Universität Stuttgart

forschung leben

März
2021

Verant-wortung

Nachdenken über intelligente Systeme

Ethik-Label
Künstliche Intelligenz einordnen

Atomare Endlager
Zukunftssicherheit abschätzen

Genom-Editierung
Öffentliche Mitsprache ermöglichen

Prof. Wolfram Ressel

„Das Nachdenken über die ethisch-moralischen, sozialen, ökologischen und ökonomischen Implikationen von Forschung ist eine feste Maxime unserer Vision ‚Intelligente Systeme für eine zukunftsfähige Gesellschaft‘.“

Liebe Leserinnen und Leser,

Foto: Matthias Schmiedel

Prof. Wolfram Ressel
Rektor der Universität Stuttgart

vor 75 Jahren, am 23. Februar 1946, fand anlässlich der Wiedereröffnung der Technischen Hochschule Stuttgart ein Festakt statt, an dem der damalige Rektor Richard Grammel folgende Aussagen zur Rolle der Hochschule im Nationalsozialismus traf: „Die Technischen Hochschulen sind ihrem inneren Gefüge nach ganz unpolitische Körperschaften." Der Ingenieur und Naturwissenschaftler orientiere sich in seinem Tun nur an den immerwährenden, ewigen Naturgesetzen, die über allem „Gezänk der Menschen" stünden. Eine Verantwortung an Diktatur und Unrecht könne gar nicht entstanden sein, so Grammel.

Dieses Narrativ der deutschen Nachkriegsgeschichte war leider nicht nur in der akademischen Welt eine Konstante. Ein Wort wie „Gezänk" sollte relativieren, dass die historischen Errungenschaften der Humanität und Zivilisation gerade auch mittels Technik zutiefst zerstört wurden.

Wir haben an der Universität Stuttgart seitdem eine andere Tradition aufgebaut. Das Nachdenken über die ethisch-moralischen, sozialen, ökologischen und ökonomischen Implikationen von Forschung ist eine feste Maxime unserer Vision „Int–elligente Systeme für eine zukunftsfähige Gesellschaft". Daher haben wir die aktuelle Ausgabe von „forschung leben" dem Thema Verantwortung gewidmet. Erfahren Sie in dieser Ausgabe, wie die Universität Stuttgart Verantwortung übernimmt: unter anderem mit unserem „Interchange Forum for Reflecting on Intelligent Systems" (IRIS), mit vielfältigen Ansätzen zum Umgang mit der Genschere CRISPR-Cas oder mit einem interdisziplinären Projekt, das Tierversuche drastisch eindämmen soll.

Ihr

EDITORIAL S. 3

NOTIZBLOCK S. 6, S. 60

VISIONÄRIN

Klug digital bilden Mit intelligenten Technologien macht Maria Wirzberger Lehrkräfte fit für die Digitalisierung. **S. 12**

NEULAND

Nachdenken über Künstliche Intelligenz Der neue Forschungsschwerpunkt IRIS bündelt die Reflexion intelligenter Systeme an der Universität Stuttgart. **S. 16**

Mit Fiktion in die Zukunft Science-Fiction trifft Wissenschaft trifft Gesellschaft: die „Next Frontiers"-Konferenz **S. 18**

SCHNITTSTELLE

Blick in die Black Box Künstliche Intelligenz trifft oft nicht nachvollziehbare Entscheidungen. Forschende erarbeiten neue Ansätze für mehr Transparenz. **S. 22**

Ethik-Label für KI Künstliche Intelligenz muss ethisch bewertbar sein. Aus der Universität Stuttgart kommt ein praxisnaher Vorschlag. **S. 26**

Aufruf zum Handeln Wie sieht das Internet von morgen aus? Internationale Forschende haben im Manifest „Web Futures" Zukunftsszenarien entwickelt. **S. 28**

STANDPUNKT

Ein Kodex für die Coder Gastbeitrag von Jörg Dräger, Vorstand der Bertelsmann Stiftung **S. 30**

FORSCHUNG ERLEBEN

CRISPR – Gentechnik beschleunigt Forschung An der Universität Stuttgart wird die Genschere in zahlreichen Projekten genutzt. **S. 34**

Genom-Editierung: Mitsprache für alle Der Sozialwissenschaftler André Bächtiger erklärt, warum Bürgerforen zu diesem Thema so wichtig sind. **S. 41**

Weniger ist mehr Ein interdisziplinäres Team an der Universität Stuttgart arbeitet daran, Tierversuche zu reduzieren. **S. 42**

Werke für die virtuelle Ewigkeit Eine neue Plattform macht Netzliteratur und Literaturforschung digital nutzbar. **S. 44**

Kernphysiker im Nationalsozialismus Ein neu aufgetauchtes Dokument zeigt die Gedankenwelt eines Wissenschaftlers in einer kritischen Disziplin. **S. 46**

ZAHLENWERK

Verantwortung in Zahlen Anhand von Beispielen wird das Leitbild der Universität Stuttgart lebendig. **S. 48**

FORSCHUNG ERLEBEN

Wir müssen reden Die sozio-technische Forschungsintegration hilft Forschenden, ihre Arbeit zu reflektieren. **S. 50**

Transparente Modelle für gesellschaftlichen Gewinn Drei Forscher haben beschrieben, was Modelle und Simulationen leisten können. **S. 54**

Unsicherheiten benennen schafft Sicherheit Atomare Endlager sollen für eine Million Jahre sicher sein. Wie prognostiziert man so etwas? **S. 56**

Smarte Kabelmontage Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und Anwendung: Das IC SimTech stellt sich vor. **S. 62**

Gemeinsam stärker Mit Datengenossenschaften soll der Mittelstand Anschluss an die Digitalisierung finden. **S. 66**

Erweiterter Durchblick Forschende der Universität Stuttgart nutzen Augmented Reality in neuen Formaten für die Lehrerbildung. **S. 70**

NETZWERK

Zwischen künstlerischem und gesellschaftlichem Anspruch „Architektur und Verantwortung" heißt eine neue Ringvorlesung an der Universität Stuttgart. **S. 72**

WELTSICHT

Ins Herz der Welle Den Tsunami-Forscher James Foster hat sein Weg von Honolulu an die Universität Stuttgart geführt. **S. 78**

SATELLIT

Die Umwelt schützen, Nachhaltigkeit fördern Die mexikanische Ingenieurin Kristy Peña-Muñoz promovierte an der Universität Stuttgart, heute will sie mit ihrem Unternehmen aus Biomüll Biogas machen. **S. 82**

S. 34

FORSCHUNG ERLEBEN

CRISPR – Gentechnik beschleunigt Forschung

Fotos: S.1 und S.84 Getty Images/Sefa Ozel, S.4 Max Kovalenko, S.5 Sven Cichowicz

S. 78

WELTSICHT

Ins Herz der Welle

S. 12

VISIONÄRIN

Klug digital bilden

NOTIZBLOCK

AUSZEICHNUNGEN

DREI POSTDOCS IM ELITEPROGRAMM

Gleich drei Nachwuchsforschende der Universität Stuttgart wurden in das Eliteprogramm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Baden-Württemberg Stiftung aufgenommen und können damit wichtige Schritte auf dem Weg zu einer Professur gehen. **Dr. Nina Engelhardt** am Institut für Literaturwissenschaft beschäftigt sich in ihrem Projekt mit Literatur und Toleranz im viktorianischen Zeitalter. Sie untersucht die Rolle der literarischen Fiktion in der Ausweitung des Toleranzbegriffs. Ihr Ziel ist es, literarische Auseinandersetzungen mit Toleranz und deren Strategien zur Sichtbarmachung des emotional, kognitiv und physisch lähmenden „Leidens“ in Toleranzprozessen zu untersuchen und die Rolle der Literatur in Diskursen zu Toleranz zu bestimmen. Ihr Fokus liegt hierbei auf der britischen Literatur des 19. Jahrhunderts.

Im Mittelpunkt der Forschung von **Dr. Serena Gambarelli** an der Materialprüfungsanstalt steht die rechnergestützte Mechanik von Baustoffen und Bauteilen, für die sie numerische Werkzeuge zur Analyse von Schädigungsprozessen entwickelt. Gambarelli möchte das komplexe hygro-thermo-mechanische Verhalten von Holz besser verstehen und modellieren. Dadurch sollen Strukturen, historische Gebäude und Artefakte erhalten werden können. Die Forscherin knüpft dabei an ein 3D-hygro-thermo-mechanisches Modell für Beton an und entwickelt dieses im Rahmen der Kontinuumsmechanik und unter Verwendung der Finite-Elemente-Methode für Holz weiter.

Das Forschungsvorhaben von **Dr. Linus Stegbauer** am Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie der Universität Stuttgart beschäftigt sich mit der Entwicklung von biointelligenten Fassadenelementen für den Bausektor. Diese Elemente sind mit einem speziellen Biofilm versehen, der lebende Mikroalgen enthält. Die einzelligen Pflanzen können Feuchtigkeit speichern und damit einen kühlenden Effekt hervorrufen, außerdem können sie Schadstoffe aus der Luft aufnehmen, abbauen und verwerten. In Gebäudefassaden eingesetzt, können sie einen wertvollen Beitrag zu einem besseren Stadtklima leisten – und damit indirekt auch zum Gebäudeklima.

DECHEMA-MEDAILLE

Prof. Elias Klemm, Leiter des Instituts für Technische Chemie der Universität Stuttgart, wurde mit der DECHEMA-Medaille 2020 ausgezeichnet. Damit würdigt die Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie (DECHEMA) seine besonderen Verdienste um die Reaktionstechnik, für die er sich sowohl in den Gremien als auch im Rahmen von Veranstaltungen besonders eingesetzt hat. Elias Klemm engagiert sich seit vielen Jahren für die DECHEMA. So war er federführend an der Zusammenführung des Arbeitsausschusses Technische Reaktionen und der Fachgruppe Reaktionstechnik beteiligt und begleitete die Weiterentwicklung der neu strukturierten Fachgruppe intensiv.

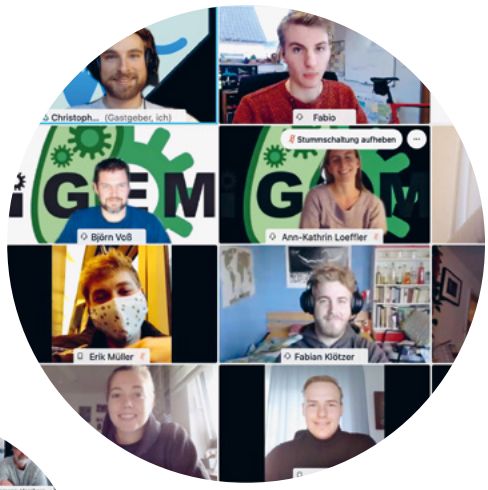
HENRIETTE HERZ-PREIS FÜR „RESEARCH WITH US“

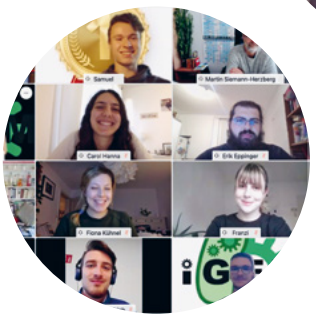
Für ihr Konzept „Research with US“ erhielt die **Universität Stuttgart** von der Alexander von Humboldt-Stiftung den Henriette Herz-Preis. Der Preis in Höhe von 125.000 Euro fördert die strategisch ausgerichtete Rekrutierung und Bindung hoch qualifizierter internationaler Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler. Die Global Talent Initiative „Research with US“ wird als Pilotprojekt die Forschungs- und Internationalisierungsstrategien der Universität Stuttgart verstärken. Ziele sind das aktive Scouting und Recruiting weltweiter Spitzenforscherinnen und -forscher, die Stärkung globaler Netzwerke und die Erhöhung von Diversität und Interkulturalität innerhalb der Professorenschaft. Der Ansatzpunkt im Pilotprojekt ist das Exzellenzcluster Daten-integrierte Simulationswissenschaft (EXC SimTech).

In der ersten Phase der Initiative erfolgt ein aktives Scouting („Scout for US“). Dabei nehmen die international vernetzten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des EXC SimTech persönlich Kontakt zu hervorragenden Kandidatinnen und Kandidaten auf. An ein erstes Kennenlernen der Universität Stuttgart als Forschungsstandort schließen sich interaktive Online-Events an („Meet US“). Spätere Veranstaltungen vor Ort in Form wissenschaftlicher Symposien erleichtern im nächsten Schritt das Recruiting („Stay with US“). Über das geförderte Projekt hinaus unterstützt die Initiative „Search for US“ vielversprechende Promotions- und Postdocvorhaben am Beginn wissenschaftlicher Karrieren.

DETAIL-PREIS FÜR FORSCHUNGSPAVILLON

Das Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (ICD) und das Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen (ITKE) wurden für ihren Faser-Pavillon auf der Bundesgartenschau in Heilbronn mit dem renommierten DETAIL-Preis 2020 in der Kategorie „Studierende und Hochschulen“ ausgezeichnet. Das Architektur-Magazin DETAIL bescheinigt dem Gebäude Experimentierfreudigkeit, innovative Prozesse und technische Details in einem herausragenden Gesamtdesign. „Dieser Pavillon zeigt eindrucksvoll, welch bedeutende Rolle Hochschulen als Forschungsstätten auch für die Architektur spielen können. Basierend auf avancierter Materialtechnologie und digitalen Herstellungsmethoden, entstand diese Struktur in enger, interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Architekten, Tragwerksplanern und mehreren Industrieunternehmen“, so die Begründung der Jury. Besonders hervorgehoben wurden auch die Eleganz und Leichtigkeit des Gebäudes.





GOLD FÜR IGEM-TEAM

Im Rahmen des internationalen Wettbewerbs iGEM – des renommiertesten Wettbewerbs für synthetische Biologie – haben Studierende der Universität Stuttgart Wasserfilter für die Bekämpfung von Medikamentenrückständen im Abwasser entwickelt. Für ihr Forschungsprojekt mit dem Namen „Lac-Man“ zeichnete die internationale iGEM-Jury in Boston das Team mit der Goldmedaille aus. Für den Filter haben die Studierenden Silikatschaum hergestellt und in dessen winzige Poren Laccasen eingeschlossen. Diese Enzyme können Schadstoffe im Wasser neutralisieren. Die Idee zu dem Projekt entstand bei einem Besuch in einer Kläranlage. Das Projekt selbst wurde coronabedingt in hohem Maße digital durchgeführt.

3 FRAGEN AN

JUN.-PROF. HANAA DAHY

Als die Architektin Hanaa Dahy vor mehr als 15 Jahren in ihrem Heimatland Ägypten mit den Folgen des Klimawandels konfrontiert wurde, machte sie sich nachhaltiges Bauen zum Programm. Die Juniorprofessorin an der Universität Stuttgart setzt dabei auf das Vorbild der Natur: In der Abteilung „Biobasierte Materialien und Stoffkreisläufe in der Architektur" (BioMat) erforscht sie mit ihren Studierenden Komponenten für Gebäude, die ressourcenschonend und intelligent sind.

Foto: Uli Regenscheit

Wo liegt Ihr Forschungsschwerpunkt?

Mein Schwerpunkt sind nachhaltige und intelligente Ansätze in der Architektur. Ein solcher Ansatz sind biobasierte Materialien und nachwachsende Rohstoffe, zum Beispiel Stroh. Als Architektin suche ich nach ästhetischen Konzepten, die auf diesen Materialien basieren, und lasse mich davon inspirieren. Zu unseren Forschungsstrategien in der Abteilung BioMat gehören funktionsorientierte Gestaltungsmethoden, räumliche Konfigurationen und bionisch inspirierte Strukturformen, spezialisiertes Materialwissen, digitale Fabrikation und Verarbeitungstechniken sowie die Zusammenarbeit mit der Industrie.

Welche Erfindungen der Natur bewundern Sie am meisten?

Da gibt es viele. Ein Konzept, das ich mit meinen Studierenden bearbeitet habe, sind Diatomeen (Kieselalgen), kleine Mikroorganismen, die unter Wasser leben. Die haben ein tolles Stecksystem, das wir aufgegriffen haben, um daraus eine Schalenstruktur zu bauen. Das ist ein sehr schönes Beispiel, wie sich der Verbrauch an Ressourcen minimieren lässt. Man braucht auch keine Klebemittel für die Verbindungen.

Welche Gebäude in Stuttgart mögen Sie besonders?

An erster Stelle steht für mich die filigrane Leichtbau-Struktur des Aussichtsturms von Jörg Schlaich auf dem Gelände des Höhenparks Killesberg. Er wurde 2001 errichtet, aber schon in den 1980er-Jahren geplant. Dieser Turm reflektierte schon sehr früh einen minimalen Einsatz von Materialien in einem wunderschönen Tragkonzept. Aber auch das Mercedes-Benz-Museum und die Stadtbibliothek verkörpern herausragende Architektur.

Das Video zum Kurzinterview „Drei Fragen an Hanaa Dahy" finden Sie auch auf YouTube.

KONTAKT

JUN.-PROF. DR. HANAA DAHY
Mail: h.dahy@itke.uni-stuttgart.de Telefon: +49 711 685 83280

VORSORGECHECK FÜR SOFIA-TELESKOP

Rund vier Monate lang wurde das Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie (SOFIA) in diesem Winter beim sogenannten C-Check am Hamburger Flughafen rundumerneuert. Die Wartungspause des Flugzeugs nutzten auch die Expertinnen und Experten des Deutschen SOFIA Instituts an der Universität Stuttgart. Sie nahmen das Teleskop, das Herzstück von SOFIA, ins Visier, um es fit für neue spektakuläre Entdeckungen zu machen. Die Arbeiten umfassten zum Beispiel die visuelle Inspektion von Bauteilen, das Reinigen und Schmieren beweglicher Teile und den Ersatz von Verschleißteilen. Dazu gehören unter anderem riesige Dichtungen, die den unter Druck stehenden Teil des Flugzeugs vom „unbedruckten" trennen. Auch die Bauteile des „Vibration Isolation Systems" gehören dazu, das die Vibrationen des Jumbos vom Teleskop fernhält.

Anzeige

KOCH
UHLMANN GROUP

Als Sondermaschinenbauer sind wir Impulsgeber und Technologieführer bei individuellen Verpackungslösungen und bauen unsere Marktposition mit neuen Angeboten aus. Dafür brauchen wir Sie! Ihr topaktuelles Fachwissen, Ihre systematische Vorgehensweise, Ihre hohe Motivation. Gestalten Sie gemeinsam mit über 400 Mitarbeitern an neun Standorten weltweit unseren Erfolg!

Unsere Zukunft – mit Ihnen!
Wir suchen (m/w/d):

Absolventen
- Maschinenbau
- Elektrotechnik
- Wirtschaftsingenieurwesen
- Wirtschaftsinformatik

Bacheloranden
Praktikanten

DUALER PARTNER DHBW

Mehr zu Berufsbildern und Bewerbung:
www.koch-pac-systeme.com/karriere

ung leben 01/2021

www.koch-pac-systeme.com

SUPERCOMPUTER HAWK WIRD ERWEITERT

Das Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart (HLRS) erweitert seinen Supercomputer Hawk, einen der schnellsten Höchstleistungsrechner der Welt, um NVIDIA Grafik-Prozessoren. Dadurch wandelt sich die Architektur des HLRS-Supercomputers von einer reinen Zentralrechnertechnologie zu einer Hybrid-Plattform. Dieser Schritt optimiert die Rechnerlandschaft des HLRS im Bereich der Künstlichen Intelligenz, insbesondere für Deep-Learning-Anwendungen. Zudem ermöglicht er neuartige Arbeitsabläufe, die Simulation unter Nutzung von Höchstleistungsrechnen mit Big-Data-Methoden kombinieren.

4 X 10 PREISE FÜR HERAUSRAGENDE PUBLIKATIONEN

Bereits zum 4. Mal in Folge vergab die Universität Stuttgart die mit je 2.500 Euro dotierten Publikationspreise für herausragende Veröffentlichungen aus jeder der zehn Fakultäten. Da die Preisverleihung sowie die Präsentation der Publikationen in diesem Jahr coronabedingt nicht während des Forschungstags der Universität stattfinden konnte, stellen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Arbeiten in anschaulichen Steckbriefen und Videos im Netz vor. Die Themenbreite reicht von bionischem Bauen oder photonischen Bauelementen über die Simulation von Turbulenzen oder neue Ansätze in der medikamentösen Schmerztherapie bis hin zu Volksschauspielen oder Trendanalysen mit Daten aus der PISA-Studie.

Alle Präsentationen finden Sie online auf der Website der Universität Stuttgart.

Fotos: S. 6 privat, S. 7 privat, S.8 Universität Stuttgart/ICD/ITKE, iGEM S.10 Florian Behrens, S.11 HLRS

Anzeige

35.752 km², 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.bauensiemit.de

Wir bauen Baden-Württemberg. Bauen Sie mit.

