann, Professor für Kraftfahrwesen am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK) der Universität Stuttgart, wo er den Lehrstuhl Kraftfahrwesen leitet. Zudem ist Wiedemann Vorstandsmitglied des FKFS, das die Rechtsform einer Stiftung hat und dessen Wurzeln bis auf das Jahr 1930 zurückgehen. Durch dieses Konstrukt ist sichergestellt, dass die erwirtschafteten Überschüsse in Erhalt und Modernisierung des Windkanals fließen. Neben der Aerodynamik von Fahrzeugen, spielt inzwischen auch die Aeroakustik – also Geräusche, die durch die Strömung verursacht werden – eine wichtige Rolle bei Windkanalmessungen.

GRUNDFINANZIERUNG OHNE STEUERGELDER

Der Windkanal steht primär der Industrie für Messungen sowie für Forschungsprojekte zur Verfügung. Vor der jüngsten Modernisierung erwirtschaftete das FKFS rund sieben Millionen Euro Jahresumsatz mit Industrieaufträgen. „Durch dieses Modell beansprucht der Windkanal für die Grundfinanzierung keine Mittel aus Steuergeldern", sagt Wiedemann. Neben dem Dienstleistungsbetrieb finden natürlich auch vorwettbewerbliche industrielle Verbundforschung und universitäre Grundlagenforschung statt. Vor allem die Automobilbranche weiß dies zu schätzen. „Inzwischen verfügen die Hersteller ja über eigene moderne Anlagen", sagt Wiedemann, „umso wichtiger ist es, dass wir an unserem Windkanal Technologien anbieten können, die weltweit einzigartig sind."
Gleich drei solcher Neuerungen kann das FKFS-Team nun präsentieren: „first", „besst" und „swing". Hinter dem Akronym „first" verbirgt sich das Wortungetüm „fully interchangeable road simulation technology". Der FKFS-Windkanal verfügt als weltweit erster über ein modular aufgebautes Laufbandwaagesystem mit Drehscheibe: Zusätzlich zum Fünfbandsystem gibt es hier auch ein Dreibandsystem, mit denen sich die Strömungsverhältnisse in Bodennähe viel realistischer simulieren lassen. Allerdings ist die Fixierung des Fahrzeugs beim Dreibandsystem aufwändiger, so dass das Fünfbandsystem noch immer eine wichtige Option darstellt. Der Wechsel zwischen Drei- und Fünfbandsystem ist unkompliziert und rasch möglich. Dank der Drehscheibe lassen sich auch Seitenwindeffekte am Fahrzeug untersuchen.

BÖEN UND LEISE STRAHLEN

„Mit Hilfe einer integrierten Sechs-Komponenten-Waage können wir auch zeitlich variable Strömungseffekte hochaufgelöst messen", betont Wiedemann. Hochaufgelöst bedeutet: mehrmals pro Sekunde.



FKFS-Mitarbeiter André Nagel beim Vorbereiten eines Fahrzeugs.

Für die technische Erzeugung solcher Seitenwinde wurde „swing“ (side wind generator) entwickelt. Windböen können vor allem bei langen Autofahrten für den Fahrer anstrengend sein, da er immer wieder gegenlenken muss. Mit den auf dem Campus Vaihingen erzeugten Böen lassen sich solche Situationen realistisch simulieren und mit den Ergebnissen die Seitenwindstabilität eines Fahrzeugs weiter verbessern. „swing“ besteht aus acht vertikalen Flügeln, die in einer Ebene senkrecht zum Luftstrom des Windkanals angeordnet sind – über den gesamten Querschnitt des Luftstroms. Sie lassen sich einzeln drehen, um definierte Seitenwindprofile zu erzeugen.
Mit der dritten Neuerung, „besst“ (Beland silent stabilizer) schlägt das FKFS-Team gleich zwei Fliegen mit einer Klappe: „besst“ sorgt einerseits für die Unterdrückung von Randwirbeln und andererseits für einen sogenannten leisen Strahl. Randwirbel an der hallentorgroßen Austrittsöffnung des Windkanals können ein unangenehmes, tieffrequentes Wummern im Kanal hervorrufen und aerodynamische Messungen verfälschen. Das Wummern ähnelt dem Geräusch bei einer Fahrt mit offenem Schiebedach, hat aber eine sehr viel tiefere Frequenz. Für aeroakustische Messungen sollte der Luftstrom möglichst leise sein. Kritisch ist dabei der Übergang von der Austrittsöffnung in die viel größere Messhalle. Das Team hat es nun geschafft, die beiden Anforderungen durch „besst“ zu erfüllen: Seitlich angebrachte Strömungsprofile in der Austrittsöffnung sorgen für die gewünschten Effekte. „Wir haben die Form der Strömungsprofile zunächst experimentell ermittelt und dann mit Simulationen überprüft“, sagt Wiedemann.
Simulation – das ist ein Stichwort, das beim Thema Windkanal auch noch in völlig anderem Zusammenhang diskutiert wird. Nämlich: Sind Windkanäle im Zeitalter der Computersimulationen überhaupt noch nötig? Statt aufwändig experimentell zu messen, könnte man ja das Problem einfach am Computer berechnen. „Beide Ansätze haben ihre Stärken und Schwächen – und daher ihre Berechtigung“, sagt Wiedemann. „Bei Simulationen lässt sich das komplette 3D-Strömungsfeld auswerten, während dies im Windkanal nur mit großem Aufwand möglich ist.“ Dafür wären sehr viele Sensoren erforderlich, die zudem durch ihre Anwesenheit das Strömungsfeld verfälschten. „Andererseits lassen sich im Experiment Varianten bei Bauteilen sehr viel schneller testen als in der Simulation“, so Wiedemann. „Ganz abgesehen davon, dass jede Simulation eine experimentelle Validierung benötigt.“ Ohne Windkanal wäre das in Aerodynamik und -akustik undenkbar.

Michael Vogel

© Eppler

Der Supercomputer Hermit schafft eine Billiarde Rechenoperationen pro Sekunde. Ab dem nächsten Jahr soll seine Rechenleistung nochmals um den Faktor vier steigen.

Hochgradig parallel

Supercomputing am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart

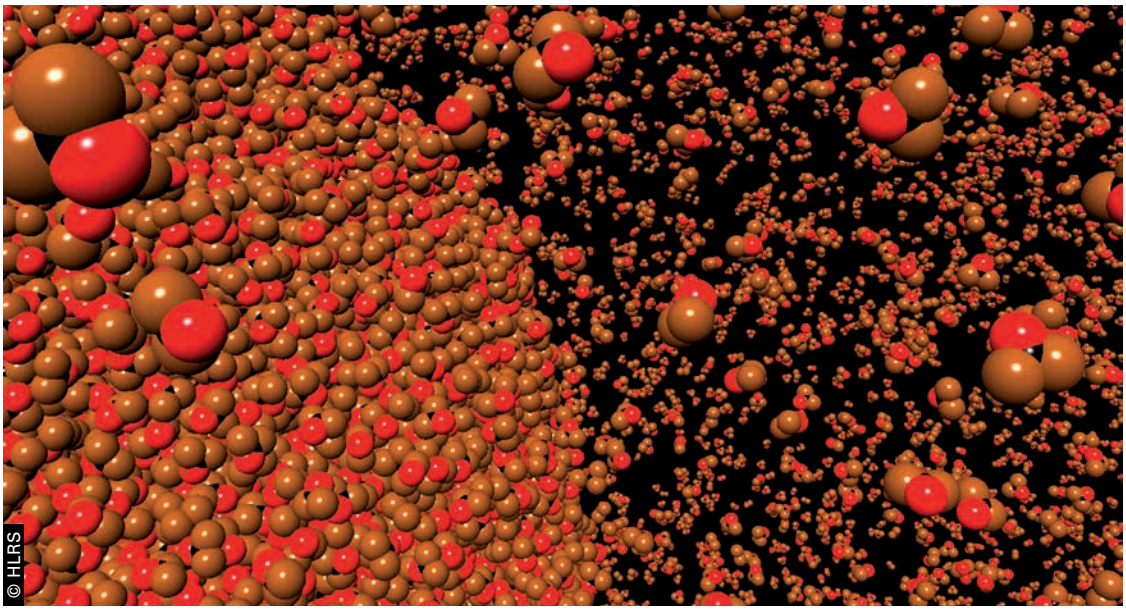
Wer die Auswirkungen der Welt im Kleinen auf die Welt im Großen simulieren will, kommt nicht ohne Supercomputer aus. Am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler solche Fragestellungen mit Hilfe des Supercomputers „Hermit“. Die Einrichtung ist nicht nur einer der größten Empfänger von Forschungsgeldern an der Universität Stuttgart, sondern engagiert sich auch selbst in vielen Drittmittelprojekten – von der Grundlagen- bis zur anwendungsorientierten Forschung.

Ein Gramm Helium enthält eine unvorstellbar große Zahl an Atomen – rund 150 Trilliarden. Zum Glück muss man das Wechselspiel dieser vielen Atome untereinander in vielen Fällen nicht kennen, um das Edelgas technisch nutzen zu können. Es reicht oft, seine Stoffeigenschaften auf der makroskopischen Ebene zu messen und zu verstehen: Eigenschaften wie Schallgeschwindigkeit oder Wärmeleitfähigkeit zum Beispiel. Jedoch sind viele Prozesse in der chemischen Industrie bereits so sehr optimiert, dass sie sich nur noch weiter verbessern lassen, wenn wesentlich genauere Kenntnisse über Stoffeigenschaften und über das Verhalten der Stoffe unter spezifischen Bedingungen vorliegen. Hier setzt SkaSim an, ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) auf drei Jahre gefördertes Projekt, dessen Koordinator Dr. Colin Glass ist. Glass leitet eine Forschungsgruppe am HLRS; das HLRS ist einer der ein Dutzend SkaSim-Projektpartner, die aus Wissenschaft und Industrie kommen.

STOFFEIGENSCHAFTEN BERECHNEN, STATT MESSEN

„Unser Ziel ist es, die molekulare Simulation besser in die industrielle Praxis einzubinden“, sagt Glass. Hierfür soll SkaSim, das im Juli 2013 startete, wichtige Grundlagen liefern. Konkret geht es darum, die Wechselwirkung von Gasen oder Flüssigkeiten auf molekularer Ebene so gut simulieren zu können, dass exakte und detaillierte

Simulation eines Tropfens Aceton in einem System, in dem Flüssigkeits- und Gasphase gleichzeitig auftreten. Solche Vorgänge spielen in Fertigungsprozessen der chemischen Industrie eine große Rolle



Vorhersagen für das Verhalten von technisch relevanten Stoffen möglich werden. „Es geht also nicht mehr darum, Stoffeigenschaften und das Verhalten von Stoffen im Labor zu bestimmen, sondern diese zu berechnen“, sagt Glass. Und zwar mit einer Genauigkeit, die häufig im Promillebereich liegt. Methanol und Ammoniak sind Beispiele für solche Stoffe, da sie bei der industriellen Herstellung chemischer Produkte häufig als Grundstoffe eine wichtige Rolle spielen, aber auch sicherheitskritische Substanzen wie Hydrazin sind besonders interessant für die Simulation. „Hydrazin dient unter anderem als Raketentreibstoff“, so Glass. „Da es toxisch, leicht entzündlich und ätzend ist, ist seine experimentelle Untersuchung schwierig. Simulationen sind daher auch aus Gründen der Risikoabwägung ein interessanter Ansatz.“

Um mit solchen Simulationen verwertbare Aussagen zu bekommen, braucht man Rechenleistung. Sehr viel Rechenleistung. Kein gewöhnlicher Rechner ist hierzu in der Lage, das schafft nur ein Supercomputer. Was ein Supercomputer kann, veranschaulicht HLRS-Direktor Prof. Michael Resch mit einem plakativen Vergleich: „Wenn alle sieben Milliarden Menschen auf der Erde an jedem Tag ihres Lebens acht Stunden rechnen würden, dann hätten sie nach 41 Jahren die Rechenleistung erbracht, die der schnellste Supercomputer in einer Sekunde schafft.“ Im Fall des HLRS heißt dieser Supercomputer „Hermit“. Und auch wenn Hermit 34 Mal langsamer als der derzeit schnellste Supercomputer der Welt ist, geben drei Zahlen eine Vorstellung von der beeindruckenden Dimension des Systems: Aktuell besteht Hermit aus 7.000 Prozessoren und rund

30.000 Speicherbausteinen. Zum Vergleich: In einem Notebook stecken ein Prozessor und ein oder zwei Speicherbausteine. Hermit schafft eine Billiarde Rechenoperationen pro Sekunde; im kommenden Jahr soll seine Rechenleistung nochmals um einen Faktor vier steigen.

DRITTMITTELFÖRDERUNG IST DIE REGEL

In gewisser Weise ist das ganze HLRS ein riesiges Drittmittelprojekt: Bund und Land gemeinsam finanzieren den Betrieb mit jährlich 30 Millionen Euro. Weitere zwei Millionen Euro kommen pro Jahr durch Rechenzeit, die die Industrie einkauft, in die Kassen und werden ebenfalls reinvestiert. Daher spricht Resch gerne von „echten" Drittmitteln, wenn er tatsächlich eingeworbene Gelder meint: „Pro Jahr sind das zwischen drei und vier Millionen Euro, so dass wir 60 bis 70 Mitarbeiter über Projekte finanzieren können", sagt Resch. Insgesamt werden rund drei Viertel der Stellen am HLRS über Drittmittel finanziert. Seit Reschs Amtsantritt im Jahr 2003 gelang es, das Drittmittelvolumen am HLRS in etwa zu verzehnfachen. „Das liegt daran, dass wir eine sehr innovative Kernmannschaft haben, aber auch am Stuttgarter Umfeld", sagt Resch. „Forschung und Entwicklung sind in der Region kein einsamer Akt. Es gibt eine große Bereitschaft zur gemeinsamen Forschung in Drittmittelprojekten – und zwar in der Industrie und auch an der Universität, zum Beispiel seitens der Ingenieurs-Fakultäten." Das kenne er so von manch anderem Supercomputerstandort nicht.
Derzeit bearbeitet das HLRS-Team etwa 35 Projekte, die zur Hälfte von der europäischen Kommission gefördert werden. Die andere Hälfte verteilt sich auf Mittel des BMBF, des baden-württembergischen Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst sowie auf die Deutsche Forschungsgemeinschaft. „Die Inhalte reichen von der Grundlagenforschung bis zur anwendungsorientierten Forschung", sagt Resch. Ein anwendungsnahes Projektbeispiel ist FORTISSIMO, das zum Ziel hat, kleineren und mittleren Unternehmen den Zugang zu Höchstleistungsrechnern zu ermöglichen, ohne dass sie mit den Details des Systems vertraut sein müssen. Im Grundlagenbereich anzusiedeln ist dagegen der Beitrag des HLRS im Rahmen des Exzellenz-Clusters „Simulation Technology". „Hier erarbeiten wir theoretische Grundlagen der Programmierung und der Nutzung von Rechnersystemen mit sehr großen Prozessorzahlen", so Resch. Das Stichwort lautet parallele Programmierung: Damit ein Supercomputer seine Rechenleistung voll ausspielen kann, muss der Programmcode hochgradig parallel zu verarbeiten sein. „Heute geht das mit einigen tausend Prozessen, die gleichzeitig ablaufen", sagt Resch. „Künftig muss ein Supercomputer aber für interessante Fragestellungen 100.000 oder gar eine Million Prozesse gleichzeitig verarbeiten können."

Michael Vogel

Strategien für ein gelingendes Altern

Sprudelnde Forschungsgelder sollen die Gesellschaft seniorengerecht machen

Belastende Außendienst-Einsätze laugen Servicetechniker innerhalb weniger Jahre aus. Doch wenn sie den Arbeitsplatz wechseln, geht wertvolles Wissen verloren. Wie die Spezialisten diese Tätigkeit bis zur Rente ausüben und ihre Kompetenzen an Jüngere übertragen können, untersuchen Erziehungswissenschaftler der Universität Stuttgart gemeinsam mit Unternehmen aus der Region in einem öffentlich geförderten Projekt. Wie ältere Menschen länger gesund bleiben und sich gesundheitsförderlich verhalten, erforschen die Wissenschaftler am Lehrstuhl für Sport- und Gesundheitswissenschaften.

Der demografische Wandel hat Wirtschaft und Gesellschaft voll erfasst. Ob in der Arbeitswelt, in der Gesundheitsversorgung oder beim Städtebau: in immer mehr Bereichen gilt es, diesem Wandel Rechnung zu tragen. Ein Grund, weshalb sowohl die Europäische Union, als auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wissenschaftliche Studien zum gelingenden Altern inzwischen mit hohen Summen fördern.
Maschinen- und Anlagenbauer im florierenden Wirtschaftsraum Stuttgart spüren nicht nur den zunehmenden Mangel an Nachwuchs. Sie müssen vor allem ihre Arbeitsplätze so gestalten, dass Ältere ihren Job bis zum Renteneintritt ausüben können. Ein akut besonders betroffener Bereich sind die Servicetechniker, in der Regel hoch qualifizierte Fachkräfte. „Heute wird keine Maschine mehr verkauft, ohne dass der Hersteller Service, Reparatur und Instandhaltung mit verkauft“, erklärt Prof. Bernd Zinn, der am Institut für Erziehungswissenschaft der Uni Stuttgart die Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik leitet. „Das große Problem ist: Im Schnitt nach zehn Jahren haben diese Techniker genug von den psychischen und physischen Belastungen.“ Genug davon, ständig durchs Land zu reisen zu Feuerwehreinsätzen in Unternehmen, in denen die Stimmung angespannt ist, weil die Maschine stillsteht. „Deshalb suchen wir in unserem Projekt nach Alternativlösungen.“ Denn die industriellen Dienstleistungen sind für Maschinen- und Anlagenbauer ein zentrales Geschäftsfeld.
Vor diesem Hintergrund haben sich unter anderem die Unternehmen Trumpf, Voith und Festo gemeinsam mit einem Forscherteam der Uni Stuttgart beim BMBF um das Förderprogramm „Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“ beworben. Als eines von 14 Projekten unter 200 Antragstellern erhielt das Vorhaben „Erschließung des Potenzials älterer Mitarbeiter durch lebensphasenorientierte Kompetenzentwicklung“ (EPO-KAD) den Zuschlag über eine Fördersumme von insgesamt rund 1,5 Millionen Euro. Impulsgeber und Gesamtkoordinator ist das Stuttgarter International Performance Research Institute.
Konkret verlangte das BMBF von den Projekteilnehmern, dass sie „neue Konzepte, Strategien und Modelle initiieren für ein demografiesensibles, unternehmensbezogenes und berufsbegleitendes Kompetenzmanagement“. Die Partner sollen Lösungsansätze erarbeiten, erproben und überprüfen. Bis zum Projektende im Februar 2017 wird Zinns Team daher ein ‚Service Lernlab‘ aufbauen und testen. Denn bei ihren zahlreichen Einsätzen erwerben die Techniker ein umfangreiches implizites Wissen, wo ein Fehler liegen kann und wie man ihn behebt. Dieses lässt sich oft nicht so einfach in Worte oder Anleitungen fassen. „Wir entwickeln ein Konzept, um dieses Erfahrungswissen zu verbalisieren und an die jungen, unerfahrenen Techniker weiterzugeben.“

© Fotolia

DIE PERSPEKTIVE DES KUNDEN IST ENTSCHEIDEND

Zweiter Projektpartner an der Uni Stuttgart ist der Leiter des Instituts für Erziehungswissenschaft, Prof. Reinhold Nickolaus, mit seiner Abteilung für Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik. Er ist Experte für Kompetenzdiagnostik. „Wir erfassen die Kompetenzen der Servicetechniker in zwei Aufgabenbereichen", sagt Nickolaus. „Fachlich – was die Fähigkeit angeht, Fehler zu analysieren – und sozial im Hinblick auf den Umgang mit Konflikten und die Gestaltung von Kommunikationsprozessen." Zentrale soziale Anforderung sei die Perspektivenübernahme. Hier gehe es darum, die Vorstellungen des Gegenübers zu erkennen, um etwa in Konflikt-, Kommunikations- oder Koordinierungssituationen angemessen zu reagieren. Diese Kompetenz prüfen Nickolaus und seine Mitarbeiter, indem sie die Techniker einer standardisierten Anforderungssituation aussetzen und ihr Verhalten per Video analysieren. Im Anschluss führen sie Interviews. „Dies machen wir zu Beginn und am Ende des Lernlabs, um zu prüfen, ob es Lerneffekte gibt." Die fachlichen Fähigkeiten diagnostizieren die Pädagogen, indem die Techniker einen Fehler in einem simulierten technischen System finden und beheben müssen. „Diese Simulationen sind sehr authentisch", sagt Nickolaus. Grundsätzlich müssten beide Verfahren in den Betrieben einfach anzuwenden sein.

