



Universität Stuttgart

forschung leben

Januar 2020

Intelligente Systeme

für eine zukunftsfähige Gesellschaft



Adaptives Bauen

Digitale Wege zu
Ästhetik und Effizienz

Simulationen

Vom hohen Wert
des Alsob

Neuland

Neue Förderung
mit Raum für Risiko

Prof. Wolfram Ressel

„Wir sehen den wachsenden Teamgeist, mit dem wir auch künftig unsere strategischen und operationalen Ziele vorantreiben.“

Liebe Leserinnen und Leser,

„Exzellente auch ohne Titel“, mit dieser Formel lässt sich trefflich die Situation der Universität Stuttgart beschreiben, nachdem wir im Sommer nur olympisch knapp in der Förderlinie Exzellenzuniversität der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder unser Ziel verfehlt haben. Denn wenn wir dem Ratschlag Goethes folgen und „bey dem größten Verlust uns sogleich umherschauen, was uns zu erhalten und zu leisten übrig bleibt“, so sehen wir ausgezeichnete Leistungspotentiale in den Profil-, Kompetenz- und Entwicklungsreichen der Universität Stuttgart. Und wir sehen zudem den im zurückliegenden Wettbewerb wachsenden Teamgeist, mit dem wir auch künftig unsere strategischen und operationalen Ziele vorantreiben entlang unserer Vision „Intelligente Systeme für eine zukunftsfähige Gesellschaft“. Machen Sie sich in der vorliegenden Ausgabe von *forschung leben* ein Bild von dem hohen Niveau in Forschung, Lehre, Transfer und Reflexion, von dem aus die Universität Stuttgart in die nächste Auswahlrunde in der Förderlinie Exzellenzuniversitäten startet. Und damit dieses Bild für Sie noch interessanter und lebendiger erscheint, haben wir unser Forschungsmagazin frisch aufgelegt: Für uns ist der Ideenwettbewerb für 2026 eröffnet.

Ihr

Wolfram Ressel



Foto: Matthias Schmiedel

Prof. Wolfram Ressel
Rektor der Universität Stuttgart

EDITORIAL S. 3

NOTIZBLOCK S. 6, S. 54

VISIONÄRIN

Die Welt der Supercomputer Miriam Mehl entwickelt mathematische Verfahren für Simulationen. Gern mit zehntausenden von Rechenkernen. **S. 12**

NEULAND

Mut zum Risiko „Terra incognita“ heißt ein neues Forschungsförderprogramm der Universität Stuttgart. **S. 16**

SCHNITTSTELLE

Digitale Literatur analysieren Eine neue Plattform bündelt Methoden zur Erforschung von digitaler Literatur. **S. 20**

Facebook im 19. Jahrhundert Das Projekt „Ocean Exchanges“ untersucht, wie sich Nachrichten früher verbreitet haben. **S. 22**

STANDPUNKT

Plädoyer für ein Innehalten Gastbeitrag des Bildungs- und Wissenschaftsjournalisten Jan-Martin Wiarda **S. 24**

FORSCHUNG ERLEBEN

Programmierte Eleganz Intelligente Bausysteme machen das Bauwesen nicht nur ressourcenschonender, sie schaffen auch einer neuen Ästhetik Raum. **S. 28**

Dach im Fluss Masterstudierende haben ein durch Drohnen gestaltbares Architektursystem entwickelt. **S. 36**

Wie Flügel eines Marienkäfers Biologie als Vorbild für Architektur: der ITECH-Forschungsdemonstrator 2018–2019. **S. 37**

Gebäudehaut, die atmet Die Zukunft gehört adaptiven Leichtbauten. Doch die benötigen atmungsaktive Hüllen. **S. 38**

ZAHLLENWERK

Neuer Supercomputer am Höchstleistungsrechenzentrum Anfang 2020 beginnt der Aufbau von „Hawk“. **S. 40**

FORSCHUNG ERLEBEN

Das Labor im Rechner Marc-André Keip erforscht intelligente Materialien anhand von Simulationen. **S. 42**

Löcher im Beton Holger Steeb untersucht am Porous Media Lab Struktur und Verhalten poröser Materialien. **S. 46**

Hart wie Honig Tilman Pfau hat mit seinem Team erstmals die Suprasolidität nachgewiesen. **S. 50**

Netzwerk gegen Brust- und Darmkrebs Das internationale Doktoranden-Netzwerk SECRET verbindet Krebsforschende aus neun Ländern. **S. 56**

Tumorzellen im Kontext Monilola Olayioye erforscht das Innenleben und Verhalten von Krebszellen. Ein Interview. **S. 60**

Hirn an Hand Forschende der Universität Stuttgart haben ein neuartiges Hand-Exoskelett entwickelt. **S. 64**

Ganzheitlich lasern DFG und Fraunhofer fördern erstmals trilaterale Projekte zum Erkenntnistransfer in die Wirtschaft. Eines davon ist FastShape. **S. 66**

Zukunftswissen für den Mittelstand Was ist das Projekt PlanQK, in dem Quantencomputing und Künstliche Intelligenz zusammenkommen? Stefanie Barz und Frank Leymann erklären es. **S. 70**

NETZWERK

Let US start! So heißt das zukunftsweisende Gründungsprogramm der Universität Stuttgart. **S. 72**

WELTSICHT

Nanoroboter für die Medizin Der Chinese Tian Qiu leitet die neue Forschungsgruppe „Biomedical Microsystems“. **S. 76**

International stärker Internationalisierung an der Universität Stuttgart: ein Beispiel und ein Gespräch mit Rainer Helmig. **S. 80**

SATELLIT

Internet of Everything Als Projektleiter bei Bosch Sensortec kann der ägyptische Alumnus Tarek Zaki auf Wissen aus seinem Studium bauen. **S. 82**



WELTSICHT

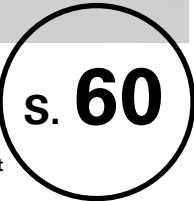
Nanoroboter für die Medizin

Fotos S. 5: Roland Halbe (oben), Sven Cichowicz (unten links), Günther Bayerl (unten rechts).



FORSCHUNG ERLEBEN

Programmierte Eleganz



FORSCHUNG ERLEBEN

Monilola Olayioye erforscht Tumorzellen im Kontext

NOTIZ

AUSZEICHNUNGEN

DREI NEUE ERC GRANTS

Gleich drei Wissenschaftler der Universität Stuttgart wurden in den vergangenen Monaten mit einem der begehrten ERC Grants des Europäischen Forschungsrats ausgezeichnet. **Prof. Michael Pradel** am Institut für Softwaretechnologie sucht im Rahmen seines ERC Starting Grants nach Wegen, um Software mit Hilfe Künstlicher Intelligenz zuverlässiger zu machen. Um zukünftige Programmierfehler zu prognostizieren und zu verhindern, wollen Pradel und sein Team neue Methoden entwickeln, mit denen ein Computer das Programm und die dahinterliegende Idee “verstehen” kann. Hierbei soll das sogenannte “Deep Learning” auf Programme angewendet und weiterentwickelt werden.



Bereits zum zweiten Mal erhielt **Prof. Blazej Grabowski**, Leiter der Abteilung Materialdesign am Institut für Materialwissenschaft der Universität Stuttgart, einen der begehrten ERC Grants. Mit dem aktuellen ERC Consolidator Grant „Materials 4.0“ möchte Grabowski durch neuartige Simulationsmethoden einen Quantensprung beim Design neuer Materialien erzielen. Der Titel ist angelehnt an das Konzept „Industrie 4.0“, mit dem eine neue, durch Datenaustausch vernetzte Ära von industriellen Prozessen bezeichnet wird. So soll auch „Materials 4.0“ eine neue Ära des Materialdesigns einläuten, in der quantenmechanische Simulationen eine qualitativ deutlich verbesserte Vorhersage von Materialeigenschaften erlauben.



Prof. Jörn Birkmann, Leiter des Instituts für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS) der Universität Stuttgart sowie Koordinierender Leitautor für den 6. Sachstandsbericht des Weltklimarates, erforscht im Rahmen eines ERC Synergy Grants neue Risiken durch Klimawandel und Urbanisierung. Mit dabei sind Partner in Großbritannien, Griechenland und an der Universität Freiburg. In dem Projekt werden Dynamiken und Wechselwirkungen zwischen Städten und deren Entwicklung sowie Klima und Klimawandel untersucht. Birkmann entwickelt insbesondere einen neuen Assessment- und Modellierungsansatz für Fragen der räumlichen Exposition und Verwundbarkeit von Menschen und Infrastrukturen in Städten gegenüber Klimawandel und Extremereignissen. Ziel ist ein Assessment-Modell, das soziodemografische Dynamiken, Reaktionen auf Klimaextreme sowie Treiber der urbanen Transformation für unterschiedliche Stadtstrukturtypen ermittelt und definiert.

Fotos: S. 6 privat (3), S. 7 oben Bon Adriel A., S. 7 unten Fabian Fischer



BEDEUTENDSTE AUSZEICHNUNG DER VISUALISIERUNGSFORSCHUNG

Prof. Thomas Ertl, Direktor des Visualisierungsinstituts und Sprecher des Exzellenzclusters SimTech an der Universität Stuttgart hat den „2019 Visualization Career Award des IEEE Technical Committee on Visualization and Graphics“ erhalten. Die Auszeichnung würdigt Ertls (im Foto links) grundlegende Forschung zu Volumen- und Strömungsvisualisierung, paralleler und Hardware-beschleunigter Grafik, großen Datensätzen und deren interaktiver Manipulation und visueller Analytik. Zudem hob die Jury seine führende Rolle bei der Entwicklung des Forschungsgebiets und der Visualisierungscommunity hervor.



KULTUR- UND KREATIVPILOTIN

Die Stuttgarter Architektin Aline Viola Otte hat eine mobile Kletterwand unter der Paulinenbrücke in Stuttgart konzipiert und dafür eine Auszeichnung von der Bundesregierung erhalten. Das sogenannte „BoulderBlöcke“ entstand aus ihrer Forschung an der Universität Stuttgart. Otte lehrte sechs Jahre als Akademische Mitarbeiterin am Institut für Grundlagen moderner Architektur und Entwerfen (IGmA) und erforscht in ihrer Dissertation die räumliche Dimension des Trendsports Bouldern.

Das BoulderBlöcke hat eine Grundfläche von rund 50 Quadratmetern, 35° Grad Überhang und maximal drei Meter Kletterhöhe. Damit eignet sich die Kletterwand für ein breites Publikum. Mit dem Projekt will die Doktorandin der Öffentlichkeit einen freien Zugang zum Klettersport ermöglichen, Gemeinschaft schaffen und attraktive Strukturen vor Ort errichten.



NEUES GRADUIERTENKOLLEG ZUR KREBS-CHIRURGIE

Ein neues Graduiertenkolleg (GRK) der Universitäten Stuttgart und Tübingen will Sensoriken entwickeln, mit denen Chirurgen bösartiges von gesundem Gewebe besser unterscheiden und Tumore präziser entfernen können. Die Sensoriken sollen hochauflösende Daten in Echtzeit liefern, so dass schon während der Operation entschieden werden kann, ob ein Gewebe entfernt oder erhalten werden soll. Bisher sind hierfür noch histopathologische Schnellschnittuntersuchungen außerhalb des Operationssaals erforderlich. Die Sensoriken liefern zudem schnell Aussagen über die Heterogenität und Komplexität des Tumors. Das GRK mit dem Titel „Intraoperative multisensorische Gewebedifferenzierung in der Onkologie“ zielt darauf ab, die Patientensicherheit zu verbessern und lange Operationszeiten zu verkürzen. Sprecher ist Prof. Oliver Sawodny vom Institut für Systemdynamik der Universität Stuttgart.

2050

NACHHALTIGE CHEMIE MIT ELEKTRIZITÄT

Bis 2050 soll die chemische Industrie fast vollständig klimaneutral wirtschaften und auf fossile Rohstoffe wie Öl, Gas oder Kohle verzichten. Deshalb müssen alternative Kohlenstoffquellen und erneuerbare Energien in die Produktion integriert werden. Eine Forschungsinitiative der Universität Stuttgart, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) will nun ein Konzept für die Chemiefabrik der Zukunft erarbeiten. Der Verbund mit dem Namen CHEMlampere will die Technologien und Prozesse grundlagen- wie auch anwendungsorientiert untersuchen und entwickeln. Sprecher der Initiative ist Prof. Elias Klemm, Leiter des Instituts für Technische Chemie (ITC) der Universität Stuttgart.

Foto: Santiago Nunez/Photocase

3

FRAGEN AN

PROF. DR. ALFRED KRABBE

Was ist SOFIA?

SOFIA ist eine fliegende Sternwarte, und zwar die einzige weltweit. Sie besteht aus einer umgebauten Boeing 747 SP mit einem 17 Tonnen schweren Teleskop an Bord. Mehrmals wöchentlich hebt sie nachts in die Stratosphäre ab, damit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Beispiel die Entstehung junger Sterne und Planetensysteme oder Staub- und Gaswolken in der Milchstraße beobachten können.

Was ist das Besondere an SOFIA?

Eine der Besonderheiten ist die Stabilisierung des Teleskops. Damit SOFIA gute Bilder liefert, darf sich das riesige Teleskop nicht bewegen. Am Boden würde man es auf ein möglichst festes Fundament setzen. Während eines Fluges wackelt das Flugzeug jedoch merklich, insbesondere in Turbulenzen. Inzwischen ist die Stabilisierung jedoch so hervorragend, dass wir das Teleskop trotz der ganzen Schüttellei völlig ruhig halten können.

Wie läuft ein Flug von SOFIA ab?

Ein SOFIA-Flug ist teuer und muss daher sehr gut vorbereitet sein – Flugzeug, Teleskop, Instrumente, alles muss funktionieren. Jedes Teammitglied weiß genau, wo sein Platz ist und was es zu tun gibt. Ist die Flughöhe erreicht, wird das große Tor hinten am Flugzeugrumpf geöffnet und das Beobachtungsprogramm minutiös abgefahren. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schauen sich sofort die hereinkommenden Beobachtungen an und treffen Entscheidungen über das weitere Vorgehen. Das ist so spannend, dass man die ganze Nacht hindurch nicht müde wird!



Sehen Sie das komplette Interview mit Prof. Krabbe:
– Laden Sie die App „AR Kiosk“ herunter
– Scannen Sie diese Seite mit Smartphone oder Tablet
– Das Video startet automatisch



KONTAKT

PROF. DR. ALFRED KRABBE Mail: krabbe@dsi.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 62406

Foto: privat

CAMPUS SCHWARZWALD ERÖFFNET

Lehren und Lernen unter Realbedingungen: Im November 2019 wurde der Campus Schwarzwald in Freudenstadt eröffnet, mit dem auf besondere Weise die Verschmelzung von industrieller Praxis und universitärer Lehre gelingt. Im Zentrum für Lehre, Forschung und Technologietransfer der Maschinenbau- und produzierenden Industrie gehen Forschung und Lehre Hand in Hand: Das Gebäude-Ensemble besteht aus einem Vorlesungstrakt für Master-Studierende der Universität Stuttgart sowie einem direkt angeschlossenen Entwicklungslabor, in dem modernste Maschinen und Anlagen für den praktischen Einsatz bereitstehen. Darüber hinaus gibt es Räumlichkeiten, in denen sich Start-ups zu günstigen Mietpreisen ganz ihrer Unternehmensidee widmen können.



EMISSIONS-FREIER CAMPUS



Die Universität Stuttgart möchte Vorreiter in der emissionsarmen Mobilität sein. Daher beteiligte sie sich erfolgreich am Ideenwettbewerb "Mobilitätskonzepte für den emissionsfreien Campus" und wurde in der Kategorie „Hochschule im urbanen Raum“ ausgezeichnet. Der Preis ist mit 300.000 Euro dotiert. Die Prämierung fand im Beisein der baden-württembergischen Wissenschaftsministerin Theresia Bauer und Verkehrsminister Winfried Hermann statt. Das „Mobilab“ soll es Studierenden und Beschäftigten ermöglichen, auf einem attraktiven Campus mit einer hohen Aufenthaltsqualität zu studieren und zu arbeiten. Deshalb soll der Campus autofrei werden. Die Anfahrt zum Campus Vaihingen könnte künftig über ein zentrales Parkhaus erfolgen. Von dort aus wird der Campus mittels neuer Formen emissionsarmer Mobilität erschlossen, zum Beispiel mit autonom fahrenden E-Scootern oder einem während der Fahrt induktiv ladenden autonomen Shuttle (Forschungsfahrzeug). Die frei werdenden Parkflächen bieten Raum für neue Entwicklungen.

Video zum Mobilab:

<https://www.youtube.com/watch?v=cZuBeljuHYo>



732.000 EURO

Die Universität Stuttgart behauptet sich mit rund 732.000 Euro bei der Drittmittelausstattung je besetzter Professur im Spitzfeld des im September 2019 veröffentlichten Hochschulrankings des Statistischen Bundesamts für das Jahr 2017. Gegenüber dem Vorjahr stieg der Wert damit um rund zwölf Prozent.

Fotos: Campus Schwarzwald,
Uli Regenscheit

12%

By 2050, oceans will contain more plastic than fish
The world needs solutions
We need you

BASF

We create chemistry

Single-use plastic and polystyrene is becoming one of the biggest ecological problems the world has ever seen. BASF has created plastic for agricultural use, called Ecovio, that is fully biodegradable and is also a polystyrene replacement for food packaging. So rather than ending up in the sea or in landfills, the waste is turned into valuable compost. The world needs solutions. We need you.

Are you up for the challenge?
Visit [basf.com/career](https://www.basf.com/career)

Die Welt der Supercomputer

TEXT: Jutta Witte
FOTOS: Sven Cichowicz



Multitaskerin: Miriam Mehl freut sich auf jedes neue Projekt.

Seit mehr als zwanzig Jahren erforscht, entwickelt und optimiert Prof. Miriam Mehl die mathematischen Verfahren, die in der immer komplexer werdenden Welt der Simulationen gebraucht werden.

„In der Simulationswissenschaft stehen wir eigentlich immer vor der gleichen Aufgabe: Wir entwickeln oder optimieren Verfahren, die uns erlauben, neue Probleme zu lösen, indem wir möglichst wenige und möglichst gleichzeitig ausführbare Rechenoperationen anwenden. Die Motivation kommt immer aus der Anwendung“, erklärt Prof. Miriam Mehl. In vielen Bereichen ergänzen oder ersetzen Simulationen heute aufwendige und teure Experimente, optimieren und beschleunigen Prozesse. Oder sie ermöglichen schlicht Dinge, die ohne Supercomputer wie jenen im Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) überhaupt nicht denkbar wären (siehe S. 40). Zum Gespräch hat die Expertin für Numerik und Hochleistungsrechnen Beispiele aus ganz unterschiedlichen Bereichen mitgebracht. Das liegt auch daran, dass sie ihre eigene fachliche Komfortzone immer wieder gern verlässt. „Das wirklich Spannende ist, dass wir mit jedem neuen Anwendungsgebiet dazulernen“, sagt die 45-jährige, die bis Oktober 2019 Prodekanin der Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik war.

Dass sie in die Mathematik oder Naturwissenschaften gehen würde, war der Tochter eines Physikers schon in der Schule klar. Nach ihrem Diplom in Mathematik an der Technischen Universität München (TUM) entschied sich Mehl jedoch, in Informatik zu promovieren. Den Ausschlag hatten faszinierende Anwendungsbeispiele in einer Summer School zu Simulationen in Südtirol gegeben. Als Vertretungsprofessorin machte sie an der TUM noch einmal einen Abstecher in die Mathematik, bevor sie schließlich im Jahr 2013 Professorin für die Simulation großer Systeme an der Universität Stuttgart wurde.

AUSGANGSPUNKTE VON TUMOREN BESTIMMEN

Seitdem schultert sie hier unter anderem als Leiterin eines Projektnetzwerks im Exzellenzcluster Daten-integrierte Simulationswissenschaft (SimTech) eine Vielzahl von Projekten gleichzeitig, arbeitet international und interdisziplinär. Gemeinsam mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen der University of Texas in Austin hat ihre Gruppe zum Beispiel ein Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe anhand eines einzigen MRT-Bilds nachvollzogen werden kann, wo ein Gehirntumor seinen Ausgangspunkt hat und welche Parameter sein Wachstum bestimmen. Das Ganze in Sekundenschnelle. Ein solcher Rückblick in die Entstehungsgeschichte eines Tumors war bislang nicht möglich, könnte aber für Diagnose und Therapie wertvolle Informationen liefern. →

Sport und Familie:
Zur Work-Life-Balance gehört auch das Fahrrad.

Mathe oder Naturwissenschaften:
Das wusste Mehl schon früh.



PROF. MIRIAM MEHL

„Das wirklich Spannende ist, dass wir mit jedem neuen Anwendungsgebiet dazulernen.“



International und interdisziplinär:
Simulationsexpertise ist gefragt.



Zehntausende Rechenkerne:
der neue Superrechner Hawk.

Foto: Universität Stuttgart/HLRS

Miriam Mehl ist Forschungsleiterin im Stuttgarter Exzellenzcluster „SimTech“.

→ In diesem Kontext braucht man „nur“ zwei auf komplizierten Differentialgleichungen basierende Systeme, die dazu gebracht werden müssen, miteinander zu sprechen. „Eines für die reelle MRT-Aufnahme, das andere für die Abbildung eines statistisch gesunden Gehirns auf das spezielle Patientengehirn“, erklärt Mehl. Dagegen kommen in anderen Anwendungen noch mehr Systeme ins Spiel. So müssen etwa bei der optimalen Konstruktion von Windrädern drei Phänomene möglichst gleichzeitig berechnet und miteinander gekoppelt werden: die Strömung, Verformungen der Struktur durch Kräfte aus der Strömung sowie die entstehende Akustik. Diese Systeme sind nicht nur per se unterschiedlich und haben Wechselwirkungen in alle Richtungen, sondern rechnen auch unterschiedlich lang – eine Herausforderung für die effiziente Nutzung von Parallelrechnern. Weitere Beispiele für solche Wechselwirkungen liefert die Geophysik, wenn etwa – wie im Sonderforschungsbereich (SFB) 1313 – Verdunstungsprozesse in porösen Gesteinen berechnet werden (siehe S. 46 und S. 80). Hierbei müssen die Prozesse in den Hohlräumen solcher Strukturen mit der Luftströmung an ihrer Oberfläche in Einklang gebracht werden.