Baden-Württemberg
VERMÖGEN UND BAU

1 Jessica Alice Hath; 2 Achim Mende; 3 bloomimages; 4 Brigida Gonzalez; 5 Johannes Vogt; 6 Christian Richters; 7 Dietmar Strauß.

KLUG DIGITAL BILDEN

TEXT: Jutta Witte
FOTOS: Sven Cichowicz

Bildungsexpertin Jun.-Prof. Maria Wirzberger macht Lehrkräfte fit für die Digitalisierung – mit kreativen Methoden und Forschung, die Fachgrenzen überwindet.

Digitale Systeme wie virtuelle Klassenzimmer, zielgruppenorientierte Lernportale oder mobile Apps öffnen große Chancen, um alle Lernenden individuell zu fördern und sie dabei zu unterstützen, ihre Potenziale optimal zu entfalten. In der Praxis fehlen allerdings nach wie vor geeignete Konzepte, um die vielen technischen Innovationen in den Bildungsalltag zu integrieren. „Es passiert ganz viel, aber vieles läuft leider auch am Bedarf vorbei", sagt Maria Wirzberger. Die Bildungsexpertin will intelligente Bildungstechnologien auf den Weg bringen, die später zielgerichtet genutzt werden können. Hierbei setzt sie in der Forschung auf multidisziplinäre Netzwerke. Und in der Lehre hält sie es mit Sokrates: „Ich gehe davon aus, dass ganz viel Wissen in den Lernenden schon vorhanden ist und meine Aufgabe darin besteht, es hervorzubringen."

Wirzberger leitet am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart die Abteilung „Lehren und Lernen mit intelligenten Systemen" (LLiS) und ist mit ihrem Team Teil des Cyber Valley, einer der größten KI-Forschungskooperationen Europas. →

Vielseitig und offen: Jun.-Prof. Maria Wirzberger setzt auf computergestützte Technologien.

→ Die Übernahme der Juniorprofessur war für sie ein weiterer Schritt in einer vielseitigen Karriere. „Ich habe ein ziemlich buntes Profil“, sagt sie. Wirzberger studierte Heilpädagogik, Psychologie und Human Factors und hat eine Ausbildung zum Personal Coach. Sie kennt sich ebenso gut in der Bildungsarbeit mit Kindern und Erwachsenen aus wie mit computergestützten kognitiven Modellen, Digitalisierung und Softwareentwicklung. Ihr „roter Faden“ ist das Lernen. Um herauszufinden, wie die Menschen dies tun, analysiert sie unter anderem, wie Lernende ihre kognitiven Ressourcen beanspruchen. Oder sie simuliert kognitive Prozesse mittels Computermodellen und gleicht die Modelldaten ab mit menschlichen Bildgebungsdaten. Das Wissen und die Methoden aus Pädagogik, Psychologie und Informationstechnologie zusammenzuführen steht für sie im Fokus, wenn sie Instrumente wie zum Beispiel ein KI-basiertes Training zur Aufmerksamkeitskontrolle weiterentwickelt und in unterschiedlichen Bildungskontexten erprobt.

DIGITALER UNTERRICHT PER APP

Bei der Ausbildung angehender Lehrkräfte setzt sie neben dieser Interdisziplinarität auf Interaktivität und das eigene Tun der Studierenden. In ihre Grundlagenvorlesung zur Pädagogischen Psychologie baut sie beispielsweise „aktive Pausen“ ein. In ihren Seminaren lässt sie neue Ideen und Konzepte mit Lego visualisieren. „Den Studierenden tut es gut zu sehen, was man jenseits der klassischen didaktischen Methoden bewirken kann“, beobachtet sie. Ihre Philosophie transferiert sie beispielsweise mithilfe von Gedankenspielen, kleinen Experimenten oder eingebetteten Quizfragen auch in den digitalen Raum. Ihr eigentliches Ziel aber ist es, das Analoge und Digitale miteinander zu verbinden und das Beste aus beiden Welten zu nutzen. Sie sagt: „Wir müssen uns nicht entscheiden. Selbst wenn wir digitalen Unterricht machen, bewegen wir uns in unserer eigenen physischen Welt.“ Ein Blick auf ihr kürzlich gestartetes Projekt „BeeLife“ zeigt, was damit gemeint ist.

Hier entwickelt Wirzberger mit Forschenden an der Technischen Universität Chemnitz in einem standortübergreifenden Projektteam eine mobile Lern-App, die sich vor allem an jüngere Schülerinnen und Schüler richtet. Sie soll Fünft- und Sechstklässler dafür sensibilisieren, was sie selbst im Alltag tun können, um die Umwelt und bedrohte Wildbienenarten zu schützen. Die Nutzung der App ist deshalb eingebettet in schulische Projektwerkstätten. Konkret geht es im Projekt darum, die natürlichen Lebensräume von Wildbienen zu schützen und damit die Biodiversität zu erhalten. Zu Beginn der App schlüpft eine virtuelle Wildbiene, die von den Kindern wie ein Haustier versorgt wird und zu der die Kinder im Laufe der Zeit eine Bindung aufbauen. Ziel ist es, für die eigene Wildbiene durch ökologisch umsichtiges Handeln gute Lebensbedingungen zu schaffen. In der Interaktion lernen die Kinder zum Beispiel, welche Blumen oder Kräuter ihre Wildbiene als Nahrungsquelle braucht. Werden diese Pflanzen dann im Rahmen einer Projektwerkstatt im Schulgarten gepflanzt, lässt sich in der App direkt erleben, wie es dem Insekt nach und nach besser geht. „Solche Erfolgserlebnisse steigern die Motivation und letztlich auch die Lernleistung“, ist Maria Wirzberger überzeugt.

LEHRAMTSSTUDIERENDE AN REFLEKTIERTEN UMGANG HERANFÜHREN

Wirkmechanismen wie bei BeeLife lassen sich auch auf andere Themen übertragen. Wichtig ist der interdisziplinären Wissenschaftlerin dabei immer, einen niedrigschwelligen Zugang zu intelligenten Lernsystemen zu schaffen, Transparenz über die Nutzung der Daten herzustellen und vor allem die Lehrkräfte zu einem sicheren und reflektierten Umgang mit den neuen Instrumenten zu befähigen. „Wenn wir Digitalisierung in Schulen nachhaltig umsetzen wollen, müssen wir bei den Lehramtsstudierenden anfangen“, betont sie. Hierzu gehört es nach ihrer Überzeugung auch zu vermitteln, welche Auswirkungen KI-gesteuerte Systeme auf die Gesellschaft haben können. Etwa, wenn Algorithmen unbewusste Vorurteile schüren. Wirzberger verweist in diesem Kontext gerne auf den „rassistischen Seifenspender“, der durch die sozialen Medien ging, weil er Seife nur an Menschen mit heller Hautfarbe herausgab. Der Grund: Die Infrarottechnologie wurde vorher nicht mit dunkelhäutigen Händen trainiert. →

Interaktiv: Neue Konzepte werden auch mal mit Lego visualisiert.

Jun.-Prof. Maria Wirzberger

„Den Studierenden tut es gut zu sehen, was man jenseits der klassischen didaktischen Methoden bewirken kann."

→ „Hier entstehen Fragen, die uns im Alltag alle betreffen", findet sie. Studierenden schon früh und in unterschiedlichen Zusammenhängen diese Fragen bewusst zu machen: Dies ist auch das Ziel des Lehrforums „Reflecting on Intelligent Systems in the Next Generation" (RISING). Es entsteht im Rahmen des neuen Interchange Forum for Reflecting on Intelligent Systems (IRIS) an der Universität Stuttgart, das Maria Wirzberger gemeinsam mit Steffen Staab als Sprecherin vertritt. Mit RISING will die Hochschule künftig das Thema „KI und Gesellschaft" quer durch alle Fachrichtungen direkt in der Lehre verankern, zum Beispiel über Module im Bereich der Schlüsselqualifikationen oder im Rahmen von Grundlagenvorlesungen. Hierfür soll ein übergreifendes Lehrforum entstehen, das im ersten Schritt bestehende Angebote bündeln, Zug um Zug aber auch neue Formate und Methoden bereitstellen soll. Die Lehrangebote baut Maria Wirzberger mit ihrem Team und gemeinsam mit allen Stakeholdern auf. Entscheidend sei zu klären, was die Lehrenden brauchen, um bei ihren Studierenden einen Reflexionsprozess anzustoßen, und welche Themen sie beschäftigen. „Wir schaffen mit unserem Lehrforum einen generischen Rahmen, in den wir dann vielfältigste Inhalte integrieren können".

Bereits 2021 sollen die ersten Reflexionsmodule an der Universität Stuttgart starten. Wirzberger selbst hat schon losgelegt und in ihre eigene Vorlesung zur Pädagogischen Psychologie das Thema „Unbewusste Stereotype und Vorurteile in (digitalem) Lehrmaterial" aufgenommen. Es ist einer von vielen Bausteinen, mit denen sie angehende Lehrkräfte fit macht für die Digitalisierung – und eine Lehr- und Forschungskultur fördert, in der die „Potenziale des Informationszeitalters für eine bessere und intelligentere Bildungswelt genutzt werden". ↠

KONTAKT

JUN.-PROF. DR. MARIA WIRZBERGER **Mail: maria.wirzberger@ife.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 81176

Nachdenken über Künstliche Intelligenz

TEXT: Carina Lindig

Im neuen Interchange Forum for Reflecting on Intelligent Systems (IRIS) der Universität Stuttgart reflektieren Forschende, wie intelligente Systeme in der Gesellschaft wirken.

Kann ein unbelebtes Objekt rassistisch sein? Das Video eines Seifenspenders, der Menschen mit dunkler Hautfarbe systematisch die Seife verweigerte, ging vor einiger Zeit durch die sozialen Medien. Der Seifenspender reagierte so, weil die Infrarot-Standard-Technologie von Personen mit heller Hautfarbe entwickelt und ausschließlich mit deren Händen getestet wurde. Dies ist kein Einzelfall. Ein weiteres Beispiel ereignete sich am Berliner Bahnhof Südkreuz: In einem Pilotprojekt aus dem Jahr 2017 sollte dort eine Gesichtserkennungssoftware 300 freiwillige Testpersonen überprüfen. Die Studie ergab, dass das System zu viele Menschen als verdächtig markierte, nach denen es gar nicht gefahndet hatte. Besonders betroffen waren auch hier dunkelhäutige Personen sowie Frauen.

Kann Diskriminierung durch Technik auf die Algorithmen geschoben werden? Jun.-Prof. Maria Wirzberger vom Institut für Erziehungswissenschaft und Sprecherin des neuen Forschungsschwerpunkts Interchange Forum for Reflecting on Intelligent Systems (IRIS) sagt dazu: „Die Antwort ist Nein, denn vereinfacht gesagt funktionieren Algorithmen wie Schubladen. Sie beruhen auf Standards, die von Menschen gesetzt werden und darum auch mit deren Stereotypen behaftet sein können. Diese Stereotype sind oft unbewusst und fließen damit unreflektiert in die Technikentwicklung ein."

GEGEN UNFAIRNESS

Solche Entwicklungen wollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Disziplinen bei IRIS gemeinsam untersuchen. „Wir haben in den letzten Jahren gelernt, wie der naive Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) für automatisierte Entscheidungen zu unfairer Diskriminierung führen kann. Aus diesem Grund entwickeln wir neue Methoden zur Vermeidung, Erkennung und Erklärung von Unfairness", sagt Prof. Steffen Staab vom Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS) der Universität Stuttgart und Co-Sprecher von IRIS. Mit dem Verbund wollen Forschende gemeinsam die Grundlagen, Mechanismen, Implikationen und Effekte intelligenter Systeme in der Forschung, Lehre und im Hinblick auf die Gesamtgesellschaft kritisch reflektieren. Gefördert wird IRIS durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder sowie durch den Forschungsfonds der Universität. →

Prof. Steffen Staab

„Menschliche Entscheidungen beruhen oft auf unbewussten Vorurteilen."

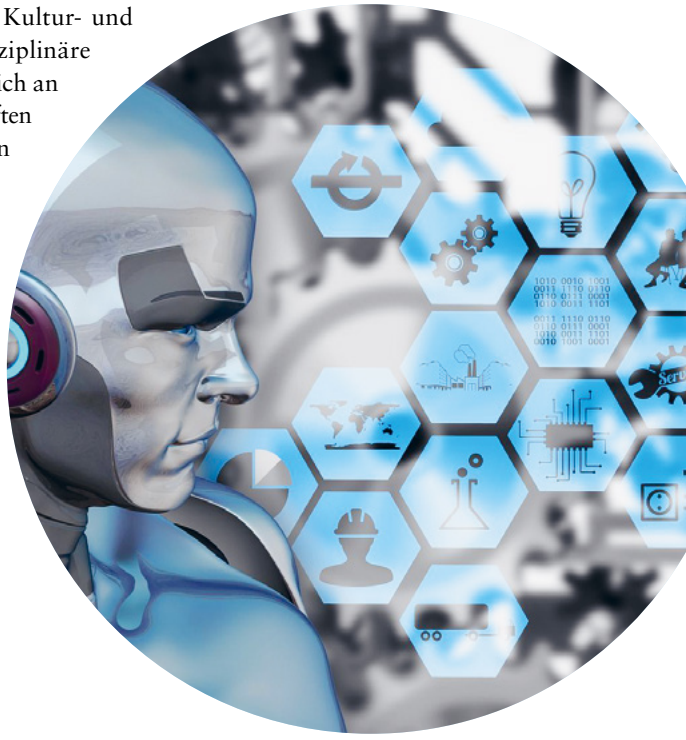
→ Die Aufgaben und Angebote von IRIS beschränken sich nicht nur auf den Bereich der Forschung. IRIS schafft darüber hinaus Austauschmöglichkeiten, um inner- und außerhalb der Universität mit Partnern aus Gesellschaft und Wirtschaft über aktuelle ethische und gesellschaftliche Herausforderungen zu diskutieren. Angefangen bei Datenethik über informationelle Selbstbestimmung bis zu vertrauenswürdiger KI. Und auch die Lehre steht im Fokus: Das Lehrforum „Reflecting on Intelligent Systems in the Next Generation" (RISING) unter der Leitung von Maria Wirzberger vermittelt Studierenden aller Fächer die kritische Reflexion intelligenter Systeme, beispielsweise durch Angebote zu den Themenfeldern „cultural bias" oder „open science". Lehrkräfte können sich in der Anwendung reflektierender Lehrmethoden weiterbilden.

BEWUSSTSEIN SCHAFFEN

Und wie hilft IRIS nun, etwas gegen Stereotype, zum Beispiel in der Technikentwicklung, zu tun? Wirzberger erklärt: „Der Nutzen ist zum einen, dass Studierende, wenn sie in den Beruf gehen, für dieses Thema sensibilisiert sind. Dann passieren solche Entwicklungen nicht mehr in diesem Ausmaß." Auch nicht bei der Sprache. Denn: „Auch Sprache ist ein intelligentes System", sagt Wirzberger. „Wer Sprache nicht sensibel verwendet, schließt vielleicht Personengruppen aus. Solche Themen sollten nachhaltig im Denken und Handeln verankert werden. Wir wollen ein Bewusstsein dafür schaffen, wie bunt und vielfältig unsere Gesellschaft ist." Zum anderen soll die internationale Vernetzung der Universität gestärkt werden. Wenn man unterschiedliche Menschen zusammenbringt, habe das den Vorteil, dass gute Ideen entständen und es einen lebhaften Austausch gäbe, meint die Wissenschaftlerin.

Steffen Staab betont, dass die Menschen dabei auch etwas über sich selbst lernen: „Menschliche Entscheidungen beruhen oft auf unbewussten Vorurteilen. Durch die Digitalisierung unserer Entscheidungen werden die Resultate transparent und nachprüfbar. Wir sehen jetzt zunehmend, wie wir als Menschen in der Vergangenheit andere unfair diskriminiert haben. Durch KI können wir in Zukunft – hoffentlich – unsere eigenen Entscheidungen besser hinterfragen und fairer urteilen."

An der Universität Stuttgart ist die Reflexion intelligenter Systeme bereits in einigen Bereichen verankert – wie etwa in der „Platform of Reflection" innerhalb des Exzellenzclusters „Daten-integrierte Simulationswissenschaft" (SimTech), in einem Themenschwerpunkt des Internationalen Zentrums für Kultur- und Technikforschung (IZKT) oder im Zentrum für Interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS). IRIS richtet sich an alle Disziplinen – von den Technik- und Ingenieurwissenschaften bis zu den Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften – und führt die unterschiedlichen Kompetenzen zusammen. ↠



KONTAKT

JUN.-PROF. DR. MARIA WIRZBERGER
Mail: maria.wirzberger@ife.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 81176

PROF. DR. STEFFEN STAAB
Mail: steffen.staab@ipvs.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 88100

MIT FIKTION IN DIE ZUKUNFT

TEXT: Carina Lindig

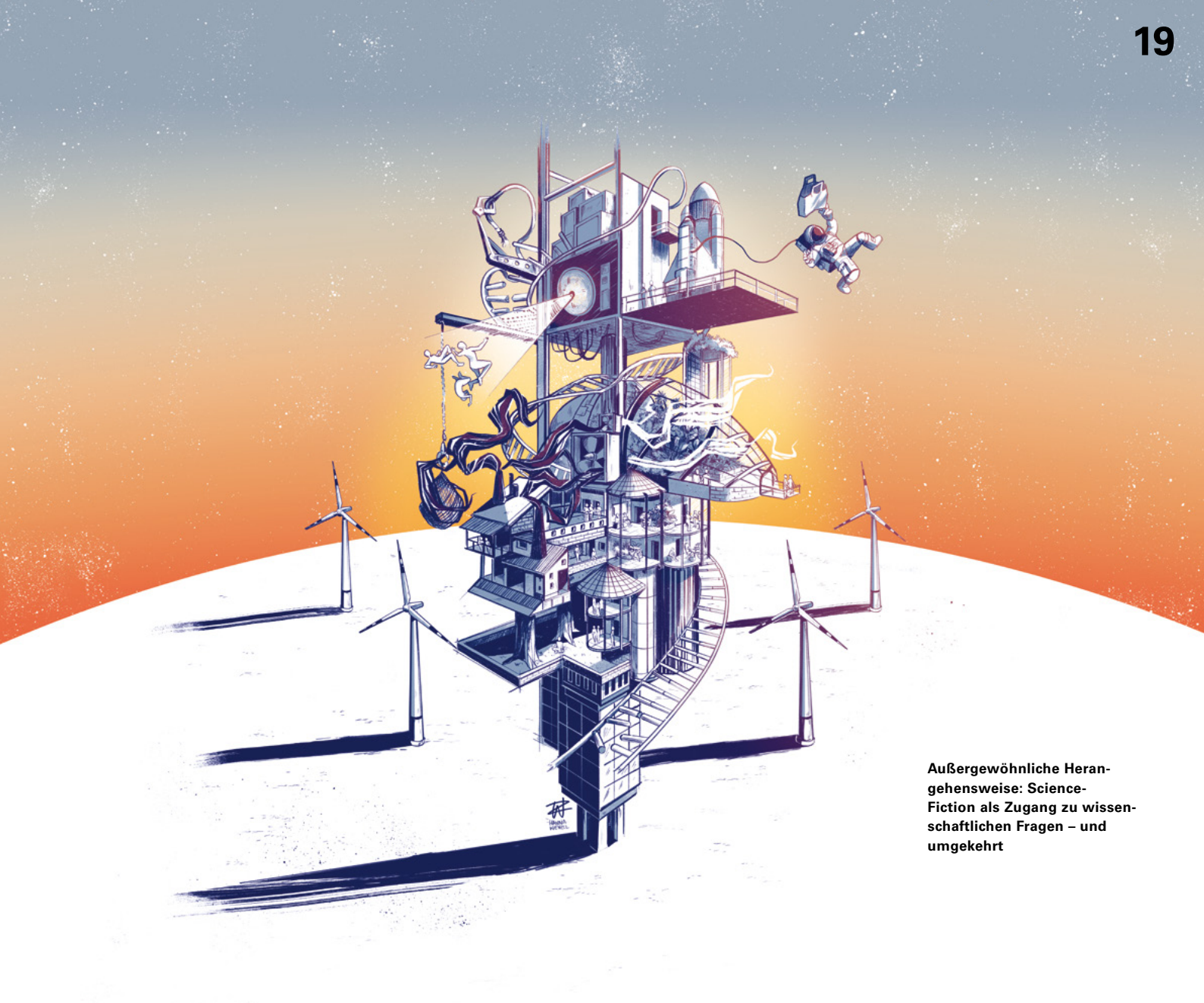
Auf der „Next Frontiers"-Konferenz treffen Forschende auf Science-Fiction-Autorinnen und -Autoren sowie interessierte Bürgerinnen und Bürger. Das neue Veranstaltungsformat trägt Wissenschaft in die Gesellschaft.