KNACKPUNKT MOBILITÄT

Ähnlich geht auch Prof. Wolfgang Schlicht vor, Inhaber des Lehrstuhls Sport- und Gesundheitswissenschaften I am Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft. Und das mit großem Erfolg: Im vergangenen Jahr warb er für drei Demografieprojekte Drittmittel mit einem Gesamtvolumen von 1,1 Millionen Euro ein. „Das liegt sicherlich am Umfeld hier an der Uni Stuttgart", sagt Schlicht. „Ein Städtebauprojekt zum Beispiel können Sie nur realisieren, wenn Sie die Expertise der Architekten mit dabei haben." Damit bezieht er sich auf das Vorhaben autonomMOBIL, das von der Fritz und Hildegard Berg Stiftung rund 300.000 Euro in Form von Stipendien für fünf Doktorandinnen erhält. Das interdisziplinäre Team aus Stadt- und Landschaftsplanern sowie Alterns- und Gesundheitswissenschaftlern will bis Ende 2017 am Beispiel der Stadt Stuttgart herausfinden, wie die Stadt der Zukunft aussehen müsste, damit ältere Menschen aktiv bleiben beziehungsweise ihre Aktivität sogar gefördert wird. „Die kritischste Variable überhaupt ist die Mobilität", beschreibt Schlicht die Ausgangsposition. Dies gelte für körperliche Aktivitäten wie Laufen oder Radfahren, aber auch für den öffentlichen Nahverkehr. Damit eng verbunden sind die körperliche Funktionsfähigkeit insgesamt, die nachlässt, wenn man nicht mehr mobil ist, sowie die Teilhabe am Leben.

© Universität Stuttgart/Inspo

Wie ein Stadtquartier gestaltet sein muss, damit ältere Menschen aktiv bleiben, untersuchen Teams aus Stadt- und Landschaftsplanern sowie aus Alterns- und Gesundheitswissenschaftlern am Beispiel der Stadt Stuttgart.

Dass die großen Fördermittelgeber das Thema alternde Gesellschaft so reichlich bedenken, war nicht immer so. „Gelingendes Altern ist eine Formel, die relativ spät in die Gerontologie eingeführt wurde“, sagt Schlicht. „Etwa Mitte der 90er-Jahre erst setzte sich die Erkenntnis durch, dass das Altern als Phase des Lebens eigenständig zu betrachten ist, die eine Menge positiver Elemente enthält. Jetzt geht es um die Frage: Was bedeutet das?“

SCHATTENSEITEN DER DRITTMITTELFINANZIERUNG

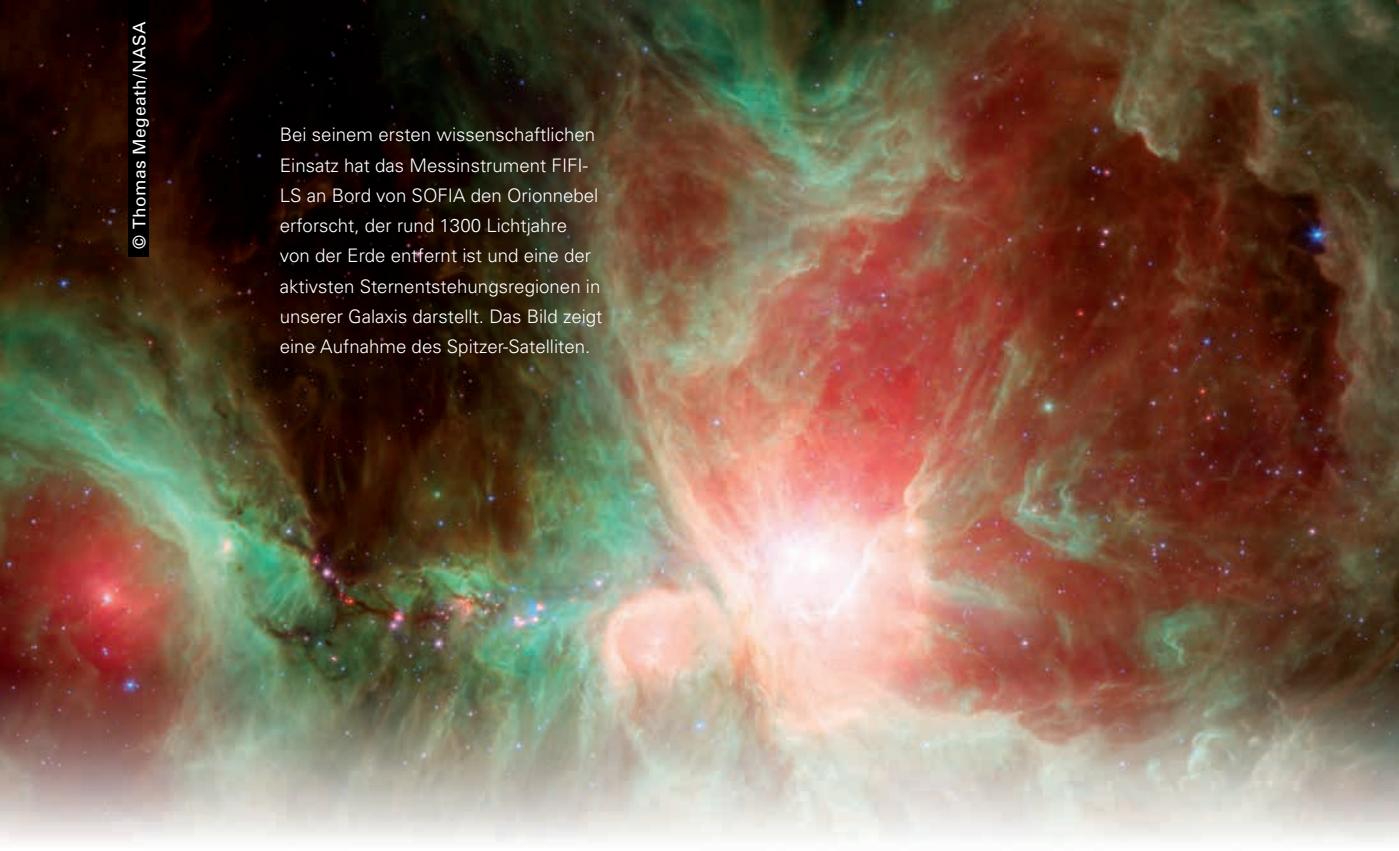
Zwar widmet sich Schlicht zusammen mit insgesamt zwölf Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern dieser hoch relevanten Fragestellung. Bis auf eine sind deren Stellen jedoch über diverse befristete Drittmittelprojekte finanziert. Am Institut erschwert diese Konstellation die Arbeit. Wenn er denselben Etat regulär zur Verfügung hätte, wäre vieles einfacher, sagt Schlicht. „Der Aufwand, um die Drittmittel zu akquirieren, hat erheblich zugenommen.“ Und: „Die Drittmittelprojekte sind schon sehr spezifisch auf die jeweiligen Zielstellungen des Mittelgebers ausgerichtet.“ Dies war auch bei dem mit insgesamt mit 9,5 Millionen Euro ausgestatteten EU-Projekt PREVIEW der Fall, bei dem es darum geht, den Ausbruch von Diabetes Typ 2-Erkrankungen (Altersdiabetes) im Frühstadium zu verhindern. 600.000 Euro gehen nun an Schlicht und seine Mitarbeiter, die als eine von zwölf Gruppen in diesem weltweiten Konsortium mitwirkt. Diabetes Typ 2 gilt als eine der Krankheiten mit der größten gesellschaftlichen Tragweite. Meist resultiert sie aus fett- und zuckerreicher Ernährung gepaart mit Bewegungsmangel. Ziel von PREVIEW ist es, nachzuweisen, dass sich diese Altersdiabetes durch eine gezielte Lebensänderung verhindern lässt. Dazu sollen die stark übergewichtigen Probanden der Studie nicht nur ihre Ernährung auf eiweißreiche Kost umstellen, sondern auch mindestens 75 Minuten pro Woche körperlich aktiv sein. Die Stuttgarter haben dabei die herausfordernde Aufgabe, die Teilnehmer zu dieser Lebensänderung dauerhaft zu motivieren. Thematisch eng damit verbunden ist auch ein weiteres Projekt, für das Schlicht und sein Team vom BMBF rund 150.000 Euro erhalten. Die Beteiligten analysieren, welche Faktoren des Ernährungs- und Aktivitätsverhaltens dafür verantwortlich sind, dass man chronische Erkrankungen wie Diabetes oder Herz-Kreislauferkrankungen bekommt.

FREIHEIT DES ERGEBNISSES

„Wir haben stets einen anwendungsorientierten Anspruch. Das kommt aus den Gesundheitswissenschaften, wo man immer eine konkrete Aussage für die Praxis der Gesundheitsförderung treffen will“, sagt der Wissenschaftler. Daher stört er sich auch nicht an den Vorgaben der Geldgeber. Er habe alle Freiheiten, selbst wenn Ergebnisse einer Studie den Erwartungen widersprechen, sagt Schlicht. Als Beispiel nennt er die in der EU gern gesehene Ansicht, dass der fußläufige Begehbarkeit von Städten große Bedeutung zukommt. „Wir haben gezeigt, dass dieser Faktor statistisch ziemlich klein ist, aber einen nicht unbedeutenden Einfluss auf die Gesundheit der Bevölkerung hat, auch wenn die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Gesellschaft insgesamt sehr viel gewichtiger sind.“

Ähnlich entspannt geben sich die Projektpartner bei EPO-KAD. „Zwar hat das BMBF die Richtung klar vorgegeben: Kompetenzmanagement im demografischen Wandel. Wie gehe ich mit Arbeitskräfte-Ressourcen um?“, sagt der Sozialwissenschaftler Prof. Zinn. In seiner wissenschaftlichen Freiheit eingeschränkt fühle er sich dennoch nicht.

Daniel Völpel



© Thomas Megeath/NASA

Bei seinem ersten wissenschaftlichen Einsatz hat das Messinstrument FIFI-LS an Bord von SOFIA den Orionnebel erforscht, der rund 1300 Lichtjahre von der Erde entfernt ist und eine der aktivsten Sternentstehungsregionen in unserer Galaxis darstellt. Das Bild zeigt eine Aufnahme des Spitzer-Satelliten.

Fliegende Sternwarte in Turbulenzen

Politik und Wissenschaft bewahren SOFIA vor finanzieller Bruchlandung

Dieses Forschungsflugzeug ist in jeglicher Hinsicht einzigartig: Seit 2007 betreiben die US-Raumfahrtbehörde NASA und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) das Stratosphärenobservatorium für Infrarotastronomie (SOFIA) in einer umgebauten Boeing 747 SP. Nach jahrelangem Vorlauf erreicht die fliegende Sternwarte im Februar 2014 ihre volle Einsatzfähigkeit. Kurze Zeit später verkündet die NASA, das Projekt einmotten zu wollen. Sie trägt 80 Prozent der Kosten und finanziert damit den Löwenanteil der Betriebskosten des Jumbo-Jets. Nach massiver Intervention auch aus Deutschland stellt der US-Kongress klar: Die NASA ist bei SOFIA weiterhin in der Pflicht. An der Universität Stuttgart sorgt dies für Erleichterung.

Der Orionnebel – unendliche Molekülwolken. Wir befinden uns 1.300 Lichtjahre von der Erde entfernt in einem Gebiet, in dem aus kaltem Gas durch Verdichtung neue Sterne entstehen. Junge Sterne, die Hitze abstrahlen, was zu einem bislang unbekannten Zusammenspiel von Aufheizung der Umgebung und weiterer Sternbildung führt. Dies sind die Erkenntnisse des Ferninfrarot-Spektrometers FIFI-LS, das an Bord der fliegenden Sternwarte SOFIA bislang unergründete Rätsel zur Entstehung unseres Weltraums löst. Das Observatorium blickt in Bereiche des Weltalls, die nie zuvor ein Mensch gesehen hat. So könnte die Erfolgsgeschichte des derzeit einzigen deutsch-amerikanischen Großforschungsprojekts beginnen. Beinahe wäre sie kurz nach diesen Einblicken in den Orionnebel beim ersten Messflug im Mai 2014 aber bereits zu Ende gewesen.

Denn im März hatte die NASA die Projektpartner am DLR und am Deutschen SOFIA-Institut (DSI) der Universität Stuttgart mit dem Haushaltsvorschlag an den US-Präsidenten überrascht, das Flugzeug mit der Teleskop-Luke im Heck 2015 einzulagern und dafür noch zwölf Millionen Dollar bereitzustellen. Das DSI organisiert für das DLR den deutschen 20-Prozent-Anteil an SOFIA. „Diese Nachricht kam wenige Tage, nachdem der

reguläre Betrieb begonnen hatte“, sagt Institutsleiter Prof. Dr. Alfred Krabbe. „Aber SOFIA ist ein Prototyp – den kann man nicht so einfach eine Zeit lang stilllegen, weil dann die gesamte Mannschaft geht.“
Ebenso überrascht wie die Projekt-Beteiligten war die Politik. „Es gab erheblichen Widerstand gegen dieses Vorgehen – auch in der amerikanischen Öffentlichkeit“, sagt Krabbe. „SOFIA ist im ersten Halbjahr 2014 äußerst zuverlässig und planmäßig geflogen.“ Das zweite Halbjahr wird das Flugzeug in Hamburg auf deutsche Kosten generalüberholt. „In den USA hörte ich von Lobbyisten Sätze wie ‚die Deutschen suchen nur eine günstige Gelegenheit, um auszusteigen.´“ Deswegen sei es wichtig gewesen, dass DLR-Chef Johann Dietrich Wörner sofort betonte, Deutschland stehe zu seinen Verpflichtungen, und die Wartung beauftragte. Parallel setzte sich Krabbe dafür ein, dass etwa über die Arbeitsgruppe Luft- und Raumfahrt des Bundestages Fürsprecher aktiv wurden. „Wir konnten hier nur Flankenschutz liefern“, sagt der Hochschullehrer über seine Position in dem Poker.

HAUSHALTSAUSSCHUSS VERLANGT FORTFÜHRUNG

Die Interventionen – auch von US-Wissenschaftlern – zeitigten Erfolge: Der Haushaltsausschuss des US-Repräsentantenhaus widersprach den NASA-Plänen und schlug für SOFIA ein Budget von 70 Millionen Dollar vor. Der Senat wollte gar 87 Millionen Dollar bereitstellen. Anfang Juni war damit klar: SOFIA ist gerettet. Zugleich schrieb der US-Kongress der NASA ins Stammbuch, sie solle Projekte erst infrage stellen, wenn sie deren wissenschaftlichen Erfolg überprüft habe. Dies ist laut Krabbe erst nach fünf Jahren üblich. „Ich gehe also davon aus, dass wir bis 2019 keine Probleme mehr haben werden.“

Hätte die NASA ihre Finanzierung eingestellt, wäre SOFIA wohl am Ende gewesen, befürchtet Krabbe: „Dann wären alle davon gestürzt und wir hätten die wissenschaftliche Ernte, die wir im Moment einfahren, gar nicht bekommen.“ Mehr als 30 Personen arbeiten auf deutscher Seite für SOFIA. Zwar hätte die NASA laut den bestehenden Verträgen den Deutschen das Projekt übergeben müssen. „Aber ob Deutschland dann alleine weitergemacht hätte, ist fraglich.“
Bislang investierten beide Länder zusammen rund 1,25 Milliarden Dollar in die Sternwarte. Die NASA stellte das Flugzeug und die Bodenanlagen. Das DLR lieferte für rund 80 Millionen Euro das 17 Tonnen schwere Teleskop mit seinem Hauptspiegel mit 2,7 Metern Durchmesser. Das Land Baden-Württemberg und die Uni Stuttgart steckten rund zehn Millionen Euro unter anderem in den Neubau des Instituts für Raumfahrtsysteme auf dem Campus in Vaihingen, in dem auch das DSI untergebracht ist. Geplant ist, SOFIA bis 2034 zu betreiben. Noch auf Jahre hinaus wird das Observatorium weltweit das einzige sein, das den ferninfraroten Wellenlängenbereich von 28 bis 300 Mikrometer beobachten kann. Dazu fliegt es in Höhen von mehr als zwölf Kilometern oberhalb des Wasserdampfs in der Atmosphäre.

NEUE MESSINSTRUMENTE NOCH NICHT FINANZIERT

Mehr als 20 Millionen Euro flossen in die zwei deutschen Messinstrumente am Teleskop: GREAT (German Receiver for Astronomy at Terahertz Frequencies) vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn sowie FIFI-LS (Field-Imaging Far-Infrared Line-Spectrometer), das am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching entwickelt wurde. Eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe um Krabbe am Institut für Raum-

Prof. Alfred Krabbe (rechts) während eines Forschungsflugs an Bord von SOFIA.