KOMPLEXE PROGRAMMIERUNG DER SUPERRECHNER

Diese Beispiele zeigen nicht nur die Bandbreite der Anwendungen, sondern auch die immer komplexeren Anforderungen im sogenannten „Mehr-Physik-Bereich“. Simulationen funktionieren hier nur, wenn man nicht linear vorgeht, sondern sich iterativ, also schrittweise, einem möglichst genauen Ergebnis immer weiter annähert. Dabei werden Programme miteinander kombiniert, die ganz unterschiedliche und unvorhersagbare Rechenkosten verursachen. Die gesamte Simulation soll aber dennoch Zehntausende Rechenkerne eines Supercomputers möglichst gleichmäßig auslasten. Um zusätzliche Aussagen zum Beispiel über in den Ergebnissen enthaltene Unsicherheiten zu erhalten, sind Tausende Simulationen notwendig. Zudem wird die Programmierung von Supercomputern aufgrund der parallel ablaufenden Berechnungen und der Verwendung heterogener – also unterschiedlicher – Rechenkomponenten immer komplizierter.

Neben solchen technischen Herausforderungen sieht sich Mehl aber auch neuen übergeordneten Aufgaben gegenüber. Hierzu gehört zum einen die Koordination und Kommunikation innerhalb heterogener Forschungsverbünde. Zum zweiten möchte sie Simulationsprogramme entwickeln, die nicht nur für eine einzige Doktorarbeit taugen, sondern mit Blick auf künftige, noch nicht bekannte Anwendungen erweiterbar und breit nutzbar sind. Angesichts des enormen Ressourcenverbrauchs der Großrechner, die mit mehreren Megawatt zum Teil so viel Energie brauchen wie eine Kleinstadt, möchte Mehl mit neuen mathematischen Verfahren auch zu mehr Nachhaltigkeit in der Simulation – statt nur durch Simulation – beitragen.

Langweilig dürfte es der Mutter von zwei Kindern also auch künftig nicht werden. Familie, Lehre, Forschung, Betreuung von Promovenden und Gremienarbeit: Für dieses Multitasking hält sie sich mit viel Sport fit und freut sich dabei schon auf das nächste Projekt: „Ich bin jedes Mal froh, wenn jemand zur Tür hereinkommt und ein neues Thema mitbringt.“ →

KONTAKT

PROF. DR. MIRIAM MEHL Mail: miriam.mehl@ipvs.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 88465

Mut zum Risiko

TEXT: Judith Reker

„Terra incognita“ heißt ein neues Förderprogramm der Universität Stuttgart, mit dem Forschende buchstäblich Neuland betreten sollen. Zwei Beispiele aus der ersten Ausschreibungsrunde.

Prof. André Bächtiger streitet nicht gern. „Ich bin jemand, der wahnsinnig gern kooperativ mit Leuten über Themen redet“, sagt der Leiter der Abteilung für Politische Theorie und Empirische Demokratieforschung am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart. „Aber“, fährt er fort, „ich habe gemerkt, dass mich im akademischen Kontext robuste Debatten erheblich weiterbringen, obwohl ich sie psychologisch nicht gernhabe.“ Diese persönliche Erkenntnis erklärt vielleicht einen seiner Forschungsschwerpunkte: die Frage, auf welche Weise Menschen am besten kommunizieren sollten, um zu lernen und gegenseitiges Verständnis zu entwickeln.

Eine Antwort erhofft sich Bächtiger – gemeinsam mit einem interdisziplinären Team aus den Bereichen Computerlinguistik, Sozialwissenschaften und Philosophie – von seinem neuen Projekt. Unter dem Titel „Optimale Kommunikation: Experimentalforschung in Kombination mit Simulation und Computerlinguistik“ führen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ein Online-Experiment durch: Die Teilnehmenden werden in Gruppen eingeteilt, die in unterschiedlichen Gesprächsformaten ein umstrittenes Thema diskutieren. In dem Format „Contestatory Inquiry“ – übersetzt etwa: „von Streit geprägte Ermittlung“ – zum Beispiel konfrontiert ein Moderator oder eine Moderatorin die Teilnehmenden mit Gegenargumenten und fordert sie zur Reaktion auf. Im Format „Appreciative Inquiry“ – „wertschätzende Ermittlung“ – werden die Gemeinsamkeiten der unterschiedlichen Positionen betont. Danach prüfen am Experiment unbeteiligte Experten, darunter Philosophinnen und Philosophen, wer die fundiertesten und meisten Argumente vorbrachte – individuell und als Gruppe.

NEUE WEGE ZU BESSERER KOMMUNIKATION

Bächtigers Hypothese ist, dass das konfrontative Format womöglich den größeren Erkenntnisgewinn bringt, aber nicht das größte Gemeinschaftsgefühl. In Kombination mit der neuartigen computerlinguistischen Auswertung des gesamten Forschungsexperiments sieht Bächtiger das Projekt als Pionierforschung. Hinzu komme eine hohe Relevanz der Fragestellung, so der Prodekan am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart. „Debatten, sei es in der Politik oder in Talkshows, haben heute ein sehr schlechtes Image. Viele Menschen denken: ‚Was bringt das? Die schlagen sich die Köpfe ein, und am Ende hat keiner etwas gelernt.‘“ Falls die geplanten Analysen gelingen, könnte das Projekt Wege aufzeigen, wie etwa Kommunikation im Internet oder auch in Bürgerforen optimal gestaltet und analysiert werden kann. →

Tibetanische Mönche praktizieren eine konfrontative Debattenkultur.

Foto: Shutterstock



Prof. André Bächtiger

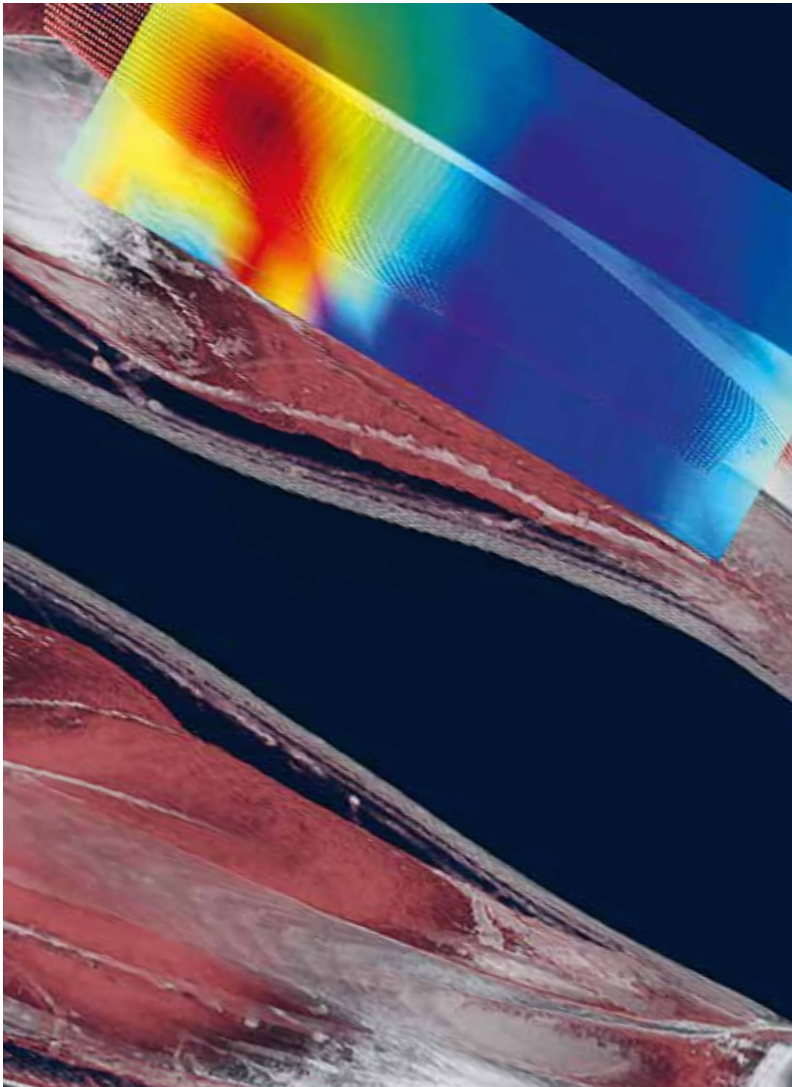
„Debatten, sei es in der Politik oder in Talkshows, haben heute ein sehr schlechtes Image. Viele Menschen denken: ‚Was bringt das? Die schlagen sich die Köpfe ein, und am Ende hat keiner etwas gelernt.‘“

→ Bächtigers Projekt ist eins der ersten sechs Vorhaben, die durch das neue Forschungsförderprogramm „Terra incognita“ der Universität Stuttgart finanziert werden. Terra incognita heißt es, weil die Universität buchstäblich Neuland damit erschließen will. Oder genauer: Sie will es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglichen, dies zu tun. Alle Forschenden an der Universität können die Förderung beantragen, einzeln oder im Team. Ausgewählte Projekte werden sechs bis zwölf Monate lang mit einer Summe von bis zu 50.000 Euro unterstützt.

Der programmatische Freiraum zu scheitern ist etwas, das Ruth Corkill an der neuen Förderung besonders imponiert. Auch ihr Projektantrag mit dem Titel „Magnetomyographie von Skelettmuskeln“ war erfolgreich. „Bei Projektanträgen wird man oft gedrängt, das Risiko herunterzuspielen“, sagt die Physikerin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Modellierung und Simulation biomechanischer Systeme (IMSB). „Es muss möglichst so klingen, als sei schon von vornherein klar, welchen Weg die Forschung nimmt – was überhaupt nicht realistisch ist. Das veranlasst Forschende wiederum dazu, ein Projektkonzept eher konservativ anzulegen. Aber in so einem Raum passiert eben gerade keine Innovation.“ Terra incognita dagegen unterstütze Kreativität, so Corkill, denn hier gelte die Einsicht: „Hohes Risiko, aber auch hoher Gewinn.“ →

Die Aktivität von Skelettmuskeln soll detaillierter sichtbar werden.

Foto: Universität Stuttgart



Ruth Corkill

„Terra incognita unterstützt Kreativität. Es gilt die Einsicht: hohes Risiko, aber auch hoher Gewinn.“

→ MUSKELAKTIVITÄT BESSER VERSTEHEN

Bei Corkills Projekt geht es um einen radikal neuen Ansatz, um elektrische Aktivität von Skelettmuskeln genauer messen zu können. Das Thema berührt grundlegende medizinische Fragen: „Wenn die Muskelaktivität beeinträchtigt ist, kann das die Bewegung behindern oder sogar die Atmung und andere fundamentale Fähigkeiten des Körpers. Um aber neue Therapien zu entwickeln, müssen wir die Mechanismen der Muskelaktivität noch viel detaillierter verstehen. Dazu benötigen wir eine bessere räumliche und zeitliche Auflösung, und wir müssen es schaffen, auf eine nichtinvasive Weise viel tiefer in die Muskeln hineinzuschauen.“
Doch das bisher vorherrschende Verfahren der Elektromyographie, also der Messung von elektrischen Signalen, hat ein unüberwindbares Handicap: Elektrische Signale zerfallen, während sie sich durch biologisches Gewebe verbreiten. Corkill denkt, dass die →

→ Messung von Magnetfeldern, die durch die elektrische Aktivität der Skelettmuskeln erzeugt werden, den notwendigen Paradigmenwechsel bringen könnte. Denn die Abschätzung von Ort und Größe einer bioelektrischen Quelle mittels magnetischer Messung verspricht eine höhere Genauigkeit. Corkill kooperiert mit weiteren Expertinnen und Experten aus der Quantenphysik, Simulationstechnologie und Ethik, um neuartige Quantensensoren für diese Messungen zu entwickeln sowie Messungen durchzuführen, die das Konzept bestätigen.
Die Neuseeländerin, die seit April 2018 an der Universität Stuttgart forscht, erfuhr von Terra incognita durch ihren Betreuer Prof. Oliver Röhrle, Prodekan der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften. Ausgestattet mit einem Master in Physik und einem Master in Lyrik, war Corkill nach Stuttgart gekommen, weil sie die Möglichkeit sah, bei Röhrle anspruchsvolle Physik mit Anwendungen zu verbinden, „die etwas Positives für Menschen bewirken“. →

KONTAKT

PROF. DR. ANDRÉ BÄCHTIGER Mail: andre.baechtiger@sowi.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 81450
RUTH CORKILL Mail: ruth.corkill@imsb.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 60882

Anzeige



35.752 km , um sich selbst zu verwirklichen.

Wenn wir morgens zur Arbeit gehen, wissen wir genau wofür.
Dafür, dass im Land alles nach Plan läuft, das Immobilienvermögen erhalten bleibt, Forschung und Lehre stattfinden können und unsere Kulturdenkmäler auch zukünftig eine breite Öffentlichkeit begeistern.

Informieren Sie sich jetzt über eine Karriere beim Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg:
www.vermoegenundbau-bw.de

**Wir bauen Baden-Württemberg.
Bauen Sie mit.**



1 Jessica Alice Hahn, 2 Achim Mende, 3 bloomin'images, 4 Brigida Gonzalez, 5 Johannes Vogt, 6 Christian Richters, 7 Dietmar Strauß.

DIGITALE LITERATUR ANALYSIEREN

TEXT: Daniel Völpe

Das Science Data Center for Literature ist eine neue Plattform, die digitale Methoden zur Erforschung und Archivierung von digitaler Literatur bündelt.

Literaturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler beugen sich heute nicht mehr nur über wuch-tige Bücher der Weltliteratur – sie sitzen zunehmend vor Bildschirmen. Die Digitalisierung ermög-licht den Geisteswissenschaften neuartige Forschungsansätze – der Begriff Digital Humanities fasst sie zusammen. Gleichzeitig verändert die Digitalisierung die Literatur selbst: Werke entstehen am Computer und verbreiten sich über das Internet. Eine neue digitale Plattform soll bis 2023 entste-hen, um dies zu erforschen: das Science Data Center for Literature (SDC4Lit). Rund 15 Forschen-de verschiedener Fachrichtungen der Universität Stuttgart und des deutschen Literaturarchivs Marbach (DLA) haben sich dafür zusammengetan. Das Datenzentrum solle den gesamten Zyklus wissenschaftlichen Arbeitens abbilden, erklärt Prof. Gabriel Viehhauser, Abteilungsleiter Digital Humanities am Institut für Literaturwissenschaft. SDC4Lit soll Werke erfassen und archivieren. Forschende sollen diese dann mit intelligenten, digitalen Werkzeugen in SDC4Lit auswerten kö-nnen. Über die Plattform stellen sie ihre Ergebnisse dar und machen sie für Wissenschaft und Öff-entlichkeit zugänglich. Das Land Baden-Württemberg fördert das Projekt mit 1,8 Millionen Euro.

Bereits seit 2008 archiviert das DLA im Internet veröffentlichte Texte im Projekt „Literatur im Netz“. Auch für SDC4Lit wird es die Werke auswählen. „Wir beginnen mit Fallstudien“, erklärt Viehhauser. Die Auswahltexte des DLA sollen dabei helfen, die Ausgangsfragen zu klä-ren: Was ist das Interessante und das Besondere an digitaler Literatur? Welche Texte im Internet überhaupt als Literatur gelten – auch diese Frage ist noch unbeantwortet. „Natürlich wird man nicht jeden Tweet nehmen, der je geschrieben wurde“, sagt Viehhauser. „Aber es ist ein Merkmal der Digitalität, dass Werke so grenzenlos und ausufernd sind. Man kann nie sagen: Ist das jetzt ein Text? Gehören verlinkte Inhalte dazu?“ Zu diesen Problemen wollen die For-schenden Konzepte entwickeln. Gerade die sozialen Medien seien ein interessanter Forschungs-bereich, findet Projektmitarbeiter Claus-Michael Schlesinger. Dort werde oft sehr spielerisch →

DAS NETZ VERÄNDERT LITERATUR.

→ kommuniziert, in Reimen oder Kunst-
werken mit Emoji-Bildzeichen. Im
deutschsprachigen Raum, so Schle-
singer, werde bisher kaum zur digi-
talen Literatur geforscht. Ziel des
SDC4Lit-Teams sei es, hier zentraler
Ansprechpartner zu werden.

Damit das gelingt, steuert das
Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart
seine Expertise bei: zur Datenmodellie-
rung und zur Frage, wie man sinnvoll Metadaten zu den Werken anlegt, um sie dauerhaft lesbar
zu machen. Das Institut für maschinelle Sprachverarbeitung bringt computerlinguistische
Methoden ein, um Texte auszuwerten. Und es entwickelt weitere intelligente, digitale Werkzeu-
ge. Die Literaturwissenschaftler schließlich führen das Projekt konzeptionell zusammen. Dabei
entsteht zunächst ein einfacher Prototyp der Plattform. Er wird Standardmethoden der digitalen
Literaturwissenschaft enthalten, zum Beispiel die sprachwissenschaftliche Analyse. Gleichzeitig
geht es darum, den Bedarf der Archivare und Forschenden zu ermitteln: „Welche Methoden
wollen wir einbringen und verknüpfen? Was gibt es bereits, das wir integrieren können?“, zählt
Gabriel Viehhauser auf.

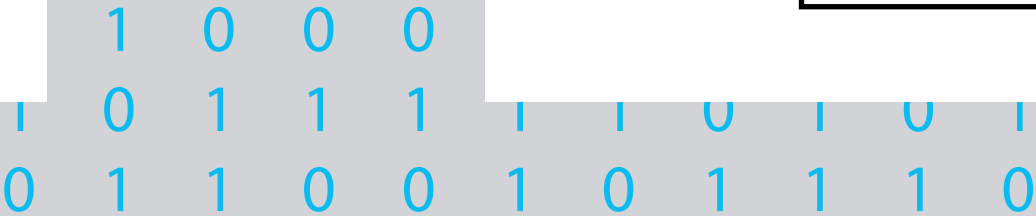
MACHTMECHANISMEN DURCHBRECHEN

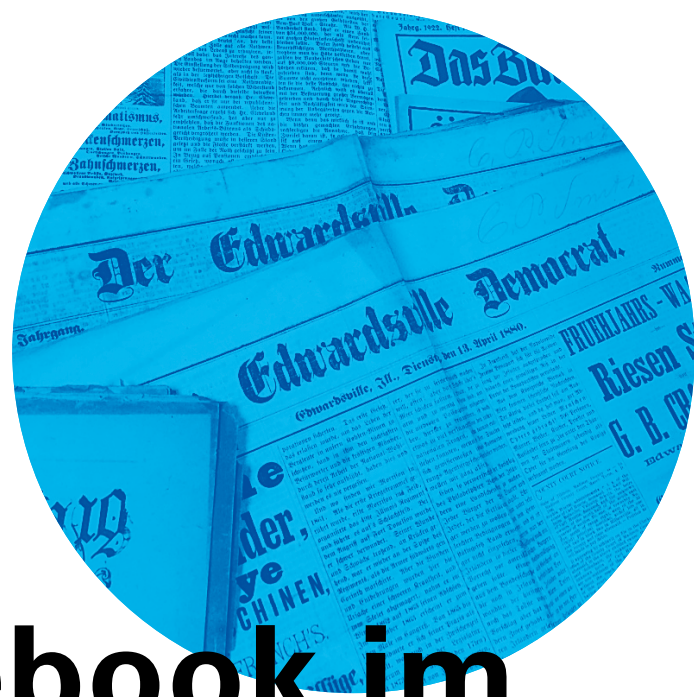
Läuft das System, will das Team seine Daten und Werkzeuge daran testen. Mindestens ein
mögliches Problemfeld ist schon identifiziert: Digitale Texte arbeiten mit Bildern und Verknüp-
fungen. Diese müssen sinnvoll in die Daten zum Werk übertragen werden, damit es maschinell
analysierbar wird. Dabei baut die Gruppe auf Erfahrungen mit dem „Distant Reading“ auf, das
heißt mit der digitalen Auswertung großer Mengen klassischer Literatur. „Mit dem Computer
können wir nicht alle Texte einzeln lesen, aber auswerten“, sagt Viehhauser. „Distant Reading
zielt darauf, umfassend zu sein. Früher wurde ja immer über dieselben 1.000 Bücher geredet.“
Die Machtmechanismen bei der Auswahl literarischer Texte zu durchbrechen, sei ein Vorteil
computergestützter Methoden.

Nach welchen Kriterien Werke in die Analyse aufgenommen werden, darüber entscheiden
weiterhin Literaturwissenschaftler. „Dabei haben wir es aber nicht mehr nur mit Menschen zu
tun“, sagt Schlesinger. Vielmehr stünden Mensch und Maschine in wechselseitiger Beziehung.
„Diese ist stark abhängig von der technischen Entwicklung. Distant Reading und computerge-
stützte Methoden können der Literaturwissenschaft Impulse geben.“ Man stelle aber auch fest,
dass im Umgang mit den komplexen digitalen Werken gerade klassische Methoden der Litera-
turwissenschaft helfen, die digitale Entwicklung besser zu verstehen. Als Beispiel nennt Schle-
singer die Narratologie, die versucht zu erklären, wie ein Text erzählt. Literaturwissenschaftler
werden auch künftig nicht ausschließlich mithilfe von Computern forschen, da ist sich Viehha-
user sicher. Aber mit SDC4Lit erhalten sie die Möglichkeit, ihr Spektrum an Methoden und
Texten zu erweitern. →

KONTAKT

PROF. DR. GABRIEL VIEHHAUSER Mail: viehhauser@ilw.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 81280





Auch Zeitungen deutscher Einwanderer in den USA wie diese von 1880 werden digitalisiert.

Foto: Jana Keck/ILW/Universität Stuttgart

Facebook im 19. Jahrhundert

TEXT: Daniel Völpe

Im Projekt „Ocean Exchanges“ analysiert ein internationales Team, wie sich Zeitungsnachrichten früher verbreitet haben. Die Universität Stuttgart ist mit Forschenden aus den Literaturwissenschaften, der Computerlinguistik und Informatik dabei.

Als am 27. August 1883 der Vulkan Krakatau zwischen den Inseln Sumatra und Java explodierte, erfuhren Menschen in Europa und anderen Kontinenten das bereits am nächsten Tag. Und zwar aus der Zeitung. „Der Ausbruch gilt als erstes globales Medienereignis“, sagt Prof. Marc Priewe, Leiter der Abteilung Amerikanische Literatur und Kultur am Institut für Literaturwissenschaft (ILW) der Universität Stuttgart. Wie konnte sich die Nachricht von der Katastrophe damals so schnell weltweit verbreiten? Das können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler heute nachvollziehen, indem sie digitalisierte historische Zeitungen analysieren. Zu verstehen, wie die erste Globalisierung von Informationen im 19. Jahrhundert ablief, ist das Ziel des Projekts „Oceanic Exchanges“ (OcEx). Es vereint Forschende aus den USA, Mexiko, Finnland, Großbritannien, den Niederlanden und Deutschland. An der Universität Stuttgart sind neben dem ILW die Institute für Maschinelle Sprachverarbeitung sowie für Visualisierung und Interaktive Systeme beteiligt.