Stumm hockt MIRI während der Zukunftskonferenz auf der Bühne. Ihr Gesicht leuchtet rot. Ihr Arm greift nach einem der Holzklötze, die vor ihr zu einem Turm aufgestapelt sind. Aber bewegen kann das Robotermädchen die Klötze nicht. Sie ist eine Requisite. Ein Platzhalter für die neuen Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz, Future Food, Bitcoins oder Simulationen, die die Wirklichkeit vorhersagen. Wie bewerten wir die allgegenwärtige Technik heute? Und in welche Zukunft führt sie uns? „Next Frontiers" bringt Forschende aus den Bereichen Computing, Geobiologie, Sozial-, Medien- und Kulturwissenschaft mit bekannten Journalisten, wie Eva Wolfangel und Alexander Mäder, sowie Science-Fiction-Schriftstellerinnen und -Schriftstellern, wie Emma Braslavsky oder Tad Williams, zusammen. Sie sprechen über ihr Fach und die Frage nach Science-Fiction als Technologiefolgenabschätzung.

Ideengeber und Organisator ist Tobias Wengert. „Vor ein paar Jahren war ich auf der Konferenz ‚South by Southwest' in Austin, Texas", erzählt er. „Das ist eine der größten Veranstaltungen für Musik, Film und interaktive Medien." Dort entstand die Idee, literarische Themen mit Wissenschaft zu verknüpfen. „Ich wollte etwas Neues schaffen und mit Formaten experimentieren", sagt Wengert, der hauptberuflich als Veranstaltungsgestalter in der Stadtbibliothek Stuttgart arbeitet. Kooperationspartner der Konferenz sind unter anderem die Universität Stuttgart, die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart und die Medien- und Filmgesellschaft Baden-Württemberg.

INSPIRATION DURCH AUSTAUSCH

Was verbindet Science-Fiction und Wissenschaft? „Es ist Inspiration in beide Richtungen", meint Wengert. Beispiele kann er viele nennen: Der Autor Arthur C. Clarke habe das geostationäre Nachrichtensatellitensystem vorweggenommen, der Kommunikator aus der frühen Star-Trek-Serie definierte bereits die Eigenschaften des Handys – klein und mobil. Wengerts Lieblingsbeispiel aus der Literatur ist die Idee, Menschen in Kanonenkugeln in den Weltraum zu schießen. Der Physiker Hermann Oberth, der ein großer Science-Fiction-Fan war, habe das durchgerechnet und festgestellt, dass ein Mensch das nicht überleben würde. Daraufhin sei er auf die Idee gekommen, Raketen zu entwerfen. Für Wengert ist es der interdisziplinäre Austausch zwischen den Teilnehmenden, der den Kongress →



Außergewöhnliche Herangehensweise: Science-Fiction als Zugang zu wissenschaftlichen Fragen – und umgekehrt

→ besonders macht: „Als wir die Veranstaltung 2019 das erste Mal organisiert haben, war es für mich das schönste Erlebnis, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf mich zugekommen sind und gesagt haben, Herr Wengert, das müssen wir wieder machen. Die Gespräche waren bereichernd für mich."

Das Internationale Zentrum für Kultur- und Technikforschung (IZKT) der Universität Stuttgart ist Mitorganisator der Konferenz. Die Mitarbeitenden des IZKT waren in die konzeptionelle Planung eingebunden und haben die Forschenden eingeladen und betreut. „Es ist wichtiger denn je, dass die Wissenschaft in den Dialog mit der Gesellschaft kommt", sagt Dr. Elke Uhl, Geschäftsführerin des IZKT. Sie verweist darauf, dass in Zeiten von „Fake News" das Misstrauen vieler Bürgerinnen und Bürger gegenüber Expertinnen und Experten wächst. Mit Wissenschaftskommunikation und Wissenstransfer in die Gesellschaft könne man dem begegnen. Dabei stellt sich die Frage, wie die Universität in Zeiten des gesellschaftlichen Wandels ihrer besonderen Verantwortung gerecht werden kann. „Es gibt einen großen Strauß an Herausforderungen", sagt Uhl. Zu den großen Zukunftsfragen zählen der Klimawandel und die Corona-Pandemie, die Digitalisierung, das Welternährungssystem, Biodiversität oder Künstliche Intelligenz. Forschende haben einerseits die Aufgabe, in ihrem Forschungsbereich Lösungen und technische Innovationen zu entwickeln. Darüber hinausgehend ist es aber auch notwendig, ganzheitliche Zukunftsentwürfe vorzulegen. „Wir brauchen beides, evidenzbasierte Antworten und Lösungen auf ganz konkrete Fragen, aber auch den Mut, an Zukunftsentwürfen mitzuwirken", betont Uhl.

Wissenschaftskommunikation übernimmt dabei zunehmend die Rolle eines Schnittstellenmanagements. Sie sollte vermehrt unterschiedliche Wissensformen und -bestände zusammenführen. Und genau an der Schnittstelle zwischen Fiktion und Wissenschaft ist der Zukunftskongress „Next Frontiers" angesiedelt. „Der Kongress ist ein tolles, →

Robotermädchen MIRI: Die Requisite steht auf der Zukunftskonferenz als Platzhalter für die neuen Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz, Future Food und Bitcoins.

Auf der Internetseite https://www.next-frontiers.de/de/gaeste/ gibt es neben Videos und Bildern von der Veranstaltung „Next Frontiers" im September 2020 auch weiteres Informationsmaterial.

→ innovatives Format, weil Vertreterinnen und Vertreter von Wissensbereichen zusammenkommen, die normalerweise nicht zusammentreffen. Er ist ein starkes Signal, mit dem die Universität Stuttgart zeigen kann, dass sie ihre Verantwortung wahrnimmt", sagt Uhl. Verantwortung heißt für die Kulturforscherin, einen Zukunftshorizont einzunehmen, zur Lösung von gesellschaftlich relevanten Problemen beizutragen und dies mit einer Reflexion auf das eigene Handeln zu verbinden.

ÜBERLEGUNGEN ZUR POSTFOSSILEN STADT

Auf dem Kongress im vergangenen Herbst wurde die postfossile Stadt erörtert, wie Essen zukünftig aus dem Reagenzglas entstehen kann oder dass Roboter wie Kinder lernen. Während Tüftler und Denker sich das Leben in einer fernen Zukunft vorstellen, können viele Menschen das nicht einmal eine Generation weit. Trotzdem hofft Tobias Wengert, dass die Veranstaltung längerfristige Auswirkungen auf die Gesellschaft hat. Aber um das herauszufinden, müsste man zehn Jahre in die Zukunft reisen und dann zurückschauen, meint er. Auch Elke Uhl sagt, dass der Erfolg nicht in einfachen Zahlen oder mit quantitativen Methoden zu erfassen sei. Es gehe um langfristige Prozesse. Denkmuster müssten →

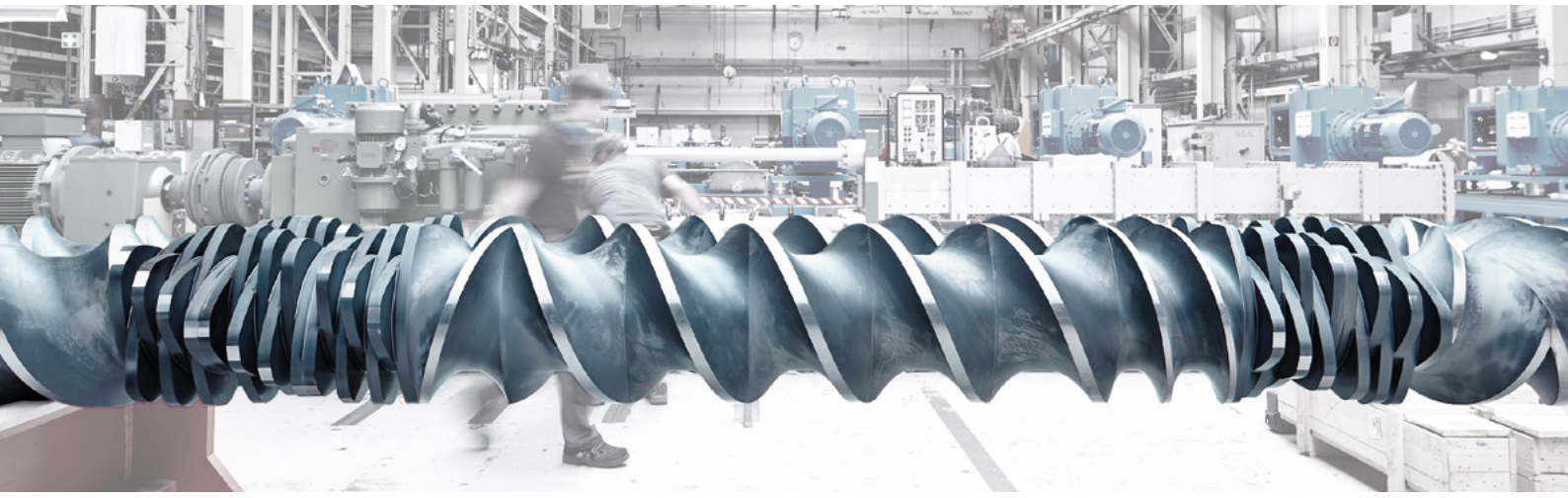
→ aufgebrochen und Fantasie und Kreativität gefördert werden. Allerdings habe der Kongress bereits jetzt gezeigt, dass technologische Innovationen mit sozialen Innovationen zusammengedacht werden müssen. Als Beispiel nennt sie den Klimawandel: „Tolle technologische Innovationen können zum Beispiel die Minderung des CO_2-Ausstoßes bewirken. Aber das Verhalten der Menschen kann diese positiven Einspareffekte wieder zunichtemachen. Das ist der sogenannte Rebound-Effekt." Auf einem Kongress wie „Next Frontiers", wo Literatur, Kunst und Wissenschaft zusammenkommen, entsteht direkter Austausch. Und daraus erwachsen Impulse für die eigene Arbeit. Der nächste Zukunftskongress ist bereits für September dieses Jahres geplant. ↠

KONTAKT

DR. ELKE UHL
Mail: elke.uhl@izkt.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 82379

Fotos: S.19 Hanna Wenzel, S. 20 Rony Schönebaum

Anzeige



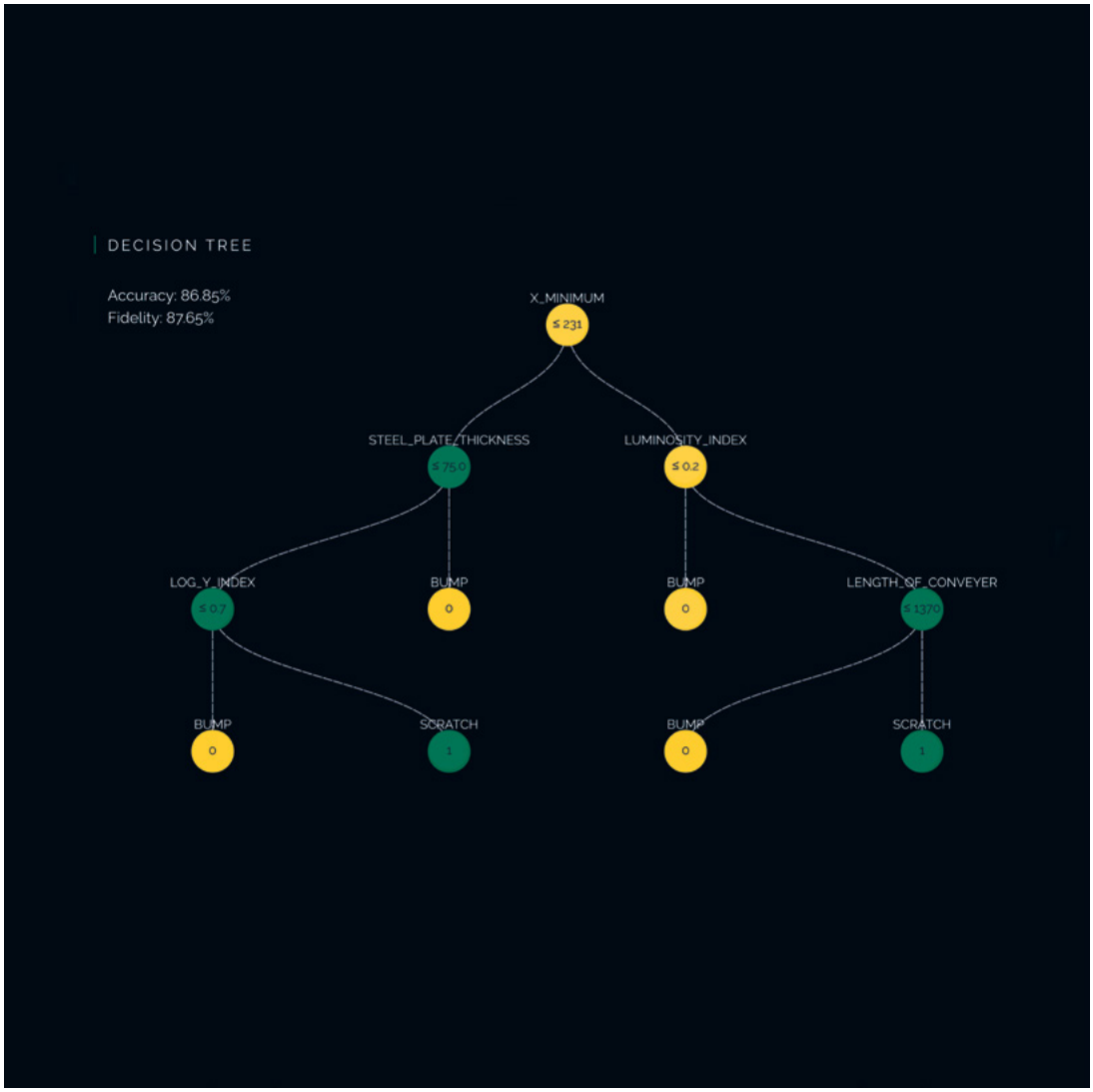
KARRIERE BEI COPERION. EINE ENTSCHEIDUNG FÜR DIE ZUKUNFT.

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

coperion
confidence through partnership

BLICK IN DIE BLACK BOX



Dieser Entscheidungsbaum spiegelt die Entscheidungsfindung des neuronalen Netzes wider, das auf S. 24 abgebildet ist. Es geht um die Klassifizierung: Ist es eine Beule oder ein Kratzer? Die gelben Blattknoten entsprechen der Entscheidung für eine Beule, die grünen repräsentieren die Entscheidung für einen Kratzer.

TEXT: Michael Vogel

Algorithmen der Künstlichen Intelligenz treffen zunehmend Entscheidungen, die sich auf Menschen auswirken. Doch wie solche Entscheidungen zustande kommen, muss transparenter werden.

Amazon ist ein begehrter Arbeitgeber – das Unternehmen erhält eine Flut von Bewerbungen. Kein Wunder, dass es nach Möglichkeiten sucht, die Vorauswahl zu automatisieren. So entwickelte der Konzern einen Algorithmus, der aus den Bewerbungsunterlagen die vielversprechendsten herausfiltern sollte. Trainiert wurde diese Künstliche Intelligenz (KI) mit den Datensätzen der Beschäftigten, um so zu lernen, wer gut zu Amazon passt. Doch die Software benachteiligte systematisch Frauen. Die Trainingsdaten stammten von sehr viel mehr Männern als Frauen, weil in der Vergangenheit mehr Männer eingestellt worden waren. Der Algorithmus identifizierte deshalb das Geschlecht als K.-o.-Kriterium. Da diese Diskriminierung trotz Anpassungen am Algorithmus nicht verlässlich auszuschließen war, gab Amazon das System schließlich wieder auf.

Das Beispiel zeigt, wie schnell jemand in einer Welt der Algorithmen Nachteile haben kann – ohne zu wissen warum, und oft, ohne es überhaupt zu erfahren. „Passiert das bei automatisierten Musikempfehlungen oder der maschinellen Übersetzung, mag das unkritisch sein“, sagt Marco Huber. „Doch bei juristisch und medizinisch relevanten Fragen oder in sicherheitskritischen industriellen Anwendungen sieht die Sache anders aus.“ Huber ist Professor für Kognitive Produktionssysteme am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart und leitet am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) das Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence.

Gerade die KI-Verfahren, die eine hohe Prognosequalität erreichen, sind oft auch die, deren Entscheidungsfindung besonders undurchsichtig ist. „Neuronale Netze sind das bekannteste Beispiel“, so Huber. „Sie sind eine Black Box, da Daten, Parameter und Rechenschritte sich nicht mehr nachvollziehen lassen.“ Zum Glück gibt es auch KI-Verfahren, deren Entscheidungen nachvollziehbar sind. Mit ihrer Hilfe versucht Hubers Team nun neuronalen Netzen auf die Schliche zu kommen. Die Black Box soll zur White Box werden.

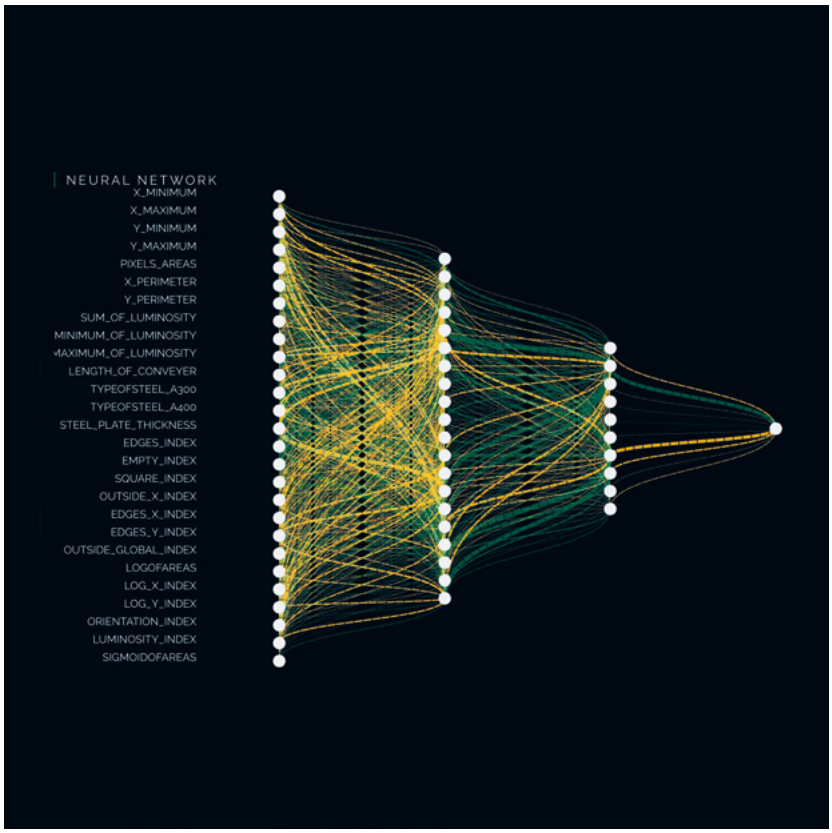
MIT JA-NEIN-FRAGEN ZUR WHITE BOX

Ein Ansatz sind Entscheidungsbäume. Entscheidungsbaum-Algorithmen stellen aufeinander aufbauende Ja-Nein-Fragen strukturiert dar. Sogar in der Schule ist man damit in Berührung gekommen: Wer beim mehrfachen Wurf einer Münze alle möglichen Kombinationen aus Kopf und Zahl grafisch darstellen musste, hat einen Entscheidungsbaum gezeichnet. Die Entscheidungsbäume, die Hubers Team nutzt, sind natürlich komplexer.

„Neuronale Netze müssen mit Daten trainiert werden, damit sie überhaupt vernünftige Lösungen liefern“, erklärt er den Ansatz. Eine Lösung bedeutet in diesem Fall, dass das Netz aussagekräftige Prognosen trifft. Das Training stellt ein Optimierungsproblem dar, das zu unterschiedlichen Lösungen führen kann. Diese hängen neben den verwendeten Daten auch von Randbedingungen ab – hier kommen die Entscheidungsbäume ins Spiel. „Wir führen eine mathematische Randbedingung in das Training ein, sodass sich ein möglichst kleiner Entscheidungsbaum aus dem neuronalen Netz extrahieren lässt“, sagt Huber. Und weil der Entscheidungsbaum die Prognosen nachvollziehbar macht, wird das Netz zur White Box. „Wir drängen es dazu, unter den vielen möglichen Lösungen eine spezifische anzunehmen,“ sagt der Informatiker. „Vermutlich ist es nicht die optimale Lösung, aber dafür eine nachvollziehbare.“

Neuronale Netze in der KI sind dem menschlichen Gehirn nachempfunden. Die künstlichen Neuronen können Informationen erhalten und verarbeiten sowie untereinander kommunizieren.