© DSI

fahrtsysteme der Uni Stuttgart übernahm es, stellte es fertig und setzte es bei acht Flügen ein. „Wir haben eine Menge erstklassiger wissenschaftlicher Daten bekommen“, berichtet Krabbe.
Doch nicht alle Geldsorgen sind die Forscher los. „Unser Thema ist im Augenblick die Finanzierung einer neuen Instrumentengeneration“, sagt Krabbe. Pro Jahr benötige man dafür etwa zwei Millionen Euro Förderung. Noch einmal dieselbe Summe würden die astronomischen Institute aufbringen, die sich beteiligen wollen. SOFIA ist laut Krabbe nicht nur in Bezug auf die astronomischen Fragestellungen einzigartig, „sondern auch in Bezug auf die Projektstellung in Deutschland.“
Für das Ministerium für Wirtschaft betreut die DLR-Agentur alle Weltraum-Forschungsprojekte. Bodengebundene Wissenschaft finanziert das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Doch ist SOFIA nun ein bodengebundenes Gerät oder ein Satellit? Seit Jahren streiten sich die beiden Ministerien, wer nun zuständig sei, die nötigen Instrumente zu finanzieren.“
Trotz allem geht der Astronom davon aus, dass SOFIA im Frühjahr 2015 zu neuen Ausblicken in fremde Galaxien abhebt. Wenn FIFI-LS wieder eingesetzt wird, will Alfred Krabbe mit an Bord sein. „Es ist ein Traum, dort zu sehen, wie alle Systeme zusammenarbeiten“, erzählt er: „Die Ausrichtgenauigkeit des Teleskops, die Manövrierfähigkeit des Flugzeuges, die Kameras. Sie fliegen im Kontrollzentrum mit dem Experiment. Das ist wie Houston und der Satellit in einem.“

Daniel Völpel

Perfekt wie Wackelpudding

Im Projekthaus NanoBioMater entstehen künstliche Materialien nach dem Vorbild der Natur

Die Natur bringt Materialien mit Eigenschaften hervor, die Materialforscher vor Neid erblassen lassen: Leichte und dennoch stabile Knochen, langlebige harte Zähne, gallertartige Bandscheiben oder bruchfestes Perlmutt. Seit April erproben Forscher unterschiedlicher Fachrichtungen der Universität Stuttgart im Projekthaus Nanobiomater mit Unterstützung der Carl-Zeiss-Stiftung eine vollkommen neue Art der Zusammenarbeit. Ihr Ziel ist kein geringeres als das, die Natur zu imitieren. Als Grundlage für zukünftigen Gewebeersatz, Biosensoren oder Minifabriken dienen ihnen Hydrogele – weiche Gewebe von der Konsistenz eines Wackelpuddings.

Jeden Donnerstag treffen sich die Biologinnen Sabine Eiben und Fania Geiger, der Materialforscher Dirk Rothenstein und der Polymerchemiker Alexander Southan im ersten Stock eines unscheinbaren Gebäudes am Allmandring 5B. Hier ist der Sitz des Projekthauses mit einem Rechnerraum, einem Labor und einem Sekretariat. Und hier reifen die Ideen, die dem Namen „NanoBioMater“ Leben einhauchen. „Nano“ steht dabei für die submikroskopische Welt, in welche die Wissenschaftler mit ihren Forschungen eintauchen und die mehrere Hundert Größenordnungen kleiner ist als der Durchmesser eines Haares. Und „BioMater“ ist die Abkürzung für die Biomaterialien, die sie entwickeln wollen, erinnert aber gleichzeitig auch an die Alma Mater, also die Universität.

Neu ist an der Zusammenarbeit, dass die Forscher einen Ort haben, um sich auszutauschen und um gemeinsame Experimente durchzuführen. „Bisher bestanden Kooperationen meist darin, dass man gegenseitig Proben zum Messen ausgetauscht hat“, erzählt Dirk Rothenstein vom Institut für Materialwissenschaft. Eine Blackbox sei das gewesen, weil die Schwierigkeiten des fremden Fachs oft im Dunkeln bleiben. Wie Rothenstein pendeln auch die anderen drei Teamleiter zwischen ihrem Heimatinstitut und dem Projekthaus hin und her. „Natürlich brauche ich etwas Zeit, um von Gebäude zu Gebäude zu kommen, aber die ist gut investiert“, sagt Alexander Southan vom Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie. Erst kürzlich hat der Chemiker viel Zeit und Arbeit gespart, indem er sich eine Methode von der Biologin Eiben abgeschaut hat.

KÖRPERÄHNLICHES GEWEBE FÜR KONTAKTLINSEN, HAUT ODER KNOCHEN

Southan stellt die dreidimensionalen Gerüste für die neuen Materialien her, nämlich Hydrogele. Sie bestehen aus langkettigen Molekülen, die schwammartig miteinander vernetzt sind und aufquellen, sobald sich Wasser in den Poren einlagert. Bei Wackelpudding ist es hauptsächlich das Kollagen-Netzwerk in der Gelatine, das in Flüssigkeiten aufquillt und der Süßspeise ihre wabblige Eigenschaft verleiht. Künstliche Hydrogele sind biologischem Gewebe verblüffend ähnlich. Gerade deswegen werden sie in biologischer Umgebung nicht angegriffen und vom Körper gut vertragen. Schon heute stellt die Industrie beispielsweise Kontaktlinsen aus Hydrogelen her. Der Forscher entwickelt die langkettigen Grundbausteine für solche Hydrogele und untersucht, wie sich diese vernetzen lassen, so dass Poren der gewünschten Größe entstehen.

In diesen Poren ließen sich beispielsweise Zellen kultivieren, die weiches Gewebe wie Haut und Knorpel oder harte Materialien wie Knochen herstellen. Besonders letzteres stellt eine große

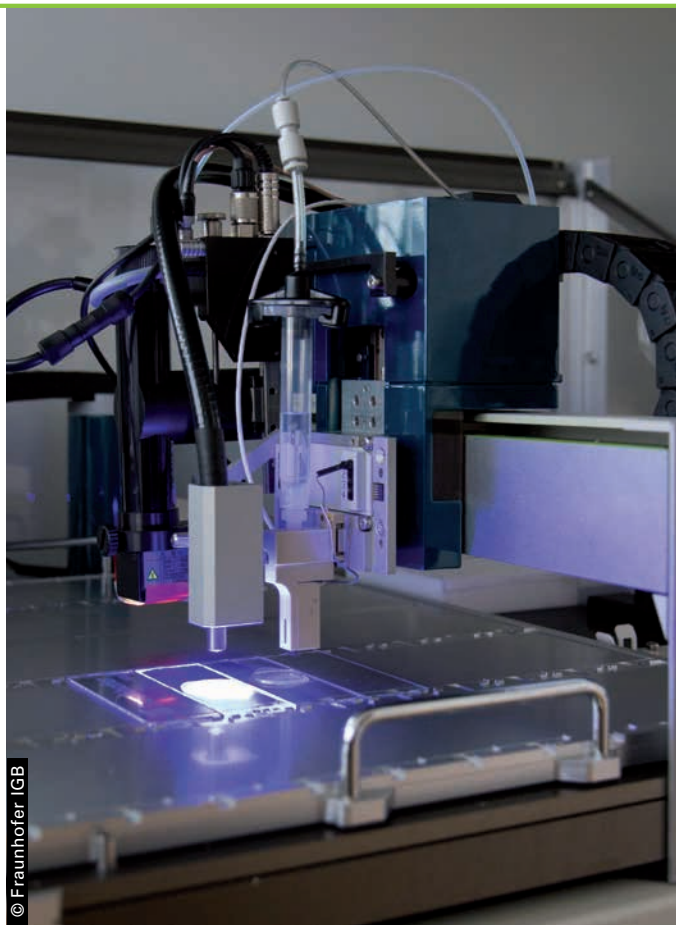
© Uli Regenscheit

Die Biologinnen Fania Geiger und Sabine Eiben wollen mit Hilfe von Tabakmosaikviren die Eigenschaften von Hydrogelen beeinflussen. (v.l.)

Herausforderung an die Wissenschaftler. Bisher auf dem Markt erhältliche Knochenersatzmaterialien reichen an die Perfektion des natürlichen Knochens nicht heran. Sie werden benötigt, um Knochendefekte wieder aufzufüllen, die durch Unfälle, Entzündungen oder Tumore entstehen. Keramik-Werkstoffe, die Ärzte zuweilen als Knochenersatz einsetzen, können technisch nur unter hohem Druck und Temperaturen über 1.000 Grad Celsius hergestellt werden. Die Knochenzellen schaffen das scheinbar mühelos bei normaler Raumtemperatur. Doch die Natur nachzuahmen, ist trickreich. Damit ein so hartes Material wie Knochen entsteht, lagern die Knochenzellen Kristalle des Kalziumphosphats nach festgelegtem Muster in das weiche Gewebe außerhalb der Zelle ein. Dafür sind von den Knochenzellen gebildete Proteine verantwortlich, die an den auszukristallisierenden Stoff binden und ihn dadurch so anreichern, dass sich Kristalle bilden. Diesen natürlichen Prozess nennen die Forscher Biomineralisation.

LERNEN VOM SEEIGEL

Auch Perlmutt, das die Innenseite mancher Muschelschalen auskleidet, entsteht auf diese Weise und besteht abwechselnd aus Kalk-Kristall-Schichten und organischen Schichten. „Diese spezielle Strukturierung macht aus Perlmutt ein sehr festes Material, das nicht leicht bricht“, sagt Southan. Das Mischmaterial ist doppelt so hart und tausendfach zäher als reine Kalk-Kristalle. Um aus den weichen Hydrogelen, die Southan herstellt, ähnlich harte Materialien wie etwa Knochen oder Perlmutt zu erzeugen, studiert sein Kollege Rothenstein zunächst die Biomineralisation am Seeigel. Diese wirbellosen Meeresbewohner besitzen ein inneres Kalkskelett aus Kalziumkarbonat sowie harte Stacheln und scharfe Zähnchen. Im Labor lassen sich Seeigellarven schnell und problemlos züchten. „Wir untersuchen, wie sich die Biomineralisation in der Larve oder im Reagenzglas mit isolierten Zellen und Proteinen steuern lässt“, erzählt der Materialwissenschaftler.
Andererseits durchforstet er gentechnisch erzeugte Proteinstückchen, die ebenfalls in der Lage sind, Kalk anzulagern und spezifisch zu mineralisieren. Rothenstein kann mehrere Milliarden dieser Proteinfragmente gleichzeitig testen. „So finde ich schnell heraus, welche Ladung oder welche funktionellen Gruppen Proteine haben müssen, um die Biomineralisation anzutreiben“, erklärt er. Die Erkenntnisse über die Biomineralisation von Kalk kann der Nachwuchswissenschaftler dann übertragen, um andere harte Materialien zu erzeugen. „Auf diese Weise können wir auch Materialien herstellen, die für technische Anwendungen interessant sind“, ergänzt Rothenstein. So konnte seine Abteilung mit spezifisch bindenden



3D-Inkjetdrucker für den Aufbau von dreidimensionalen Hydrogelen. Durch den kontrollierten schichtweisen Aufbau kann beispielsweise eine Perlmuttartige Struktur hergestellt werden.

Proteinstückchen bereits Zinkoxid unter milden Reaktionsbedingungen herstellen, das zum Beispiel als Halbleiter in Transistoren Verwendung findet.

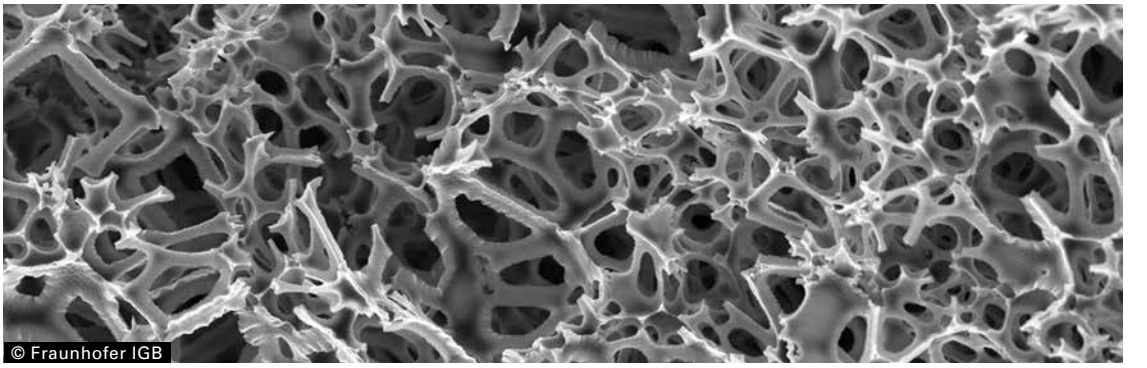
EIN VIRUS SORGT FÜR ORDNUNG

Sabine Eiben vom Institut für Biomaterialien und biomolekulare Systeme und Fania Geiger vom Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme erweitern den Baukasten für neuartige Materialien mit einem weiteren Werkzeug aus der Natur. Das „Steckenpferd" der Biologinnen ist das Tabakmosaikvirus – ein Pflanzenvirus, das für den Menschen ungefährlich ist und dem Hydrogel beigemischt wird. Die 300 Nanometer langen Stäbchen bestehen nur aus Erbsubstanz, die von einer Proteinröhre aus einzelnen Scheiben umhüllt ist. Sie dienen als Brücke zwischen dem Hydrogel und Zellen, Proteinen oder anderen funktionellen Gruppen, denen sie einen definierten Platz im Gel zuweisen. Ganz nebenbei erhöhen die starren Virusstäbchen auch die Stabilität des Hydrogels und beeinflussen die Porengröße – ein weiteres Mittel, um die Vielfalt möglicher Materialien zu erhöhen.
Die Biologinnen können einerseits die Virushülle gezielt gentechnisch modifizieren, so dass das Virus sowohl die gewünschten Zellen oder Proteine auf seiner Oberfläche bindet als auch an das Polymer-Netzwerk des Hydrogels andockt. Andererseits lässt sich auch die Form des Virusgerüsts verändern, auf dem die gebundenen Moleküle präsentiert werden. Der Trick dabei: Die Forscherinnen manipulieren das Viruserbgut. Das beeinflusst wiederum, ob die Hüllprotein-Scheiben zu langen oder kurzen Virusröhrchen zusammengelagert werden. Ihnen ist es sogar gelungen, Bumerang- oder Stern- ähnliche Tabakmosaikviren im Reagenzglas entstehen zu lassen, die in der Natur nicht vorkommen. „Technisch ist es sehr schwierig, stabile Objekte im Nanometer-Maßstab herzustellen und zu strukturieren", sagt Eiben. „Wir können genau einstellen, dass das Virus zum Beispiel alle 50 oder 100 Nanometer eine gewünschte Bindungsstelle hat", ergänzt sie.

MINIFABRIKEN FÜR MEDIKAMENTE UND CHEMIKALIEN

Wenn die Stuttgarter Forscher nach dem Vorbild des Perlmutts zum Beispiel nur bestimmte Stellen im Hydrogel biomineralisieren wollen, ist es wichtig, wie die biomineralisierenden Proteine räumlich im Hydrogel verteilt sind. Doch Eiben fallen noch weitere Anwendungen für Hydrogele ein, bei denen eine definierte Anordnung der Bindungspartner über das Tabakmosaikvirus das A und O ist. Die Hydrogele könnten zu Minifabriken für Medikamente und Chemikalien ausgerüstet werden, indem sie mit verschiedenen Enzymen bestückt werden. Diese „Fließbandarbeiter" erzeugen dann aus Vorstufen über mehrere Zwischenschritte das fertige Produkt. „Enzyme haben im Gegensatz zur chemischen Synthese den Vorteil, dass sie nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip immer nur eine bestimmte Reaktion fördern", erzählt Eiben. Daher lassen die Pharmafirmen Antibiotika

REM-Aufnahme von getrockneten Polymernetzwerken.



zum Beispiel immer noch über eine Enzymkette innerhalb von Pilzen oder Bakterien herstellen, die in riesigen Bioreaktoren gehalten werden. Dafür müssen riesige Mengen Mikroorganismen gezüchtet werden und das Endprodukt aufwendig gereinigt werden. In der natürlichen Umgebung des Hydrogels bringt das Tabakmosaikvirus die verschiedenen Enzyme ebenfalls so nahe zusammen, so dass die komplette Reaktionskette reibungslos abläuft. Gebunden an das Hydrogel werden die Enzyme auch nicht weggeschwemmt und können mehrmals verwendet werden.

DETEKTIVE IM MINIATURFORMAT

Nach einem ähnlichen Prinzip funktionieren auch Biosensoren, die zum Beispiel von der Blutzuckermessung bekannt sind. Sie registrieren ein elektrisches Signal, das entsteht, wenn Enzyme eine gesuchte Substanz umwandeln. Das dreidimensionale Hydrogel hätte im Vergleich zu Biosensor-Chips den Vorteil, dass es dichter mit Enzymen gepackt werden kann, um die Sensitivität zu erhöhen. „Wir könnten beispielsweise ein Wundheilpflaster aus Hydrogel mit einem miniaturisierten Biosensor versehen, der detektiert, ob sich gefährliche Bakterien auf der Wunde angesiedelt haben“, bemerkt Eiben. Die Biosensoren könnten beispielsweise auch aufspüren, ob das Trinkwasser mit Chemikalien verseucht ist. In der Lebensmittel- und Medikamentenproduktion könnten die winzigen Biosensoren zudem melden, ob sich für den Menschen giftige Stoffe angesammelt haben. „Je nachdem, wie und in welchem Verhältnis wir die drei Komponenten Hydrogel, Tabakmosaikvirus und funktionelle Moleküle mischen, bekommen wir unterschiedlichste Materialien für verschiedene Anwendungen“, fasst der Materialforscher Rothenstein zusammen. Die Carl-Zeiss-Stiftung unterstützt das Projekthaus in den kommenden vier Jahren mit 750.000 Euro, die Universität Stuttgart schießt weitere 250.000 Euro zu. „Die Herstellung von Funktionsmaterialien ist ein wichtiges, aber in Deutschland unterrepräsentiertes Forschungsgebiet“, sagt Judith Schöffler, Sprecherin der Stiftung. „Die beteiligten Wissenschaftler sind gut vernetzt und haben einen herausragenden Ruf. Außerdem ist durch die Einbindung außeruniversitärer Einrichtungen der Weg von der Grundlagenforschung an der Universität bis zur industrienahen Praxis vorgezeichnet“, ergänzt Schöffler. Die Arbeit innerhalb des Projekthauses soll schließlich in einen erfolgreichen Antrag für einen neuen Sonderforschungsbereich münden.