Druckerpresse und Telegrafie machten im 19. Jahrhundert die Massenpresse erst möglich. Immer mehr Menschen konnten lesen. Damit wuchs die Nachfrage nach politischen, aber auch sensationellen Informationen. „Zeitungen sind das Facebook des 19. Jahrhunderts“, zitiert Priewe den Initiator von OcEx, Ryan Cordell. Seit Jahren untersucht der Professor für amerikanische Literatur an der Northeastern University in Boston, wie die Blätter voneinander abschrieben. „Eine Meldung beginnt beispielsweise in New York und taucht dann einige Tage später in Louisville, Kentucky, auf“, erklärt Priewe. →

→ „Bestimmte Nachrichten gingen viral, wie man heute sagt – vor allem Neues über Persönlichkeiten.“ Schon damals galt: „Bei Politikern wird mehr über ihre Familienverhältnisse berichtet, über die Kleidung“, hat Priewes Mitarbeiterin Jana Keck festgestellt. Die Zeitungsforscherin untersucht in ihrer Dissertation unter anderem, wie die Blätter der deutschen Auswanderer über die Sklaverei berichteten. „In den deutschsprachigen Zeitungen in Europa wird vor allem die Tatsache berichtet, dass es in den USA Sklaverei gibt. Die Auswanderer in den USA waren schockiert, weil sie sich der Existenz von Sklaverei nicht bewusst waren“, hat Keck herausgefunden. „Wir sehen, dass die deutschsprachigen Zeitungen in den USA eine Plattform der Diskussion schufen über den Widerspruch zwischen der amerikanischen Betonung von Freiheit einerseits und der Sklaverei andererseits.“

Datengrundlage von OcEx sind mehr als 100 Millionen computerlesbare Zeitungssseiten aus mehr als sieben Ländern. In Deutschland sind laut Priewe noch nicht einmal zehn Prozent der historischen Zeitungen digitalisiert. Begonnen wurde in den 1990er-Jahren. Bis heute scannen die Bibliotheken ihre Bestände. Dabei arbeiteten sie lange unkoordiniert und erzeugten damit uneinheitliche Datensätze. „Wir wollen die Daten für die Öffentlichkeit und die Wissenschaft digital verfügbar machen und die Zeitungssseiten vor dem Verfall retten“, sagt Keck. Deshalb arbeitet das Stuttgarter OcEx-Team eng mit der Staatsbibliothek Berlin zusammen. Die gibt Richtlinien heraus und schult andere Bibliotheken in den besten Methoden der Digitalisierung.

Denn die Qualität vor allem der frühen digitalen Erzeugnisse ist oft schlecht. „Bei der Texterkennung entstehen zum Teil seltsame Zeichenfolgen“, so Keck. Daher entwickelt die Gruppe in Stuttgart ausgefeilte digitale Such- und Textverarbeitungswerkzeuge. „So erhalten wir robuste Ergebnisse, weil wir nicht mehr nach einzelnen Wörtern suchen, sondern nach ganzen Phrasen.“ Das Team setzt neuronale Netze in Wahrscheinlichkeitsmodellen ein, um vorherzusagen, welches Wort in welchem Kontext vorkommt – also beispielsweise, wann bei „Schloss“ ein Türschloss gemeint ist und wann ein Gebäude. Zudem erarbeiten die Stuttgarter Methoden, um die Forschungsergebnisse bildhaft und verständlich darzustellen.

Die Werkzeuge von OcEx machen nicht nur sichtbar, auf welchen Wegen sich Nachrichten verbreiteten, sondern auch, wer Texte veränderte. „Man kann die Bedeutung dieser Möglichkeiten gar nicht hoch genug einschätzen“, betont Priewe. „Vor der Digitalisierung musste man in die Archive steigen und jede einzelne Zeitungsausgabe durchschauen. Wir stehen am Beginn einer Revolution, wenn wir nun vom Computer aus mit Schlüsselbegriffen die Daten durchsuchen.“ Der Forscher gibt ein weiteres Beispiel: In den 1830er-Jahren wurden die Indianer im Südosten der USA gewaltsam nach Oklahoma umgesiedelt. „Das wird in der Geschichtswissenschaft Trail of Tears genannt, also Pfad der Tränen. Wenn man diesen Begriff in zeitgenössischen Zeitungen sucht, findet man dazu nichts“ – weil er erst später geprägt wurde. „Wir arbeiten an einem Werkzeug, das erst zum Wikipedia-Artikel über den Pfad der Tränen springt und dann mit den Begriffen daraus die Zeitungen durchsucht.“

Zwar endet das Projekt OcEx im Sommer 2020, aber „die geisteswissenschaftlichen Fragen hören nie auf“, sagt Keck. Dank digitaler Werkzeuge könnte in Zukunft nichts so neu sein wie die Zeitung von vorgestern. →

KONTAKT

PROF. DR. MARC PRIEWE Mail: marc.priewe@ilw.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 83105

Anteil der digitalisierten Zeitungen in Deutschland:

10%

PLÄDOYER

FÜR EIN INNEHALTEN

GASTBEITRAG: Jan-Martin Wiarda

ILLUSTRATION: André Gottschalk

Die Universität Stuttgart hat zwei Exzellenzcluster, aber den Titel „Exzellenzuniversität“ hat sie knapp verfehlt. Wissenschaftsjournalist Jan-Martin Wiarda unternimmt in einem Gastbeitrag eine subjektive Bestandsaufnahme: Soll die Universität sich sagen: Nach der Bewerbung ist vor der Bewerbung? Oder gilt es, die eigenen Potenziale auf anderem Weg auszuloten?

Für Sympathiepunkte kann man sich nichts kaufen. Aber ich gebe zu: Mir hat gefallen, wie die Universität Stuttgart im Sommer auf die wichtigste Entscheidung des Jahres gewartet hat. In der von Studierenden betriebenen Beach Bar auf dem Campus Vaihingen, mit Public Viewing und Cocktails. Fast, als wollte man signalisieren: Ganz so ernst nehmen wir die ganze Sache dann doch nicht.

Was natürlich nicht stimmt. Die Exzellenzstrategie wurde in Stuttgart so ernst genommen wie an allen Universitäten, die am 19. Juli noch die Chance hatten auf den Titel „Exzellenzuniversität“. Bierernst. Alle wussten: Es geht um Millionen. Es geht aber auch um eine Weichenstellung auf unbestimmte Zeit. Denn wer jetzt nicht hineinkommt in den Club der Sieger, dem wird der Zutritt in ein paar Jahren noch schwerer fallen. So wollte es die Logik des reformierten Wettbewerbs: Wer jetzt Exzellenzuniversität wird, soll es möglichst auf Dauer bleiben.

Stuttgart wurde es nicht, und die Verantwortlichen mögen sich damit trösten, dass man ohnehin nicht zum Favoritenkreis zählte. Dass zwei erfolgreiche Clusteranträge eine starke Leistung sind. Dass sich unter den Universitäten, die ebenfalls ihre Hoffnungen auf die Exzellenzkrone begraben mussten, zum Teil sogar früher als Stuttgart, wohlklingende Institutionen befanden.

Als Bewältigungsstrategie probat ist auch, die Regeln des Wettbewerbs infrage zu stellen, wie es gerade erst der Chef einer anderen Uni tat. Es müsse die Frage erlaubt sein, sagte er, „ob denn ein großer Forschungsverbund wirklich die Forschungsqualität einer Universität verbessert“. Der Beleg dafür stehe nach seiner Meinung noch aus – und ja, recht hat der Mann, kann man da nur sagen. Aber es nützt ja nix. Das sind die Regeln.

Und, wenn ich das sagen darf, obgleich besagter Beleg noch fehlt: Der Wind, den die Exzellenzstrategie und ihre Vorgängerin Exzellenzinitiative gemacht haben, war auf →

Jan-Martin Wiarda

„Der frische Wind, den Exzellenzstrategie und Exzellenzinitiative gemacht haben, war erfrischend.“

Dr. Jan-Martin Wiarda widmet sich als Journalist den Themen Bildung, Forschung und Entwicklung. Seit 2015 arbeitet er als freier Journalist, vorher war er unter anderem Redakteur im Ressort „Chancen“ der Wochenzeitung „Die Zeit“ und Kommunikationschef der Helmholtz-Gemeinschaft.

→ jeden Fall erfrischend. In Stuttgart hat er zum Beispiel dazu geführt, dass, siehe die zwei erfolgreichen Cluster, sich ganz neue Verbindungen zwischen Disziplinen ergeben haben – Verbindungen, sprich: Verbünde, die deutschlandweit und darüber hinaus wahrgenommen werden. Zu dem Preis, den das Ganze hatte, komme ich gleich auch noch.

Doch erst mal die alles entscheidende Frage: Wie geht es jetzt weiter? Soll sich eine mittelgroße technische Universität damit abfinden, in Sachen Forschungsrenommee ganz vorn in der zweiten Reihe der deutschen Hochschulen zu stehen – als eine derjenigen Einrichtungen, die genug Cluster hatten, um „exzellent“ zu sein, aber deren Exzellenz-Konzept bei den Gutachtern eben nicht zu den lautesten Entzückensschreien geführt hat? Sollte sich eine Uni wie Stuttgart durch diesen Umstand überhaupt definieren lassen? Oder die „ExStra“ mit einem Schulterzucken abhaken nach dem Motto: Ist auch nur ein Dritt-mittel-Wettbewerb?

Ich glaube, es gibt auf diese Frage zwei Antworten. Die erste ist trivial: 2026 geht noch mal was. „Vier neue Förderfälle“, so heißt das im Amtsdeutsch der ExStra-Verwaltungsvereinbarung, sollen dann „bei Erfolg im wettbewerblichen Verfahren“ aufgenommen werden in die Riege der Exzellenz-Unis. Wenn die Universität Stuttgart genau zugehört hat, was die Konzept-Gutachter ihr zu sagen hatten, und wenn sie dann noch in der Lage und willens zu einer weiteren Kraftanstrengung ist: gut so.

Wenn nicht, und das ist meine zweite Antwort, aber auch: gut so. Die öffentliche Fixierung auf Erfolg und Misserfolg in der Exzellenzstrategie und speziell in der zweiten Förderlinie führte in den vergangenen Jahren zu einer nicht enden wollenden Selbstbeschäftigung vieler Universitäten und zu einem nervösen Schrauben an Strategien, bei denen ganz sicher der Aufwand irgendwann in keinem vernünftigen Verhältnis mehr stand zu dem Geld, um das es ging.

Zu der zu gewinnenden Reputation: vielleicht schon eher, wobei man auch hier keine übertriebenen Ängste pflegen sollte. Das oft als allzu egalitär geschimpfte deutsche Hochschulsystem wird schon dafür sorgen, dass die Exzellenzuniversitäten den übrigen nicht zu weit enteilen. Am Ende ist nämlich die gesunde Grundfinanzierung – oder ihr Fehlen vielerorts – viel ausschlaggebender.

Doch gleichgültig, ob Sie in Stuttgart zu Antwort eins oder zwei neigen: Ganz sicher falsch wäre es, das große ExStra-Rad jetzt ohne Innehalten gleich weiterzudrehen. Mit der nächsten Offensive an Strategierunden, Konzeptpapieren und Experten-Workshops. Die Verantwortlichen in den Hochschulleitungen und Fakultäten dieser Republik tun gut daran, so sie nicht durch ihren Erfolg in der zweiten Förderlinie zum Konzept-Umsetzen verdammt sind, mal ein, zwei Jahre ExStra-frei zu machen. Sich auf andere Themen zu konzentrieren. Vor allem auf die Lehre und wie sie endlich eine zentrale Rolle an den Universitäten spielen kann. Viele finden diese Frage weniger spannend, weniger entscheidend für das Schicksal einer Hochschule oder eines Wissenschaftlerlebens, aber ich prophezeie: Das wird sich ändern. Die Milliarden durch den Zukunftsvertrag, vor allem aber die neue Organisation für Innovationen in der Hochschullehre werden jene Universitäten in Erklärungsnot bringen, die ihre Studierenden vor allem als „Lehrverpflichtung“ betrachten. Positiv gewendet, bedeutet das: Auch hier liegt das Potenzial für enorme Reputationsgewinne, auch und gerade für Forschungsuniversitäten. →

Verzogenes Verhalten: Im Urbach Tower wird Holzbau neu gedacht.



Steil geschraubt:
Der Urbach Tower
ist 14 Meter hoch.

Programmierte Eleganz

TEXT: Andrea Mayer-Grenu
FOTOS: Roland Halbe

Das Exzellenzcluster „Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur“ (IntCDC) an der Universität Stuttgart will das Bauwesen mit digitalen Methoden effektiver machen und Ressourcen sparen. Intelligente Bausysteme wie der „Urbach Tower“ bereiten auch den Weg für eine atemberaubende, neue Ästhetik.

Form folgt Funktion: Holzplatte krümmt sich exakt wie berechnet.



Radfahrern auf der Remstalroute bei Stuttgart nähert sich der Urbach Tower als elegant geschwungene Landmarke an den Ausläufern des Schurwalds. Doch blickt man vom Fuß des Aussichtsturms nach oben, stockt der Atem: 14 Meter hoch schrauben sich die Holzelemente ohne jede Stütze in den Himmel, jedes für sich schier aberwitzig gekrümmt und mit der Nachbarplatte perfekt verzahnt. Können Holzplatten so geformt sein?

Ja, sie können. Bisher brauchte man dafür jedoch schwere Presswerkzeuge und viel Energie. Die im Urbach Tower verbauten Platten dagegen verformen sich quasi von selbst in eine zuvor genau berechnete, komplexe Krümmung – eine Weltneuheit.

Das Verfahren, auf dem der Turm basiert, haben das Institut für computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (ICD) der Universität Stuttgart, die ETH Zürich und die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa gemeinsam entwickelt und zusammen mit dem Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) der Universität Stuttgart zur Anwendung gebracht. Es macht sich ein Verhalten von Holz zunutze, das eigentlich unerwünscht ist: das Verziehen.

Trocknet feuchtes Holz, zieht es sich senkrecht zur Faserrichtung stärker zusammen als längs der Faserung. Diese Eigenschaft nutzen die Forschenden, indem sie jeweils zwei Holzschichten so laminieren, dass ihre Faserungen unterschiedlich orientiert sind. Diese „Bilayer“ genannten Platten sind der Grundbaustein der neuen Methode. Wenn der Feuchtigkeitsgehalt im Bilayer sinkt, schrumpft eine Schicht stärker als die andere. Da die beiden Schichten fest miteinander verklebt sind, biegt sich das Holz. Wie die Verformung genau ausfällt, hängt ab von der Dicke der Schichten, der Orientierung der Fasern und dem Feuchtegehalt – und kann mit einem Computermodell berechnet werden. Die Forschenden nennen diesen Prozess „Holz-Programmierung“.

Da gebogene Bauteile im Vergleich zu flachen eine höhere strukturelle Leistungsfähigkeit aufweisen, ermöglicht es der ausgeklügelte Einsatz der Selbstformung, einem uralten Baumaterial wie Holz ganz neue Funktionen zu verleihen, erläutert Dylan Wood, Leiter der Forschungsgruppe Materialprogrammierung am ICD: „Dies eröffnet eine neue Perspektive auf die digitale Konstruktion und Fertigung von hölzernen Groß-Bauteilen mit komplexen Geometrien.“

EXZELLENZCLUSTER FÜR NEUES DENKEN IN DER ARCHITEKTUR

Damit zeigt das Projekt auf anschauliche Weise, wie der Einsatz digitaler Planungs-, Simulations- und Fertigungsverfahren den Weg ebnet für ein neues Denken. Genau dies ist ein Kernanliegen des Exzellenzclusters „Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur“ (IntCDC) an der Universität Stuttgart, das im Rahmen der Exzellenzstrategie zur Stärkung der Spitzenforschung in Deutschland in einer ersten Förderphase bis 2025 mit insgesamt 45,5 Millionen Euro gefördert wird.

Das Cluster will Antworten finden auf eine alarmierende Entwicklung: Aufgrund des Bevölkerungswachstums und der Urbanisierung werden in den nächsten 35 Jahren zusätzliche städtische Gebäude für 2,6 Milliarden Menschen gebraucht. Doch schon heute verschlingt die Bauindustrie 40 Prozent der weltweiten Ressourcen – auch weil die Produktivität in der Bauwirtschaft seit Jahren stagniert. Und der Raumbedarf steigt weiterhin rasant.

Um das Bauen innovativer und effizienter zu machen, setzen die 22 Professorinnen und Professoren des Clusters auf Co-Design. Dahinter verbirgt sich die digitale Vernetzung von Planung, Bauprozessen und Bausystemen, erklärt Prof. Achim Menges, der Sprecher des Clusters und Leiter des ICD: „Wir wollen durch einen integrativen und interdisziplinären Forschungsansatz das volle Potenzial digitaler Technologien erschließen, um die Grundlagen für wegweisende Innovationen und ein zukunftsfähiges Planen und Bauen zu schaffen.“

Weltweit beachtete Zeugnisse dieses neuen Denkens sind auch zwei Pavillons, die im Sommer 2019 auf dem Gelände der Bundesgartenschau (Buga) in Heilbronn ein Millionenpublikum begeisterten: eine sieben Meter hohe, äußerst materialeffiziente Holzkonstruktion, die stützenfrei eine Grundfläche von 500 qm überspannt. Und eine ebenso hohe transparente Kuppel aus Glas- und Kohlenstofffasern, das erste durchweg digital entwickelte Bausystem überhaupt. →

40%

der weltweiten Ressourcen verbraucht die Bauindustrie bisher.



Robotische Vorfertigung eines Holzelements (oben).

Die Holzkassetten werden miteinander verbunden.

Stützenfreier Schwung: Der fertige Holzpavillon auf der Bundesgartenschau in Heilbronn.



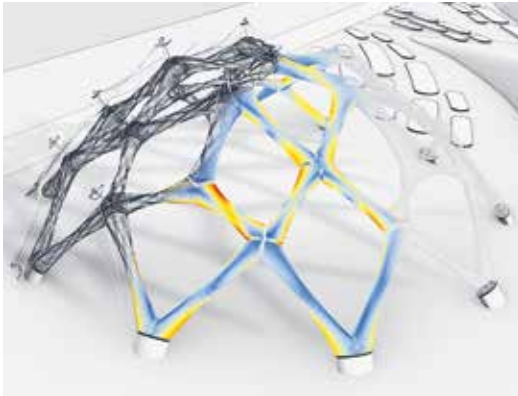
Digital entwickelt:
Kuppel aus Glas- und
Kohlenstofffasern in
Heilbronn.

Computerunter-
stützt: Die Analyse
der Strukturen.



Prof. Achim Menges

„Die Biologie
ist für uns eine
Motivation
zum wissen-
schaftlichen
Querdenken.“



Vom Modell zur Realisierung (links).

Lastverteilung und Verformung werden gemessen.



Das Timber Prototype House, gezeigt auf der IBA 2019 in Thüringen.

440 Holzrahmen stecken ohne Metall oder Kleber zusammen (unten).



→ LEHRMEISTERIN BIOLOGIE – NATUR KONSTRUKTIV BEGREIFEN

Pate für solche Konstruktionen steht häufig die Natur: Biologisches Vorbild für die Plattenstrukturen des Holzpavillons ist der Sanddollar, eine Unterart des Seeigels. Die Schalenkonstruktion des Faserpavillons ist den Deckflügeln eines Flugkäfers nachempfunden. Und selbstformende Mechanismen finden sich zum Beispiel bei Pflanzen, die ihre Form verändern, um ihre Samen freizusetzen. „Die Biologie ist für uns eine Motivation zum wissenschaftlichen Querdenken“, sagt Menges. Die Herausforderung für Architektinnen und Architekten sei dabei, Prinzipien und Funktionen der Natur konstruktiv zu begreifen und mit neu zu entwickelnden Materialien und Werkzeugen umzusetzen. „Wir haben einen neuen Entwurfsprozess entwickelt, der Planen und Bauen von Beginn an zusammen denkt.“ Das fängt bei der vorbereitenden Softwareentwicklung für neuartige Bausysteme an und reicht über die robotische Fertigung selbst sowie die Simulationen zur Erhöhung der Materialeffizienz bis hin zur Vorbereitung neuer gesetzlicher Normen zum Beispiel für Stabilitätsnachweise. Ein so umfassender Ansatz kann nur interdisziplinär gelingen. Im Exzellenzcluster IntCDC arbeiten daher Forschende aus den Bereichen Architektur, Bauingenieurwesen, Bauphysik, Ingenieurgeodäsie, Fertigungs- und Systemtechnik, Informatik und Robotik sowie aus den Geistes- und Sozialwissenschaften.

Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer neuen Architektur ist die robotische Vorfertigung. Der Holzpavillon auf der BuGa in Heilbronn besteht aus fast 400 hohlen Kassettenelementen, deren Herstellung mit konventionellen Methoden extrem aufwändig gewesen wäre. Stattdessen setzten in einem vom ICD entwickelten Fertigungsprozess miteinander kommunizierende Roboter in den Holzbauwerken Müllerblastein bei Ulm die Konstruktion vollautomatisch um. Sie schnitten das Material zu, fügten die Schichten zusammen und frästen die Kerben aus, an denen die Segmente verzahnt sind. Die Abweichung bei den Holzelementen liegt bei weniger als zwei Zehntel-Millimeter.

Der Roboter für die Fertigung des Faserpavillons steht in einer Außenstelle der Universität Stuttgart im Stadtteil Wangen. Er wickelt die Glasfasern und Kohlefasern um Ankerpunkte herum. Die Fasern verformen sich während des Wickelns, erhalten dadurch eine Krümmung und härten dann aus. Das Verfahren ermöglicht es, die Geometrie und Faseranordnung jedes einzelnen der 60 Bauteile spezifisch an die jeweiligen Anforderungen anzupassen, ohne dass dafür Formen benötigt werden oder Abfall entsteht.

HAUS MIT DREH – KLEINER PROTOTYP, GROSSE WIRKUNG

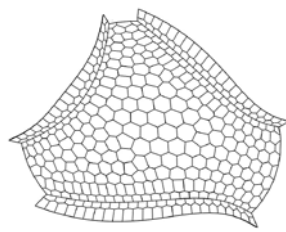
Was digitale Entwurfs- und Fertigungsmethoden im Hausbau leisten können, zeigt das Timber Prototype House, ein kleines, digital gefertigtes Blockhaus auf der Internationalen Bauausstellung (IBA) 2019 in Thüringen. Während klassische Blockhäuser aus horizontal gestapelten Rundhölzern bestehen, sind beim IBA-Prototypenhaus 440 Standrahmen aus CNC-gefrästen Kanthölzern vertikal versetzt verbaut. Intelligente Schlitzte in den Fichtenbalken verhindern die gefürchtete Rissbildung und erhöhen die Dämmwirkung. An den Kopfenden der Hölzer ist eine parametrisierte Eckverbindung eingefräst, die es dem Handwerker vor Ort ermöglicht, die Holzrahmen ohne Metallteile oder Klebstoff einfach zusammenzustecken. Last but not least ermöglicht es der vollständig integrierte rechnergestützte Konstruktions- und Fertigungsansatz, Wände und Decken sanft zu biegen. Durch diesen Dreh kommt das Mikrohaus nicht nur mit wenig Material aus, sondern wird auch zu einem intensiven Architekturlebens. →

Roboter schnitten das Holzmaterial zu, fügten die Schichten zusammen, frästen die Kerben aus. Abweichungen: minimal.

