

FORSCHUNG LEBEN



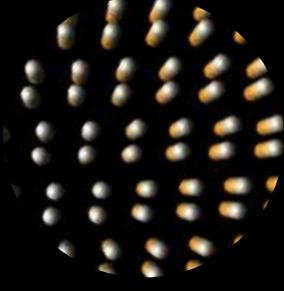
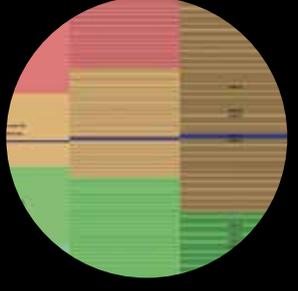
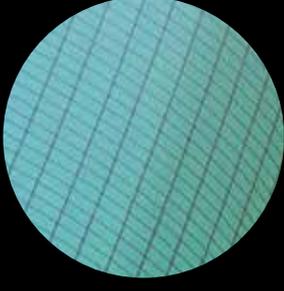
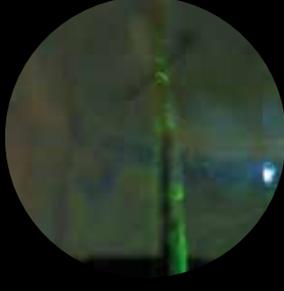
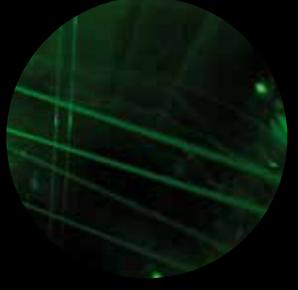
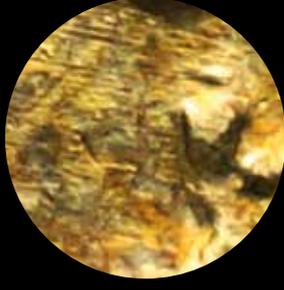
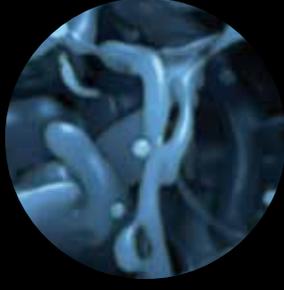
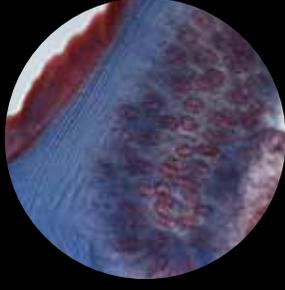
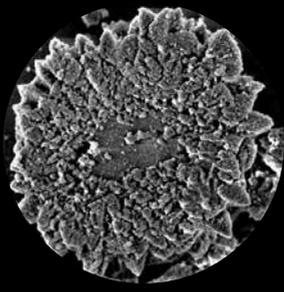
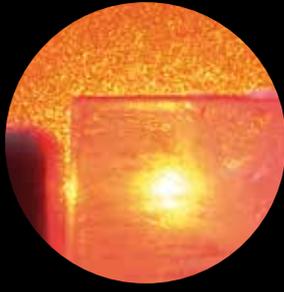
WISSENSCHAFT INTERNATIONAL

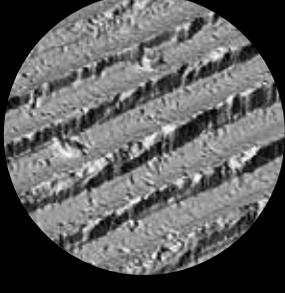
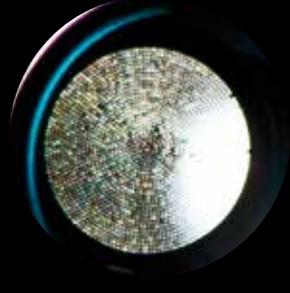
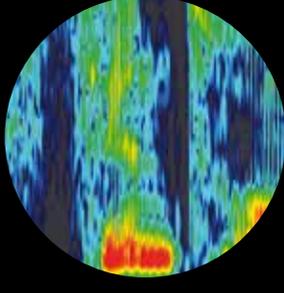
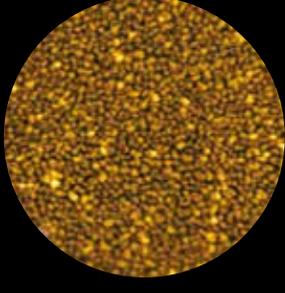
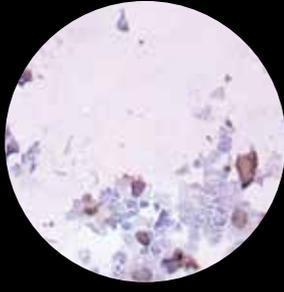
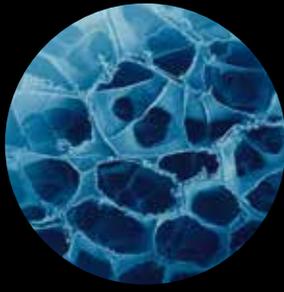
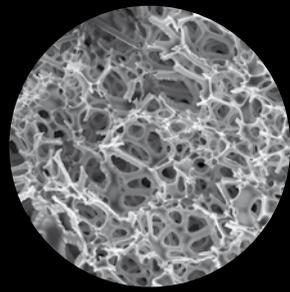
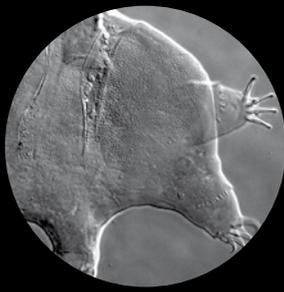
05 | 2015

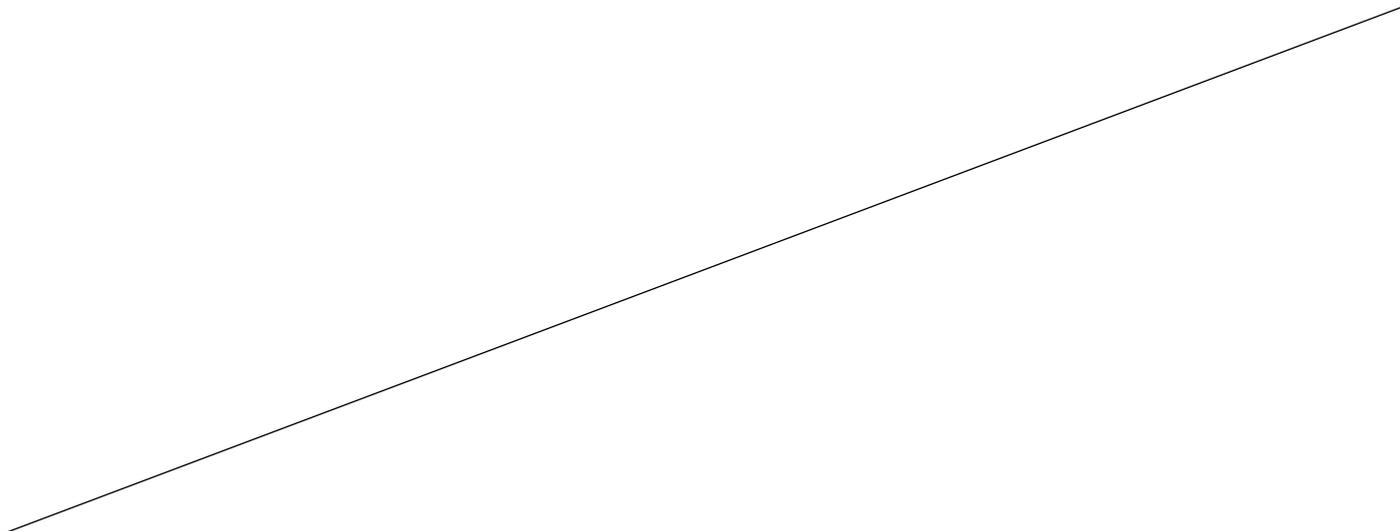
DAS MAGAZIN DER UNIVERSITÄT STUTTGART



Universität Stuttgart







Liebe Leserinnen und Leser,



Wolfram Ressel
Rektor der Universität Stuttgart

als sich das Redaktionsteam erste Gedanken machte, um die vorliegende Ausgabe unseres Universitätsmagazins FORSCHUNG LEBEN zu konzipieren, zeichnete sich gerade erst ab, welche Aktualität das vorgesehene Thema „Wissenschaft International“ erhalten wird. Der Schwerpunkt sollte anhand unterschiedlicher Beispiele aus der Universität Stuttgart verdeutlichen, dass Weltoffenheit, Internationalität und Toleranz schon immer grundlegende Maximen für die Wissenschaften waren und sind. Im Licht der hohen Zahl an asyl- und schutzsuchenden Menschen, die in diesem Jahr nach Europa und insbesondere nach Deutschland geflüchtet sind, erhielt das Thema nun eine zusätzliche Dimension und Brisanz.

Die Beiträge zu weltweiten Kooperationen und internationalem Dialog verdeutlichen, dass die Wissenschaft aus der Tradition des respektvollen Zusammenarbeitens unterschiedlicher Kulturen und Religionen heraus bei der Unterstützung und Integration von Flüchtenden einen wertvollen Beitrag leisten kann. Konsequenterweise haben inzwischen die Universitäten in ganz Deutschland Sofortmaßnahmen zur Unterstützung und zur Hochschulbildung von Flüchtlingen in die Wege

geleitet. Auch die Studierenden sind stets bereit, sich in internationalen Projekten zu engagieren. Lesen Sie im Beitrag „Die Welt im Bau“, wie in Stuttgart internationales Arbeiten im Studium beginnt und wie studentische Aktivitäten im Bereich Architektur und Städtebau Flüchtlingsprojekte mit einbeziehen.

Von grundlegender Bedeutung ist der Aufsatz von Prof. Margret Wintermantel, die sich als Präsidentin des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) zum Thema „Internationalität als Motor für Forschung und Innovation“ äußert. Im Beitrag zur Internationalisierungsstrategie der Universität Stuttgart informieren wir Sie über den Stuttgarter „Weg zur Weltgesellschaft“. Zahlreiche weitere Beiträge zu sauberem Wasser, zur Erdbeben- und Energieforschung in und für verschiedene Länder sowie zur politischen Beratung beim Weltklimagipfel runden das Themenspektrum ab. Alle Beiträge belegen, dass Forschung und Lehre mit Abgrenzung, Ressentiments und Fremdenfeindlichkeit unvereinbar sind.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre und freuen uns auf Ihre Meinungen!



Freiraum
Editorial

03



Wie soll das gehen?
Auf dem Weg zur Weltgesellschaft

14

In der Gesellschaft steht die Diskussion um die aktuelle Zuwanderungswelle häufig unter der Metapher „Das Boot ist voll“. In der seit jeher international geprägten Wissenschaft dagegen ringt man auf den verschiedensten Wegen um eine Erhöhung der Ausländerquoten. Davon profitiert auch die Gesellschaft.

Nachrichten

Pegasus beflügelt, die Rennfahrer(innen) sind blitzschnell und innovativ und die Uni bringt System in die Energiewende...

06

Patent

Wer ist das Volk?

Prof. Cathleen Kantner untersucht transnationale Öffentlichkeiten und die Demokratiefähigkeit Europas.



20

Gemeint

Talente fördern, Herausforderungen meistern, Brücken bauen

Internationalität ist ein Motor für Forschung und Innovation, meint DAAD-Präsidentin Prof. Margret Wintermantel in einem Gastbeitrag.

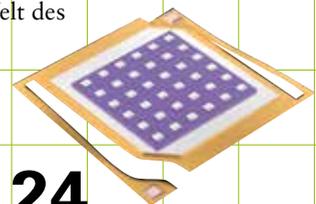


10

Im Bilde

Im Zeichen des Lichts

Wenn es in den Laboren dunkel wird, beginnt im Forschungszentrum of Photonic Engineering (SCoPE) der Universität Stuttgart eine faszinierende Welt des Lichts.



24

Bildquellen: Uli Regenscheidt, DAAD/Eric Lichterscheidt, Jens Eber, PI 4, CERN, IPP/Matthias Otte

RPM – Revolutions per Minute
Forschungsergebnisse

Die Wasserspinne steht Pate für eine neue Art des Bauens, bei Diesel aus Wasser stimmt die Ökobilanz und der e-Genius schafft es zum ersten Mal über die Alpen...

44

Futur 22
Streichholz am Plasma

In der aktuellen Diskussion um die Energiewende geht es vor allem um erneuerbare Energien. Doch langfristig wird der Energiebedarf der wachsenden Erdbevölkerung damit allein nicht zu decken sein. Bis in 50 Jahren dürfte auch die Kernfusion zu einer wichtigen Energiequelle werden.



68

Forschung erleben

Wie lernt man internationales Arbeiten?
Die Welt im Bau

46

Linguistik:
Chinesisch modern

52

Neues Zentrum ZAQuant:
Quantensprung dank Quantensensorik

55

Nobelpreisträgertagung:
Nachwuchs trifft Forscherelite

60

Südhalbkugel:
Solarenergie – aber richtig

62

Energie für entlegene Regionen:
Zwischen Ditzingen und Singapur

65

Weltklimagipfel:
Industrie soll mehr Energie sparen

66

Gewässerschutz:
Vom Mekong bis in die Anden

70

Asphaltmixturen:
Auf zu neuen Wegen

74

Vermessung der Welt:
Netzausbau

76

Erdbebenforschung:
Eine Katastrophe, die helfen kann

81

Schutzeinrichtungen am CERN:
Mit deutscher Zuverlässigkeit

86

Fluggeräte:
Sauber durch die Luft

88

Satellit
Physik und Völkerverständigung

Prof. Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN)



82

Weltsicht
Wie wird woanders geforscht?

SUPER-Sommer: Amerikanische Studierende über Kurzzeitforschung an der Universität Stuttgart

90

... aufgespießt

PEGASUS BEFLÜGELT CHEMIE UND TECHNISCHE BIOLOGIE

Am 19. August 2015 erfolgte der Spatenstich für den Neubau „Pegasus“ (Praktikumsergänzungsgebäude Ausbau Universität Stuttgart). Hauptnutzer wird das Institut für Biochemie sein. Mit dem Neubau schafft die Universität Stuttgart exzellente Lernbedingungen für Studierende insbesondere der Fächer Chemie und Technische Biologie. Diese können neben einem umfassenden Wissen in allgemeiner Biochemie auch Expertise in angrenzenden Gebieten wie der Zellbiologie, der Systembiologie, der Synthetischen Biologie und der Molekularen Epigenetik erwerben. Auch forschungspolitisch setzt die Universität Stuttgart mit Pegasus ein Zeichen, soll doch die Molekulare Biologie im nächsten Jahrzehnt die Medizin revolutionieren.



STAUSEE-MANAGEMENT

Stauseen leisten einen wichtigen Beitrag zur Wasserversorgung und zur Energiegewinnung. Ein neues Netzwerk mit dem Namen CHARM (Challenges of Reservoir Management) erforscht fünf große Herausforderungen, die sich bei Betrieb und Management der Reservoirs ergeben: Die Ablagerung von Sedimenten, die Entstehung von mikrobiellen Filmen, das Wachstum und die Verbreitung von Blaualgen, Methangasemissionen sowie gesellschaftliche Konflikte. Dabei werden sozio-ökonomische und ökologische Problembereiche behandelt, um weiterhin eine nachhaltige Funktionsfähigkeit von Stauseen sicherzustellen. Der Verbund, der durch das Land Baden-Württemberg mit zwei Millionen Euro gefördert wird, verknüpft in bisher einmaliger Weise die Expertisen der Universitäten Stuttgart (Sedimentforschung), Konstanz (Algen- und Methangasforschung) und Freiburg (Gesellschaftsforschung). Sprecherin ist Prof. Silke Wieprecht von der Universität Stuttgart.



QUANTITATIVE LITERATURWISSENSCHAFT

Literatur hat nichts mit Mathe zu tun? Von wegen. In einem neuen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt mit dem Namen „Quantitative Literaturwissenschaft“ untersucht Dr. Toni Bernhart, wann und warum in den vergangenen Jahrhunderten Wissenschaftler mithilfe mathematischer, statistischer, also quantitativer Methoden Literatur und Sprache untersucht und gedeutet haben. Solche Stränge und Historien sind ein grundlegender Vorlauf für die Digital Humanities. Bernhart kommt für das Vorhaben von der Freien Universität Berlin an das Institut für Literaturwissenschaft (Lehrstuhl Prof. Andrea Albrecht) der Universität Stuttgart und wird eng in das Stuttgart Research Center for Text Studies eingebunden sein.



© Fotolia

ENERGIEWENDE MIT SYSTEM

Damit die Energiewende gelingen kann, reicht es nicht aus, effizient und nachhaltig Energie

bereitzustellen. Es geht vielmehr um die Gestaltung eines langfristigen und komplexen Transformationsprozesses, bei der die technische, ökonomische, ökologische und soziale Dimension integriert betrachtet wird. Dies kann die Systemanalyse leisten. Mehrere Institute der Universität Stuttgart, das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) sowie das Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) bündeln nun die Kräfte, um in der Systemforschung Fragestellungen der Energiewende umfassender zu betrachten.

„Ziel ist es, neben ökologischen und ökonomischen Aspekten auch gesellschaftliche Faktoren integral in die Analysen mit einzubeziehen“, so der Sprecher des Verbunds seitens der Universität Stuttgart, Prof. Dr. Kai Hufendiek. „Damit leisten die Partner einen wichtigen Beitrag zur erfolgreichen Ausgestaltung des Energiesystems der Zukunft mit dem Ziel, die Zugkraft des Landes Baden-Württembergs als Leitregion für die Energiewende weiter zu stärken.“

Kooperation...



© Rennteam

BLITZSCHNELL UND INNOVATIV

Die Rennfahrer – und insbesondere die Rennfahrerinnen! – der Universität Stuttgart blicken auf eine extrem erfolgreiche Saison zurück: Das Rennteam siegte beim Formula Student-Wettbewerb in Spanien im August und erklimmte mit weltrekordverdächtigen 980,15 Punkten das Siegerpodest in der Gesamtwertung. Die Schwestern Helena und Valerie Ortwein gewannen die Businesspräsentation und die Geschwister Anita

und Diana Karadzic (Foto) überzeugten beim Cost-Report.

Das GreenTeam hat den Beschleunigungsweltrekord für Elektrofahrzeuge nach Deutschland zurückgeholt. Nach mehreren Beschleunigungsversuchen unterboten die Studierenden der Universität Stuttgart beim „Jade-Race“ in Mariensiel nahe Wilhelmshafen im Juli den bisherigen Schweizer Rekord und fuhren von 0 auf 100 km/h in 1,779 Sekunden.

Beim Aeolus-Race 2015, der Weltmeisterschaft für Ventomobile (Gegenwindfahrzeuge), konnten sich Studierende des Teams InVentus neben einem dritten Platz in der Gesamtwertung auch über den Preis für das innovativste Fahrzeug freuen. Nach einem knappen Jahr Entwicklungszeit startete das Stuttgarter Team mit dem weltweit ersten Gegenwindfahrzeug, das einen Hybridtriebstrang besitzt. Um die verfügbare Energie optimal nutzen zu können, wurde die bislang übliche rein mechanische Energieübertragung mit einer elektrischen kombiniert.

Gewinner...



FRÜH ÜBT SICH

Bei der TU9-Ing-Woche im September konnten sich Schülerinnen und Schüler von deutschen Auslands- und Sprachdiplomschulen an der Universität Stuttgart bei einem Probestudium einen ersten Einblick in das Uni-Leben in Deutschland verschaffen. Im Mittelpunkt standen die Studiengänge aus den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (kurz: MINT). Aber auch Besichtigungen bei Unternehmen, Networking und Kultur standen auf dem Programm.

DOPPELERFOLG IN DER LEHRERBILDUNG

Die Universität Stuttgart ist mit den Projekten „Lehrerbildung an den berufsbildenden Schulen (LEBUS)“ und „Lehrerbildung Plus“ im Rahmen der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) positiv bewertet worden. „Lehrerbildung Plus“ ist ein gemeinsames Projekt der lehrerbildenden Hochschulen in der Region Stuttgart mit dem Ziel des Aufbaus einer gemeinsamen Professional School of Education. Projektpartner sind die Universitäten Stuttgart und Hohenheim, die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg und weitere Partner.

Mit dem Projekt LEBUS sollen mehr junge Menschen für ein Technikpädagogik-Studium gewonnen und Absolventen noch besser auf die zunehmende Heterogenität an den Berufsschulen vorbereitet werden. Denn Berufsschullehrerinnen und -lehrer in Fächern wie Elektro-, Metall- und Bautechnik sowie Informatik werden händeringend gesucht, doch die Zahl der Absolventen ist alarmierend gering. Abhilfe soll ein Konzept schaffen, das bereits bei den Schulen ansetzt.



LANDUNG WIE VON GEISTERHAND

Autopiloten bei Kleinflugzeugen gibt's schon lange. Dass hier auch das automatisierte Landen möglich ist, haben jetzt die Institute für Luftfahrtsysteme (ILS) sowie für Flugmechanik und Flugregelung (iFR) der Universität Stuttgart gemeinsam mit der Firma Diamond Aircraft unter Beweis gestellt. Bei einem Testflug saßen zwar Piloten im Flugzeug, den Steuerknüppel berührten diese aber nicht. Stattdessen steuerte ein Fly-by-Wire-System die Triebwerke und betätigte die Klappen sowie das Fahrwerk bis hin zum automatischen Bremsen. Grundlage des Systems sind die AAA („triple A“) Plattformtechnologie des ILS sowie die Flugregelgesetze des iFR. Es stützt sich auf die Satellitennavigation sowie im Anflug auf Radar- und Laserhöhenmesser.

Verantwortung. Chance. Leidenschaft. Machen.
Zukunft. Veränderung. Energie. Netzwerk.
Bewegen. Innovation. Sicherheit. Team >



Gestalten Sie mit uns die Energiewelt von morgen. Die EnBW ist eines der bedeutendsten Energieversorgungsunternehmen in Deutschland. Wir werden viel bewegen, bauen erneuerbare Energien aus, machen unsere Städte nachhaltiger und entwickeln für unsere Kunden intelligente Energieprodukte. In dieser sich stark verändernden Energiewelt stellen wir auch weiterhin eine zuverlässige Versorgung sicher.

Dazu brauchen wir Talente, die ihr Fachwissen und neue Impulse einbringen. Ob **Praktikum**, **Abschlussarbeit** oder **Werkstudententätigkeit**: Wir bieten Ihnen spannende Perspektiven und Freiraum für eigene Ideen.

Machen Sie mit und entdecken Sie die Vielfalt der EnBW unter www.enbw.com/karriere



Talente fördern, Herausforderungen meistern, Brücken bauen

Internationalität als Motor für Forschung und Innovation

Den transnationalen wissenschaftlichen Austausch zu ermöglichen ist eine zentrale Aufgabe des Deutschen Akademischen Auslandsdienstes (DAAD). Sie umfasst aber nicht nur die unmittelbare Bereitstellung von Fördermitteln. Es müssen auch attraktive Formate entwickelt werden, die frühzeitig das Interesse an internationaler Kooperation wecken. DAAD-Präsidentin Prof. Margret Wintermantel erläutert forschungsrelevante Aspekte der DAAD-Förderpolitik und geht auf aktuelle Herausforderungen ein.

Mit seinen Förderentscheidungen übernimmt der DAAD Verantwortung für die berufliche Entwicklung der Stipendiatinnen und Stipendiaten. Zugleich gilt es, eine positive Rückkopplung auf das Forschungs- und Innovationssystem zu erreichen. Dabei geht es sowohl um die Gewinnung von Spitzenkräften, die leitende Funktionen in Academia und Wirtschaft einnehmen, als auch um die breite Förderung junger Talente, die einen oft entscheidenden Beitrag zum Forschungs- und Innovationsprozess leisten.

INTERNATIONALES FORSCHUNGS- INTERESSE WIRD (FRÜH) GEFÖRDERT WERDEN

Mit den Instrumenten der Individual- und Projektförderung unterstützte der DAAD im Jahr 2014 weltweit 29.800 Promovenden, Wissenschaftler und Hochschullehrer. Ein Großteil der Vorhaben galt dem Erfahrungsaustausch und der gemeinsamen wissenschaftlichen Arbeit und leistete damit einen unmittelbaren Beitrag zur Forschungsförderung. Dabei nutzte der DAAD entweder die Individualförderung, zum Beispiel im neuen Postdoktorandenprogramm P.R.I.M.E. (Postdoctoral

Researchers International Mobility Experience), oder er ermöglichte es den Hochschulen, im Rahmen der Projektförderung ein maßgeschneidertes Maßnahmenpaket zusammenzustellen. Ein Beispiel hierfür ist das Programm „Strategische Partnerschaften und Thematische Netzwerke“. Das Gute ist bekanntlich der Feind des Besseren, und so steht die Frage im Raum, wie sich das Interesse der Promovierenden an einer internationalen Ausrichtung und damit die internationale Vernetzung der Wissenschaftsgemeinschaft weiter steigern lässt. Unsere Erfahrungen zeigen, dass es hilft, wenn Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler bereits in der Studienphase Auslandserfahrungen sammeln können. Das mindert Berührungängste und lässt viele von ihnen zu „Wiederholungstälern“ werden. Neben den seit langem etablierten Förderprogrammen bietet der DAAD zum Beispiel mit dem Programm „RISE weltweit“ bereits Bachelor-Studierenden die Möglichkeit, im Rahmen eines Auslandspraktikums an einem Forschungsprojekt ihrer Wahl mitzuwirken. Für zukünftige Forscherinnen und Forscher ist das eine optimale Kombination und oft eine entscheidende Motivation dazu, diesen Weg weiterzuverfolgen. Mit der breiten Palette der DAAD-Förderinstrumente können Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler von der Bachelor- bis in die Postdocphase begleitet werden und auf diesem für die Karriere so wichtigen Weg vielfältige Unterstützung und Anregungen erhalten.

INTERNATIONALE FORSCHUNG IST NICHT NUR FÜR DIE FORSCHUNG GUT

Natürlich sollte die internationale Forschungskooperation primär durch die Anforderungen des jeweiligen Forschungsprojektes bestimmt werden, aber die Erträge gehen weit darüber hinaus: Das Arbeiten im internationalen Umfeld und der



© Thito Vogel

„Während früher das deutsche Wissenschaftssystem harsch kritisiert wurde und die USA als das ‚gelobte Land‘ erschienen, ist die Einschätzung inzwischen sehr viel differenzierter.“

Prof. Margret Wintermantel, Präsidentin des DAAD

alltägliche Kontakt mit Wissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern anderer Nationen ermöglichen einen hervorragenden Einblick in deren Kulturkreise und schulen die Fähigkeit, unterschiedliche Herangehensweisen optimal zu kombinieren. Dieses interkulturelle Training kann für die weitere Laufbahn noch nachhaltigere Konsequenzen haben als die aktuelle Forschungsarbeit, da die Erfahrungen auch auf andere Tätigkeiten übertragbar sind und ganz allgemein die Sensibilität für andere Kulturen und Perspektiven stärken. Bringt man die notwendige Offenheit mit, so macht diese Seite der Auslandstätigkeit viel Freude und vermittelt eine Zufriedenheit, die über Durststrecken in der Forschungsarbeit hinweghelfen kann. Dieser Aspekt internationaler Kooperationen bestimmt sowohl die Erfahrungen Deutscher im Ausland als auch die der ausländischen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler in Deutschland. Der größere Nutzen nicht nur für den Einzelnen, sondern für die gesamte Gesellschaft wird im Fall regionaler Krisen offenkundig, denn hier ist es entscheidend, dass der Gesprächsfaden nicht abreißt. Die Wissenschaft bietet hierfür eine weltweit gültige Kommunikationsgrundlage. Sie ist der Rationalität, Analytizität und auch Argumentationsintegrität verpflichtet. DAAD-Geförderte und -Alumni sind eine große Gruppe, deren Kompetenzen wir in Zukunft noch stärker nutzen wollen und müssen. Bereits hier werden die Netzwerke der Zukunft gebaut.

DER WISSENSCHAFTLICHE NACHWUCHS WIRD IM GESAMTEN INNOVATIONSSYSTEM GEBRAUCHT

In Deutschland promovieren nach Zahlen des Bundesforschungsministeriums etwa 2,7 Prozent eines Altersjahrgangs. Damit gehört Deutschland laut OECD zu den Ländern mit einer besonders hohen

Promotionsquote. Für ein Land wie Deutschland, dessen Wohlstand wesentlich auf Forschung und Innovation beruht, ist das zunächst eine gute Nachricht. Eine intensiv diskutierte Frage ist allerdings, ob diese Ressource derzeit optimal für das Innovationssystem genutzt wird. In den letzten Jahren wurden die Investitionen in die Forschung deutlich erhöht und hervorragende Bedingungen für die Profilierung von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern geschaffen, die die Attraktivität des Wissenschaftsstandorts erheblich gesteigert haben. Allerdings konnte die Zahl der unbefristeten Professuren und Wissenschaftlerstellen im Hochschulbereich bisher nicht entsprechend erhöht werden, so dass viele motivierte Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler gezwungen sind, im fortgeschrittenen Alter auf Positionen außerhalb der Hochschule auszuweichen, auf die ihr Profil nicht optimal passt. Wie nehmen die Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler diese Situation wahr? Einen guten Sensor hierfür stellt das 2003 gegründete Netzwerk GAIN (German Academic International Network) dar. GAIN ist eine Gemeinschaftsinitiative der Alexander von Humboldt-Stiftung, des Deutschen Akademischen Austauschdienstes und der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Es unterstützt die Vernetzung innerhalb der großen Gruppe der in Nordamerika tätigen deutschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, dient ihnen als Sprachrohr für ihre Interessen und informiert sie über Karriereperspektiven in Deutschland. Die jährliche GAIN-Konferenz – die letzte fand Ende August dieses Jahres in San Francisco statt – bietet ihnen die Gelegenheit zum intensiven Meinungsaustausch mit verantwortlichen Personen aus dem deutschen Wissenschaftssystem, die von allen Beteiligten gerne und intensiv genutzt wird. Das Meinungsbild der Teilnehmer spiegelt die

Entwicklungen bei uns wider: Während in der Anfangszeit der GAIN-Initiative das deutsche Wissenschaftssystem harsch kritisiert wurde und die USA als das „gelobte Land“ erschienen, ist die Einschätzung inzwischen sehr viel differenzierter. Die strukturellen und monetären Verbesserungen der Arbeitsbedingungen werden erkannt und gewürdigt. Alle Beteiligten haben inzwischen verstanden, dass eine ausschließliche Ausrichtung auf eine Hochschulkarriere aufgrund des begrenzten Stellenangebots unrealistisch und im Hinblick auf die optimale Ausstattung des gesamten Innovationssystems auch keineswegs anzustreben ist. Den Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern wird zunehmend bewusst, dass sie Qualifikationen erworben haben, die auch außerhalb ihres spezifischen Fachgebietes erfolgreich eingesetzt werden können, sofern sie ihre Karriere realistisch planen und das gesamte Spektrum möglicher Optionen rechtzeitig nutzen. Die Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler machen allerdings auch deutlich, dass sie nicht um jeden Preis nach Deutschland zurückkehren werden, sondern die international verfügbaren Optionen genau vergleichen, bevor sie sich entscheiden. Die aktuelle hohe Attraktivität des Wissenschaftsstandorts Deutschland resultiert nicht nur aus den Reformen der letzten Jahre, sondern auch aus der hervorragenden Wirtschaftslage. Wir sollten die positiven strukturellen Entwicklungen konsequent fortsetzen, um auch in wirtschaftlich schwierigeren Zeiten international attraktiv zu bleiben. Dazu zählt dann auch die Entwicklung einer offenen Willkommenskultur.

WER SIND EIGENTLICH „DIE BESTEN“?