Helmine Braitmaier

Strom von der Rückseite

Höchst effiziente Solarzellen stärken Industrie im Wettbewerb mit Fernost

Schon heute ist der Photovoltaik-Strom in Deutschland mit 8 bis 10 Cent pro Kilowattstunde günstiger als Strom aus Gas- oder Steinkohlekraftwerken. Noch preiswerter wird es, wenn man höchst effiziente Solarzellen mit Hilfe von Lasertechniken herstellt.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Institut für Photovoltaik (ipv) der Universität Stuttgart gelang es vor gut einem Jahr, laserdotierte Rückseitenkontakt-Solarzellen aus kristallinem Silizium mit nahezu 22 Prozent Wirkungsgrad herzustellen – ein Weltrekord. Bisher lässt sich ein so hoher Effizienzwert jedoch nur auf einer kleinen Fläche von 20 mal 20 Millimetern realisieren. Im einem neuen, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungsprojekt wird das ipv solche Solarzellen nun auf einer industrierelevanten Fläche von 125 mal 125 Millimetern herstellen und damit für die Massenproduktion tauglich machen.

Standard-Siliziumsolarzellen besitzen auf den Vorderseiten Kontaktfinger aus Silber, die Teile der Zellen abschatten. Dadurch gelangt an diesen Stellen keine Strahlung in die Zelle und es können folglich auch keine Elektronen generiert werden, was die Effizienz der Zelle erheblich vermindert. Eine weitaus höhere Ausbeute ermöglichen so genannte „Rückseitenkontakt"-Solarzellen, bei denen, wie der Name sagt, alle Kontakte auf der Rückseite liegen. Die Vorderseite dagegen bleibt frei und steht ungehindert für die Energieproduktion zur Verfügung. Dieser Solarzellentyp erfordert aber eine sehr feine Strukturierung der Dotierungen und Kontaktierungen auf der Rückseite. Zur Fertigung dieser feinen Strukturen sind für gewöhnlich aufwendige und teure Maskierschritte notwendig.

Zur Lösung dieses Problems entwickelten die Forscherinnen und Forscher am ipv einen Laserprozess, mit dem es gelingt, Rückseitenkontaktzellen ohne jegliche Maskierungsschritte herzustellen. Der Laser ermöglicht die Herstellung verschiedenster Dotierungen mit einer Auflösung unter drei hundertstel Millimeter. Hierdurch entfallen Prozessschritte, die bisher bei der industriellen Produktion solcher Zellen nötig sind. Das Projekt mit dem Kurztitel "RückSi-Skal" wird zeigen, dass sich der Zellprozess relativ rasch in die Produktion umsetzen lässt. Großflächige Solarmodule mit Wirkungsgraden von über 20 Prozent dürften dann zu Produktionskosten unter 50 Cent/Watt peak (Wp) realisierbar sein. Damit wird die Herstellung höchst effizienter Module in Deutschland kostengünstiger als die „billiger" Standard-PV-Module in Fernost – trotz hoher Subventionen, niedrigerer Energie- und Lohnkosten sowie geringer Sozial- und Umweltstandards in diesen Ländern.

WENIGER SCHADSTOFFE

Um die Umwelt geht es auch in einem anderen Projekt, welches das ipv gemeinsam mit dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart bearbeitet. Im Fokus stehen dabei die Schadstoffe in den heute weltweit 17 Millionen Tonnen Solarmodulen. In den einst als „grüne Produkte" gestarteten Modulen werden nämlich Lötbändchen verwendet, die im Lötzinn das Schwermetall Blei enthalten. Je nach Technologie werden zudem Kadmium- und Kupferverbindungen freigesetzt. Die Wissenschaftler wollen untersuchen, auf welchen Wegen die Schadstoffe aus den Modulen austreten und Schwachstellen identifizieren mit dem Ziel, diese Emissionen zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen.

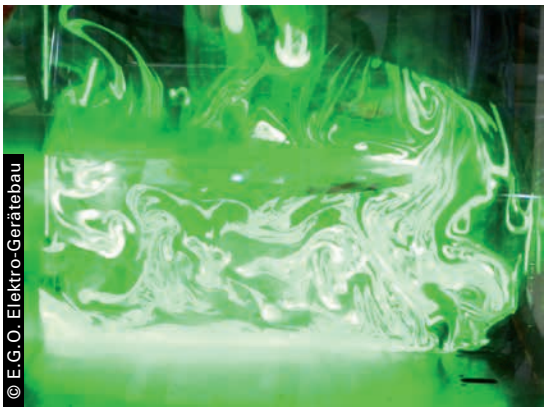
Andrea Mayer-Grenu

Energieeffizienz für die Pizza

Gezielter Heißluftstrom soll Wärmeverluste mindern

Das richtige Aufwärmen von Tiefkühlpizza ist ein Fall für die Wissenschaft. Bisher wird nämlich der ganze Ofen beheizt, auch wenn nur eine kleine Pizza in der Röhre liegt. Energiesparend ist das nicht. Das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik der Universität Stuttgart und der Hausgeräte-Zulieferers E.G.O wollen das Problem mit Hilfe von Strömungssimulationen in den Griff kriegen. Künftig soll das Gargut gezielt mit heißer Luft umströmt werden, was die Energiekosten um bis zu 40 Prozent senken könnte.

In modernen Heißluft-Backöfen zirkuliert erhitzte Luft gleichmäßig im gesamten Ofenraum. Das funktioniert sehr effizient, wenn der Ofen voll ist und die Garzeit lang. Bei kleinen Lebensmittelmengen, die nur aufgewärmt werden, geht dagegen viel Energie verloren. „Mal eben" eine Tiefkühlpizza aufzubacken, kostet mehr als eine halbe Kilowattstunde Strom. Bei immer mehr Singlehaushalten und Fertiggerichten läppert sich das.



© E.G.O. Elektro-Gerätebau

Strömungskonzepte werden am Laborofen erprobt.

Im Projekt „ecoBack" verfolgen die Forscher daher die Idee, für kleine Gerichte nicht mehr den gesamten Ofenraum aufzuwärmen. Vielmehr soll eine ausgeklügelte Heißluftströmung rund um das Gargut ein Mikroklima erzeugen, durch das die Wärmeenergie gezielt ins Gargut eingebracht wird. Als Referenzaufgabe für zahlreiche rechnergestützte Simulationen und praktische Versuche diente den Forschern eine Tiefkühlpizza. Sie untersuchten mehrere Varianten, wie diese mit Heißluft umströmt werden kann und verglichen die verschiedenen Konzepte in umfassenden Simulationen. Als besonders erfolgversprechend erwies sich ein Konzept, bei dem die Pizza in einer Art Glocke von dem heißen Luftstrom umhüllt und die heiße Luft weitestgehend von den Ofenwänden ferngehalten wird. Die Verluste nach außen bleiben dadurch gering.
Für die praktische Erprobung bauten die Forscher einen Laborofen mit Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie einer ausgefeilten Steuerung. Die Ergebnisse aus den experimentellen Versuchen stimmten gut mit den Simulationen überein und sollen nun auf einen Demonstrator übertragen werden, der sich in seinen Abmessungen an einem realen Backofen orientiert.

ZUKUNFTSVISION: BACKEN OHNE OFEN

Im nächsten Schritt soll das Konzept für den Einsatz in kommerziellen Backöfen fortentwickelt und auf andere Gargüter angepasst werden: Langfristig könnten sich die Wissenschaftler sogar einen komplett gehäusefreien Backofen vorstellen. „In" diesem wird der Braten auf einem Träger im Raum platziert und durch Düsen oder ähnliche Bauelemente direkt mit Heißluft angeblasen. Dadurch könnten sowohl Rohstoffe im Herstellungsprozess eingespart werden als auch Energie im Betrieb.

FIZ Karlsruhe, BINE-Informationsdienst, Bonn/ amg

Zwischen Mäzenatentum und Intention

Stiftungsprofessuren fungieren als Bindeglied zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft

15 Professuren an der Universität Stuttgart werden von Stiftern oder aus Drittmitteln finanziert, bundesweit sind es etwa 1.000. Sie gelten als Aushängeschilder und leisten oft Pionierarbeit auf Gebieten, die für eine reguläre Professur (noch) nicht reif sind. In der öffentlichen Diskussion jedoch gelten sie nicht Wenigen als Sinnbild für die Ökonomisierung der Wissenschaft und werden als Infragestellung der Forschungsfreiheit wahrgenommen. Wie sieht die Praxis aus?

Die Motive für die Finanzierung einer Professur sind so vielfältig wie die begünstigten Fächer und Fördermodelle. Mal sollen bestimmte Technologien wie Wasserkraftwerke, Softwaresysteme oder Schienenfahrzeuge vorangetrieben werden, mal die Therapie von Krebserkrankungen. Mal geht es den Stiftern um einen Wissensvorsprung oder die Sicherung von Nachwuchskräften, mal um ideelle Ziele wie den Schutz der Umwelt oder die Stärkung der Geisteswissenschaften. Gelegentlich treten Firmen direkt auf wie zum Beispiel MTU Aero Engines im Bereich Flugzeugantriebe. Häufiger ist die Förderung über Stiftungskonsortien organisiert oder es handelt sich um engagierte Einzelpersönlichkeiten. Zu den letztgenannten gehört Karl Schlecht, Gründer der Putzmeister AG in Aichtal bei Stuttgart. Er hat an der Universität Stuttgart um die Jahrtausendwende den Stiftungslehrstuhl Windenergie initiiert und 2012 gemeinsam mit der Heinz und Heide Dürr Stiftung auch Mittel für das Institut für Energieeffizienz in der Produktion bereitgestellt. Sein Geld hat der 82-Jährige mit Spezialmaschinen für den Bau verdient, doch er war auch über zwei Wind-Firmen unternehmerisch tätig. Beim Stichwort Wind wird er leidenschaftlich. „Wenn man zum Beispiel auf dem Surfbrett steht, spürt man körperlich, wieviel Kraft im Wind steckt. Diese Energie in eine Turbine zu bringen, ist eine faszinierende Herausforderung“, schwärmt Schlecht. Mit der Idee des Stiftungslehrstuhls kreuzte der passionierte Segler allerdings zunächst im Gegenwind: Zwar wurde im Bund gerade die Energiewende eingeläutet, doch die baden-württembergische Landesregierung, damals unter Erwin Teufel (CDU), sagte nein. Zudem war der Fachbereich an der Universität Stuttgart, einst groß geworden durch den Windenergie-Pionier Ulrich Hütter, seit dessen Weggang ziemlich geschrumpft. Doch nach langwierigen Verhandlungen und einem schwierigen Berufungsverfahren war es 2004 geschafft: Der bundesweit erste Lehrstuhl für Windenergie nahm seine Arbeit auf und wurde mit Prof. Martin Kühn besetzt. Seither herrscht Aufwind. Für den Lehrstuhl, wo die Zahl der Mitarbeiter seit der Gründung von sechs auf 22 und die der Studierenden von 52 auf 300 geklettert ist. Vor allem aber für die Windenergie: Rund 16 Gigawatt Windleistung waren 2004 in Deutschland installiert, heute sind es 34. Weltweit werden heute rund 23.500 Terrawattstunden Strom aus Windenergie erzeugt. Parallel dazu hat sich auch die Forschung etabliert. Das verschärft den Wettbewerb. „Prof. Kühn hatte schon deshalb viel Freiheit bei der Auswahl von Forschungsthemen, weil er der Erste war“, so der heutige Lehrstuhlinhaber Prof. Po Wen Cheng. Inzwischen gibt es eine Reihe vergleichbarer Lehrstühle. „Daher müssen wir unser Profil schärfen und uns auf unsere Stärken konzentrieren.“ Zu diesen gehören Messtechniken wie zum Beispiel die laserbasierte Lidartechnologie, Regelung, Simulation und Modellierung. Dass die Konzentration zu Lasten der Vielfalt gehen und damit auch Freiheit und Unabhängigkeit der Forschung gefährden könnte, sieht Cheng, der selbst viele Jahre in der Wirtschaft gearbeitet hat,

© Fotolia

als Herausforderung. „Die Forschungsfreiheit ist wichtig, weil die Wissenschaft an erster Stelle Wissen schaffen soll. Das führt nicht immer zu direkten industriellen Anwendungen. Diese Freiheit zeichnet eine Universität als Forschungseinrichtung aus, ohne diese Freiheit verliert sie an Substanz. Dann entsteht am Ende nichts Neues mehr, was zu neuen Anwendungen führen könnte."

DEBATTE UM OFFSHORE-WINDNUTZUNG

Auch die Nutzung der Windkraft in topographisch „schwierigen" Gebieten wie dem deutschen Südwesten sowie Offshore-Anlagen auf hoher See sind Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls. Beides Gebiete, die bei Stifter Karl Schlecht auf Skepsis stoßen. „Was tun, wenn der Wind nicht bläst und die Sonne nicht scheint", fuhr er beim Festkolloquium zum 10-jährigen Bestehen des Lehrstuhls einem Offshore-Protagonisten in die Parade. Wichtiger als die Erforschung von Teilaspekten sei es ihm, das Ingenieurdenken zu entwickeln und das Gesamtsystem zu verstehen. Die inhaltliche Ausrichtung des Lehrstuhls habe der Stifter dennoch mitgetragen, sagt Cheng: „Herr Schlecht hat seine Überzeugungen, aber er akzeptiert auch, dass die Forschungsarbeiten eine wichtige Rolle spielen, um die Windenergietechnologie weiterzuentwickeln." Zum 10-Jährigen machte Schlecht dem Lehrstuhl ein Geldgeschenk – „für ein Forschungsprojekt ganz nach Ihrer Wahl." Das Jubiläum markiert gleichzeitig das Ende der Förderphase. Ab dem Jahr 2014 wird die Stelle als reguläre Professur weitergeführt und aus Mitteln des Landes und der Universität finanziert. Aus dem „Stiftungslehrstuhl" wurde der Name ‚Stuttgarter Lehrstuhl für Windenergie', „weil sich die Abkürzung SWE als Marke etabliert hat." Kurzfristig ändere sich ansonsten nicht viel, meint Cheng: „Vor uns liegen noch viele technische Herausforderungen, um ein nachhaltiges Energiesystem für die Zukunft zu schaffen."

NACHHALTIGES BAUEN

Noch recht jung ist die Junior-Professur von Dirk Schwede, der sich seit Anfang 2013 am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart mit Nachhaltigem Bauen befasst. Finanziert wird sie von der Robert Bosch-Stiftung, die auf einen Zeitraum von fünf Jahren rund eine Million Euro aufbringt. Im Zentrum der Forschungsaktivitäten stehen Baustoffe, Bauteile und Gebäude, die möglichst energie- und ressourcenschonend hergestellt, eingesetzt und nach dem Um- oder Abbau auch wieder recycelt werden können. Das ist nicht nur in Europa ein Thema, sondern insbesondere in den Schwellenländern Asiens, wo wachsender Wohlstand und gestiegene Komfortbedürfnisse eine beachtliche Bauwut entfesselt haben. „Derzeit entstehen dort riesige Bauvolumina mit enormem Rohstoff- und Energiebedarf in mäßiger Qualität", skizziert Schwede das Problem. Um es zu

© Universität Stuttgart

lösen, müssen zum einen die Betroffenen umdenken. Zum zweiten gilt es, Wege zu finden, um energie- und ressourcenschonende Technologien an die jeweiligen Markt- und Klimaverhältnisse anzupassen. Oft werden bei uns entwickelte Nachhaltigkeitsansätze in solchen Ländern eingesetzt und führen dann zu problematischen Ergebnissen, die dem Gesamtziel dann eher schaden als nutzen. „Mich interessiert, wie die hiesigen Konzepte nachhaltigen Bauens unter den kulturellen, klimatischen und auch ökonomischen Bedingungen in den sich derzeit schnell entwickelnden Ländern, wie beispielsweise in China oder Vietnam, funktionieren“, sagt Schwede. Insbesondere will er verstehen, welche Funktionen ein Fassadenelement für die verschiedenen Klimata erfüllen muss und wie man dieses ressourcenschonend und recycelbar herstellen kann. Daraus leiten sich ganz unterschiedliche Forschungsfragen ab: Wie sollten die Gebäude aussehen, welche Belüftungs-, Dämmungs- und Verglasungssysteme machen Sinn? Wie ist das feuchtethermische Verhalten und welche Materialien sind wie lange haltbar?

„Diese Forschungsfreiheit zeichnet eine Universität als Forschungseinrichtung aus, ohne diese verliert sie an Substanz.“
Prof. Po Wen Cheng,
Stuttgarter Lehrstuhl für Windenergie.

SICHTBARKEIT UND PRAXISBEZUG SIND WICHTIG

Der Ansatz ist breit, und das ist gewollt. „Das Forschungsvorhaben muss im Themenbereich der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen angesiedelt und anwendungsorientiert sein. Es soll zur Lösung drängender Umweltprobleme beitragen, die besondere Relevanz für Entwicklungs- oder Transformationsländer haben“, heißt im Ausschreibungstext der Robert Bosch Juniorprofessur. Bei seiner Bewerbung habe er zwar eine Forschungsskizze eingereicht, die über die Jahre fortgeschrieben wird, erklärt Schwede, „aber innerhalb dieses Korridors bewege ich mich ziemlich frei.“ Großer Wert werde allerding auf den ‚impact‘ gelegt: „Die Forschungsergebnisse müssen sichtbar und in der Praxis des Bauens umsetzbar sein.“ Einen gewissen Einfluss auf das Forschungsprogramm hat jedoch der zeitliche Korridor. Fünf Jahre gehen schnell dahin, wenn man zunächst Mitarbeiter für eine Forschergruppe gewinnen, Projektanträge schreiben und Vorlesungen konzipieren muss. Eine ‚tenure track‘, die anschließende Umwandlung in eine Dauerprofessur, ist nicht vorgesehen. „Bei der Themenauswahl muss ich mich auf Projekte konzentrieren, die zeitlich begrenzt und kontrollierbar sind“, erklärt Schwede, „daher arbeite ich viel mit Simulationen.

WIRKUNGSGESCHICHTE DER TECHNIK

Diese Sorgen hat Prof. Reinhold Bauer nicht. Der Historiker ist Inhaber des 2011 eingerichteten Lehrstuhls „Wirkungsgeschichte der Technik“. Für die Finanzierung stellt die Berthold Leibinger Stiftung auf einen Zeitraum von zehn Jahren 1,5 Millionen Euro zur Verfügung, anschließend hat sich die Universität auf zehn Jahre zur Weiterführung verpflichtet. „Das ist eine Perspektive, mit der man langfristig arbeiten kann.“ Auch Bauer war in den ersten Jahren vorrangig damit beschäftigt, den Lehrstuhl betriebsfähig zu machen und die Lehre aufzubauen. „Dieses Jahr hatten wir alleine bei den fachübergreifenden Schlüsselqualifikationen über 40 Prüflinge. Das zeigt uns, dass sich der Lehrstuhl allmählich etabliert hat.“
Unter Bauers Hörern sind viele angehende Ingenieure. Die Interdisziplinarität entspricht dem

„*Die Forschungsergebnisse müssen sichtbar und in der Praxis umsetzbar sein.*“
Jun.Prof. Dirk Schwede, Stiftungslehrstuhl Nachhaltiges Bauen.