Fotos: S. 28, 29, 32, 34 Roland Halbe, S. 30, 31, 33, 34, 35 Universität Stuttgart/ICD/ITKE, S. 34 Thomas Müller

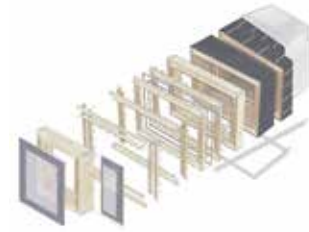
KONTAKT

PROF. ACHIM MENGES Mail: mail@icd.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 827 86



Kühn: Das Dach des Buga-Pavillons hat 30 Meter Spannweite – ohne Stütze.

Dekonstruiert: Das Timber Prototype House in Einzelteilen.





DACH IM FLUSS

TEXT: Daniel Völpe

Drei Masterstudierende der Universität Stuttgart entwickeln eine Architektur, die sich (fast) von selbst baut.

Mit Backsteinen und anderen statischen Werkstoffen hatten Miguel Aflalo, Jingcheng Chen und Behrooz Tahanzadeh nichts im Sinn, als sie über ein „drohnen-gestaltbares Architektursystem“ nachdachten. Die Masterstudierenden entwickelten ihr Projekt mit einem „Cyber Physical Macro Material“, konkret bedeutet das: Die 700 Gramm leichten Bauelemente ihrer Dachkonstruktion bestehen aus leichten Kohlefasern. Jedes einzelne Element teilt seine Lage und weitere Sensordaten an seine Nachbarn mit und an den Erbauer: eine Roboter-Drohne. Diese baut die Elemente zu einer Überdachung zusammen. „Das Bauwerk weiß, wo es ist, es kann sich bewegen“, sagt Dylan Wood, Betreuer der Masterarbeit und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (ICD) der Universität Stuttgart.

Die Überdachung bewegt sich sensorgesteuert mit der Sonne und kann auf diese Weise kontinuierlich Schatten spenden. Nutzerinnen und Nutzer könnten das System auch über eine App steuern und ihm so sagen, wohin es sich bauen soll. Schließlich kann das System sogar selbst etwas über seine Umgebung lernen und sein Verhalten anpassen. Dazu sitzen in jeder der Magnetverbindungen zwischen den Bauteilen Pins, die Daten der Sensoren und Mikroprozessoren von einem Teil zum nächsten weiterleiten. Damit das System nicht einstürzt, müsse es selbst präzise festlegen, wann es welches Element versetzt, erklärt die zweite Betreuerin des Projekts, Maria Yablonina: „Nicht der Roboter entscheidet, wie er baut, sondern das Material sagt ihm, wie es gebaut werden will.“ Die Designer stellen nur noch die Struktur bereit und geben eine Baustrategie vor. „Seine Form findet das Bauwerk dann in der Wechselwirkung mit der Umgebung und den Nutzern.“ →

Oben: Wie Waben fügen sich die Elemente des Dachs aneinander.

Unten: Die Drohne trägt ein Dach-Element an einen neuen Ort.



Fotos: Universität Stuttgart/ ICD/ITKE

KONTAKT

DYLAN WOOD Mail: dylan-marx.wood@icd.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 81932

MARIA YABLONINA Mail: maria.yablonina@icd.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 81028



Noch mehr sehen Sie im Video:
- Laden Sie die App „AR Kiosk“ herunter
- Scannen Sie diese Seite mit Smartphone oder Tablet
- Das Video startet automatisch



Schattenspender: Die künstlichen Flügel bestehen aus 30 Kilometer Kohlen- und Glasfaser-Tapes.

Wie Flügel eines Marienkäfers

TEXT: Daniel Völpe

Biologie als Vorbild für Architektur: Junge Forschende setzen diese Idee formvollendet um.

Eine Sitzbank mit einem Dach aus futuristisch biegsamen, schattenspendenden Flügeln: Das ist der ITECH-Forschungsdemonstrator 2018-19, ein Projekt von Nachwuchsforschenden. Sie sind Masterstudierende im Programm „Integrative Technologies and Architectural Design Research“ (ITECH), beteiligt sind gleich mehrere Institute der Universität Stuttgart: das Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (ICD), das Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) sowie das Institut für Textil- und Fasertechnologien (ITFT).

„Unsere Motivation ist die Entwicklung von biegsamen Mechanismen für architektonische Anwendungen, wie etwa Fassadenverschattungen“, erklärt Axel Körner, wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITKE und einer der Projektleiter. Vorbild für die rund drei Meter hohen Flügel war der Faltmechanismus des Marienkäfers: Dessen Hinterflügel speichern beim Einfalten Energie und öffnen sich, sobald aktiver Druck fehlt. Genauso wird der ITECH-Flügel nur mit Druck geschlossen. Mit Unterstützung von Biologen der Universität Tübingen konstruierte und simulierte das ITECH-Team diesen Mechanismus am Computer. Von dort flossen die Daten in einen Roboter, der mit etwa 30 Kilometer Kohle- und Glasfaser-Tapes den künstlichen Flügeln ihre Form gab.

Die gebauten Flügel sind wartungsärmer als ein Sonnenschirm, denn sie haben keine Gelenke. In den Gelenkzonen liegt lediglich der faserverstärkte Kunststoff auf der Rückseite dicker und dadurch steifer als vorn. Zwischen beiden Seiten sitzen Luftkissen. Sensoren melden ständig die Lage der Teile. Daraus simuliert die zugehörige App einen digitalen 3D-Zwilling. Gibt man am Smartphone oder über Tastflächen direkt am Flügel eine Änderung vor, pumpt das System Luft in die Kissen. Die Vorderseite der Gelenkzone wölbt sich und faltet so die Flügel. →

KONTAKT

AXEL KÖRNER Mail: a.koerner@itke.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 83294

Fotos: Universität Stuttgart/ICD/ITKE/ITFT

GEBÄUDEHAUT, DIE ATMET

TEXT: Jutta Witte

Für die adaptiven Leichtbauten der Zukunft sind neue Technologien gefragt – auch für die Gebäudehülle, die den Feuchtigkeits- und Energiehaushalt regelt. Forschende der Universität Stuttgart haben ein System aus Aktoren entwickelt, mit dem die Atmungsaktivität dieser Außenhaut ein- und ausgeschaltet werden kann.

Ultraleichtbauten können sich mit ihrer Struktur und Hülle flexibel an wechselnde und auch extreme Belastungen anpassen. Sie sollen helfen, den enormen Energie- und Ressourcenverbrauch sowie das hohe Emissions- und Müllaufkommen zu stoppen, die die Bauindustrie weltweit verursacht. „Wir haben es hier mit einem zukunftsweisenden Trend zu tun, der uns aber vor völlig neue Herausforderungen stellt“, sagt Prof. Thomas Bauernhansl, Leiter des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart.

Das Projektteam um Raphael Neuhaus entwickelt Membranen weiter, die als Gebäudehüllen heute bereits in Großbauten wie der als „Water Cube“ bekannten olympischen Schwimmhalle in Peking oder dem segelförmigen Hochhaus Burj al Arab in Dubai zum Einsatz kommen. Das Forschungsvorhaben des Teams, „Elektroaktive Polymeraktoren und Aktorfelder für schaltbare Atmungsaktivität in Hüllen und Räumen“, ist ein Teilprojekt des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs (SFB) 1244 „Adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen“. An dem 2017 gestarteten SFB beteiligen sich unter Federführung von Prof. Werner Sobek, Leiter des Instituts für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) der Universität Stuttgart, 14 Institute der Universität Stuttgart und zwei Fraunhofer-Institute.

DER ENERGIEAUFWAND WIRD REDUZIERT

Die Membranen, an denen Raphael Neuhaus mit seinem Team arbeitet, sind leicht und flexibel. Anders als Betonwände können sie jedoch keine thermische Energie speichern oder Luft und Feuchtigkeit durchlassen. Wie die menschliche Haut, die zugleich schützt und atmet, muss aber auch eine moderne Gebäudehaut richtig belüftet und durchlüftet werden – kurz: atmungsaktiv sein.

Derzeit funktioniert dies nur unter erheblichem Energieaufwand: Um etwa durch Kondensation verursachte Korrosionsschäden oder ein Durchfeuchten der Dämmschicht zu verhindern, werden Membran-Konstruktionen mittels elektrischer Pumpen, die warme Luft in die Gebäudehülle blasen, aktiv belüftet. „Wir wollen solche Membranen in Zukunft schaltbar atmungsaktiv machen. Und hierfür müssen wir sie in irgendeiner Form aktivieren“, erläutert Neuhaus. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom IFF setzen dabei auf Aktoren aus elektroaktiven Polymeren (EAPs). Sie werden direkt in die Membran integriert und sorgen dafür, dass diese ihre „Atmungsaktivität“ ohne komplexe Verstellungssysteme wie Elektromotoren oder Druckluft einschalten kann. In der Fachwelt heißt →



Fassadendemonstrator:
Die integrierten Klappen können individuell geöffnet werden.

Foto: Michael Frick



Membrankonstruktion:
Sie ist doppelt gekrümmt, mehrlagig und schaltbar atmungsaktiv.

Foto: Michael Frick



Raphael Neuhaus entwickelt neuartige Membranen: Sie sind leicht und vor allem atmungsaktiv.

Foto: IFF Universität Stuttgart

Raphael Neuhaus

„Diese Technologie ist energiespar-sam, zuverlässig und in der Breite anwendbar.“

→ das „materialintrinsische“ Aktivierung. Das IFF-Team arbeitet mit ionischen EAPs aus Kohlenstoffnanoröhren (CNT), einem Material, das leicht, stabil und elektrisch leitfähig ist. Die Aktoren setzen sich aus zwei CNT-Elektroden und einer dazwischen liegenden Separatorschicht zusammen. Alle drei Schichten werden mit einer ionischen Flüssigkeit versetzt. Bringt man an die Elektroden des Dreischichtsystems eine elektrische Spannung an, verlagern sich die Teilchen im Inneren so, dass sich die positiv geladene Elektrode zusammenzieht und die negativ geladene ausdehnt. In einem elektrochemischen Prozess wird die elektrische Energie in mechanische umgewandelt, der Aktor biegt sich durch und kann so Schlitze oder andere Öffnungen in der Membran in Bewegung setzen.

Ionische EAPs kommen mit einer Spannung von nur drei Volt aus. Darüber hinaus ist ihre Durchbiegung meist gut kontrollierbar, der Aktor kann punktgenau gesteuert werden. An der technischen Machbarkeit bestehen also kaum Zweifel. Für den Erfolg der späteren Anwendung sind aber auch die wirtschaftliche Herstellung und die robuste Integration der EAPs in das Membranmaterial entscheidend. Um eine Fläche von einem Quadratmeter zu durchlüften, werden 20 bis 30 der superdünnen Aktoren benötigt.

Deshalb verwendet das Forschungsteam als Ausgangsmaterial nicht nur relativ kostengünstige mehrwandige CNTs. Es hat auch den bislang teuren und nur im Labor möglichen Herstellungsprozess so optimiert, dass er jetzt industrietauglich ist. Eine speziell für das Projekt umgerüstete Beschichtungsanlage erlaubt es, große Mengen Elektroden- und Separatormaterial automatisiert herzustellen. Für eine Schicht wird eine Mischung aus Polymer, CNTs, Lösemittel, Additiven und ionischer Flüssigkeit in eine Schlitzdüse gepumpt, auf ein glattes Substrat, also eine Glasplatte, aufgetragen und mit einem integrierten Heizelement getrocknet. Vom Mischvorgang bis zur fertigen Trockenschicht braucht es weniger als fünf Stunden. Zuvor dauerte allein die Trocknung der Nassschicht im Vakuumofen bis zu 72 Stunden. Anschließend werden die 100 bis 200 Mikrometer dünnen Trockenschichten aus Elektroden- und Separatormaterial zusammengepresst. Aus dem so entstehenden Halbzeug können dann die Aktoren in gewünschter Größe zugeschnitten werden.

Um sie ungefährlich für den Menschen zu machen und zugleich gegen Umwelteinflüsse zu schützen, ummanteln die Fachleute die kleinen Antriebe mit einer dünnen Polymer-schicht. Dann werden sie auf leitfähige und in das Textil eingestickte Fäden verklebt, die sie mit Energie versorgen. „Diese Technologie ist energiesparsam, zuverlässig und in der Breite anwendbar“, betont Neuhaus. Wie sie in der Praxis aussehen soll, zeigt bereits eine Demonstrator-Membran. 2020 soll zudem ein Minidemonstrator in Betrieb gehen – eine Kammer für eine Person, die darin die Wirkung der intrinsisch aktivierten Membran testen kann. Bis die neue Technologie marktreif ist, dürfte es zwar noch eine Weile dauern, schätzt Neuhaus: „Doch viele Branchen haben die Potenziale durchaus erkannt.“ →

KONTAKT

RAPHAEL NEUHAUS Mail: raphael.neuhaus@iff.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 970 3627

Neuer Supercomputer am Höchstleistungsrechenzentrum



x 3,5

Hawk ist 3,5 Mal schneller als der bisherige Supercomputer Hazel Hen am HLRS.

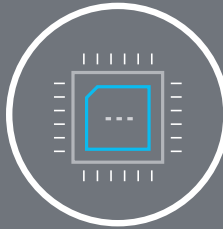
SCHNELL WIE EIN FALKE

Anfang 2020 beginnt am Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart (HLRS) eine neue Ära: Dann startet der Aufbau des neuen Supercomputers „Hawk“ (Falke), dem bald schon schnellsten Rechnersystem für die industrielle Produktion. Hawk soll die Forschung in Wissenschaft und Industrie vor allem im Engineering unterstützen. Insbesondere ermöglicht er noch schnellere Berechnungen und höhere Auflösungen in Simulationen. So kann Hawk beispielsweise die Turbulenzen um ein fliegendes Flugzeug realistischer simulieren oder aufzeigen, wie sich Moleküle bei Verbrennungsprozessen in einem Motor oder Kraftwerk verhalten. Vor einer Operation erkennt Hawk, wo das künftige Hüftgelenk besonderen Belastungen ausgesetzt sein wird, und Klimaforschern erlaubt er Vorhersagen für kleine Regionen oder gar einzelne Orte.



27 peta-FLOPS

soll die theoretische Spitzenleistung von Hawk betragen.



11.264 Prozessoren

verteilt auf 5.632 Knoten umfasst der Cluster, aus dem das Rechnersystem Hawk besteht.

44 Mio. Euro

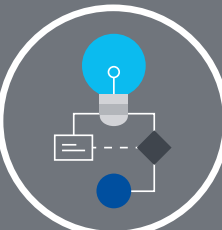


kosten die Herstellung und Installation von Hawk.



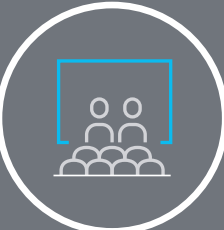
heute: 400 Jahre
morgen: 1 Sekunde

Für eine Rechenanwendung, an der acht Milliarden Menschen etwa 400 Jahre lang tüfteln würden, braucht Hawk gerade mal eine Sekunde.



EPYC

Seine Schnelligkeit verdankt Hawk einem neuartigen AMD EPYC-Prozessor, dessen Speichersubsystem für Simulationsalgorithmen besonders geeignet ist.



19/02/2020

Am 19. Februar 2020 wird Hawk im Beisein von Bundesforschungsministerin Anja Karliczek und dem baden-württembergischen Ministerpräsidenten Winfried Kretschmann offiziell in Betrieb genommen.



Auf Achse: Am Institut für Mechanik ist Marc-André Keip Lehrstuhlinhaber für Materialtheorie.

Das Labor im Rechner



Im Fokus: vertieftes Wissen über die Eigenschaften intelligenter Materialien.

TEXT: Jens Eber
FOTOS: Sven Cichowicz

Intelligente Materialien versprechen zahllose Anwendungsmöglichkeiten. Sie zu erforschen ist aber eine große Herausforderung. Ein Ausweg sind Simulationen.

„Material kann nicht denken oder kreativ sein – in diesem Sinne kann es auch nicht intelligent sein“, sagt Prof. Marc-André Keip. Prompt wirkt es wie ein Widerspruch, dass Keip am Lehrstuhl für Materialtheorie ausgerechnet zu intelligenten Materialien forscht. Der 40-Jährige löst die Verwirrung umgehend auf: Bestimmte Materialien, erklärt er, reagieren auf physikalische oder chemische Einwirkungen auf steuerbare Weise. Damit wirken sie dann doch ein bisschen smart.

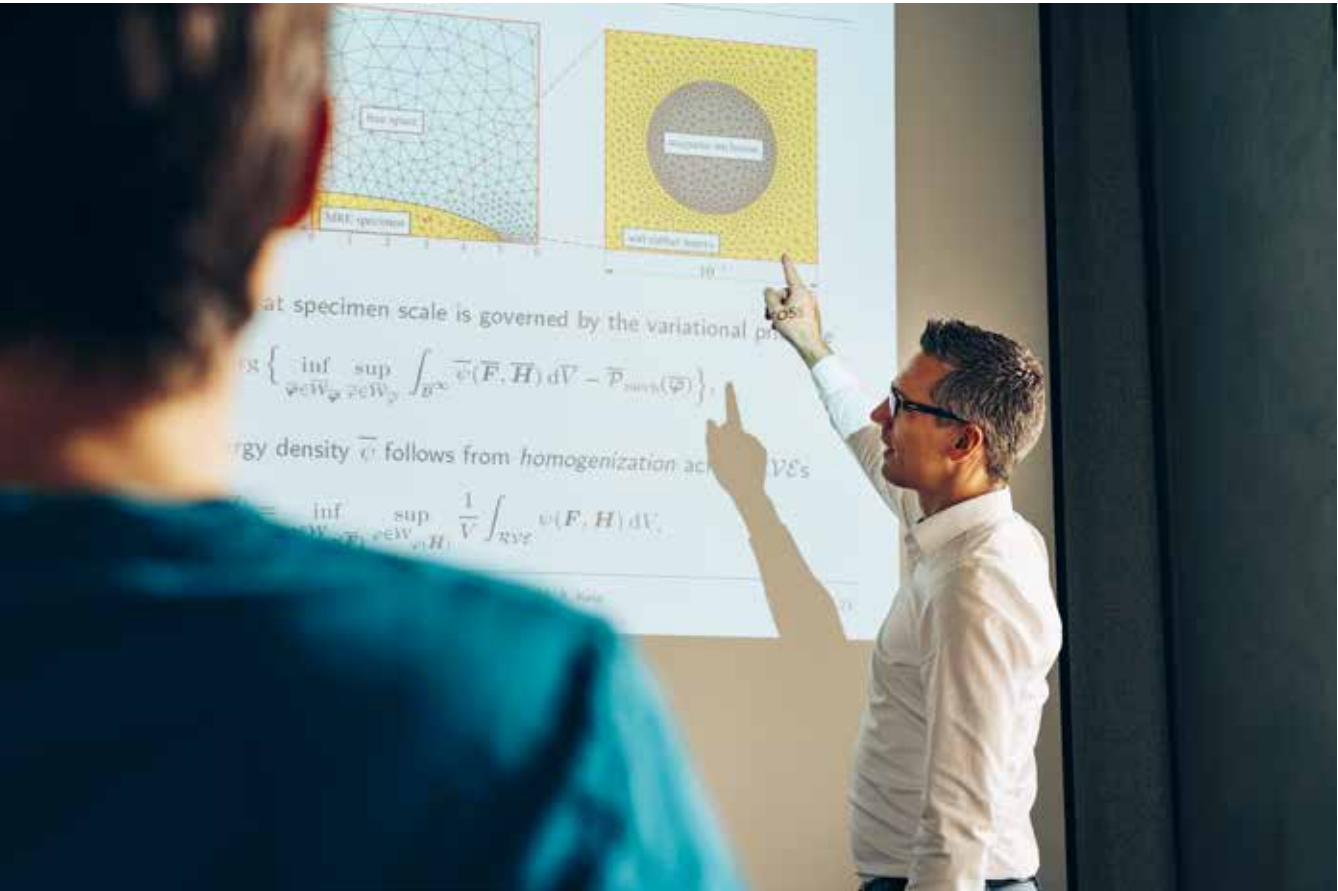
„Es geht im Wesentlichen um Kopplungsphänomene“, sagt Keip. Materialien gelten zum Beispiel dann als „intelligent“, wenn in ihnen magnetische und mechanische Kräfte interagieren. Eine klassische Nutzung ist in vielen Feuerzeugen zu finden. Darin sorgt nicht ein Feuerstein für den Zündfunken, sondern ein sogenannter piezoelektrischer Quarz. Dieser wird durch das Drücken des Nutzers unter Spannung gesetzt und erzeugt dadurch einen Funken.

Solche eher banalen Anwendungen sind für Keip und die sieben wissenschaftlichen Mitarbeitenden seiner Forschungsgruppe freilich uninteressant. „Wir arbeiten ohnehin nicht ausschließlich anwendungsgetrieben“, sagt Keip. „Uns interessieren oft stärker die grundlegenden Phänomene, uns reizt die Herausforderung, diese in mathematischen Modellen auszudrücken.“ Lachend fügt er hinzu: „Für uns ist es oft schon Praxis, wenn es sich im Computer darstellen lässt.“

IM LABOREXPERIMENT SCHWER ZU UNTERSUCHEN

Damit liefern die Stuttgarter Wissenschaftler allerdings die Basis für im eigentlichen Sinn praxisorientierte Entwicklungsarbeit, beispielsweise an magnetorheologischen Elastomeren. Das sind weiche Kunststoffe, die magnetische Partikel enthalten und sich im Zusammenspiel mit magnetischen Feldern verformen. Auf diese Weise können sie etwa Ventile abschließen oder adaptive Dämpfungsaufgaben übernehmen.

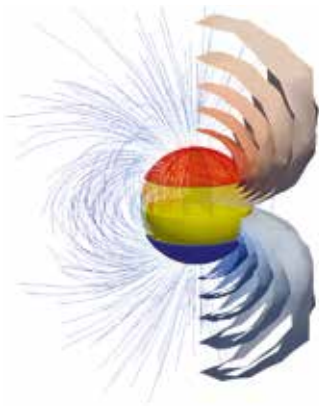
Intelligente Materialien könnten nach Keips Einschätzung zwar noch eine Vielzahl weiterer technischer Anwendungen ermöglichen, manche sind im Laborexperiment aber nur schwer zu untersuchen. Das liegt ausgerechnet an ihren sonst so willkommenen Eigenschaften: Wird etwa ein Metallbauteil im Labor einer Zugprobe unterzogen, →



Exzellenter Forscher und Lehrer:
2018 erhielt Keip
den Lehrepreis
der Universität
Stuttgart.