Es gibt weitere Verfahren, um Entscheidungen von neuronalen Netzen nachvollziehbar zu machen. „Eines, das in seiner Aussage für Laien leichter verständlich ist als ein Entscheidungsbaum, ist die kontrafaktische Erklärung“, sagt Huber. Er gibt ein Beispiel: Wenn eine Bank auf Basis eines Algorithmus einen Kredit ablehnt, könnte der →



Das neuronale Netz: Die weißen Punkte in der linken Spalte repräsentieren die eingegebenen Daten, der einzelne weiße Punkt rechts das Ergebnis. Was dazwischen passiert, bleibt meistens im Dunkeln.

Unten: Prof. Marco Huber sagt, wichtiger als die optimale Lösung sei manchmal die nachvollziehbare Lösung.

→ Betroffene die Gegenfrage stellen, was sich an den Antragsdaten ändern müsste, damit der Kredit genehmigt würde. Dann wäre rasch klar, ob jemand systematisch benachteiligt wurde oder die Kreditwürdigkeit tatsächlich nicht mehr zuließ.

So eine kontrafaktische Erklärung dürfte sich dieses Jahr auch mancher Jugendliche in Großbritannien gewünscht haben. Infolge der Corona-Pandemie fielen die Abschlussprüfungen aus. Das Bildungsministerium beschloss daraufhin, die Abschlussnoten per Algorithmus zu erzeugen. Das Ergebnis: Schülerinnen und Schüler hatten Noten, die teils deutlich unter den zu erwartenden Leistungen lagen. Ein Aufschrei ging durchs Land. Zwei wesentliche Aspekte waren in den Algorithmus eingeflossen: die Einschätzung der individuellen Leistung und die Prüfungsleistungen an der jeweiligen Schule aus den Vorjahren. Der Algorithmus verstärkte dadurch bestehende Ungleichheiten: Eine begabte Schülerin schnitt in einer Brennpunktschule automatisch schlechter ab als an einer renommierten Schule.

RISIKEN UND NEBENWIRKUNGEN AUFZEIGEN

Für Sarah Oppold ist dies ein Beispiel für einen unzureichend umgesetzten Algorithmus. „Die Daten waren ungeeignet und das zu lösende Problem war schlecht formuliert“, bemängelt die Informatikerin, die am Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS) der Universität Stuttgart promoviert. Sie forscht zu der Frage, wie sich KI-Algorithmen bestmöglich und transparent gestalten lassen. „Viele Forschungsgruppen konzentrieren sich dabei primär auf das Modell, das dem Algorithmus zugrunde liegt“, sagt Oppold. „Wir versuchen die gesamte Kette abzudecken, von der Erhebung und Vorverarbeitung der →

→ Daten über die Entwicklung und Parametrisierung der KI-Methode bis zur Visualisierung der Ergebnisse.“ Das Ziel ist in diesem Fall also keine White Box für einzelne KI-Methoden, sondern den ganzen Lebenszyklus des Algorithmus transparent und nachvollziehbar darzustellen.

Entstanden ist dazu ein Frameworks, eine Art Ordnungsrahmen. So wie bei einem Digitalbild Metadaten wie Belichtungszeit, Kameratyp und Aufnahmeort hinterlegt sind, so wären zu einem Algorithmus mittels des Framework Erklärungen hinterlegt – etwa, dass die Trainingsdaten sich auf Deutschland beziehen und daher die Ergebnisse nicht auf andere Länder übertragbar sind. „Man kann es sich wie bei einem Medikament vorstellen“, sagt Oppold. „Es gibt eine medizinische Indikation, es gibt eine Dosierung, es gibt Risiken und Nebenwirkungen. Auf dieser Grundlage entscheidet der Arzt oder die Ärztin, für welche Patienten sich das Medikament eignet.“

Noch ist das Framework nicht so weit entwickelt, dass es Vergleichbares für einen Algorithmus leistet. „Derzeit berücksichtigt es nur tabellarische Daten“, so Oppold. „Wir wollen es nun auf Bild- und Streamingdaten erweitern.“ Zudem müsste in ein praktisch einsetzbares Framework interdisziplinäre Expertise einfließen – etwa von KI-Entwicklern, aus den Sozialwissenschaften und von Juristen. „Ab einer gewissen Reife des Frameworks“, sagt die Informatikerin, „sind Kooperationen mit der Industrie sinnvoll, um es weiterzuentwickeln und industriell eingesetzte Algorithmen transparenter zu machen.“ ⇥

KONTAKT

PROF. DR. MARCO HUBER **Mail: marco.huber@iff.uni-stuttgart.de Telefon: +49 711 9701960**

SARAH OPPOLD **Mail: sarah.oppold@ipvs.uni-stuttgart.de Telefon: +49 711 685 88255**

Fotos: Universität Stuttgart/IFF

Anzeige

Region Stuttgart *Kultur* Gsälzbär CyberValley **Maschinenbau** **Innovation** Hip Hop *Mineralquellen* Spätzle **Spitzenforschung** **Tradition** **IBA'27** *Informations*technologie **Vielfalt** Maultaschen *Mobilität* VFX **Verantwortung**

jobs.region-stuttgart.de

Wirtschaftsförderung Region Stuttgart

ETHIK-LABEL FÜR KI

In Zukunft soll es Antworten auf die Frage geben: Achtet ein Algorithmus Werte wie Transparenz, Privatsphäre, Gerechtigkeit?

TEXT: Michael Vogel

Künstliche Intelligenz muss ethisch bewertbar sein. Eine Gruppe von Forschenden unter Beteiligung der Universität Stuttgart hat hierzu einen praxisnahen Vorschlag erarbeitet.

Wer eine LED-Leuchte kauft, einen Gefrierschrank, ja, selbst ein Auto, der stolpert fast zwangsläufig über das Energieeffizienzlabel. Es ist eine intuitiv erfassbare Angabe zum Energieverbrauch und in der EU seit mehr als einem Jahrzehnt für immer mehr Produkte vorgeschrieben. Das Label ist bei Weitem nicht perfekt, weil es sich „schönrechnen“ lässt. Aber es ist inzwischen bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern etabliert und dient oft als Orientierung.

Das Energielabel war auch – zumindest teilweise – Inspiration für eine neue Form von Kennzeichnung: Sie besagt, ob bei einem Algorithmus, der auf Künstlicher Intelligenz (KI) beruht, ethische Prinzipien eingehalten werden. „Wenn solche Algorithmen Entscheidungen →

→ treffen, die Folgen für Menschen haben, dann muss aus ethischen, aber auch aus rechtlichen Gründen nachvollziehbar sein, wie eine solche Entscheidung zustande kam“, sagt Andreas Kaminski. Der promovierte Philosoph leitet am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) die Arbeitsgruppe „Wissenschafts- & Technologiephilosophie der Computersimulation“.

Wie so eine Einordnung aussehen könnte, dafür gibt es vor allem zwei Ansätze: ein auf ethischen Erwägungen beruhendes Regelwerk, das in die KI-Modelle integriert wird, oder die Zertifizierung von KI-Verfahren anhand ethischer Kriterien. „Beide Ansätze haben grundsätzliche Probleme, wenn es um die praktische Umsetzung geht“, sagt Kaminski. „Beim ersten Ansatz lassen sich keine impliziten Regeln berücksichtigen.“ Zum Beispiel legt die Straßenverkehrsordnung nicht fest, wie das Einfädeln bei dichtem Verkehr erfolgt – oft geht das nur ohne regelkonformes Warten. „Der zweite Ansatz wiederum lädt dazu ein, Grauzonen auszunutzen, und es bleibt unklar, wer die Entscheidungen letztlich getroffen hat“, so Kaminski.

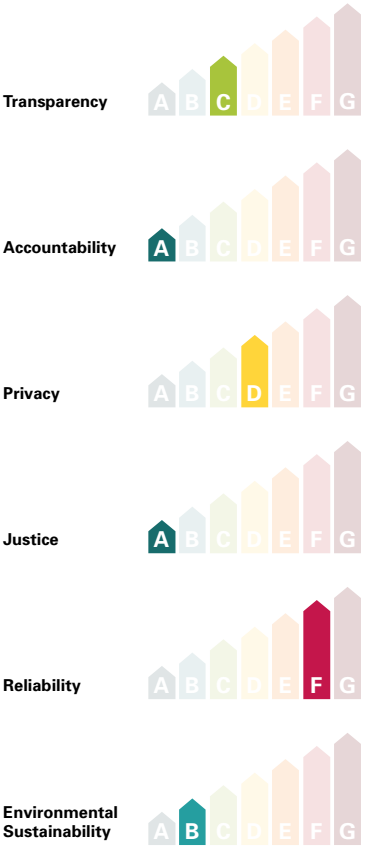
Er ist Mitglied der AI Ethics Impact Group, eines Konsortiums, das die Technologieorganisation VDE und die Bertelsmann Stiftung gemeinsam initiiert haben. In die interdisziplinäre Gruppe fließt Expertise aus Informatik, Philosophie, Technikfolgenabschätzung, Ingenieurwesen und den Sozialwissenschaften ein. „Wir haben ein praktisch einsetzbares Konzept zur KI-Ethik entwickelt, das drei Kriterien erfüllt“, erklärt Kaminski: „Erstens ist es bei pluralen Wertvorstellungen – also in unterschiedlichen Gesellschaften – nutzbar. Zweitens bewertet es eine KI immer im Kontext ihrer Anwendung. Drittens ist nachvollziehbar, wie die Bewertung zustande kommt.“

ETHISCHE WERTE MESSBAR MACHEN

Optisch dargestellt sind diese Ergebnisse in der Art des Energielabels, sozusagen als KI-Ethik-Label. „Unser Konzept ist für ganz unterschiedliche Gruppen geeignet, für Verbraucher, Betroffene, Entscheider, Einkäufer …“, sagt Kaminski. „Bei Bedarf können sie mehr erfahren, als die optische Darstellung anzeigt. Das schafft für Unternehmen Anreize, ihre Algorithmen tatsächlich daran anzupassen.“

Das Konzept beruht nicht allein auf dem KI-Ethik-Label, das Werte wie Transparenz, Haftung, Privatsphäre, Gerechtigkeit, Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit in Kategorien von A bis G einteilt. Zwei weitere Elemente kommen hinzu. Da ist zum einen ein von dem Philosophen Christoph Hubig entwickeltes Modell, mit dem die genannten Kriterien messbar gemacht werden – daran hatte auch Kaminskis Team mitgearbeitet. „Wir haben Kriterien für die einzelnen Werte definiert und die Messgrößen identifiziert, die zu diesen Kriterien beitragen“, erläutert Kaminski. „So lassen sich Wertkonflikte und -abhängigkeiten berücksichtigen. Wir betrachten die Werte differenziert, sie müssen nicht absolut bestimmt werden.“ Dadurch bleibt Raum für die Bewertung einer KI im Anwendungskontext. „Nicht alles muss gleichermaßen ethisch reguliert werden“, sagt Kaminski. „Denn es macht ja einen Unterschied, ob eine KI ein Kleidungsstück aufgrund des bisherigen Kaufverhaltens empfiehlt oder eine medizinische Diagnose erstellt.“ Diesen Aspekt greift der Ansatz mit dem dritten Element auf, einer Risikomatrix. „Sie stellt die Größe des möglichen Schadens, den eine KI anrichten kann, der Stärke der Abhängigkeit von dieser KI bei der Entscheidung gegenüber“, erläutert Kaminski. „Daraus lassen sich Risikoklassen ableiten.“

Der Vorschlag der AI Ethics Impact Group stößt auf Interesse. So hat sich das EU-Parlament informieren lassen, ebenso wie die High-Level Expert Group on AI, ein EU-Beratungsgremium. Auch bei der deutschen Ethikkommission und dem Ingenieursverband IEEE wurde das Konzept diskutiert. Das Justiz- und das Arbeitsministerium wollen nun in einem Projekt herausfinden, wie sich der Ansatz im Arbeits- und Verwaltungskontext umsetzen lässt. ↠



Das Ethik-Label zur Künstlichen Intelligenz bewertet Algorithmen. Es wurde von der Artificial Intelligence Ethics Impact Group entwickelt.

Der Philosoph Dr. Andreas Kaminski vom Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart hat mit einem Team ein Konzept entwickelt, um KI-Ethik zu bewerten.

Fotos: AIEI Group, GettyImages, privat

AUFRUF ZUM

TEXT: Melina Danieli

Ein internationales Forschungsteam hat analysiert, wie das World Wide Web unsere Gesellschaft fordert. Der Initiator des Manifests „Web Futures: Inclusive, Intelligent, Sustainable – The 2020 Manifesto for Web Science", Prof. Steffen Staab von der Universität Stuttgart, ist überzeugt, dass man dessen Weiterentwicklung bewusst gestalten sollte.

Was würde passieren, wenn für einen Tag der Strom ausfiele? Der Verkehr bräche zusammen, wir könnten nicht telefonieren nicht einkaufen und auch nicht arbeiten. Was würde passieren, wenn für einen Tag das Internet und das untrennbar mit ihm verknüpfte World Wide Web ausfielen? Das Szenario wäre ähnlich dramatisch: Der Verkehr bräche weitgehend zusammen. Wir könnten weder telefonieren, noch beim Einkaufen bezahlen – und die meisten Menschen wären erst einmal von ihrer Arbeit abgeschnitten.

Internet und Web sind heute zum Nervensystem unseres Planeten geworden – ähnlich lebenswichtig wie der Strom aus der Steckdose. Sie ermöglichen es, dass Menschen mehr und schneller Informationen teilen, leichter miteinander arbeiten, kommunizieren und interagieren. Die Corona-Pandemie wirkt bei alldem als Digitalisierungsbeschleuniger. Doch neben den positiven Auswirkungen erzeugen Internet und Web auch neue Herrschaftsstrukturen: Eine bislang nicht gekannte Dimension von Überwachung, Eingriffe in die Privatsphäre, gezielte Desinformationen und die Beeinflussung etwa von Wahlen werden zunehmend möglich. Viele Daten liegen meist in der Hand einiger weniger privater Unternehmen und die Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) vervielfacht die neuen Möglichkeiten und Risiken zusätzlich.

Im Manifest „Web Futures: Inclusive, Intelligent, Sustainable – The 2020 Manifesto for Web Science" hat ein internationales und interdisziplinäres Team mögliche Zukunftsszenarien des Webs erarbeitet. Es ist das Ergebnis des Perspectives-Workshops „10 Years of Web Science", der im Juni 2018 auf Schloss Dagstuhl im Saarland stattfand. Der Fokus der Veröffentlichung liegt dabei vor allem auf der Frage nach Chancen und Risiken des Webs, besonders unter Berücksichtigung der zunehmenden Bedeutung von KI. Im Juli 2020 stellten die beteiligten Forscher und Forscherinnen, unter anderem aus den Disziplinen Soziologie, Informatik und Philosophie, die Inhalte auf der Association for Computing Machinery (ACM) International Conference on Web Science vor.

Die Autorinnen und Autoren argumentieren unter anderem für einen Ausbau der interdisziplinären Zusammenarbeit. Das Ziel: ein inklusives, intelligentes und nachhaltiges Web für alle. „Für die Zukunft unserer Gesellschaft müssen wir darüber nachdenken, wie unsere möglichen Zukünfte mit der Zukunft des Netzes verflochten sind. Die ‚Web-Wissenschaft' ist nicht nur etwas für Forschende. Sie ist für alle", erklärt der Initiator des Manifests, Prof. Steffen Staab, Forscher im Exzellenzcluster „Simulation Technology" (SimTech) der Universität Stuttgart und im Forschungsverbund Cyber Valley.

Das Manifest beleuchtet zudem die Ambivalenzen, die das Web hervorbringt: Informationsfreiheit versus schlechte Informationsqualität, Möglichkeiten der Personalisierung versus Datenschutzprobleme, die Beteiligung vieler versus die Manipulation vieler, Inklusion und Fairness versus Ausbeutung sowie Nachhaltigkeit versus Wachstum. Außerdem illustriert es eindrücklich die anstehenden Herausforderungen für die weitere Ausgestaltung, Nutzung und Weiterentwicklung des Webs und benennt erforderliche Regulierungen, um das Web fair und inklusiv zu machen.

Für viele ist das World Wide Web heute zu einer Selbstverständlichkeit geworden, über die der Einzelne wenig nachdenkt. Gleichwohl hat es einen enormen Einfluss auf das Leben aller. Wie sich das Web durch den zunehmenden Einfluss von KI verändern werde und somit auch unseren Alltag beeinflusse, bleibe vorerst ungewiss, meint Staab und ist überzeugt: „Sicher ist nur die Veränderung selbst. Wir haben jetzt die Gelegenheit, uns zu überlegen, wie wir mit ihr umgehen möchten."↠

Prof. Steffen Staab ist Initiator des Web Futures-Manifests.

Fotos: Universität Stuttgart/Max Kovalenko

HANDELN

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR EIN INKLUSIVES, INTELLIGENTES UND NACHHALTIGES WEB

FORSCHENDE

Forschende sollten sich mit Forschenden anderer Disziplinen zusammentun. Fragen der Auswirkungen des digitalen Lebens auf Umwelt und Klima sollten dabei auf der gemeinsamen Agenda stehen. KI benötigt darüber hinaus ein Fachkolleg für klare Regulierungen.

AKADEMISCHE INSTITUTIONEN

Akademische Institutionen und Finanzierungseinrichtungen sollten interdisziplinäre Forschung und das Thema Nachhaltigkeitsforschung breiter fördern. In einem kontinuierlichen Dialog könnten die mit dem Web verbundenen Ungewissheiten adressiert werden. Auch Diversitätsprogramme sollten gefördert werden.

LEHRPERSONAL

Lehrpersonal aller Fachrichtungen sollte den zivilisierten Umgang im und mit dem Web fördern und Werte des gegenseitigen Verständnisses und Respekts vermitteln. Speziell entwickelte Lehrprogramme könnten zudem über die Nutzung des Webs aufklären.

UNTERNEHMEN

Vernetzung gewinnt auch für Unternehmen an Bedeutung. Durch die Kollaboration mit der Öffentlichkeit, der akademischen Welt und Nichtregierungsorganisationen könnten Effizienz und Innovation sowie das Vertrauen in die Wirtschaft gesteigert werden.

POLITIK

Die Politik sollte Forschungsbereiche etablieren, in denen Bildungs-, Innovations- und Umweltpolitik zusammengedacht werden. Inklusionsgesetze sollten dahingehend überarbeitet werden, dass auch ihre Bewertung in den Blick rückt.

KONTAKT

PROF. DR. STEFFEN STAAB
Mail: steffen.staab@ipvs.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 88100

EIN KODEX FÜR DIE CODER

GASTBEITRAG: Jörg Dräger

Künstliche Intelligenz und algorithmische Systeme nehmen immer größeren Einfluss auf unsere Entscheidungen. Programmierer sollten sich dieser Verantwortung bewusst sein. Ein Wertekompass kann ihnen dabei Orientierung verleihen. Den Weg zu einer solchen Professionsethik beschreibt Jörg Dräger, Vorstand der Bertelsmann Stiftung.

Ob bei Geldanlagen oder der Versicherung, bei der Jobsuche oder Polizeiarbeit, beim Internetshopping oder Onlinedating: In immer mehr Bereichen beeinflussen Algorithmen unser Leben und Handeln – ohne dass dies den meisten von uns bewusst ist. Doch algorithmische Systeme fallen nicht vom Himmel, ihre Ziele und Wirkungsmechanismen werden von Menschen bestimmt und umgesetzt. Algorithmengestalterinnen und -gestalter sollten daher einen Ethikkodex für ihre Berufsgruppe entwerfen. Etliche Professionen besitzen bereits derartige Leitfäden, allen voran die Ärztinnen und Ärzte in Form des Hippokratischen Eids. Andere haben Beschwerdeinstanzen gegründet. So kann etwa der Presserat öffentliche Rügen aussprechen, falls Journalistinnen und Journalisten den Pressekodex missachten. Auch die Entwicklung von Algorithmen zählt zu jenen Berufsfeldern, die eine hohe gesellschaftliche Verantwortung tragen und in besonderem Maße einer ethischen Integrität verpflichtet sein sollten.

Ethische Regeln für die Gestaltung algorithmischer Systeme können und sollen nicht definieren, was einen guten oder schlechten Algorithmus im Detail ausmacht. Vielmehr geht es darum, Qualitätskriterien für den Entwicklungsprozess und für den Einsatz von Algorithmen aufzustellen. Hierzu gehören Prinzipien wie Transparenz, Nachvollziehbarkeit, Beherrschbarkeit und klare Verantwortlichkeiten. Ein solches Leitbild wird nicht verhindern können, dass algorithmische Systeme bisweilen böswillig manipuliert werden. →

Dr. Jörg Dräger

„Alle, auch Führungskräfte und Anwendende, müssen an der Professionsethik mitarbeiten, damit die moralischen Normen breite Akzeptanz finden.“

Jörg Dräger ist promovierter Physiker und war von 2001 bis 2008 Senator für Wissenschaft und Forschung der Freien und Hansestadt Hamburg. Seit 2008 ist Dräger Vorstandsmitglied der Bertelsmann Stiftung und verantwortet dort die Bereiche Bildung, Integration und Digitalisierung.