„*Der Stifter verfolgt die Entwicklung des Lehrstuhls sehr interessiert, bleibt aber im Alltag im Hintergrund.*“
Prof. Reinhold Bauer, Stiftungslehrstuhl Wirkungsgeschichte der Technik.

Stiftungsziel, „die Bedingungen und Folgen technischen Wandels in seinen historischen Zusammenhängen sowie die Wechselwirkungen zwischen Naturwissenschaft, Technik, Gesellschaft und Kultur“ zu erforschen, „um Antwort auf drängende Fragen zu finden“. Fragen, wie zum Beispiel die nach der Verantwortung des Ingenieurs, etwa in diktatorischen Systemen wie dem Dritten Reich. „Um Allmachtsfantasien vom Genre ‚dem Ingeniör ist nichts zu schwör‘ entgegenzuwirken, sollten Ingenieure neben technischem Fachwissen auch lernen, die Wirkungen ihres Tuns zu reflektieren“, betont Bauer. Dies sei weit mehr als ein „schöngeistiger Bildungsauftrag“, sondern helfe auch der Akzeptanz und der Zukunftsfähigkeit des Berufsstandes: „Ich bin überzeugt, wir bekommen bessere Ingenieure, wenn diese nicht nur Fachexperten sind, sondern aus verschiedenen Blickwinkeln über die Bedeutung einer Technologie auf das gesellschaftliche Ganze nachdenken und diese Folgen auch verbalisieren.“ Was zunächst als Seminarveranstaltung zur Geschichte des Ingenieurs thematisiert wurde, soll Bauers Mitarbeiter Eike-Christian Heine nun als PostDoc-Projekt weiterentwickeln. „Damit sind Lehre und Forschung wie im Humboldt’schen Ideal miteinander verwoben.

GESCHEITERTE INNOVATIONEN

Eine Forschungsfrage, die Bauer selbst stellt, sind die Gründe für das Gelingen beziehungsweise Scheitern von Innovationen. Auch hier geht es letztendlich um sozikulturelle Bedingungen und Wirkungen einer Technologie. Erfindungen wie die ersten Bildtelefone oder der Wankelmotor floppten nicht aufgrund einer technischen Unterlegenheit, sondern weil sie nicht in die Zeit beziehungsweise zu den Bedürfnissen der Menschen passten. Und das Ford Modell T wurde nicht legendär, weil es ein besonders gutes Auto gewesen wäre, sondern aufgrund der damals neuen Fließbandfertigung, die das Fahrzeug für die breite Masse erschwinglich machte.

Das Scheitern war schon das Thema von Bauers Habilitationsschrift, „und seither lässt es mich nicht mehr los“. Er spricht darüber auf verschiedenen Innovationsforen oder bei der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (Acatech). Solche Vorträge sollen den Lehrstuhl sichtbar machen, ebenso wie die erste gemeinsame Tagung der Gesellschaft für Technikgeschichte und des Gesprächskreises Technikgeschichte im Mai dieses Jahres.

Um diese renommierte Fachkonferenz nach Stuttgart zu holen, sei er dann schon einmal mit Stifter Berthold Leibinger Mittag essen gegangen, erzählt Bauer. „Er verfolgt die Entwicklung des Lehrstuhls sehr interessiert und ist stets gut in informiert.“ Im Alltagsgeschäft dagegen sei der langjährige Chef der Trumpf-Gruppe wenig präsent, ebenso die von ihm gegründete Stiftung. „Da habe ich eine Professur wie jede andere“, sagt Bauer.

Andrea Mayer-Grenu

Forschungsmacht Mittelstand

In die Forschung mit und für kleinere und mittlere Unternehmen fließen Milliardenbeträge

Drittmittelforschung nützt doch nur großen Unternehmen – diese These ist immer wieder zu hören, trifft aber so nicht zu. Zwar spielen große Unternehmen bei der Drittmittelförderung quantitativ die erste Geige. Qualitativ aber können Forschungsprojekte, an denen kleine und mittlere Unternehmen beteiligt sind oder von denen sie profitieren, durchaus mithalten. Drei Beispiele an der Universität Stuttgart unterstreichen die thematische Vielfalt.

Der deutsche Mittelstand ist eine Macht – das zeigt sich auch in Forschung und Entwicklung. Nach Zahlen des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn investierten die größten Familienunternehmen 3,3 Prozent ihres Umsatzes im Jahr 2012 in Forschung und Entwicklung, das ist die höchste Innovationsorientierung in ganz Europa. Auch kleinere Unternehmen kooperierten eng mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen, so das IfM weiter. Laut dem „Bundesbericht Forschung und Innovation 2014“, den das Bundesministerium für Bildung und Forschung herausgegeben hat, flossen im vergangenen Jahr Fördermittel für technologiespezifische Programme in Höhe von 564 Millionen Euro direkt an kleine und mittlere Unternehmen. Hinzu kamen 862 Millionen Euro an Fördermitteln für technologieoffene Programme des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), die zugunsten von kleinen und mittleren Unternehmen aufgebracht wurden. Die Hälfte davon ging direkt an die Mittelständler, die andere Hälfte an Forschungseinrichtungen im Rahmen von Kooperationsprojekten mit kleinen und mittleren Unternehmen. 2013 steckte der Bund also insgesamt gut 1,4 Milliarden Euro in mittelstandsbezogene Projektförderung –gut 80 Prozent mehr als 2007, und die Mittel aus dem Konjunkturpaket II sind darin noch gar nicht berücksichtigt.

Auch auf europäischer Ebene hat man die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen für Forschung und Entwicklung erkannt. Im „Horizont 2020“ getauften, neuen Rahmenprogramm der EU für Forschung und Innovation (F&I) wurden die Antragsverfahren für den Mittelstand vereinfacht. Nach Plänen der EU sollen bis 2020 mindestens drei Milliarden Euro gezielt in die F&I-Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen fließen.

An der Universität Stuttgart zieht sich die Drittmittelforschung für und mit dem Mittelstand quer durch die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen. Ein Beispiel ist ein Usability-Projekt, das das Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO Stuttgart bearbeitet. Es ist Teil der Initiative „Mittelstand Digital“ des BMWi. Eine gute Usability, vereinfacht könnte man sagen Nutzerfreundlichkeit, sorgt zum Beispiel dafür, dass sich Software intuitiv bedienen lässt. Viele größere Unternehmen lassen heutzutage neue Produkte auf Usability testen oder haben hierfür gar eigene Abteilungen im Haus. „In unserem Teilprojekt entwickeln und erproben wir Dienstleistungen, mit deren Hilfe kleine und mittlere Unternehmen die Usability von Softwareprodukten verbessern oder gezielter beurteilen können“, erklärt IAO-Wissenschaftler Daniel Ziegler.

INTUITION STATT KOMPLEXITÄT

Denn die Erfahrung hat gezeigt, dass es bei immer komplexer werdenden Produkten nicht mehr genügt, dem Nutzer zusätzliche Funktionen oder Einstellmöglichkeiten zu bieten. Damit er mit dem Produkt klar kommt, muss er es intuitiv bedienen

© Uli Regenscheit

(v.l.) Mitarbeiter Marcus Kannewurf und Thorben Schiemann.

können. Die theoretischen Grundlagen dieser intuitiven Bedienung finden sich vor allem in den Ingenieurwissenschaften und der Psychologie. „Das IAT hat im Projekt aus bewährten Usability-Methoden anwendungsnahe Maßnahmen und Bausteine entwickelt, die dann in unsere Dienstleistungspakete eingeflossen sind“, so Ziegler. Denn oft fehle in den Unternehmen das Wissen, welche der Usability-Methoden sich für die Bearbeitung eines bestimmten Problems eigneten. „In vielen Fällen kommt es darauf an, Bedienprobleme überhaupt als solche zu erkennen. Zum Beispiel, wenn es zu irgendeinem Programmteil besonders viele Anfragen beim Support gibt. Wie die Nutzer etwa eine Eingabemaske genau bedienen, weiß der Hersteller oft nicht“, verdeutlicht der Informatiker. Bei der Analyse helfen sowohl die Überprüfung formaler Usability-Faktoren, die aus der Forschung bekannt sind, als auch standardisierte Befragungen oder Beobachtungen der Nutzer.
Ihre Dienstleistungspakete erproben die Wissenschaftler nun im Feld: Neben IAT und IAO sind unter den Projektpartnern der Bundesverband IT-Mittelstand und der Karlsruher Softwareanbieter CAS. Insgesamt wirken rund zehn kleine und mittlere Unternehmen als „Testfälle“ mit. Wenn sie selbst Software entwickeln, können ihre Teams zwischen drei verschiedenen Paketen wählen: einem eintägigen Workshop, einem Test ihrer Software anhand von Usability-Kriterien inklusive Verbesserungsvorschlägen oder der Bearbeitung einer konkreten Fragestellung aus einem Entwicklungsprojekt, inklusive Schulung der Entwickler. Für Anwenderunternehmen gibt es zudem ein Dienstleistungspaket für die Auswahl von Dokumentenmanagement-Software: IAT und IAO haben hierfür verschiedene Systeme im Labor installiert, an denen die Nutzer unter Anleitung praktische Erfahrungen sammeln können. „Oft fehlt das bei der Kaufentscheidung für eine Software, so dass erst im Alltag Probleme offenbar werden“, sagt Ziegler.
Das Projekt läuft noch bis Februar 2015 und wird mit 1,2 Millionen Euro über 36 Monate gefördert. Durch mehrfache Befragung der Entwicklerteams wollen die Forscherinnen und Forscher ermitteln, inwieweit sich die Usability-Prinzipien in den Köpfen der Entwickler verankern ließen. Nach Projektende könnten die Dienstleistungen für interessierte Mittelständler dann dauerhaft abrufbar sein.

SPRITSPAREN DURCH GEWICHTSREDUKTION

Große Relevanz für kleine und mittlere Unternehmen hat auch das BMWi-Verbundprojekt „Massiver Leichtbau“. Nutznießer dieser industrienahen Forschung werden auch metallverarbeitende Unternehmen sein, die Kaltmassivumformung betreiben, also Rohlinge mit Pressen bearbeiten. „In diesem Bereich gibt es viele kleinere Betriebe“, sagt Dr. Alexander Felde am Institut für Umform-

technik (IFU) der Universität Stuttgart. Diese Betriebe stehen vor einer besonderen Herausforderung: Energieverbrauch und CO2-Ausstoß sollen bei Fahrzeugen weiter deutlich sinken; gleichzeitig nimmt das Fahrzeuggewicht durch zusätzliche Komponenten für Komfort und Sicherheit weiter zu. Da hilft nur eines: abspecken. Und natürlich betrifft dies besonders die Fahrzeugteile, die noch massiv ausgeführt sind, also Antriebsstrang und Fahrwerk. „Eine Studie des Instituts für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen hat ergeben, dass sich bei einem Mittelklasse-Pkw durch eine Reduktion der Masse bei Massivbauteilen rund 40 Kilogramm einsparen ließen“, erklärt Felde. Das klinge zwar wenig, mache aber gut fünf Prozent des Gesamtgewichts von Antriebsstrang und Fahrwerk aus. „Das wäre schon ein deutlicher Sprung“, sagt Felde. Freilich müssen Achsen, Getriebe und Gelenke trotz Gewichtsreduktion weiterhin dieselbe Leistung erbringen: „Weniger Material, dieselbe Beanspruchung – dafür bedarf es neuer Verfahren“, bringt der IFU-Ingenieur die Situation auf den Punkt. Daher der Verbund, in dessen Rahmen das Stuttgarter Forschungsinstitut an drei Teilprojekten mitwirkt, die mit jeweils 800.000 bis eine Million Euro gefördert werden. Insgesamt sind zehn Hochschulinstitute, fünf Forschungsvereinigungen, sechs Industrieverbände und 57 Unternehmen beteiligt, darunter 22 Mittelständler. Das IFU hat für das Vorhaben eigens eine neue Presse angeschafft, deren moderne Servo-Antriebstechnik auch für die Prozessführung Vorteile bietet. Das Investitionsvolumen beträgt 1,7 Millionen Euro und wird anteilig von der Deutschen Forschungsgemeinschaft getragen.

„Das Verbundprojekt ist vorwettbewerbliche, industrieübergreifende Forschung für innovative Leichtbaukonzepte“, sagt Felde. Es geht dabei um sämtliche Aspekte – um den Werkstoff, um die konstruktive Gestaltung von Demonstratorbauteilen und um die Prozesskette. Bei einem der Teilprojekte ist das Ziel ein Zahnrad aus mehreren Komponenten. „Der Zahnkranz soll dabei sehr fest, aber dünnwandig ausgeführt werden, während der innere Teil gewichtsoptimiert wäre“, sagt Felde. „Im Gegensatz zu einer integralen Bauform, kann man so die Materialeigenschaften besser ausnutzen – und Gewicht sparen.“ Für den Demonstrator müssen die Beteiligten nicht nur die Geometrie der Komponenten optimieren, sondern auch ein Verfahren entwickeln, mit dem sich die beiden Komponenten dann fügen lassen.

Im zweiten Teilprojekt des IFU geht es um die theoretischen Grundlagen der Kaltverfestigung von Massivbauteilen. „Bereits heute kann man durch die passende Prozessführung an lokal besonders beanspruchten Stellen eines Umformbauteils die Festigkeit um 20 bis 25 Prozent steigern“, so Felde. In der Industrie werden die erforderlichen Prozessparameter bislang durch systematisches Ausprobieren ermittelt. Die Projektpartner dagegen wollen nun eine allgemein gültige Antwort auf die Frage finden, wie sich die Prozessparamater ohne Ausprobieren ermitteln lassen und wie sich die Festigkeitsverteilung anschließend testen lässt. Numerische Simulationen sind hierfür der Ansatz.

Schließlich geht es im dritten Teilprojekt unter IFU-Beteiligung darum, die technologischen Grenzen bei der Massivumformung von leichtbauoptimierten Bauteilen zu erweitern. Hierzu wollen die Beteiligten auch bereits das neu erworbene Wissen aus anderen Teilprojekten für Demonstratorbauteile aufgreifen. „Mittelständische Unternehmen als Projektpartner sind für uns über die Jahre ständige Begleiter in der Forschung gewesen“, sagt Felde. „Da das IFU auch in vielen Ausschüssen vertreten ist, erfahren wir aus erster Hand, wo die Industrie der Schuh drückt.“

© BSN medical

Für Menschen mit körperlichen Beschwernissen sind digitale Textilien einen Zuwachs an Lebensqualität - für mittelständische Unternehmen eine Zukunftsoption in der umkämpften Textilindustrie.

DIGITALE MODE

Szenenwechsel – vom Metall zum Stoff. Dass sich mit dem richtigen Ansatz sogar in der Textilindustrie wieder neue Geschäftsmodelle für kleine und mittelständische Unternehmen ergeben können, davon ist Dr. Thomas V. Fischer vom Zentrum für Management Research der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung (DITF) in Denkendorf überzeugt. „Dieses Thema bearbeiten wir schon seit einigen Jahren in drittmittelfinanzierten Forschungsprojekten", erzählt er. „Digitale Mode" lautet das Stichwort – Mode, die der Kunde via Internet konfigurieren und individualisieren kann. „Hier in Denkendorf forschen wir daran aus unterschiedlichen Perspektiven." Tinten für Digitaldruck, die lokale Funktionalisierung von Stoffen, Technologieintegration, Services, Geschäftsmodelle – die Spanne des Know-hows ist daher groß und auf drei Forschungseinrichtungen verteilt: das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV), das Institut für Textilchemie- und Chemiefasern (ITCF) sowie das Zentrum für Management Research (DITF-MR). Bei allen drei Einrichtungen gibt es auf Leitungsebene personelle Verbindungen zur Universität Stuttgart.

Eines der Projekte heißt „Fashionable" und wird von der EU mit 4,9 Millionen Euro gefördert. Beteiligt sind 14 Partner aus sechs Ländern – Forschungsinstitute, Industrie- und Verbraucherverbände sowie Mittelständler. „In früheren Forschungsprojekten haben die DITF zusammen mit Partnern aus der Wirtschaft bereits die Grundlagen für die Digitalisierung des gesamten Entwicklungsprozesses mit der Hilfe von integrierten CAD-Werkzeugen gelegt", sagt Fischer. So lässt sich Bekleidung im Internet entwerfen und maßgeschneidert herstellen. „Für Unternehmen hat dies den Vorteil, dass sie erst verkaufen und dann produzieren – bei kleinen Losgrößen, also im Extremfall Unikaten."

Fischer nennt als Beispiel für diesen Technologietransfer einen belgischen Hemdenhersteller, der sein kriselndes Geschäft dank Informationstechnologie und neuem Geschäftsmodell stabilisieren konnte. Einst war er Forschungspartner in einem Drittmittelprojekt der DITF. „Heute stellt er individualisierte Hemden her und verkauft zudem an große Modemarken sein Wissen, wie sich maßangepasste Hemden fertigen lassen", sagt Fischer.

In „Fashionable" geht es nun darum, den Ansatz digitaler Mode auf Personen zu übertragen, für die Individualität kein Luxus, sondern wichtige Voraussetzung ist: Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen, sehr große oder sehr kleine Leute und Übergewichtige sind Beispiele dafür. „Laut Schätzungen gibt es mehr als 100 Millionen Europäer, für die personalisierte Kleidung oder medizinische Textilprodukte eine echte Steigerung der Lebensqualität bedeuten würden", sagt Fischer. Rollstuhlfahrer oder Menschen mit muskulären oder Fußproblemen sind hierfür Beispiele – die Spanne der „Textilien" reicht dabei von echter Kleidung über Schuhe bis zu Orthesen, die Körperteile stabilisieren oder führen. „Exemplarisch haben für verschiedene personalisierte Produkte jeweils die gesamte Prozesskette analysiert und an die Philosophie der digitalen Mode angepasst – auch die erforderliche Technologie", so Fischer. Herausgekommen ist zum Beispiel ein 3D-CAD System, das die Orthesen optimal den individuellen Körpermaßen anpasst.

„Die Produktion in der Textilindustrie hat sich inzwischen weitgehend nach Asien verlagert. Mit Ansätzen wie der digitalen Mode lässt sich diese Herstellung zum Teil wieder nach Europa zurückholen", ist sich Fischer sicher. Besonders kleine und mittlere Unternehmen können dank der neuen Möglichkeiten lukrative Nischen besetzen.