MARC-ANDRÉ KEIP

„Wir schaffen die theoretischen Grundlagen, mit denen man das Verhalten von Materialien rechnerisch abbilden kann.“



Im Bilde: die
Visualisierung
eines Simula-
tionsergebnisses.

„Eine gute Simulation macht es überflüssig, bestimmte Versuche in der Realität vorzunehmen.“

→ wirken an allen Punkten im Inneren Kräfte, die von außen exakt einstellbar sind. Weiche magnetoelastische Materialien reagieren im Experiment viel komplexer. Wenn diese einem Magnetfeld ausgesetzt werden, stellt sich im Inneren ein inhomogener Kraftzustand ein. Das mache es deutlich schwerer für Forschende, verlässliche Parameter für solche Materialien experimentell zu ermitteln, erklärt Keip. Ohne das vertiefte Wissen über die Eigenschaften intelligenter Materialien und ihrer Reaktionen auf äußere Einflüsse bleibt aber auch deren Entwicklung stecken.

Den Ausweg zeigen die Stuttgarter Materialtheoretiker auf. „Wir schaffen die theoretischen Grundlagen, mit denen man das Verhalten von Materialien rechnerisch abbilden kann“, erklärt Keip. Die theoretischen Modelle sind die Basis für numerische Simulationen, anhand derer man das Verhalten von Materialien und die aus ihnen geschaffenen Strukturen untersuchen und optimieren kann.

Das ermöglicht es Ingenieuren, besser einzuschätzen, ob es überhaupt zu einer Anwendung kommen soll. „Eine gute Simulation macht es überflüssig, bestimmte Versuche in der Realität vorzunehmen“, sagt Keip. Ein Beispiel: die teuren Crash-Tests in der Automobilentwicklung. Simulationen sind günstiger, aber sie haben noch einen weiteren Vorteil, so Keip: Nahezu beliebig viele Parameter können in den Simulationsläufen geprüft werden. Damit kann unter anderem die Zusammensetzung von Kompositwerkstoffen in wiederkehrenden Simulationsreihen optimiert werden, was im Labor nicht ohne Weiteres möglich ist. Die Arbeit seines Teams, erklärt Keip, bewege sich vor allem auf der sogenannten Kontinuumsebene, also im Größenbereich zusammenhängender Materialstrukturen. „Viele intelligente Materialien besitzen eine Mikrostruktur, die wir betrachten und versuchen, Rückschlüsse auf das zu ziehen, was man mit bloßem Auge sieht.“

PORÖSE MEDIEN BESSER VERSTEHEN

In Kooperation mit dem Sonderforschungsbereich 1313 der Universität Stuttgart arbeitet die Forschungsgruppe auch daran, poröse Medien besser zu verstehen. Unter anderem beleuchten die Wissenschaftler die Frage, wie sich in Gesteinen Risse bilden und fortsetzen, wenn unter hohem Druck Flüssigkeiten eingesetzt werden. Dieses Wissen ist zum Beispiel bei Fracking-Verfahren von Bedeutung. Auch wenn etwa Bauteile Risse bekommen, können Simulationen Hinweise darauf geben, wie sie sich vermeiden lassen.

Intelligente Materialien und ihre Kopplungsphänomene beschäftigten Keip schon bei seiner Promotion an der Universität Duisburg-Essen. Als 2013 eine Juniorprofessur am Stuttgarter Institut für Mechanik ausgeschrieben wurde, ergriff der gebürtige Essener die Chance. Das Exzellenzcluster SimTech erhöhte die Attraktivität der Universität Stuttgart für ihn noch mehr. Seit Januar 2019 hat er nun den Lehrstuhl für Materialtheorie inne. „Ein besonderer Reiz an der Erforschung intelligenter Materialien ist, dass sie die Mechanik mit einer Vielzahl angrenzender Forschungsfelder verknüpft“, sagt Marc-André Keip. →

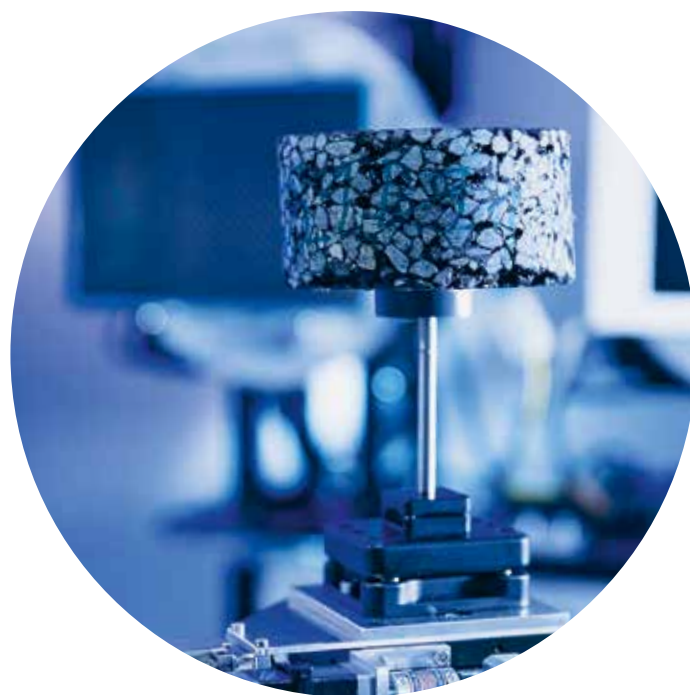
KONTAKT

PROF. DR. MARC-ANDRÉ KEIP Mail: marc-andre.keip@mechbau.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 66233

LÖCHER IM BETON

TEXT: Jens Eber

FOTOS: Uli Regenscheit



Selbst undurchdringlich wirkendes Gestein steckt voller Poren. Welche Prozesse darin wirken, erforscht das Porous Media Lab der Universität Stuttgart.



Holger Steeb
bereitet eine As-
phaltprobe für den
Röntgentomogra-
phiescanner vor.

Auf den ersten Blick sehen die drei daumendicken Zylinder auf Prof. Holger Steeb's Schreibtisch aus wie Nippes, Mitbringsel aus dem Urlaub vielleicht. Tatsächlich aber, erklärt der Inhaber des Lehrstuhls für Kontinuumsmechanik am Institut für Mechanik der Universität Stuttgart, stellen sie wichtige Objekte seiner Forschung dar. Es sind Gesteinsproben, die als Bohrkerne aus Sandstein, Plattenkalk und hochfestem Beton entnommen wurden. Sie wirken sehr fest und undurchlässig, doch Steeb stellt klar: „Jedes Material ist porös und durchlässig für Flüssigkeiten. Die Frage ist nur, in welcher Zeitspanne.“ Und damit ist er schon beim Kern seiner Forschung.

Seit seiner Berufung nach Stuttgart im Oktober 2015 hat Steeb das Porous Media Lab aufgebaut – kein klassisches Labor, in dem eingeschickte Proben analysiert werden, sondern ein Partner für zahlreiche Forschungseinrichtungen im In- und Ausland. An der Universität Stuttgart ist das Labor ein zentraler Bestandteil im Exzellenzcluster Simulation Technology (SimTech) und im Sonderforschungsbereich „Grenzflächengetriebene Mehrfeldprozesse in porösen Medien“ (SFB 1313). „Wir arbeiten an der Kopplung zwischen Experiment und Modell“, erklärt Steeb.

Eine typische Fragestellung solcher Grundlagenforschung ist, welche physikalischen Prozesse ablaufen, wenn Gestein von Flüssigkeiten durchdrungen wird. Dabei arbeitet Steeb's Gruppe einerseits experimentell, die gewonnenen Erkenntnisse fließen aber auch in Simulationen ein, die zum Beispiel das Strömungsverhalten von Flüssigkeiten in Gestein errechnen. Anwendung findet diese Forschung etwa bei Bohrungen für die Nutzung von Erdwärme (Tiefengeothermie), bei der Entwicklung von intelligenten Straßenbelägen oder von wasser- und gasdichten Baustoffen. Asphalt und Beton zum Beispiel können unter dem Einfluss von Wasser und anderen mechanischen Belastungen im Laufe ihrer Lebensdauer Risse bekommen. Um dies zu verhindern, wollen Forschende herausfinden, welche Prozesse dabei auf der sogenannten Porenskala ablaufen. Im Fall von Gesteinen sind dies Bereiche mit einer charakteristischen Länge von 10 bis 50 millionstel Meter. →

**JEDES MATERIAL
IST PORÖS.
DIE FRAGE IST
NUR, IN WELCHER
ZEITSPANNE.**

PROF. HOLGER STEEB

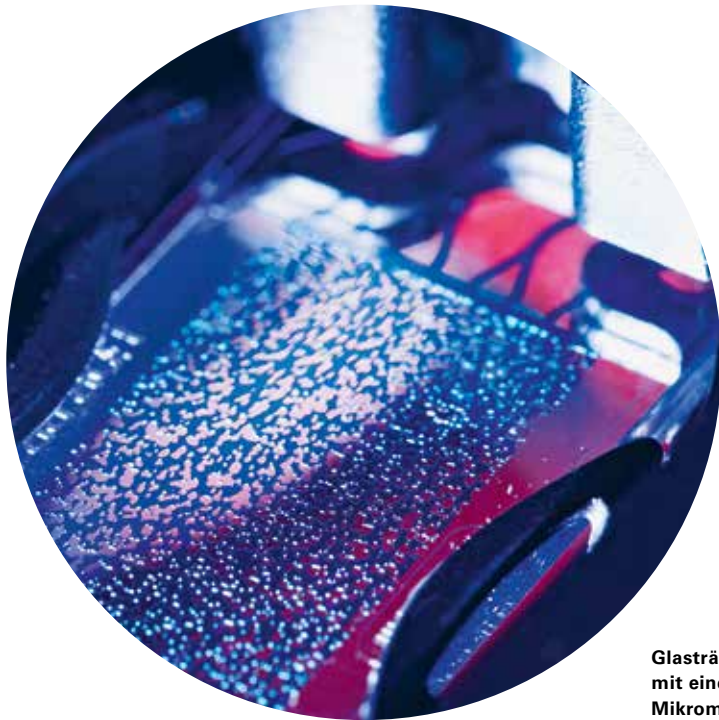
„Das Sichtbarmachen ist die Voraussetzung, um das Material überhaupt zu verstehen.“

→ Die wissenschaftliche Herausforderung fasst Steeb so zusammen: „Man kann in poröse Medien nicht einfach hineinschauen.“ Entscheidend sei es zu verstehen, was unter mechanischen Einflüssen innerhalb der Poren geschieht. Forschende aus der Medizin oder den Geowissenschaften erzeugen zwar immer höher auflösende Daten aus Ultraschalluntersuchungen oder seismischen Experimenten. Um diese aber präzise zu interpretieren, braucht es detaillierteres Wissen über poröse Medien an sich – das will das Porous Media Lab liefern.

Mit Hilfe von Röntgentomographie und anderen bildgebenden Verfahren blicken Steeb und seine 15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in die Porenstruktur hinein und erzeugen daraus Rechenmodelle der porösen Materialien als Basis für Simulationen. „Das Sichtbarmachen ist die Voraussetzung, um das Material überhaupt zu verstehen“, erklärt Steeb. Dieses Verständnis führt die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu mathematischen Mehrskalenmodellen und schließlich zu vielfältigen Simulationsanwendungen. →



Arbeit an trockenen und feuchten Gesteinsproben.



Glasträger mit einem porösen Mikromodell.

KONTAKT

PROF. DR. HOLGER STEEB Mail: holger.steeb@mechbau.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 66029



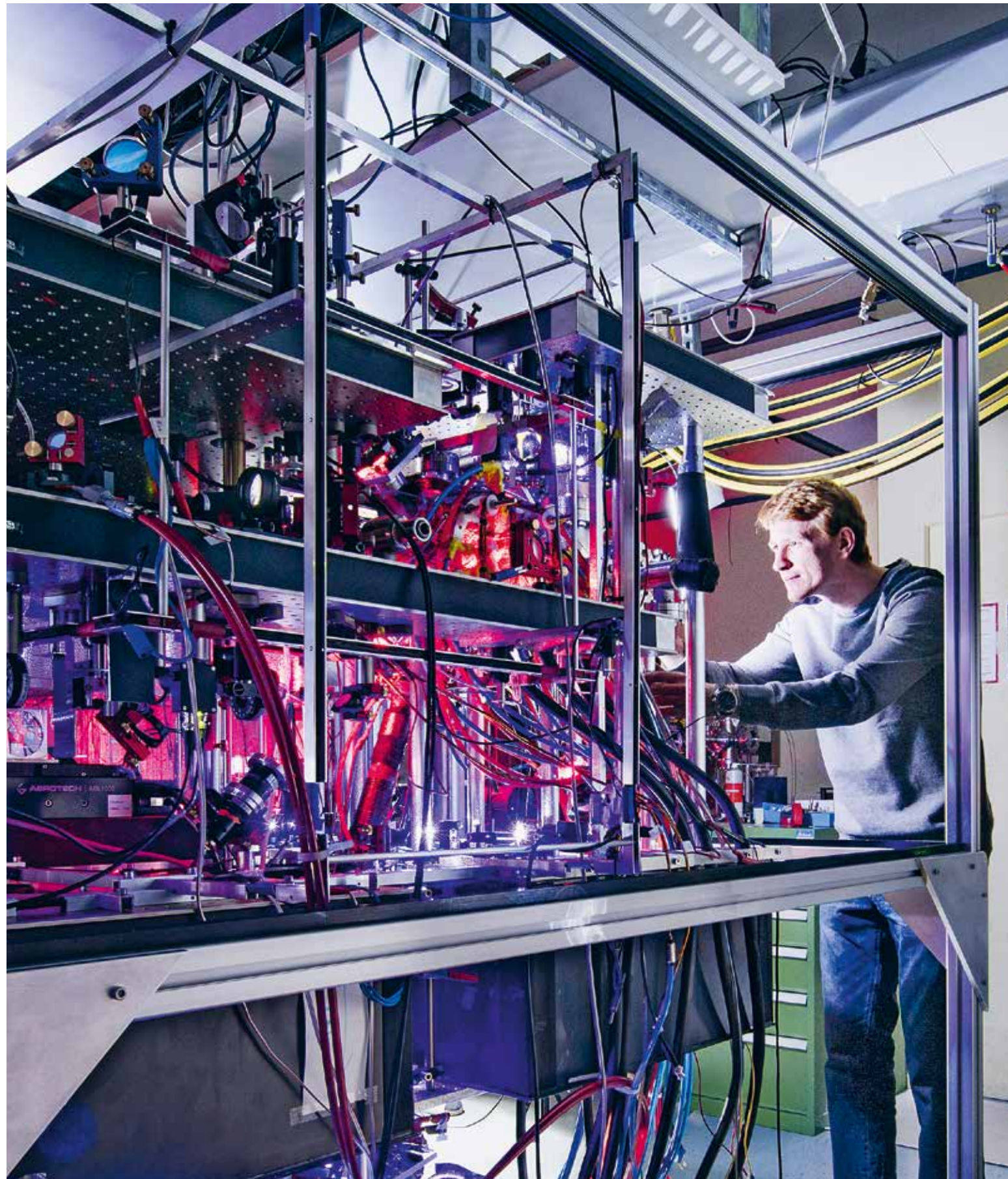
HR 6 1.2 05/2018/A-D

Wir sehen in die Zukunft – Spitzenleistung aus Tradition!

Wir sind ein international führender Hersteller von hochwertigen Spezialprodukten der Medizintechnik und beschäftigen weltweit 8.000 Mitarbeiter in über 40 Ländern. Wir bieten kontinuierlich spannende Themen für Praktika und Abschlussarbeiten in verschiedenen kaufmännischen und technischen Bereichen an.

Schau doch rein unter www.karlstorz.com

Generation Education



Das Stuttgarter Physikerteam weist neue Materiezustände nach.

Foto: Wolfram Scheible

Hart wie Honig

TEXT: Michael Vogel

Materie, die gleichzeitig fest und flüssig ist: Stuttgarter Physiker weisen erstmals die Suprasolidität nach.

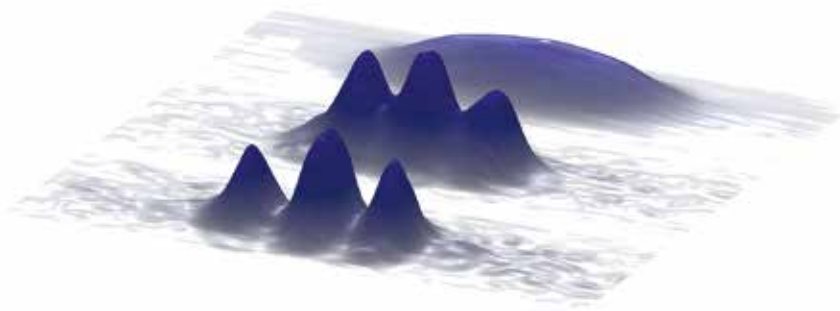
Fast 20 Jahre hat es gedauert, bis Prof. Tilman Pfau diesen „besonderen Moment“, wie er es im Rückblick formuliert, erleben durfte. Im Jahr 2000 wurde er als Experimentalphysiker an die Universität Stuttgart berufen, wo er das 5. Physikalische Institut leitet. Seitdem hat er sich mit jener Frage beschäftigt, auf die nun sein Team eine endgültige Antwort fand: Ja, es gibt das erstmals in den Fünfzigerjahren prognostizierte Phänomen der Suprasolidität tatsächlich!

Um zu verstehen, was sich hinter diesem Wort verbirgt, stelle man sich so vertraute Leckereien wie Honig oder Eis vor. „Wenn Honig altert, beginnt er im Glas zu kristallisieren. Man hat dann gleichzeitig festen und flüssigen Honig“, erläutert Pfau. Eine ähnliche Situation erlebt, wer seine Eiskugeln zu langsam isst: Sie beginnen zu schmelzen. Mit einer suprasoliden Substanz ist es ähnlich. Sie liegt gleichzeitig als Festkörper und als Flüssigkeit vor. Mit einem wichtigen Unterschied, wie der Physiker betont: „Im Honig und im Eis gehören die Atome entweder zum Festkörper oder zur Flüssigkeit, in einer suprasoliden Substanz dagegen ist jedes Atom Teil von beiden, die Atome sind sozusagen gleichzeitig fest und flüssig.“

GRUNDLAGENFORSCHUNG IN REINFORM

Dass es diese – die Vorstellung sprengende – Möglichkeit überhaupt gibt, liegt an der Quantenphysik. Atome und weitere Teilchen verhalten sich anders, als es die physikalischen Gesetze erwarten lassen, mit denen sich das Fallen eines Steins beschreiben lässt. In mikroskopischen Dimensionen können Teilchen ununterscheidbar voneinander sein. Sie sind zugleich Teilchen und Welle, ihr Aufenthaltsort und ihre Geschwindigkeit lassen sich nie zusammen exakt ermitteln. Auch wenn in der Quantenwelt also Dinge passieren, die dem gesunden Menschenverstand widersprechen, so kann man dank ihr viele Phänomene des Alltags erklären – zum Beispiel, warum die Sonne leuchtet. Und wir können die Quantenphysik für technische Gegenstände nutzen, etwa für Laser oder LEDs. →

Die Suprasolidität wurde 1957 prognostiziert. Ihr Nachweis gelang nun Prof. Tilman Pfau und seinem Team.



In der Quantenwelt: Atome vorn als Kristall, in der Mitte supersolid, hinten superflüssig.

→ „Die Quantenwelt wirkt sich aber auch auf die möglichen Aggregatzustände der Materie aus“, sagt Pfau. Im Alltag unterscheiden wir zwischen fest, flüssig und gasförmig. Physiker kennen jedoch noch weitere Aggregatzustände der Materie, die sie im Labor erzeugen können. Notwendig sind dafür tiefe Temperaturen. Wirklich tiefe. Weniger als ein Millionstel Grad über dem absoluten Nullpunkt, der bei -273,15 °C liegt. Kälter kann nichts im Universum werden. In dieser Kälte stießen Pfau und sein Team auf die Suprasolidität: „Geeignete Materialien bestehen aus Atomen, die gleichzeitig die Eigenschaft eines Kristalls, also eines Festkörpers, und die einer Flüssigkeit haben.“

Es ist Grundlagenforschung in Reinform – Fragen nach technischen Anwendungen kommen viel zu früh. Ein Vergleich aus einem völlig anderen, aber ebenfalls „tiefkalten“ Forschungsbereich mag das verdeutlichen: dem Bereich der Supraleitung. Schon seit 1911 ist bekannt, dass bestimmte Materialien bei extrem tiefen Temperaturen elektrischen Strom verlustfrei leiten. Bei der technischen Umsetzung dieser Erkenntnis gibt es aber erst in jüngster Zeit erkennbare Fortschritte. Ähnlich könnte es bei der Suprasolidität sein.

Auf der Jagd nach der Suprasolidität nutzten Physiker in aller Welt lange Zeit Helium. Dieses hatte sich bereits bei einem anderen Phänomen der Tieftemperaturphysik als gutes Material erwiesen. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts sind Physiker in der Lage, Helium so weit abzukühlen, dass es nahe dem absoluten Nullpunkt flüssig wird. Dieser flüssige Aggregatzustand ist aber aufgrund der Quantenwelt ein besonderer: Helium zeigt dann keine innere Reibung mehr, was sich so äußert, dass es über Hindernisse fließt, die es gemäß den →

→ makrophysikalischen Gesetzen gar nicht hätte überwinden können. Physiker bezeichnen diesen Aggregatzustand in Anlehnung an eine Flüssigkeit als supraflüssig. Wenn also Tilman Pfau von Suprasolidität spricht, meint er streng genommen einen Aggregatzustand, in dem Atome gleichzeitig Teil eines Kristalls und einer Supraflüssigkeit sind.