→ Aber es erinnert, sofern hinreichend bekannt, diejenigen, die Algorithmen entwickeln, an ihre Verantwortung und vermittelt ihnen Handlungssicherheit. In etwaigen Konflikten mit Vorgesetzten, Arbeitgeberinnen oder Arbeitgebern können sich Mitarbeitende auf einen derartigen Berufskodex berufen.

VIELFALT UND VERBINDLICHKEIT

Die Entwicklung, Institutionalisierung und Verbreitung einer Professionsethik ist ein langwieriger Prozess mit vielen Beteiligten. Denn im heterogenen Berufsfeld der Algorithmenentwicklung müssen mehr als nur klassische Informatikerinnen und Informatiker einbezogen werden. Häufig sind es Data Scientists, die darüber entscheiden, anhand welcher Daten lernende Systeme trainiert werden und mit welchen Bewertungs- und Vorhersagemethoden sie nach Mustern suchen. Sie haben äußerst diverse fachliche Hintergründe; neben Fachleuten aus Informatik, Mathematik und Physik finden sich unter ihnen Quereinsteigende aus völlig anderen Berufsfeldern. Sie alle, auch Führungskräfte und Anwendende, müssen an der Professionsethik mitarbeiten, damit die moralischen Normen breite Akzeptanz finden. Erst durch einen ständigen Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis, durch langfristiges Werben für die Leitlinien und durch deren konsequente Integration in Aus- und Fortbildungen kann hinreichende Verbindlichkeit entstehen.

Auch wenn ein Berufskodex derzeit noch fehlt, wächst in der Branche die Sensibilität für die ethische Verantwortung und gesellschaftliche Tragweite ihres Tuns. So protestierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Google, als herauskam, dass sie im Projekt Dragonfly faktisch an einer zensierten Suchmaschine für den chinesischen Markt arbeiteten. Und im Juni 2018 erklärten Hunderte Studierende von US-Eliteuniversitäten, Jobinterviews mit Google abzulehnen, falls der Konzern die Arbeit am KI-Projekt Maven für das US-Verteidigungsministerium fortsetzen sollte. Auch Tausende Angestellte forderten in einer Petition, dass ihr Unternehmen nicht an solcher Kriegstechnologie mitwirken solle. Die Proteste hatten Erfolg: Im Frühjahr 2019 ließ Google den Vertrag mit dem Pentagon auslaufen.

MARKENZEICHEN VERANTWORTUNG

Ethische Leitlinien sollen nicht nur den Algorithmenentwicklerinnen und -entwicklern Orientierung geben, sondern auch jenen, die entscheiden, und jenen, die die Systeme professionell anwenden. Also zum Beispiel der Managerin, die algorithmische Systeme beauftragt, oder dem Polizisten, der mit ihnen im Berufsalltag umgeht. Derzeit entwickeln viele Konzerne eine Strategie für Corporate Digital Responsibility (CDR). Angelehnt an die etablierte Corporate Social Responsibility (CSR) formulieren sie eine freiwillige Selbstverpflichtung im Umgang mit digitalen Technologien. Dies bietet Gelegenheit, sich zu einem algorithmischen Ethikkodex zu bekennen. So ergänzt CDR auch ohne unmittelbare Sanktionen gesetzliche Anforderungen, etwa für den Umgang mit Daten, um ethische Überlegungen und eigene Werte.

Auch eine Öffentlichkeit, die ihre Erwartungshaltung klar kommuniziert, ethisches Verhalten belohnt und unethisches Verhalten sanktioniert, kann erheblichen Druck ausüben. Dabei lässt sich für Unternehmen aus dem angemessenen Umgang mit Algorithmen durchaus ein Wettbewerbsvorteil ziehen, wie etwa fair produzierte Mode oder fair gehandelte Lebensmittel zeigen. Während die USA oder China technische Vorreiter in Sachen KI sind, könnten Deutschland und Europa soziale und ethische Aspekte algorithmischer Systeme als Alleinstellungsmerkmale ausbauen. Steht bisher „Made in Germany“ für zuverlässige Qualität, sollte sich in Zukunft „AI made in Europe“ zum Markenzeichen für Verantwortung und Innovation entwickeln. ⇥

Dieser Beitrag basiert auf einem gekürzten und adaptierten Auszug des Kapitels „Wissen wirkt Wunder“ aus dem Buch von Jörg Dräger und Ralph Müller-Eiselt „Wir und die intelligenten Maschinen – Wie Algorithmen unser Leben bestimmen und wir sie für uns nutzen können“ (DVA 2019, 272 Seiten).

Foto: Besim Mazhiqi

CRISPR

Gentechnik beschleunigt Forschung

Eine Nährlösung in einer Zellkulturflasche

Kleinste Probenmengen werden pipettiert.

TEXT: Helmine Braitmaier
FOTOS: Max Kovalenko

Präzise, preiswert, schnell: Mit der Genschere CRISPR-Cas9 lässt sich das Erbgut gezielt ansteuern und verändern. Emmanuelle Charpentier und Jennifer Doudna erhielten 2020 für die Entwicklung der Methode den Nobelpreis für Chemie. Forschende der Universität Stuttgart nutzen die Technik auf vielfältige Weise.

DNA von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen kann mit der Genschere CRISPR-Cas9 punktgenau geschnitten werden. Nach Wunsch lassen sich anschließend an der Schnittstelle einzelne DNA-Bausteine austauschen oder ganze Genabschnitte einfügen. Die Hoffnung ist groß, dadurch zum Beispiel pilzresistenten Mais, Schweine mit mehr Muskelmasse oder neue Krebstherapien entwickeln zu können. Auch Erbkrankheiten lassen sich womöglich irgendwann heilen.

Methoden, das Erbgut zu verändern, gibt es seit den 1970er-Jahren, allerdings waren sie bis vor Kurzem zu ungenau, zeitaufwendig und teuer. So nutzten Forschende aus, dass der Zellapparat eingeschleuste Gene manchmal anstelle einer vorhandenen Genvariante einbaut. Danach waren meist jahrelange Kreuzungsversuche nötig, bis etwa Versuchstiere entstanden waren, die in allen Körperzellen die neuen Gene aufwiesen. Für Gentherapieversuche wurden oft abgeschwächte Viren genutzt, die jedes beliebige Stück DNA in das Erbgut einbauen können – jedoch unkontrolliert an zufälliger Stelle. Dadurch konnte es passieren, dass unbeabsichtigt wichtige Gene unterbrochen wurden, etwa solche, die vor Krebs schützen.

Um die Jahrtausendwende versetzten erste Genscheren wie Zinkfingernukleasen und später TALENs die Forschergemeinde in Euphorie, weil damit erstmals ein präzises Chirurgiewerkzeug für Gene verfügbar war. Durchsetzen konnten sie sich nicht: „Diese DNA-schneidenden Enzyme müssen für jeden Genort, den sie adressieren sollen, neu →

→ designt werden. Das ist nicht ganz trivial", sagt Prof. Albert Jeltsch. Der Leiter der Abteilung Biochemie am Institut für Biochemie und Technische Biochemie (IBTB) der Universität Stuttgart experimentiert seit ihren Anfängen mit den Genscheren.

DAS FORSCHUNGSFELD EXPLODIERT

Für die CRISPR-Cas9-Methode ist hingegen kein aufwendiges Proteindesign nötig. Es braucht lediglich ein kurzes RNA-Schnipsel, das die Abschrift der Ziel-DNA enthält und das DNA-Schneideenzym Cas9 an seinen Wirkort leitet. „Die Sequenz dieser Leit-RNA spuckt mir eine Online-Software aus, die ich dann für unter 10 Euro bestellen kann. Das ist eine Sache von fünf Minuten, wenn ich genau weiß, wo Cas9 schneiden soll", sagt Dr. Cathrin Hagenlocher vom Institut für Zellbiologie und Immunologie (IZI).

Als Charpentier und Doudna die Methode 2012 veröffentlichten, arbeitete Hagenlocher gerade an ihrer Doktorarbeit. „Die Theorie habe ich damals schon mitbekommen und mir überlegt, diese Technik möchte ich auch nutzen", sagt die Zellbiologin. Vier Jahre später wälzte sie Unmengen Protokolle, die damals schon im Internet zu finden waren, und etablierte die neue Technik in ihrer Arbeitsgruppe.

Eine Studentin von ihr untersuchte in Darmkrebszellen einen Signalweg innerhalb der Zellen, der diese in den programmierten Zelltod treiben kann, aber nicht immer auf ankommende Todessignale an der Zelloberfläche reagiert. „Wir wollten herausfinden, warum manche Krebszellen resistent sind, um vielleicht in der Krebstherapie irgendwann gezielt den Zelltod von Tumorzellen auslösen zu können", erklärt Hagenlocher.

Es funktioniere am Institut mittlerweile bestens, sogenannte Gen-Knockout-Zelllinien, in denen Gene zerstört sind, mittels der CRISPR-Genschere herzustellen, sagt Hagenlocher. →

Auf der Agarplatte: Bakterien mit neu klonierter DNA

WOHER KOMMT CRISPR-CAS?

Mit CRISPR-Cas wehren sich Bakterien gegen Viren. CRISPR heißen bestimmte Abschnitte im bakteriellen Erbgut. In diese Abschnitte baut das Bakterium DNA-Stücke von Viren ein, von denen es befallen wurde, und speichert sie anschließend ab. Bei erneutem Befall mit den gleichen Viren dient der ausgelesene Abschnitt dem Bakterienenzym Cas dazu, das Erbgut des feindlichen Virus wiederzuerkennen. Anschließend zerschneidet Cas das Viruserbgut präzise an der „gemerkten" Stelle. Das Virus wird somit unschädlich. Im Labor lässt sich das bakterielle System leicht zweckentfremden, um gezielt Erbgutveränderungen in allen möglichen Organismen durchzuführen.

Dr. Cathrin Hagenlocher

„Wir wollten herausfinden, warum manche Krebszellen resistent sind, um vielleicht in der Krebstherapie irgendwann gezielt den Zelltod von Tumorzellen auslösen zu können.“

Dr. Cathrin Hagenlocher etablierte CRISPR-Cas9 in ihrer Arbeitsgruppe.

Bereit für das nächste Experiment: menschliche Krebszellen in Nährlösung

→ „Komplizierter ist es, etwas in das Erbgut einzubringen." Dazu schleust man zum Beispiel das gewünschte DNA-Stück in die Zelle und lässt es vom zelleigenen Reparatursystem an der Bruchstelle einfügen. Institutsmitglieder hätten bereits erfolgreich bekannte Krebsmutationen in das Erbgut von Zellen eingefügt, um sie genauer analysieren zu können. „Das Feld explodiert geradezu und es gibt unglaublich viele abgewandelte Formen der ursprünglichen CRISPR-Cas9-Technik", sagt Hagenlocher.

ÜBERRASCHENDE FUNDE DANK CRISPR

Das Verfahren lässt sich beispielsweise auch nutzen, um Marker oder Proteine an bestimmte Genorte zu bringen. Dazu wird das Cas9-Enzym deaktiviert, sodass es die DNA nicht mehr schneidet. Die Forschungsgruppe um Prof. Jörn Lausen, Leiter des Instituts für Eukaryotengenetik (IIG), bringt mithilfe der spezifischen Leit-RNA markierte Cas9-Enzyme beispielsweise an Gene, die normalerweise die Zellteilung und Differenzierung steuern und bei Krebs fehlreguliert sind. „Wir wollen identifizieren, welche Proteine an das Gen binden, für das wir uns interessieren", sagt Lausen. Das können Transkriptionsfaktoren sein, die für das Ablesen von Genen notwendig sind. Es binden aber auch sogenannte epigenetische Enzyme, die Methylgruppen an die DNA anhängen oder entfernen und dadurch Gene an- oder abschalten.

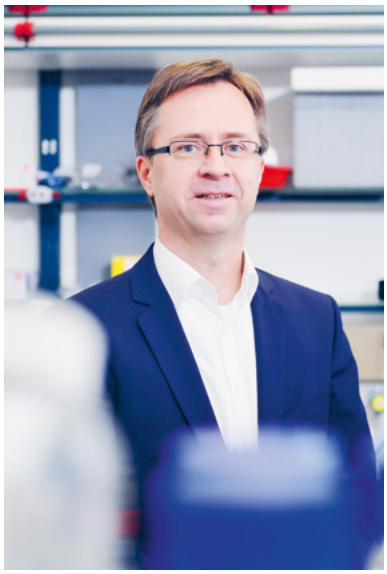
Um diese Proteine aufzuspüren, zerstückeln die Forscher zunächst das komplette Erbmaterial von Krebszellen. Aus dieser DNA-Suppe fischen sie anschließend nur die mit dem Cas9-Enzym markierten DNA-Stücke heraus – mitsamt den daran bindenden Proteinen. „Wenn wir zum Beispiel ein epigenetisches Enzym an einem Tumorsupressorgen finden, könnten wir das Enzym mit Inhibitoren hemmen, um das Gen zu reaktivieren und die Krebszelle in den Zelltod zu treiben. Solche Inhibitoren werden derzeit weltweit für die klinische Anwendung entwickelt", erklärt Lausen. Mit den bisherigen Methoden konnten Grundlagenforscher lediglich ihre Hypothese bestätigen, dass Protein X an Gen Y bindet. „Mit der →

Prof. Albert Jeltsch

„Der Vorteil ist, dass hierbei nicht das Erbgut verändert wird, sondern nur die epigenetischen Marker."

Prof. Albert Jeltsch arbeitet mit Genscheren seit ihren Anfängen um die Jahrtausendwende.

Rechts: Gentechnisch veränderte Zellklone werden isoliert.



Prof. Jörn Lausen

„Mit der CRISPR-Methode kann ich einfach schauen, was ich finde."

Prof. Jörn Lausen setzt die Genschere unter anderem an Krebszellen ein.

→ CRISPR-Methode kann ich einfach schauen, was ich finde. Womöglich ist das etwas, was ich nie erwartet hätte", begeistert sich der Genetik-Professor.

Auch Albert Jeltsch am IBTB beschäftigt sich mit epigenetischer Genregulation. In einem Projekt, das er zusammen mit einer Tübinger Forscherin beantragt hat, möchte der Biochemiker nun ein deaktiviertes Cas9-Enzym direkt mit einem epigenetischen Enzym koppeln und erstmals bei Ratten testen. Dabei soll ein Gen angepeilt und mit Methylgruppen versehen werden, das bei einigen Parkinson-Patienten mutiert oder überaktiv ist. Somit wäre das Gen abgeschaltet. „Der Vorteil ist, dass hierbei nicht das Erbgut verändert wird, sondern nur die epigenetischen Marker", sagt Jeltsch. Bei der klassischen CRISPR-Cas9-Methode würde das Gen unwiederbringlich zerstört werden, die DNA-Schädigung könnte in Einzelfällen sogar den Zelltod hervorrufen.

DAS LEGO-PRINZIP: BAUSTEINE BELIEBIG KOMBINIEREN

Prinzipiell lassen sich mit einer inaktiven Genschere wie bei einem Lego-Baukasten beliebig Bausteine miteinander kombinieren und zu ganz neuen Werkzeugen zusammenbauen. Jeltsch und sein Mitarbeiter Dr. Pavel Bashtrykov haben zum Beispiel einen Methylierungssensor entwickelt und patentieren lassen, mit dem sich erstmals live unter dem Mikroskop beobachten lässt, wie im Laufe der Zellteilung Gene in einzelnen Zellen an- oder abgeschaltet werden. Dafür wird eine Komponente eines Fluoreszenzfarbstoffs an eine inaktive Genschere – mittlerweile ist das die CRISPR-Cas-Genschere – gekoppelt und an den gewünschten Genort gebracht. Die andere Hälfte des Farbstoffs wird an eine Proteindomäne gekoppelt, die Methylierungsstellen erkennt. Befinden sich die beiden Farbstoffkomponenten in räumlicher Nähe, leuchten sie: der Beweis, dass ein bestimmtes Gen ausgeschaltet wurde. →

WO WIRD DIE CRISPR-TECHNIK ANGEWENDET?

In Laboren sind mit der Technik bereits zahlreiche Nutzpflanzen und Tiere mit neuen Eigenschaften erzeugt worden. Bisher ist noch keiner dieser Organismen auf dem Markt. In der EU gelten sie zudem als „gentechnisch verändert" und müssen ein aufwendiges Zulassungsverfahren durchlaufen. In klinischen Studien werden derzeit CRISPR-Therapien für Krebs, HIV, vererbte Blutkrankheiten und für eine seltene angeborene Blindheit am Menschen erprobt. Genetische Veränderungen an Keimbahnzellen, die an Nachkommen vererbt werden, sind in den meisten Ländern verboten. Dennoch sind 2018 in China mit CRISPR-Cas genveränderte Zwillinge geboren worden. Der Forscher He Jiankui und zwei Kollegen wurden dafür zu Gefängnis- und hohen Geldstrafen verurteilt.

→ Angesichts der vielen Möglichkeiten ist in Wissenschaftskreisen längst auch eine medizinethische Debatte entbrannt. Als umstritten gelten vor allem Eingriffe in die Keimbahn, während Gentherapien an Erwachsenen bei schweren oder bisher unheilbaren Erkrankungen weniger kritisch gesehen werden. „Ein ungeborenes Kind kann sich zu der Frage nicht äußern, ein Erwachsener schon", kommentiert Jeltsch.

In der Öffentlichkeit weckt die CRISPR-Technik aber auch Befürchtungen: „Die Ängste gehen soweit, dass Supersoldaten gezüchtet werden könnten, die die Weltherrschaft übernehmen", berichtet Jörn Lausen von einer Podiumsdiskussion. Noch gibt es viele offene Fragen, wie effizient und sicher das CRISPR-Verfahren langfristig beim Menschen ist, schreibt Miterfinderin Jennifer Doudna im Februar 2020 in der Fachzeitschrift Nature. Das Präzisionswerkzeug schneidet nämlich manchmal an falscher Stelle, auch wenn die Technik stetig weiter verbessert wird.

„Für uns als Grundlagenforscher stellen sich diese ethischen Fragen so nicht, weil wir keine Patienten heilen oder in die Keimbahn von menschlichen Embryonen eingreifen", sagt Prof. Dr. Markus Morrison, Direktor des Stuttgart Research Center Systems Biology und Leiter des IZI der Universität Stuttgart. Dennoch trage jeder Verantwortung, der genetische Änderungen an Zelllinien und Tieren vornehme, die als Modellsysteme in der Forschung dienten. „Da muss für jede genetisch veränderte Zelllinie eine Risikobewertung erfolgen und vor jedem Tierversuch der Entscheid eines unabhängigen Ethikkomitees eingeholt werden", betont Morrison.

Unabhängig davon, wie die Debatte um den Einsatz der Genschere am Menschen ausgeht, Morrison ist sich jedenfalls sicher: „CRISPR-Cas beschleunigt die Forschung ungemein und wird die nächste molekularbiologische Standardmethode sein." ⇥

KONTAKT

PROF. DR. MARKUS MORRISON
Mail: markus.morrison@izi.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 66987

Im Video stellt Prof. Jörn Lausen Forschungsprojekte im Bereich Stammzellbiologie, Epigenetik und Krebsforschung vor.

Prof. Markus Morrison

„CRISPR-Cas beschleunigt die Forschung ungemein und wird die nächste molekularbiologische Standardmethode sein."

Oben: das Modell eines Zuckermoleküls neben einer Zellkulturplatte

Links: Prof. Markus Morrison koordiniert die CRISPR-Forschung an der Universität Stuttgart.

Genom-Editierung: Mitsprache für alle

INTERVIEW: Helmine Braitmaier

Schwere Krankheiten heilen oder Designerbabys erzeugen? Im Interview erklärt der Sozialwissenschaftler André Bächtiger, weshalb nicht nur Expert*innen und Politiker*innen entscheiden sollten, was künftig möglich sein wird.

Prof. Dr. André Bächtiger hat die Professur für Politische Theorie und Empirische Demokratieforschung am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart inne. Er ist Prodekan der Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und Co-Direktor des Zentrums für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS).

Herr Professor Bächtiger, als Mitautor eines Beitrags im Fachmagazin „Science" fordern Sie, weltweit Bürgerinnen und Bürger in die Debatte zur Genom-Editierung mit einzubeziehen. Warum ist das wichtig?
PROF. DR. ANDRÉ BÄCHTIGER (AB) Stakeholder haben oft beschränkte Sichtweisen. Und es ist erstaunlich, dass die breite Masse die Welt oftmals anders sieht. Es sind Sichtweisen, die Expertinnen und Experten auch nicht haben können, weil wir alle in einer Blase leben. Darüber können wir dann diskutieren. Das ist der demokratischere Weg, um mit solchen Problemen umzugehen.