Betrachten wir das deutsche Innovationssystem als Ganzes, so wird deutlich, dass nicht nur „Denker“, sondern auch „Macher“ benötigt werden und dass die konstruktive Kooperation zwischen diesen und mit den anderen Akteuren des Systems erfolgsentscheidend ist. Während

sich die Fachkompetenz für das jeweilige Forschungsgebiet offenbar recht gut mit Kennzahlen wie dem „h-index“ quantifizieren lässt, fällt die Erfassung und Bewertungen der Umsetzungskompetenz sehr viel schwerer, obgleich sie für die Realisierung kreativer Ideen nicht weniger wichtig ist. Bei der Beurteilung sollte man also differenziert vorgehen. In Anbetracht der großen Anzahl promovierter Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler ist es wünschenswert und zu erwarten, dass das Spektrum des Leistungsprofils sehr viel breiter ist, als es bei der Fixierung auf eine einzelne Kennzahl den Anschein hat. Die Komplexität der Auswahlkriterien stellt eine große Herausforderung für die zahlreichen Gutachterinnen und Gutachter dar, die für den DAAD und andere Förderorganisationen tätig sind, und ihre Unterstützung verdient unsere Hochachtung und große Dankbarkeit. Fällt die vergleichende Beurteilung schon bei deutschen Bewerberinnen und Bewerbern nicht leicht, so ist sie bei Bewerbungen aus dem Ausland noch deutlich schwieriger. Im letzten Jahr förderte der DAAD Menschen aus über 180 Ländern. Sie kommen aus hochentwickelten Industrieländern, Schwellen- und Entwicklungsländern, teilweise auch direkt aus aktuellen Krisengebieten. Manchmal ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob Unterschiede der fachlichen Kompetenz tatsächliche Leistungsunterschiede widerspiegeln, oder ob sie nur das Resultat eines eingeschränkten Bildungssystems oder einer anderen Wissenschaftskultur im jeweiligen Heimatland sind. Erfolgreiche Bewerberinnen und Bewerber aus Ländern mit schwierigen politischen beziehungsweise wirtschaftlichen Verhältnissen demonstrieren jedoch eine Umsetzungskompetenz, wie sie den meisten Bewerberinnen und Bewerbern aus Industriestaaten nicht abverlangt wird. Hier gilt es also, den jeweiligen Hintergrund einzubeziehen, um allen wirklich gerecht zu werden. Die Herausforderungen an das Auswahlverfahren sind groß – aber ebenso



© UJI Regensburg

„In der Flüchtlingsfrage gilt es, gute Kompromisse zu finden zwischen der Notwendigkeit, schnell zu handeln, und dem Ziel, vielversprechende Potentiale optimal zu fördern.“

Prof. Margret Wintermantel

die Chancen. Zum einen können die „Denker“ erkannt und in einer Weise gefördert werden, wie es im Heimatland nie möglich gewesen wäre – welch großer Gewinn für die Wissenschaft. Zum anderen können die „Macher“ die Fachkompetenz erwerben, um die aktuellen Probleme vor Ort unter Anwendung moderner und praxisnaher Konzepte und Technologien zu lösen. Sie werden damit zu wichtigen Partnern Deutschlands in ihren Heimatländern und tragen wesentlich zum Erfolg der wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Kooperation mit diesen Ländern bei.

HERAUSFORDERUNG FLÜCHTLINGSZUSTROM

Derzeit erlebt Deutschland einen ungeahnten Flüchtlingszustrom aus den Krisenregionen in Afrika und im Nahen Osten. Das stellt auch das deutsche Bildungssystem vor enorme Herausforderungen, denn das Potential der jüngeren Flüchtlinge ist nicht ohne weiteres zu erkennen und sie müssen in einem für sie neuen Ausbildungs- und Arbeitsmarkt weitreichende berufliche Entscheidungen treffen. Hier gilt es, gute Kompromisse zu finden zwischen der Notwendigkeit, schnell zu handeln, und dem Ziel, vielversprechende Potentiale optimal zu fördern. Der DAAD wird diesen Prozess, der auch in der Studienvorbereitung und an den Hochschulen umfassende strukturelle Anpassungen erforderlich macht, bestmöglich unterstützen.

AUSBlick

Betrachtet man die Entwicklungen des internationalen Wissenschaftssystems und die Herausforderungen, die sich daraus für den DAAD ergeben, so erscheinen mir vor allem die folgenden Aspekte aktuell:

Der Wissenschaftsmarkt ist global geworden. Neue Akteure etablieren sich, die Attraktivität einzelner Standorte kann sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Wissenschaftspolitik und Wirtschaftslage schnell ändern und es gibt einen wachsenden Pool hervorragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich in dieser Welt selbstbewusst und flexibel bewegen.

Weltweit steigt der Innovationsdruck und damit die Notwendigkeit, die Entwicklungsschritte von der Grundlagenforschung zur Anwendung zu beschleunigen. Nachwuchsforscherinnen und -forscher sollten darauf vorbereitet werden, in beiden Bereichen erfolgreich zu arbeiten, nicht zuletzt, da das sehr begrenzte Stellenangebot im Hochschulbereich einen späteren Wechsel erforderlich machen kann. Die Krisenherde auf der Welt nehmen zu. Einem immer größeren Talent-Pool ist damit der Zugang zum globalen Wissenschaftsmarkt verwehrt, und wertvolle intellektuelle Ressourcen gehen verloren. Die meisten globalen Probleme betreffen auch Krisenländer und können nur gelöst werden, wenn eine ausreichende Expertise vor Ort vorhanden ist und eine problemorientierte fachliche Zusammenarbeit möglich wird. Wir müssen deshalb die Voraussetzungen für Kooperationsprojekte schaffen, bei denen sich die Kompetenzen der Partner optimal entwickeln und ergänzen.

Insgesamt ergibt sich also in Zukunft noch stärker die Notwendigkeit, zwischen den Welten zu vermitteln und Synergien zu nutzen. Einerseits durch die konkrete Zusammenarbeit zwischen Ländern mit verschiedenen Kulturen und unterschiedlichen politischen, wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen, andererseits aber auch durch die Verknüpfung von Grundlagenforschung, Anwendung und Praxis. Hierzu einen Beitrag zu leisten wird auch in Zukunft eine zentrale Aufgabe des DAAD sein.

Auf dem Weg zur Weltgesellschaft

Das große Ziel der Internationalisierung erfordert die Anstrengung vieler

In der Gesellschaft steht die Diskussion um Zuwanderung häufig unter der Metapher „Das Boot ist voll“. In der seit jeher international geprägten Wissenschaft dagegen ringt man auf den verschiedensten Wegen um eine Erhöhung der Ausländerquoten und noch mehr Internationalität. Davon profitiert auch die Gesellschaft.

„Die Wahrheit hat kein Nationaltrikot.“ Der Satz des Wissenschaftsjournalisten Jürgen Kaube, erschienen in einem Beitrag in der Zeitschrift Humboldt Kosmos, weist auf die Stellung, die Internationalität in der Wissenschaft seit Jahrhunderten hat. Schon das Humboldt'sche Bildungsideal kreist um die Vorstellung des Weltbürgers, der den ganzen Erdkreis als Heimat betrachtet. Alexander von Humboldt selbst wird das Zitat zugeschrieben, man solle sich vor der Weltanschauung derer hüten, die die Welt nie gesehen haben.



© Ulji Regenschneit

Der Come-Together-Tag des Dezernats Internationales der Universität Stuttgart bringt Austauschstudierende aus dem Ausland und Studierende der Uni Stuttgart, die zum Studium ins Ausland gehen, zusammen.

250 Jahre später werben Wissenschaftsorganisationen von der Deutschen Forschungsgemeinschaft über die Alexander von Humboldt-Stiftung und den Deutschen Akademischen Austauschdienst bis zu den einschlägigen Ministerien des Bundes und der Länder sowie der Hochschulrektorenkonferenz um Studierende und Wissenschaftler aus dem Ausland, machen sich Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und weltmarktorientierte Unternehmen fit für den internationalen Wettbewerb. Der Markt ruft nach Spitzenkräften, die nicht nur fachliches Knowhow haben, sondern global denkende und interkulturell versierte Persönlichkeiten sind. Ohne Auslandsaufenthalte ist Karriere fast nicht mehr denkbar. Aber auch für den gesellschaftlichen Zusammenhalt spielt die Internationalisierung der Hochschulen eine wichtige Rolle: „Auch und gerade in schwierigen Zeiten trägt der Europäische Hochschulraum zu einem friedlichen Miteinander bei. Es ist wichtig, dass Menschen aus Ländern mit verschiedenen Regierungsformen, anderen historischen Erfahrungen und mit unterschiedlichen Religionen und Weltanschauungen zusammen studieren und voneinander lernen“, so Bundesforschungsministerin Prof. Johanna Wanka anlässlich der internationalen Bologna-Ministerkonferenz im Sommer 2015 in Jerewan.

ARBEITSFELDER MIT UNTERSCHIEDLICHEM ENTWICKLUNGSSTAND

Schaut man in die Praxis, besteht das große Ziel der Internationalisierung aus mehreren „Baustellen“ mit durchaus unterschiedlichem Entwicklungsstand. So studieren nach Zahlen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) heute knapp 140.000 Deutsche an ausländischen Hochschulen, dreimal mehr als zu Beginn der Bologna-Reform 1999. An der Universität Stuttgart



Universitäten sind seit jeher ein Schmelztiegel der Kulturen. Künftig sollen sie noch internationaler werden.

legen jährlich rund 500 „outgoings“ ein Auslandssemester ein. „Das ist mehr als der Durchschnitt an den technischen Universitäten, aber noch ausbaufähig“, kommentiert Dr. Heiko Richter, der Leiter des Dezernats Internationales der Universität Stuttgart die Zahlen.

Weitaus höher ist die Mobilität der Studierenden in der Gegenrichtung: Die Zahl ausländischer Studierender in Deutschland hat sich in 20 Jahren verdoppelt und liegt inzwischen bei mehr als 300.000. An der Universität Stuttgart waren im Wintersemester 2014/15 bei insgesamt 27.200 Studierenden rund 5.600 Ausländer aus 125 Ländern eingeschrieben, auch das ein überdurchschnittlicher Wert. Aktuell steigt die Zahl der Bewerber mit ausländischem Pass massiv an, nicht zuletzt aufgrund der Flüchtlingsströme aus Syrien und anderen Krisengebieten. Auch die Promotion an der Universität Stuttgart ist für Ausländer attraktiv. „German Engineering ist durchaus eine Marke, dazu kommen die guten Lebensbedingungen“, meint Richter.

BRAIN CIRCULATION NACH DEM ABSCHLUSS

Danach allerdings tun sich deutsche Hochschulen schwerer im Wettbewerb um die weltweit besten Absolventinnen und Absolventen. Viele Ausländer kehren in ihre Heimatländer zurück, und wer bleibt, geht häufiger in die Wirtschaft als in die Wissenschaft. Insgesamt wanderten zwischen

1996 und 2011 rund 4.000 Wissenschaftler mehr aus Deutschland ab, als ins Land kamen. Gründe dafür gibt es viele – von der Unterfinanzierung des deutschen Hochschulsystems über befristete Arbeitsverhältnisse bis hin zu mangelnden Perspektiven für die Lebenspartner und Lücken bei der Kinderbetreuung.

Eine spezielle Gruppe in dieser „brain circulation“ sind deutsche Wissenschaftler, die im Ausland forschen. „Viele von ihnen würden gerne in ihre Heimat zurückkommen, doch gerade die Spitzenkräfte sind sehr anspruchsvoll“, hat Dr. Wolfgang Holtkamp beobachtet, der als Senior Advisor International Affairs im Rektorat die Internationalisierungsstrategie der Universität Stuttgart vorantreibt. Gleichwohl ist diese Gruppe sehr umworben, zum Beispiel im Rahmen des German Academic International Network (Gain). Denn die Rückkehrer sind nicht nur hoch qualifiziert, sondern fungieren auch als Brückenbauer: „Sie bringen internationale Erfahrung mit und sind sehr gut vernetzt, kennen aber auch das deutsche Wissenschaftssystem“, erklärt Holtkamp. Bei den GAIN-Messen, die im jährlichen Wechsel in Boston und San Francisco stattfinden, oder der European Career Fair (ECF) am Massachusetts Institute of Technology in Boston werben denn auch Hochschulleiter persönlich für ihre Universitäten. Auch der Stuttgarter Rektor Prof. Wolfram Ressel ist immer mal wieder dabei.



Dr. Wolfgang Holtkamp auf der GAIN 2015, einer Talentbörse für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Deutschland, die in den USA und Kanada tätig sind.

Die GAIN ist nur eine von vielen Möglichkeiten, um die Internationalisierung der Universität voranzutreiben. „Wichtig ist es, die Komponenten systematisch aufeinander abzustimmen und Internationalisierung von der Basis her aufzubauen“, sagt Holtkamp. Das beginnt schon im Studium: Jedem dritten Absolventen der grundständigen Studiengänge soll es bis 2018 möglich sein, internationale Erfahrungen und Qualifikationen zu sammeln. Hierzu können nicht nur die Austauschprogramme beitragen, sondern auch mehr englischsprachige Lehrveranstaltungen in deutschen Studiengängen. Die bereits seit längerem etablierten Doppelabschlussprogramme, bei denen die Studierenden in der Regel zwei Semester in Stuttgart und zwei an der Partnerhochschule verbringen und an beiden Hochschulen einen Abschluss erwerben, sollen auf etwa 30 ausgebaut werden. Aktuell in Vorbereitung sind Doppelmaster an Hochschulen in Brasilien, Spanien, Frankreich, Kanada und Polen. Der erste echte „Joint Degree“, der gemeinsame Master-Studiengang Maschinenbau / Mechanical Engineering startete 2014 mit dem Georgia Institute of Technology, Atlanta (USA), einer der bedeutendsten Technischen Universitäten der Welt. In der Forschung sollen zum einen die Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit europäischen und außereuropäischen Partnern, beispielsweise im Rahmen des Forschungsprogramms Horizon 2020 der Europäischen Union, noch intensiver genutzt werden. Hierzu wurde im Juli 2015 ein Projektbüro eingerichtet, das unter anderem interessante Kooperationen ausspähen und die Partner beraten

soll. Zum anderen gilt es, die internationalen Kontakte von 261 Professorinnen und Professoren, 141 Instituten mit zahlreichen Abteilungen und 10 Fakultäten zu einem strategischen Ganzen zu verbinden – „keine leichte Aufgabe in einer unabhängigen Academic Community“, meint Holtkamp. Aber eine lohnende, können doch gerade diese bereits gut funktionierenden internationalen Kooperationen auf der fachlichen Ebene zum Anker werden für ein bi- und multinationales wissenschaftliches Netzwerk, das den Namen SINUS (Strategic International Network University Stuttgart) trägt. „Man kann sich SINUS als Allianz von internationalen Universitäten vorstellen, die ihre Standorte gemeinsam nutzen. Das betrifft sowohl Studium und Lehre wie auch gemeinsame Schwerpunktsetzungen in der Forschung“, erklärt Holtkamp.

WELCOME@STUTTGART

Schon sehr viel greifbarer ist ein Projekt, das es ausländischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erleichtern soll, in Deutschland Fuß zu fassen und sich ohne bürokratische Hürden auf ihre Forschungstätigkeit zu konzentrieren: Das Welcome-Center der Universität Stuttgart. „Unter diesem Dach werden wir bisherige Services der Institute, der Zentralen Verwaltung sowie anderer Partner zu einem Rundum-Paket verknüpfen“, erklärt der Dezernatsleiter Heiko Richter. Die Anlaufstation umfasst eine persönliche Ansprechperson sowie eine virtuelle Plattform mit allen relevanten Informationen, dazu kommen Seminare

und Exkursionen. Die Unterstützung beginnt mit der Planung des Aufenthalts und den Einreiseformalitäten, umfasst die Zeit hier in Stuttgart bis zur Ausreise und mündet direkt in einen intensiven Alumni-Kontakt. Diese Beziehungspflege zu ehe-

maligen Gastwissenschaftlern ist für den Aufbau langfristiger Forschungsnetzwerke von besonderer Bedeutung: „Viele unserer Forscher-Alumni sind heute Rektoren oder vergleichbare Führungskräfte, *Fortsetzung Seite 18*

Chinesische Forscher-Alumni: Begeisterte Stuttgarter

Als Grundlage des Forscher-Alumni-Netzwerks interviewten Dr. Heike Richter, Leiter des Dezernats Internationales, und Dr. Jianqing Cai vom Geodätischen Institut der Universität Stuttgart 20 chinesische Wissenschaftler, die in Stuttgart zu Gast waren und inzwischen in ihrer Heimat in hohe Positionen aufgestiegen sind.



Einer von ihnen ist **Prof. Haiyan Hu**, der in der Luft- und Raumfahrttechnik promoviert hat und von 1992 bis 1994 als Humboldtstipendiat bei Prof. Werner Schiehlen am Institut B für Mechanik, dem heutigen Institut für Technische und

Numerische Mechanik der Universität Stuttgart (ITM) zu Gast war. Heute ist Hu Präsident des Pekinger Instituts für Technologie und Mitglied der chinesischen Akademie der Wissenschaften. An Deutschland denkt er gerne zurück: „Meine Erfahrungen in Stuttgart ermöglichten es mir, an der Nanjing University of Aeronautics and Astronautics eine exzellente Forschungsgruppe aufzubauen.“ Die größte Überraschung war es für den 1956 in der Großstadt Shanghai geborenen Wissenschaftler, wie angenehm es sich in einer deutschen Kleinstadt leben lässt: „Meine Deutschkurse am Goethe Institut in Schwäbisch Hall waren eine wunderbare Erfahrung, die ich bis heute nicht missen möchte.“



Prof. Deren Li war in den 1980er-Jahren auf Empfehlung seines Deutschlandaffinen Doktorvaters am Institut für Photogrammetrie zu Gast, weil dessen damaliger Leiter Prof. Friedrich Ackermann „der berühmteste Professor

auf dem Gebiet der Photogrammetrie ist“. 1985 hat Prof. Li schließlich in Stuttgart promoviert. Heute steht Li dem Akademischen Ausschuss der Wuhan University vor, gehört der Chinesischen Akademie der Wissenschaften sowie der Chinesischen Akademie der Ingenieure an und ist Mitglied Europäisch-asiatischen internationalen Akademie der Wissenschaft. „Besonders beeindruckten mich in Deutschland die streng akademische Atmosphäre und Haltung sowie die außergewöhnliche Befähigung zur Forschung im Team“, erinnert sich Li, dessen Heimatinstitution in Folge seines Gastaufenthalts inzwischen deutlich mehr junge Chinesen zur Promotion nach Deutschland schickt. *red*

Auch die Tandemangebote des Sprachenzentrums bringen verschiedene Nationalitäten zusammen, wie hier Vineetha aus Indien und Sonja aus Deutschland.



Andrang am Stand der Universität Stuttgart auf den Bildungsmessen „Expo Estudiantes“ Peru und Chile.



die sich gerne an Stuttgart erinnern. Diese Menschen sind für Kooperationen mit der Universität Stuttgart sehr offen“, hat Richter beobachtet. Beispielgebend ist ein durch die Alexander von Humboldt-Stiftung unterstütztes Forscher-Alumni-Netzwerk, zu dem chinesische Wissenschaftler eingeladen werden, die nach Aufhalten in Stuttgart inzwischen in ihr Heimatland zurückkehrt und dort beruflich weit aufgestiegen sind. Zum Reich der Mitte pflegt die Universität Stuttgart gemeinsam mit dem baden-württembergischen Wissenschaftsministerium bereits seit den 1980er-Jahren intensive Kontakte, 220 chinesische Gastwissenschaftler waren über die drei Jahrzehnte hinweg hier. „Das China-Programm der Universität zielte lange Zeit auf die Förderung chinesischer Wissenschaftler und hat exzellente Kontakte hervorgebracht. Heute, da China ein wohlhabendes Land ist und etwas zurückgeben kann, können wir die Ernte einfahren“, sagt Richter. Aus dem Netzwerk heraus können Impulse für neue Forschungsk Kooperationen entstehen. Zugute kommen soll die Zusammenarbeit insbesondere auch Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern, zum Beispiel durch die gegenseitige Betreuung von Promotionen oder von Studien- und Abschlussarbeiten, die im Ausland verfasst werden.

GELEBTE TOLERANZ

Dass die internationale Vielfalt nicht nur der Wissenschaft, sondern auch der Gesellschaft nützt, davon ist Wolfgang Holtkamp auch aus persönlicher Erfahrung überzeugt. Auf dem Lehrplan des Literaturwissenschaftlers steht unter anderem ein studentisches Online-Globalisierungsprojekt mit Studierenden aus Indien, den USA, Südafrika, Russland und Deutschland. „Die Teilnehmer studieren nicht nur gemeinsam, sie verbringen während einer Exkursionsphase auch ihre Freizeit gemeinsam und bleiben nach dem Auslandsaufenthalt persönlich oder über soziale Netzwerke miteinander verbunden.“ Natürlich entstehen in diesem Kontext auch spannende wissenschaftliche Arbeiten. „Die Integrationsleistung in diesen multikulturellen Gruppen ist enorm. Dabei bildet sich zwar nicht gleich eine Weltgesellschaft heraus, aber sie bereiten vor auf ein Leben in einer globalisierten (Arbeits-)Welt“, so Holtkamp. Wer so studiert oder promoviert hat, wird auch später Toleranz leben. Und „Das Boot ist voll“-Parolen Paroli bieten.

Andrea Mayer-Grenu



WELTWEIT SPUREN LEGEN.

» Mit unserem Job bei Schuler legen wir Spuren auf der ganzen Welt! «

Trainees bei Schuler



Von der Motorhaube bis zur Spraydose: Seit über 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



www.schulergroup.com/karriere

SCHULER 

Member of the ANDRITZ GROUP

Wer ist das Volk?

Prof. Cathleen Kantner untersucht transnationale Öffentlichkeiten und die Demokratiefähigkeit Europas

Ob Flüchtlingskrisen und zerfallende Staaten, Euro-Rettung oder Klimaerwärmung: Zahlreiche Probleme sind von den betroffenen Staaten alleine nicht zu lösen. Doch Versuche, jenseits des Nationalstaats politische Institutionen zu entwickeln, können die bislang im nationalen Rahmen organisierte Demokratie aushebeln. Wer ist der „Demos“, das Volk, das die Entscheidungsträger in der EU legitimiert?

Wie entwickeln sich so genannte transnationale Öffentlichkeiten, die auf Beziehungsgeflechten auch von nichtstaatlichen Akteuren basieren, über Nationengrenzen hinweg? Gibt es eine europäische Identität? Mit solchen Fragen beschäftigt sich Prof. Cathleen Kantner, Leiterin der Abteilung für Internationale Beziehungen und Europäische Integration am Institut für Sozialwissenschaften und neue Prorektorin Lehre und Weiterbildung der Universität Stuttgart. In ihrem Büro stapeln sich unzählige Bücher und Papiere. „Viele denken, Politikwissenschaft bedeute, dass man den ganzen Tag Zeitungen liest und darüber diskutiert“, sagt Kantner und lacht. „Wir beschäftigen uns wissenschaftlich mit Politik. Wir versuchen, ein höheres Abstraktionsniveau zu erreichen, als wir dies in der Rolle des Staatsbürgers tun, der sich seine Gedanken macht und sich vielleicht über konkrete Politiker und bestimmte politische Entscheidungen ärgert.“ Eigene politische Meinungen separiert Cathleen Kantner sauberlich von ihrer wissenschaftlichen Arbeit. Wenn sie Interviews zu politischen Themen wie der letzten Europawahl gibt, macht sie ihre jeweilige Rolle kenntlich. In der Forschung gilt Kantners Augenmerk nicht so sehr dem politischen Tagesgeschäft, das Politiker, Journalisten und Bürger jeden Tag in

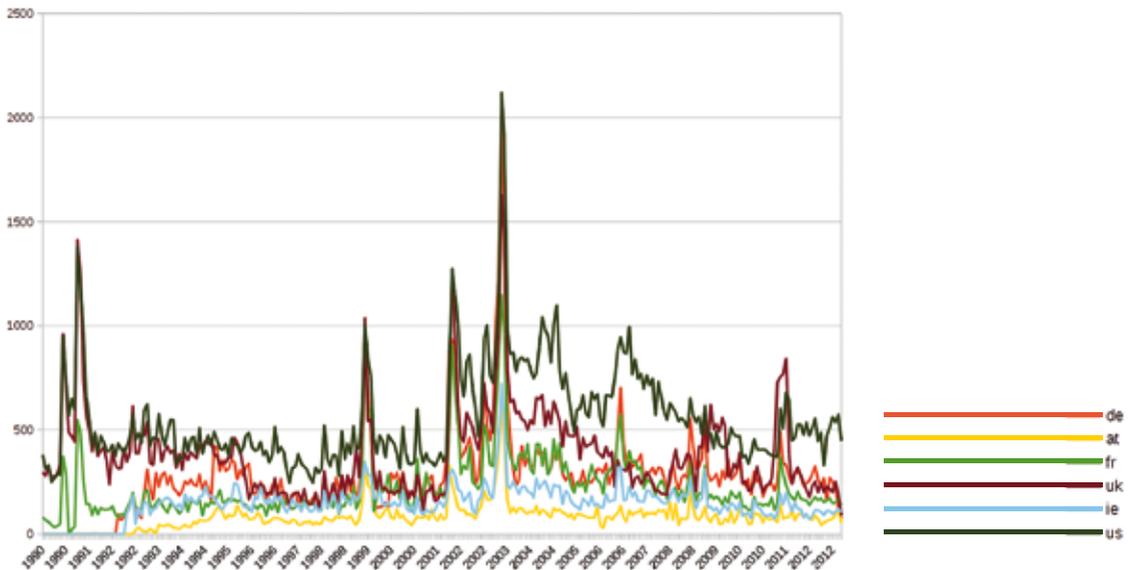
Atem hält. Und auch als Politikberaterin versteht sich die gebürtige Berlinerin, die seit 2010 in Stuttgart lehrt, nicht – wohl wissend, dass sich andere Vertreter ihres Fachs sehr wohl auf dieses Feld begeben. Sie genießt vielmehr das Privileg, dass sie politische Entwicklungen über längere Zeiträume analysieren und daraus Schlüsse für künftiges politisches Denken und Handeln ziehen kann – ohne den Gedanken an Wählerstimmen und tägliche Zeitungskommentare im Hinterkopf. Intensiv geht die Sozialwissenschaftlerin der Frage nach, wie transnationale politische Kommunikation zu denken sei und wie sich eine europäische Öffentlichkeit gestaltet. Zu diesem Thema fand sie früh: „Ich wollte meine Dissertation über die Institutionendynamik in der Europäischen Union schreiben und fand, dass Öffentlichkeit dabei eine wichtige Rolle spielt.“ Ihr sei entgegnet worden, es gebe doch gar keine europäische Öffentlichkeit. Kantner wiederum beharrte darauf, dass es intensive öffentliche Kommunikation über die EU gibt – und damit eine europäische Öffentlichkeit. Diese müsse allerdings auch systematisch ausgeschlossen werden an die Institutionen des Staates, damit diese demokratischer würden.

DIE ROLLE KOLLEKTIVER IDENTITÄTEN

Um diese These zu prüfen, führte sie großangelegte ländervergleichende Medieninhaltsanalysen durch. Ihr letztes, gerade abgeschlossenes Forschungsprojekt bestand in einer faszinierenden High-Tech-Auswertung: e-Identity, ein Verbundprojekt des Instituts für Sozialwissenschaften und des Instituts für Maschinelle Sprachverarbeitung (IMS) der Universität Stuttgart sowie Partnern in Hildesheim und Potsdam. Die Projektpartner werteten rund eine halbe Million Zeitungsartikel aus den Jahren 1990 bis 2012 aus, in denen es um Kriege und humanitäre militärische Interventionen geht.



„Was wir heute in Europa machen, ob wir großzügig oder egoistisch, mutig oder kleingeistig miteinander umgehen angesichts der großen Probleme unserer Zeit, das bestimmt die Geschichte, auf die wir morgen zurückschauen und an die wir uns mit Stolz oder Scham erinnern werden.“ Prof. Cathleen Kantner, Sozialwissenschaftlerin.



Projekt e-Identity: Häufigkeit von Zeitungsartikeln über humanitäre militärische Interventionen in sechs Ländern im Zeitraum 1990-2012. Abbildung: Universität Stuttgart/IMS

Um eine solche Menge an Artikeln überhaupt untersuchen zu können, zog das interdisziplinäre Team moderne computerlinguistische Methoden heran, die wie ein feinmaschiges Sieb die Texte vorsortierten und sehr präzise die für die Forscher interessanten Artikel herausfilterten. Diese wurden dann im Detail gelesen, interpretiert und ausgewertet.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wollten klären, welche Rolle multiple kollektive Identitäten in der Diskussion über internationale Konflikte spielen. Dabei kann es vielerlei Wechselbeziehungen geben, zumal Menschen in aller Regel nicht nur einer Gruppe angehören. Viele fühlen sich zwar beispielsweise ihrer jeweiligen Nation zugehörig, zugleich aber auch als Europäer. „Gerade im Kontext humanitärer Interventionen müssen wir uns angesichts dieser Fülle unserer Zugehörigkeiten überlegen, welche Vorstellung einer guten internationalen Ordnung wir vertreten, auf die wir hinwirken möchten“, erklärt die Professorin. „Welche Rolle streben wir als Gruppe an? Welche Werte sind uns wichtig?“

Die Deutschen zum Beispiel mussten sich nach der Wiedervereinigung nicht nur als Nation neu definieren, sondern auch als Europäer und NATO-Mitglied neu verorten. Ebenso mussten sich die Mitglieder der „Grünen“ zur Zeit des Balkan-Konflikts der 1990er Jahre als Gruppe zu Fragen der Außenpolitik neu positionieren. Hypothesen zu kollektiven Identitäten gibt es zahlreiche. Viele vermuten, dass sich nationale Identitäten und eine europäische Identität wechselseitig ausschließen: „Vergessen“ die Menschen ihre Nation, wenn sie europäischer werden – oder werden sie blind für die großen internationalen Fragen, wenn sie ihr Land lieben? Bewegen sich die Aufmerksamkeitszyklen nationaler und europäischer Identität tatsächlich gegenläufig? Empirisch klären konnte solche Fragen bislang kaum jemand. „Wir versuchen das jetzt“, sagt Kantner. Und wie bilden sich neue Identitäten? „Identitäten formen sich im Wechselverhältnis zwischen Vorausschau und Rückblick“, erklärt die Wissenschaftlerin.

DIE GESELLSCHAFT ÜBER SICH SELBST AUFKLÄREN

Was aber bedeutet das für die europäische Politik? Kantner sieht die Aufgabe von Sozialwissenschaftlern eher darin, die Gesellschaft über sich selbst aufzuklären, und sieht es kritisch, politi-



sche Lösungen an der Öffentlichkeit vorbei vorwegzunehmen. Dahinter steht ein grundfestes demokratisches Prinzip: „Es gibt immer mehrere Optionen, wie man handeln kann, und es hängt davon ab, wie sich die Menschen entscheiden. Dafür haben sie auch selbst

die Verantwortung zu tragen, etwa, indem sie wählen. Experten können und sollten ihnen dies nicht abnehmen.“ Diese Verbindung zwischen Bürger und Politik darf nach Kantners Meinung nicht dadurch untergraben werden, dass Experten sich allzu leicht als „Abkürzung“ für die komplizierte und auf repräsentative demokratische Verfahren angewiesene demokratische Meinungs- und Willensbildung anbieten. Lasse man dies zu, entmündige man die Bürger.

Kantner ist der Ansicht, dass es transnationale öffentliche Kommunikation über europäische Themen durchaus gibt. Daher sei es wichtig, dass diese öffentliche Kommunikation auch einen systematischen und verfassungsmäßig garantierten Eingang ins politische System der EU finde. Europäische Identität im klassischen Sinne einer normativ ausgezeichneten gemeinsamen Geschichte entsteht im demokratischen politischen Prozess: „Was wir heute in Europa machen, ob wir großzügig oder egoistisch, mutig oder kleingeistig miteinander umgehen angesichts der großen Probleme unserer Zeit, das bestimmt die Geschichte, auf die wir morgen zurückschauen und an die wir uns mit Stolz oder Scham erinnern werden“, sagt Kantner.

Moderne Gesellschaften basierten nicht mehr auf Überlieferungen, die von Generation zu Generation übernommen würden, oder auf religiösem Glauben. Vielmehr integrieren sich Gesellschaften heute – wie auch in der EU über Nationen hinweg – über die Auseinandersetzungen über unterschiedlichste kontroverse Themen. „Das, was uns verbindet und was uns Richtung gibt, müssen wir aus uns selbst gewinnen“, sagt Kantner. Daraus entstehe dann über lange Zeiträume hinweg eine neue gemeinsame Geschichte.