Michael Vogel

„Luftmatratze“ gegen Lärm

Belächelte Forschungsidee schafft Sprung in die Wirtschaft

Hohe Schallschutzwände aus Beton, Holz oder Metall säumen seit längerem Autobahnen oder Schnellstraßen. Dem Krach von zeitlich begrenzten Lärmquellen wie Baustellen und Open-Air-Veranstaltungen dagegen sind die Menschen meist ungeschützt ausgesetzt. Abhilfe schafft eine aufblasbare Lärmschutzwand, die Forscher des Lehrstuhls Bauphysik und des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik zusammen entwickelt haben. Inzwischen wird sie durch den Spezialtextilien-Hersteller Ceno-Tec aus dem westfälischen Greven vermarktet, der damit im vergangenen Jahr den Innovationspreis Münsterland in der Kategorie „Kooperationen Wirtschaft/Wissenschaft“ gewann.

Morgens, kurz nach sieben Uhr: Ein Presslufthammer bricht mit ohrenbetäubendem Krach den alten Straßenbelag vor dem Schlafzimmerfenster auf. Im Büro, um neun Uhr: Der Blick schweift hinüber zur Baustelle des neuen Hochhauses. Es wird gebaggert, gehämmert und gesägt. Abends, 21 Uhr, wieder zu Hause: Von der Freilichtbühne im benachbarten Stadtteil dringt laute Rockmusik. „Lärm betrifft jeden von uns“, sagt Schew-Ram Mehra, Leiter des Lehrstuhls Bauphysik. Nach einer Umfrage des Umweltbundesamtes fühlten sich 2012 neben dem Verkehrslärm vier von zehn befragten Bundesbürgern durch Nachbarschaftslärm und ein Drittel durch Industrie und Gewerbe belästigt. Dabei wissen Ärzte schon länger, dass Lärm krank macht. Bereits der Verkehrslärm einer Hauptstraße mit einem Dauerschallpegel von 65 bis 70 Dezibel tagsüber kann das Risiko für einen Herzinfarkt erhöhen. Ende der 90er Jahre, als Shew-Ram Mehra nach Möglichkeiten gefahndet hat, den temporären Lärm zu mindern, war er enttäuscht. Kunststoffwände, mineralfasergefüllte Kissen oder sandgefüllte Planen waren unhandlich und mussten an einem Ständer befestigt werden. „Irgendwann fielen mir aufblasbare Luftmatratzen ein, die man Übernachtungsgästen anbietet“, erinnert sich der Professor für Bauphysik, Akustik und Schallschutz. Doch helfen sie auch gegen Lärm? „Du spinnst doch“, sagten die Kollegen, denen er damals von seiner Idee berichtete. Die gängige Lehrmeinung war, dass nur schwere, massive Wände Lärm wirksam dämmen.

MIT HARTNÄCKIGKEIT UND ÜBERZEUGUNGSARBEIT ZUM ERFOLG

Doch der gebürtige Afghane sollte Recht behalten. Nach zahlreichen Experimenten und Optimierungen mit verschiedenen Membranen und Stärken, Füllgasen sowie Kammerunterteilungen reduzierte die mit Luft gefüllte Lärmschutzwand aus einer Lastwagenplanen-ähnlichen Membran den Lärmpegel um bis zu 25 Dezibel. „Diese Wände schirmen den Schall genauso gut ab wie eine massive Wand aus Beton, sie sind aber 100-mal leichter und 8 bis 10-mal billiger“, berichtet Mehra. Und sollte sie nicht mehr gebraucht werden, kann die Luft leicht entleert und die Wand zusammengefaltet werden. Trotzdem vergingen noch weitere zwei Jahre, bis sich in Ceno-Tec ein Lizenznehmer für das Produkt fand. „In Deutschland ist es schwierig, Industriepartner zu finden, die Risiken eingehen“, sagt Mehra. „Wir waren aber von unserer Idee überzeugt und konnten zeigen, dass unser Produkt außer Konkurrenz ist“, erzählt der studierte Elektrotechniker.
Aktuell stehen die aufblasbaren Schallschutzwände zum Beispiel an einer Baustelle der Deutschen Bahn in Rangsdorf bei Berlin zu Testzwecken.

© CENO Membrane Technology

Mobile Schallschutzwände halten den Lärm einer Gasverdichterstation in Müllheim zurück.

„Wir müssen bis heute kämpfen und Lobbyarbeit leisten, aber die Nachfrage hat sich auf jeden Fall gesteigert“, sagt Benedikt Wensing, Vertriebsleiter bei Ceno-Tec: „Waren es 2008 etwa 30 Angebote jährlich, so liegt diese Anzahl heute bei rund 300 Angeboten pro Jahr.“ Derweil denkt Mehra schon weiter. Könnten „Luftmatratzen“ nicht auch das laute Geschnatter in Großraumbüros, Mehrzweckhallen oder Call-Centern eindämmen? Es gibt noch viel zu forschen für den 63-Jährigen und seine Mitarbeiter.

Helmine Braitmaier

Bauphysik für Berufstätige

Der Schutz vor Lärm ist nur eine der zahlreichen Herausforderungen, denen sich die Bauphysik im Spannungsfeld zwischen dem rasanten technischen Fortschritt, zunehmenden Nutzeransprüchen und steigenden funktionalen Anforderungen an Bauten heute stellen muss. Damit Ingenieure und Architekten mit dieser Entwicklung neben dem Job her Schritt halten können, bietet die Universität Stuttgart seit 2007 den berufsbegleitenden Masterstudiengang Master:Online Bauphysik an. Auf dem Lehrplan stehen nicht nur Bau- und Raumakustik, sondern auch Wärmeschutz und Energieeffizienz, Gebäudetechnik, Klimafragen, Recht und Geschichte sowie viele andere bauphysikalische Aspekte.

Neu hinzukommen soll ab 2017 ein Master: Online-Studiengang „Klima- und Kulturgerechtes Bauen“. Das neue Angebot knüpft an dem Faktum an, dass in Folge der Globalisierung heute Planungsgrundsätze durchgesetzt werden, die in allen Regionen der Erde zu einer nahezu einheitlichen Bauweise führen. Dem wollen die Stuttgarter Wissenschaftler Bauten entgegensetzen, die das Klima in der jeweiligen Region berücksichtigen und der Kultur eines Landes Respekt erweisen. Ziel ist es, eine anonyme und fremdartig wirkende Architektur zu vermeiden und die Gefahr von Baumängeln und Bauschäden zu reduzieren. Für die Konzeption und den Aufbau des neuen Angebotes erhält die Universität Stuttgart im Rahmen des Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) 570.000 Euro.

amg

www.uni-stuttgart.de/moa/

An der Universität Stuttgart kann man nicht nur studieren und forschen, sondern auch ein Unternehmen gründen. Im Bild das Gründungszentrum der Technologie Transfer Initiative TTI.

© Uli Regenscheit

Arbeitsplätze aus der Wissenschaft

Vom Elektro-Rollator bis zum Anlagenbau

Wissenschaft braucht nicht nur Geld, sie schafft auch welches. Die Rede sei hier nicht von Global Playern, die Forschungsaufträge vergeben, um ihre Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Sondern von jungen Startup-Unternehmen, die sich mit pfiffigen Forschungsideen eine Existenz aufbauen.

Es ist noch nicht lange her, da studierten Karl Kübler, Max Keßler und Daniel Reiser Automatisierungstechnik beziehungsweise Maschinenbau an der Universität Stuttgart. Bei einem Stammtisch-Gespräch über E-Bikes kam das Trio auf die Idee, dieses Antriebsprinzip auf einen Rollator zu übertragen. „Aktuell haben ältere Menschen wie meine Oma Schwierigkeiten mit diesen Gehhilfen“, erklärt Daniel Reiser. „Bergauf ist das Schieben mühsam, und bergab droht das Gerät unkontrolliert davon zu rollen. Stattet man die Geräte mit einem Elektromotor aus, lassen sich beide Probleme lösen.“ Auf dem Weg dahin tüftelten die Studenten am Institut für Automatisierungstechnik an „Rollias“, einem vollautomatisierten Rollator mit Elektroantrieb und Tablet-PC. Das Urmodell war allerdings schwierig zu bedienen, und auch beim Design war noch Luft nach oben.

Inzwischen hat sich Rollias zu einem smarten „e-buddy“ gemausert, einem elektrogetriebenen Lebensbegleiter, der selbst auf Kopfsteinpflaster fast schwerelos dahingleitet. Gesteuert wird er über Griffe mit einer ausgeklügelten Sensorik, LED-Lampen sorgen für Sicherheit und mit dem Tablet kann man Wege aufzeichnen oder Einkaufslisten schreiben. Das Gerät ist nicht nur für ältere Menschen gedacht, sondern soll auch Reha-Patienten schneller auf die Füße helfen. Beim Wettbewerb „Elevator Pitch“ des Landes Baden-Württemberg gewann e-buddy den ersten Preis und Finanzminister Nils Schmid kurvte mit dem Rollator persönlich über die Bühne.

Für die Stuttgarter Absolventen, die sich mit Sascha Katzmann von der Uni-Hohenheim inzwischen auch Wirtschaftskompetenz ins Boot geholt haben, ist dies erst der Anfang. Inzwischen haben die vier auf dem Campus der Universität ihr eigenes Unternehmen gegründet und wollen den e-buddy auf den Markt bringen. „Als erstes müssen wir einen seriennahen Prototypen entwickeln, mit dem wir potentiellen Kunden in Reha-Kliniken und Seniorenheimen die Vorzüge des e-buddy demonstrieren können“, erklärt Reiser. Zudem gelte es, bei den meist betagten Nutzern Berührungsängste gegenüber der modernen Elektronik entgegenzuwirken. Das fordert ein Umdenken: „An der Uni waren wir es gewohnt, nach der technisch besten Lösung zu suchen. Unsere Kunden dagegen wollen es vor allem praktisch“, erklärt Reiser. „Bei den Griffen zum Beispiel haben wir lange an technischen Finessen gefeilt, bis wir eine einfach und sicher zu bedienende Lösung gefunden haben.“

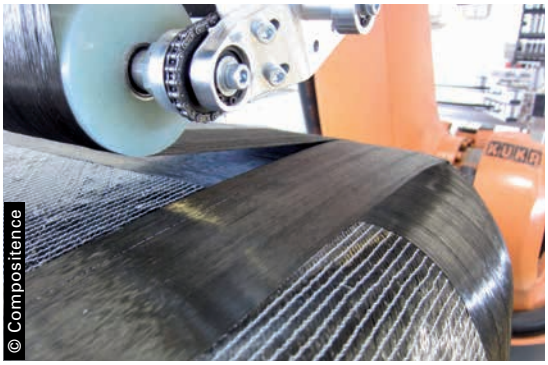
Parallel müssen sich die Gründer ein Vertriebsnetz aufbauen, Lieferanten und Produktionspartner finden und die passende Software entwickeln. All das kostet Geld. Seit Anfang des Jahres bekommt das junge Unternehmen ein EXIST-Gründerstipendium, das gibt Luft für den Anfang. „Um den e-buddy zur Serienreife zu führen, brauchen wir aber Investoren, da Hardwareentwicklung sehr kostenintensiv ist.“

AUTOMATISIERTES PRODUKTIONSVERFAHREN FÜR KARBONTEILE

Diese Stufe hat „Compositence“ längst hinter sich. Der 2008 als Ausgründung aus dem Institut für Flugzeugbau entstandene Anlagenbauer hat ein neues Verfahren zur Produktion von Carbon- und Glasfaser-Bauteilen entwickelt. Dabei werden die

© Elevator Pitch BW 2014

Beim Gründungswettbewerb Elevator Pitch testete Finanz- und Wirtschaftsminister Nils Schmid den e-buddy.



© Compositence

Compositence hat ein automatisiertes Verfahren zur wirtschaftlichen Herstellung von Carbon- und Glasfaser-Bauteilen entwickelt.

einzelnen Faserbänder in einer schnellen Bewegung auf dem Werkstückträger abgelegt. Die automatisierte Technik spart teure Zwischenschritte und ermöglicht es, dreidimensionale Bauteile schneller, rohstoffsparender und sehr wirtschaftlich herzustellen. Die Abnehmer reichen von der Automobil- und Flugzeugbranche über die Windindustrie bis zu Möbelherstellern. 2013 wurde Compositence mit dem Innovationspreis des Landes Baden-Württemberg ausgezeichnet, auf der Gehaltsliste stehen inzwischen 15 Mitarbeiter.
Auch für Compositence war die Suche nach einem Investor die entscheidende Herausforderung. Schon die Entwicklung des Prototypen hat drei Jahre gedauert und damit ist es nicht getan: „Man kann technisch noch so gut sein, am Ende muss jemand das Produkt kaufen“, sagt Volker Witzel, der Compositence gemeinsam mit Ingo Karb aus der Universität Stuttgart ausgegründet hat. Inzwischen ist es geschafft, die ersten Anlagen werden in diesem Jahr ausgeliefert. Ein besonders edles Karbonteil stellen die Leonberger in Zusammenarbeit mit dem Designer Oskar Zieta selbst her: einen Designertisch, der durch die nach dem Compositence-Verfahren erzeugte Faserstruktur eine völlig neuartige Oberfläche erhält.

400 FIRMENGRÜNDUNGEN IN 16 JAHREN

Unterstützung fanden beide Unternehmen bei der Technologie Transfer Initiative (TTI) der Universität Stuttgart. 745 Gründungvorhaben hat die Beratungseinrichtung in den 16 Jahren ihres Bestehens betreut, rund 400 Firmen sind daraus entstanden. Die Gründungsideen gehen quer durch die Branchen. ROOMAPS zum Beispiel, ein Abkömmling aus dem Sonderforschungsbereich „Nexus“ an der Uni Stuttgart, hat ein innovatives Navigations- und Informationssystem für Smartphones entwickelt, mit dem man Räume innerhalb eines Gebäudes oder das Auto im Parkhaus aufspüren kann – und das sogar ohne GPS- beziehungsweise WLAN-Signal. Synapticon in Gruibingen verkauft flexibel kombinierbare Elektronikmodule, die als Netzwerk in Robotern die Aktoren- und Sensoren-Steuerung, Regelungen, Berechnungen und die interne Kommunikation übernehmen.

Pinion punktet mit einer innovativen Getriebeschaltung für Fahrräder.

Pinion, gegründet 2008, hat mit Unterstützung des Instituts für Maschinenelemente der Uni Stuttgart eine innovative Getriebeschaltung für Fahrräder entwickelt und zählt heute zu den Marktführern in diesem Segment. Und bei Babybe tüfteln der chilenische Industriedesigner Camilo Anabalón und der Mechatroniker Raphael Lang an einer bionischen Matratze, die für Frühchen im Inkubator den Herzschlag ihrer Mutter imitiert.
Wer sein eigener Chef werden will, erhält bei der TTI Beratung zu Finanzierungsfragen und Förderprogrammen sowie zu allen Themen rund um die Planung und Vorbereitung einer Existenzgründung bis hin zur Erstellung eines Businessplans. Wer den Sprung ins Wasser wagt, kann sich im Rahmen einer Transfer- und Gründerunternehmung unter dem Dach der TTI auf eine selbstständige Existenz vorbereiten und wird unter anderem von administrativen Tätigkeiten und der Buchhaltung entlastet. Somit können schon vor der Gründung erste Aufträge erledigt werden. Das spart Zeit, Geld und minimiert das Risiko. Preiswerte Räume lassen sich im Technologiezentrum selbst anmieten.

WEITERE SCHRITTE GEPLANT

Um den Gedanken einer „unternehmerischen Universität“, die Forschungsergebnisse konsequent in marktfähige Produkte überführt, mit Leben zu füllen, sind weitere Schritte erforderlich. Bereits beschlossen ist die Einrichtung eines Wissens- und Technologietransferfonds an der Universität Stuttgart in Höhe von 200.000 Euro pro Jahr. „Mit diesem Geld kann insbesondere die Entwicklung von Prototypen gefördert werden“, erklärt TTI-Geschäftsführer Prof. Bernd Bertsche. „Dies schließt die Lücke zwischen der Wissenschaft und künftigen Investoren, denn potentielle Geldgeber wollen erst einmal sehen, ob die Produktidee funktioniert.“ Als nächsten Schritt ist die Einrichtung eines Entrepreneurship-Zentrums geplant, das die Gründungsunterstützung bündeln und darüber hinaus Forschung und Lehre zum Thema Gründung aufbauen beziehungsweise intensivieren soll. „Das ist wichtig, um den Gedanken an eine Gründung bereits bei den Studierenden in den Köpfen zu verankern und auch Weiterbildung zu diesem Thema anbieten zu können. Hierzu soll eine Stiftungsprofessur Entrepreneurship eingerichtet werden; auch ein weiterbildender Studiengang Intra- und Entrepreneurship in Zusammenarbeit mit der Hochschule der Medien ist in Vorbereitung. Langfristige Vision ist ein Business Development Center gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden. Es soll eine zentrale Anlaufstelle für alle technologieorientierten Gründungsvorhaben in der Region werden. Bis dahin bestehe noch viel Diskussionsbedarf, meint Bertsche, „aber das lohnt sich, denn jede Gründung bringt im Schnitt fünf Arbeitsplätze.“

Andrea Mayer-Grenu

Verstehen, was die Welt im Innersten zusammenhält

Bosch-Chef Volkmar Denner

In den 1980er-Jahren studierte Dr. Volkmar Denner Physik an der Universität Stuttgart und promovierte auf dem Gebiet der theoretischen Festkörperphysik. Heute ist er Vorsitzender der Geschäftsführung und Technik-Chef der Robert Bosch GmbH und „will der Gesellschaft etwas zurückgeben“.

? Als Bosch-Urgestein waren Sie an verschiedenen Stellen des Managements tätig, seit gut zwei Jahren sind Sie der „G1“ – was hat sich verändert?

› Der Start war aufgrund der wirtschaftlichen Situation nicht einfach. Mit dem Ausstieg aus der Fotovoltaik musste ich gleich zu Anfang eine harte, aber wie ich meine unvermeidliche Entscheidung treffen. Viele haben damals befürchtet, dass wir die traditionellen Bosch-Werte, den viel zitierten Bosch-Weg, opfern würden. Es war mir und der gesamten Geschäftsführung ein Anliegen, dass wir den Verkauf des Solargeschäfts im Einklang mit der Bosch-Kultur bewerkstelligen. Wir haben für die verschiedenen Standorte sehr spezifische Lösungen ausgehandelt und konnten einen Großteil der Arbeitsplätze erhalten. Dafür haben wir auch viel Geld ausgegeben. Das hat uns hohe Wertschätzung eingetragen – trotz aller Härten für die betroffenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Im Gegenzug zu dieser Entscheidung haben wir zahlreiche zukunftsgerichtete Portfolio-Entscheidungen auf den Weg gebracht, dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen. Meilensteine in der jüngsten Zeit waren die Übernahme der Anteile der BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH und der ZF Lenksysteme GmbH. Beides passt gut zur strategischen Ausrichtung des Unternehmens und wird den Konzern nach vorne bringen. Wir bauen aber auch ganz neue Geschäftszweige auf und entwickeln eine Start-up-Kultur bei Bosch. Sie spiegelt sich in Ausgründungen wie Bosch Sensortec oder dem Einstieg in das E-Bike-Geschäft, das mir auch persönlich sehr am Herzen liegt. Ein ebenfalls neuer Ansatz ist die Bosch Startup-Plattform, wo wir Firmengründern aus den Reihen unserer Mitarbeiter eine Heimat geben – in Form von Räumlichkeiten und ‚shared services‘ für die Startphase.