Das erste globale Bürgerforum zur Genom-Editierung soll demnächst unter australischer Leitung starten. Wie wird es ablaufen?
AB Es gibt bereits nationale Bürgerforen zur Genom-Editierung. Die Idee ist jetzt, aus aller Welt mindestens 24 Bürger zu finden, sodass möglichst alle Perspektiven zur Genom-Editierung, alle Bildungslevels, Religionen und Geschlechter vertreten sind. Die Leute werden ausführlich informiert und nehmen anschließend an angeleiteten Diskussionen teil. Am Ende steht ein Abschlussbericht mit Empfehlungen an die Weltöffentlichkeit.

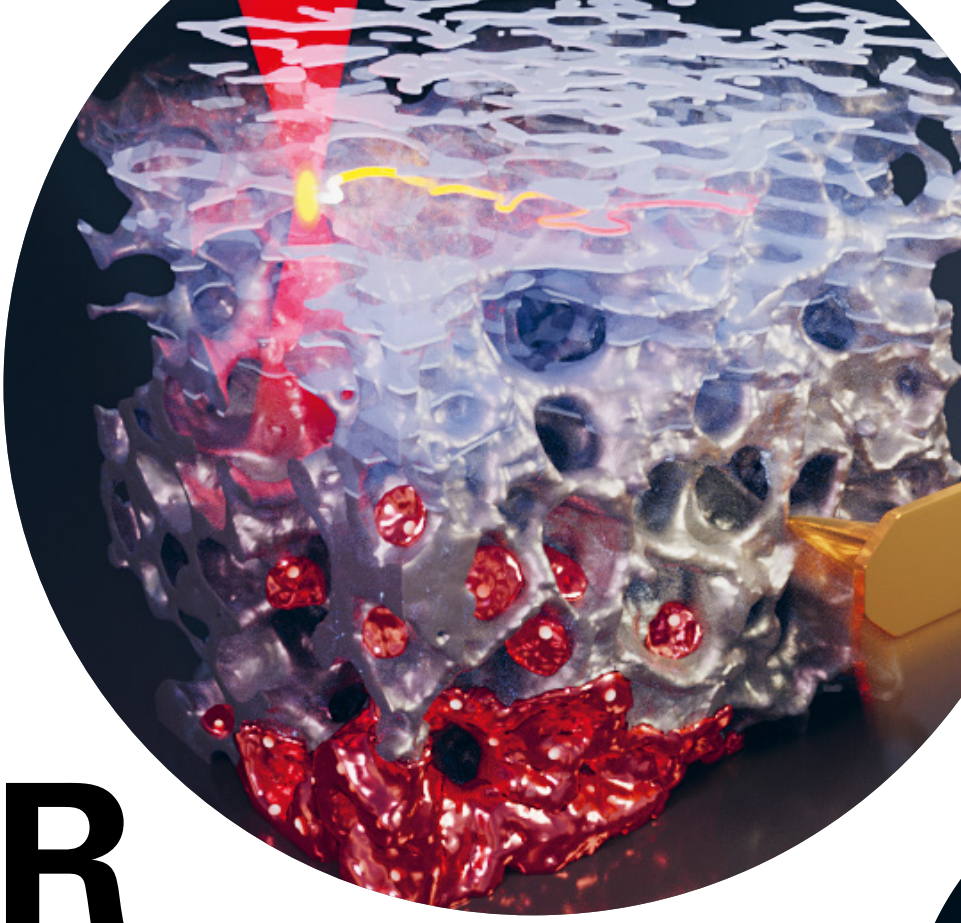
Wie kann eine Diskussion zwischen vehementen Befürwortern und Gegnern des Erbguteingriffs gelingen?
AB In einem Terra-incognita-Projekt der Universität Stuttgart konnten wir am Beispiel der Corona-Pandemie zeigen, dass es eine Mischung braucht. Einerseits hilft es, offen benannte „Teufelsadvokaten" einzusetzen, die einen mit Gegenargumenten konfrontieren. Da merke ich, wo ich Inkonsistenzen in meiner Argumentation habe. Das ist oft der erste Schritt. Auf der anderen Seite versucht man durch verständnisvolle Fragetechnik zu erreichen, dass sich die Leute in die Mitte bewegen, indem man sagt: „Ihr habt alle eure Vorurteile. Die sind auch völlig legitim, aber versetzt euch doch mal in die Position der anderen Seite."

Was zeichnet eine gute Diskussion aus?
AB Im Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung der Universität Stuttgart (ZIRIUS) untersuchen wir Bürgerforen-Diskussionen neuerdings auch mit computerbasierten Analyse-Tools. Ein Mindestkriterium ist, dass man seine Position begründet. Das muss kein rationaler Grund sein, es kann auch eine persönliche Geschichte sein. Ein zweites Kriterium heißt Zuhören, also dass ich mich intensiv mit dem Gegenüber und der anderen Position auseinandersetze. Es geht bei Bürgerforen nicht darum, Meinungen abzufragen, sondern dass diese reflektiert und öffentlich debattiert werden.

KONTAKT

PROF. DR. ANDRÉ BÄCHTIGER
Mail: andre.baechtiger@sowi.uni-stuttgart.de Telefon: +49 711 685 81450

Foto: privat



WENIGER IST MEHR

TEXT: Jutta Witte

Tierversuche sind ein kontroverses Thema. Ein interdisziplinäres Projektteam der Universität Stuttgart will sie „drastisch" reduzieren und langfristig überflüssig machen.

„Beim Thema Tierversuche tragen alle Forschenden und Antragstellenden große Verantwortung", betont Prof. Roland Kontermann, stellvertretender Leiter des Instituts für Zellbiologie und Immunologie (IZI). Rund zwei Millionen Versuchstiere kamen nach Angaben des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Jahr 2019 in Deutschland zum Einsatz, teilweise in der Grundlagenforschung, zu einem beachtlichen Teil aber auch in der präklinischen Erprobung von Medikamenten sowie bei Verträglichkeitsprüfungen. Für die Genehmigung von Tierversuchen gibt es ein verbindliches Leitbild, das in der Tierversuchsrichtlinie der EU und im deutschen Tierversuchsgesetz verankert ist. Es basiert auf den Prinzipien „Replacement, Reduction, Refinement (3R)" und verpflichtet Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dazu, Tierversuche möglichst durch alternative Methoden zu ersetzen, die Zahl der Versuchstiere zu senken und deren Belastung so gering wie möglich zu halten.

Mit dem von Prof. Monilola Olayioye (IZI) koordinierten Projekt „3R-US", das im März 2021 gestartet ist, wollen die Teams am IZI gemeinsam mit Forschenden vom Institut für Biomaterialien und biomolekulare Systeme (IBBS) und Onkologen des Robert-Bosch-Krankenhauses (RBK) die Umsetzung dieser Standards weiter vorantreiben. Ziel ist es, unter dem Dach der baden-württembergischen 3R-Initiative eine Plattform für die Krebsforschung aufzubauen. Diese soll Technologien und Analysemethoden zur Verfügung stellen, die auf primärem Tumorgewebe vom Menschen basieren und Tierversuche nach und nach ersetzen. Wie voraussetzungsvoll diese neuen Instrumente sind, zeigt ein Blick in die Arbeit von Olayioye. Sie erforscht das komplexe Zusammenspiel zwischen den Signalnetzwerken von Onkogenen, die das Tumorwachstum fördern, und Tumor-Suppressoren, die es unterdrücken. Solche und viele andere biophysikalische und biochemische Mechanismen sorgen dafür, dass Krebszellen sich unkontrolliert ausbreiten. Es gilt also, geeignete →

Durch Hochpräzisions-3D-Druck lassen sich komplexe Trägerstrukturen (grau) erzeugen und mit Zellen besiedeln (rot). Die hier dargestellte Mikrostruktur ist etwa so breit wie ein menschliches Haar. Diese Technik soll zur detailgetreuen Nachbildung von Tumorgeweben genutzt werden.

→ Angriffsstellen zu finden, an denen neue Wirkstoffe andocken können. Diese setzen Mechanismen außer Kraft und stoppen damit das Wachstum des Tumors oder zerstören ihn ganz.

„Wenn wir solche Stoffe mit möglichst wenigen oder irgendwann ganz ohne Versuchstiere testen wollen, müssen wir den komplexen Organismus eines soliden Tumors so realistisch wie möglich abbilden", beschreibt die Biotechnologin die Herausforderung. Bisherige Verfahren schaffen dies nur sehr begrenzt. Bei Tests in der Petrischale mit isolierten Krebszellen in einer Nährstofflösung wird der potenzielle Wirkstoff den Zellen direkt zugeführt. Den normalen Verteilungsprozessen im Körper entspricht dies nicht. Aber auch Testsysteme, bei denen Tumorzellen oder menschliches Tumorgewebe in Mäuse ohne Immunsystem implantiert werden und dort weiterwachsen, stoßen an ihre Grenzen. Denn sie bilden die Kommunikation zwischen Krebs- und Immunzellen im Menschen nicht mit ab.

Deswegen suchen die Forschenden nach anspruchsvolleren Systemen, in denen Tumorzellen in drei Dimensionen wachsen und mit anderen Zelltypen interagieren können. Drei Ansätze bilden die Grundlage für 3R-US: ex vivo, de novo und in silico. Ex vivo steht für ein Verfahren, bei dem Wirkstoffe außerhalb des Organismus nicht an einzelnen Zellen, sondern an Gewebeproben getestet werden. Um die verschiedenen Zelltypen und ihr Zusammenspiel im Gewebe zu erhalten, haben das Team von Prof. Walter Aulitzky am RBK und Experten vom Institut für Klinische Pharmakologie eine Technologie entwickelt, mit der menschliche Gewebeschnitte, die „slice cultures", kontinuierlich und kontrolliert mit Nährstoffen versorgt werden.

Das Ziel im Blick: Tierversuche sollen einmal ganz verzichtbar sein.

GEWEBEÄHNLICHE STRUKTUREN AUS BIOMATERIALIEN

Weil man dieses Gewebe aber nur einmal verwenden kann, setzt das Team von 3R-US auf die Nachbildung des wertvollen Materials über eine sogenannte De-novo-Technologie. Hierzu „fertigt" es mit 3D-Druckverfahren gewebeähnliche Strukturen aus Biomaterialien und Zellen und kultiviert sie in einem mikrofluidischen System – winzige Kammern, die eine dosierte Zufuhr von Wirkstoffen erlauben. „Mithilfe solcher Mikrosystemtechnologien können wir verschiedene biologische Strukturen wie Legosteine so zusammenbauen, dass sie den entsprechenden Tumor nachbilden", erklärt Michael Heymann, Juniorprofessor am IBBS. Die Daten, die im Zuge der Ex-vivo- und De-novo-Tests entstehen, sollen außerdem in den Aufbau und die Validierung von In-silico-Modellen einfließen. Durch Modellierungen und Simulationen sollen als dritter Baustein gemeinsam mit Simulationsexperten und -expertinnen realistischere Prognosen zur Wirkstoffverteilung möglich werden.

„Wenn wir die besten Wirkstoffkandidaten schon in Ex-vivo-Kultursystemen herausfiltern, können wir die Zahl der Versuchstiere für die abschließenden präklinischen Tests deutlich verringern", sagt Kontermann. Um Tierversuche ganz zu ersetzen, bieten nach seiner Einschätzung De-novo- und In-silico-Modelle in Zukunft große Potenziale. Das Wissen zu alternativen Testmodellen wollen die Forschenden mit weiteren Partnern der 3R-Initiative teilen. In den nächsten fünf Jahren soll ein institutionsübergreifendes 3R-US-Netzwerk entstehen, welches das Wissen aus Hochschule und Klinik zusammenführt, Synergien zwischen den biotechnologischen und medizintechnischen Expertisen herstellt und ein Angebot schaffen soll, mit dem auch Studierende frühzeitig für die Thematik sensibilisiert werden können.

Ob und wann Tierversuche verzichtbar sein werden, alternative Verfahren für die Tests neuer Wirkstoffe und Medikamente gegen Krebs also als gleichwertige Standards anerkannt werden, können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler derzeit zwar noch nicht prognostizieren. „Aber jeder Schritt, den wir in Projekten wie diesem gehen, bringt uns dem Ziel ein Stück näher", sagt Kontermann. ↠

KONTAKT

PROF. DR. ROLAND KONTERMANN **Mail: roland.kontermann@izi.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 66989

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

Fotos: Florian Sterl/Sterltech Optics/Universität Stuttgart/IBBS, GettyImages

WERKE FÜR DIE VIRTUELLE

TEXT: Daniel Völpel

Mehrere Institute der Universität Stuttgart und das Deutsche Literaturarchiv (DLA) Marbach erproben gemeinsam, wie Literaturforschung und Netzliteratur dauerhaft digital nutzbar gemacht werden können.

Unspektakulär klingt die Aufgabe nur auf den ersten Blick: Eine Datenbank für die literaturwissenschaftliche Forschung will ein Team aus den Fachbereichen Literaturwissenschaften, Computerlinguistik und Informatik der Universität Stuttgart aufbauen, das Science Data Center for Literature (SDC4Lit). Denn die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sehen darin eine Chance für ihre zukünftige Arbeit: „Der große Reiz liegt darin, dass man versucht, Forschung und Infrastruktur zusammenzudenken und zu verbinden", erklärt Sandra Richter, Leiterin des DLA und Professorin für Neuere Deutsche Literatur an der Uni Stuttgart. „Die eigentlich entscheidende Frage ist: In welcher Form und mit welchen Daten soll Literatur aufgenommen werden, damit man mit ihr arbeiten kann? Diese Frage hat man sich zwar schon immer gestellt. Unter den Bedingungen der Digitalität gelingt es jetzt, sehr präzise Antworten darauf zu geben."

Weil literarische Werke mittlerweile am Computer entstehen und digital publiziert werden, soll SDC4Lit eine Plattform bieten, diese zu erforschen. Sie muss Texte zunächst erfassen und archivieren. Forschende sollen diese dann mit intelligenten digitalen Werkzeugen auswerten können. Und die Ergebnisse sollen über SDC4Lit für Wissenschaft und Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Das Land Baden-Württemberg fördert das Vorhaben mit 1,8 Millionen Euro.

„Im Idealfall speichern wir Texte als voll durchsuchbare Dokumente. Und dann ist die Frage, welche Daten man dazu aufnimmt", erklärt Richter. Das gehe weit über Publikationsort, Jahr und Verfasser hinaus. Etwa bei Autorinnen und Autoren im Exil könnte man wissen wollen: Welche Geschichte hat der Text? Wo kommt er her? Was hat er bei einer Auktion gekostet? Diese Metadaten über einen Text lassen sich im Digitalen umfangreicher archivieren als früher in den Karteikarten der Bibliotheken. „Die Daten könnte man stetig erweitern, sodass Forschende damit arbeiten und aus den Metadaten eigene Analysen generieren können", so Richter. Zum Beispiel: „Was lässt sich zur Provenienz eines Textes sagen? Wie sieht es bei anderen, ähnlich gestalteten Texten aus? Kann man daraus allgemeinere Schlüsse ziehen?" Je größer die Corpora seien, desto weiter könnten diese Fragen reichen.

Inzwischen habe man die Software und die Speicherformen ausgewählt, berichtet die Forscherin über den Stand des 2019 gestarteten SDC4Lit. „Wir können mit dem Einpflegen der Texte beginnen." Bis zum Projektende 2023 soll es darum gehen, Konzepte zum Arbeiten mit den Texten auszuprobieren und umzusetzen. „Dabei agieren wir teilweise in völligem Neuland", betont Prof. Michael Resch, Leiter des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS) und des Instituts für Höchstleistungsrechnen der Universität. Denn Literaturdaten unterschieden sich von den technischen, mit denen das HLRS üblicherweise arbeite. →

EWIGKEIT

Prof. Sandra Richter ist Leiterin des DLA Marbach und Professorin für Neuere Deutsche Literatur an der Universität Stuttgart.

Prof. Michael Resch ist Leiter des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS) und des Instituts für Höchstleistungsrechnen der Universität Stuttgart.

→„Wenn ich über eine Strömungssimulation oder Ähnliches rede, geht es meistens um technische Parameter, die in der Forschergemeinschaft schon über eine sehr lange Zeit standardisiert sind“, so Resch. „Wenn wir über reine Bibliothekswissenschaften sprechen würden, wäre das in der Literatur ähnlich. Aber wir digitalisieren ja keine Bücher, sondern wir wollen einen kreativen Prozess abbilden, der sich nicht an standardisierten Normen orientiert.“ Reschs Team steuert die Methodik bei, digitale Daten für die nächsten 20, 30 oder 40 Jahre zu speichern, sowie das Know-how, wie man mit Informationen umgeht.

Wie dieses Neuland aussieht, erklärt Resch am Beispiel der Entstehungsgeschichte von Literatur: „Im DLA können Sie sich zum Beispiel die Originalmanuskripte von Franz Kafka ansehen. Hier sieht man, dass er ein Wort durchgestrichen und durch ein anderes ersetzt hat.“ Wenn Literatur im Digitalen entstehe, habe man einen unendlichen Veränderungsprozess vor sich, bei dem der Autor, die Autorin jeden Tag hingehen und das Werk verändern könne. „Hier geht es darum, einen kreativen Prozess zu erfassen und etwas daraus abzuleiten, was ich beim nächsten kreativen Prozess nutzen kann.“

PARTNER, DIE SICH IDEAL ERGÄNZEN

Dass DLA und HLRS Partner im SDC4Lit sind, darin sieht Richter einen großen Vorteil: „Beide Einrichtungen sind in der Lage, solche Infrastrukturen langfristig zu hosten und der Forschung die Daten zur Verfügung zu stellen, die dann damit arbeiten kann.“ Ähnliches sei in den Projekten der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) geplant. Die NFDI soll die Daten der gesamten deutschen Geisteswissenschaften erschließen, vernetzen und dauerhaft nutzbar machen. Zu Beginn fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft diese Projekte, langfristig sollen sie eigenständig weiterlaufen. Im Konsortium „Text+“ bewerben sich um diese Förderung derzeit die großen deutschen geisteswissenschaftlichen Institute. Sie wollen Sprach- und Textdaten von Sammlungen, Editionen und lexikalischen Ressourcen digitalisieren. „Vorstellbar wäre es, das SDC4Lit hier miteinzubringen“, sagt Richter. Ebenso könnte das DLA später seine Bestände in das NFDI-Projekt einspeisen. „Das DLA unterhält eine der bedeutendsten Bibliotheken für deutschsprachige Literatur und Literaturwissenschaft. Wenn die digitale Entwicklung sehr schnell weiterläuft und zum Teil Analoges ersetzt, müssen wir vorhalten, was wir vorhalten können. Natürlich sind die Ressourcen endlich, aber im Grunde umfasst unser Auftrag just diesen Bereich – und damit auch alles, was im Digitalen entsteht.“ ⇥

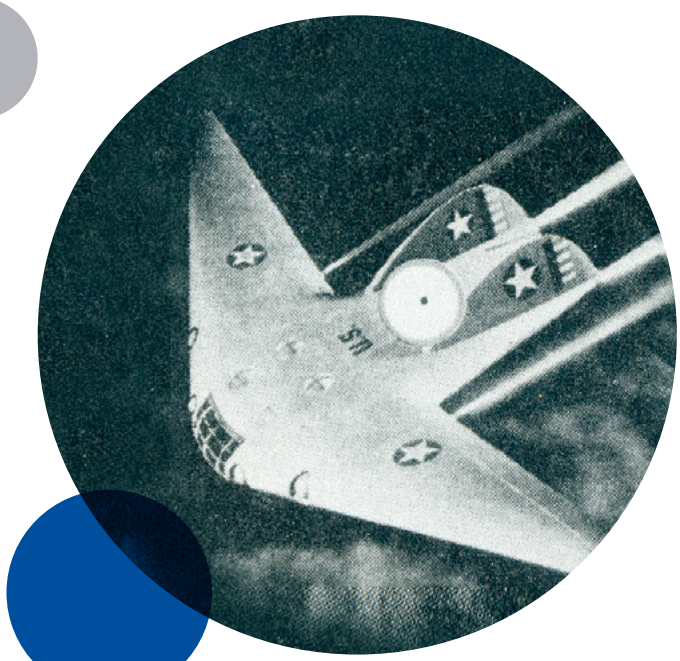
KONTAKT

PROF. DR. SANDRA RICHTER **Mail: sandra.richter@ilw.uni-stuttgart.de Telefon: +49 711 685 83065**

PROF. DR. MICHAEL RESCH **Mail: resch@hlrs.de Telefon: +49 711 685 87200**

Fotos: David Aussenhofer, Universität Stuttgart/Uli Regenscheit

Oben: Auszug aus dem Ende 1943 fertiggestellten „Lehrbuch der Technischen Kernphysik" von Hugo Watzlawek



Rechts: Auch nach dem Abwurf der Atombombe wurde von den vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Kernenergie geträumt. Zum Beispiel als Flugzeugmotor, wie hier im Magazin Newsweek 1945.