Es sei eine Grundfrage der Demokratie, darauf zu achten, dass die Macht tatsächlich in den Parlamenten, den nationalen und dem europäischen, bleibt – also beim Volk. „Die gesellschaftlichen Voraussetzungen dafür sind gegeben.“

Jens Eber/amg

Im Zeichen des Lichts

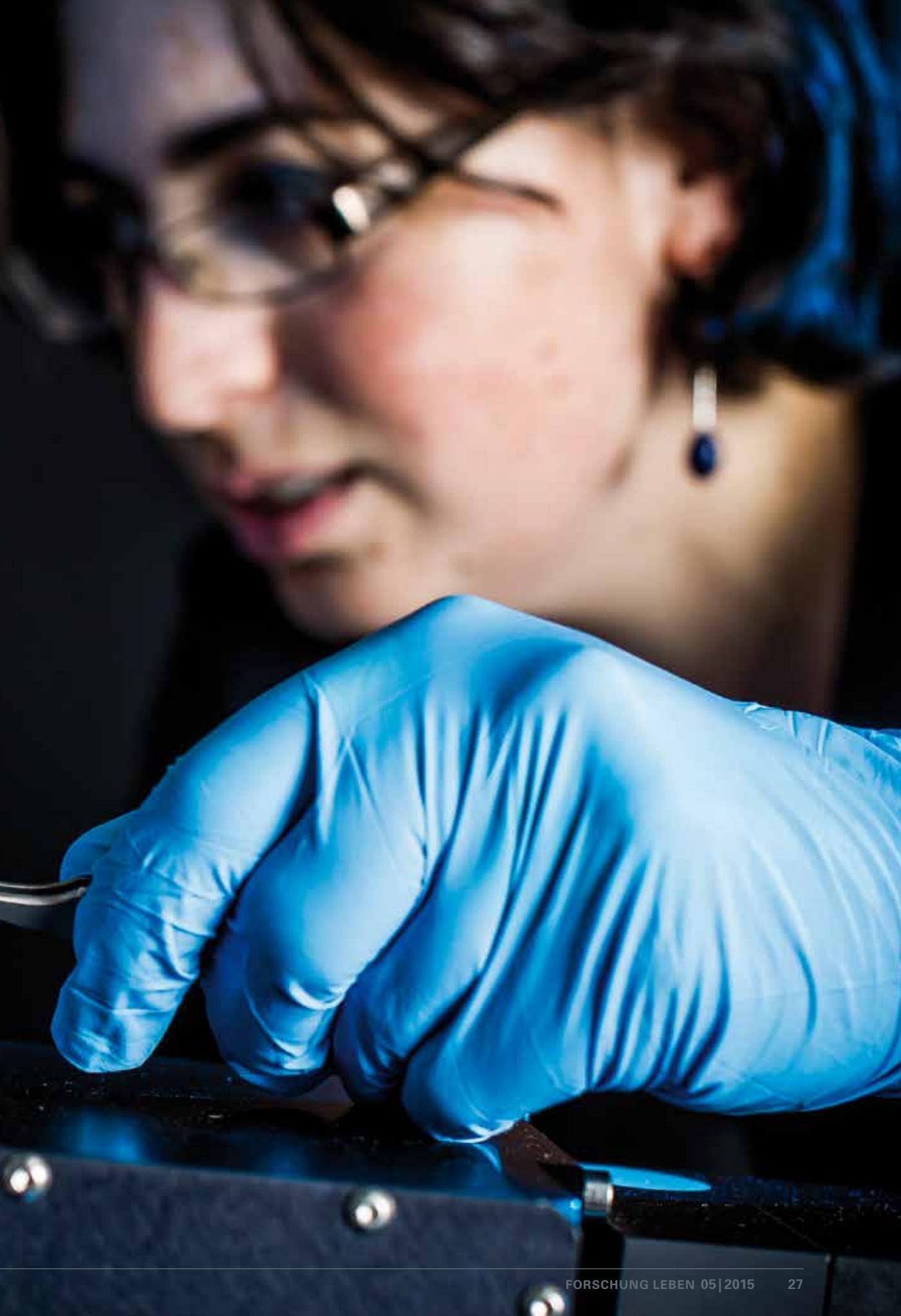
Wenn es in den Laboren dunkel wird, beginnt im Forschungszentrum of Photonic Engineering (SCoPE) der Universität Stuttgart eine faszinierende Welt des Lichts. In ihr entstehen neue optische Materialien wie etwa ultradünne Metallfilme, metallische Nanopartikel oder neuartige Lichtquellen und Interferometer. Auch wenn es um das Schalten mit Licht, um ultraschnelle Nanooptik, um Atomoptik in Wellenleitern, um Halbleiter-Quantenpunkte oder um die Optimierung von Nano-Antennen geht: In der Optik, Photonik und Optoelektronik ist die Universität Stuttgart mit SCoPE hervorragend aufgestellt.

Physiker und Ingenieure aus insgesamt zwölf Instituten bündeln im SCoPE ihre Zusammenarbeit und verstärken die Kooperation mit der Industrie. Ziel ist die Schließung der Forschungs- und Entwicklungskette von den photonischen Grundlagen zu innovativen Entwicklungen und Anwendungen in der Industrie. In der Forschung liegt der Schwerpunkt im Bereich Modellierung, Simulation, Herstellung und Charakterisierung von strukturierten photonischen Materialien und Oberflächen, sowie auf aktiven optischen Bauelementen und Systemen, wie zum Beispiel neuen photonischen Chips. Die Forschungsthemen reichen von den Quantenstrukturen und der Quantenoptik über Metamaterialien und Plasmonik zu anwendungsorientierten Aufgabenstellungen der Subwellenlängenoptik sowie der diffraktiven und aktiven Optik.

Auch für den Nachwuchs wird gesorgt: Der assoziierte interdisziplinäre Studiengang „Photonic Engineering“ trägt dazu bei, dass insbesondere für die Industrie ausreichend Fachleute auf dem Gebiet der optischen Technologien zur Verfügung stehen.

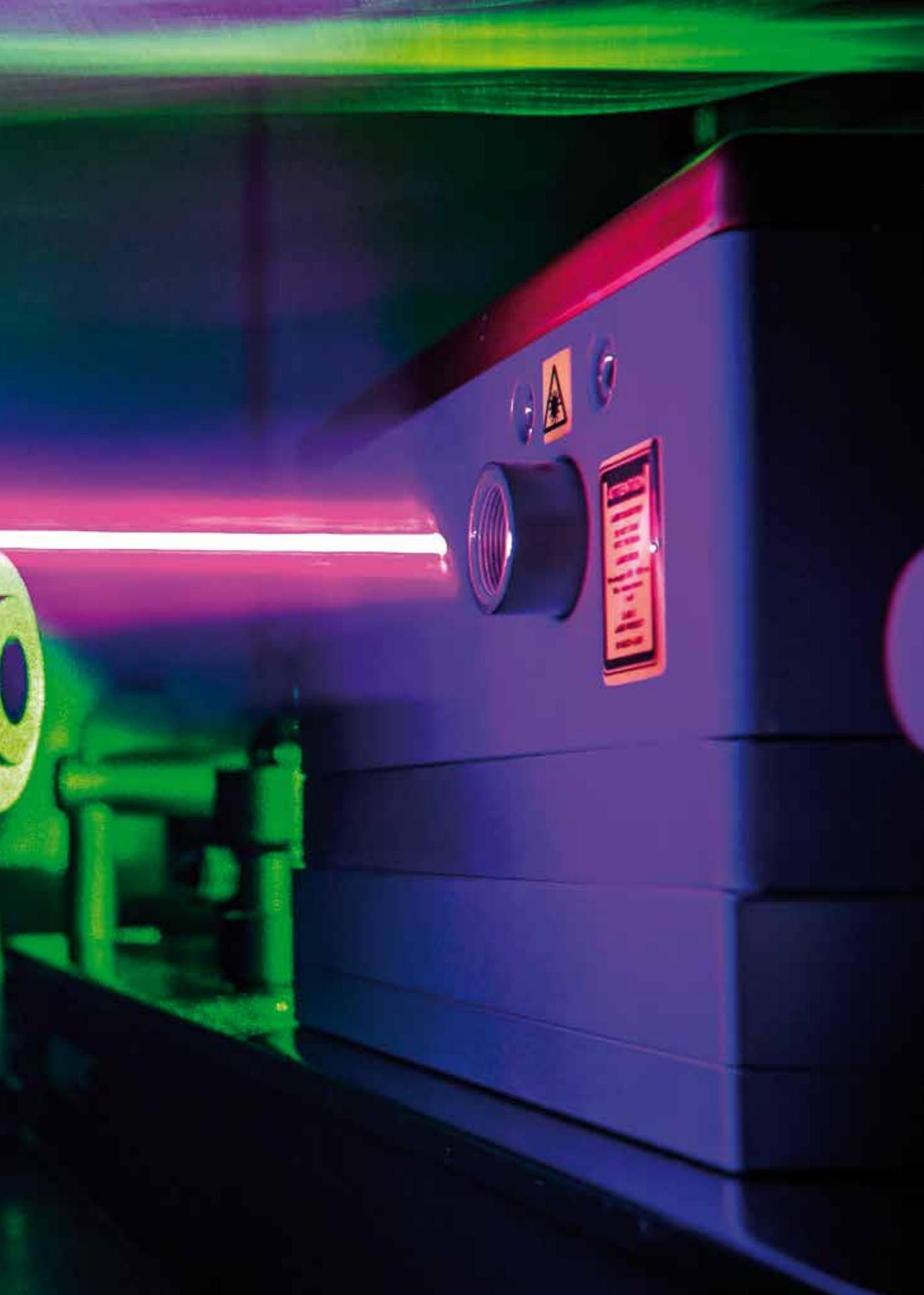


Gegenstand der Forschung am 1. Physikalischen Institut ist die Wechselwirkung von polarisiertem Licht mit nanostrukturierten Materialien. Dazu gehören optische Untersuchungen an Halbleitern, metallischen Nanostrukturen, Dielektrika und biologische Proben.





Halbleiterscheibenlaser:
Laserstrahlquellen auf Halbleiterbasis und von hoher Brillanz sind im roten sowie im ultravioletten Spektralbereich bisher nicht verfügbar. Die Forschung, Entwicklung und Optimierung dieser Systeme wird hier, im wahrsten Sinne des Wortes, bis auf die Spitze getrieben. Nie dagewesene Laserleistung aus einem Prototyp: 100 Prozent "made at University of Stuttgart".

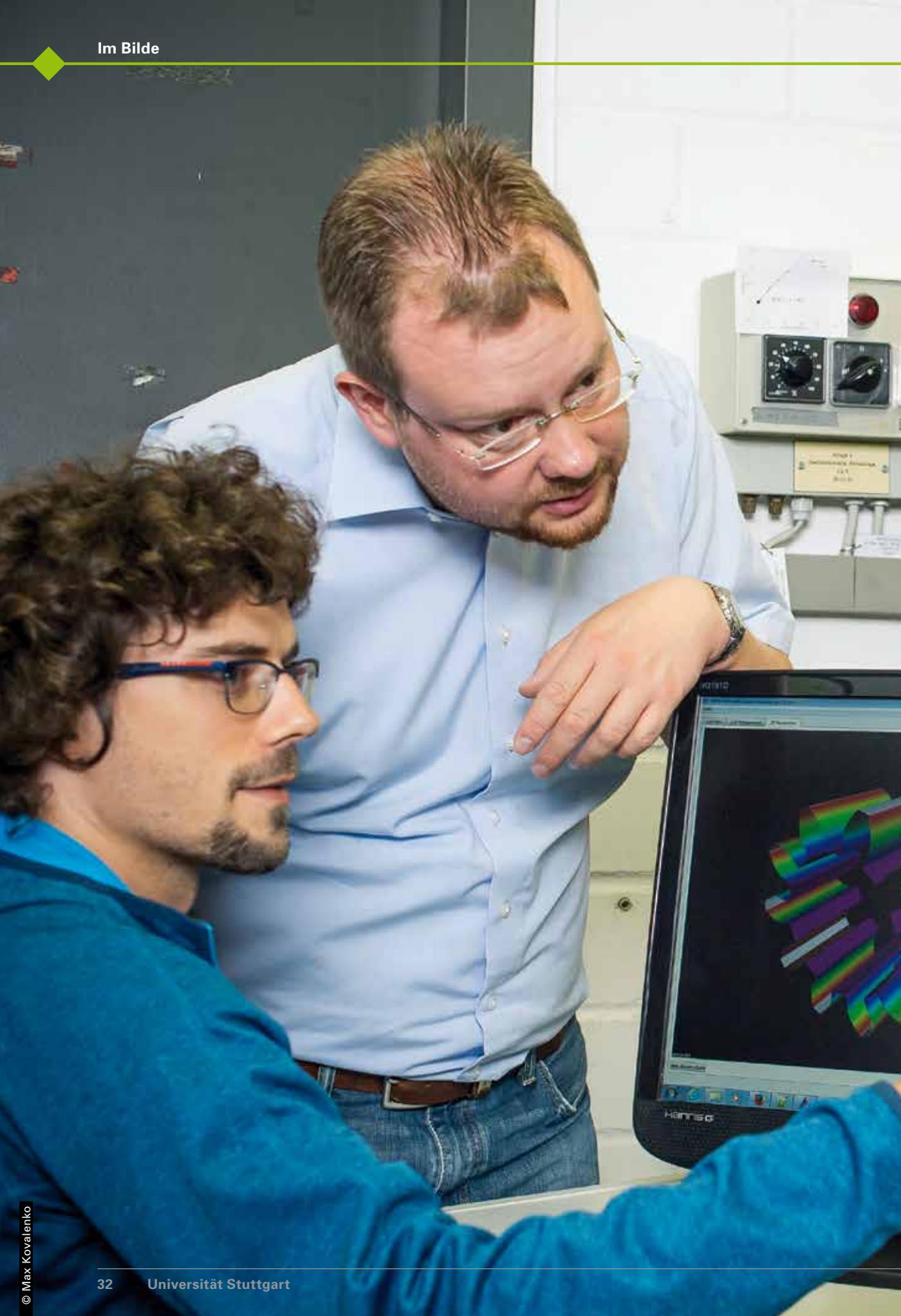




Stickstoff-Reinigung eines flächig metallisierten Display-Glassubstrats direkt vor der Beschichtung mit Fotolack zur lithografischen Strukturierung.



Transportpalette für die Inline-Sputterbeschichtung, bestückt mit Glassubstraten zur Beschichtung mit transparenten, dielektrischen Schichten.

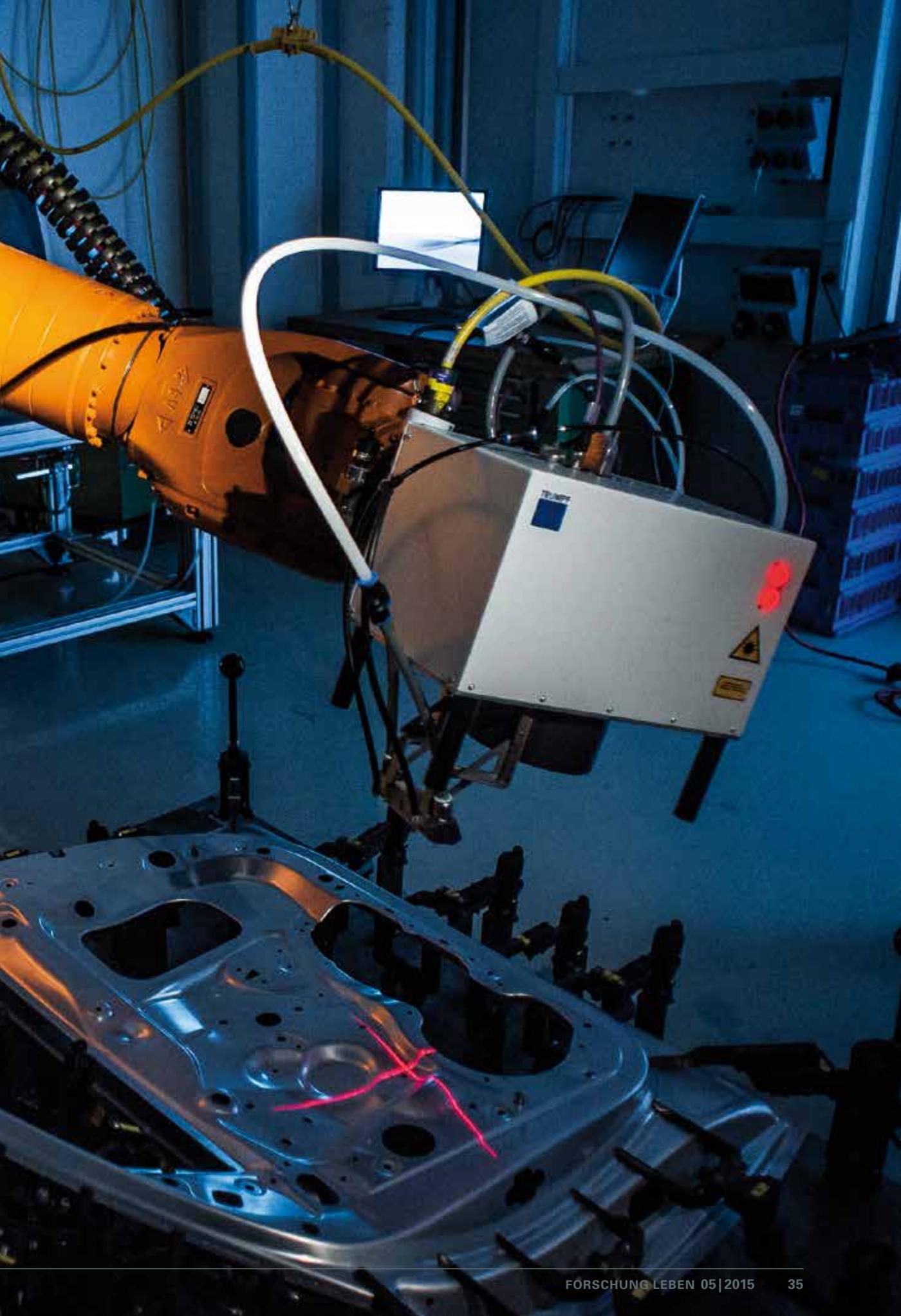


Das Institut für Technische Optik (ITO) und das Institut für Systemdynamik (ISYS) forschen gemeinsam an flexiblen Multisensormaschinen zur automatischen Inspektion technischer Objekte. Die Regelung der Mehrachsaktuatorik erlaubt präzise Bewegungen, so dass die optischen Sensoren die gewünschten Oberflächen optimal abtasten können. Assistenzsysteme helfen bei der automatisierten Planung, Durchführung und Auswertung der gesamten Inspektion.





Moderne Laseranwendung für den automobilen Leichtbau. Roboter und Scanner-Optik zum Remote-Laserstrahlschweißen einer Automobiltür aus Aluminium.

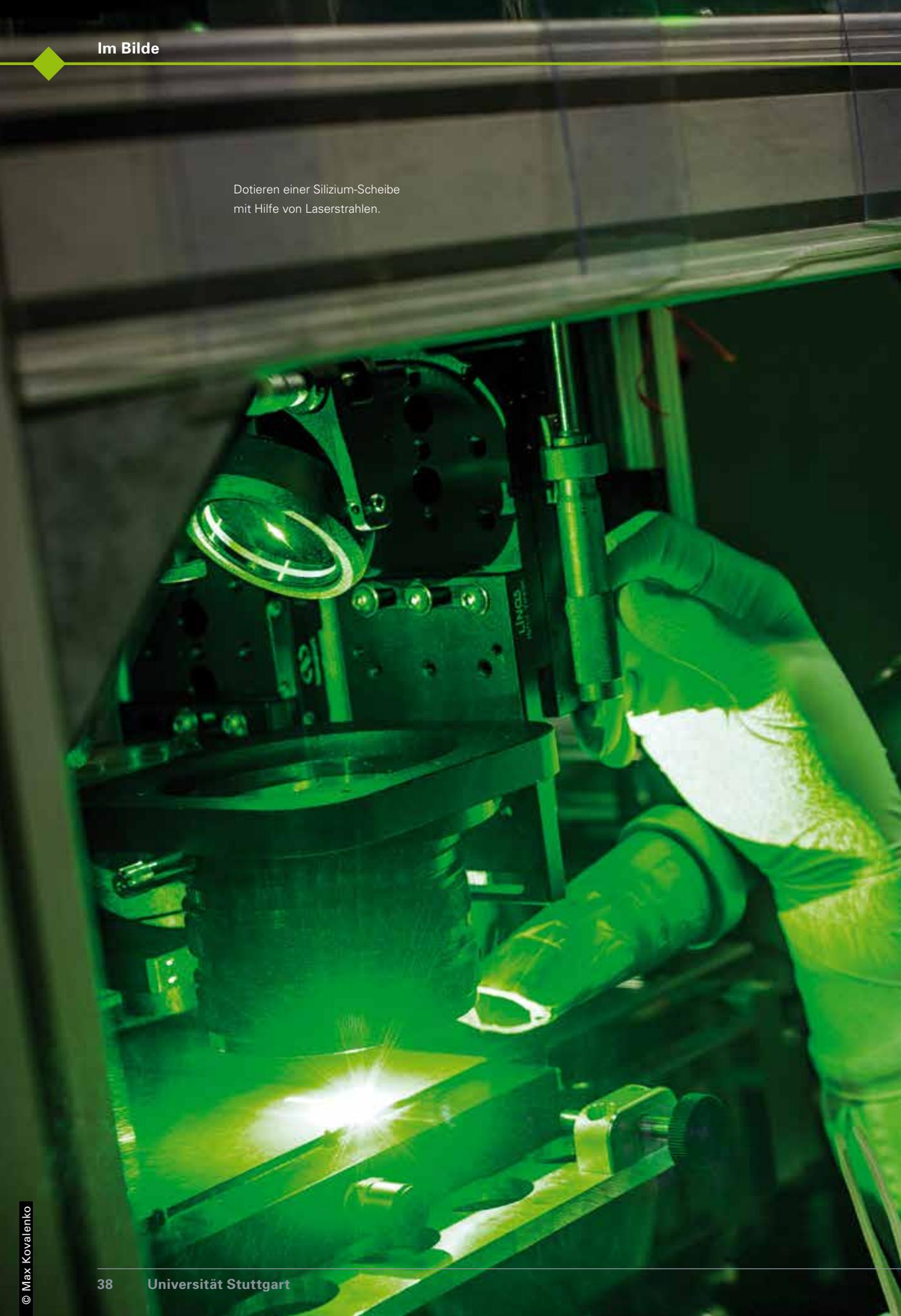


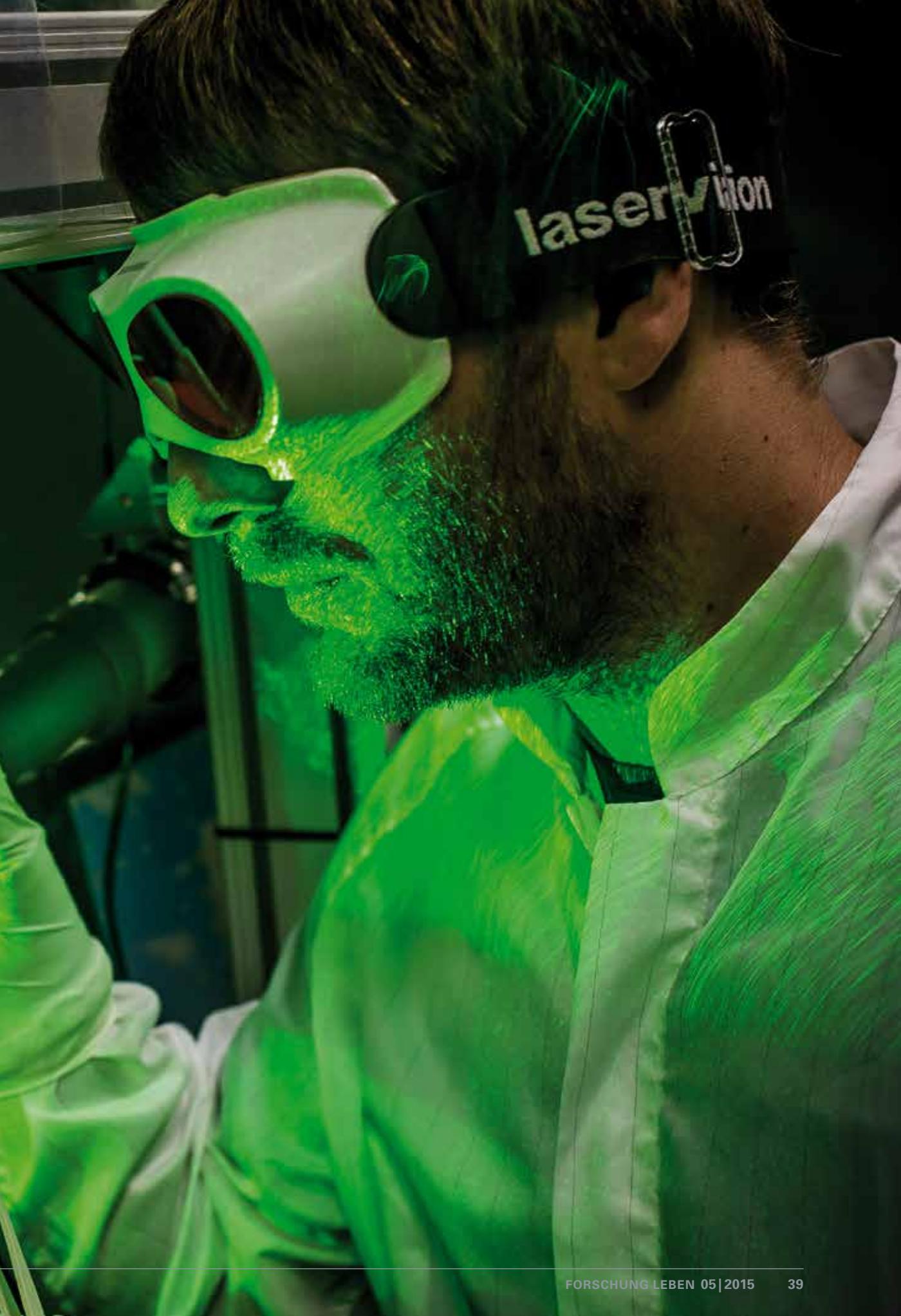




Teilprozessierte Solarzelle nach Oberflächenpassivierung mit Hilfe eines Plasmaverfahrens.

Dotieren einer Silizium-Scheibe
mit Hilfe von Laserstrahlen.





laservision



Das atomare Spektroskopie-Labor auf einem Chip. Die hochauflösende Spektroskopie atomarer Gase kann dank mikroskopischer photonischer Strukturen auf die Größe eines Haares miniaturisiert werden.



Das Smartphone als Mikroskop:
Im Rahmen einer Masterarbeit entsteht
der Prototyp einer Smartphone-Vorsatz-
optik zur Realisation von mikroskopi-
schen Abbildungen.





© KIC InnoEnergy

TEERERKENNUNG IN MINUTENSCHNELLE

Energie aus Biomasse boomt. Für die Energieumwandlung auf dem Wege der thermochemischen Konversion werden meist Holzpellets oder Holzhackschnitzel bei hohen Temperaturen in Gas umgewandelt, das dann in Motoren verbrannt wird und so Strom und Wärme erzeugt. Dabei haben die Anlagenbetreiber jedoch mit der Bildung von Teeren zu kämpfen, die sich in Rohrleitungen, Katalysatoren oder am Ende im Gasmotor absetzen. Dies kann im schlimmsten Fall zum Ausfall der Anlage und teuren Reparaturen führen. Ein im Rahmen der Promotion von Andreas Gredinger am Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik der Universität Stuttgart entwickeltes innovatives Messsystem soll nun Abhilfe schaffen: Das Gerät mit dem Namen DeMiTar erlaubt es, die Teerkonzentrationen quasi-kontinuierlich, schnell und unkompliziert zu messen und den optimalen Betriebspunkt der Anlage zu bestimmen. Die Entwicklung wurde durch das Unternehmen KIC InnoEnergy begleitet und steht kurz vor der Markteinführung.

VISUALISIERUNGSTOOL FÜR MEDIZINISCHE LANGZEITSTUDIE

In medizinischen Studien werden umfangreiche Informationen zu Patienten und ihren Therapien gesammelt – je mehr Daten, desto konkreter die Erkenntnisse. Allerdings wird auch deren Auswertung komplizierter und fehleranfälliger. Die Stuttgarter Visualisierungsexpertin Corinna Vehlow entwickelte eine Software, mit der die genetischen Anlagen und der erzielte Behandlungserfolg in Verbindung gesetzt werden. An der Universitätsklinik Denver wies sie nach, dass die visuelle computergestützte Methode die Auswertung der großen Datenmengen erheblich erleichtert. Die amerikanischen Mediziner konnten wichtige Details über den Therapieerfolg von Herz-Kreislaufkrankungen gewinnen.



© ICD/ITKE

BAUEN WIE DIE WASSERSPINNE

Eine Wasserspinnne verbringt nahezu ihr gesamtes Leben unter Wasser und braucht dazu eine stabile Luftblase zum Atmen. Um die Luftblase zu sichern, errichtet die Spinne ein horizontales Netz, unter dem die Blase platziert werden kann. In einem weiteren Schritt verstärkt sie die Blase von innen mit Fasern. Dadurch entsteht ein stabiles Konstrukt, das mechanischen Belastungen wie Wasserströmungen standhalten kann. Von dieser Leichtbaumethode ist der Forschungspavillon 2014/15 der Institute für Computerbasiertes Entwerfen (ICD) und für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) der Universität Stuttgart inspiriert. Statt der Spinne hat hier ein Roboter eine zunächst weiche, mit Luftdruck gestützte Folienhülle durch von innen aufgeklebte Carbonfasern schrittweise ausgesteift. Die so entstandene extrem leichte Faserverbundschale stellt eine sehr materialeffiziente Konstruktion dar und erschließt zugleich auch neue Entwurfsmöglichkeiten für die Architektur.



© Universität Stuttgart/IFB

ERSTE ALPENÜBERQUERUNG EINES BATTERIEFLUGZEUGS

Forscher des Instituts für Flugzeugbau (IFB) der Universität Stuttgart ist es gelungen, mit einem spektakulären Flug über die Alpen die Leistungsfähigkeit und Alltagstauglichkeit von Flugzeugen mit Batterieantrieb nachzuweisen. Damit ist ein weiterer wichtiger Schritt hin zu einer CO₂-armen und energieeffizienten Luftfahrt gelungen. Vom Flugplatz Hahnweide bei Stuttgart ist das Elektroflugzeug „e-Genius“

über die Alpen nach Italien geflogen. Um den norditalienischen Platz „Calcinatè del Pesce“ zu erreichen, musste das High-Tech-Batterieflugzeug über 320 km Distanz zurücklegen. Die Dreitausender in der Zentralschweiz überflog der eGenius dabei in einer sicheren Höhe von nahezu 4000 Metern.

DIESEL AUS WASSER



© Sunfire GmbH

Der Dresdner Firma sunfire ist es erstmals gelungen, künstlichen Diesel-Kraftstoff auf Basis von

Wasser, CO₂ und Ökostrom zu produzieren. Die Ökobilanz und damit die wissenschaftliche Bewertung der Anlage und des produzierten Treibstoffes hinsichtlich der potenziellen Umweltwirkungen erstellte die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung (Gabi) am Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart. Im Rahmen der Studie wurde der auf den Namen ‚Blue Crude‘ getaufte Kraftstoff mit biogenen und fossilen Treibstoffen verglichen. Die ersten Ergebnisse zeigten, dass ‚Blue Crude‘ prinzipiell ein deutliches CO₂ Einsparpotenzial gegenüber fossilen Kraftstoffen aufweist und somit erhebliche Vorteile für die Umwelt bringen kann. Dieses Potential kann jedoch nur ausgeschöpft werden, wenn bei der Herstellung erneuerbare Energien zum Einsatz kommen.

LOGISTIK OHNE TAKT UND BAND

Seit über 100 Jahren folgt die Montage in der Autoindustrie einem Takt, bei dem genau festgelegt ist, wann, wo und wie ein bestimmter Arbeitsschritt zu erfolgen hat. Für die Produktionslogistik bedeutet dies, dass auch die Materialien nach diesem Takt an das Band geliefert werden. Dieses System hat dazu geführt, dass Güter effizient, schnell und vor allem kostengünstig produziert werden können. Für die Anforderungen der heutigen wandlungsfähigen Produktion mit immer zahlreicheren Produktvarianten in immer kleinerer Stückzahl ist das jedoch zu starr. Das Institut für Fertertechnik und Logistik (IFT) der Universität Stuttgart arbeitet im Rahmen des Forschungscampus ARENA2036 an Lösungen, die mehr Flexibilität und Wandelbarkeit erlauben. Eines der Kernstücke der am IFT entwickelten neuartigen Logistiklösungen bilden intelligente, selbststeuernde Ladungsträger sowie neuartige Lagerelemente.

Die Welt im Bau

Internationales Arbeiten beginnt im Studium

Was lernen Studierende, wenn sie ein Kinderheim in Südafrika nicht nur selbst planen, sondern auch bauen? Wie legt man eine Lehrveranstaltung so an, dass sie Verständnis für verschiedene Kulturen vermittelt? An der Fakultät Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart bearbeiten Studierende in interkulturellen Teams Projekte auf der ganzen Welt. Die besondere Herangehensweise, die das erfordert, wird so zur Selbstverständlichkeit. Das beweisen zahlreiche Initiativen der Nachwuchswissenschaftler und -ingenieure.