„Helium erwies sich für diese Art von Untersuchungen jedoch als ungeeignet“, erzählt Pfau. „Suprasolides Helium kann es wohl gar nicht geben.“ Forschende wandten sich daher anderen Elementen zu. Lange galt Chrom als Hoffnungsträger, auch in Stuttgart. „Nahe dem absoluten Nullpunkt spielen zwei Arten von Wechselwirkungen zwischen den Atomen eine Rolle“, sagt Pfau. „Kommen sich zwei sehr nahe, stoßen sie sich ab wie Billardkugeln. Zugleich wirken Chrom-Atome über längere Distanzen magnetisch aufeinander ein, sie können sich anziehen oder abstoßen.“ Man darf sich die Materialprobe, mit der das Stuttgarter Team experimentiert, allerdings nicht als Metallstück vorstellen. Vielmehr geht es darum, eine möglichst große Zahl einzelner Atome kontrolliert bei tiefen Temperaturen zu einem Kondensat zusammenzuführen, an dem sich dann die eigentlichen Untersuchungen – suprasolide oder nicht? – durchführen lassen. In so einem Kondensat, dessen Dichte geringer als die von Luft ist, müssen sich alle Atome in vollkommener Harmonie miteinander bewegen, erst dann tritt der angestrebte Quanteneffekt auf: die Ununterscheidbarkeit der Atome. Gezielt lässt sich das über die passende Balance zwischen Billardkugelnzusammenstoßen kurzer Reichweite und magnetischer Wechselwirkung langer Reichweite einstellen. „Es klappte aber nicht, das Chrom-Kondensat ist immer wieder kollabiert“, sagt Pfau. „Wir konnten nichts messen.“

WETTLAUF MIT ANDEREN FORSCHERTEAMS

Sein Team suchte daher weiter nach Alternativen. Die Wahl fiel auf Dysprosium, ein Metall aus der Gruppe der seltenen Erden. Es weist nochmals deutlich günstigere magnetische Eigenschaften auf. Für das Experiment in Stuttgart war es die entscheidende Weichenstellung. Pfau erinnert sich: „2015 ist es uns gelungen, Tröpfchen aus Dysprosium herzustellen, die nicht kollabierten. Ich hatte schon nicht mehr daran geglaubt, dass es überhaupt geht.“ Allerdings eigneten sich die Tröpfchen noch immer nicht, um die Suprasolidität messtechnisch nachzuweisen – aber sie waren stabil, das war entscheidend.

In der Folgezeit verfeinerte das Stuttgarter Team das Verfahren zur Erzeugung der Dysprosium-Tröpfchen immer weiter. „2018 gelang es uns dann, die Atome so langsam und vorsichtig zu einem Kondensat zusammenzufügen, dass sie für die erforderlichen Messungen stillhielten.“ Die Zeit drängte inzwischen, denn das Stuttgarter Team war nicht mehr das einzige, das der Suprasolidität auf der Spur war. Drei Kriterien muss ein Kondensat erfüllen, um zweifellos als suprasolide zu gelten. Es muss sich eine Kristallstruktur ausbilden. Diese muss in eine Supraflüssigkeit eingebettet sein. Und im Kondensat müssen sich Schallwellen auf eine charakteristische Weise ausbreiten. Vor allem die Messungen zur Schallgeschwindigkeit waren eine harte Nuss, die noch niemand geknackt hatte. In Stuttgart gelangen sie Anfang des Jahres. „Drei, vier Tröpfchen reichten letztlich für die Messung aus“, so Pfau.

Sie seien mit den Ergebnissen sofort zum Kollegen Prof. Hans Peter Büchler, Leiter des Instituts für Theoretische Physik III, gegangen. Er sollte überprüfen, ob die experimentellen Ergebnisse tatsächlich mit theoretischen Überlegungen übereinstimmen. „Erst nach intensiven Diskussionen mit ihm war ich überzeugt, dass wir tatsächlich die Suprasolidität nachgewiesen hatten.“ →

KONTAKT

PROF. DR. TILMAN PFAU Mail: t.pfau@physik.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 68025

NO-TIZ



TURBOLADER BESSER REGELN

Turbolader steigern die Motorleistung und die Effizienz von Motoren erheblich und tragen so zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs und des Schadstoffausstoßes bei. Am Institut für Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium der Universität Stuttgart (ITSM, Prof. Damian Vogt) wurde ein Verfahren entwickelt, um Turbolader insbesondere für Benzinmotoren besser regelbar zu machen. Die Grundidee des Steuerungskonzeptes MEDUSA (Multiple Exhaust Duct with Source Adjustment) besteht darin, den Turbineneinlass in mehrere Sektoren entlang des Umfangs zu unterteilen und die Einströmung der verschiedenen Sektoren mittels Ventilen individuell zu steuern. Das neuartige Prinzip eignet sich zur Aufladung von Diesel- und Ottomotoren. Insbesondere im Bereich des Downsizings von Benzinmotoren stellt es eine günstige und mechanisch robuste Alternative zu herkömmlichen Verfahren dar.

14 ATOME

Einem Team am Institut für Theoretische Physik der Universität Stuttgart (ITP, Prof. Hans Peter Büchler) ist es in Zusammenarbeit mit einer experimentellen Gruppe am Institut d'optique in Palaiseau/Frankreich erstmals gelungen, eine topologische Phase im Sinne eines Quantensimulators in einer kontrollierten Umgebung zu realisieren und ihre speziellen Eigenschaften zu untersuchen. Das erforschte künstliche System der Materie besteht aus Atomen, die in individuellen Fallen gefangen und zu Rydberg-Zuständen angeregt sind. In dem Experiment sind es bis zu 14 Atome.

Fotos: Universität Stuttgart/ITSM, Universität Stuttgart/IFKB, Christian Jogler/FSU Jena, whitehouse/stock.adobe.com

BREMSEN FÜR DIE UMWELT

Das Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile der Universität Stuttgart (IFKB, Prof. Rainer Gadow) hat ein neues, hochleistungsfähiges Bremsscheibenkonzept entwickelt. Die Bremsen sind besonders leicht, zeigen ein besseres Bremsverhalten und sind umweltfreundlicher, da sie weniger Feinstaub freisetzen. Darüber hinaus sind sie besonders attraktiv für Elektro-Fahrzeuge. Das Konzept besteht aus einem Aluminium-Grundrotor, dessen Reibflächen mit einer speziellen keramischen Beschichtung versehen sind. Durch diese Beschichtung konnte das Team einen starken Verschleiß an der Aluminiumlegierung verhindern und damit die Verwendung des leichten Trägermaterials überhaupt erst ermöglichen. Derzeit setzt das studentische Rennteam der Universität Stuttgart die neuen Bremsen in seinem Boliden ein. Ein Einsatz in Serien-PKW ist geplant.



WINZIGES HIRNSCAN-IMPLANTAT

Eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe um Prof. Klaus Scheffler vom Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik sowie Prof. Jens Anders von der Universität Stuttgart hat ein Implantat entwickelt, das Forschern erstmals hochauflösende Daten zur neuronalen Aktivität im Gehirn liefert. Die in Nature Methods vorgestellte Erfindung ermöglicht die Kombination räumlicher Informationen zur Hirnphysiologie mit Erkenntnissen zu Wechselwirkungen von Nervenzellen in Echtzeit. Diese weltweit erste und einmalige Innovation integriert die Funktionalität eines Magnetresonanztomographen auf einem winzigen Chip.

Das haarfeine Implantat besteht aus einem winzigen Magnetresonanztomographen (MRT) und kombiniert die Vielseitigkeit bekannter räumlicher MRT-Analysen mit der Genauigkeit eines implantierbaren Sensors, der an einem Punkt im Gehirn neuronale Ereignisse in Echtzeit messen kann.



ANTIBIOTIKA AUS DEM MEER

Heute verfügbare Antibiotika verlieren zunehmend ihre Wirksamkeit, immer mehr Krankheitserreger sind gegen sie resistent. Neue Antibiotika werden also dringend gebraucht. Allerdings stehen für die Wirkstoffsuche derzeit weniger als ein Prozent der bekannten Bakterienarten zur Verfügung, die übrigen 99 Prozent gelten als „unkultivierbar“ und sind daher kaum erforscht. Einem Team um Prof. Christian Jogler von der Friedrich-Schiller-Universität Jena sowie Prof. Franz Brümmer und Ralph-Walter Müller von der Universität Stuttgart ist es gelungen, mehrere Dutzend bisher wenig beachtete Bakterien aus dem Meer im Labor zu kultivieren, funktionell zu charakterisieren und so einem systematischen Wirkstoff-Screening zugänglich zu machen. Erste bioinformatische Analysen und zellbiologische Beobachtungen deuten auf ein Potenzial zur Produktion neuer Antibiotika hin.

99
Prozent

der bekannten Bakterienarten gelten als „unkultivierbar“ und sind daher kaum erforscht. Für die Wirkstoffsuche dringend benötigter neuer Antibiotika stehen daher derzeit weniger als ein Prozent der bekannten Bakterienarten zur Verfügung.

Aus den Proben aus dem Mittelmeer, der Nord- und Ostsee, dem Schwarzen Meer sowie dem Atlantik, dem Pazifik und dem Nordpolarmeer gelang es, 79 neue Planctomyceten in Reinkultur zu bringen.

Das Netzwerk
SECRET fordert
und fördert
Mobilität der
Promovierenden.



18 Partner
aus acht europäischen Ländern
und Israel kooperieren in
SECRET.

↓
15 Projekte
werden momentan im
Netzwerk umgesetzt.

↓
3 davon
sind am Institut für Zellbiologie
und Immunologie der Univer-
sität Stuttgart angesiedelt.

NETZWERK GEGEN BRUST- UND DARMKREBS

TEXT: Helmine Braitmaier

Das neue internationale Doktoranden-Netzwerk SECRET verbindet Krebsforschende aus neun Ländern. Angelika Hausser vom Institut für Zellbiologie und Immunologie koordiniert das Programm.

Brustkrebs ist der häufigste Krebs bei Frauen. Heute leben die Patientinnen nach der Diagnose in der Regel deutlich länger als vor zehn Jahren. Dabei gibt es jedoch große Unterschiede: Frauen, deren Brustkrebszellen auf der Oberfläche vermehrt Andockstellen für die weiblichen Hormone Östrogen und Progesteron oder für einen bestimmten Wachstumsfaktor aufweisen, können heute mit neueren, zielgerichteten Medikamenten behandelt werden. Diese blockieren gezielt das Wachstumssignal, das von den Rezeptoren, den Andockstellen, über eine Signalkette in die Schaltzentrale der Tumorzellen geleitet wird. Doch etwa jede fünfte bis zehnte an Brustkrebs Erkrankte profitiert nicht von diesen Fortschritten in der Behandlung. Denn die zielgerichteten Medikamente wirken nicht, wenn der Tumor keinen der drei Rezeptoren aufweist. Diese Form heißt deshalb dreifach negativer Brustkrebs. Für diese Frauen bleibt die Chemotherapie, die unspezifisch alle sich rasch teilenden Zellen angreift, auch weiterhin die einzige medikamentöse Therapie.

18 PARTNER AUS NEUN LÄNDERN UND EIN GEMEINSAMES ZIEL

In dem neuen Forschungs- und Trainingsprogramm SECRET suchen junge Krebsforschende nun nach neuen Angriffspunkten, speziell bei Brustkrebs und Darmkrebs. Die Identifizierung geeigneter Ziele ist entscheidend, um maßgeschneiderte Therapien zu entwickeln, die die Krebszellen gezielt an der Kommunikation mit ihrer Umwelt hindern. In SECRET, das im Oktober 2019 gestartet ist, kooperieren 18 akademische sowie industrielle →

„Wir vernetzen Expertise aus Disziplinen wie Biologie, Medizin und Mathematik.“

→ Partner aus acht europäischen Ländern und Israel. Aus Deutschland sind neben der Universität Stuttgart unter anderem die Universität Freiburg, das Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart sowie die Charité in Berlin beteiligt. Das Netzwerk umfasst 15 Projekte und wird in den kommenden vier Jahren durch das Marie-Sklódowska-Curie-Programm der Europäischen Kommission mit fast vier Millionen Euro gefördert. Drei der Projekte sind am Institut für Zellbiologie und Immunologie der Universität Stuttgart angesiedelt und haben den Schwerpunkt Brustkrebs.

Im Visier haben die Krebsforschenden vor allem die Sekretion von Krebszellen, also deren Ausschüttung von Stoffen. Darüber kommunizieren Tumorzellen mit ihrer Umgebung und anderen Zellen. Diese Kommunikation ist für die entarteten Zellen enorm wichtig, weil sie dadurch optimale Bedingungen schaffen können, um unkontrolliert zu wuchern oder in entfernte Körperregionen zu streuen. Beispielsweise können sie andere Zellen dazu stimulieren, wachstumsfördernde Stoffe abzugeben, oder sie schütten selbst solche Stoffe aus, die dann benachbarte Tumorzellen zum Wachstum anregen.

Die Netzwerk-Koordinatorin Dr. Angelika Hausser erklärt, dass auch normale Körperzellen über die Abgabe oder Aufnahme von Stoffen kommunizieren. „Zum Beispiel empfangen bestimmte Zellen der Bauchspeicheldrüse das Signal, dass der Zuckerspiegel im Blut angestiegen ist, und geben daraufhin Insulin ab“, so die Wissenschaftlerin. Ein weiteres Beispiel: Immunzellen werden durch ausgeschüttete Signalstoffe zur Teilung angeregt oder an den Infektionsherd gelockt. Bei Krebszellen aber ist das Sekretom, also die Gesamtheit aller ausgeschütteten Stoffe, anders als bei normalen Zellen.

„Jetzt ist es wichtig, zu verstehen, welche deregulierten Signalwege dazu führen, dass das Sekretom verändert ist“, sagt Hausser. Wie Wachstumsreize auch wird das Signal für den Materialtransport in die und aus der Zelle über eine Abfolge von Signalmolekülen innerhalb der Zelle weitergeleitet. Diese Prozesse sind normalerweise streng kontrolliert. Gelingt es nun den Forschenden, eine Art molekulare Karte aller Sekretions-Signalwege innerhalb einer Krebszelle zu erstellen, dann finden sich vielleicht auch neue Möglichkeiten, diese zu blockieren und damit die Kommunikation der Tumorzellen zu stören. Die Wissenschaftler wollen außerdem spezifisch hochregulierte oder fehlende Proteine in den betreffenden Signalwegen der Tumorzellen identifizieren. Diese könnten als Biomarker dienen, die anzeigen, ob eine Therapie anspricht, oder voraussagen, wie aggressiv der Tumor ist. →



Netzwerk-Koordinatorin
Dr. Angelika Hausser

Förderung durch die Europäische Kommission

Im Visier haben die Forschenden vor allem die Sekretion von Krebszellen.

Fotos: S. 58 privat, S. 59 Dr. Cristiana Lungu/
Institut für Zellbiologie und Immunologie/Universität Stuttgart

Tiefe Einblicke

Tumorzellen in einer fluoreszenz-mikroskopischen Aufnahme.



→ Die Idee, die Sekretion von Brustkrebszellen genauer unter die Lupe zu nehmen, kam Hausser durch eine Entdeckung, die ihre Arbeitsgruppe zusammen mit derjenigen ihrer Institutskollegin Prof. Monilola Olayioye gemacht hat. Sie stellten fest, dass Krebszellen bei dreifach negativem Brustkrebs besonders viele Moleküle einer Kinase namens PKD3 besitzen. Dieses Enzym ist ein wichtiger Signalgeber für das Ausschleusen von Material. Welche Stoffe speziell ausgeschüttet werden und an welchen Stellen sich die Signalwege blockieren lassen, an denen das Enzym beteiligt ist, wird nun in dem neuen Doktoranden-Netzwerk weiter erforscht.

INTERDISZIPLINÄR ZU NEUEN THERAPEUTISCHEN STRATEGIEN

In einem weiteren Projekt, das Hausser betreut, soll untersucht werden, ob eine veränderte extrazelluläre Matrix des Brustgewebes den darin eingebetteten Brustkrebszellen anders lautende Befehle erteilt, sodass diese eher tumorfördernde Stoffe ausschütten. Dieses Geflecht aus Proteinfasern und Zuckermolekülen ist aus bisher unbekannten Gründen rund um Brustkrebszellen besonders steif. Hausser vermutet, dass dadurch ein mechanischer Reiz auf Krebszellen ausgeübt wird, wodurch Signalwege aktiviert werden, die wiederum die Tumorsekretion ankurbeln.

Auch Olayioye, Spezialistin für molekulare Tumorzellbiologie, hat ein Projekt ausgeschrieben. Dabei geht es um ein wichtiges Schaltmolekül bei der Signalübertragung, das bei der Metastasierung von Krebs häufig fehlreguliert ist. Die Krebsforscherin interessiert, ob die überaktive Signalkette die Krebszellen Stoffe ausschütten lässt, die es den entarteten Zellen erleichtern, aus dem Zellverband auszubrechen und Bindegewebszellen sowie Immunzellen in der Nachbarschaft zu ihrem Vorteil zu manipulieren.

All diese Ansätze kommen in SECRET auf interdisziplinäre Weise zusammen. „Wir vernetzen in dem Programm Expertise aus verschiedenen Disziplinen wie Biologie, Medizin und Mathematik, um neue therapeutische Strategien für Brust- und Darmkrebs zu entwickeln“, sagt Hausser. Dabei soll nicht an Landesgrenzen Halt gemacht werden. So konnten sich Masterabsolventen nur auf Netzwerk-Projekte außerhalb ihres Heimatlandes bewerben. Auch sonst wird den 15 künftigen Promovierenden, die aus 300 Bewerbungen ausgewählt wurden und bis März 2020 ihre Forschungsarbeit aufnehmen werden, viel Mobilität abverlangt: Mindestens zwei mehrmonatige Forschungsaufenthalte bei Netzwerk-Partnern sind ebenfalls vorgesehen, außerdem verschiedene Workshops und jährliche Netzwerktreffen. „Indem wir diese jungen Leute anschließend in die Welt hinausschicken“, hofft Hausser, „werden sie mit ihrem Wissen hoffentlich auch danach noch einen wichtigen Beitrag in der internationalen Krebsforschung leisten.“ →

KONTAKT

DR. ANGELIKA HAUSER Mail: angelika.hausser@izi.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 66995

TUMOR- ZELLEN IM KON- TEXT

Ganzheitlicher
Blick: Monilola
Olayioye erforscht
das System Krebs.



INTERVIEW: Helmine Braitmaier
FOTOS: Günther Bayerl

Personalisierte Therapie gibt bei Brustkrebs Anlass zur Hoffnung. Mit dieser Motivation erforscht Monilola Olayioye am Institut für Zellbiologie und Immunologie der Universität Stuttgart das Innenleben und Verhalten der Krebszellen. Die Prorektorin für wissenschaftlichen Nachwuchs und Diversity koordiniert den Potentialbereich Biomedical Systems.

Frau Prof. Olayioye, gibt es Fortschritte bei der Behandlung von Brustkrebs?

PROF. DR. MONILOLA OLAYIOYE (MO) Durchaus. Das bessere Verständnis der molekularen Vorgänge, die zur Brustkrebsentstehung führen, hat zur Entwicklung neuer Therapien geführt. Diese basieren zum Beispiel auf monoklonalen, also von einer Zelllinie produzierten Antikörpern, die sehr spezifisch Zielstrukturen auf den Zellen bestimmter Brusttumoren erkennen. Das gehäufte Auftreten dieser Zielstrukturen in den Tumoren ist dabei Voraussetzung für die Therapie.

Wird Brustkrebs früh erkannt, haben Betroffene häufig gute Chancen zu überleben. Gilt das für alle Brustkrebs-Erkrankten?

MO Es hängt davon ab, welche Form von Brustkrebs eine Patientin oder ein Patient hat. Bei einer Art von Brustkrebs, der Hormonrezeptor-positiv ist, haben die Betroffenen eine sehr gute Prognose. Für sie kann neben der operativen Entfernung auch eine Antihormon-Therapie eingesetzt werden. Eine andere Brustkrebsform präsentiert viel von dem Wachstumsfaktor-Rezeptor HER2 auf der Zelloberfläche, gegen die es die eben erwähnten blockierenden Antikörper gibt. Besonders aggressiv ist der sogenannte dreifach negative Brustkrebs, bei dem sowohl die Hormonrezeptoren als auch der HER2-Wachstumsfaktor-Rezeptor gar nicht oder nur in geringem Maße vorkommen.

Wie kommt es generell dazu, dass normale Körperzellen entarten und plötzlich anfangen, unkontrolliert zu wachsen?

MO Tumoren entstehen, wenn sich über die Zeit genetische Veränderungen in der Zelle anhäufen. Diese betreffen sowohl Onkogene, das sind wachstumsfördernde Gene, als auch Tumorsuppressor-Gene. Tumorsuppressoren bremsen das zelluläre Wachstum. Mutationen bei Tumorsuppressoren führen dazu, dass Mechanismen ausgeschaltet werden, die Wachstum kontrollieren, Fehler reparieren oder den Zelltod einleiten.

Krebszellen können sich aus dem Zellverband lösen und an weit entfernten Körperregionen Metastasen bilden. Warum passiert das?

MO Dieser Schritt kann ebenfalls durch genetische Veränderungen in der Krebszelle aktiviert werden. Einen großen Einfluss hat darüber hinaus die Wechselwirkung der Zelle mit ihrer Umgebung, etwa mit Zellen des Bindegewebes oder des Immunsystems. Die Tumorzellen schaffen es, sich einerseits für das Immunsystem unsichtbar zu machen, andererseits aber auch Immunzellen so umzuprogrammieren, dass die Metastasierung gefördert wird.

Wie funktioniert diese Wechselwirkung zwischen Krebs- und Immunzellen?

MO Die Tumorzellen werden besonders invasiv, wenn bestimmte Immunzellen vorhanden sind. Die Tumorzellen schütten einen Wachstumsfaktor aus, der diese Immunzellen anlockt und zusammen mit weiteren Faktoren umprogrammiert. Daraufhin schütten die Immunzellen einen anderen Wachstumsfaktor aus, der wiederum die Tumorzellen stimuliert. Es entsteht dadurch ein sich selbst verstärkender Kreislauf, der die Metastasierung fördert. Wir haben diesen Kreislauf in unserem Labor in dreidimensionalen, gewebe- →



„BRUSTKREBS- ZELLEN AM WACHSEN HINDERN.“

Co-working space
Labor: Olayioye
kooperiert in ihren
Projekten mit an-
deren Forschenden
der Universität
Stuttgart.



**Prof. Albert Jeltsch
und Prof. Roland
Kontermann
(unten, von links)**

Foto: Max Kovalenko

→ ähnlichen Zellkulturen untersucht, in denen Brustkrebszellen nicht isoliert wachsen, sondern zusammen mit Immunzellen. Dadurch können wir die Situation im Körper viel besser abbilden als mit der herkömmlichen zweidimensionalen Zellkultur. In dem 3D-System haben wir einen neuen molekularen Regulationsmechanismus aufklären können, der den Kreislauf zwischen den Brustkrebszellen und Immunzellen noch weiter verstärkt.

Welche Faktoren bewirken sonst noch, dass Krebs voranschreitet?