Kernphysiker im National-sozialismus

TEXT: Michael Vogel

Ein neu aufgetauchtes Dokument aus dem Jahr 1944 gibt Einblick in die Gedankenwelt eines Kernphysikers, der die Verantwortung seines Tuns nicht reflektierte.

Der Zufall stand Pate, als Prof. Klaus Hentschel von der Universität Stuttgart 2019 einen Nachlass sichtete und dabei auf ein Dokument mit dem Titel „Interatomare Energie" stieß. Das Werk stammte aus dem Jahr 1944, der Verfasser hieß Hugo Watzlawek. „Der Text bietet einen ungefilterten, erstaunlich kenntnisreichen, aber in vielem auch erschreckenden Einblick in die technokratische Gedankenwelt, den Wissensstand und den Anwendungshorizont eines ‚technischen Kernphysikers' im Dritten Reich", sagt Hentschel, der am Historischen Institut die Abteilung für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik leitet. In dem Typoskript habe Watzlawek noch ein halbes Jahr vor Kriegsende „nachdrücklich um weitere Mittel für die kernphysikalische und kerntechnische Forschung sowie für die Entwicklung von Kernwaffen" gebeten. Sein Ansinnen wurde abgelehnt. →

→ Über die Fähigkeit Hitler-Deutschlands, eine Atombombe zu bauen, ist unter Experten viel und kontrovers diskutiert worden. Fest steht, dass führende Köpfe des 1939 in Berlin gegründeten Uranvereins am Tag des Bombenabwurfs auf Hiroshima im Jahr 1945 nicht wussten, wie eine solche Bombe herzustellen wäre. „Dem nach 1945 aufgebauten Mythos einer bewussten Zurückhaltung der deutschen Kernforscher bei der militärischen Nutzung der Kernenergie widersprechen Watzlaweks Ausführungen aber", sagt Hentschel. Denn Watzlawek beweise mit seinem Typoskript erstaunlich viel physikalisch-technisches Detailwissen.

SUCHE NACH TREIBSTOFF FÜR LANGSTRECKENBOMBER

So wusste er etwa, dass Reflektorwände in einer Bombe wichtig sind, um die kritische Masse – die Mindestmasse, ab der eine Kettenreaktion einsetzt – niedrig zu halten. Er beschrieb auch sehr deutlich das von den Alliierten gewählte Verfahren, zwei Bombenhälften aufeinanderprallen zu lassen, um erst bei der Zündung eine kritische Masse zu erreichen. Zwar machte Watzlawek dazu keine quantitativen Angaben, aber von ihm genannte Anwendungen in Flugmotoren und Raketensprengköpfen zeigen, dass er eher einige Kilogramm als Tonnen erwartete. „Er war zu diesem Zeitpunkt bereits einige Jahre in die Suche nach einem kernphysikalischen Treibstoff für Langstreckenbomber eingebunden, seit 1940 forschte er bei den Henschel Flugzeug-Werken", erklärt der Historiker. „Watzlawek führte in seinem Typoskript zahllose Anwendungsbereiche für die Kernenergie auf, sehr viel mehr militärische als zivile, die er geradezu herbeizusehnen schien."

Watzlawek wurde 1912 in Österreich geboren. Sein Vater war Betriebsleiter eines Schleifwerks bei Innsbruck. 1930 machte der Sohn das Abitur mit Auszeichnung und studierte anschließend an der TH Wien „Technische Physik". Fünf Jahre später schloss er das Studium als Diplom-Ingenieur ab. Mit kernphysikalischen Themen befasste er sich bereits vor dem Ausbruch des Krieges. Dem Nationalsozialismus stand er ideologisch nicht nahe, war aber national-konservativ eingestellt. Eine geheimdienstliche Überprüfung beschied ihm 1957, als er sich – vergeblich – bei der US-amerikanischen Army Ballistic Missile Agency bewarb: Er sei „kein Kriegsverbrecher, kein begeisterter Nazi".

WISSENSCHAFT OHNE RECHENSCHAFT

1948 veröffentlichte Watzlawek sein bereits während des Krieges verfasstes „Lehrbuch der Technischen Kernphysik". „Weder darin noch in der ‚Darstellung des Lebenswerks' im Rahmen seiner Promotionsschrift 1950 spürt man bei Watzlawek irgendetwas von Reue, Nachdenklichkeit oder Zweifel am eigenen Tun vor 1945", sagt Hentschel. „Er ist ein Beispiel für die damals weitverbreitete Haltung, dass man ja nur der Technik dienen wollte oder einfach ungestört Wissenschaft betreiben wollte." Dabei bemerkten die Vertreter dieser Sichtweise nicht, dass sie durch ihr Tun ein verbrecherisches System stützten – oder sie wollten es nicht bemerken. „Noch in seinem Lehrbuch von 1948", sagt Hentschel, „steht der Satz, dass derjenige, der das Problem der Kernenergie löse, der Herr der Welt sein werde."

Watzlawek arbeitete nach dem Krieg nie wieder kernphysikalisch, obwohl er es mehrfach versuchte. Vielmehr blieb er bis zu seiner Pensionierung Dozent an der Bundesgewerbeschule Innsbruck. Er starb 1995.

„Sein Typoskript zeigt, dass es in Hitler-Deutschland nicht nur den Uranverein in der angewandten Kernphysik gab", sagt Hentschel. „Watzlawek hatte ein ganz anderes Beziehungsnetz: die Luftfahrtindustrie, das Reichsluftfahrtministerium und die Technischen Hochschulen in Berlin, München und Wien." Die wenigen blinden Flecken in seinem Typoskript resultierten aus dieser Ferne zum Uranverein. „Umgekehrt", so Hentschel, „enthält Watzlaweks Text etliche Punkte, die in den Arbeiten des Uranvereins unzureichend oder gar nicht berücksichtigt wurden." ↠

KONTAKT

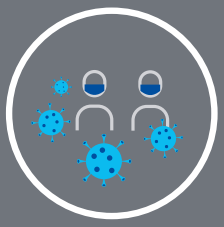
PROF. DR. KLAUS HENTSCHEL
Mail: klaus.hentschel@hi.uni-stuttgart.de
Telefon: +49 711 685 82312

Fotos: Deutsches Museum, München, Archiv, FA-002-752_0008, Newsweek

VERANTWORTUNG IN ZAHLEN

„Die Universität bildet nicht nur hervorragende Expertinnen und Experten auf ihrem Wissensgebiet aus, sondern auch global und integrativ denkende sowie verantwortlich handelnde Persönlichkeiten für Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft." So steht es im Leitbild der Universität Stuttgart. Gelebt wird dies nicht nur in Forschung und Lehre, sondern auch in der Verwaltung und in einer Vielzahl an Arbeitsbereichen, Initiativen und Gruppen, die sich in das Universitätsleben und in die Gesellschaft einbringen. Sie unterstützen Familien, Geflüchtete oder Corona-Geschädigte, geben jungen Menschen eine berufliche Zukunft, sorgen für Vielfalt oder engagieren sich in den Bereichen Sport, Musik, Kultur und mehr. Hier ein paar Beispiele:

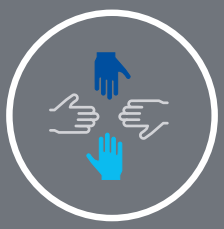
Mehr als 300 Corona-Helferinnen und -Helfer



gehören dem Helferpool der Studierendenvertretung stuvus an, der Bedürftige in der Pandemie unterstützt. Sie stellten in Zusammenarbeit mit dem Forschungscampus Arena2036 Schutzvisiere her, sind beim Deutschen Roten Kreuz, der Stuttgarter Tafel und in den Gesundheitsämtern aktiv und versorgen Studierende in Quarantäne.

91 Hochschulgruppen

Debattieren, Entwicklungshilfe leisten, Musizieren, Umweltschutz voranbringen, sich mit internationalen Studierenden austauschen, Hochschulpolitik gestalten ... All dies und noch viel mehr passiert in den 91 Hochschulgruppen an der Universität Stuttgart.

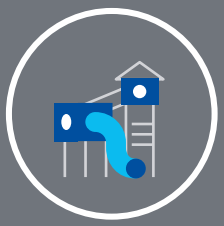


7 x Diversity

Chancengleichheit, Gleichberechtigung und Diversity kennzeichnen das Arbeiten an der Universität Stuttgart. Zum Diversity-Konzept gehören die Dimensionen Gender, Lebensentwurf, Alter, Gesundheit, soziale Herkunft, Nationalität & Kultur sowie die fachliche Ausrichtung.

Rund 200 Sportkurse

bietet der Allgemeine Hochschulsport in jedem Semester für Studierende und Beschäftigte an – von Gymnastik und Yoga bis hin zu Unterwasserrugby, Frisbee oder der Trendsportart Jugger. Ziel ist es, die Gesundheit zu fördern und einen Ausgleich zum Uni-Alltag zu schaffen.



124 Kitaplätze

für Klein- und Kindergartenkinder stehen den Studierenden an der Universität Stuttgart zur Verfügung, dazu kommen 32 Belegplätze für die Kids von Beschäftigten.

60 Auszubildende

Auch jenseits des Studiums übernimmt die Universität Stuttgart Verantwortung für die berufliche Zukunft junger Menschen: Ende 2020 gab es 60 Auszubildende in 14 Lehrberufen.

WIR MÜSSEN REDEN

TEXT: Jens Eber

Das Bauen der Zukunft muss nachhaltiger und ökonomischer werden. Um diese Ziele bei der Forschung optimal zu berücksichtigen, setzt das Exzellenzcluster IntCDC ein neues interdisziplinäres Verfahren ein: die sozio-technische Forschungsintegration.

Architektur ist eine Disziplin, deren Ergebnisse wie wenige andere für Generationen öffentlich sichtbar sind. Architektur kann Identifikation stiften oder Reibungspunkte erzeugen – unberührt bleibt aber kaum jemand. In diesem Bewusstsein verfolgt das Exzellenzcluster „Integrative Computational Design and Construction for Architecture“ (IntCDC), in dem 120 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität Stuttgart und des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme forschen, einen Ansatz der interdisziplinären Reflexion. Die „sozio-technische Forschungsintegration“ (socio-technical integration research, kurz: STIR) soll dazu beitragen, das Bauen der Zukunft schon im Forschungsstadium ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltig auszurichten. Dass dabei ebenfalls Reibung entsteht, ist durchaus erwünscht.

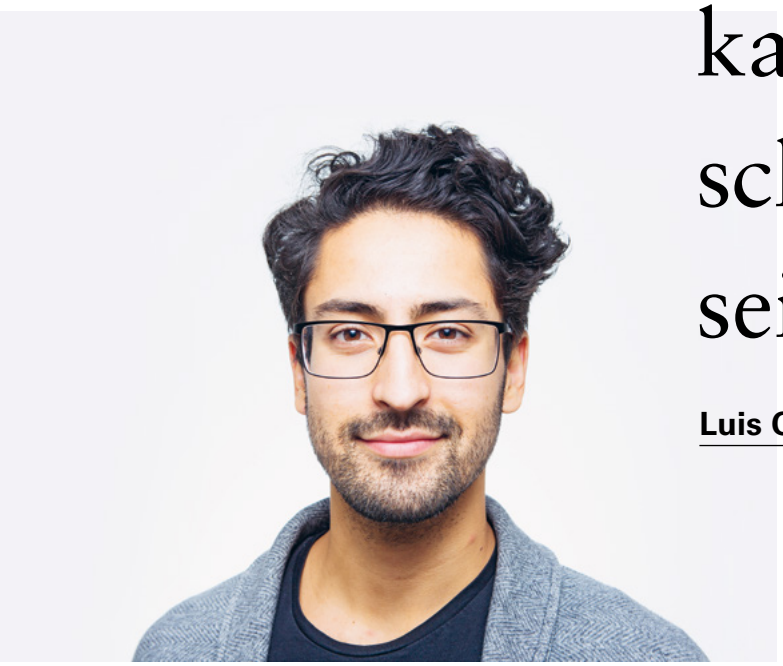
Luis Orozco ist Doktorand am Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (ICD) und arbeitet an neuartigen Verfahren des Holzbaus mit dem Ziel, auch mehrstöckige Gebäude modular vorproduzieren zu können. Bei seiner Arbeit traf der Architekt in den vergangenen Monaten nicht nur auf Berufskolleginnen und -kollegen oder Forschende aus den Bereichen Informatik und Ingenieurwesen. Einmal pro Woche fand er sich auch mit Deniz Hos vom Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart zusammen. Der Soziologe Hos beleuchtet gemeinsam mit Orozco die Forschungsschritte hinsichtlich ihrer ethischen, rechtlichen, sozialen oder auch ökologischen Folgen.

„Architektur und Bauwesen berühren viele verschiedene Aspekte und Menschen“, sagt Luis Orozco. Der STIR-Prozess ermögliche es, den Blick für die unterschiedlichen Perspektiven und Auswirkungen zu schärfen, etwa was die Belange der Arbeitenden in der Bauindustrie betreffe.

Im STIR-Projekt trafen sich Hos und Orozco fast drei Monate lang wöchentlich. Dabei arbeiteten die beiden zunächst in Gesprächen heraus, von welchen Annahmen Orozcos Forschung geleitet ist und welche Bezüge dabei zu den großen sozialen Herausforderungen bestehen. Ziel eines solchen Prozesses ist es, mögliche Folgen der Technikentwicklung – erwünschte wie unerwünschte – frühzeitig zu erkennen und mit den gesellschaftlichen Erwartungen abzugleichen. Hos betont, dass die sozio-technische Integration die jeweilige →

„Wissens-
transfer
kann
schwierig
sein.“

Luis Orozco



Der Architekt Luis Orozco promoviert am Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (ICD).

Deniz Hos

„Wenn wir nicht anecken würden, könnten wir keinen Fortschritt erzielen, also sind Reibungspunkte eingeplant.“

Deniz Hos ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Technik- und Umweltsoziologie der Universität Stuttgart.

Prof. Cordula Kropp

„Wir stellen viele kritische Fragen und die Probanden versuchen darauf zu antworten.“

→ Forschung nicht nur begleitet, sondern vielmehr mitgestaltet. Gesellschaftliche Fragestellungen und Belange werden so von Beginn an Teil der wissenschaftlich-technischen Arbeit.

„Wir gehen davon aus, dass die technologischen Entwicklungen nicht festgelegt sind, sondern dass es an vielen Stellen Entscheidungsspielräume gibt“, erklärt Prof. Cordula Kropp vom Lehrstuhl für Soziologie mit dem Schwerpunkt Risiko- und Technikforschung am Institut für Sozialwissenschaften. Solche Spielräume würden jedoch häufig unbewusst genutzt oder nur mit Blick auf „das Günstigste“. Damit blieben Chancen, künftige Entwicklungen nachhaltiger oder verantwortlicher zu gestalten, ungenutzt. Durch die im STIR-Prozess erarbeiteten Gesprächsprotokolle könnten solche Optionen nicht nur bewusst gemacht, sondern genutzt werden.

Vom Nutzen des Verfahrens ist auch Prof. Achim Menges vom ICD überzeugt: „Das Bewusstmachen der vielfältigen Aspekte, die es zu integrieren gilt, ist aus Sicht des Exzellenzclusters am wichtigsten.“ STIR verdeutliche, wie weit oder eng der Blick des einzelnen Forschenden bislang war und welche Perspektiven mit einbezogen werden könnten – „ein sehr wertvoller Beitrag“, so Menges.

ÜBER DIE FORSCHUNG HINAUSBLICKEN

Dass der Ansatz interdisziplinärer Gesprächsprotokolle im Exzellenzcluster IntCDC zum Einsatz komme, ist aus Menges’ Sicht eine sehr gute Entscheidung: Im Cluster arbeiten Forschende aus verschiedensten Bereichen, von der Architekturgeschichte über Materialwissenschaften und Bauingenieurwesen bis hin zur Robotik und den Sozialwissenschaften. Der sozialwissenschaftliche Ansatz der sozio-technischen Forschungsintegration könne die Beteiligten einerseits dafür sensibilisieren, welche Prioritäten gewisse Themen in bestimmten Phasen hätten. Andererseits könne es gelingen, über die Forschung hinauszublicken und zu erkennen, welche Folgen Forschungsentscheidungen haben können, die sonst ohne größere Reflexion getroffen werden. →

→ „Eines unserer Probleme war, dass die Thematik so komplex ist, dass sogar innerhalb des gleichen Forschungsfeldes der Wissenstransfer von einer Arbeitsgruppe zur nächsten schwierig sein kann“, sagt Luis Orozco. Via STIR konnte er den Transfer innerhalb zweier Gruppen von Masterstudierenden testen: „Unser Ziel war, das Holzbausystem, das wir entwickeln, so einfach wie möglich auszudrücken, damit unser Wissen bestmöglich übertragen werden kann.“

Der Ansatz der STIR-Prozesse sei dabei grundsätzlich ergebnisoffen, betont Prof. Cordula Kropp: „Wir stellen viele kritische Fragen und die Probanden versuchen darauf zu antworten. Es ist aber nicht möglich, von der einen Disziplin in die andere hineinzudirigieren.“

Gleichwohl ist ein gewisses Maß an Konflikt im Gesprächsprozess durchaus erwünscht, wie Deniz Hos hinzufügt: „Wenn wir nicht anecken würden, könnten wir keinen Fortschritt erzielen, also sind Reibungspunkte eingeplant.“ In den beiden Projekten, in denen Hos arbeitete, habe es eine so gute Kommunikationsebene gegeben, dass er auch überspitzt habe fragen können, ohne dass es ihm auf der persönlichen Ebene übel genommen worden sei. „Ich konnte auch provokant nachhaken und hatte trotzdem immer das Gefühl, so einen Mehrwert zu erzielen.“

Reibung sei etwa dann entstanden, wenn es um Aspekte ging, die aus Expertensicht für die rein technische Entwicklung nicht die oberste Priorität besaßen, zum Beispiel ethische Fragen oder der Zugang zu Baumaterial. Cordula Kropp ergänzt: „Uns erschien das IntCDC-Projekt gerade deshalb geeignet, weil es eine so radikale, disruptive Erneuerung ist, die die herkömmliche Bauweise fundamental verändern könnte.“

„Es geht um eine Veränderung der Architektur, dafür sind mehr als Architektinnen und Architekten notwendig“, sagt Achim Menges. Einbezogen werden müssten alle, die am komplexen Entstehen solcher Bauten beteiligt sind. Dazu gehörten auch sozialwissenschaftliche Fragen oder die historische Reflexion. Noch sei es zu früh, um abschließende Erkenntnisse aus dem Prozess zu ziehen, sagt Menges. Er hofft jedoch, dass das STIR-Verfahren innerhalb des Exzellenzclusters noch breitflächigere Anwendung findet. ⇥

Prof. Achim Menges

„Es geht um eine Veränderung der Architektur, dafür sind mehr als Architektinnen und Architekten notwendig.“

KONTAKT

PROF. DR. CORDULA KROPP **Mail: cordula.kropp@sowi.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 83941

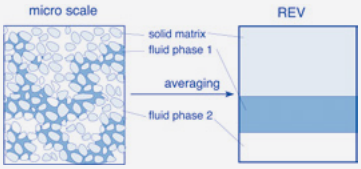
PROF. ACHIM MENGES **Mail: mail@icd.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 82786

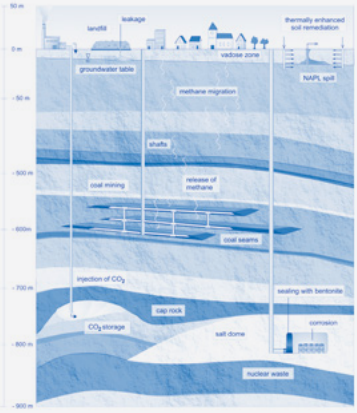
Fotos: S. 51 Universität Stuttgart/IntCDC, privat, S. 52 und 53 Uli Regenscheit

TRANSPARENTE GESELLSCHAFTLICHEN

TEXT: Jens Eber

An der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik: In einer interdisziplinären Arbeit haben drei Forscher aufgezeigt, was Modelle und Simulationen leisten können.





Oben: Mittelwertbildung – Übergang zwischen Mikroskala und REV-Skalanten

Unten: schematische Darstellung ausgewählter Gas-Flüssigkeits-Strömungsprobleme im Untergrund

Der Ingenieur Holger Class ist Professor am Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS) und Forscher im Exzellenzcluster „Daten-integrierte Simulationswissenschaft“ (SimTech) der Universität Stuttgart. Um zu verdeutlichen, warum er exzellente Rechenmodelle und Simulationen für wichtig hält, greift er aber zunächst zum Beispiel der Corona-Pandemie. Seit sich das Virus so vehement verbreitet, stütze sich die Politik in Deutschland bei ihren Entscheidungen zwar in hohem Maße auf die Meinung wissenschaftlicher Experten und Expertinnen. Class bedauert aber, dass es keine belastbaren Modelle für diesen Pandemiefall gebe. „Wenn wir wüssten, wie sich die Faktoren zueinander verhalten, könnten wir noch viel smarter durch die Pandemie kommen“, sagt der Forscher.