In welcher Arbeitssprache verständigen sich internationale Teams? Welche religiösen Bräuche sind zu berücksichtigen? Die Herausforderungen, die interkulturelles Zusammenarbeiten bereithält, erlebten Studierende verschiedener Fachrichtungen im Projekt „Urban Refugees Stuttgart“

im Sommersemester 2015 hautnah. 36 junge Wissenschaftler unterschiedlicher Nationalität – unter anderem aus Ägypten, der Türkei, den USA, Südafrika, Kolumbien und Chile –, Bachelor- und Masterstudierende, beteiligten sich. Die Teilnehmer sollten der höchst aktuellen Frage nachgehen, wo und wie Flüchtlinge in Stuttgart wohnen und wie sie in die Stadtgesellschaft integriert werden können. „Für uns war es sehr wichtig, dass die Projekte in Stuttgart stattfinden und ein bestimmtes Ziel haben“, erklärt Marisol Rivas Velázquez, akademische Mitarbeiterin am Städtebau-Institut. „Wir waren überrascht, wie groß das Interesse war. Aber es ist auch eine Herausforderung, mit den verschiedenen Kulturen und Gesellschaften zu arbeiten.“ Die Beteiligten bearbeiteten mehrere Teilprojekte: Eine Kontakt-Internetseite, auf der sich Freiwillige und Initiativen der Flüchtlingsarbeit vernetzen können. Ein Urban-Gardening-Projekt, das die Wohnsituation in einer Unterkunft durch eine Grünanlage verbessern soll. Und ein Projekt, das Flüchtlinge, Kreative und Einwohner in Kontakt bringt. „Wir wollen einen integrativen Ort in der Stadt schaffen, der die Leute verbindet“, sagt die Studentin Diane Stein. Konkret entwickelte ihr neunköpfiges Team aus fünf verschiedenen Ländern die Idee, einen ausrangierten Container zu einem multifunktionalen Raum umzubauen. „Der soll als Plattform für Flüchtlinge und Bevölkerung dienen, um Brücken zu bauen.“ Nach ihren Kontakten mit den Flüchtlingen sagt Stein: „Wir haben die Konflikte und die Chancen analysiert und gesehen: In diesen Leuten steckt unglaublich viel Potenzial. Es sind Künstler und Kreative dabei, junge Akademiker, sehr motivierte Leute. Aber aufgrund der Rahmenbedingungen fallen sie in Lethargie. Daraus ist unsere Idee entstanden.“ Wie das Projekt die Mitwirkenden



Aus einem alten Container wird eine Plattform für Flüchtlinge und Bevölkerung.



Studierende fertigen Lehmziegel für Gebäude im Armenviertel Ezbet Abu El-Shahat in Kairo.

verändert, hat Stein an sich selbst bemerkt: „Ich bin interkulturell aufgewachsen. Aber man wird auf jeden Fall viel offener – wenn man es nicht eh schon ist.“ Die meisten deutschen Teilnehmenden hätten entweder einen Migrationshintergrund oder sprächen mehrere Sprachen und seien schon viel herumgekommen. „Die haben alle ein Interesse an internationalem Austausch. Das Projekt ist eine Bereicherung, weil man seinen Horizont öffnet“, sagt Stein und gibt ein Beispiel: Mitten im Ramadan sollte ein Workshop stattfinden, danach war ein gemeinsames Essen geplant. „Darauf muss man dann Rücksicht nehmen. Man wird sensibler für Dinge, die man sonst nicht gesehen hätte.“

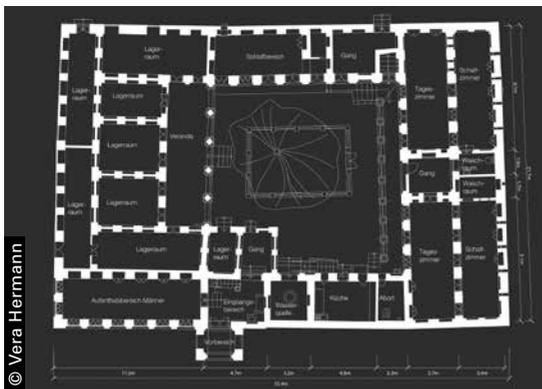
Das bestätigt auch ihre Kommilitonin Miriam Ceravolo. Die Italienerin verbringt über das EU-Programm Erasmus ein Jahr in Stuttgart. „Am Anfang war es schwierig, auch wegen der Sprache“, sagt sie über ihre Mitarbeit bei Urban Refugees. „Aber es ist eine wirklich gute Gelegenheit, auch die Stadt Stuttgart und die internationale Gemeinschaft in dem Projekt zu entdecken.“ In der Zusammenarbeit mit den Flüchtlingen, deren Situation die Nachwuchsforscher ja wissenschaftlich untersuchten, konnte die Truppe ihre Vielfalt ausspielen: „Wir haben zum Glück Leute dabei, die arabisch sprechen oder chinesisch“, sagt Stein. „Aber Englisch ist die Basis, auf der wir uns verständigen.“

WOHNKULTUREN IM VERGLEICH

In entferntere Ecken – oder gar fehlende – blickt ein anderes Projekt: In Malawi baute man üblicherweise runde Häuser, in arabischen Ländern oft solche mit Windtürmen. Aber warum? Um den Studierenden vor Augen zu führen, wie vielfältig die Welt des Wohnens ist, haben die Architektursoziologen Prof. Christine Hannemann und Dr. Gerd Kuhn eine besondere Projektarbeit erdacht: Den Vergleich von Wohnkulturen in Form eines theoretischen Entwurfes. „Bei diesem Entwurf geht man davon aus, dass es in verschiedenen Kulturen verschiedene Formen des Wohnens gibt“, erklären die Wissenschaftler vom Institut Wohnen und Entwerfen. Die Studierenden sollten dazu je eine traditionelle und eine moderne Bauweise innerhalb eines Kulturraumes ihrer Wahl untersuchen. Dabei wurden unter anderem der Lebenszyklus, die soziale Einheit, die klimatischen Bedingungen und religiöse Einflüsse analysiert. Vor allem Letztere spielten bei den historischen Bauformen eine prägende Rolle. Als Beispiel nennt Hannemann die klassischen Rundhütten in Malawi: Dort glaubte man, dass in den Ecken Geister leben. Deshalb baute man Häuser ohne Ecken.

„Unsere Grundthese lautet: Durch die Globalisierung wird überall Vergleichbares gebaut“, sagt Hannemann. Statt traditionell enger, schattenspendender Bauweise und Häusern mit Kältetürmen, entstehen so in Afrika und Arabien Glaspaläste,

Grundriss eines traditionellen und eines modernen Wohnhauses in Dubai. In dem zwischen 1924 und 1952 erbauten Gebäude oben sind alle Räume um einen zentralen Innenhof gruppiert. Die Luftführung sowie eine Sommer- und Winteretage tragen den klimatischen Besonderheiten Rechnung. Der zentrale Raum des 2011 errichteten Gebäudes unten ist das Wohnzimmer, die moderne Betonbauweise und große Fensterflächen erfordern eine Klimaanlage.



die energieintensiv gekühlt werden müssen. Dies zeigt beispielhaft eine Arbeit über Wohngebäude in Dubai, die die Studentin Vera Herrmann vorstellte. In den modernen Appartementanlagen dominiert eine europäisierte, amerikanisierte Bauweise mit vielen Privaträumen, wie es in dieser Form dort früher nicht üblich war. Schon bei der Recherche mussten die Studierenden ihre interkulturelle Kompetenz beweisen: Um überhaupt Informationen über das Bauprojekt in Dubai zu erhalten, kontaktierte die Studentin direkt das planende Architekturbüro. Bei einem der Appartementhäuser meldete sie sich

in einem Bewohnerblog als mögliche Wohninteressentin an. „Es ist eine Art teilnehmende Beobachtung“, erklärt Hannemann die wissenschaftliche Vorgehensweise. Insgesamt wurde im Projekt Wohnkulturen aus Europa (Ukraine, Niederlande, Schwaben), Asien (Korea, Japan und China) und Arabien (Vereinigte Emirate) untersucht.

Die Vergleiche brachten erstaunliche Übereinstimmungen hervor, wie das Beispiel Shanghai zeigt: Statt der traditionell dort üblichen Hofhäuser werden tausendfach dieselben Appartementbauten wie in allen Industrieländern hochgezogen. „Jetzt wird es für die Studierenden spannend“, sagt Kuhn: „Berücksichtigt der staatliche chinesische Wohnungsbau noch, dass das Schlafzimmer aus traditionellen Gründen zur Südseite liegen muss? Dass Speise- und Wohnraum direkt im Eingangsbereich liegen müssen?“ Der Erkenntnisgewinn sei enorm: „Jeder ist es gewohnt, in seinem Umfeld so zu leben, wie es im Moment üblich ist. In der Kontrastierung wird den Studierenden bewusst, wie man anderswo lebt“, sagt Kuhn. „Der historische Vergleich zeigt dann: Warum macht man es anders? Welche Schwächen hatte vielleicht die traditionelle Bauform? Warum werden soziale und klimatische Faktoren nicht mehr berücksichtigt?“

Mit dem Projekt will die Fachgebietsleiterin Hannemann „die interkulturelle Kompetenz der Stuttgarter Studierenden stärken und diese anregen, sich mit dem Thema aus soziokultureller und architektonischer Perspektive, auseinanderzusetzen.“ Daher hat sie auch die zahlreichen wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nichtdeutscher Herkunft in der Fakultät gebeten, in Vorträgen die Wohnkulturen ihres Herkunftslandes vorzustellen. Denn das Personal ist, wie die Studentenschaft, international zusammengesetzt. Hannemann ist überzeugt: „Das muss man für die Lehre fruchtbar machen.“



© Ezbet Projekt

In einem Recycling-Seminar des Ezbet-Projekts testeten Studierende, ob man aus leeren Flaschen Wände bauen kann.

LERNEN DURCH SCHMUTZIGE HÄNDE

Eine, die sich an dieser Vortragsreihe beteiligte, ist Dr. Manal El-Shahat. Die gebürtige Ägypterin leitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Städtebau-Institut ein großes Projekt, in dem die Studierenden grenzübergreifendes Arbeiten unter den schwierigen Bedingungen eines Landes im Umbruch lernen: das Ezbet-Projekt. Fast zwei Drittel der Einwohner von Kairo leben in sogenannten informellen Gebieten, landläufig Slums genannt. „Wenn man von Entwicklung spricht, muss man diese Gebiete entwickeln“, sagt El-Shahat. So entstand die Idee, im Quartier Ezbet Abu Qarn ein Gemeindezentrum zu bauen, ein Areal direkt hinter der ältesten Moschee Afrikas. El-Shahat hatte bereits als Studentin an der Ain Shams University in Kairo ein Entwicklungskonzept für dieses Gebiet erstellt. Später als Dozentin und bei der Recherche für das neue Entwurfsprojekt an der Universität Stuttgart stieß sie auf die Nichtregierungsorganisation Alshanyek Ya Balady (AYB), die in Ezbet Abu Qarn tätig ist. Mit ihr entstand eine Kooperation. Im Oktober 2011 fuhren erstmals 22 Studierende zu einer zehntägigen Exkursion nach Kairo. In einer politisch instabilen Phase galt es, Gespräche zu führen und die Situation vor Ort zu erkunden, um zunächst theoretisch einen Entwurf für ein Gemeindezentrum zu entwickeln. Als die Aktiven von AYB die Entwürfe sahen, kauften sie kurzerhand ein Gelände und überraschten die Uni Stuttgart Ende 2012 mit der Nachricht, das Zentrum tatsächlich bauen zu wollen. AYB engagiert sich in Bildung, Ausbildung und Gesundheitsversorgung – alles könnte in dem Zentrum angesiedelt werden.

2013 schrieben die Uni Stuttgart und die Ain Shams University in Kairo gemeinsam einen studentischen Wettbewerb zum Entwurf des Zentrums aus, gefördert vom Deutschen Akade-

mischen Austausch Dienst. 35 Gruppen, bestehend aus Studierenden der Architektur, Stadtplanung und des Bauingenieurwesens aus beiden Ländern gaben Entwürfe ab. Die Jury-Sitzung musste aus Sicherheitsgründen in Stuttgart stattfinden. Danach folgten zehn Workshops zum Modellbau, zu Material und Technik – jeweils zur Hälfte mit deutschen und ägyptischen Studierenden – sowie weitere Exkursionen nach Kairo. „Die Leute müssen durch schmutzige Hände lernen und mit der dortigen Gemeinschaft arbeiten“, erklärt El-Shahat den Zweck der Lehrfahrten. Zusammen mit Bewohnern und einheimischen Handwerkern probierten die Studierenden aus, ob sich Wände aus Stampflehm oder Lehmziegeln mit Altpapier als Klebematerial eignen könnten.

In einem Recycling-Seminar entstand eine Wand aus leeren Colaflaschen. Gleichzeitig lernten die Teilnehmer, was es heißt, in informellem Gebiet zu arbeiten: Zum Beispiel, dass man sich immer eine Beschäftigung für die vielen Kinder überlegen muss, die auf die Baustelle strömen. „Es war wichtig, der Gesellschaft dort zu zeigen, was wir vorhaben, damit sie uns akzeptiert. Und wir mussten probieren, wie wir bauen können. Die Studenten mussten gemeinsam mit uns überlegen und mit der Community dort sprechen, was möglich ist“, berichtet El-Shahat. Das Ziel aller Partner ist es nun, das Ezbet-Gemeindezentrum mit einfachen Techniken und auf umweltfreundlicher Basis zu realisieren. Es soll der Prototyp eines nachhaltigen Entwicklungsprozesses in einem informellen Gebiet Ägyptens werden.

WELTWEITE PLATTFORM FÜR ERFABUNGSAUSTAUSCH

Die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Ezbet-Projekt sowie aus zahlreichen anderen von Studierenden der Uni Stuttgart soll in Zukunft eine



Im „Village of Hope“ nahe Kapstadt/ Südafrika bauten Studierende im Rahmen des Projekts Uquqala Häuser für eine Hilfsorganisation.

Plattform sammeln und archivieren. Ihr Name: „e1nszue1ns – Architektur als Social Design“ (www.1zu1.design). Der Name steht zum einen für den Maßstab 1:1, weil die Projekte nicht nur als Modell, sondern tatsächlich gebaut werden, erklärt Leslie Koch, Architektin und als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Raumkonzeptionen und Grundlagen des Entwerfens eine der Projektkoordinatorinnen für die Plattform. „Und es soll die Gleichwertigkeit aller Beteiligten ausdrücken.“ Denn die Internetplattform soll allen, die an einem der sozialen Bauprojekte mitwirken, eine unkomplizierte Vernetzung ermöglichen. Sie soll Wissen, Arbeitskraft und Mitteln transferieren zwischen Studierenden, Architekten, Organisationen und Geldgebern.

DORF DER HOFFNUNG IN SÜDAFRIKA

Ausgangspunkt von e1nszue1ns war unter anderem Kochs eigenes Diplomprojekt im Jahr 2010: In Südafrika sollte für eine Hilfsorganisation, die Kinder in Obhut nimmt, ein neues Gebäude in regionaltypischer Bauweise entstehen. Die große Herausforderung dabei: Vom Entwurf bis zur Fertigstellung mussten alle Arbeiten innerhalb eines Semesters abgeschlossen werden. „Wir haben das Projekt Uquqala genannt, was auf Xhosa, einer der Sprachen Südafrikas, 'Anfang' bedeutet. Aus diesem Anfang ist ganz schön viel geworden“, sagt Koch rückblickend: Allein in dem „Village of Hope“ nahe Kapstadt bauten Studierende zwischen 2010 und 2013 drei neue Gebäude. Hinzu kommen

Folgeprojekte in anderen Ländern wie das einer Studentin, die zusammen mit den Ingenieuren ohne Grenzen und Bewohnern der Stadt Harare in Simbabwe eine Grundschule errichtet. Natürlich könne man fragen: „Warum müssen 20 Leute ins Ausland reisen und dort bauen?“, sagt Koch. „Aber wir leisten keine Entwicklungshilfe. Es ist eine win-win-Situation, da die Studierenden sehr viel über das Land, das Leben und das Bauen dort lernen – ganz abseits vom Tourismus.“ Denn verpflichtend war zunächst, sich mit dem Land und dessen Architektur zu befassen. „Und man lernt fachlich sehr viel, wenn man mit dem Plan auf der Baustelle steht und auf einmal versteht, was die gestrichelte Linie bedeutet, die man da immer zeichnet“, berichtet sie von ihren Erfahrungen. Zur Vorbereitung gehörten deshalb Werkzeugkurse, damit man auf der Baustelle im Team mit der lokalen Bevölkerung richtig anpacken kann. „Die Projekte sind sehr personenabhängig“, sagt Koch. „Jeder Student, der seinen Abschluss macht, verlässt die Uni und nimmt sein Wissen mit.“ Wenn nun in fünf Jahren wieder jemand in Simbabwe ein Projekt initiieren wolle, könnte er über e1nszue1ns auf der Arbeit der Studentin aufbauen. So wären zum Beispiel die Fragen nach der Arbeitssprache und eventuellen religiösen Besonderheiten rasch geklärt.

Daniel Völpel



Wussten Sie, dass wir mit unseren intelligenten Produkten den Maschinen- und Anlagenbau digitalisieren?

Als Technologieanbieter mit Schwerpunkt Maschinen- und Anlagenbau befinden wir uns stets im Herzen einer Maschine oder Anlage. Unsere Komponenten erfassen, regeln und übermitteln vielfältigste Betriebsparameter, wie beispielsweise Druck, Beschleunigung, Temperatur oder auch Ölspiegel, Filterzustand und Wirkungsgrad. Diese Informationen fließen in Systeme, die unseren Kunden neue Anwendungsfelder ermöglichen. Mit unseren intelligenten Produkten sind wir ein Partner für Industrie-4.0-Anwendungen. Werden Sie Teil eines globalen Unternehmens in Familienbesitz, das in vier Konzernbereichen mehr als 39.000 Mitarbeiter beschäftigt.

www.voith.com/karriere



VOITH
Engineered Reliability

Chinesisch modern

Den Sprachwandel im Reich der Mitte wird auch in Stuttgart erforscht

Wirtschaftlich und politisch ist China längst zu einer Weltmacht aufgestiegen. Damit rücken auch die chinesische Sprache, deren Struktur und Lernmöglichkeiten mehr und mehr in den Fokus. Zahlreiche Chinesen kommen zum Studium nach Deutschland. Die Universität Stuttgart trägt beiden Entwicklungen in besonderer Weise Rechnung: Das Institut für Linguistik/Germanistik (ILG) bietet deutschlandweit den einzigen Masterstudiengang mit einem Schwerpunkt in moderner chinesischer Sprachwissenschaft an.

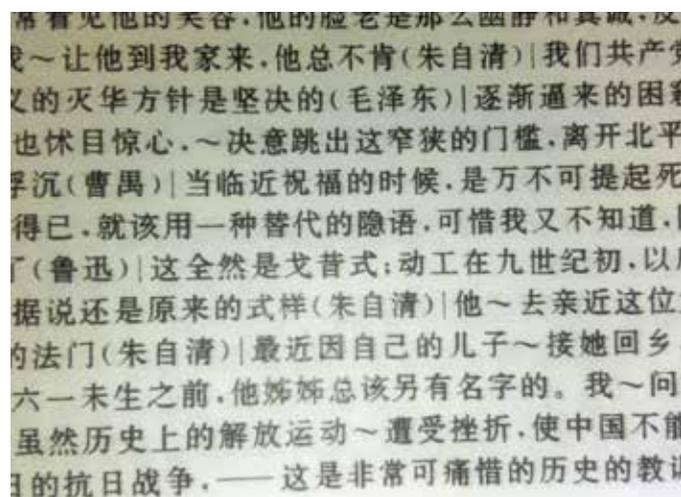
Wer sich entschließt, Chinesisch zu lernen, weil er vielleicht beruflich in dem Land zu tun oder gar private Bande geknüpft hat, sieht sich auf den ersten Blick mit einer schier unlösbaren Aufgabe konfrontiert: Mindestens 3.000 verschiedene Schriftzeichen sollte man beherrschen, wenn man sich im chinesischen Alltag zurecht finden will, sagt Professor Daniel Hole, Leiter des ILG. „Das ist eine unglaubliche Mühe, das zu lernen.“ Und auch das gesprochene Wort hat es in sich: Vier Tonhöhen im Mandarin, bis zu neun im Kantonesischen geben einem für Europäer gleich klingenden Wort verschiedene Bedeutungen.

Den Linguisten geht es aber nicht darum, eine Sprache zu lernen. Im Gegenteil: Als Wissenschaftler wolle man die Struktur einer Sprache ergründen. „Das heißt nicht unbedingt, dass man sie auch sprechen muss“, sagt Qingfeng Schwadener, Masterstudentin chinesischer Herkunft und wissenschaftliche Mitarbeiterin am ILG. „Unsere Studierenden sollen verstehen, wie die chinesische Sprache aufgebaut ist, um in die Lage versetzt zu werden, eigenständig Forschungen anzufertigen über das Chinesische“, verdeutlicht Hole. Durch diese Arbeiten können etwa die neusten Erkennt-

nisse aus der Forschung in Unterrichtsmaterialien einfließen. Übergeordnetes Ziel der theoretischen Linguistik ist es daher, die Regeln einer Sprache möglichst exakt zu beschreiben. Damit liefert sie beispielsweise auch die Vorgaben für automatisierte Übersetzungen.

NUR NUR NAM NUR ISST RINDFLEISCH NUR

Hole gibt ein Beispiel aus einer anderen südostasiatischen Sprache: „Man kann in einem vietnamesischen Satz vier Wörter benutzen, die alle mit 'nur' übersetzt werden können, deren Bedeutung sich aber nicht aufaddiert. Das ist in etwa so, als würde man im Deutschen sagen 'Nur nur Nam nur isst Rindfleisch nur' anstelle des richtigen 'Nur Nam isst Rindfleisch'. Eine Aufgabe des Linguisten ist es, die Funktion all dieser scheinbar überflüssigen Wörter zu ermitteln. Denn wahrscheinlich heißen



Chinesische Partikel, entnommen aus:
Hou, Xuechao (ed.): Dictionary of Function
Words in Contemporary Chinese). Beijing
Daxue Chubanshe, 1998.



Ergünden die Struktur der chinesischen Sprache: Die Linguisten Prof. Daniel Hole und Qingfeng Schwaderer.

gar nicht alle 'nur'.“ Dies geschehe zum Beispiel, indem man im Deutschen nach ähnlichen Konstruktionen suche, etwa nach betontem 'doch': „Eigentlich wollte Paul fünf Kugeln Eis essen. Aber dann hat er DOCH nur nur eine gegessen – und fertig.“ Nachdem man diese Strukturen ermittelt hat, kann man sie systematisch mit dem Vietnamesischen und anderen Sprachen vergleichen und die Funktionen der verschiedenen Partikel genauer bestimmen.

Da seit Jahren immer mehr Chinesen zum Studium nach Stuttgart kommen, bemüht sich das Institut, ein konstantes Angebot mit Chinesisch und anderen südostasiatischen Sprachen aufzubauen, sagt Hole. Mit dem Master in „Sprachtheorie und Sprachvergleich“ hat sich die Universität ein Alleinstellungsmerkmal erarbeitet: „Hier in Stuttgart finden die Studierenden den einzigen Masterstudiengang, in dem man sich auf moderne chinesische Linguistik spezialisieren kann.“ Denn die meisten sinologischen Institute haben laut Hole den Wechsel, sich mit dem zeitgenössischen Chinesisch zu befassen, noch nicht gut hinbekommen. „Die beschäftigen sich mit den 2.000 Jahre alten kanonischen Texten. Das ist auch wichtig, aber sie bieten keine moderne chinesische Linguistik an.“ Selbst die chinesischen Studierenden hätten in ihrer Heimat meist Deutsch oder andere Fremdsprachen studiert. „Die lernen dann die moderne chinesische Linguistik das erste Mal bei uns kennen.“

SCHRIFTZEICHEN ÜBERWINDEN DIALEKTGRENZEN

Auf Grundlage der alten Texte die Regeln für das heutige Chinesisch aufstellen zu wollen, gleiche aber dem Versuch, unsere Sprache mit Beispielen aus dem Althochdeutschen beschreiben, sagt der Linguist. „Sie müssen sich die Unterschiede zwischen den Dialekten in China zudem so vorstellen wie die zwischen Rumänisch und Portugiesisch.“ Zwar gebe es das Hochchinesisch, den Pekinger Dialekt Mandarin, das über die Medien verbreitet werde. „Aber die lokalen Dialekte sind sehr vital.“ Hier erweisen sich die vielen Tausend Schriftzeichen als vorteilhaft: Sie sind zum großen Teil dialektunabhängig. „Um ein so großes Land zusammenzuhalten, hat eine solch logografische Schrift große Vorteile, weil man dann die Dialekte nicht vereinheitlichen muss. Man muss sich vor Augen halten, dass die Chinesen es schaffen, seit 2.000 Jahren und mehr ein Staatsgebiet zu verwalten, das so groß ist wie Europa. Und da gibt es keine Schwierigkeiten, mit der Sprachenvielfalt zurechtzukommen.“

Um das Chinesische zu erforschen, das heute gesprochen wird, ist es den Stuttgarter Wissenschaftlern wichtig, moderne, zeitgenössische Quellen zu analysieren. „Ich kann immer die aktuellsten Videos zeigen, die neusten Artikel nehmen, was früher nicht möglich war“, berichtet Schwaderer von ihrem Seminar. Dort beschäftigten sich die



Studierenden beispielsweise mit der Funktion von Artikeln oder der Bestimmtheit von Wörtern – also etwa dem Kasus im Deutschen oder der Frage, ob man „das Haus“ oder „ein Haus“ sagt. Beides gibt es im Chinesischen nicht. „Wenn ich sage 'Sonne scheint', ist doch klar, welche Sonne gemeint ist“, sagt Schwaderer.

Zudem verändere sich die Sprache in China – wie hierzulande auch – durch die Sozialen Medien rasant, berichtet die Wissenschaftlerin. „Ich möchte zeigen, wie die Sprache wirklich ist im aktuellen Sprachgebrauch.“ So hätten die Teilnehmer des Vorgängerkurses kritisiert, dass sie mit einem 30 Jahre alten Grammatikbuch arbeiten mussten. Lange Zeit gab es keine aktuellere Literatur. Inzwischen ändert sich das jedoch. Und für diejenigen, die tatsächlich Chinesisch lernen wollen oder müssen, findet Schwaderer ermutigende Worte: „Sprache ist immer Ausdruck der realen Welt um uns herum. Und so unterschiedlich ist diese Welt gar nicht.“ Deshalb gebe es auch in den Sprachen trotz aller Unterschiede Gemeinsamkeiten.

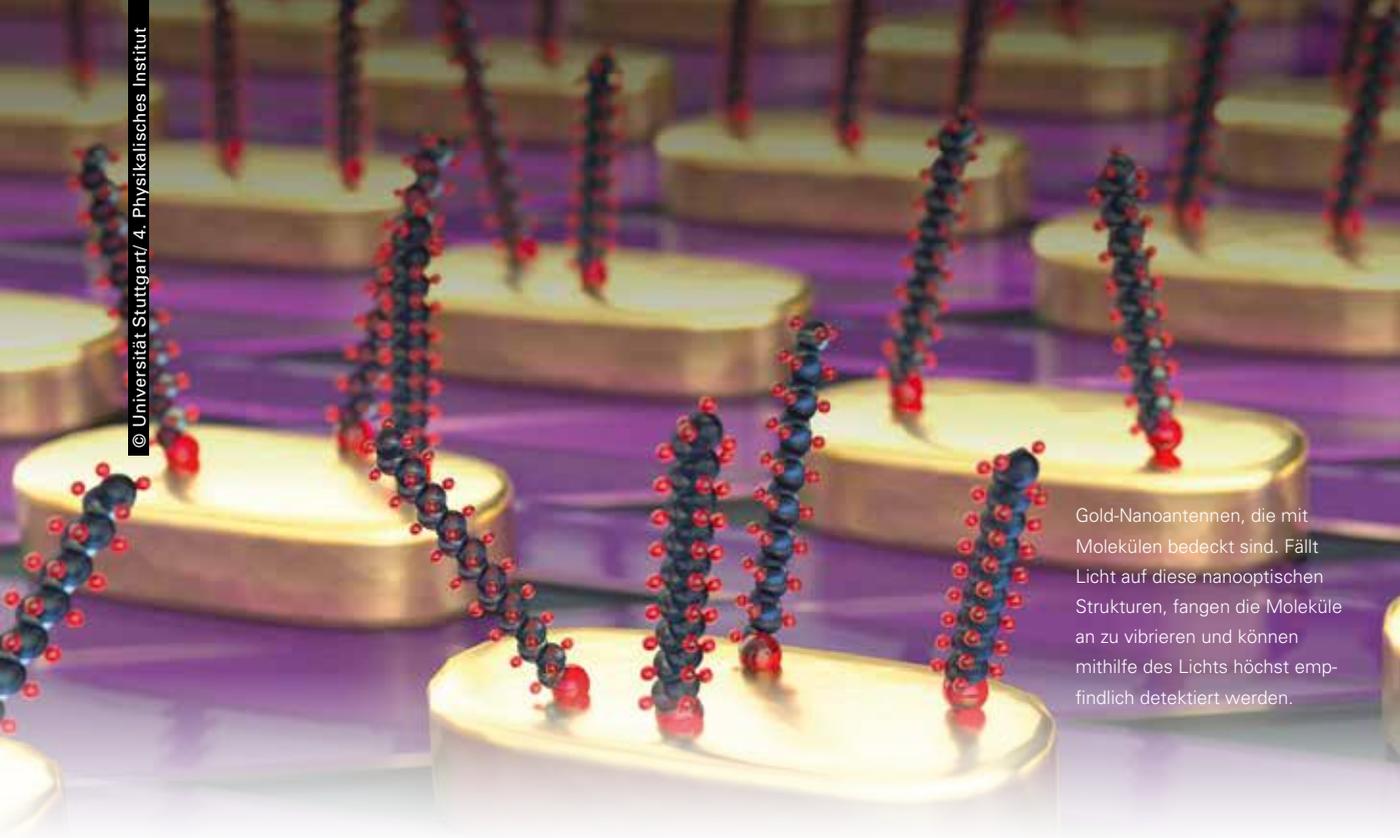
Daniel Völpel

Internationale Chinesisch-Konferenz

Im September 2015 fand am Institut für Linguistik der Universität Stuttgart eine Konferenz der European Association of Chinese Linguistics statt, an deren Vorbereitung Qingfeng Schwaderer maßgeblich beteiligt war. Im Rahmen der Veranstaltung stellten 70 Sprachwissenschaftler des Chinesischen aus 14 Ländern ihre Forschungsergebnisse dem internationalen Fachpublikum vor, mehr als die Hälfte von ihnen kamen aus

China, Hongkong, Japan, Kanada, Singapur, Taiwan und den USA. Die Plenarvorträge hielten Wissenschaftler des Massachusetts Institute of Technology (MIT), der Humboldt-Universität zu Berlin und der Chung Cheng University in Taiwan. „Die Stuttgarter Linguistik fügt sich in diese globalisierten Strukturen nahtlos ein“, betont Institutsdirektor Prof. Daniel Hole.

amg



Gold-Nanoantennen, die mit Molekülen bedeckt sind. Fällt Licht auf diese nanooptischen Strukturen, fangen die Moleküle an zu vibrieren und können mithilfe des Lichts höchst empfindlich detektiert werden.

Quantensprung dank Quantensensorik

Nanooptische Bauteile zum hochpräzisen Messen stärken internationale Wettbewerbsfähigkeit

Das Ende der klassischen Mikroelektronik ist absehbar. Für den Übergang zur Nanoelektronik bedarf es neuer Ansätze, die auf quantenphysikalischen Effekten beruhen. An der Universität Stuttgart entsteht in den kommenden Jahren das interdisziplinäre Zentrum für Angewandte Quantentechnologie (ZAQuant), in dem Physik, Ingenieurwissenschaften und Industrie gemeinsam neuartige Quantensensoren bis zum einsatzfähigen Prototypen erforschen und entwickeln wollen.