MO Ich interessiere mich sehr für Veränderungen des Zytoskeletts. Das ist das Gerüst der Zellen, das auch ihre Form bestimmt. Gerade beim Metastasierungsprozess sehen wir, dass Krebszellen aktiv ihre Form verändern. Das Zytoskelett beeinflusst aber auch die Signalweiterleitung von Wachstumsfaktor-Rezeptoren. Genau dieses Wechselspiel untersuche ich mit meinem Team genauer. Wie wir in mehreren Publikationen zeigen konnten, führt der Verlust von bestimmten Tumorsuppressoren, die das Zytoskelett regulieren, nicht nur zu einer erhöhten Zellbeweglichkeit, sondern verstärkt auch die Aktivität der HER-Wachstumsfaktor-Rezeptoren. Hier arbeiten wir eng mit Privatdozentin Dr. Angelika Hausser an unserem Institut zusammen.

Ein neues Projekt in Kooperation mit Prof. Albert Jeltsch vom Institut für Biochemie und Technische Biochemie der Universität Stuttgart beschäftigt sich mit epigenetischen Veränderungen bei Brustkrebs. Worum geht es?

MO Epigenetische Veränderungen sind in der Regel reversible chemische Modifikationen der DNA. Sie beeinflussen, welche Gene in der Zelle an- oder abgeschaltet sind. Dadurch entstehen auch unterschiedliche Zelltypen. In Krebszellen werden durch epigenetische Veränderungen zum Beispiel Tumorsuppressor-Gene abgeschaltet. Ein interessanter therapeutischer Ansatz könnte sein, diese epigenetischen Veränderungen aufzuheben und somit das Tumorstadium zu hemmen. →



**Im Modell:
Metastasierungs-
prozess von
Brustkrebszellen in
dreidimensionalen
Gewebe-kulturen.**

→ Was wollen Sie in dem Projekt genau untersuchen?

MO Wir wollen epigenetische Veränderungen in lebenden Brustkrebszellen mit spezifischen fluoreszierenden Sensoren sichtbar machen, die in der Abteilung von Prof. Albert Jeltsch entwickelt wurden. Dadurch können wir mikroskopisch untersuchen, ob bestimmte Tumorsuppressor-Gene abgeschaltet sind. Im Umkehrschluss können wir aber auch erkennen, ob Medikamente, die epigenetische Modifikationen von der DNA entfernen, diese stillgelegten Tumorsuppressor-Gene wieder reaktivieren.

Kommen wir noch einmal zurück zu dem aggressiven dreifach negativen Brustkrebs, für den es bisher nur wenige Therapieoptionen gibt. Welche zielgerichteten Therapieansätze können Sie sich für diese Unterart vorstellen?

MO Bei diesen Tumoren findet man sehr häufig einen anderen Wachstumsfaktor-Rezeptor: den HER1- oder EGF-Rezeptor. Ihn allein zu blockieren, reicht nicht aus, um die Brustkrebszellen am Wachsen zu hindern. Wenn man einen Signalweg blockiert, führt das häufig dazu, dass andere kompensatorische Signalwege angeschaltet werden. Blockieren wir aber parallel zwei verschiedene Wachstumsfaktor-Rezeptoren, den HER1- und den HER3-Rezeptor, dann werden dreifach negative Brustkrebszellen in Zellkultur und im Tiermodell in ihrem Wachstum gehemmt. Das konnten wir gemeinsam mit Prof. Roland Kontermann von unserem Institut nachweisen.

Welchen Herausforderungen müssen sich Forschende sonst noch stellen, wenn sie neue Brustkrebs-Therapien entwickeln wollen?

MO Eine weitere Schwierigkeit ist, dass selbst der dreifach negative Brustkrebs noch in weitere Untergruppen aufgeteilt werden kann. Tatsächlich werden wir in Zukunft eine Art molekularen Fingerabdruck jedes einzelnen Tumors erstellen müssen, anhand dessen erfolversprechende maßgeschneiderte Therapien abgeleitet werden können. Dafür ist es notwendig, dass wir die veränderten Signalwege in Brustkrebs als System ganzheitlich verstehen. Im Rahmen des Stuttgart Research Center Systems Biology der Universität Stuttgart wollen wir gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen aus anderen Fakultäten mathematische Modelle der Signalwege in Krebszellen erstellen. Das Ziel ist es, das Verhalten der Krebszellen und die Effizienz von molekularen Therapien vorhersagen zu können.

Denken Sie, dass Krebs in Zukunft geheilt werden kann?

MO Krebserkrankungen umfassend zu heilen, wird durch die Verschiedenheit der Krebsformen in naher Zukunft eine Herausforderung bleiben. Allerdings können wir erreichen, dass Krebs durch verbesserte Behandlung zu einer chronischen Erkrankung wird, mit der Krebskranke alt werden können. Gerade hier sehe ich bei zielgerichteten Therapeutika ein großes Potenzial. →

KONTAKT

PROF. DR. MONILOLA OLAYIOYE Mail: monilola.olayioye@izi.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 69301

HIRN AN HAND



Forschende der Universität Stuttgart haben ein neuartiges Hand-Exoskelett entwickelt. Es ermöglicht Menschen, ihre gelähmte Hand wieder zu bewegen.

Fotos: S. 64, 65 Wolfram Scheible,
S. 65 unten Fraunhofer IPA,
Universität Stuttgart/IFF

Jonathan Eckstein (oben) testet die Fingermodule des Hand-Exosketts. Der Biomechatroniker forscht am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) in der Abteilung Mensch-Technik-Interaktion. Eckstein hat die innovative Stützstruktur gemeinsam mit Forschenden des Verbundprojekts „KONSENS NHE“ entwickelt, das von der Baden-Württemberg Stiftung finanziert wird. Beteiligt sind neben dem IFF und dem Institut für Modellierung und Simulation Biomechanischer Systeme an der Universität Stuttgart die Universität Tübingen und die Hochschule Reutlingen. →



→ Die Informatikerin Annette Dreher (links) kann mit der rechten Hand nach Gegenständen greifen, sie kann sogar Werkzeuge benutzen. Das ist keine Selbstverständlichkeit: Denn die heute 52-Jährige erlitt im Alter von 25 Jahren einen Schlaganfall. Danach war ihre rechte Körperhälfte fast vollständig gelähmt. Für Menschen wie sie wurde das neue Hand-Exoskelett am IFF sowie weiteren Partnerinstituten entwickelt. Die aus einem speziellen Kunststoff gefertigte, besonders leichte Stützstruktur besteht aus einem zentralen Modul sowie einzelnen Fingermodulen. Anders als bisherige Exoskelette ermöglicht die Stuttgarter →

**Das Exoskelett
ist sehr leicht:
mit Motoren
und Elektronik
wiegt es nur
ungefähr**

400 g

KONTAKT

JONATHAN ECKSTEIN Mail: jonathan.eckstein@ipa.fraunhofer.de, Telefon: +49 711 970 3644



2018: DAS EXOSKELETT WIRD ZUM PATENT AN- GEMELDET

→ Entwicklung Patienten mehr Bewegungsvarianten: Sie können die Hand spreizen, Finger einzeln bewegen und erhalten taktiles Feedback. Ein offenes Schalensystem erlaubt es Patienten, sich die Module selbstständig einzeln anzustecken. Anschließend werden sie durch einen Motor gestreckt und gebeugt. Bei der Form der Steuerung ist aber das letzte Wort noch nicht gesprochen. In der nächsten Entwicklungsphase sollen Hirnströme, kombiniert mit Augenbewegungen, das Exoskelett zusätzlich steuerbar machen.

Das Projekt vereint Expertise unter anderem aus den Gebieten Neurotechnologie und -mechanik, Mechatronik, Sensortechnik und -steuerung, maschinelles Lernen und 3D-Objekterkennung. →

GANZHEITLICH LASERN

Industrielle 3-D-Laserschneidanlage von Trumpf, einem der Unternehmen, die sich an Fast-Shape beteiligen.

Foto: Universität Stuttgart/IFSW



TEXT: Michael Vogel

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und Fraunhofer fördern erstmals trilaterale Projekte zum Erkenntnistransfer in die Wirtschaft. Eines davon ging an die Universität Stuttgart.

Schneiden, Schweißen, Bohren, Löten, Polieren – in den vergangenen Jahrzehnten hat sich der Laser in der Industrie immer stärker als echte Alternative zu traditionellen Verfahren der Materialbearbeitung erwiesen. Das liegt unter anderem daran, dass Laser auch komplexe Geometrien wie zum Beispiel geschwungene Konturen erzeugen können, nicht nur gerade Kanten – dadurch lassen sich ganze Baugruppen, für die bislang mehrere Einzelteile gefertigt werden mussten, in einem Stück herstellen.

Doch trotz dieses Siegeszugs ist die industrielle Lasertechnologie noch lange nicht reif für jede Art von Anwendung. Das weiß auch Privatdozent Dr. Rudolf Weber, der am Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW) der Universität Stuttgart den Bereich Verfahrensentwicklung leitet. „Der Aufstieg der industriellen Laserbearbeitung vollzog sich mit dem CO₂-Laser – die Wahl dieses Lasers war im Rückblick ein absoluter Glücksfall“, sagt er. Denn CO₂-Laser arbeiten bei einer Wellenlänge, die in einem guten Zusammenspiel mehrerer Faktoren saubere Schnittkanten an Blechen erzeugt.

Das ist keine Selbstverständlichkeit, wie sich in den vergangenen zehn Jahren gezeigt hat, als neue Arten von Lasern für die Materialbearbeitung auf den Markt kamen. „Diese Festkörperlaser haben eine deutlich kürzere Wellenlänge“, erklärt Weber, „bei der das Zusammenspiel zwischen Energieeintrag, Material- und Absorptionsverhalten nicht mehr so gut klappt.“ Vielmehr müssen die Parameter für die Bearbeitung sehr genau aufeinander abgestimmt werden – und trotzdem sind die Ergebnisse oft nicht perfekt. „Wenn Stahlbleche dicker als fünf Millimeter werden, dann hat man mit Festkörperlaser ein Problem“, erläutert Weber. Auch bei Schweißnähten mit mehreren Millimetern Tiefe in Materialien wie Aluminium oder Kupfer, die für die Elektromobilität wichtig sind, kann es Schwierigkeiten geben. Aber weil Festkörperlaser deutlich effizienter und billiger sind als CO₂-Laser, arbeiten Industrie und Wissenschaft intensiv daran, die Bearbeitungsqualität zu verbessern. →

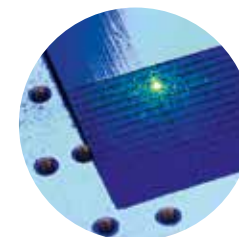
Laserschweißnähte gelten erst dann als gut, wenn sie nicht mehr nachbearbeitet werden müssen. Das zu erreichen, ist das Ziel des Projekts FastShape.



Auf grüner Wellenlänge lasern ist für manche Metalle ideal (ganz rechts).

Karbonfaserverstärkter Kunststoff – verbreitet im Leichtbau (kleines Foto).

Fotos: Uli Regenscheit (links), Max Kovalenko (rechts)



Das Institut für Strahlwerkzeuge kann die Abläufe bei der Laserbearbeitung mit extrem hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung erfassen.

→ Auch das Projekt FastShape widmet sich diesem Problem. Beteiligt sind neben dem IFSW auch das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) in Dresden sowie die Unternehmen Bosch und Trumpf. FastShape gehört zu den ersten sieben Projekten eines neuen Förderkonzepts der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Fraunhofer-Gesellschaft zum Forschungstransfer. DFG und Fraunhofer-Gesellschaft wählten die sieben trilateralen Projekte im Sommer gemeinsam aus und fördern sie drei Jahre lang. Das Ziel ist, durch die Kooperation von Hochschulen, Unternehmen und Fraunhofer-Instituten Forschungsergebnisse schneller in innovative Anwendung umzusetzen.

„Für bessere Ergebnisse bei der Laserbearbeitung müssen wir das komplexe Wechselspiel aus Laserstrahlung, Materialverhalten und Geometrie der Zone, in der das Licht mit dem Material wechselwirkt, besser verstehen“, erklärt Weber. Probleme mit der Bearbeitungsqualität treten zum Beispiel auf, wenn der nur 100 bis 300 Mikrometer feine Laserstrahl zu lange an einer Stelle verharrt. „Das IWS hat daher ein Verfahren entwickelt, um mit dem Strahl ständig etwas hin und her zu wackeln, damit sich das Material lokal nicht so stark erhitzt“, sagt Weber. „Wir am IFSW wiederum haben einige einzigartige Untersuchungsmethoden, um dem Laserstrahl sozusagen bei der Arbeit in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zuzuschauen.“ So kann etwa die IFSW-Röntgenanlage 10.000 Bilder der Wechselwirkungszone schießen – pro Sekunde. Andere Messgeräte können die Temperaturentwicklung erfassen, auch in Abhängigkeit von der Geometrie der Wechselwirkungszone. →

Unten: Die High-Speed-Röntgenanlage beobachtet Laserschweißprozesse.

Foto: Max Kovalenko



Ein grüner Laserstrahl trifft senkrecht auf ein Stück Kupfer.

Foto: Universität Stuttgart/IFSW

→ „Durch den Laserstrahl wird das Material verflüssigt, teils verdampft. Die dabei auftretenden komplizierten Strömungen sind für das Verständnis der Bearbeitungsqualität wichtig und spielen sich innerhalb von einigen hundert Mikrosekunden bis Millisekunden ab“, erklärt Weber. „Um aber wirklich genau zu verstehen, wie die einzelnen Prozessparameter das Ergebnis beeinflussen, müssen wir noch zehn- bis hundertmal schneller messen können. Das wollen wir am IFSW im Rahmen des Projekts erreichen.“ Bosch bringt hierfür einen industriell relevanten Referenzprozess für das Laserschweißen von Kupferblechen ein, Trumpf entsprechend für das Laserschneiden. →

KONTAKT

PRIV.-DOZ. DR. RUDOLF WEBER Mail: rudolf.weber@ifsw.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 66844

Anzeige



KARRIERE BEI COPERION. EINE ENTSCHEIDUNG FÜR DIE ZUKUNFT.

Seit über 140 Jahren arbeiten wir an technologisch höchst anspruchsvollen Compoundier- und Extrusionsanlagen überall auf der Welt. Unser Versprechen „confidence through partnership“ begleitet uns nicht nur in der Zusammenarbeit mit Kunden oder externen Partnern, sondern auch dann, wenn es darum geht, neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für uns zu begeistern.

Coperion als Arbeitgeber: Das sind hervorragende Perspektiven an den verschiedensten Standorten weltweit. Sie erwarten vielfältige Tätigkeitsbereiche, abwechslungsreiche Aufgaben und ideale Bedingungen für Ihre berufliche und persönliche Entwicklung in einem internationalen Umfeld. www.coperion.com/karriere



Zukunftswissen für den Mittelstand

INTERVIEW: Michael Vogel

PlanQK soll dem Mittelstand dabei helfen, Know-how über Künstliche Intelligenz (KI) und Quantencomputing aufzubauen. Prof. Stefanie Barz und Prof. Frank Leymann von der Universität Stuttgart sind an dem Projekt maßgeblich beteiligt.

Frau Prof. Barz, Herr Prof. Leymann, war es hilfreich für die Finanzierung des 19-Millionen-Euro-Projekts PlanQK, zwei der gegenwärtigen Hype-Begriffe – KI und Quantencomputing – in einem Antrag unterzubringen?

PROF. STEFANIE BARZ (SF) (lacht) Beim Quantencomputing schreitet die Entwicklung in jüngster Zeit rasch voran, und KI ist schon länger ein wichtiges Thema.

PROF. FRANK LEYMANN (FL) Tatsächlich wollten wir ursprünglich ein Projekt über Quantencomputing etablieren. Aber das fördernde Bundeswirtschaftsministerium wollte das Thema unbedingt mit Künstlicher Intelligenz verknüpfen. Und das passt ja auch prima.

Wo stehen wir heute bei der KI?

FL Es hat sich sehr viel getan, schließlich ist es ja auch ein recht altes Forschungsgebiet der Informatik. Inzwischen gibt es Verfahren wie Deep Learning, die in Anwendungen funktionieren. Große Unternehmen haben KI-Skills aufgebaut, aber kleinere haben oft niemanden, der sich bei diesem Thema auskennt.

Und beim Quantencomputing?

SB Google konnte kürzlich mit einem neuen Quantenprozessor erstmals zeigen, dass sich spezielle Probleme mit ihm schneller lösen lassen als mit klassischen Prozessoren. Das ist ein wichtiger Meilenstein für die Forschung, heißt aber nicht, dass man schon praktische Probleme mit Quantencomputern lösen kann.

Warum sollten sich Unternehmen dann jetzt schon mit dem Thema befassen?

FL Die Technologie entwickelt sich viel schneller als erwartet. In der KI gibt es Bereiche, die alle dreieinhalb Monate eine Verdoppelung der Rechenleistung erfordern. Das geht auf Dauer nicht mehr mit klassischen Computern, aber mit Quantencomputern geht es.

Wie soll PlanQK dabei helfen?

FL PlanQK soll vor allem dem Mittelstand die Möglichkeit bieten, mehr über Quantencomputing zu lernen. Vor allem IT-Fachleute, die überhaupt keine Erfahrung damit haben, sollen sich dank PlanQK einarbeiten können. Wir bauen dazu eine Plattform auf, über die wir entsprechendes Wissen zur Verfügung stellen.

SB Zunächst sammeln und vereinheitlichen wir Quantenalgorithmen aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Im nächsten Schritt stellen wir diese einheitlich dar. Wir Quantenphysiker im Projekt bewerten diese Algorithmen dann in Bezug auf ihre Eignung für konkrete Anwendungen, insbesondere im Bereich des maschinellen Lernens.

FL Die geeigneten Algorithmen stellen wir auf der Plattform in einem Format dar, das Informatiker als Mustersprache bezeichnen. Die Algorithmen werden auf Quantencom-



Prof. Stefanie Barz leitet die Abteilung „Quantum Information and Technology“ am Institut für Funktionelle Materie und Quantentechnologien.

Foto: Uli Regenscheit

Prof. Frank Leymann leitet das Institut für Architektur von Anwendungssystemen und arbeitete 20 Jahre für die IBM Software Group.

Foto: privat

putern implementiert. Ein Anwender der Plattform kann dann bequem eine Lösung für sein Problem suchen.

Aber Mittelständler sind doch schon aufgrund ihrer beschränkteren Ressourcen relativ schnell überfordert bei diesen Themen.

FL Auf PlanQK müssen die Nutzer ja keine Quantenalgorithmen sehen, denn viele Algorithmen sind als normale Programme implementiert, in einer vertrauten Programmiersprache. Damit das klappt, werden wir eine in Stuttgart entstandene Technologie weiterentwickeln, um die Software dann automatisch auf dem Quantencomputer auszuführen.

Man muss also als Nutzer kein spezifisches Wissen haben?

FL Es sei denn, ein Anwender findet einen Algorithmus, der noch nicht implementiert ist. Dann muss er selbst aktiv werden oder eine am Projekt beteiligte Beratungsfirma damit beauftragen.

PlanQK wird von einem Konsortium aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen getragen. Warum?

FL Das Ministerium hat eine Vorprojektphase finanziert, um ein Konsortium aufzubauen. Bei Workshops haben viele Teilnehmer ihre Anwendungsfälle und Interessen vorgestellt. Das Konsortium deckt nun das ganze Spektrum ab: Entwickler von Algorithmen, Programmierer von Quantencomputern, Anwender und Berater.

Auf wie viele Quantencomputer haben Sie Zugriff?

SB PlanQK ist unabhängig von der Quantencomputerarchitektur. Wir werden mit einer Reihe von verschiedenen Systemen arbeiten und zum Beispiel Zugriff auf das System von IBM haben. Auch den Quanten-Annealer von D-Wave wollen wir nutzen.

Ist denn sicher, dass KI-Algorithmen auf Quantencomputern schneller laufen?

SB Es gibt eine Reihe von Quantenalgorithmen, von denen man weiß, dass sie schneller sind. Vor allem bei Optimierungsproblemen oder beim Lösen von linearen Gleichungssystemen. Aber es kommt immer auf die konkrete Aufgabenstellung an, pauschale Aussagen sind schwierig.

Was soll zum Projektende in drei Jahren vorliegen?

FL Eine öffentliche Plattform. Die Anwendungen werden als Open-Source-Software zur Verfügung stehen. Wir haben aber auch einen Industriepartner an Bord, der die Plattform in einer kommerziellen Variante anbieten will. Und, so die Vorgabe des Bundeswirtschaftsministeriums, die Firmen des Konsortiums mussten einen Business Case formulieren, wie sie durch das erworbene Wissen künftig Geld verdienen wollen.

Kann man sich noch am Projekt beteiligen?

SB Wir sind 15 Partner im Konsortium und schon jetzt mehr als 40 weitere assoziierte Partner, die auf eigene Kosten an den Workshops und Konferenzen teilnehmen wollen. Da die Konsortialpartner Teil des Projektantrags waren, kann man nur noch als assoziierter Partner mitmachen. Das aber gerne.

KONTAKT

PROF. DR. STEFANIE BARZ Mail: barz@fmq.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 61556

PROF. DR. FRANK LEYMANN Mail: frank.leymann@iaas.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 88470

LET

US

TEXT: Jens Eber

Am Gründungsprogramm „Let US start!“ haben schon mehrere Hundert Studierende teilgenommen. Das zukunftsweisende Projekt der Universität Stuttgart macht sie mit Methoden und Denkweisen unternehmerischen Handelns vertraut.

START!



Absolventinnen und Absolventen von „Let US start!“ können sich zu Coaches ausbilden lassen und ihre Nachfolger auf den ersten Schritten der Start-up-Phase begleiten.

Am Anfang steht die Idee: Ob sie klappt, ist nicht so wichtig – Fehler zu machen gehört dazu

Teamarbeit: Die Teilnehmenden lernen auch agiles Projektmanagement und Teamführung.



Intelligentes Parkraummanagement: „Carlotta“ gehört zu den Let-US-start!-Projekten

Fotos: S. 73 Tomasso/unsplash, Andreas Dalferth, S. 74 Universität Stuttgart, Shutterstock, Getty Images/EyeEm



In den Räumen der einstigen Universitäts-Buchhandlung auf dem Campus Vaihingen gruppieren sich einige Liegestühle mit dem Uni-Logo um einen würfelförmigen Tisch. Von den Wänden leuchten bunte Zettel voller Ideen und Skizzen. Dirk Sahlmer war einer der rund 30 Teilnehmenden, die hier im Wintersemester 2018 an ihren Gründungsideen feilten. Das war der Beginn von „Let US start!“. „Ich wusste schon lange, dass ich etwas Eigenes machen wollte, mir fehlte aber das Grundwissen“, erzählt der 29-jährige Masterstudent der Elektromobilität. Wie validiere ich eine Idee? Wie baue ich ein Team auf? Wie lerne ich Kunden kennen? Auf diese Fragen hatte er keine Antwort. Dr. Eric Heintze, Physiker und Projektleiter von „Let US start!“, ist selbst Gründer im Bereich Künstliche Intelligenz. Für ihn füllt „Let US start!“ die Lücke, die ihm und anderen Gründungswilligen bisher allzu bewusst war. „Ob die konkrete Idee klappt, ist nicht so wichtig“, sagt Heintze, „die Studierenden können vielmehr in einem geschützten Rahmen auch Fehler machen.“ Wichtigste Faktoren für die Teilnahme – und auch fürs Gründen – seien Leidenschaft und Motivation.