? Bedeutet dies, dass der Kraftfahrzeugbereich künftig weniger Gewicht hat?

› Der Kraftfahrzeugbereich soll etwa 50 Prozent des Umsatzes beitragen. Das ist ein altes Ziel bei Bosch. Schon Robert Bosch selbst achtete trotz des überragenden Erfolgs seines Zünders auf Diversifizierung. Aber dennoch werden wir die Wachstumschancen des Kraftfahrzeugbereichs so gut wie möglich nutzen, daher macht die Investition in ZF Lenksysteme Sinn. Mit der Übernahme der BSH Bosch und Siemens Hausgeräte hat der Gebrauchsgüterbereich nach der Konsolidierung einen Umsatzanteil von 25 Prozent. Langfristig ist das wichtig für den Konzern, denn dieser Unternehmensbereich hat ganz andere konjunkturelle Zyklen als der Maschinenbau oder die Kraftfahrzeugtechnik und trägt damit zu einer Stabilisierung unseres Portfolios bei.

? Wie wird Bosch sich in Forschung und Entwicklung künftig aufstellen?

› Ein Schlüssel für die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit von Bosch wie für die der deutschen und europäischen Industrie insgesamt ist die Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft in Form von sehr leistungsfähigen Clustern. Unser Forschungsbereich hat den strategischen Auftrag, mit den jeweils besten Instituten der Welt zusammenzuarbeiten. Das gilt natürlich auch für unsere sonstigen Partner und Lieferanten.

© Robert Bosch GmbH

„Die technische Vernetzung verändert die Welt fundamental, daher müssen wir auch die Menschen vernetzen." Dr. Volkmar Denner, „G1" bei Bosch.

Als Technikchef von Bosch ist es mir wichtig, wirklich bahnbrechende Innovationen in den Markt zu bringen. Deshalb sind wir sehr stolz auf den Zukunftspreis des Bundespräsidenten für die Ultrakurzpuls-Lasertechnik als eine der wichtigsten Innovationen in Deutschland. Der Preis dokumentiert zudem sehr schön, was den Erfolg solcher Cluster ausmacht: Die optische Grundlagenforschung kommt von der Uni Jena und dem dortigen Fraunhofer Institut, Trumpf als führendes Laserunternehmen konnte die Ultrakurzpuls-Laser herstellen und Bosch hat daraus eine Produktionsanlage gebaut, mit der man unerreicht präzise Einspritzventile herstellen kann.
Aber auch intern vernetzen wir uns und suchen Synergien. In Renningen schaffen wir derzeit einen Forschungs-Campus, der hoch attraktive Arbeitsbedingungen bieten wird für die besten Forscher rund um den Globus. Das Leitmotiv „Vernetzt für Millionen Ideen" ist nicht zufällig gewählt: Die technische Vernetzung verändert die Welt fundamental, daher müssen wir auch die Menschen vernetzen. Renningen soll ein Vorbild sein, wie man Hochschulen, Forschungsinstitute, die regionalen Bosch-Technologiezentren sowie unsere Geschäftseinheiten und Mitarbeiter optimal zusammenbringt. Dabei setzen wir die Bosch-Prinzipien für inspirierende Arbeitsbedingungen um, zum Beispiel durch eine ganz neue Gestaltung von Büros, Kommunikationsinseln und WLAN-Spots auch im Außenbereich. Von der kreativen Arbeitsatmosphäre erwarten wir neuartige Lösungen wie etwa den Ölbrenner, den wir unter unserer Marke Buderus jüngst auf den Markt gebracht haben. Der ist konkurrenzlos effizient, weil die genaue Regelung der Ölmenge mit einem Ventil gesteuert wird, das aus der Kraftfahrzeugtechnik abgeleitet ist. Ein anderes Beispiel: Bosch und Siemens Hausgeräte haben jüngst einen Backofen mit Lambdasonde vorgestellt. Damit haben wir ein Alleinstellungsmerkmal im Markt. Solche Ideen wollen wir weiter fördern.

? Welche weiteren Technologien wird es geben, die das Leben der Menschen leichter machen?

› Unser Leitmotiv heißt ‚Technik für's Leben', daraus leiten sich konsequent alle Strategien ab. Konkret heißt das: Wir wollen Produkte entwickeln, die unsere Kunden begeistern, die Lebensqualität der Menschen verbessern und die dazu beitragen, die natürlichen Ressourcen der Erde zu schonen. Letztes Jahr zum Beispiel haben wir eine Fahrdynamikregelung für Motorräder eingeführt, eine Weltinnovation. Wirtschaftlich ist das noch ein kleines Projekt, aber darum geht es uns im Moment gar nicht. Die Überlegung war eine ganz andere: Zweiräder sind gerade in aufstrebenden Ländern für viele Menschen der Einstieg in die Mobilität. Aber sie haben ein Sicherheitsproblem und das führt zu vielen Unfällen mit hohen

© Robert Bosch GmbH

„Die Bosch-Werte stehen nicht nur auf dem Papier, sie werden gelebt und wir versuchen nach besten Kräften, sie umzusetzen."

Opferzahlen. Mit Bosch-Technik können wir einen Beitrag für die Sicherheit von Zweiradfahrern leisten. Ebenso dienen die Lösungen von Bosch in der Einspritztechnik der Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgasemissionen.

? Ein Paradebeispiel für kreatives Miteinander von Wissenschaft und Wirtschaft ist der Forschungscampus ARENA2036 an der Universität Stuttgart, bei dem Bosch als Partner beteiligt ist. Was versprechen Sie sich von dieser Kooperation?

› In dem Projekt soll der Automobilbau der Zukunft erfunden werden, wobei der Leichtbau eine große Rolle spielt. Das ist zwar eher ein Thema für Fahrzeughersteller, aber die Produktionstechnik der Zukunft – Stichwort Industrie 4.0 – ist auch für Bosch sehr wichtig. Daher hat ARENA2036 für Bosch eine große Bedeutung, und wir bringen gerne unsere Kompetenzen in diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ein.

? Die Bosch-Kultur rückt bewusst die Mitarbeiter in den Mittelpunkt. Was unterscheidet Sie von anderen Unternehmen?

› Bosch hat eine starke Kultur, die geprägt ist vom Gründer. Robert Bosch ist bis heute sehr präsent im Unternehmen, nicht nur in Zitaten und Überlieferungen, sondern auch in Gestalt der Nachkommen. Bei wichtigen Entscheidungen suche ich gezielt den Kontakt zum Sprecher der Familie, dem Enkel Christof Bosch. Die Familie unterstützt das Unternehmen und wir nehmen umgekehrt Rücksicht auf die Interessen der Familie. Die Werte stehen nicht nur auf dem Papier, sie werden gelebt und wir versuchen nach besten Kräften, sie umzusetzen.

? Welche Rolle spielt in diesem Kontext die Robert Bosch Stiftung?

› In ihrem operativen Tun ist die Stiftung schon aus Gründen der Gemeinnützigkeit unabhängig. Doch sie spielt für das Unternehmen eine große Rolle, denn sie dokumentiert den Sinn, für den Bosch steht. Auch das Unternehmen selbst setzt viel Geld für gemeinnützige Vorhaben ein. Die Zusammenarbeit mit der Stiftung ist in jüngster Zeit noch enger geworden. Wir arbeiten erstmals an einem gemeinsamen Projekt zur Bekämpfung der Jugendarbeitslosigkeit in Europa: Hier stellt das Unternehmen über den Bedarf hinaus 100 zusätzliche Ausbildungsplätze für junge Menschen aus Italien, Spanien und Portugal zur Verfügung. Parallel hat die Stiftung eine Studie zur Untersuchung der Ursachen der Arbeitslosigkeit beauftragt. Das ist für alle Beteiligten ein faszinierendes Projekt.

? Sie haben an der Universität Stuttgart Physik studiert. Warum dieses Fach und warum Stuttgart?

› Ich wollte schon immer verstehen, wie die Dinge wirklich funktionieren – sozusagen, was die

Welt im Innersten zusammenhält. Daher habe ich mich auch für Theoretische Physik entschieden. Dabei geht es um die mathematischen Gesetzmäßigkeiten hinter den Strukturen, die sich dann auch auf andere komplexe Fragestellungen übertragen lassen. Die Physik an der Universität Stuttgart war in diesem Bereich damals weltweit führend, geprägt von Persönlichkeiten wie Hermann Haken, dem Begründer der Synergetik, Wolfgang Weidlich, dem Pionier der Soziophysik, oder meinem Doktorvater Max Wagner, einem Festkörpertheoretiker. In diesem Umfeld hatten wir viel Freiheit, uns auch mit Randgebieten zu beschäftigen. Und das habe ich auch getan, zum Beispiel mit der Geschichte der Naturwissenschaften oder Fragen der Biophysik. Inzwischen beobachte ich eine gewisse Verschulung des Studiums, was mit einer immensen Stoffmenge und eng getakteten Prüfungsterminen einhergeht. Dabei geht viel Kreativität verloren, und das sehe ich kritisch.

? Was müsste sich ändern?

› Wenn wir in Deutschland unseren Anspruch auf Spitzenforschung halten wollen, müssen wir uns an den Besten messen. Dazu gehören eben nicht nur Prüfungswissen und Fleiß, sondern auch die Förderung der Kreativität. Zudem sind die Vernetzung und bereichsübergreifende Kooperationen wichtig. In Stanford zum Beispiel setzen sich Professoren verschiedenster Fächer und Disziplinen von sich aus zusammen, um gemeinsame Forschungsaktivitäten zu diskutieren, und die Hochschule fördert solche Initiativen konsequent. So eine Dynamik würde ich mir auch in Stuttgart stärker wünschen.

? Seit 2010 sind Sie Vorsitzender der Vereinigung von Freunden der Universität Stuttgart. Warum engagieren Sie sich trotz Ihres vollen Terminkalenders auch hier?

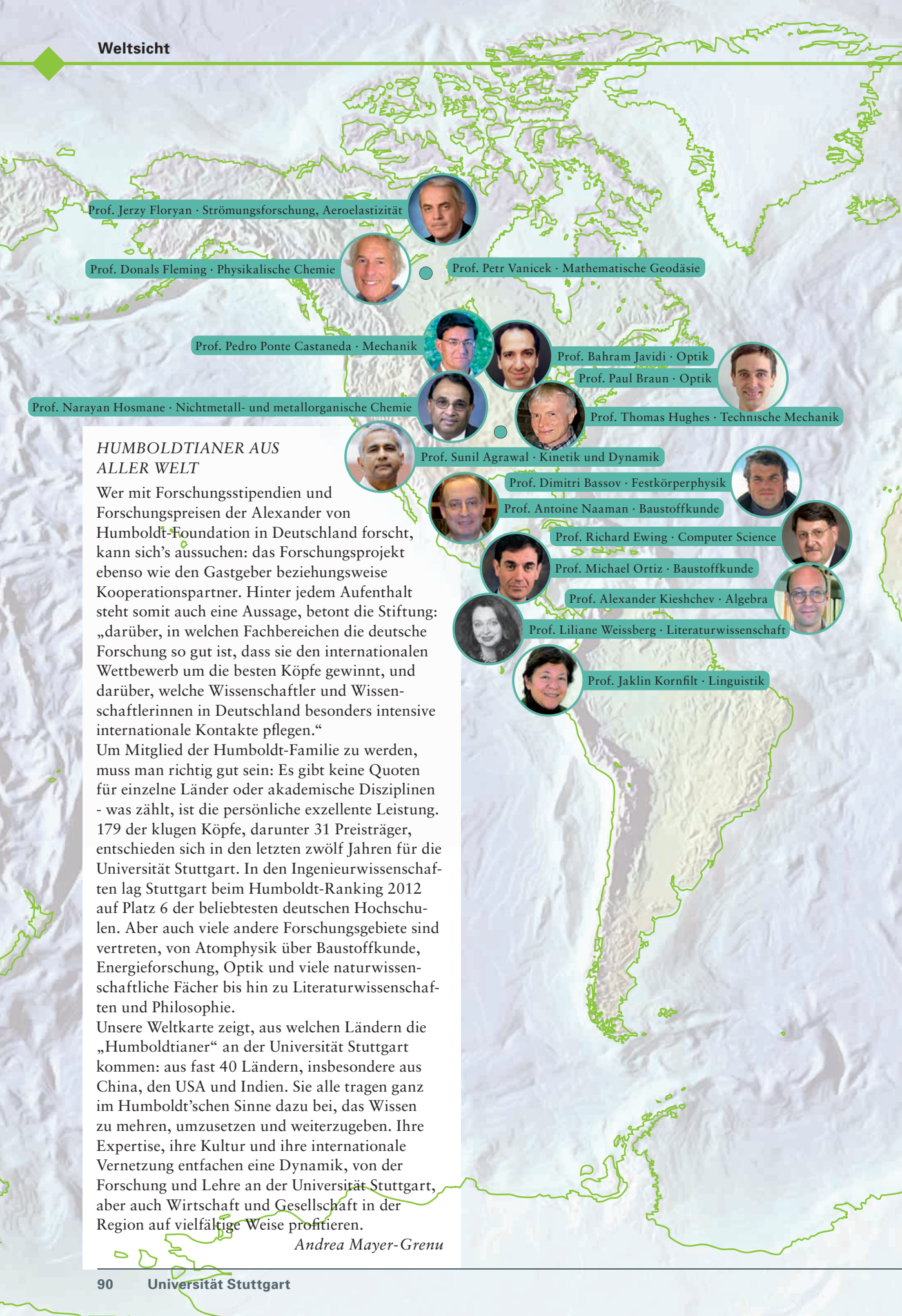
› Als Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes war und ist für mich der Auftrag prägend, dass wir unsere Begabungen in den Dienst der Gesellschaft stellen. Das habe ich verinnerlicht und diese Frage stelle ich auch meinen Mitarbeitern immer wieder: Was ist unser Beitrag, welche bleibenden Spuren hinterlassen wir? Es geht nicht nur um das betriebswirtschaftliche Ergebnis, sondern um den moralisch-ethischen Rahmen. Mit dem Vorsitz der Freundesvereinigung möchte ich der Universität etwas zurückgeben. Es bedrückt mich allerdings, dass die Zahl der Mitglieder seit Jahren sinkt und der finanzielle Beitrag, den wir leisten können, im Vergleich zum Beispiel zu US-amerikanischen Hochschulen gering ist.

? Was geben Sie der Universität mit auf den Weg?

› Seitens der Freundesvereinigung haben wir schon vor Jahren das Thema Fundraising angestoßen. Das wurde auch aufgegriffen, müsste aber noch konkreter umgesetzt werden. Alleine der Finanzbedarf für die Sanierung der Gebäude ist gewaltig, diese Mittel kann die Universität gar nicht aufbringen. Das müsste sie aber, wenn sie im Wettbewerb um die besten Köpfe attraktiv bleiben will. Da zählt eben nicht nur die fachliche Stärke, auch die Gebäude, das universitäre Umfeld und die Außendarstellung müssen attraktiv sein – Studierende sind heute nicht mehr darauf angewiesen, nach Stuttgart zu gehen.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

Die Fragen stellten Dr. Hans-Herwig Geyer und Andrea Mayer-Grenu



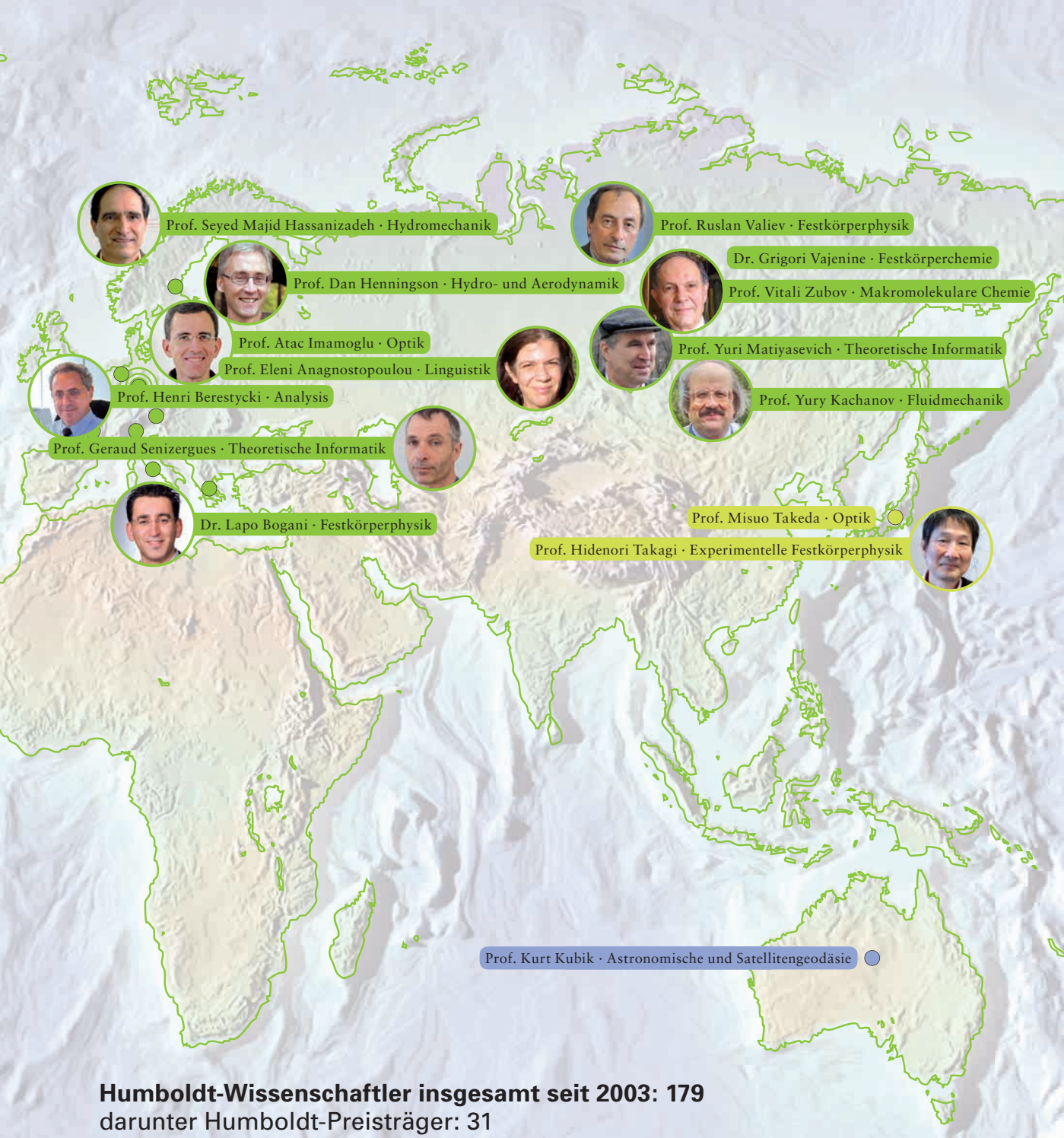
HUMBOLDTIANER AUS ALLER WELT

Wer mit Forschungsstipendien und Forschungspreisen der Alexander von Humboldt-Foundation in Deutschland forscht, kann sich's aussuchen: das Forschungsprojekt ebenso wie den Gastgeber beziehungsweise Kooperationspartner. Hinter jedem Aufenthalt steht somit auch eine Aussage, betont die Stiftung: „darüber, in welchen Fachbereichen die deutsche Forschung so gut ist, dass sie den internationalen Wettbewerb um die besten Köpfe gewinnt, und darüber, welche Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in Deutschland besonders intensive internationale Kontakte pflegen."