Er ähnelte mehr einer verbogenen Büroklammer, deren Enden an zwei Stücke des Metalls Germanium geheftet waren, als an ein elektronisches Bauteil in Mikroprozessoren. Trotzdem legte der erste industriell nutzbare Transistor, den Wissenschaftler der Bell Labs 1947 der Öffentlichkeit präsentierten, den Grundstein für den Siegeszug des Computers. Der damalige Transistor füllte bequem die Fläche einer Hand aus. Knapp 70 Jahre später lassen sich Transistoren so stark miniaturi-

sieren und integrieren, dass eine am Handgelenk getragene Smartwatch einen Prozessor mit rund einer Milliarde Transistoren enthält. Mit einem solchen Prozessor lassen sich auf die Smartwatch Videos in Fernsehqualität streamen.

Wenn Prof. Harald Gießen, Direktor des 4. Physikalischen Instituts der Universität Stuttgart, über den nun anstehenden Wandel der Mikroelektronik zur Quantentechnologie redet, dann zieht er gerne Vergleiche zu den vergangenen 70 Jahren, um zu verdeutlichen, wo die Entwicklung heute steht: „Der Transistor der Bell Labs konnte ein Bit darstellen, An und Aus, das ist heute auch entsprechend in der Quantenwelt möglich.“ Dieses „Qubit“ genannte Analogon zum Bit erfasst jedoch mehr als zwei Zustände, nämlich An und Aus sowie alle Überlagerungen dieser beiden Extreme. Und es gibt noch einen Unterschied: Für die Erzeugung dieses Qubit ist ein komplexer Laboraufbau erforderlich, der mindestens so sperrig anmutet wie der Transistor von 1947. „Mitte der 1960er-Jahre gab es dann die ersten elektronischen Schaltkreise mit vielleicht zehn, zwanzig Transistoren – das



Durch gezielte Manipulationen in der Atomstruktur können Diamanten zu Sensoren werden.

schaffen wir mit Qubits heute noch nicht, nicht mal im Labor“, so der Physiker Gießen weiter. Ganz zu schweigen vom beginnenden Siegeszug des Transistorradios oder den ersten mikrochipbasierten Prozessoren in den 1970ern. „Bei der Quantentechnologie stehen wir derzeit also irgendwo zwischen 1947 und den 1960er Jahren.“ Mit anderen Worten: noch fast am Anfang.

DIE GRENZEN DER KLASSISCHEN ANSÄTZE

Und trotzdem sei gerade jetzt die Zeit gekommen, um in der Forschung entscheidende Weichen zu stellen, findet Prof. Jörg Schulze, Leiter des Instituts für Halbleitertechnik an der Universität Stuttgart: „In den vergangenen Jahrzehnten führte die Halbleiterbranche quasi einen Kampf gegen die Quantenphysik. Egal wie klein die Schaltungen auch wurden – inzwischen entwickelt man in der Industrie Bauteile mit Strukturgrößen von weniger als zehn Nanometern –, sie sollten bitteschön alle nach den Regeln der klassischen Physik funktionieren.“ Bei sehr kleinen Dimensionen aber gelten zwangsläufig nicht mehr unbedingt die aus dem Alltag vertrauten physikalischen Gesetze, sondern die Regeln der Quantenphysik: Manche physikalische Größen können nur noch bestimmte Werte annehmen, Teilchen und Wellen sind zwei Seiten derselben Medaille und für das

Eintreten bestimmter Vorgänge lassen sich nur noch Wahrscheinlichkeiten angeben. Das hat tiefgreifende Konsequenzen für die Entwicklung und den Bau von Rechenlogik oder Sensoren, die auf Quantenphänomenen beruhen. Konsequenzen, die bislang nur in ihren Auswirkungen, aber nicht in ihrer Umsetzung in technisch machbare Bauteile wirklich verstanden sind. „Um das Paradigma des Internet der Dinge – in Deutschland als Industrie 4.0 bekannt – zu verwirklichen, dürfen künftig Rechenlogik und Sensoren nur noch ein Zehntel bis ein Hundertstel der Energie heutiger Systeme verbrauchen und müssen sich kostengünstig in Stückzahlen fertigen lassen, die um den Faktor eine Million höher liegen als die Stückzahlen heutiger Systeme“, erklärt der Ingenieur Schulze. Das alles ist mit klassischen Ansätzen nur noch schwer zu erfüllen. Deshalb ist nun der richtige Zeitpunkt für das geplante Zentrum für Angewandte Quantentechnologie (ZAQuant).

Mit ihm wollen Wissenschaftler der Universität Stuttgart die quantentechnologische Forschung in Deutschland auf ein neues Niveau bei der praktischen Anwendung quantenphysikalischer Effekte heben. Prof. Jörg Wrachtrup, Leibniz-Preisträger und Direktor des 3. Physikalischen Instituts der Universität Stuttgart, hat bei ZAQuant die Federführung: „Ziel unserer dortigen Forschung wird es



© Max Kovalenko

sein, neuartige nanophotonische Quantensensoren zu entwickeln, um maßgebliche Fortschritte bei Empfindlichkeit, Spezifität und Energieeffizienz in der Sensorik zu machen.“ Für ZAQuant ist ein Neubau auf dem Campus Vaihingen erforderlich, dessen Kosten auf 40 Millionen Euro veranschlagt sind. Der Wissenschaftsrat hat das Projekt zur Förderung empfohlen. Baubeginn wird voraussichtlich 2017 sein, mit der Fertigstellung rechnet Wrachtrup gegen Ende 2019. „Ein Neubau ist schon allein deswegen erforderlich, weil ZAQuant Präzisionslabore benötigt, die besonders gut gegenüber störenden Einflüssen von außen abgeschirmt sein müssen, um die quantenphysikalischen Effekte präzise messen zu können“, erklärt der Physiker. So müssen die Labore zum Beispiel eine elektromagnetische Abschirmung haben, die mindestens um den Faktor eine Million besser ist als sonst in Laboren üblich. Ähnlich hohe Anforderungen gibt es für die Isolierung gegenüber Bodenvibrationen und akustischen Störungen. „Hierzu sind bereits beim Gebäude entsprechende bauliche Maßnahmen erforderlich“, erklärt Wrachtrup.

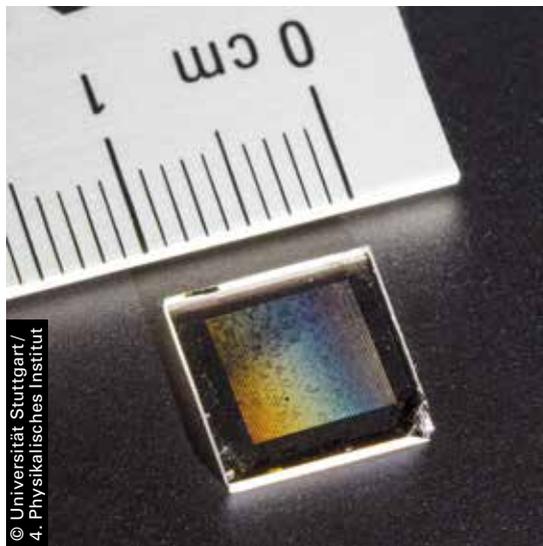
INTERNATIONALE BENCHMARKS

Die Gründung des ZAQuant reiht sich in die weltweiten Forschungsaktivitäten ein, die die Fortschritte in der Quantenphysik in den vergangenen

Jahren auslösten. Google baut in den USA derzeit ein Institut für die Quanteninformationsverarbeitung auf; am IBM-Forschungsstandort Yorktown Heights im US-Bundesstaat New York arbeitet eine Arbeitsgruppe an ähnlichen Fragestellungen. In Großbritannien wiederum war dies der Anlass, um ein 250 Millionen Britische Pfund schweres Forschungsprogramm aufzulegen, und an der TU Delft in den Niederlanden entsteht für 150 Millionen Euro ebenfalls ein großes Quantenzentrum. „Die Besonderheit von ZAQuant wird sein, dass wir uns auf Quantensensoren, deren Peripherie und Ansteuerung sowie deren Integration in Bauteile konzentrieren“, sagt Wrachtrup. Die Forschung an der Stuttgarter Einrichtung reicht also von der Beschreibung und Vermessung des physikalischen Effekts bis zum Aufbau von prototypischen Bauteilen, mit denen potentielle Anwender experimentieren können. „Das ist in dieser Konstellation weltweit einmalig“, betont Wrachtrup. Letztlich muss sich ein solches neuartiges Bauteil ja zum Beispiel in ein Auto oder einen Computer integrieren lassen.

Ein Beispiel für die künftige Anwendung der Quantentechnologie in der Sensorik ergibt sich beim autonomen Fahren. „Heute navigieren Autos ja per GPS und Lagesensoren“, erklärt Wrachtrup, „doch autonome Fahrzeuge werden eine Stunde lang ohne GPS auf einen halben Meter genau navigieren können müssen – das klappt mit den heutigen Lagesensoren nicht.“ Es gibt bereits genauere Sensoren, sogenannte Laserkreisel, die etwa in Flugzeugen verwendet werden. Allerdings sind diese Kreisel teuer und relativ sperrig, weil der Laserstrahl für die ausreichend genaue Lagebestimmung eine bestimmte Mindestfläche umschließen muss. „Ein quantenphysikalischer Kreiselkompass beruht dagegen auf den elementaren magnetischen Momenten einzelner Teilchen und ließe sich daher

Per Zwei-Photonen-Laserlithographie hergestelltes großflächiges Antennengitter aus Goldnanoantennen. Diese Antennen eignen sich in besonderer Weise für höchst sensitive Sensoren.



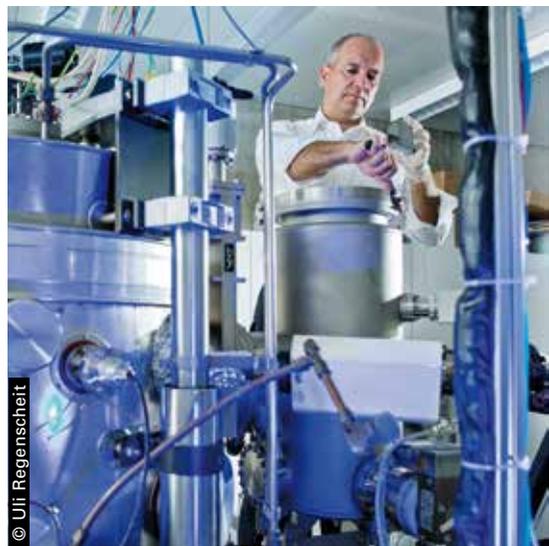
© Universität Stuttgart/
4. Physikalisches Institut

sehr stark miniaturisieren“, so der Physiker. Er wäre um Größenordnungen empfindlicher als konventionelle Sensoren und da die Eigenschaften dieser „Teilchenkreisel“ nur von physikalischen Materialkonstanten abhängen, wären solche Quantensensoren so etwas wie ein „atomarer Standard“ – was ihre Kalibration überflüssig macht.

LANGER WEG BIS ZUM PROTOTYP

Welche gewaltigen Anstrengungen jedoch auf dem Weg zur Quantensensorik noch auf die Wissenschaftler warten, verdeutlicht Harald Gießen exemplarisch: „Quantensysteme für Informationsverarbeitung und Sensorik können sehr unterschiedlicher Natur sein, dafür eignen sich unter anderem Atome, supraleitende Leiterschleifen oder Diamanten, um nur einige Beispiele zu nennen. Auch wenn sich der grundlegende Effekt mit Hilfe eines komplexen Laboraufbaus demonstrieren lässt, so sind wir noch weit von einer handlichen oder

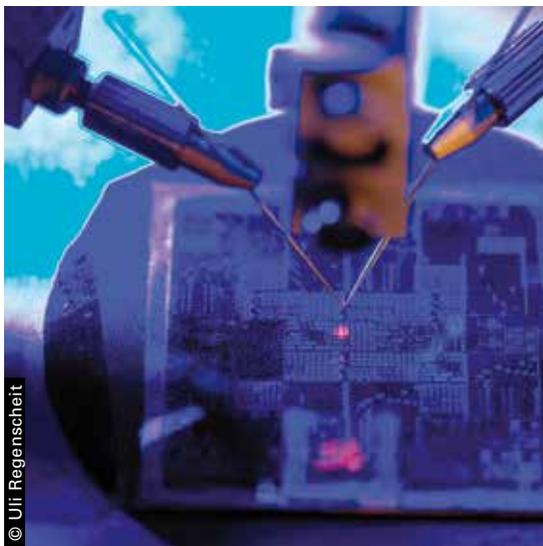
Prof. Jörg Schulze an der Schleusenkammer einer Kristallzuchtanlage des IHT, in die er einen Silizium-Wafer (linke Hand) einschleust.



© Uli Regenscheit

gar miniaturisierten Bauform entfernt, die sich zudem in die bestehende Elektronikwelt einbinden lassen müsste.“ So sei es mit Blick auf eine spätere Chipintegration zum Beispiel nötig, Atome mit Metalloberflächen kombinieren zu können, „was für ein einzelnes Atom erstmals vor Kurzem in Labors in Stuttgart und Singapur gelungen ist“. Zwei oder mehr Atome so zu kombinieren, dass die durch sie repräsentierten Qubits über eine gewisse Distanz miteinander wechselwirken können, habe dagegen noch keiner geschafft, sagt Gießen. „Wir wissen heute noch nicht mal, ob sich das besser mit einem Spiegel, einem Wellenleiter, einem Draht oder in einem photonischen Kristall realisieren lässt.“ Gerade die Integrierbarkeit der Quantensysteme in elektronische Systeme ist jedoch ein wichtiger Schritt für eine praktische Anwendung entsprechender Sensoren. Deshalb, so Jörg Schulze, müsse man bei der anwendungsnahen Forschung immer die produktionstechnologischen Rahmenbedin-

Vermessung der hergestellten Bauelemente an einem der opto-elektronischen Messplätze des IHT.



gungen berücksichtigen, wenn es zu einer echten Chipintegration kommen sollte. Ein Beispiel für eine solche Einschränkung ist der Temperaturbereich, in dem die relevanten Fertigungsprozesse ablaufen – diesen muss auch ein Quantensensor unbeschadet überstehen können. „Es geht aber auch um eine kommunikative Zusammenführung der physikalischen Grundlagenforschung und der Sprache der Ingenieurwissenschaften“, so Schulze weiter. Während seiner Berufsjahre in der Industrie habe er schon erlebt, wie unterschiedliche Sprechweisen in fächerübergreifenden Teams dazu führten, dass man zwar miteinander redete, sich aber nicht verstand und daher Vorschläge nicht weiterverfolgte. „Ich sehe unser Institut bei ZAQuant daher auch in einer Vermittlerrolle und befürworte gemeinsame Teams aus zum Beispiel Physikern und Ingenieuren.“ Er könne sich diese Interdisziplinarität sogar bei der Ausbildung der Studierenden vorstellen, etwa indem ein

Quantenchemiker oder -physiker einen Teil einer Vorlesung für Ingenieure über Halbleitertechnik halte oder umgekehrt. Formal gegründet soll ZAQuant möglichst bald werden, damit die ersten Forschungsprojekte bereits während der Bauphase des Gebäudes anlaufen. Wenn das Gebäude dann von 2020 an für den Regelbetrieb zur Verfügung steht, sollen vier größere Arbeitsgruppen sowie weitere Projektteams am ZAQuant forschen. „Es wird Nachwuchsgruppen geben“, sagt Jörg Wrachtrup. „Hinzu kommt ein Fellow-Programm, das sich speziell an Frauen richtet.“ Das neue Gebäude ist für rund 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ausgelegt. „Grundsätzlich sollen die bei ZAQuant tätigen Wissenschaftler an ihren Fakultäten beheimatet bleiben, damit ein intensiver Austausch gewährleistet ist“, so Wrachtrup. Auch die Industrie soll bei ZAQuant schon von Beginn an mit im Boot sitzen. „Es wird einen Beirat mit Industrievertretern geben, für den wir bereits mehrere Zusagen haben“, erzählt der Physiker. Bei der Zusammenarbeit mit der Industrie werde ZAQuant auch von seiner räumlichen Nähe zu „technikaffinen Unternehmen in der Region“ profitieren. „Dabei denken wir an Unternehmen jeglicher Größe, die an den bei ZAQuant verfolgten Ideen interessiert sind. Ihnen wollen wir mit dem Zentrum einen Anlaufpunkt für gemeinsame Projekte bieten.“

Michael Vogel

Mit Nobelpreisträgern auf Tuchfühlung

Nach Nachwuchswissenschaftler der Universität Stuttgart treffen internationale Forscherelite

Für Theresia Richter und Tobias Steinle war es eine große Ehre: Sie gehörten zu den über 650 Auserwählten aus 88 Ländern, die im Sommer bei der Nobelpreisträgertagung in Lindau teilnahmen. 65 Nobelpreisträgern durften die Chemikerin und der Physiker in zahlreichen Diskussionen und Veranstaltungen auf den Zahn fühlen.

„Es war eine unglaublich schöne und bereichernde Veranstaltung“, schwärmt Theresia Richter, die am Institut für Anorganische Chemie der Universität Stuttgart promoviert. Als gleich am ersten



Abend Elizabeth Blackburn sie anspricht, eine australisch-US-amerikanische Molekularbiologin und Medizin-Nobelpreisträgerin von 2009, ist die 27-Jährige zunächst total überrascht. Die unsichtbare Mauer, die sonst auf Fachkonferenzen zwischen der Forscherelite und Nachwuchswissenschaftlern besteht, scheint in Lindau nicht existent zu sein. „Jeder spricht mit jedem“, erzählt Richter. All die Lebensgeschichten der Nobelpreisträger, die oft unsicher und schwierig waren, die vielen charismatischen Persönlichkeiten haben die Doktorandin beeindruckt. „Ich habe gelernt, dass ich mutiger sein darf, also weniger zweifeln, ob etwas klappt, sondern es einfach ausprobieren“, sagt die Chemikerin. Zurück in Stuttgart ist ein Autoklav, eine Art Schnellkochtopf, ihr Forschungswerkzeug. Darin brodeln bei Temperaturen bis 600 Grad Celsius und einem Druck von 3.000 Bar unter anderem Metalle wie Zink in einer Ammoniak-Atmosphäre. Ziel dieses als Ammonothermal-Synthese bezeichneten Verfahrens sind reine Halbleiter-Kristalle, die unter anderem in Leuchtdioden, Laser und Transistoren benötigt werden. „Zinknitrid gibt es bisher noch nicht als Einkristall, dessen Bausteine ein einheitliches, homogenes Kristallgitter bilden“, erklärt die gebürtige Nürtingerin. Das ist nötig, damit es keine Störungen im elektrischen Verhalten der Halbleiter gibt. Bei der industriellen Fertigung wachsen die Nitrid-Kristalle meist auf Substraten wie Siliziumscheiben, bei der Ammonothermal-Synthese ist das nicht nötig. „Durch die unterschiedlichen Eigenschaften von Nitrid und Silizium kommt es oft zu Defekten in der Nitrid-Kristallstruktur“, sagt Richter. Zwar hat die Doktorandin von Prof. Rainer Niewa noch kein Zinknitrid hergestellt, aber viele Zwischenprodukte. „Dadurch können wir herausfinden, unter welchen Bedingungen reines hochqualitatives Zinknitrid und andere neuartige Halbleitermaterialien entstehen“, sagt Richter.



Die Nobelpreisträgertagung in Lindau bringt die internationale Forschereelite – im Bild die australisch-amerikanisch Medizin-Nobelpreisträgerin Elizabeth Blackburn – und den ebenso internationalen wissenschaftlichen Nachwuchs ins Gespräch.

„KONNTE MEINEN BLICKWINKEL ERWEITERN“

Auch Tobias Steinle, Doktorand bei Prof. Harald Gießen, ist voll des Lobes über die Tagung in Lindau. „Ich konnte meinen fachspezifischen Blickwinkel deutlich erweitern und sehen, wie viele interessante Themen es in der Wissenschaft noch gibt“, erzählt der 25-Jährige. So verfolgte Steinle gebannt, was sich auf dem Gebiet der Astronomie Neues getan hat. Obwohl ihn ursprünglich sein Hobby zum Physik-Studium motiviert hatte, gehört heute seine Leidenschaft dem Laser. Steinle entwickelt ein Mikroskop, das nicht nur im klassischen Sinn Umrisse und Konturen abbildet, sondern mit dem sich auch die chemische Zusammensetzung von Proben untersuchen lässt. „Wir können zum Beispiel analysieren, wie hoch der Anteil von Proteinen oder Fetten in der Zelle ist und wo sie sich innerhalb der Zelle befinden“, erklärt der Doktorand. Grundlage ist die sogenannte stimulierte Raman-Streuung. Trifft ein Laser im Infrarot-Bereich auf die natürlicherweise schwingenden Moleküle einer Probe, so hat ein kleiner Teil des daran gestreuten Lichts eine andere Wellenlänge als der Anregungs-Laser. Da jedes Molekül eine charakteristische Molekülschwingung ausführt, kann es aufgrund seines „optischen Fingerabdrucks“ eindeutig identifiziert werden. Wenn nun noch ein zweiter Laser hinzugeschaltet wird, kann diese Messung um ein Tausendfaches

beschleunigt werden. Wollten die Forscher bisher wissen, wo sich eine Substanz in der Zelle befindet, so mussten sie diese an Fluoreszenzmoleküle koppeln und mittels Laser zum Leuchten anregen. „Allerdings weiß ich nicht, ob ich ohne diese Modifikation das Gleiche sehen würde“, beschreibt Steinle einen Nachteil der herkömmlichen Methode. „Bei unserer Technik ist der Eingriff in das System auf ein Minimum reduziert“, ergänzt er. Momentan ist der optische Aufbau des Mikroskops noch so komplex, dass laut Steinle „ein Dokortitel“ nötig wäre, um es zu bedienen. Der Physiker will das Mikroskop vereinfachen, ohne dessen Leistungsfähigkeit einzuschränken. Zusätzlich hat er den Infrarotlaser so modifiziert, dass er sich in seiner Wellenlänge verändern lässt. „Je größer der Wellenlängenbereich, den wir abdecken, desto mehr unterschiedliche Stoffe können wir analysieren“, sagt Steinle. Bei der Nobelpreisträgertagung hat der Physiker bewusst das Gespräch mit Medizinern und Biologen gesucht. „Ich wollte wissen, was sie gerne in biologischen Proben messen würden, damit ich den Aufbau des Mikroskops darauf ausrichten kann“, erzählt Steinle. „Wenn man über Wissenschaft redet, ist es, anders als bei politisch aufgeheizten Themen wie Klimawandel, egal aus welchem Land jemand kommt“, sagt Steinle.

Helmine Braitmaier

Solarenergie – aber richtig

Forschungskooperationen verbessern die Energienutzung auf der Südhalbkugel

Das Potenzial der Solarenergie ist in vielen sonnenverwöhnten Regionen noch bei Weitem nicht ausgeschöpft. Doch nicht alles macht im Hinblick auf Energiebilanz und Wirtschaftlichkeit auch Sinn. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Universität Stuttgart werden daher in den kommenden Jahren das Potenzial von Solarkraftwerken im chilenischen Bergbau untersuchen. Für die Energieversorgung südafrikanischer Städte haben sie dies bereits getan.

Die chilenische Atacamawüste ist eine der trockensten Landschaften der Erde. Und sie ist eine für den Bergbau sehr ergiebige Region: Gold, Silber, Kupfer und Lithium gibt es hier in rauen Mengen. Zum Beispiel liegen vier der fünf größten Kupferbergwerke der Welt in Chile. Wüste bedeutet viel Sonnenschein und Bergbau heißt hoher Energiebedarf – eine Situation, für die Solarkraftwerke eigentlich prädestiniert sind. Doch die Energieversorgung mit Hilfe der Sonne hat ihre Tücken: Ist eine Abnahme rund um die Uhr gewährleistet oder gibt es nur einen temporär beschränkten Bedarf, womöglich nachts? Dann sind Energiespeicher erforderlich, die die Investitionskosten deutlich in die Höhe treiben können. „Für welche Anwendungen im Bergbau sich Solarkraftwerke tatsächlich rechnen und wie sie dafür dimensioniert sein müssen, diesen Fragen wollen wir gemeinsam mit dem chilenischen Solar Energy Research Center (SERC) und der Bergbauindustrie vor Ort klären“, sagt Dr. Ludger Eltrop, Abteilungsleiter Systemanalyse und erneuerbare Energien am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart. Eltrop leitet das gemeinsam von Deutschland und Chile finanzierte Projekt, das

auf drei Jahre angelegt ist und „Solar Mining Chile“ heißt. Projektstart war im Sommer 2015. Ziel der Projektpartner ist eine Roadmap für die verstärkte Nutzung der Solarenergie im chilenischen Bergbau sowie der Austausch von Know-how bei Lebenszyklusanalysen von innovativen Technologien. Sowohl das IER als auch das SERC haben bereits einschlägige Erfahrungen in diesem



© Ludger Eltrop

Solkraftwerke wie diese spanische Plattform sollen verstärkt auch in Chile und anderswo zum Einsatz kommen.

Themenbereich gesammelt. In der chilenischen Bergbauindustrie gibt es zudem bereits erste Anwendungen von Solarkraftwerken, die laut Eltrop aber das vorhandene Potenzial kaum ausschöpfen. „Zum Beispiel betreibt ein dänisch-chilenisches Konsortium eine thermische Solaranlage in einer der Kupferminen, um die Elektrolysebäder für die Gewinnung des Reinkupfers mit solarer Wärme zu betreiben“, erzählt Eltrop. Die Bäder müssen permanent auf 50 Grad Celsius geheizt sein. „Vermutlich ließen sich viele weitere Bereiche im Bergbau mit erneuerbaren Energien versorgen“,

Dr. Ludger Eltrop untersucht das Potential der Solarenergie für den Bergbau in der chilenischen Atacama-Wüste.



sagt der Wissenschaftler. Die Gewinnung von Lithium, dem maßgeblichen Material in modernen Akkus, wäre so ein Kandidat. „Im Prinzip wird dafür Wasser aus Salzseen in künstlich angelegte Teiche gepumpt. Dort verdunstet das Wasser und zurück bleiben unter anderem Lithiumsalze“, so Eltrop. „Bislang erfolgt das Pumpen mit Hilfe des Netzstroms, aber ideal wäre ein Solarkraftwerk, gegebenenfalls mit einem passend ausgelegten Energiespeicher.“ Wie dieser – teure – Speicher am besten zu dimensionieren ist und welche Wirkung die Einbeziehung der Solarenergie hätte, wollen die Projektbeteiligten unter anderem mithilfe einer Lebenszyklusanalyse ermitteln.

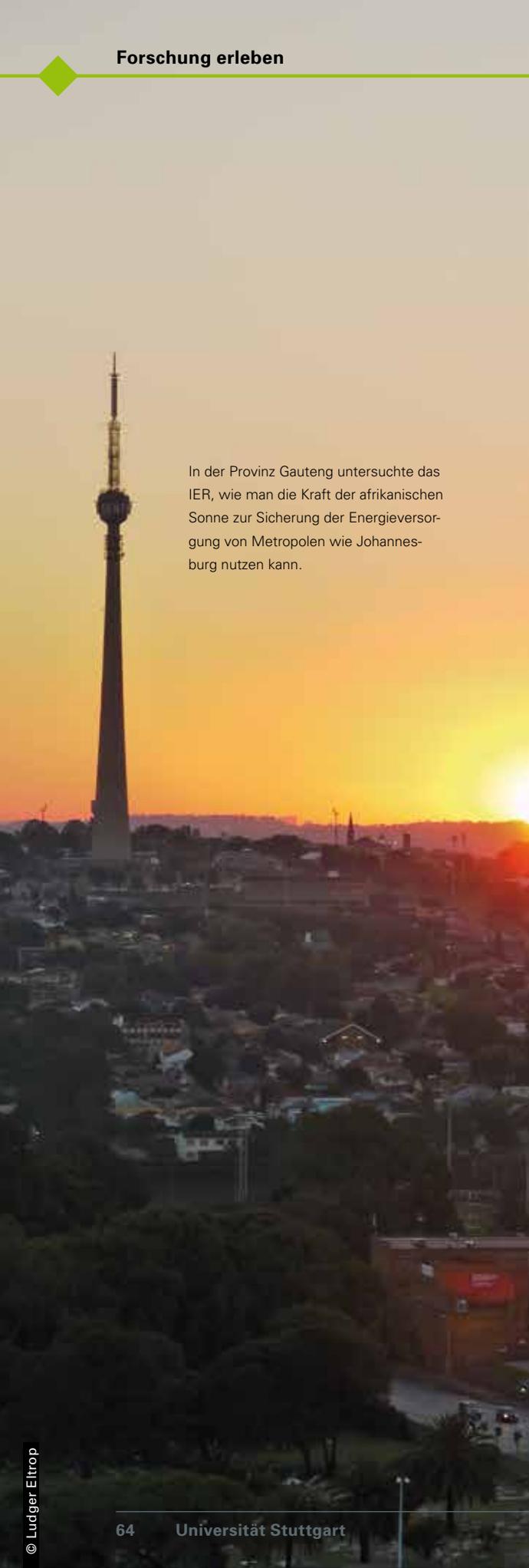
NICHT IMMER IST DIE „GROSSE LÖSUNG“ AUCH DIE RICHTIGE

„Für solche Fragestellungen müssen wir die gesamte Prozesskette der Materialgewinnung im Hinblick auf die Frage analysieren, welche Bereiche zu einer Energieversorgung per Solaranlage passen“, sagt Eltrop. Dabei geht es auch darum, wo Solarkollektoranlagen und wo solarthermische Kraftwerke Sinn machen würden. Bei solarthermischen Kraftwerken wird das Sonnenlicht mithilfe von Spiegeln oder Linsen gebündelt und mit einem Medium als Wärmeträger in ein Kraftwerk übertragen. Maßgeblich für die Analyse ist dann jeweils der Vergleich mit der aktuell im Bergbau eingesetzten fossilen Energie-

versorgung. „Das Ergebnis kann auch sein, dass die komplette Umstellung der Energieversorgung einer Mine auf Solarstrom keinen Sinn macht, aber durchaus für einzelne Bereiche – etwa für eine Schmelze oder eine Elektrolyse.“ Dem IER stehen hierfür ausgefeilte Modelle zur Verfügung, auf denen das Team aufbauen kann. Die sich aus den Ergebnissen ergebende Roadmap ist dann auch relativ leicht auf ein mögliches Solar Mining in anderen trockenen Gebieten übertragbar – etwa in Südafrika oder Australien.

ENERGIE FÜR MEGACITIES

Solar Mining ist nicht das erste Forschungsprojekt des IER für den Einsatz der Sonnenenergie auf der Südhalbkugel. In den Jahren zwischen 2008 und 2013 haben Eltrop und sein Team bereits im Rahmen des Programms „Future Megacities“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde, sowie mit dem IER-Projekt „EnerKey“ die Nutzung von Solarkraftwerken für die Stromversorgung von Großstädten untersucht. Beteiligt waren daran neben mehreren deutschen Forschungseinrichtungen, Prüforganisationen und der Stadt Stuttgart auch Partner vor Ort in Südafrika. Im Rahmen der beiden Projekte ging es darum, die Sicherheit in der Energieversorgung der Provinz Gauteng, zu der neben Johannesburg zwei weitere Großstädte gehören, zu erhöhen. Ein passendes



In der Provinz Gauteng untersuchte das IER, wie man die Kraft der afrikanischen Sonne zur Sicherung der Energieversorgung von Metropolen wie Johannesburg nutzen kann.

Konzept mussten die Projektbeteiligten vor dem Hintergrund finden, dass es in der Region starke Einkommensunterschiede gibt und auch die Armen nachhaltige Energielösungen benötigten. Eine weitere Fragestellung lautete, ob eine Energieversorgung mittels Solarkraftwerken sinnvoll wäre, die in besonders sonnenbegünstigten Lagen Südafrikas betrieben werden.

DIE SONNE SÜDAFRIKAS NUTZEN

„Einer unserer Doktoranden konnte im Rahmen einer Dissertation zeigen, dass sich dieser Ansatz der ‚entfernten Ressourcen‘ sowohl hinsichtlich der Energiebilanz als auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit lohnen würde“, erläutert Eltrop. Sowohl das südafrikanische als auch das chilenische Forschungsprojekt sind Belege dafür, dass die Solarenergie noch große ungenutzte Potenziale bietet. „Die Ergebnisse erleichtern es uns, solche Fragestellungen auf andere Länder zu übertragen“, sagt Eltrop, „weil wir besser erkennen können, wie sie sich an die Rahmenbedingungen in anderen Ländern anpassen lassen.“

Michael Vogel



© Robert Bosch (SEA)

Zwei, nicht 20 Orangen bringen Glück: Doktorandin Julia Sachs (vorne, 4.von links) am chinesischen Neujahrsfest mit ihrer Abteilung bei Bosch in Singapur.