GRÜNDUNGSFIEBER ERZEUGEN

Ihr Wissen erlangen die Teilnehmenden zum Beispiel im sechswöchigen Intensivkurs AWAKE, in dem sie Businesspläne erstellen, Kundeninterviews führen und ihre Vision potenziellen Investoren präsentieren. „Wir wissen, dass die Studierenden volle Stundenpläne haben“, sagt Heintze. Deshalb sind die etwa 30 Präsenzstunden auf die Abende oder Samstage gelegt. Wie viel Zeit die Teams darüber hinaus investieren, liegt in deren Hand – die Erfahrung zeigt, dass sich im klar umrissenen Rahmen von „Let US start!“ eine Art Gründungsfieber erzeugen lässt. Die Teilnahme bringt den Studierenden außerdem drei Leistungspunkte für ihren Abschluss ein. Nicht ganz so straff getaktet sind die weiteren Programmteile: In ACTIVATE können angehende Gründerinnen und Gründer Workshops besuchen und Ideen entwickeln, unter dem Stichwort ASK berichten Gründerpersönlichkeiten im lockeren Rahmen über ihren eigenen Weg. „Kunden zu erreichen ist die größte Hürde“, erzählt Merve Emir, die im Sommersemester 2019 an „Let US start!“ teilnahm. Die Verfahrenstechnik-Masterstudentin entwickelte in ihrem Team ein bestehendes Produkt weiter: Sie feilten am Businessplan und am Projektmanagement für „SIMsalabim“, eine Simulationsumgebung für autonome Fahrsysteme, die zuvor vom „Driverless Greenteam“, einem Formula-Student-Rennteam der Universität Stuttgart, entwickelt wurde. Emir wertet „Let US start!“ als intensive Erfahrung, die ihr neben dem Studium und der Arbeit in Forschung und Entwicklung eines großen Unternehmens viel abverlangt habe. „Ich habe viel über Zeitmanagement gelernt“, sagt die 25-Jährige lachend.

PRODUKTIVE NETZWERKE KNÜPFEN

„Let US start!“ hat meine Zukunftsplanung klarer gezeichnet und auch beschleunigt“, sagt Dirk Sahlmer. Mit seinem Team arbeitete er an „Carlotta“, einem System für intelligentes Parkraummanagement. Als Prototyp ist die Softwarelösung mittlerweile in Betrieb, die Markteinführung ist aber nicht Teil von „Let US start!“. „Wir wollen Lust aufs Gründen vermitteln und mit den Teilnehmenden erste Schritte gehen“, sagt Heintze. Aber selbst, wenn im Anschluss nicht alle Teil der Start-up-Szene werden wollen, hätten sie wichtige Erfahrungen gemacht. „Bei uns lernen sie Teamführung, konsequentes, agiles Projektmanagement und innovativ zu denken“, so Heintze weiter. Von den erlernten Methoden, komplexe Projekte zu durchdenken und zu planen, könnten die Teilnehmenden später ebenso gut in Unternehmen oder in der Wissenschaft profitieren.

„Let US start!“ stößt auf positive Resonanz – aus der Gründerszene ebenso wie aus der Universität heraus. Aus den ersten 30 AWAKE-Teilnehmenden sind mittlerweile mehr als 200 geworden, in den dazugehörigen ACTIVATE-Workshops sind es nochmals rund doppelt so viele. „Ich habe festgestellt, dass die Start-up-Szene ein gutes Ziel für mich ist“, sagt Merve Emir. Zwar habe auch ihr Vater einst ein Unternehmen gegründet, die endgültige Leidenschaft für das Abenteuer Selbstständigkeit erwachte in ihr aber erst durch „Let US start!“. Nicht zuletzt ist dabei auch ein produktives Netzwerk entstanden: „Vorher kannte ich außerhalb der Forschung praktisch niemanden“, erzählt Emir, „jetzt kann ich zu jeder Frage jemanden erreichen.“ Dem Ziel, eine vitale Gründungskultur zu entwickeln, sieht Eric Heintze die Universität Stuttgart ein gutes Stück näher gekommen. „Wir haben gerade erst eine Quelle angebohrt.“ Daraus können noch viele Erfolge sprudeln. ➔

NANOROBOTER FÜR DIE MEDIZIN

TEXT: Michael Vogel
FOTOS: Sven Cichowicz

Zielstrebig: Qiu studierte in Peking Maschinenbau und spezialisierte sich dann auf biomedizinische Technologien.

Der Chinese Tian Qiu leitet die neue Forschungsgruppe „Biomedical Microsystems“. Sie ist Teil des Cyber Valley, einer der großen Forschungsk Kooperationen zu Künstlicher Intelligenz.

Über sich selbst redet Dr. Tian Qiu nicht so gern, über seine Forschung dagegen umso lieber. Neue Systeme für die Biomedizin will er entwickeln: Systeme, die so klein sind, dass sie beispielsweise Wirkstoffe direkt zur richtigen Stelle im Körper transportieren oder von dort Bilder schicken können. Grundlage für das Gelingen solcher Systeme ist die geschickte Verknüpfung von Künstlicher Intelligenz (KI) und Robotik. Seit Juli 2019 leitet der 32-jährige Wissenschaftler die neu gegründete Cyber-Valley-Forschungsgruppe „Biomedical Microsystems“, die am Institut für Physikalische Chemie der Universität Stuttgart angesiedelt ist. Sie passt mit ihrem Anspruch perfekt ins Cyber Valley, eine der größten europäischen KI-Forschungsk Kooperationen aus Wirtschaft und Wissenschaft. Das Cyber Valley erstreckt sich auf die Standorte Stuttgart und Tübingen.

Dass die Wahl gerade auf Qiu fiel, wirkt fast wie der logische nächste Schritt in einem wissenschaftlichen Werdegang, der von Begabung und Zielstrebigkeit gezeichnet ist. „Es gab keine großen Brüche“, bestätigt Qiu trocken. Mit 18 Jahren gehörte er zu den Besten beim hochselektiven Aufnahmetest der Tsinghua-Universität in Peking, der führenden technischen Hochschule Chinas. Dort studierte er Maschinenbau, schloss mit dem Bachelor ab. Während seines Masterstudiums kam er erstmals mit biomedizinischen Technologien in Berührung, sogenannte Labs-on-a-Chip faszinierten ihn. Dabei handelt es sich um stark miniaturisierte Systeme, mit denen sich Proteine, Zellen oder Viren automatisiert analysieren lassen. Das verkürzt die Dauer von biomedizinischen Tests und Laboranalysen drastisch. Qiu experimentierte in seiner Masterarbeit mit einem solchen Lab-on-a-Chip, durch dessen Mikrokanäle Samenzellen wanderten. Die autonome Bewegung der Spermien spielt in seiner heutigen Forschung wieder eine Rolle, allerdings diesmal bei winzigen Robotern.

VON PEKING NACH STUTTGART

Nach dem Abschluss seines Studiums richtete Qiu, damals 25, seinen Blick nach Europa. „Ich bin Ingenieur“, sagt er, „und hier in Europa sind maßgebliche Verfahren entwickelt worden, mit denen sich biomedizinische Mikro- und Nanosysteme verwirklichen lassen.“ Er wusste, dass die Arbeitsgruppe von Prof. Peer Fischer am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart an Nanorobotern forschte. Daher schickte er Fischer – der auch Professor für Physikalische Chemie an der Universität Stuttgart ist – eine E-Mail: Ob eine Promotion in diesem Forschungsgebiet möglich sei. Ein Skype-Interview später hatte Qiu Fischers Zusage. Nach der Promotion im Frühjahr 2016 trat der junge Wissenschaftler in Fischers Team eine Stelle als Postdoc an.

Qiu ist es bereits gelungen, einen Nanoroboter durch den Glaskörper eines Schweineauges zu lotsen. Keine einfache Aufgabe, denn der korkenzieherähnliche Winzling aus einem biokompatiblen Material musste einerseits so klein sein, dass er durch die Poren des gelartigen Glaskörpers passt, und andererseits so groß, dass sein Fortkommen nicht durch die Wärmebewegung der Moleküle behindert wird. Am Ende war das ideale Maß 500 Millionstel Millimeter. „Der Roboter schaffte die Reise durch den Glaskörper →

Dr. Tian Qiu

„Das Cyber Valley ist stark interdisziplinär ausgerichtet und bringt Wissenschaft und Wirtschaft direkt zusammen.“



Präzisionsarbeit: Drahtlose Ultraschall-Aktoren zur Versorgung eines Miniatur-Endoskops.

500 Millionstel Millimeter großer Roboter

Tian Qiu ist es schon gelungen, einen Nanoroboter durch den Glaskörper eines Schweineauges zu lotsen – innerhalb von 30 Minuten.

→ innerhalb von 30 Minuten“, sagt Qiu. Wäre der Nanoroboter nur ein wenig kleiner gewesen, hätte dieselbe Fahrt mehrere Tage gedauert. Nun plant Qiu, Systeme wie diesen zu optimieren, etwa damit sie einen Wirkstoff an eine bestimmte Stelle im Körper befördern und dort anschließend biologisch abgebaut werden können.

PHANTOME FÜR DEN OP

Einen zweiten Schwerpunkt von Qiu bilden OP-Trainingssysteme. „Auf den ersten Blick haben Nanoroboter und OP-Trainingssysteme nichts miteinander zu tun“, sagt Qiu. „Aber wenn man Nanoroboter testen will, dann braucht man dafür möglichst realistische Umgebungen.“ Diese sind nicht vorhanden, Tests an Tierorganen umständlich und die Ergebnisse nur bedingt auf den Menschen übertragbar. Deshalb entwickeln Qiu und sein Team auch Nachbildungen von menschlichen Organen. Das ist an sich nichts Neues, solche sogenannten Phantome gibt es schon länger – allerdings in geringer Qualität. Qiu und sein Team konnten kürzlich ein neuartiges Prostata-Phantom vorstellen und von Medizern des Universitätsklinikums Freiburg evaluieren lassen. Deren Urteil: Führt ein Chirurg oder eine Chirurgen an diesem Phantom eine endoskopische Operation durch, so fühlt sich das schon fast wie eine menschliche Prostata an. Mehr noch: Chirurgen können beim Stuttgarter Phantom feststellen, wie gut die Operation verlaufen ist. Bislang ist das weder bei Phantomen in Trainings noch bei Patienten unmittelbar klar. „Wir wollen Training und OP-Planung mit unseren Phantomen deutlich verbessern“, sagt Qiu. Nicht nur bei der Prostata, sondern auch bei anderen Organen. Ein wichtiger Aspekt dabei ist KI: Mit den Daten, die er anhand der Phantome gewinnt, kann Qiu Algorithmen trainieren, um den chirurgischen Eingriff und die Instrumente zu optimieren. Im Idealfall lässt sich in Zukunft sogar ein Roboter trainieren, der die Eingriffe in immer gleicher Qualität durchführt. →

KONTAKT

DR. TIAN QIU Mail: tian.qiu@ipc.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 64482

International stärker

TEXT: Jens Eber

Wie lässt sich poröses Material so gründlich abdichten, dass wirklich nichts mehr hindurchkommt? Forschende aus Stuttgart und den USA verfolgen gemeinsam einen vielversprechenden Ansatz: gelebte Internationalisierung.

INTERNATIONALISIERUNG: EIN BEISPIEL

In vielen technischen Anwendungen ist möglichst undurchlässiges Gestein gefragt: Betonwände sollen Flüssigkeiten aufhalten, Deiche werden aus Sand und größeren Gesteinsfraktionen gebaut, Sandsteinformationen könnten bei der Einlagerung von Kohlenstoffdioxid helfen. Stein, egal ob künstlich oder natürlich entstanden, hat aber die Eigenschaft, dass er in einem gewissen Maße porös ist, das heißt, er ist für Flüssigkeiten oder Gase zumindest teilweise durchlässig.

Ein unscheinbares Bakterium stellt nun eine mögliche Lösung dar, um das poröse Gestein abzudichten. *Sporosarcina pasteurii* bildet in großen Mengen Enzyme, die Harnstoff abbauen können. Es kommt natürlich im Boden vor und ist dort völlig unauffällig. Kommt das Bakterium aber mit großen Mengen Harnstoff und Kalzium in Verbindung, fällt Kalk aus. Aus der weichen Biomasse der Bakterien bildet sich ein festes Mineral.

Dieses Phänomen wollen Forschende in einem internationalen Projekt des Sonderforschungsbereichs 1313 – „Grenzflächengetriebene Mehrfeldprozesse in porösen Medien – Strömung, Transport und Deformation“ – der Universität Stuttgart nutzen. Ihre Idee ist, Bakterien und Reaktionsstoffe in Gestein einzubringen, so dass der ausfallende Kalk die Poren verschließt. Dafür kooperieren Wissenschaftler des Stuttgarter Instituts für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS) und der Montana State University (MSU) in Bozeman, Montana, in den USA. Die Teams ergänzen sich mit ihren unterschiedlichen Expertisen: „Unsere Stärke ist das Modellieren, die Kollegen in Montana sind spezialisiert aufs Experimentieren“, erklärt apl. Prof. Holger Class, stellvertretender Leiter des Lehrstuhls für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung am IWS.

Dr. Adrienne Phillips vom Center for Biofilm Engineering an der MSU bestätigt das: „Das Team in Stuttgart nutzt unsere Ergebnisse, um die Modelle zu kalibrieren. Wir nutzen wiederum die Modelle, um experimentelle Ergebnisse vorherzusagen.“ Auf diese Weise trage die internationale Zusammenarbeit auch dazu bei, teure und aufwendige Feldversuche effektiver zu planen.

Wo liegen die besonderen Herausforderungen? Einzeln betrachtet, sagt Holger Class, seien alle in diesem Projekt berührten Prozesse tatsächlich relativ simpel und bereits erforscht. „Die Schwierigkeit ist, dass sie mit komplexer Strömungsmechanik gekoppelt sind.“ Johannes Hommel ergänzt: „Nur dort, wo Reaktionsstoffe hintransportiert werden, können sie auch zu Kalk reagieren.“ Sobald die Kalkausfällung aber stattfindet, verändern sich der Porenraum und dadurch zugleich die Strömung. Um ein Gestein wiederum verlässlich abzudichten, müssen die Reaktionen im gewünschten Bereich gleichmäßig angeregt werden. Die im Porenraum ablaufenden Interaktionen sind, so Hommel, „nicht trivial, und wir wollen sie besser verstehen“. Dabei arbeiten die Forscherinnen und Forscher auch eng mit dem Porous Media Lab am Institut für Mechanik der Universität Stuttgart zusammen. ➔



Forscher der Universität Stuttgart bei einem Biofilm-Workshop an der Montana State University.



Prof. Rainer Helmig
Sprecher des Sonderforschungsbereichs (SFB) 1313.

„Durch Internationalisierung ist ein Qualitätssprung in der Forschung entstanden.“

INTERNATIONALISIERUNG: DIE STRATEGIE

„International vernetzt“ lautet ein strategisches Ziel der Universität Stuttgart als „Intelligentes System“. Prof. Rainer Helmig hat – gemeinsam mit Prof. Andrea Barth und Beatrix Becker – das Schlüsselement „Intelligentes System“ im Rahmen der Exzellenzstrategie bearbeitet.

➔ Herr Prof. Helmig, welchen Stellenwert hat Internationalisierung in der Wissenschaft?

PROF. RAINER HELMIG Ich bin fest davon überzeugt, dass durch Internationalisierung ein Qualitätssprung in der Forschung entstanden ist. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erhalten die Chance, sich im internationalen Umfeld zu behaupten, und lernen auch, Toleranz für andere Kulturen und Vorgehensweisen zu haben. Das hat sowohl wissenschaftlich als auch gesellschaftspolitisch einen hohen Stellenwert. Ohne Internationalisierung geht aus meiner Sicht gar nichts mehr.

Führt Internationalisierung auch zu wissenschaftlichem Mehrwert?

RH Ja, weil man auch andere Ansätze sieht. Nur ein Beispiel: Alle Mitarbeitenden im Sonderforschungsbereich 1313 sollen drei Monate ins Ausland gehen, dadurch bekommen sie andere Einblicke zum gleichen Thema. Das bereichert die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler selbst, aber auch unsere Arbeitsgruppe. Solcher Austausch führt erfahrungsgemäß zu guten Ergebnissen.

Wie äußert sich das konkret in der Biofilm-Forschung?

RH Wir Stuttgarter sind ja vor allem erfahren darin, numerische Konzepte und Modelle zu entwickeln. Ergänzend brauchen wir hochkarätige Experimentatoren, um unsere Ansätze in jeglicher Hinsicht zu kalibrieren. Die Kolleginnen und Kollegen in Montana sind solche Partner. Das hat sich seit 25 Jahren entwickelt. Wir wollen das künftig noch unterfüttern mit dem Austausch junger Bachelor- und Masterstudierenden.

Wie wird sich die Internationalisierung weiterentwickeln?

RH Universitäten brauchen heute strategische Partner. Sie müssen als Teams aus Wissenschaft und Verwaltung miteinander kommunizieren, forschen und gemeinsam Projekte generieren. Dabei können Universitäten mit ähnlichen Schwerpunkten in hohem Maße voneinander profitieren. Themen wie Umwelt oder Wasserqualität können wir nicht allein in Deutschland wissenschaftlich lösen, da müssen wir global herangehen. Junge Leute können so Netzwerke und Wissen entwickeln. Auch wir Hochschullehrende sollten ins Ausland gehen, damit wir mit Kollegen vor Ort forschen können. Das ist ein extremer Mehrwert im Sinne des Austausches und des Zugewinns an Wissen. ➔

KONTAKT

PROF. DR. RAINER HELMIG Mail: rainer.helmig@iws.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 64741

Fotos: S. 80 Universität Stuttgart, S. 81 Uli Regenscheit



DR. TAREK ZAKI

INTERNET OF EVERYTHING

Eigentlich wollte er höchstens ein paar Jahre bleiben, erinnert sich Tarek Zaki. „Mittlerweile bin ich seit mehr als zehn Jahren hier“, sagt der 32-jährige Elektroingenieur. Hier, das bedeutet vor allem Stuttgart und seine Universität. Seit 2016 lebt und arbeitet er im nahe gelegenen Reutlingen beim Elektronikunternehmen Bosch Sensortec als Projektleiter.

Die Reise aus seinem Heimatland Ägypten nach Deutschland begann mit einem Aufenthalt an der Universität Stuttgart für sein Bachelorabschlussprojekt. Danach gefiel ihm das internationale Masterprogramm INFOTECH der Universität so gut, dass er blieb. Da hatte er bereits Prof. Joachim Burghartz getroffen, der das Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS) sowie an der Universität Stuttgart das Institut für Nano- und Mikroelektronische Systeme (INES) leitet. Burghartz wurde sein Betreuer, auch für die Promotion. „Diese Zeit hat einen besonderen Platz in meiner Erinnerung“, so Zaki. „Prof. Burghartz war einer der wichtigsten Mentoren meines Lebens, nicht nur akademisch, auch für meine persönliche Entwicklung.“

Flexible und organische Elektronik – das ist Zakis Schwerpunkt, für den er Auszeichnungen erhielt und in dem er Bestleistungen erbrachte. Zum Beispiel war er in einem Projekt daran beteiligt, die weltweit schnellsten und kleinsten Schaltkreise aus organischen Materialien zu entwickeln. Das Thema hat ihn von Anfang an gefesselt: „Ich suchte etwas, das ganz vorn dabei ist, wenn es um Innovation geht, und gleichzeitig der Menschheit auch etwas bringt.“ Flexible Elektronik ist eine Technologie, die es ermöglicht, die unterschiedlichsten Objekte – zum Beispiel Glas, Verpackungen oder Papier – mit neuartigen, elektrisch leitfähigen Materialien zu beschichten. So können zum Beispiel Solarzellen in Zukunft unsichtbar und platzsparend auf den Fensterscheiben angebracht werden. „Die Anwendungsmöglichkeiten sind endlos“, schwärmt Zaki. „Elektronik ist ja überall – vom Smartphone bis zur Medizintechnik. Nicht umsonst sprechen wir heute schon vom Internet of Everything.“ →

Foto: privat

Region Stuttgart VFX CyberValley Gsälz
bär Maultaschen **Innovation** Mineral
quellen **IBA2027** Spitzenforschung HipHop
Maschinenbau **Vielfalt** Informations
technologie **Familie** Kultur **Mobilität**

jobs.region-stuttgart.de



Impressum

HERAUSGEBER
Universität Stuttgart
Keplerstraße 7
70174 Stuttgart
Telefon 0711 685-82211
Fax 0711 685-82291
hkom@uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de

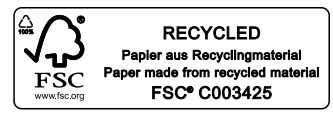
REDAKTION
Dr. Hans-Herwig Geyer,
Andrea Mayer-Grenu,
FAZIT Communication GmbH

KONZEPT
FAZIT Communication GmbH
www.fazit-communication.de

GESTALTUNG
3st kommunikation GmbH
www.3st.de

ANZEIGEN
ALPHA Informationsgesellschaft mbH
info@alphapublic.de
www.alphapublic.de

DRUCK
Zarbock GmbH & Co. KG





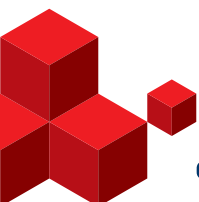
WIR SORGEN FÜR DAS

„WOW!“

Bei unseren Kunden sorgen wir für solide Glücksgefühle – und vor allem bei deren Kunden. Denn diese erhalten dank unserer integrativen **Intralogistik-Anlagen** und **Warehouse-Management-Software** genau das geliefert, was sie bestellt haben. Zur richtigen Zeit in der richtigen Menge am richtigen Ort. Garantiert. Unser internationales Team packt an und umfasst inzwischen rund 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die einen jährlichen Umsatz von 130 Millionen Euro erwirtschaften. **Und wir wachsen weiter. Und dafür suchen wir Sie!**

Wenn Sie gemeinsam mit uns für viele „Wows“ sorgen möchten, freuen wir uns auf Ihre Bewerbung an career.de@viastore.com.

Bei Fragen steht Ihnen Tamara Trefz unter **+49 711 9818-2307** oder t.trefz@viastore.com gerne zur Verfügung.



Guaranteed Success.

viastore GROUP
Magirusstraße 13
70469 Stuttgart, Germany

t +49 711 98 18-0
career.de@viastore.com
www.viastore.de/karriere

Are You
a Talent?