Um Mitglied der Humboldt-Familie zu werden, muss man richtig gut sein: Es gibt keine Quoten für einzelne Länder oder akademische Disziplinen - was zählt, ist die persönliche exzellente Leistung. 179 der klugen Köpfe, darunter 31 Preisträger, entschieden sich in den letzten zwölf Jahren für die Universität Stuttgart. In den Ingenieurwissenschaften lag Stuttgart beim Humboldt-Ranking 2012 auf Platz 6 der beliebtesten deutschen Hochschulen. Aber auch viele andere Forschungsgebiete sind vertreten, von Atomphysik über Baustoffkunde, Energieforschung, Optik und viele naturwissenschaftliche Fächer bis hin zu Literaturwissenschaften und Philosophie.

Unsere Weltkarte zeigt, aus welchen Ländern die „Humboldtianer" an der Universität Stuttgart kommen: aus fast 40 Ländern, insbesondere aus China, den USA und Indien. Sie alle tragen ganz im Humboldt'schen Sinne dazu bei, das Wissen zu mehren, umzusetzen und weiterzugeben. Ihre Expertise, ihre Kultur und ihre internationale Vernetzung entfachen eine Dynamik, von der Forschung und Lehre an der Universität Stuttgart, aber auch Wirtschaft und Gesellschaft in der Region auf vielfältige Weise profitieren.

Andrea Mayer-Grenu



Humboldt-Wissenschaftler insgesamt seit 2003: 179
darunter Humboldt-Preisträger: 31
Humboldt-Stipendiaten: 148

- Europa inklusive russische Förderation: 49
- Asien: 70
- Nord- und Mittel-Amerika: 16
- Süd-Amerika: 7
- Afrika: 4
- Ozeanien: 2

Neue Materialien in einer neuen Umgebung

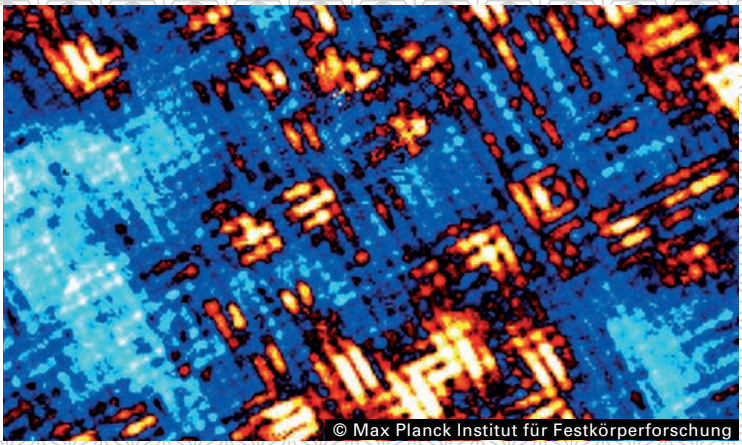
Der Japaner Hidenori Takagi will sehen, was noch niemand gesehen hat

Neues spielt im Leben von Hidenori Takagi eine herausragende Rolle. „Ich will etwas sehen, was noch niemand zuvor gesehen hat", sagt er, „Materialien mit neuartigen Eigenschaften". Passenderweise hat er sich für seine Ziele seit dem Frühjahr 2014 eine neue Forschungsstätte ausgesucht. Dank des gemeinsamen Engagements durch das Max-Planck-Institut (MPI) für Festkörperforschung und die Universität Stuttgart ist es gelungen, Prof. Takagi für den Forschungsstandort Stuttgart zu gewinnen. Möglich war dies nicht zuletzt auch durch eine der renommierten Humboldt-Professuren, die ihm als erstem Forscher aus dem asiatischen Raum verliehen wurde.

Von seinem Zimmer aus blickt Hidenori Takagi auf Bäume. Im Wald geht er in seiner wenigen Freizeit gerne spazieren, erzählt er, die vielen Berge seien für ihn allerdings noch recht ungewohnt. Das Büro am MPI in Stuttgart-Büsnau riecht noch immer neu. Die Ausstattung ist schlicht, nur das Nötigste steht auf dem Schreibtisch: Ein Laptop etwa. Er braucht das Gerät für seine Arbeit – und könnte mit seiner Forschung entscheidende Impulse für dessen Weiterentwicklung setzen. Denn gerade für Laptops und Mobiltelefone ist die beim Gebrauch entstehende Wärme mittlerweile das größte Problem. Durch die Hitze leidet die Leistungsfähigkeit der Chips. Die effiziente Kühlung der empfindlichen Elektronik in den kompakten Geräten ist immer noch eine Herausforderung.
Und hier kommt eines der Forschungsfelder von Takagi ins Spiel: thermoelektrische Materialien. Diese könnten zum Beispiel die starken Temperaturunterschiede an verschiedenen Stellen intelligent zur Stromerzeugung nutzen. Oder Strom, der durch die Materialien geschickt wird, könnte Wärme erzeugen – und eben auch kühlen. Ein anderer Bereich sind unkonventionelle Eigenschaften neuer Materialien, die supraleitend sind oder etwa Informationen elektronisch speichern können. Computerchips sollen noch leistungsfähiger werden.
Die Suche nach solch neuen ‚Quantenmaterialien' ist seit vielen Jahren das zentrale Thema in Prof. Takagis Forschung. Weltweites Ansehen erlangte der heute 53-Jährige bereits als Masterstudent in Tokio. Damals stellte er künstlich einen Hochtemperatur-Kupferoxid-Supraleiter her, in dem die Elektronen die Ladungsträger waren. Bis dahin kannte man diese Funktion nur von positiven Ladungsträgern, den sogenannten Löchern. Takagi sorgte mit seiner Entwicklung dafür, dass viele bislang geltende theoretische Konzepte überdacht werden mussten. Ein wichtiges Forschungsziel ist und bleibt auch weiterhin das Finden neuer Hochtemperatursupraleiter, die Strom ohne Widerstand bei Temperaturen leiten können und die näher an der Raumtemperatur als am absolutem Nullpunkt (-273 Grad Celsius) liegen – was völlig neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnet.

ELEKTRONEN UNTER KONTROLLE BRINGEN

Takagis Interesse an neuen, unkonventionellen Materialeigenschaften geht aber weit darüber hinaus und seine Entdeckungen umspannen einen weiten Bereich: von anwendungsorientierten Materialien, die sich bei Abkühlung – anders als sonst üblich – ausdehnen, bis hin zu neuen exotischen magnetischen Phasen – sogenannten Quantum Spin Liquids. „Man kann vieles machen, wenn man die Elektronen kontrollieren kann", sagt er mit Blick auf deren Wechselwirkungen. Allerdings müsse er für seine aktuellen Vorhaben erst passende

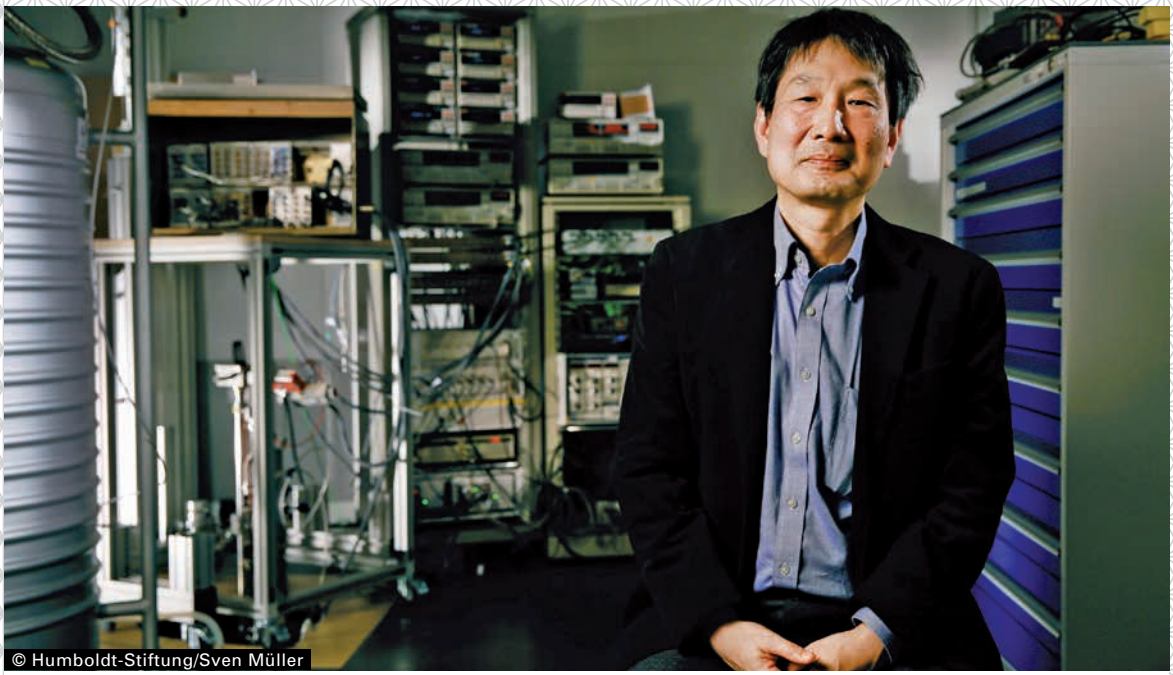


Atomar aufgelöste Rastertunnelmikroskop-Aufnahme von "Elektronischer Materie" in einem Kupferoxid Supraleiter. Hidenori Takagi vermutet darin den Schlüssel zum Mechanismus für die Hochtemperatursupraleitung.

Materialien finden, die untersucht werden und am Ende neue Funktionen und Anwendungen bieten sollen, zum Beispiel auch auf dem Gebiet der Green Technology. Doch bis es diese Materialien gibt und sie breit eingesetzt werden können, werden wohl noch etliche Jahre vergehen.
Nicht nur deshalb hofft man an der Universität Stuttgart, dass der Humboldt-Professor lange bleibt – „bis zu seinem Ruhestand", sagt Martin Dressel, der Dekan der Fakultät. Denn Takagi leiste nicht nur wertvolle Forschungsarbeit, die weitere „tolle Leute" an den weltweit in diesem Bereich führenden Standort locke. Dressels Vision: „Wir können einen Leuchtturm entstehen lassen". Gerade etwa sei die Universität dabei, ein Graduiertenkolleg zum Thema „Elektronen in komplexen Kristallen" gemeinsam mit dem Max-Planck Institut zu schaffen, möglich ist auch ein Sonderforschungsbereich.
Und Takagi vernetze viel, sowohl mit anderen Forschungsbereichen, als auch zwischen den beteiligten Institutionen. „Die Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut ist gestärkt", sagt Dressel. Takagi ist es wichtig, sich an beiden Institutionen und in beiden Bereichen, der Forschung und der Lehre, einzubringen. Im kommenden Wintersemester wird er zum Beispiel eine Vorlesung im Masterstudiengang Physik übernehmen und studentische Arbeiten betreuen.
Dressel hatte den Ausnahme-Forscher gemeinsam mit Prof. Bernhard Keimer, dem Direktor des MPI für Festkörperforschung, nach Deutschland geholt. Praktisch funktionierte das auch über eine der Humboldt-Professuren, die seit 2009 durch die Alexander-von-Humboldt-Stiftung und das Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgelobt werden. Takagi ist der erste Wissenschaftler aus dem asiatischen Raum, der den höchstdotierten deutschen Forschungspreis erhält. Er sei „einer der weltweit herausragenden und international bestens vernetzten Forscher für die moderne Festkörperforschung und Materialwissenschaft", hatte die Stiftung ihre Wahl begründet. Ihn für den Standort Stuttgart zu gewinnen, sei ein Paradebeispiel für das Anliegen der Professur, ausländische Spitzenforscher nach Deutschland zu locken.

FÜNF MILLIONEN EURO UND STRATEGISCHE MITSPRACHE

Fünf Millionen Euro gibt es für experimentell arbeitende Forscher wie Takagi über einen Zeitraum von fünf Jahren. Die Gasteinrichtungen müssen zusichern, den Forscher in ihre strategischen Planungen einzubeziehen und die Professur weiterzuführen. Erfüllt wird das durch die Berufung auf eine Universitätsprofessur und


© Humboldt-Stiftung/Sven Müller

den MPI-Direktorenposten für Takagi, mit den entsprechenden Mitteln und Möglichkeiten einer Max-Planck-Abteilung.
Doch nicht nur deshalb sei ihm die Entscheidung für Stuttgart leicht gefallen. Zum einen seien das MPI und die Universität weltweit bekannte Zentren für die Festkörperforschung mit exzellenten Bedingungen für Mitarbeiter und die Unterstützung durch gleich zwei Einrichtungen. Zum anderen könne er hier ein breiteres Forschungsfeld bearbeiten als das in den USA der Fall gewesen wäre. Dort hatte Takagi bereits – nach seiner Promotion im Jahr 1989 und seiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Tokio – in den AT&T Bell Labors gearbeitet, ehe er wieder zurück nach Japan ging, diesmal als Dozent und Professor.

Tokio und dem renommierten Riken-Institut ist er ebenso verbunden wie der Universität Stuttgart. Ungefähr einmal im Monat reist er nach Japan, um dort zu lehren, bestehende Forschungen weiter voranzutreiben und um seine Familie zu sehen. Das Pendeln will er auch dazu nutzen, um noch mehr zu vernetzen. So ist ein Austauschprogramm zwischen deutschen und japanischen Studenten sowie wissenschaftlichen Mitarbeitern im Entstehen. Das Zusammenspiel ist für ihn nicht nur bei den Elektronen wichtig, sondern auch zwischen den Ländern, zwischen dem MPI und der Universität oder den Disziplinen Physik und Chemie sowie den Ingenieurwissenschaften. „Für mich gibt es da keine Grenzen“, sagt Takagi.

Julia Schweizer

Money-Making 4.0

Grundfinanzierung, Drittmittel, Stiftungen …
Alles bekannt, alles endlich.
In Zukunft ist Kreativität gefragt.

Crowdfunding zum Beispiel: Statt seitenlange Forschungsanträge zu schreiben, stellen Wissenschaftler ihre Projekte im Internet vor und werben um viele kleine Spenden von Privatleuten. Einschlägige Plattformen für die Mikrofinanzierung existieren schon. Wie sich in solchen Foren seriöse Forschungsvorhaben von Unsinn unterscheiden lassen, ist zwar noch eine spannende Forschungsfrage. Doch für Pilotprojekte junger Wissenschaftler oder Machbarkeitsstudien wird Crowdfunding ernsthaft diskutiert.

Das Fraunhofer IPA und das Institut für Energieeffizienz der Universität Stuttgart sind schon einen Schritt weiter. Sie tüfteln an einer Fond-Lösung, um Mittel für Investitionen in die Energieeffizienz zu sammeln: Mit dem Geld sollen identifizierte Einsparpotentiale technisch realisiert und über die erzielten Einspargewinne refinanziert werden. Erste Gespräche mit Banken und Private Equity-Gesellschaften laufen.

Die Forscher verstehen sich als technische Mittler zwischen Anlegern und Unternehmen. Wissenschaft zwischen Börse und Mittelstand sozusagen. Ob die Idee funktioniert, soll jetzt im Rahmen eines Forschungsprojekts untersucht werden. Dann übrigens mit klassischer EU-Förderung …

Impressum

Herausgeber: Universität Stuttgart

Anschrift: Universität Stuttgart, Keplerstraße 7, 70174 Stuttgart
Telefon 0711 685-82211, Fax 0711 685-82188
hkom@uni-stuttgart.de, www.uni-stuttgart.de

Redaktion: Dr. Hans-Herwig Geyer, Andrea Mayer-Grenu

Konzept: Tempus Corporate
www.tempuscorporate.zeitverlag.de

Gestaltung und Umsetzung: Zimmermann Visuelle Kommunikation
www.zimmermann-visuelle-kommunikation.de

Anzeigen: ALPHA Informationsgesellschaft
info@alphapublic.de, www.alphapublic.de

Druck: W. Kohlhammer Druckerei, Stuttgart

Auflage: 8.000

ISSN: 2198-2848

Internet: www.uni-stuttgart.de/hkom/publikationen/uebersicht/

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C016267

klimaneutral
natureOffice.com | DE-159-693681
gedruckt

Persönlichkeiten mit Pioniergeist

„Made by Bosch“ steht für erstklassige Qualität eines Global Players. Profitieren Sie in einem international ausgerichteten Unternehmen von vielfältigen attraktiven Karrierechancen. Um unsere ehrgeizigen Ziele in die Tat umsetzen zu können, brauchen wir begeisterungsfähige Talente, die unsere Leidenschaft für Innovationen teilen. Hochschulabsolventen/-innen der **Ingenieur-, Natur- oder Wirtschaftswissenschaften** bieten wir individuelle Einstiegsmöglichkeiten, z. B. in Entwicklung, Applikation, Konstruktion, Versuch, Fertigungsvorbereitung, Qualitätssicherung, Technischer Verkauf, Materialwirtschaft, Einkauf oder Controlling. Mit der notwendigen fachlichen und sozialen Kompetenz starten Sie als Direkteinsteiger in Schwieberdingen und übernehmen von Beginn an Verantwortung in einem Projekt oder in einer unserer Fachabteilungen. Auch **Studenten/-innen** ermöglichen wir, durch **Praktika, studienbegleitende Tätigkeiten oder Abschlussarbeiten** die Praxis hautnah kennen zu lernen.

Jeder Erfolg hat seinen Anfang.
Bewerben Sie sich jetzt online über unsere Homepage.

Robert Bosch GmbH
Personalabteilung Schwieberdingen

www.bosch-career.de