Zwischen Ditzingen und Singapur

Julia Sachs erforscht hybride Energiesysteme für entlegene Regionen

Weltweit leben 1,3 Milliarden Menschen ohne Zugang zu elektrischem Strom. Besonders ländliche Gebiete in afrikanischen Ländern südlich der Sahara sowie in Süd- und Ostasien sind vom Stromnetz abgeschnitten. Eine kostengünstige und schnelle Lösung versprechen Kombinationen aus herkömmlichen Dieselgeneratoren, erneuerbaren Energien und Batterien.

Diesel-betriebene Generatoren sind oftmals die einzige Stromquelle für Menschen, die in dünn besiedelten oder schwer zugänglichen Gegenden wohnen, etwa auf Inseln, auf dem Land oder in der Hochregion Nepals. Dort würde sich ein Netzausbau für die Betreiber gar nicht erst lohnen. „Von Generatoren erzeugter Strom ist wegen der steigenden Preise für den Dieselmotorkraftstoff aber relativ teuer“, sagt Julia Sachs vom Institut für Systemdynamik. „Die Kosten können wir senken, wenn wir zusätzlich erneuerbare Energien, beispielsweise Sonnenstrom, integrieren“, ergänzt sie. Sachs beschäftigt sich mit diesen sogenannten hybriden Energiesystemen im Rahmen ihrer Doktorarbeit.

Dafür pendelt die aus dem beschaulichen Ditzingen stammende Ingenieurin etwa alle drei Monate zwischen Stuttgart und der über 10.000 Kilometer Luftlinie entfernten Millionen-Metropole Singapur. Von ihrem Arbeitsplatz dort bei Bosch ist es nur ein „Katzensprung“ bis zu den vom Stromnetz abgeschnittenen Gegenden in Südostasien. Sachs hat am Computer virtuelle Energiesysteme generiert, bestehend aus Generator, Photovoltaikanlage, Batterien und Leistungselektronik. Für drei Dörfer und ein

Ressort in Malaysia, Indien, Kambodscha und den Philippinen hat die 27-Jährige zudem am Computer simuliert, wie ein solches hybrides Energiesystem optimal betrieben und ausgelegt sein muss, damit es effizient läuft. „Eines der untersuchten Dörfer mit angegliedertem Flughafen verbraucht tagsüber viel Strom, den viele Photovoltaikmodule liefern könnten“, erklärt Sachs. Bei einem anderen Dorf ist die Hauptlast morgens und abends. „Es bräuchte mehr Batterien, um den überschüssigen Solarstrom für die Nacht zwischen zu speichern, die Spitzenlast müsste der Generator tragen“, beschreibt Sachs die optimale Auslegung der Einzelkomponenten. „Durch die Integration von Photovoltaik und Batterien sowie durch optimalen Betrieb der Anlage können bis zu sieben Prozent der Stromkosten eingespart werden, die höheren Anschaffungskosten haben sich nach drei bis vier Jahren amortisiert“, sagt Sachs.

INTERKULTURELLE FETTNÄPFE

An ihrem Wohn- und Arbeitsplatz auf Zeit schätzt die Doktorandin das friedliche Aufeinanderprallen vieler Nationen und Kulturen. „Man muss sich schon sehr anpassen und auf den kulturellen Hintergrund seiner Mitmenschen einstellen“, erzählt Sachs. Wenn ein indischer Kollege beispielsweise betont, wie wichtig eine Sache sei, damit sie überhaupt erledigt wird, kann er mit Verwunderung reagieren, wenn ihn die korrekten Deutschen beim Wort nehmen. Gab es auch das ein oder andere Fettnäpfchen, in das sie getreten ist? Sachs lacht: „Einmal habe ich als Gastgeschenk 20 statt der obligatorischen zwei Orangen mitgebracht.“ Die Singapurer sind solche „Fehlritte“ gewohnt und nehmen es gelassen.

Helmine Braitmaier

Industrie soll mehr Energie sparen

Stefan Büttner macht Energieeffizienz zur internationalen Angelegenheit

Bei der Energiewende denken viele zunächst an erneuerbare Energien. Dabei ist sparsamer Umgang mit Energie genauso wichtig. Stefan Büttner von der Universität Stuttgart macht sich international für eine energieeffizientere Produktion stark. Auf dem Weltklimagipfel im Dezember 2015 in Paris will er das Thema stärker ins öffentliche Bewusstsein rücken.

China, USA, Paris: Stefan Büttner ist viel unterwegs, um auf der politischen Bühne dieser Welt den Boden für eine energieeffizientere Produktion zu bereiten. „Leider wird das Thema bisher kaum beachtet“, klagt Büttner. Auch deswegen sei 2012 das Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) der Universität Stuttgart ins Leben gerufen worden. Büttner, der internationale Volkswirtschaftslehre studiert hat, ist dort Leiter für internationale Angelegenheiten und Strategie. „Wenn wir weniger Strom und Wärme verbrauchen, müssen weniger fossile Brennstoffe verbrannt werden, folglich entstehen weniger Treibhausgas-Emissionen“, sagt der Volkswirt.

Um das von den Vereinten Nationen gesetzte Ziel einzuhalten, den Temperaturanstieg bis 2050 auf zwei Grad Celsius zu begrenzen, will die Bundesregierung den Primärenergieverbrauch in Deutschland bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um die Hälfte zu reduzieren. Unter den derzeitigen Bedingungen können diese Einsparziele aber kaum eingehalten werden. Das hat eine Metastudie des EEP zur Energieeffizienz in Deutschland gezeigt. Da lohnt es sich, das noch ungenutzte Effizienzpotenzial in der produzierenden Industrie zu nutzen. Schließlich verbraucht diese rund ein Drittel der Gesamtenergie.

Zumal sich ein sparsamer Umgang mit Energieträgern für die Firmen rechnet. So hat eine Studie

im Auftrag der Bundeswirtschaftsministeriums gezeigt, dass bei Investitionen von fünf Milliarden Euro bis 2020 für Energieeffizienzmaßnahmen bis zu 20 Milliarden Euro an Energiekosten eingespart werden können. Ein schlagkräftiges Argument, könnte man meinen. „Wir müssen herausfinden, warum sich noch nicht alle Unternehmer für Energiesparen einsetzen“, sagt der 35-Jährige.

ANREIZE REICHEN NICHT

Zusammen mit der Deutschen Energie-Agentur, dem Bundesverband der Deutschen Industrie, dem Fraunhofer IPA und dem TÜV Rheinland hat das EEP daher 2013 eine Erhebung unter mehr als 300 Unternehmen gestartet. Die Partner wollten wissen, welche Einstellung die Unternehmer zur Energieeffizienz haben und ob diese Energiesparmaßnahmen durchführen oder planen. Herausgekommen ist der mittlerweile 4. Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie. Dabei hat sich herausgestellt, dass Energiesparen für große Unternehmen wichtiger ist als für kleinere. Es zeigte sich aber auch, dass die bisherigen Anreize seitens der Politik wie Zuschüsse oder Steuererleichterungen höchstens ein Anfang sind. Um mehr Firmen zum Handeln zu animieren, reichen sie nicht. „Mithilfe des Index können wir Unternehmen, Gesetzgeber und Finanzgeber über den aktuellen Stand der Energieeffizienz in der Industrie informieren, erforderliche politischen Rahmenbedingungen auffindig machen sowie Risiken und Potentiale von Investitionen besser bewerten“, erklärt Büttner. Durch den Index ist auch eine Arbeitsgruppe der EU aufmerksam geworden, die sich mit Investitionstreibern für Energieeffizienzmaßnahmen befasst. Nun plant das EEP, die Unternehmensbefragung auf die EU und die G20-Länder auszuweiten, um die Länder hinsichtlich der Energieeffizienz besser miteinander vergleichen zu können.



Den Weltklimagipfel in Paris im Blick:
Stefan Büttner von der Universität
Stuttgart.

Dass der Index auch von politischer Relevanz sei und die wirtschaftliche Kompetenz des Instituts zeige, helfe, Vorurteile abzubauen. „Als wissenschaftliche Einrichtung wird man oft als Wolkenkuckucksheim wahrgenommen“, berichtet Büttner. Das EEP will aber nicht nur wissenschaftliche Abhandlungen schreiben, sondern aktiv bei der Energiewende mitwirken. So ist das Institut aktuell daran beteiligt, den „Aktionsplan der G20-Länder zur freiwilligen Zusammenarbeit im Bereich der Energieeffizienz“ umzusetzen, den die „Internationale Partnerschaft zur Zusammenarbeit für Energieeffizienz“, kurz IPEEC, mit Sitz in Paris koordiniert.

„20 NATIONEN KOORDINIEREN IST NICHT LEICHT“

Büttner arbeitet auf internationaler Ebene beispielsweise daran, die Verbreitung von Energiemanagement-Systemen in der Industrie voranzutreiben. Diese sollen analysieren, wo im Unternehmen Energie verbraucht wird und wo sie eingespart werden kann. Außerdem sollen Unternehmer und Experten besser untereinander vernetzt und Finanzinstitute dazu gebracht werden, mehr Geld für Energieeffizienz-Projekte locker zu machen. Am Ende muss ein Bericht mit Empfehlungen stehen, dem alle G20-Länder zustimmen und der in die Verhandlungen des Weltklimagipfels in Paris mit einfließen soll. „Wir müssen 20 Nationen koor-

dinieren, die teils unterschiedliche Arbeitsweisen haben. Dass nur 16 davon Mitglied in der IPEEC sind, macht es nicht leichter“, meint Büttner. Ähnliche Ziele, wenngleich weltweit, verfolgt die von UN-Generalsekretär Ban Ki-Moon angestoßene Initiative „Nachhaltige Energie für alle“, in der Büttner ebenfalls mitwirkt. Sie spricht gezielt Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft an, um gemeinschaftlich die Weichen zu stellen, bis 2030 allen Menschen Zugang zu Energie zu ermöglichen, den Anteil erneuerbarer Energien zu verdoppeln und die Energieeffizienz signifikant zu verbessern. Auf dem Weltklimagipfel wird die Initiative die Energieeffizienz-Diskussionen leiten. Und wie sieht es mit der Energieeffizienz in deutschen Unternehmen im Ländervergleich aus? Büttner, der es zuvor schon im schottischen Parlament vom Praktikanten bis Büroleiter geschafft hat und an Energieeffizienz-Programmen in Schottland und dem Energiekonzept der USA mitgearbeitet hat, sagt: „Deutschland steht schon recht gut da. Wir müssen Unternehmer aber noch mehr für Energieeffizienz sensibilisieren und zum Beispiel das Vertrauen in Energieberater stärken“.

Helmine Braitmaier

Streichholz am Plasma

Fusionsforschung soll Energiequelle der Zukunft erschließen

In der aktuellen Diskussion um die Energiewende geht es vor allem um den Ausbau der erneuerbaren Energien. Doch langfristig wird der Energiebedarf der wachsenden Erdbevölkerung mit erneuerbaren Energien allein nicht zu decken sein. „Auf einer Zeitskala von 50 Jahren dürfte auch die Kernfusion zu einer wichtigen Energiequelle werden“, ist Dr. Walter Kasperek überzeugt. Der Physiker leitet eine der drei Arbeitsgruppen, die sich am Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie (IGVP) der Universität Stuttgart mit der Fusionsforschung und industriell nutzbaren Plasmaverfahren beschäftigen.

Auf der Sonne funktioniert sie, die Verschmelzung kleiner Atomkerne zu einem neuen Kern, und macht das Gestirn zu einem gigantischen Energielieferanten. Auf der Erde dagegen ist die Nutzung der Kernfusion eines der nicht eingelösten Versprechen, die eine umweltfreundlichere Energieerzeugung in Aussicht stellen, als dies mit Kernreaktoren oder Kohlekraftwerken möglich wäre. Ein Fusionsreaktor erhitzt schwere Wasserstoffatome auf eine Temperatur jenseits der 100 Millionen Grad Celsius und schließt sie mit Hilfe eines Magnetfelds in einem begrenzten Volumen ein. Bei dieser Temperatur sind die Wasserstoffkerne von den Elektronen getrennt; der Zustand wird als Plasma bezeichnet. Gelingt es dann, die Wasserstoffkerne so nah zusammenzubringen, dass sie miteinander verschmelzen, so wird dabei eine vergleichsweise große Energiemenge frei. Ein Fusionsreaktor erzeugt also Energie, indem er leichte Elemente zu schwereren vereint – gerade umgekehrt wie bei heutigen Kernreaktoren, die auf dem Prinzip der Kernspaltung beruhen. Fusionsreaktoren emittieren keine Treibhausgase, können auf einen quasi



Blick in das Plasmagefäß von Wendelstein 7-X.

unerschöpflichen Brennstoffvorrat zurückgreifen, hinterlassen keine langlebigen radioaktiven Abfälle und sind sicherer als Kernreaktoren.

UNERLÄSSLICHE MIKROWELLEN

Heutige Fusionsreaktoren sind jedoch noch Experimentieranlagen, an denen Wissenschaftler das Verhalten des Plasmas unter extremen Bedingungen erforschen. Es sind sozusagen Fusionsreaktoren ohne Fusion. Um dem Plasma trotzdem genügend Energie zuführen zu können, bedient man sich der Mikrowellentechnik – und hier kommt Kaspereks Arbeitsgruppe ins Spiel. „Wir haben für den in Kürze startenden deutschen Forschungsreaktor Wendelstein 7-X die Übertragungstechnik entwickelt, um Mikrowellen mit Leistungen im Megawattbereich mit sehr wenigen Verlusten über eine Distanz von 60 Metern in das Plasma einkoppeln zu können“, so Kasperek. Auch zu dem im Bau befindlichen internationalen Forschungsreaktor ITER in Südfrankreich trägt das Team mit seiner Expertise bei – mit Simulationen für die Antennen

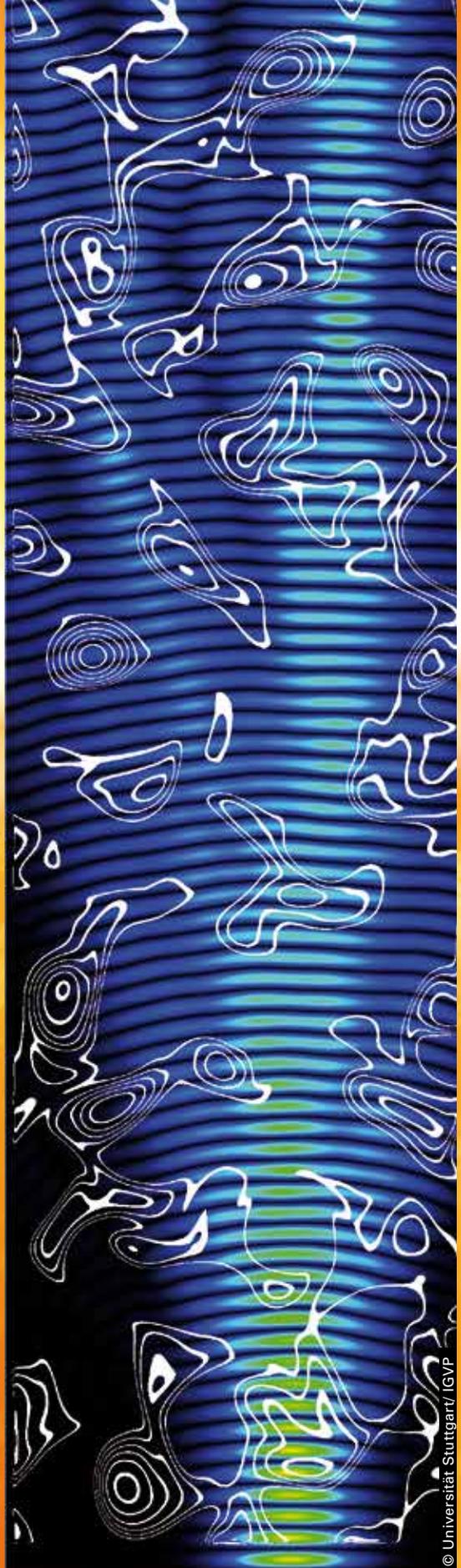
Farbcodierte Mikrowelle auf ihrem Weg durch das „unebene“ Plasma. Die weißen Konturen markieren Störungen in der Plasmadichte.



Noch ist der Kernfusionsreaktor ITER im südfranzösischen Cadarache eine Großbaustelle. An dem von der Europäischen Atomgemeinschaft, Japan, Russland, der Volksrepublik China, Südkorea, Indien und USA vorangetriebenen Großprojekt ist auch die Universität Stuttgart beteiligt.

zur Heizung des Plasmas und mit Beratungsleistungen. „Außerdem verwenden wir Mikrowellen zur Diagnose des Plasmas, also zur berührungslosen Messung seiner Dichte und Struktur“, fügt Dr. Carsten Lechte hinzu. Er koordiniert am IGVP den Stuttgarter Beitrag zu den von der EU finanzierten internationalen Master- und Doktorandenprogrammen in „Nuclear Fusion Science and Engineering“ – um den Nachwuchs möglichst gut in der Community zu vernetzen. Denn zum Starten eines Reaktors, da ist sich IGVP-Wissenschaftler Kasperek sicher, dürfte die Mikrowellentechnik auch bei einem künftigen operativen Fusionsreaktor unumgänglich sein: „Sie ist sozusagen das Streichholz.“

Michael Vogel



© Universität Stuttgart/IGVP

Vom Mekong bis in die Anden

Innovationen zum Schutz der Ressource Wasser

Jeder Organismus braucht Wasser zum Leben, Wasser lässt Nahrung wachsen, es ist ein Grundbaustein menschlicher Hygiene. Ohne sauberes Wasser in ausreichender Menge gerät das Leben an sich unter Druck. Was aber, wenn industrielle Abwässer, intensive Landnutzung oder Bevölkerungswachstum die Ressourcen bedrohen und die Versorgung erschweren? Forscher der Universität Stuttgart waren und sind an drei Projekten beteiligt, die genau solche Fragen klären sollen.

Das Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) liegt eingebettet in üppiges Grün im Stuttgarter Südwesten. An Wasser mangelt es hier nicht, und das ist vielleicht eine Analogie zum Mekong-Delta in Vietnam, das als eine der Reiskammern Südostasiens gilt und sicher nicht unter Wassermangel leidet. Allerdings ist der Mekong mehr und mehr durch Abwässer verschmutzt. Ralf Minke, Arbeitsbereichsleiter für



Manuel Krauß und Ralf Minke (v.l.) bei Laboruntersuchungen am ISWA.

Wassergütwirtschaft und Wasserversorgung am ISWA, erklärt: „In Vietnam wird extrem intensiv industrialisiert, ähnlich wie in Europa vor 150 Jahren. Die Städte wachsen mit für uns unvorstellbarer Dynamik.“ Die Versorgung mit Rohstoffen, Energie und Wasser für die Produktionsprozesse sei dabei zwar gut organisiert, die Abwässer – oft stark verschmutzt, teils sehr giftig – flößen dagegen weitestgehend ungereinigt in den Mekong und seine Nebenflüsse.

Im Projekt AKIZ (Integriertes Abwasserkonzept für Industriezonen) untersuchte daher ein Konsortium aus deutschen und vietnamesischen Forschern sowie Partnern aus der Wirtschaft in der Industriezone Tra Noc nahe der Stadt Can Tho im Mekong-Delta, wie die schleichende Vergiftung des wichtigen Flusses aufgehoben und schließlich auch wieder rückgängig gemacht werden könnte.

„Unser Ansatzpunkt war ein ähnlicher wie bei den alten Industrieparks in der ehemaligen DDR“, sagt Projektleiter Minke. In jeder Industriezone soll es eine zentrale biologische Kläranlage geben, bei bestimmten Branchen wird zudem eine Vorbehandlung integriert, die etwa Wertstoffe aus dem Abwasser zurückgewinnt, Biogas aus den organischen Abwasserinhaltsstoffen generiert oder solche Schadstoffe, die die biologische Stufe der Kläranlagen stören würden, eliminiert.

ABWASSERBEHANDLUNG NACH DEM VERURSACHERPRINZIP

„Unser Grundgedanke ist, dass die Betriebe entsprechend dem Verursacherprinzip ihre Abwässer selbst behandeln. Dafür braucht es aber auch gründliche Überwachung und starke Umweltgesetzgebung“, erklärt Minke. Umweltbewusstsein sei bei den vietnamesischen Unternehmen durchaus vorhanden, glaubt der Forscher – vor allem dann, wenn die Betreiber erkennen, dass durch

In den Reiskammern Südostasiens herrscht kein Wassermangel, doch das Ökosystem ist durch Verschmutzungen gefährdet.



die Abwasserbehandlung neue Geschäftsfelder entstehen können, wenn etwa Unternehmen sich auf die Abwasserbehandlung spezialisieren oder Wertstoffe rückgewinnen. Im AKIZ-Projekt, das von 2009 bis März 2015 lief, entstand ein umfangreicher Leitfaden mit Vorschlägen für technisch gut umsetzbare Formen der Abwasserbehandlung. „Wir haben versucht, Verfahren zu entwickeln, die im extremen Klima vor Ort und unter den Randbedingungen des vorhandenen Ausbildungsniveaus gut funktionieren“, sagt Minke.

Bei der internationalen Zusammenarbeit komme es stark auf interessierte Personen auf allen Seiten an. Das sei auch seine Erfahrung in Vietnam gewesen, sagt Minke: „Es hängt oft an einzelnen Professoren oder Firmenchefs, die solche internationalen Projekte vorantreiben.“

Im Zuge der vietnamesischen Industrialisierung würden ähnliche Fehler gemacht wie in Europa im 19. Jahrhundert – allerdings gebe es heute weit effizientere Technologien, um die Folgen schneller und weitgehender einzudämmen. „Die Menschen im Mekong-Delta werden von AKIZ sicher profitieren“, glaubt Minke. Die Erkenntnis, dass es Umweltprobleme gibt, wachse, und wenn die Betriebe nachhaltiger und umweltbewusster produzieren würden, nähre das auch die Hoffnung auf langfristig sichere Arbeitsplätze. Aber die Forscher denken weit über das Mekong-Delta hinaus. „Die Probleme sind übertragbar auf viele Regionen in

tropischen Schwellenländern und unsere Lösungen sollen das auch sein“, sagt Minke. Neue Formen der Beschäftigung sind auch in einer bislang weitgehend industriefreien Region Südchinas entstanden. Dort läuft noch bis Ende 2016 das Verbundprojekt SURUMER, das aus deutschen und chinesischen Partnern aus Forschung und Verwaltung besteht. Ziel des Projekts ist es, ein integratives Landnutzungskonzept zu entwickeln. Die Universität Stuttgart hat die Aufgabe, in Zusammenarbeit mit chinesischen Partnern über ein integriertes Management die Wasserressourcen zu schützen.

NATURVERTRÄGLICHER KAUTSCHUKANBAU

Die Ausgangslage, die Manuel Krauß dort vorfand, nämlich unter Druck geratene Wasserressourcen, ähnelt der in Vietnam, und doch liegen die Fakten ganz anders, denn anstelle rasant wachsender Industrie ist in dieser tropischen Region Chinas die intensivierete Forstwirtschaft zum Problem geworden. „In den vergangenen Jahrzehnten ist die Nachfrage nach Naturkautschuk stark gewachsen“, erklärt der wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling. Die Weltproduktion stieg um ein Drittel an. Im Forschungsgebiet, einer Region mit der höchsten Biodiversität weltweit, gebe es großen Druck, verstärkt Kautschukplantagen anzulegen – zu Lasten der tropischen Naturwälder und

Weithin sichtbare Folgen der Umwandlung von Urwäldern in Reisanbauflächen und Kautschukmonoplantagen.

© Universität Stuttgart, ISWA

Kulturlandschaften wie etwa alter Reisterrassen. Die Folgen sind vor Ort deutlich zu sehen: Durch die veränderte Landnutzung kommt es zu Erosion, wertvoller Boden wird bei starken Niederschlägen ausgewaschen. Pestizide und Düngemittel gelangen in die Flüsse und ins Grundwasser und belasten so auch Trinkwasserquellen.

„Unser Ansatz ist, den Kautschukanbau naturverträglicher zu gestalten“, sagt Krauß. Eine restriktive Haltung zum Schutz der Natur sei dagegen nicht nachhaltig, glaubt der Forscher, da die Menschen vor Ort vom steigenden Lebensstandard durch den Kautschukanbau profitierten. Seit Projektbeginn Anfang 2012 wurden zunächst vor allem Daten erhoben – eine große Herausforderung in einer sehr ländlichen und armen Gegend, die statistisch bislang kaum erfasst war. Zudem wurde ein Monitoringsystem errichtet, um die Auswirkungen der Kautschuk-Monokulturen auf den Wasserhaushalt präziser beziffern zu können. „Unsere Aufgabe ist es, Konzepte zu entwickeln, danach liegt es an den Menschen und den Behörden vor Ort, das umzusetzen“, sagt Krauß. Es sei unerlässlich, ein Bewusstsein für die entstehende Umweltproblematik zu schaffen. Dabei denkt der

Ingenieur optimistisch: „Die Menschen sehen, dass die Trinkwasserqualität nachlässt, und dass Quellen in noch bestehenden Wäldern besseres Wasser bieten.“ Wichtig sei es, Basisarbeit zu betreiben, ohne den Menschen vor Ort vorgefertigte Lösungen überzustülpen. Dabei sei das Interesse der chinesischen Partner und Behörden an dieser internationalen Zusammenarbeit sehr groß. Mehr noch: „Das Problem ist übertragbar auf viele Regionen, und unsere Lösungen sollen das auch sein“, sagt Krauß. So gebe es etwa in Thailand, Vietnam und Myanmar durch wachsende Kautschuknachfrage vergleichbare Probleme.

WASSERVERSORGUNG IN TROCKENREGIONEN

Während am Mekong prinzipiell genügend Wasser vorhanden ist, herrschen in der peruanischen Hauptstadt Lima ganz andere Herausforderungen. Die Stadt mit ihren fast zehn Millionen Einwohnern wächst weiter in rasender Geschwindigkeit; Niederschläge, die zur Wasserversorgung beitragen könnten, gibt es in der äußerst trockenen geographischen Lage am Fuße der Anden praktisch nicht.

Christian León (stehend) diskutiert in Lima/Peru mit einer Expertengruppe Maßnahmen für einen Aktionsplan zur Wasserversorgung.



Station zum Gewässer-Monitoring im Einzugsgebiet eines Mekong-Nebenflusses.

Den weitaus größten Teil des benötigten Wassers führt der Río Rímac aus den Anden heran. Das reicht zwar bislang weitgehend aus, dennoch untersuchte das 2014 abgeschlossene Projekt LiWa (Lima Water, www.lima-water.de), wie Megastädte hinsichtlich der Wassernutzung nachhaltiger gestaltet werden können. „Das Problem in Lima ist das unkontrollierte Wachstum der Stadt, verbunden mit knappen Wasserressourcen“, sagt Christian D. León vom Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung der Uni Stuttgart (Zirius). Der in Lima geborene Forscher hat das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt vor Ort koordiniert und war eine wichtige Schnittstelle zwischen den deutschen Wissenschaftlern aus Stuttgart, Magdeburg und Leipzig und den peruanischen Projektbeteiligten, die einen Aktionsplan mit Maßnahmen bis zum Jahr 2040 erarbeitet haben. Dabei wurden vor allem neue Ansätze zur Wassernutzung gesucht. „Die Versorger sehen meist

nur zwei Möglichkeiten: die kurzfristige Nutzung von Grundwasser oder den Bau von Stauseen in den Anden“, erklärt León. LiWa setzte sich das Ziel, in weitere Richtungen zu blicken. „Auch in Lima schaut man zuerst auf die Verbraucher“, weiß der Forscher, zumal der Pro-Kopf-Verbrauch als doppelt so hoch gilt wie in Deutschland. „Das ist aber eine falsche Rechnung, weil die hohen Verluste durch marode Leitungen mit einfließen“, sagt León.

Mit denkbaren Maßnahmen wie höheren Wasserpreisen treffe man zudem vor allem ärmere Menschen, die ohnehin wenig verbrauchten. Reiche Einwohner, die etwa ihre Grünanlagen mit kostbarem Trinkwasser gießen lassen, interessieren die Preis dagegen kaum. Die Abwässer der Millionenstadt werden dagegen direkt ins Meer gepumpt. Ein Ansatz des Projekts war daher, Abwässer viel stärker als bisher zu reinigen und wiederzuverwenden. „Das kann man natürlich nicht trinken“, sagt León, aber für die Bewässerung von Gärten und Parks sei es gut geeignet. „Festgestellt wurde in Lima-Water auch, dass aufgrund des Klimawandels mit bis zu zehn Prozent weniger Wasser im Río Rímac gerechnet werden muss. Durch intelligentes Wassermanagement und Anreize zum Wassersparen könnte man dem aber entgegenwirken“, glaubt León. Die Technologien seien vorhanden, sie müssten aber zusammengeführt werden. Neben der Verabschiedung des Aktionsplans installierten die Wissenschaftler auch eine Pilotanlage zur Abwasserwiederverwertung. Dass er selbst als Peruaner vor Ort arbeiten konnte, schätzt León als Gewinn für das Projekt ein. Immerhin konnte er die unterschiedlichen Mentalitäten und von Südamerikanern und Europäern miteinander verbinden und so auch Vertrauen bei Behörden und NGOs vor Ort schaffen.

Jens Eber

Auf zu neuen Wegen

Neue Asphaltmixturen verbessern Infrastruktur in Kolumbien und anderswo

Minusgrade und Schnee, aber auch lange Hitzeperioden mit Lufttemperaturen von annähernd 40 Grad: Straßenbeläge müssen in Deutschland einiges aushalten und sind deshalb relativ teuer. Doch nicht überall auf der Welt sind solche Anforderungen notwendig – die Preise vielerorts aber dennoch zu hoch. Lösungen dafür will nun die Materialprüfungsanstalt (MPA) der Universität Stuttgart finden und hat bereits erste Pilotprojekte vorzuweisen.

Das Interesse an entsprechender Forschung bestehe, weiß Jan Hofmann, stellvertretender Direktor des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen. Das hätten auch die Anfragen von einigen der

internationalen Studierenden gezeigt, die in diesem Bereich wissenschaftlich arbeiten wollten und so die Initialzündung gaben. „Wenn der Bedarf besteht, sollte man sich dem nicht verschließen.“ Einen ersten Beitrag leistete die Master-Arbeit von Antonio José Villegas Mosquera aus Kolumbien im Rahmen des internationalen Master-Studiengangs Infrastructure Planning. Die Straßen in Kolumbien werden in drei Kategorien unterteilt. Die einfachste Form besteht aus einer einfachen Kiesschicht, darüber kommt dann der Asphalt. In Deutschland dagegen ist der Aufbau weit komplexer, unter der sichtbaren Deckschicht aus Beton oder Asphalt gibt es Tragschichten, teils Schotter und Frostschuttschichten, eine Planschicht und den Unterbau auf dem Untergrund – alles deutlich langlebiger ausgerichtet als in Kolumbien, wo

Master's Program Infrastructure Planning



Das internationale „Master's Program Infrastructure Planning“ (MIP) bietet bereits seit 1983 eine interdisziplinär ausgerichtete englischsprachige Ausbildung im Bereich komplexer Infrastrukturplanungsprojekte. Weltweit erfordert die Abwägung

verschiedener Aspekte des Ressourcenschutzes mit steigenden Entwicklungsansprüchen insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern interdisziplinär ausgebildete Planungsexperten, die auch interkulturelle Aspekte berücksichtigen können. Hier liegt der Fokus des Studiengangs, dessen Curriculum neben Verkehrswesen, Wasserversorgung und -entsorgung, Abfallmanagement, Energieversorgung, Architektur, Stadt- und Regionalplanung auch ökologische, soziale sowie managementbezogenen Aspekte räumlicher Planung umfasst. Inzwischen haben insgesamt 458 Studierende aus 79 Ländern den Studiengang erfolgreich abgeschlossen. Die Bewerberzahl ist hoch und die Absolventen haben weltweit gute Berufschancen.

red.



Antonio José Villegas Mosquera (rechts) mit Kollegen bei einem Bauprojekt in Kolumbien.

auf langen Verbindungen teilweise nur wenige Fahrzeuge verkehren. Und weil die Kosten für die Hauptschicht mit gut der Hälfte einen weit größeren Anteil an den Gesamtkosten haben als in Deutschland, lohnt sich in dem südamerikanischen Land der Einsatz von recyceltem Asphalt.

KOSTENVORTEIL DURCH RECYCLING

„Das ist wirklich billiger“, erklärt Villegas. Zudem könne bei der Herstellung des Materials viel Energie gespart werden, unter anderem weil lange Transportwege entfallen, wenn der Asphalt vor Ort vermischt wird. Um mehr als 40 Prozent könne man die üblichen Kosten pro Quadratmeter reduzieren, gleichzeitig seien die nötigen Anforderungen an Material und Verarbeitbarkeit eingehalten, so Villegas. Er hatte in seiner Masterarbeit, die er Ende 2013 abgab, auch die technischen Eigenschaften des neuartigen Straßenbelags mit dem herkömmlichen verglichen. Dabei kam heraus, dass der recycelte Asphalt zudem länger haltbar ist. Ergebnisse wie diese sollen nun nicht nur auf andere Länder übertragen, sondern auch für alle Studierenden eingesetzt werden. Derzeit bearbeitet eine Studentin für ihre Abschlussarbeit den Einsatz von recyceltem Asphalt für Ungarn, zuvor hatte ein Rumäne ähnliches für sein Land erforscht. Die Untersuchungen und Ergebnisse der Masterarbeiten werden in die bestehenden Vorlesungen mit integriert. Denkbar ist für Hofmann auch, einen

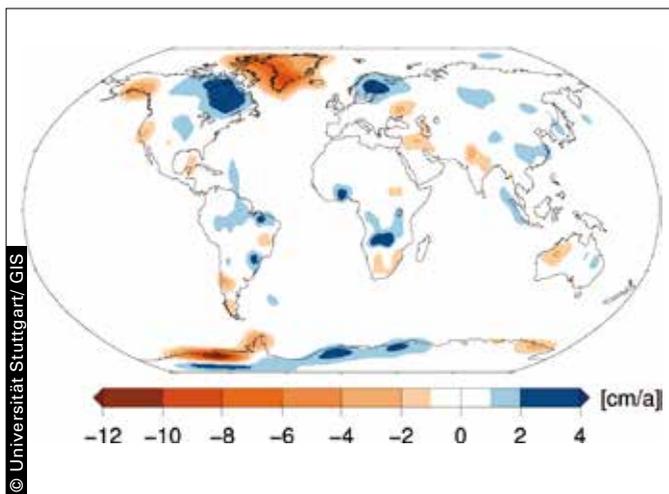
speziellen Vorlesungsblock für den Studiengang Infrastructure Planning in diesem Bereich anzubieten, ähnlich wie das schon mit einem Überblick über Baustoffe in den einzelnen Ländern funktioniere. Auch Promotionsvorhaben sind für Hofmann denkbar, allerdings werde es wohl schwierig werden, für das Arbeitsgebiet eine entsprechende Finanzierung zu bekommen. Denn Asphaltmixturen seien in Deutschland weniger im Fokus, zumindest nicht unter den derzeit untersuchten Gesichtspunkten. Doch auch im Ausland ist es nicht einfach, für die Forschung Unterstützung zu erhalten – auch das ist ein Ergebnis der Arbeit von Antonio José Villegas Mosquera. Die Straßenbauaufträge würden mittlerweile nach einem anderen System vergeben, erklärt er. Die Beschaffenheit des Belages oder ökologische Faktoren seien weniger von Belang, wichtig sei vielmehr etwa die Bekanntheit. Gegenüber seinem neuen Material habe es Skepsis gegeben, auch weil es noch keinen großflächigen Einsatz gab. „Es ist nicht einfach, das bestehende System zu ändern“, sagt Villegas. Der 28-Jährige hat seine Ergebnisse zwei Firmen in seinem Heimatland zur Verfügung gestellt, kehrte aber wieder nach Deutschland zurück und arbeitet nun als Verkehrsplaner. Mit Asphalt hat er es derzeit dennoch zu tun: Sein Einsatzgebiet ist beim Bau der unterirdischen Straßenbahn U-Strab in Karlsruhe und bei der Untertunnelung der Innenstadt.

Julia Schweizer

Netzausbau

Chinesische und deutsche Geodäten vermessen gemeinsam die Welt

Daten aus der Geodäsie geben Hinweise auf Dürren oder Naturkatastrophen. Die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche ist in besonderem Maße auf internationale Zusammenarbeit angewiesen. Mit Hilfe des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) startet an der Universität Stuttgart ein Projekt, das die weltweite Vernetzung der Forschungsgemeinde vorantreibt.



Langfristige Massenänderung an der Erdoberfläche. Der orange Fleck über Kalifornien gab schon früh einen Hinweis auf den aktuellen Wassermangel.

Äcker vertrocknen, Pflanzen verdorren – in Kalifornien wird das Wasser knapp. Strenge Sparvorschriften sollen den Verbrauch verringern. Doch der Kampf gegen die Dürre ist längst nicht

gewonnen – obwohl die Trockenheit den US-Bundesstaat keineswegs überraschend heimgesucht hat. „Diese Situation hat sich lange angekündigt“, sagt Prof. Nico Sneeuw, Leiter des Geodätischen Instituts der Universität Stuttgart. Dank der Messwerte, die Satelliten seit mehr als zehn Jahren zur Erde funken, haben Wissenschaftler früh gewusst, dass die Wasservorräte im Südwesten der USA gefährlich schrumpfen.

Der Fall Kalifornien zeigt, welche Bedeutung die Erdmessung in den vergangenen Jahrzehnten erlangt hat. Längst sind nicht mehr Kompass, Messlatte und Sextant die wichtigsten Instrumente der Geodäten. Stattdessen umkreisen Dutzende Satelliten die Erde und erzeugen Daten, die Vermessungsexperten aufzeichnen und auswerten. Auf diese Weise ergibt sich nicht nur ein immer umfassenderes Bild unseres Planeten. „Es geht auch darum, Veränderungen möglichst früh zu erkennen“, sagt Sneeuw.

Daten aus der Geodäsie geben zum Beispiel Hinweise auf bevorstehende Naturkatastrophen wie Hangrutsche oder Überschwemmungen. Brücken und Staumauern können so vor dem Einsturz bewahrt werden. Aber auch globale Probleme wie der Klimawandel oder das Austrocknen ganzer Regionen lassen sich frühzeitig beobachten. Die Geodäsie beschäftigt sich mit globalen Themen und ist deshalb mehr als andere Wissenschaftszweige auf eine weltweite Kooperation der Forschungsgemeinde angewiesen.

Die mit Geodäsie befassten Institute der Universität Stuttgart haben diesen Trend erkannt. Seit Jahrzehnten intensivieren sie die internationale Zusammenarbeit. Der gebürtige Niederländer Sneeuw arbeitet daran, strategische Partnerschaften über die Kontinente hinweg aufzubauen.

Ein neues thematisches Netzwerk heißt „Modern Geodetic Space Techniques for Global Change Mo-

Team eines Chinesisch-Europäischen ESA-Projektes: Prof. Jiancheng Li, Prof. Weiping Jiang (beide Wuhan), Prof. Nico Sneeuw (Stuttgart) und Dr. Oli Baur (Graz) (v.l.) sowie Doktoranden.



onitoring“. Es ist Teil einer Initiative des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD). Sie unterstützt Hochschulen, die ihre internationale Zusammenarbeit vertiefen wollen. Schon die Ausschreibung stieß auf großes Interesse. Rund 90 Einrichtungen reichten eine Bewerbung ein, 28 von ihnen wurden in das Programm aufgenommen. Darunter die Universität Stuttgart.

AUSTAUSCH VON PERSONAL UND WISSEN

Fünf der Institute und ihre internationalen Partner erhalten nun vier Jahre lang insgesamt eine Million Euro, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung bezahlt. Der Erfolg ist auch das Ergebnis der Arbeit des Dezernats Internationales der Hochschule, das Initiativen dieser Art von langer Hand unterstützt.

Das Geld des DAAD-Programms fließt nicht in Stellen oder in den Kauf von Geräten. Es dient vor allem dem Austausch von Personal und Wissen. „Rund ein Drittel der Summe kommt Master- und Promotionsstudenten zugute“, sagt Dr. Jianqing Cai, der das Projekt in Stuttgart koordiniert. Wichtige Partnerhochschulen sitzen in seinem Geburtsland China. Dazu gehören die für ihr Vermessungswesen renommierte Wuhan Universität sowie die Tongji Universität in Shanghai. Dorthin sollen pro Jahr fünf bis zehn deutsche Studierende gehen, um ihre Master- oder Doktorarbeit anzufertigen. Ein Projektpartner in Wuhan ist das Institut von

Prof. Weiping Jiang. „Der inhaltliche Austausch über Grenzen hinweg ist entscheidend für den Erfolg in der Wissenschaft“, sagt er. In der Geodäsie könnten so Daten aus unterschiedlichen Quellen kombiniert und von Forschenden mit unterschiedlichem Hintergrund ausgewertet werden. Besonders erfreulich sei es, dass immer mehr ausländische Studierende nach Wuhan kämen. Das ist neu, denn bislang waren es meist Forschende aus China, die eine Zeit an westlichen Hochschulen verbrachten.

INFRASTRUKTURMASSNAHMEN MACHEN CHINA FÜR GEODÄTEN INTERESSANT

Für angehende Geodäten ist das asiatische Land interessant. Das Vermessungswesen ist dort eine stark wachsende Disziplin. „Überall werden derzeit Schnellstraßen, Bahntrassen und neue Stadtviertel gebaut“, sagt Projektmanager Cai. Geodäten versorgen die Planer mit allen notwendigen Daten. Die Nachfrage steige pausenlos.

Welche Bedeutung die Disziplin in China hat, zeigt folgender Vergleich: Allein in Wuhan gibt es mehr als 50 Professoren, die sich mit Geodäsie befassen. Hinzu kommen 150 wissenschaftliche Mitarbeiter und rund 1.000 Studierende pro Jahr. Am Fachbereich Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart hingegen arbeiten fünf Professoren. Jeder von ihnen hat um die zehn Mitarbeiter, von denen fast alle drittmittelfinanziert sind. Masse bedeute natürlich nicht immer Klasse, räumt

Sneeuw ein. Doch mit der Zeit lernen beide Seiten die Arbeitsweise des Partners kennen. „Ich habe die Erfahrung gemacht, dass man sich in China Problemen anders annähert als bei uns.“ Es sei durchaus üblich, mehrere Doktorarbeiten zum selben Thema zu vergeben. Wenn auch nur eine davon das erhoffte Ergebnis bringt, sei das Ziel – quasi im Kollektiv – erreicht. Die hohe Zahl an Geodäsie-Experten in China sieht Sneeuw als Chance für ausländische Partner. Zum Beispiel, wenn es darum geht, Satellitendaten auszuwerten – eine langwierige und komplizierte

konkrete Forschungsprojekte, für die gemeinsam Geld von anderen Institutionen angeworben wird – etwa von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Inhaltliche Ansatzpunkte gibt es genug. Vor allem in der Satellitengeodäsie. Angesichts des globalen Wandels auf der Erde rückt sie ins Bewusstsein von Nachbardisziplinen wie der Hydrologie, also der Wissenschaft, die sich mit Wasser in der Biosphäre befasst. Das Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung der Uni Stuttgart ist ebenfalls an dem DAAD-Programm beteiligt, genauso wie das Institut für Raumfahrtssysteme.



Mit Hilfe einer Software des IIGS kann handelsübliche GPS-Technik kostengünstig aufgerüstet und für millimetergenaue Messungen eingesetzt werden.

Arbeit, für die in vielen europäischen Ländern das Personal fehlt.

Damit gemeinsame Projekte starten können, muss das Vertrauen wachsen. In der ersten Phase des DAAD-Programms soll zunächst das Netzwerk vertieft werden. „Nach drei bis vier Jahren folgt der nächste Schritt“, sagt Sneeuw. Er denke an

WIE STEIGT DER MEERESSPIEGEL?

Der Anstieg des Meeresspiegels spielt eine wichtige Rolle in der Debatte um den Ausstoß von Treibhausgasen und die daraus resultierende Erderwärmung. Geodätische Satelliten konnten in der Vergangenheit beobachten, wie das Eis in Grönland und der Antarktis schmolz und der Meeresspiegel stieg. Dabei handelt es sich um jährliche Veränderungen im Millimeterbereich, die weit unter dem Einfluss liegen, den etwa Gezeiten haben und die je nach Ort stark schwanken. Sie können sich jedoch erheblich auf das globale Klima auswirken.

Um diese Effekte zu bestimmen, messen Satelliten das Erdschwerefeld. Es verändert sich, wenn sich Massen an der Oberfläche verlagern. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn Grönlandeis schmilzt und als Wasser zur Südhalbkugel wandert. Satelliten der amerikanisch-deutschen Mission GRACE zeichnen jeden Monat ein neues Erdschwerefeld auf. Diese durch Geodäten bearbeiteten Daten geben der Klimaforschung wichtige Hinweise auf einen steigenden Meeresspiegel. Eine Schwäche dieser Methode ist die grobe Auflösung. Sie kann nur Bereiche erfassen, die größer als 400 Kilometer sind. Außerdem zeigt sie alltägliche Masseverlagerungen durch tektonische Bewegungen ebenso an

Studierende des englischsprachigen Masterstudiengangs Geomatics Engineering (GEOENGINE) werden ihre Master- und Doktorarbeiten leichter in China anfertigen können.



wie die von Meerwasser. Deshalb muss die Schwerefeldmessung durch andere Methoden ergänzt werden. Dazu gehören geometrische Messungen. Satelliten senden dabei ein Radar- oder Lasersignal nach unten. Nach der Reflexion auf dem Ozean empfangen sie den Impuls wieder. Daraus lassen sich ebenfalls Schwankungen des Meeresspiegels erkennen.

Alle diese Informationen müssen zusätzlich mit terrestrischen Daten abgeglichen werden. Das können Pegelstände sein oder kartographische Details. Je mehr Daten verfügbar sind, desto vollständiger wird das Bild der Erde. Nicht immer ist es einfach, die nötigen Geo-Daten zu bekommen. Früher wurden sie gehütet wie militärische Geheimnisse. In manchen Ländern genießen sich die Besitzer auch. Sie haben Angst, dass ihre Daten mit denen anderer Wissenschaftler nicht mithalten können und wollen sie deshalb unter Verschluss halten. „Gegenseitiges Vertrauen hilft, solche Hürden zu überwinden“, sagt Sneeuw.

ABSPRACHEN WERDEN ANDERS WAHRGENOMMEN

Diese Erfahrung hat auch sein Kollege Volker Schwieger gemacht. Der Professor leitet an der Uni Stuttgart das Institut für Ingenieurgeodäsie und arbeitet mit zahlreichen internationalen Partnern zusammen. Er stellt immer wieder fest, dass Absprachen anders wahrgenommen werden, je nachdem, aus welchem Land die Teilnehmer kommen. „In rein deutschen Arbeitsgruppen sind Absprachen klar und werden genau eingehalten.“ Ausländische Kollegen würden das oft lockerer sehen, was manchmal dazu führe, dass ein offeneres und kreativeres Klima entstehe. „International zusammengesetzte Teams profitieren durch diese unterschiedlichen Denkweisen“, sagt Schwieger. Einfallsreichtum ist für die Arbeit seines Instituts

wichtig. Ein Forschungsschwerpunkt besteht darin, professionelle GPS-Empfänger bezahlbar zu machen. Auf den von GPS-Satelliten frei zugänglich gesendeten Positionsdaten kann man sehen, ob sich Staumauern oder Brücken verformen – und einzustürzen drohen. Dafür müssen die Empfänger aber Positionsdaten im Millimeterbereich aufzeichnen können. Solche Geräte kosten um die 20.000 Euro und sind für viele Überwachungsstellen unbezahlbar. Kostengünstige GPS-Navigationsgeräte fürs Auto sind keine Hilfe, sie können den Standort nur auf einige Meter genau bestimmen. Das ist zu grob, um zu erkennen, ob sich Mauersteine aufblähen oder eine Eisenbahnbrücke in Schiefelage gerät. Schwieger und sein Team haben deshalb eine Software programmiert, die es erlaubt, handelsübliche GPS-Technik kostengünstig aufzurüsten und für millimetergenaue Messungen einzusetzen. Damit wird die Technik auch für ärmere Länder erschwinglich. Deren Behörden können so Gefahren früher erkennen und Katastrophen abwenden – ein konkretes Ergebnis internationaler Zusammenarbeit.

Heimo Fischer

Global Player der Geodäsie

Der Begründer der modernen Erdvermessung ist Ehrendoktor der Universität Stuttgart

Einer der ersten „Global Player“ der Geodäsie war der Planetare Geodät Prof. Dr. Theodor Albrecht, der 1913 die Ehrendoktorwürde der Technischen Hochschule Stuttgart verliehen bekam. Albrecht initiierte und leitete den „Internationalen Breitendienst“, den heutigen „International Earth Rotation and Reference Service“. Dr. Andreas Haka von der Abteilung Geschichte der Naturwissenschaft und Technik am Historischen Institut der Universität Stuttgart beschäftigt sich im Rahmen seiner Forschung zur Planetaren Geodäsie des 19. und 20. Jahrhunderts mit dem Pionier.

Die Grundlagen für die moderne Überwachung unseres Planeten wurden vor mehr als 100 Jahren gelegt, und Carl Theodor Albrecht kann als einer ihrer Väter bezeichnet werden. Der 1843 in Dresden geborene Wissenschaftler promovierte zunächst in Leipzig über die Bestimmung von Längendifferenzen mit Hilfe des elektrischen Telegraphen zum Doktor der Philosophie. Er war einer der ersten Mitarbeiter des Königlich-Preußischen Geodätischen Instituts, übernahm später die Leitung der Astronomischen Abteilung und wurde 1873 zum Professor ernannt. Im gleichen Jahr erschien sein erstes Buch, die nach ihm benannten „Albrechts-Tabellen“. Sie machten den Wissenschaftler weltweit und über die Grenzen seines Fachgebietes hinaus bekannt und bildeten fast 100 Jahre lang die Grundlage für die tägliche Arbeit eines jeden Geodäten.

Um 1895 erarbeitete Albrecht ein Konzept, das ein Geflecht aus Messstationen auf der ganzen Welt beinhaltete sowie ein Beobachtungsprogramm, um die Bewegungen der Erde zu untersuchen und aufzuzeichnen. Gemeinsam mit seinen Kollegen Wilhelm Foerster und Friedrich Helmert plädierte

er für die Gründung des „Internationalen Breitendienstes“ und kooperierte in diesem Kontext eng mit dem Stuttgarter Professor Ernst von Hammer: Dessen Arbeiten für die Internationale Erdmessung wurden durch Theodor Albrecht in Berlin maßgeblich koordiniert und im Rahmen des Internationalen Breitendienstes weiter ausgebaut.

1899 übernahm Theodor Albrecht die wissenschaftliche Leitung des Internationalen Breitendienstes sowie der Astronomischen Abteilung. Unverzüglich begann er mit einer bis dahin beispiellosen wissenschaftlichen Koordinationsarbeit, die, finanziert durch 22 Teilnehmerländer, weltweit zum Tragen kam. Es war der Beginn der globalen wissenschaftlichen Erdvermessung.

Trotz zahlreicher anderer Ämter in Berlin bereiste Albrecht alle Messstationen des Internationalen Breitendienstes und nahm bis ins hohe Alter auch selbst geodätische Messungen vor, die er publizierte und regelmäßig auf wissenschaftlichen Konferenzen vorstellte.

Theodor Albrecht starb am 31. August 1915 in Potsdam. Er gilt bis heute als der erfolgreichste deutsche Erdmessungsastronom.

Dr. Andreas Haka/amg



Prof. Theodor Albrecht
Mit freundlicher Genehmigung:
Verein zur Förderung von
Studierenden der TU Dresden

Eine Katastrophe, die helfen kann

Nepalesischer Student entwickelte Szenario zur Erdbebengefährdung

Am Lehrstuhl für Befestigungs- und Verstärkungsmethoden der Universität Stuttgart suchen Forscher mit Studierenden des Masterstudiengangs Infrastructure Planning nach Lösungen, um Häuser erdbebensicherer zu machen. Durch das schwere Erdbeben in Nepal in diesem Jahr wurden die Szenarien an der Wirklichkeit geprüft.

Es sind zwei Tage, die den Menschen in Nepal schmerzhaft im Gedächtnis bleiben werden: Fast 9.000 Tote und mehr als 20.000 Verletzte haben die Erdbeben vom 25. April und dem 12. Mai gefordert. Viele wurden in ihren eigenen Häusern zu Opfern, mehr als eine halbe Million sind zerstört worden. Und doch können diese beiden Tage auch Hoffnung für die Zukunft geben – mit Unterstützung der Universität Stuttgart. Denn nun können Forscher überprüfen, ob die früher entwickelten Risikoanalysen und Erdbebenszenarien so eingetroffen sind wie prognostiziert. Das soll helfen, den Katastrophenschutz zu verbessern und Möglichkeiten aufzeigen, wie man anhand der Berechnungen die dortigen Gebäude stabiler machen kann. „Wir können jetzt leider einen Ist-Abgleich machen“, sagt Prof. Jan Hofmann vom Institut für Werkstoffe im Bauwesen. Er hat vor vier Jahren die Masterarbeit eines nepalesischen Studenten im Studiengang Infrastructure Planning betreut. Dieser hatte sowohl bestimmte Gebiete des Kathmandu Valley als auch bestimmte Gebäudearten als besonders gefährdet identifiziert. Mithilfe von Studenten, die bei dem Verein Ingenieure ohne Grenzen engagiert sind, sowie eigenen Kontakten zur Kathmandu University soll es 2016 losgehen. „Die Kollegen dort sind gerade noch mit Krisenmanagement beschäftigt, um die vorhandenen Schäden zu erfassen und zu beurteilen“, weiß Hofmann über die dortige Situation. „Das Thema Erdbeben und

Erdbebenverstärkung wird uns auf jeden Fall die kommenden 20 bis 30 Jahre beschäftigen.“

VERSUCHE AUF DEM RÜTTELTISCH

Denn nach der Klassifizierung der Schäden soll herausgefunden werden, bei welchen Gebäudearten man was und wie verstärken müsste. „Dabei geht es in unserer Forschung vor allem darum, dass wir relativ einfache Möglichkeiten suchen, um sie vor Ort umzusetzen.“ Und die hat das Forscherteam bereits durch mehrere frühere Master- und Doktorarbeiten gefunden. Teil der Arbeiten waren auch 1:1-Versuche auf einem Rütteltisch am Bhabha Atomic Research Centre (BARC) in Indien, mit dem Erdbeben simuliert werden. Ein wichtiges Ergebnis: Stahlbetonrahmen lassen sich durch Winkel in den Ecken verstärken. „Das funktioniert perfekt. Die Methode ist minimal invasiv, sehr kostengünstig und sehr effektiv“, so Hofmann. Die Methode wurde in Zusammenarbeit mit der University of Canterbury entwickelt. In Neuseeland und Indien sind bereits einige Stahlbetonrahmen auf diese Weise verstärkt worden. Die Arbeit der Stuttgarter Forscher ist also international. Kooperationen gibt es unter anderem mit der University of Canterbury in Christchurch (Neuseeland) und der University of California in San Diego. Doch auch hierzulande ist der Schutz vor Erdbeben nötig. Denn laut einer neuen Studie zur Erdbebengefährdung in Europa und der Türkei könnte die Belastung doppelt so hoch ausfallen wie bislang angenommen; zumindest für Süddeutschland. Für das Share-Programm (Seismic Hazard Harmonization in Europe) waren Daten der vergangenen 1000 Jahre ausgewertet worden und damit eine Gefährdungskarte für 120.000 Orte erstellt worden – die hoffentlich nicht auf die gleiche Weise an der Realität zu messen sein wird wie das Szenario für Nepal.

Julia Schweizer

Physik und Völkerverständigung

Prof. Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN)

Am CERN in der Schweiz steht nicht nur der größte Teilchenbeschleuniger (Large Hadron Collider, LHC) der Welt. Die Großforschungseinrichtung mit 21 Mitgliedsstaaten und knapp 12.000 Gastwissenschaftlern mit 100 Nationalitäten ist auch ein extremer Schmelztiegel der Kulturen. Ihr Generaldirektor, Prof. Rolf-Dieter Heuer, studierte in den 1970er-Jahren Physik an der Universität Stuttgart. Im Gespräch mit FORSCHUNG LEBEN erklärt er, warum Wissenschaft die Globalisierung braucht und was in die Gesellschaft zurückfließt.

? Herr Prof. Heuer, Sie stehen seit 2009 an der Spitze des CERN, Ende dieses Jahres reichen Sie den Stab an die italienische Physikerin Fabiola Gianotti weiter. Was waren die Meilensteine in dieser Zeit und wo lagen die besonderen Herausforderungen?

➤ 2009 haben sich mein Managementteam und ich zwei Hauptziele für unsere Amtszeit gesetzt. Das erste war, ganz klar, den LHC nach einer längeren Reparatur- und Umrüstphase zum Laufen zu bringen und das Physikprogramm umzusetzen. Das zweite war, das CERN für Länder über die europäische Region hinaus zu öffnen. Ich sagte immer spaßeshalber, dass wir das E in CERN von „Europa“ in „egal wo“ ändern müssten. Jetzt, da wir uns dem Ende meiner Amtszeit nähern, freue ich mich, sagen zu können, dass wir beide Ziele erreicht haben. Deutliche Meilensteine für den LHC waren der Beginn der Datennahme im Jahr 2009 und die ersten hochenergetischen Strahlen 2010, die Bekanntgabe der Entdeckung des Higgs-Teilchens im Jahr 2012 sowie die Verleihung des Nobelpreises an François Englert und Peter Higgs im

darauffolgenden Jahr. Ein vorerst letzter Höhepunkt für den LHC war der erfolgreiche Neustart mit höherer Energie in diesem Jahr, und ich warte gespannt auf die aufregenden Physikergebnisse, die sicherlich folgen werden.

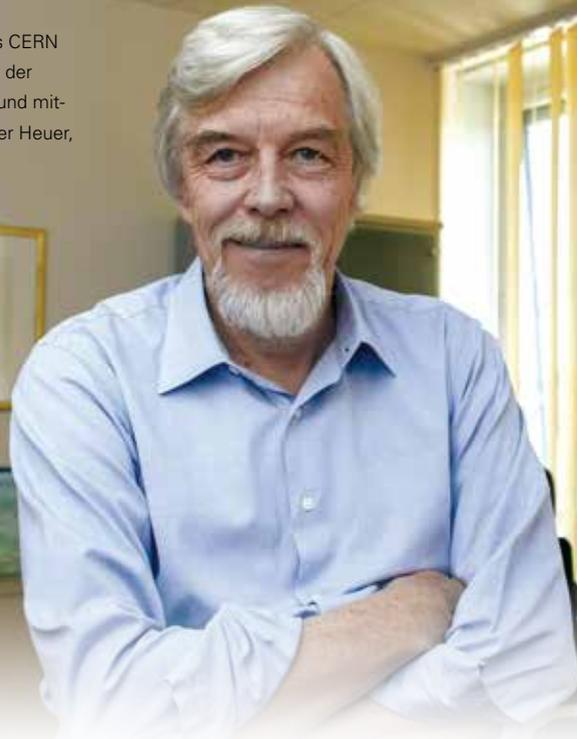
Die Herausforderungen, vor denen wir standen, um diese Ziele zu erreichen, waren zahlreich und vielfältig. Dies umso mehr, da mein Amtsantritt just mit dem Höhepunkt der Wirtschafts- und Finanzkrise zusammengefallen ist, bei einer sehr unterschiedlichen Finanzentwicklung in den 21 Mitgliedsländern. In dieser Situation war es schwierig, das Budget zu halten. Das ist uns gelungen, alle sind ihren Beitragsleistungen – wenn auch teilweise verzögert – nachgekommen.

? Was hat die Zeit am CERN für Sie persönlich bedeutet?

➤ Die Berufung an die Spitze dieser Institution war für mich eine große Ehre und Herausforderung zugleich. Das CERN ist für einen Teilchenphysiker eine Art Mekka, und es ist schon toll, in dieser Position die großen physikalischen Entwicklungen des Fachbereichs zu verfolgen und mitzugestalten.

Zudem konnten wir diese Entwicklungen durch eine gute Öffentlichkeitsarbeit nach außen tragen: Heute wissen mehr Menschen, was das CERN und der LHC ist, das finde ich sehr wichtig. Die Öffentlichkeit soll sehen, welche faszinierende Arbeit am CERN geleistet und was mit den Steuergeldern erreicht wird. Das war auch mit ein Grund, dass wir uns 2012 um einen Beobachterstatus bei der Generalversammlung der Vereinten Nationen in New York bemüht haben: Wir wollen in die politische Diskussion die Stimme der Forschung und der Wissenschaft einbringen und können uns auch in den Arbeitsgruppen zu Wort melden. Was mich besonders begeistert, ist die unglaubliche

„Es ist toll, an der Spitze des CERN die großen Entwicklungen in der Teilchenphysik zu verfolgen und mitzugestalten.“ Prof. Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor



Vielfalt an Nationen und Kulturen hier am CERN. Und es funktioniert! Jeder zieht am gleichen Strang und in die gleiche Richtung. Dass dies möglich ist, sehe ich als einen der großen Erfolge des CERN.

? Wie arbeitet man in kulturell so heterogenen Teams?

➤ Wie sonst auch. Wenn man die Sprache der Wissenschaft spricht, zählt der jeweilige Kulturkreis nicht. Natürlich „ticken“ die Menschen unterschiedlich, auch innerhalb einer Nationalität: Es gibt die Geradlinigen, Ausdauernden und die Abweichter, die „out of the box“ denken. Gebraucht werden beide. Erfolgreiche und kreative Forschung erfordert eine gute Balance zwischen Leuten, die an den Projekten arbeiten und solchen, die nach Neuem suchen. Das ist eine strukturelle Frage und eine Frage des Freiraums, den man den Mitarbeitern lässt. Motivation ist für mich ein extrem wichtiges Kriterium des Managements.

? Im Sommer wurden bei Experimenten am LHC so genannte Pentaquark-Teilchen nachgewiesen. Was bedeutet diese Entdeckung?

➤ Wie die Entdeckung des Higgs-Teilchens war auch die Entdeckung der Pentaquark-Teilchen der Abschluss eines geistigen Abenteuers, das sich über mehrere Jahrzehnte erstreckte. In den 1960er Jahren wurde das Quark-Modell aufgestellt, um die große Vielfaltigkeit der Teilchen

zu beschreiben, die in Laboratorien und in kosmischer Strahlung beobachtet wurden. So wie die Vielfaltigkeit der chemischen Elemente mit Hilfe ihres Aufbaus aus einer unterschiedlichen Anzahl an Protonen, Neutronen und Elektronen erklärt wird, ist ein Großteil der Vielfaltigkeit der Teilchen durch die Tatsache begründet, dass sie aus Quarks bestehen. Wenn man die Elemente betrachtet, so besteht zum Beispiel Wasserstoff aus einem einzigen Proton, das von einem Elektron umkreist wird, wohingegen Gold aus 79 Protonen, 118 Neutronen und 79 Elektronen besteht. In ähnlicher Weise bestehen Protonen und Neutronen aus drei Quarks, während eine andere Teilchenkategorie, die sogenannten Mesonen, aus einem Quark und einem Antiquark bestehen. Das Quark-Modell sagte außerdem voraus, dass andere Konfigurationen mit fünf Teilchen, vier Quarks und einem Antiquark, ebenfalls möglich sein sollten. Dieses sind die Pentaquarks.

? Welche Erkenntnisse erhofft man sich?

➤ Die neuen Ergebnisse, auf die ich mich am meisten freue, sind Präzisionsmessungen der Eigenschaften des Higgs-Teilchens. Wir wissen, dass das von uns entdeckte Teilchen sich nach dem Brout-Englert-Higgs-Mechanismus verhält, durch den die Elementarteilchen ihre Massen erhalten. Aber wir wissen noch nicht, ob es sich um ein sogenanntes Standardmodell-Higgs-Teilchen oder

Jubeln mit dem Team nach dem
geglückten Neustart des LHC-Teilchen-
beschleunigers in diesem Jahr.



© CERN

etwas exotischeres handelt. Das Standardmodell ist die Theorie, die wir zur Beschreibung der Elementarteilchen, die das sichtbare Universum ausmachen, sowie der Art und Weise ihrer Interaktion miteinander verwenden. Dies ist eine sehr gute Theorie, aber sie ist unvollständig. Sie erklärt zum Beispiel nicht die Schwerkraft, und obwohl das sichtbare Universum uns und alles, was wir sehen können, einschließt, macht es nur rund fünf Prozent der Gesamtzusammensetzung des Universums aus. Der Rest ist dunkle Materie und dunkle Energie, über die wir nur sehr wenig wissen. Einige der Theorien, die über das Standardmodell hinausgehen, gehen von etwas anderen Eigenschaften des Higgs-Teilchens aus als beim Standardmodell, daher könnte die genaue Analyse des Higgs-Teilchens sehr interessant sein. Dies gilt auch für direkte Suchen nach neuen Teilchen, da einige Theorien, die über das Standardmodell hinausgehen, neue Teilchen prognostizieren. Wenn wir diese sehen, wäre das ein direkter Beweis für die dunkle Materie. Es ist meine Hoffnung, dass wir auf die eine oder andere Art und Weise, entweder durch präzise Messungen des Higgs-Teilchens oder durch direkte Suchen, eine neue Physik finden, die uns über das Standardmodell hinaus und in das dunkle Universum bringt.

? Wo sehen Sie das CERN in 10 Jahren?

➤ In der gleichen herausragenden Position wie heute. Der LHC soll nach unserer Planung noch 20 Jahre laufen, aber wir planen eine wesentliche Verbesserung. Bei gleichbleibender Kollisionsrate braucht man nach zehn Jahren Datennahme weitere zehn Jahre, um die Menge der gewonnenen Daten zu verdoppeln. Künftig wollen wir eine entsprechende Verdoppelung in zwei Jahren schaffen, dazu sind pro Sekunde fünf Mal mehr Kollisionen erforderlich. Dies wollen wir mit einem Upgrade

um das Jahr 2025 erreichen, das dann den Weg für eine weitere Dekade frei macht. Ich hoffe auch, dass das CERN einen noch leistungsfähigeren Teilchenbeschleuniger anstoßen kann. Ein weiteres wichtiges Zukunftsthema ist die Erweiterung des CERN über die Grenzen Europas hinaus. Bereits im vergangenen Jahr haben wir Israel als 21. Mitgliedstaat aufgenommen, Rumänien soll noch in diesem Jahr folgen. Serbien, die Türkei sowie Pakistan wurden als außerordentliche Mitglieder aufgenommen. Letztere haben beispielsweise weniger Mitarbeiter am CERN und weniger Industriekontakte, bezahlen aber auch nur einen Bruchteil des Normalbeitrags. Diese Öffnung wollen wir weiter vorantreiben, auch wenn es länger dauert, als ich mir das wünschen würde. Forschung ist global, deshalb sollten sich auch die Institutionen global aufstellen. Und die nächste Maschine nach dem LHC wird eine globale Maschine sein. Dafür brauchen wir die Human Resources.

? Ist das CERN als eine der ersten europäischen Großforschungseinrichtungen heute noch beispielgebend?

➤ Auf jeden Fall. Das CERN hat in über 60 Jahren gezeigt, was man erreichen kann, wenn Europa an einem Strang zieht – davon könnte sich sogar die Politik etwas abschauen.

Wissenschaftlich sind heute etliche Großforschungseinrichtungen nach dem Vorbild des CERN aufgebaut, zum Beispiel die Europäische Südsternwarte ESO in Garching bei München, die Europäische Weltraumbehörde ESA oder die im Bau befindliche Europäische Spallationsquelle ESS



Rolf-Dieter Heuer im „Tunnel“, in dem der größte Teilchenbeschleuniger der Welt steht..

in Lund in Schweden, die Neutronenstrahlung für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik liefern soll. Ein sehr spannendes Forschungszentrum nach dem Modell des CERN ist auch das Synchrotronlabor SESAME, das mit Unterstützung der UNESCO derzeit in Jordanien entsteht. Beteiligt sind neben Jordanien unter anderem Pakistan, die Türkei, Zypern, Bahrein, Israel, Ägypten und Palästina. Das zeigt, dass über die Wissenschaft auch durchaus konträre Länder zusammenwirken können.

? **Angefangen hat Ihre Laufbahn mit einem Physikstudium an der Universität Stuttgart. Was geben Sie Ihrer Alma Mater mit auf den Weg?**

➤ Es ist heute enorm wichtig, dass Wissenschaftseinrichtungen nicht „in ihrem eigenen Saft schmoren“. Kooperation und Wettbewerb schließen sich nicht aus, im Gegenteil. Um erfolgreich zu sein, sollte sich die Universität auf ihre Stärken konzentrieren, auf Gebiete, wo sie vielversprechende Themen, gute Leute und eine gute Forschungsinfrastruktur hat. Und sich auf diesen Gebieten geeignete internationale Partner suchen.

Um international mitzuspielen, muss man sich dem Wettbewerb sehr früh stellen und schon gute Studierende aus dem Ausland nach Stuttgart holen. Die deutsche Sprache ist dabei jedoch sehr häufig ein Hindernis. Daher ist es extrem wichtig, dass Lehrveranstaltungen in den gehobenen Semestern verstärkt auf Englisch angeboten werden. In der Hinsicht lohnt sich ein Blick in die Schweiz, dort sind die Studierenden wie auch das Lehrpersonal sehr international.

? Ab April 2016 werden Sie das Amt des Präsidenten der Deutschen Physikalischen Gesellschaft übernehmen. Was sind Ihre Visionen?

➤ Im Moment bin ich noch sehr stark am CERN eingebunden, daher gibt es für meine künftige Aufgabe bei der DPG noch kein fertiges Konzept. Aber es zeichnen sich zwei Linien ab: Zum einen möchte ich auch bei der DPG die internationale Vernetzung gestalten und dabei meinen Erfahrungsschatz aus dem CERN einbringen. Und zum zweiten liegt es mir am Herzen, junge Menschen zu motivieren, „schwierige“ Fächer wie Mathematik, Physik, Natur- und Ingenieurwissenschaften zu studieren. Die DPG kann hier zum Beispiel über den schulischen Bereich helfen. Und ich werde ein Auge auf die Öffentlichkeitsarbeit haben.

? **Und Ihre persönlichen Zukunftspläne?**

➤ Ich hoffe, mehr Einfluss auf meine Agenda zu haben, öfter zu Hause zu sein und mehr Zeit mit meiner Frau zu verbringen, auch privat zu reisen. Aber bei meinen vielen Nebenjobs werde ich wohl auch künftig voll ausgelastet sein. Von 100 auf null geht nicht. In eineinhalb Jahren werde ich die Präsidentschaft im Aufsichtsrat von SESAME übernehmen. Das ist ein ganz wichtiges Projekt, insbesondere auch für die Völkerverständigung.

Vielen Dank für das Gespräch!

Die Fragen stellte Andrea Mayer-Grenu

Mit deutscher Zuverlässigkeit

Stuttgarter Team analysiert Schutzeinrichtungen am Europäischen Kernforschungszentrum CERN

Die größte Maschine der Welt steht in einem Tunnel am europäischen Kernforschungszentrum CERN in der Schweiz. Es ist der Large Hadron Collider (LHC), ein besonders leistungsstarker Teilchenbeschleuniger, an dessen Bau über 10.000 Wissenschaftler und Techniker aus über 100 Staaten beteiligt waren. Als die „Weltmaschine“ kurz nach der Inbetriebnahme im Jahr 2008 einen technischen Defekt hatte, war der Schaden enorm. Seither tragen auch Wissenschaftler des Instituts für Maschinenelemente der Universität Stuttgart zum sicheren und zuverlässigen Betrieb des LHC bei. Zusammen mit einem Team am CERN analysieren sie Schwachstellen, die zu Betriebsstörungen führen können.



© CERN

Der Teilchenbeschleuniger LHC am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf.

Prof. Bernd Bertsche, Leiter des Instituts für Maschinenelemente und dort verantwortlich für den Institutsbereich Zuverlässigkeitstechnik, interessiert sich für Versager. Fahrzeuge, Fertigungsmaschinen, Fabrikanlagen – damit sie funktionieren, muss eine

Vielzahl von Komponenten zu einem System zusammengesetzt werden. Doch mit der Komplexität heutiger Maschinen und Anlagen handeln sich ihre Erbauer auch immer Unwägbarkeiten ein: Mag das einzelne Bauteil auch eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit haben, dass es ausfällt, so führt letztlich die schiere Menge an Bauteilen bei einer komplexen Maschine zu Betriebsstörungen. „Unser Institut untersucht solche Szenarien. Unser Ziel ist es, dass die Fälle seltener werden, in denen es zu einem Systemversagen mit womöglich gravierenden Folgen kommt, und dass es insgesamt weniger Betriebsstörungen gibt“, erklärt Bertsche. Eines der größten Projekte, an denen ein IMA-Team seit drei Jahren mitwirkt, ist die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Teilchenbeschleunigers LHC am europäischen Teilchenforschungszentrum CERN. „Unser Institut hat in der Zuverlässigkeitsforschung international einen Namen“, so Bertsche, „das CERN kam damals auf uns zu.“ Der Teilchenbeschleuniger steht in einem 27 Kilometer langen Tunnelring. Hier werden zwei sehr energiereiche Protonenstrahlen erzeugt, die gegenläufig im Ring kreisen und an einer Stelle frontal aufeinanderprallen. Bei diesem Zusammenprall entstehen Schauer neuer Teilchen, aus denen die Physiker grundlegende Erkenntnisse über den Aufbau der Materie gewinnen. Aus Sicht eines Ingenieurs ist der LHC einfach eine sehr komplexe Maschine. Die beiden Protonenstrahlen prallen mit einer Energie aufeinander, die zwei ICE-Zügen bei Tempo 150 entspricht. Dass die Protonenstrahlen auf ihren Kreisbahnen bleiben, dafür sorgen gewaltige Magnete. Deren Felder müssen so stark sein, dass dafür hohe Stromstärken von rund 12.000 Ampere erforderlich sind – ein Wert, der sich nur mit supraleitenden Materialien erreichen lässt, weil dann der elektrische Widerstand fast null wird. Auslöser für die Kooperation zwischen IMA und CERN dürfte letztlich ein



(v.l.) Volker Schramm, Tobias Griesemer und Miriam Blumenschein, Studierende des IMA, am CERN in Genf.

Ereignis aus dem Jahre 2008 gewesen sein. Damals kam es am LHC zu einem Unfall mit fatalen Folgen, wenn auch zum Glück nur materiellen Schäden. An jenem 19. September 2008, nur neun Tage nach der Inbetriebnahme des LHC, versagte eine Schweißnaht, wodurch ein Tank mit flüssigem Helium explodierte. Die Explosion verschob einen 30 Tonnen schweren Magneten um einen halben Meter und der supraleitende Magnet erwärmte sich rasch – zu rasch. Die erforderlichen Reparaturen dauerten mehr als ein Jahr.

PERSONELLE VERBINDUNGEN

„Gemeinsam mit den beiden CERN-Arbeitsgruppen Machine Protection und Availability verbessern wir die Sicherheit und Verfügbarkeit des LHC“, sagt Bertsche. „Die Methoden sind dabei dieselben, die wir auch für kommerzielle Maschinen oder Fahrzeuge anwenden.“ Die Kooperation schlägt sich auch personell nieder: Drei Studierende des IMA arbeiten derzeit in Genf, eine Doktorandin des CERN in Stuttgart. Eine weitere Doktorandenstelle will Bertsche noch schaffen. „Das CERN ist ja sehr international ausgerichtet, diese Atmosphäre und die dortigen Möglichkeiten schätzen unsere Studierenden sehr“, hat Bertsche festgestellt. Dr. Peter Zeiler, Bereichsleiter am Stuttgarter IMA, illustriert, welche Früchte die Kooperation trägt. „Einer unserer Studierenden hat das Schutzsystem der LHC-Energieversorgung untersucht, um zu

sehen, wo es Lücken in der Redundanz gibt.“ Betriebskritische Systeme wie die Energieversorgung sind doppelt ausgelegt, damit ein Ausfall einer Komponente keine direkten Folgen für den LHC-Betrieb hat. Im Schutzsystem sind mehr als 100.000 Platinen verbaut. „Die Ergebnisse der Analyse haben die CERN-Leute nun in der letzten Wartungsphase des LHC aufgegriffen und umgesetzt“, so Zeiler. Ein anderer Student untersuchte im Labor experimentell Methoden, mit denen sich ermitteln lässt, wie robust Speicherbausteine von Computern angesichts der Strahlung im Tunnel sind: „Wenn die Protonen im LHC aufeinanderprallen, entstehen ja sehr energiereiche Teilchen, die in elektronischen Komponenten Bit-Fehler erzeugen können“, erklärt Zeiler. Aus Kostengründen kommen am LHC zum Beispiel in der Auswertelektronik oft keine strahlungsgehärteten Bauteile zum Einsatz, daher liefern solche Untersuchungen des IMA wertvolle Erkenntnisse für die Zuverlässigkeit gewöhnlicher Speicher. In einem weiteren Forschungsprojekt wollen CERN und IMA die Verfügbarkeit des LHC steigern, denn je mehr Messzeit für die Experimente zur Verfügung steht, desto zuverlässiger werden letztlich die physikalischen Ergebnisse sein, die die „Weltmaschine“ liefert. Derzeit liegt ihre Verfügbarkeit nur bei 35 Prozent, gut 70 Prozent wären theoretisch möglich, wenn man Instandhaltungszeiten berücksichtigt.

Michael Vogel

Sauber durch die Luft

Fluggeräte sollen weniger Lärm und Abgase erzeugen

Die Europäische Union will das Fliegen umweltfreundlicher und effizienter machen: Gemeinsam mit Flugzeug- und Hubschrauberherstellern hat sie dafür die milliardenschweren Forschungsprogramme „Clean Sky“ und „Clean Sky 2“ aufgelegt. Forscher der Universität Stuttgart untersuchen in diesem Rahmen mögliche Steuerungskomponenten für elektrisch angetriebene Hubschrauber.

Elektroautos sind zwar noch die Exoten auf den Straßen, doch ihre Zahl nimmt stetig zu. Derselbe Trend hat auch die Luftfahrt erfasst: „More Electric Aircraft“, beziehungsweise „All Electric Aircraft“

lauten dort die Schlagworte, erklärt Alexander Naubert, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) der Universität Stuttgart. Der Sinn dahinter: 2,2 Milliarden Passagiere sowie Tausende Tonnen Luftfracht verursachen jedes Jahr einen Ausstoß von 628 Millionen Tonnen CO₂. Dazu kommen Stickoxide und jede Menge Lärm. Und man geht davon aus, dass der Luftverkehr jedes Jahr um weitere vier bis fünf Prozent zunimmt. Bereits vor knapp zehn Jahren hatten daher sieben führende europäische Luftfahrtkonzerne beschlossen, im Rahmen der EU-Initiative Clean Sky zusammenzuarbei-

ten. Das gemeinsame Ziel: Die nächste Generation von Flugzeugen soll deutlich weniger Lärm und Abgase erzeugen und mit weniger Treibstoff auskommen. Rund 5,6 Milliarden Euro stecken die beteiligten Firmen und die EU in die beiden Programme „Clean Sky“ und „Clean Sky 2“ – das umfassendste Luftfahrtforschungsprogramm, das es in Europa bislang gab.

Bei Modellflugzeugen ist die Elektrifizierung bereits vollzogen – die Modelle fliegen hervorragend und haben lange Akkulaufzeiten. Doch die Erkenntnisse lassen sich nicht einfach auf bemannte Elektroflieger übertragen. „Schwankungen bei der Betriebssicherheit sind bei Modellflugzeugen weniger folgenreich“, sagt Naubert. „Sobald jedoch ein Mensch an Bord ist, gibt es bestimmte Sicherheitslevels, die man erreichen muss.“ Wie künftig bemannte Fluggeräte emissionsfrei fliegen können, erforschen die Firmen innerhalb von Clean Sky einzeln oder im Verbund in Teilprojekten, die sie gemeinsam mit Forschungseinrichtungen ausarbeiten.

SICHERE STEUERELEMENTE FÜR ELEKTRO-HUBSCHRAUBER

Eine Schlüsseltechnologie für die neuen Fluggeräte ist die Flugsteuerung. Genau damit befasst man sich am IKTD, konkret mit Komponenten für Elektro-Hubschrauber. Drehflügler steuert man, indem die Stellung der Rotorblätter verändert wird. Dies geschieht über eine so genannte Taumelscheibe unterhalb des Rotorkopfes. Diese Taumelscheibe wird über Aktoren bewegt und gibt die Bewegung an die Rotorblätter weiter. Bislang geschieht dies über Hydraulikzylinder. „Das käme bei einem elektrisch betriebenen Hubschrauber nicht infrage“, sagt Naubert.

Hier nun kommt die Forschung des Doktoranden ins Spiel: Anstelle von Zylindern verstellen bei einem Elektro-Helikopter Gewindespindeln die Taumelscheibe und die Rotoren. Gewindespindeln

Kugelgewindetrieb, wie er bereits in der Aktorik von Flugzeugen eingesetzt wird.





(v.l.) Thomas Münzing und Alexander Naubert am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design der Universität Stuttgart wollen den Himmel sauberer machen.

jedoch können blockieren, wenn etwa nicht mehr genug Schmiermittel vorhanden ist und sie infolgedessen verschleifen. Der Hubschrauber wäre dann schlagartig nicht mehr steuerbar. Deshalb untersucht Naubert Möglichkeiten, wie man eine defekte Spindel möglichst schnell von der Taumelscheibe trennt, damit eine Ersatzspindel die Arbeit übernehmen kann. Dabei arbeitet er mit einem italienischen Zulieferer zusammen. Zwei Möglichkeiten will er untersuchen: Zum einen eine Variante mit einem pyrotechnischen Treibsatz, ähnlich, wie er auch in Airbags zum Einsatz kommt. Die Trennung durch eine Sprengladung hätte aber den Nachteil, dass diese – einmal ausgelöst – nicht umkehrbar ist. Daher kann man vorher nicht testen, ob der Treibsatz noch funktionstauglich ist. Zum anderen forscht Naubert an einer zerstörungsfreien Variante, die mit gespannten Federn und Elektromagneten operiert. Bei einem solchen System kann die Trennung während eines Vorflugtests auch wieder rückgängig gemacht werden. Dafür wäre es möglicherweise etwas schwerer und besteht aus mehr Bauteilen, die wiederum selbst ausfallen könnten. „Man ist sich noch nicht ganz sicher, in welche Richtung es gehen wird“, sagt Naubert.

HÄRTETEST FÜR DIE SPINDEL

In einem weiteren Projekt untersucht Nauberts Kollege Thomas Münzing die Gewindespindel selbst. Üblicherweise werden diese in Werkzeug-

maschinen eingesetzt und daher darauf ausgelegt, kontinuierlich bewegt zu werden. Im Hubschrauber würden sie die meiste Zeit still an einer Position stehen, müssten aber gleichzeitig sehr große, hämmernde Lasten durch den Rotor aushalten. Das ist vergleichbar mit einem Presslufthammer. Daher prüft Münzing unterschiedlichste Werkstoffe, Beschichtungen und Schmiermittel auf ihre Tauglichkeit und den Verschleiß. „Diese spezielle Anwendung ist noch unerforscht“, sagt Naubert. Neben wissenschaftlichen Mitarbeitern sind in Teilaufgaben der Projekte auch Studierende einbezogen. „Für unsere Studentinnen und Studenten ist es sehr interessant, an einem europäischen Projekt mitzuarbeiten“, so Naubert. Bis Mitte 2016 will er seine Arbeit abgeschlossen haben.

Der Luftfahrtkonzern Airbus, der die Projekte initiiert hat, erhofft sich von Clean Sky nach eigenen Angaben „bahnbrechende Innovationen für die Zukunft“. Nur im Verbund ließen sich die besten Technologien, Kompetenzen und Wissensressourcen in Europa bündeln. Langfristig könnten Hubschrauber durch die neuartigen Antriebe nicht nur umweltfreundlicher, sondern durch die wegfallenden Spritkosten auch günstiger werden. Damit wären sie für viel mehr Menschen ein bezahlbares Fortbewegungsmittel. Bis es soweit ist, wird es nach Nauberts Schätzung aber noch zehn bis 15 Jahre dauern.

red

STUDIERN UND FORSCHEN
WELTWEIT

Wie wird woanders geforscht? Wer das herausfinden will, fängt am besten im Studium damit an. Auslandsaufenthalte sind nicht nur ein Sprungbrett für die berufliche Karriere, sie legen auch den Grundstein für internationale Forschung. Zudem fördern sie die persönliche Entwicklung, die Mehrsprachigkeit, die interkulturelle Sensibilität sowie die private und internationale Vernetzung.

Um ihren Studierenden ein Auslandsstudium zu ermöglichen, pflegt die Universität Stuttgart ein weltweites Netzwerk mit rund 315 Partneruniversitäten rund um den Globus. Unsere Weltkarte zeigt, wohin die Verbindungen reichen. Manche Kooperationen wie etwa mit dem renommierten Georgia Institute of Technology in den USA bestehen schon seit mehr als 50 Jahren – da kennen sich die Professorinnen und Professoren und vergeben gerne Abschlussarbeiten an Mitglieder der Partneruni. So kommen auch zahlreiche internationale Gäste nach Stuttgart – Studierende ebenso wie gestandene Wissenschaftler.

Organisiert wird das Kommen und Gehen durch das Dezernat Internationales der Universität Stuttgart. Das Team unterstützt schon im Vorfeld der Aufenthalte, betreut ausländische Gäste während ihrer Zeit in Deutschland und hilft Inländern beim Übergang in die internationale Forschung.

amg





Hochschulkooperationen der Universität Stuttgart

- Europa: rund 240 Verbindungen in 32 Länder
- Asien: 22
- Lateinamerika: 28
- Afrika: 4
- Nordamerika: 17 Direktpartnerschaften,
6 Landesprogramme mit über 60 Hochschulen
- Ozeanien: 10

SUPER-Sommer

Amerikanische Studierende über Kurzzeitforschung an der Universität Stuttgart

Zwei bis drei Monate Forschungsluft schnuppern, dabei die Universität Stuttgart und ihre Partner kennenlernen und wichtige Schritte für die berufliche wie auch persönliche Entwicklung tun – das bietet das Kurzzeitforschungsprogramm SUPER (Stuttgart University Program for Experiencing Research)

Mit diesem bereits zum vierten Mal durchgeführten Angebot des Dezernats Internationales der Universität Stuttgart sind Studierende ausländischer Partnerhochschulen in ein Forschungsprojekt an einem Gastinstitut eingebunden und erfahren, wie man in Deutschland forscht und lebt. Doch nicht nur die Teilnehmenden erwerben interkulturelle und fachliche Kompetenzen, auch Studierende der Universität Stuttgart profitieren: Schon manch einer hat sich durch die Kontakte zu einem Auslandssemester motivieren lassen.

Am diesjährigen SUPER-Sommer nahmen insgesamt 19 Teilnehmer des Massachusetts Institute of Technology (MIT) sowie der Universitäten von Arizona, Purdue und Toronto teil. Die US-amerikanischen „Undergraduates“ lernten neben ihren Forschungsprojekten an verschiedenen Gastinstituten auch die Uni Stuttgart als Ganzes sowie die Fraunhofer und Max-Planck-Institute kennen. Zum Programm gehörte auch ein Abstecher zu der Ingelfinger Firma Bürkert Fluid Control Systems, marktführend im Bereich Fluidtechnik, welche die SUPER-Teilnehmer im Rahmen ihrer Stiftung finanziell unterstützt.

Die Gäste aus den USA sammelten durch das Programm nicht nur erste Forschungserfahrung, sie entwickelten auch ihre ganz eigene „Weltsicht“. Hier einige persönliche Stimmen.

Andrea Mayer-Grenu



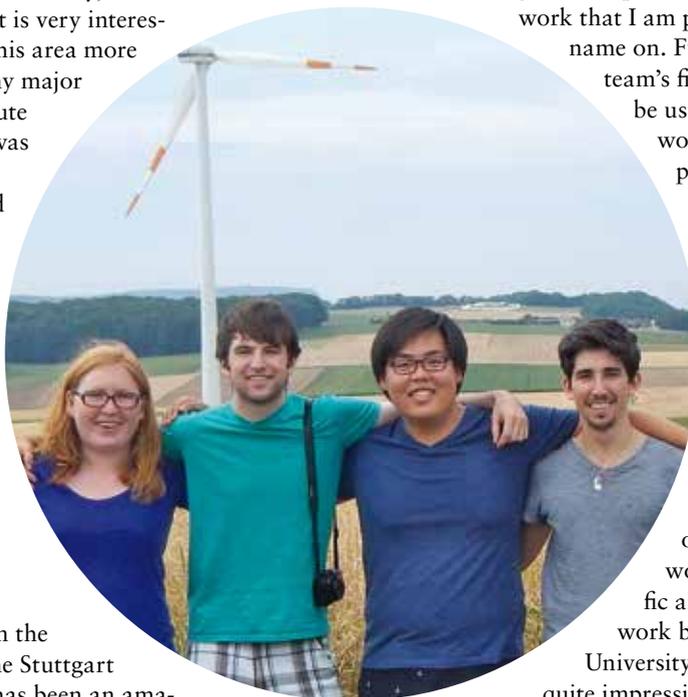
*CHRISTOPHER JAMES BOBOTSIS,
UNIVERSITY OF TORONTO, INSTITUTE FOR
TECHNICAL OPTICS (ITO)*

My project for this summer at the Institute for Technical Optics was to reverse engineer an inkjet printer and use the nozzle to shoot a 1pL drop of black ink into the cavity of a micro-optical piece. This darker area helps the lens to function more efficiently. As my time here was only for 2.5 months I unfortunately didn't have enough time to carry out the project until completion, however the work I did accomplish while I was here was interesting! One thing I really liked about the nature of my work was that I was free to plan and organize my work hours. What I didn't like was that the project was difficult at times as I had never tried taking apart a printer before and didn't really know what to expect. However if I ever ran into any problems I could always talk to my supervisor and bounce some ideas off of him. This almost always helped the project move forward! All in all I enjoyed my research time at the Institute for Technical Optics and definitely recommend it to any future SUPER students!

KATHERINE MAUL AND FRANK MODRUSON IV (BOTH PURDUE UNIVERSITY), ALAN YEH (UNIVERSITY OF ARIZONA), JOSHUA CALAFATO (UNIVERSITY OF TORONTO), STUTT GART WIND ENERGY (SWE)

Alan Yeh: In my home university, there is no wind energy department, so it is very interesting for me to explore this area more in-depth and see how my major of studying can contribute to the project. When I was doing research in my school, I mainly worked in a lab environment. So I really enjoyed being able to go on a field trip and had more hand-on experience. Working with students and faculties with different backgrounds is also a new experience for me.

Frank Modruson IV: For me as an engineer, this summer working on the OpenLidar project at the Stuttgart Wind Energy Institute has been an amazing experience, that has taught me so much, from insight into a new field to lessons in taking advice and the value of teamwork. Starting this project basically from scratch, I learnt to consider absolutely everything and to take nothing as given when creating the framework for a project. I also experienced how to step back and look at the big picture, instead of getting bogged down in the details. These skills and lessons have helped me to



grow so much over the past three months. They are things that I can carry back with me and apply to my studies and eventually my career.

Joshua Calafato: The OpenLidar project allowed me to work with an international team of students

in a range of disciplines. Its outcome is

work that I am proud to put my name on. Furthermore, my team's final product will

be used for future work in the design

project, and it will be used

for educating future users of

the OpenLidar system. This fact is

incredibly humbling, and has helped

show me the importance

of engineering work. The scientific

and engineering work being done at the

University of Stuttgart is quite impressive, and through

the SUPER program, I was able to

experience the technology they are creating. This came through the tours of renowned institutes,

like the High Performance Computing Centre HLRS, the Max Planck Institute, and modern

architectural designs. These tours not only helped me realize the potential of human endeavor, but

also introduced me to the future of our world, and grew my anticipation for this future.

BINGJIE LI, UNIVERSITY OF TORONTO, INSTITUTE OF INDUSTRIAL AUTOMATION AND SOFTWARE ENGINEERING (IAS)

Working at the IAS enhanced both, my engineering and communication skills, living alone for three months made me a more independent person, my numerous trips in Europe opened my eyes and the friendships

I have had the fortune to establish in Stuttgart will be cherished for a lifetime. I am very grateful

that the program gave me such an incredible opportunity to experience a whole new way of living and learning. I thought settling down in another continent would be difficult and scary, but SUPER made it a lot easier than I expected.



ELAINE CUNHA, MASSACHUSETTS INSTITUTE FOR TECHNOLOGY, RESEARCH FACILITY FOR SUBSURFACE REMEDIATION (VEGAS)

It has been a true pleasure working in the VEGAS lab this summer! From the start, they involved me in several aspects of their projects. I prepared small-scale column experiments, assisted with large-scale injections, and participated in field work at the Black Forest. Additionally, I learned how a German university lab operates and was also introduced to different subfields in environmental research. The people at VEGAS are also very welcoming and incredibly fun! I could not have asked for a better summer.



JENNY SHEN, MASSACHUSETTS INSTITUTE FOR TECHNOLOGY, INSTITUTE FOR COMPUTATIONAL DESIGN

The SUPER Program exposed me to what a university and research environment is like in Germany, something I had not experienced before. At ICD, we helped with the research pavilion and saw how robotic fabrication, computational design and biomimetics can be bridged together. The project was an interesting, different experience and it was a great opportunity for me to discover a field I didn't know much about.



FERMIN PRIETO, UNIVERSITY OF ARIZONA, INSTITUTE OF INTERFACIAL PROCESS ENGINEERING AND PLASMA TECHNOLOGY (IGVP)

I learned a lot during my research internship at the IGVP and learned even more by meeting incredible people and being an international student at the University of Stuttgart. My research experience and the various institute

tours gave me a really good overview of German engineering and it allowed me to compare it with engineering and research at my home institution. I loved how everyone made me feel so welcomed and the wonderful things Germany and Stuttgart have to offer.

It was truly an amazing way to spend my summer by learning about research, culture and traveling.



Exaktes Zwei-Wege-Membranventil sucht smarten Teamplayer

mit Weitblick für eine faire und enge Beziehung auf Augenhöhe.



Bei Bürkert vergeuden wir keine Energie mit überflüssigen Hierarchie-Ebenen, sondern verstehen Führung als Zusammenarbeit und Unterstützung auf Augenhöhe. Türen sind bei uns grundsätzlich offen. Und passiert mal ein Fehler, finden wir immer gemeinsam die richtige Lösung. So entsteht Vertrauen und damit auch der Mut, immer wieder Neues zu erfinden oder zu entdecken. Wäre das etwas für Sie?

Mutige gesucht.

www.buerkert.de



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 mbH
info@alphapublic.de, www.alphapublic.de

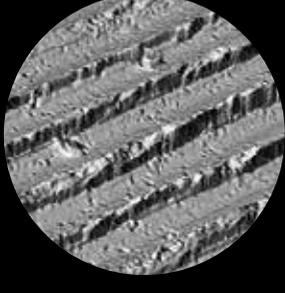
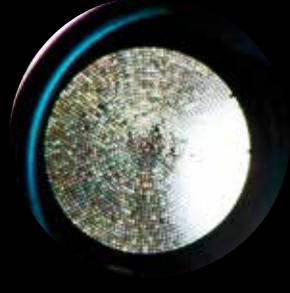
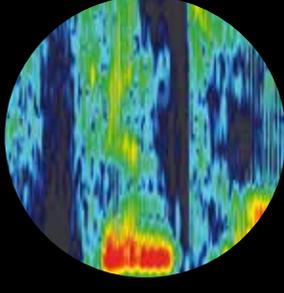
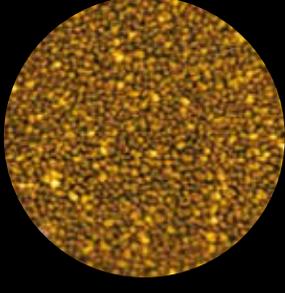
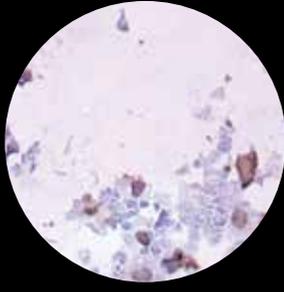
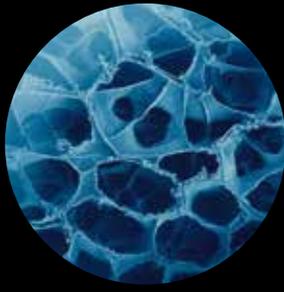
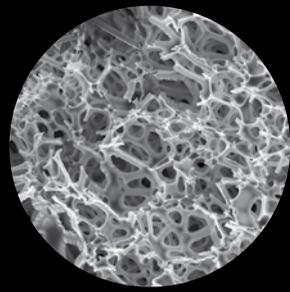
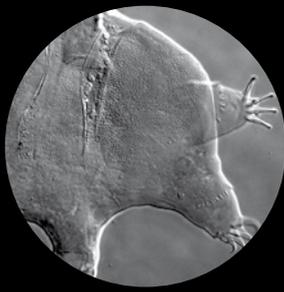
Druck: W. Kohlhammer Druckerei, Stuttgart

Auflage: 8.000

ISSN: 2198-2848

Internet: www.uni-stuttgart.de/forschung-leben/







Jeder Erfolg hat seine Geschichte.



BOSCH

Technik fürs Leben

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