Präzise, wissenschaftlich fundierte Rechenmodelle und darauf aufbauende Simulationen – mit diesen Themen beschäftigt sich Class am IWS, aber auch darüber hinaus. Gemeinsam mit Prof. Bernd Flemisch – auch er ein SimTech-Forscher – und Dr. Dirk Scheer hat er das 2020 veröffentlichte Buch „Subsurface Environmental Modelling Between Science and Policy“ geschrieben. Es befasst sich mit der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik aus dem Blickwinkel der Modellierung des Gesteinsuntergrunds.

Dieser Zweig der Wissenschaft betreibt viel Grundlagenforschung, etwa zu den Fragen, wie sich die Fördertechnologie Fracking tief im Gestein auswirkt oder wie Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre entzogen und im Untergrund gespeichert werden kann. Die aufwendigen Experimente und komplexen Rechenmodelle finden zumeist in wissenschaftlicher Abgeschiedenheit statt. Aber in diesem Fall lag ein großes öffentliches Augenmerk auf der Arbeit, denn Fracking und die CO_2-Speicherung wurden in Deutschland intensiv debattiert.

BEITRAG ZUR ENTSCHEIDUNGSFINDUNG

Dabei sei die Wissenschaft aber selbst bei diesen politisch sensiblen Themen nicht von außen beeinflusst worden. „Ich hatte nie das Gefühl, das liefern zu müssen, was gern gehört wird“, betont Class. Vielmehr hätten die Forschenden einen Beitrag zur Entscheidungsfindung liefern können. Problematischer sei, glaubt Class, dass gerade die Entscheider und Entscheiderinnen kaum die Zeit hätten, die Ergebnisse oft langjähriger Forschung gründlich zu lesen.

Bernd Flemisch befasst sich am IWS vor allem mit der Entwicklung von Rechenmodellen. Mit seinen Kollegen Class und Scheer hat er bei der Arbeit am gemeinsamen Buch aber auch intensiv darüber nachgedacht, wie sich die Schnittstellen zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Politik verbessern ließen. „Um etwas bewirken zu können, müsste es →

MODELLE FÜR GEWINN

Prof. Holger Class, Prof. Bernd Flemisch und Dr. Dirk Scheer (von oben nach unten) haben gemeinsam zur Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik aus dem Blickwinkel der Modellierung des Gesteinsuntergrunds geforscht und dazu ein Buch veröffentlicht.

→ idealerweise vollkommene Transparenz geben", sagt Flemisch. Auf sein Forschungsgebiet bezogen bedeute dies, dass Softwareprogramme und andere Daten frei verfügbar und nachnutzbar sein müssten. „Forschungsprozesse müssen nachvollziehbar sein, sonst sind sie kein Erkenntnisgewinn", betont Flemisch.

SIMULATIONEN ALS BASIS FÜR DEN ÖFFENTLICHEN DISKURS

Als Sozialwissenschaftler befasst sich Dirk Scheer seit rund 20 Jahren mit der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung. Seit 2008 steht er im Kontakt mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am IWS. In ihrem Buch haben Class, Flemisch und Scheer herausgearbeitet, wie Wissen von Politik und Verwaltung verarbeitet wird. „Wissenschaft funktioniert nach einer eigenen Logik. Sie versucht, Wissen zu generieren, auch Wissen über Unwissen", sagt Scheer, der am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) forscht. Gerade mit Wissen über Unwissen, also dem Verständnis über noch vorhandene Wissenslücken, könne die Politik jedoch wenig anfangen. Wichtig sei aber auch, dass innerhalb der Wissenschaft noch stärker über die Grenzen der Disziplinen hinweg gedacht werde. „Es geht darum, die anderen besser zu verstehen, ohne ihnen folgen zu müssen", so Scheer.

Bei der Forschung im Untergrund haben Class und Flemisch – die gemeinsam auch im Sonderforschungsbereich „Grenzflächengetriebene Mehrfeldprozesse in porösen Medien" (SFB 1313) arbeiten – den Mehrwert hochwertiger Simulationen erfahren. „Stark ist, dass man dank Simulationen unterscheiden kann zwischen wichtig und unwichtig", sagt Class. Das sei im Umkehrschluss auch das Mindeste, was ein Simulationsmodell leisten müsse. Alle Beteiligten müssten allerdings auch erkennen, was Modelle überhaupt leisten können und für welche Zwecke Simulationen eingesetzt werden können. Scheer geht in seinem Buchbeitrag jedenfalls davon aus, dass Modelle und Simulationen zu zweierlei geeignet seien: einerseits dazu, etwas so Abstraktes wie zukünftige Entwicklungen greifbar zu machen, andererseits aber auch dazu, die Basis für gesellschaftlichen Diskurs zu schaffen. ↠

„Forschungsprozesse müssen nachvollziehbar sein, sonst sind sie kein Erkenntnisgewinn."

PROF. BERND FLEMISCH

KONTAKT

PROF. DR. HOLGER CLASS **Mail: holger.class@iws.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 64678

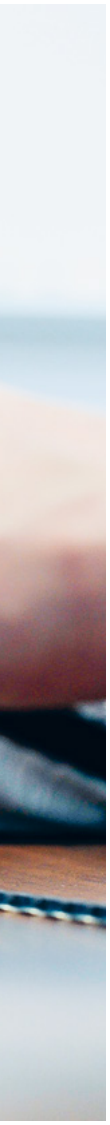
PROF. DR. BERND FLEMISCH **Mail: bernd.flemisch@iws.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 69162

Fotos: Universität Stuttgart/SFB 131, Universität Stuttgart/SimTech, Barbara Lubienski
Grafiken: Scheer/Class/Flemisch: Subsurface Environmental Modelling Between Science and Policy

Unsicherheiten benennen schafft Sicherheit

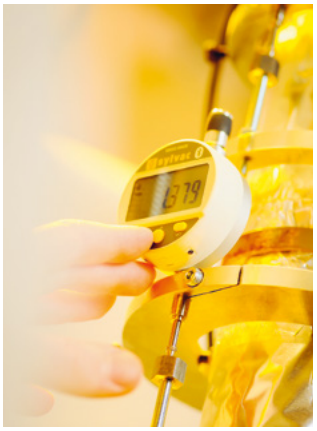
TEXT: Sabine Sämisch / Andrea Mayer-Grenu
FOTOS: Max Kovalenko

Prognosen sind besonders schwierig, wenn sie sich auf eine sehr ferne Zukunft beziehen, zum Beispiel in einer Million Jahren. Doch genau das wird gefordert bei den Langzeit-Sicherheitsanalysen für atomare Endlager.



Links: Beton, Kunststoff und mehr – die Materialmodelle des Projekts können verschiedenste Werkstoffe beschreiben.

Unten: eine digitale funkgesteuerte Messuhr am Prüfstand



Dr. André Schmidt

„Dieser Wissenschaftszweig ist allgemein wenig bekannt."

Eine Million Jahre – so lange sollen unterirdische Endlager für radioaktive Abfälle sicher sein. Das „Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle" schreibt es so vor. Welche Gebiete in Deutschland als Atommüll-Endlager infrage kommen, wurde im Herbst 2020 publik: 90 Standorte sind geologisch prinzipiell geeignet, dort befinden sich Salzstöcke, Tonschichten oder Granit. Ab 2050 sollen die ersten Behälter mit strahlendem Abfall eingelagert werden – doch wie kriegt man die Lagerstätten über so lange Zeiträume hinweg wirklich dicht?

Denn auch die geeignetsten Gesteine, die das unterirdische Endlager einmal einschließen sollen, enthalten Hohlräume. Nach derzeitigem Stand der Technik sollen diese nach der Einlagerung des Atommülls mit Verschlusssystemen aus Beton – sogenannten Dämmen und Pfropfen – abgedichtet werden. Doch Beton ist ein junger Werkstoff, es gibt ihn erst seit dem 19. Jahrhundert. Ob er sich für die Abdichtung von Bergwerken wirklich eignet und wie er sich über eine Million Jahre hinweg verhält – niemand weiß es. Bleibt der Beton stabil? Und welche Auswirkungen haben geologische Effekte und andere Einwirkungen?

Um diese Fragen zu beantworten, haben sich das Institut für Nichtlineare Mechanik (INM), die Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart und die Gesellschaft für Numerische Simulation (GNS mbH) in dem gemeinsamen Forschungsvorhaben ProVerB zusammengetan. ProVerB steht für „Prognosewerkzeuge für das mechanische Verhalten von Beton über lange Zeiträume zur Sicherheitsanalyse von Verschlusssystemen für Endlagerstätten". Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bewilligte Projekt wird eng von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) begleitet. Die Kernkompetenz der Antragsteller liegt in der konzeptionellen, mathematischen und numerischen Materialmodellierung. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Modellen mit sogenannten „fraktionalen Ableitungen" für viskoelastische Werkstoffe. „Dieser Wissenschaftszweig ist allgemein wenig bekannt", erklärt Projektleiter Dr. André Schmidt vom INM. „Durch die Verwendung fraktionaler Ableitungen zur zeitlichen Beschreibung des Deformationsverhaltens erschließt man sich neue Funktionsklassen, die zur Modellierung über große Zeitbereiche besonders gut geeignet sind."

TRADITIONELLE SCHÄTZVERFAHREN FUNKTIONIEREN NICHT

Für konventionelle Betonbauwerke wird heutzutage mit einer Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren gerechnet. Zur Überprüfung werden empirische Kriterien und gegebenenfalls regelmäßige Inspektionen eingesetzt. „Allerdings", sagt Prof. Kai Diethelm, „sind die traditionellen Ansätze nicht anwendbar für die zeitliche Größenordnung, die zur Abschätzung der Langzeitsicherheit von Endlagern betrachtet werden muss. Daher müssen neue Verfahren entwickelt werden." Diethelm hält neben seiner Tätigkeit für die GNS die Professur für Mathematik und angewandte Informatik an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, die das Projekt ebenfalls begleitet.

Im Rahmen von ProVerB entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Simulationstechnik, die auf der Finite-Elemente-Methode basiert. Damit lassen sich dann beliebige Szenarien simulieren – soweit sich das Materialverhalten erfassen, beschreiben und numerisch abbilden lässt. Um die gesetzlich geforderte Langzeitsicherheit rechnerisch nachzuweisen, müssen klar definierte Annahmen getroffen werden. Das für die Vorhersage festgelegte Szenario erklärt Schmidt so: „Man betrachtet Beton ohne Bewehrung, also nicht mit Stahl armiert, in einem statischen, also zeitlich unveränderlich angenommenen Bergwerk. Unter diesen Bedingungen untersuchen wir, wie sich das Abdicht-Bauwerk über lange Zeiträume verhält."

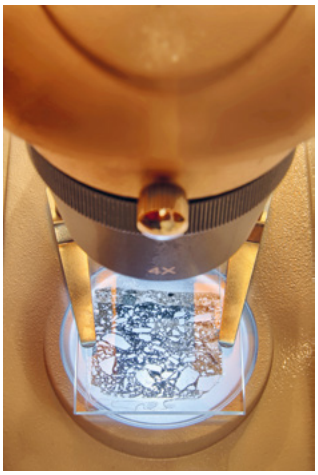
An diesem Punkt drängt sich die Frage auf, mit welcher Sicherheit man Aussagen darüber treffen kann, ob das Endlager dicht bleiben wird oder nicht. Schmidt formuliert es präziser: „Weitergehend gefragt heißt das: Was müsste man wissen, um mit hinreichender Sicherheit ein Versagen unter den gegebenen Annahmen auszuschließen?"

Zur Beantwortung dieser Frage holten sich die Projektpartner zusätzlich die Expertise des Teams um Prof. Wolfgang Nowak vom Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS) ins Boot. Der Institutsleiter und Forschungsleiter im Exzellenzcluster →

Am Ende dieses interdisziplinären Projektes soll ein flexibel einsetzbares Simulationswerkzeug für Langzeitanalysen zur Verfügung stehen.

Links: Projektbearbeiter Matthias Hinze erklärt die Funktionsweise des Prüfstands mit den eingebauten Beton-Probekörpern.

Rechts: Dr. André Schmidt vom Institut für Nichtlineare Mechanik leitet das Projekt ProVerB.



Blick ins Innere des untersuchten Werkstoffes

→ Simulation Technology (SimTech) ist Inhaber des Lehrstuhls für stochastische Simulation und Sicherheitsforschung für Hydrosysteme. Seine Spezialgebiete sind datenintegrierte Simulation, Unsicherheits- und Verlässlichkeitsanalysen sowie optimale Versuchsplanung. Unsicherheitsanalysen sind gefragt, wenn man das komplexe Langzeitverhalten von Beton vorhersagen möchte. Bisher werden hierfür Langzeitexperimente mit einer Dauer von bis zu drei Jahren durchgeführt und mithilfe von Simulationsmodellen ausgewertet. Für Vorhersagen über einen Zeitraum von tausenden Jahren ist eine solche Herangehensweise jedoch viel zu unsicher. „Daher erfassen wir die Unsicherheiten bei der Auswertung der Experimente rigoros, sodass man im Vorhersagemodell die verbleibenden Unsicherheiten konkret benennen kann", erklärt Nowak. Anschließend geht es um die Frage, wie markant diese Unsicherheiten sind: Welche Verlässlichkeiten (Wahrscheinlichkeiten nahe bei 100 Prozent) lassen sich erreichen, wenn man den Sicherheitsfaktor verdrei- oder verfünffacht? Und könnten Langzeitexperimente von fünf bis zehn Jahren die Unsicherheiten und somit Risiken verringern?

GROSSE GESCHÜTZE

„Das Schöne ist, dass die meisten Simulationen ein- oder zweidimensional sind", sagt Nowak. „Für die Berechnungen, Simulationen und Unsicherheitsanalysen sind das optimale Voraussetzungen, da einzelne Berechnungen sehr schnell sind. Wir reden von Millisekunden bis wenigen Sekunden, zumindest bei den ganz einfachen Fällen." Dies gibt den Forschenden die Möglichkeit, aufwendige Verfahren anzuwenden, die sonst ausscheiden würden, weil sie Monate, wenn nicht gar Jahre an Rechenzeit beanspruchen. Normalerweise muss bei solchen Arbeiten nämlich immer eine Modellreduktion stattfinden. „Aber in diesem Fall können wir die großen Geschütze anwenden, also statistische Methoden, die Millionen von Simulationsläufen benötigen, und ohne vorgeschaltete Modellreduktion", erklärt Nowak. „Somit können wir an schnellen Modellen ganz frei all das ausprobieren, woran wir in SimTech und anderen Projekten für langsamere, größere Simulationen forschen."

Am Ende dieses interdisziplinären Projektes soll ein flexibel einsetzbares Simulationswerkzeug für Langzeitanalysen zur Verfügung stehen, das mit einer Methodik zur Erfassung von Unsicherheiten verknüpft ist. Daraus könnten dann Empfehlungen abgeleitet werden, zum Beispiel über welche Dauer Langzeitexperimente durchgeführt werden sollten, um ein Versagen des Verschlusssystems mit hinreichender Sicherheit auszuschließen. ⇥

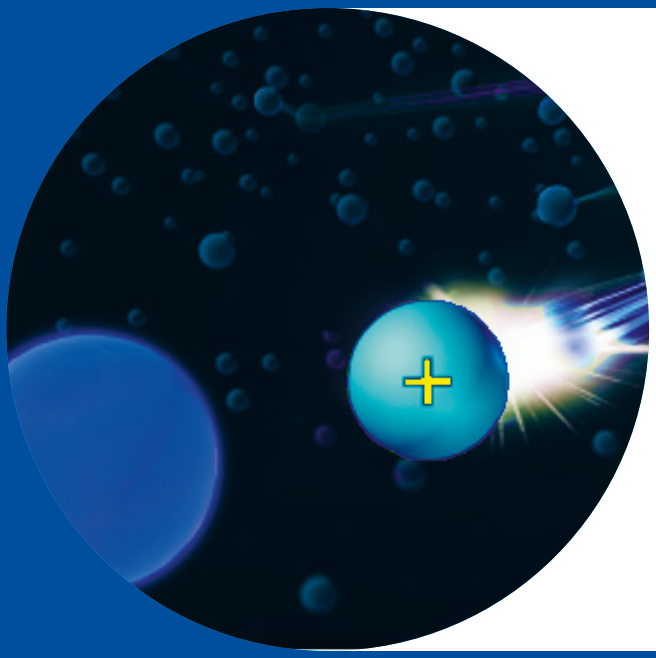
KONTAKT

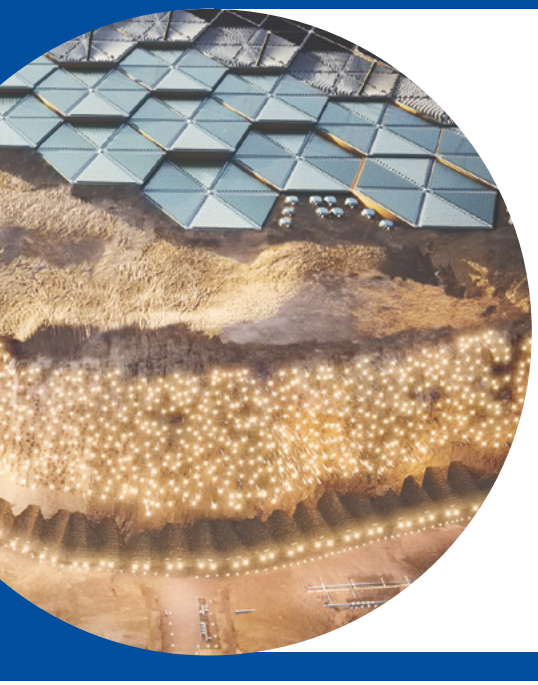
DR. ANDRÉ SCHMIDT **Mail: andre.schmidt@inm.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 66275

PROF. DR. WOLFGANG NOWAK **Mail: wolfgang.nowak@iws.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 60113

Foto: S.59 Universität Stuttgart/INM

NO-BLOCK TIZ





AUTARK LEBEN AUF DEM MARS

Wie Menschen auf dem Mars überleben können, untersucht das Expertenteam „SONet“ (Sustainable Offworld Network), dem Dr. Gisela Detrell vom Institut für Raumfahrtsysteme der Universität Stuttgart angehört. Das von ihr konzipierte Lebenserhaltungssystem für die Stadt „Nüwa“ soll einmal eine Million Menschen versorgen.

Die Konzeptstudie für Nüwa sieht eine Stadt vor, die nicht nur nachhaltig ist, sondern auch expandieren und wachsen kann, ohne auf die Unterstützung von der fernen Erde angewiesen zu sein. Das Lebenserhaltungssystem ist dabei ein Schlüsselelement. Als Hauptnahrungsquelle umfasst Nüwa landwirtschaftliche Module, in denen Pflanzen und Mikroalgen kultiviert werden, dazu kommen Insekten und Zellfleisch. Pflanzen und Algen sorgen zudem für das Recycling der Luft: Sie nutzen das vom Menschen produzierte Kohlendioxid und erzeugen durch Photosynthese Sauerstoff. Für diesen Prozess benötigen Pflanzen – wie auf der Erde auch – Licht. Auf dem von der Sonne weit entfernten Mars kommt das Licht von energieeffizienten LEDs. Weitere Informationen und Video: https://www.uni-stuttgart.de/universitaet/aktuelles/presseinfo/Nachhaltig-bauen-auf-dem-Mars/

ANTIBAKTERIELLE OBERFLÄCHEN PER LASER

Ablagerungen in Abfüllanlagen der Lebensmittelindustrie oder in Hausgeräten wie Wasch- und Spülmaschinen verursachen Schäden und können sogar gesundheitliche Folgen haben. Lösen lässt sich das Problem mithilfe von ultrakurzen Laserpulsen, welche die Oberflächen von Materialien bereits in der Fertigung mit einer antibakteriellen Wirkung versehen. Das ist das Ergebnis des dreijährigen EU-Forschungsprojekts TresClean, an dem das Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW) der Universität Stuttgart, die Universität Parma sowie fünf weitere europäische Forschungseinrichtungen und Industriepartner beteiligt waren. Die Aufgabe der Universität Stuttgart bestand darin, die Produktivität der Oberflächenstrukturierung mittels Laser zu steigern, damit diese in die industriellen Herstellungsverfahren der entsprechenden Bauteile eingebunden werden kann.

Fotos: ABIBOO Studio/SONet, Universität Stuttgart (ITFT, IKTD, PI 5/Celina Brandes)

POSITIV DURCH DIE TEILCHENWOLKE

Transportprozesse in Materie geben immer noch viele Rätsel auf. Ein Forschungsteam um Florian Meinert am 5. Physikalischen Institut der Universität Stuttgart hat eine neue Methode entwickelt, die es erstmals erlaubt, ein einzelnes geladenes Teilchen auf seinem Weg durch eine dichte Wolke aus Quantenteilchen zu beobachten. Die Ergebnisse wurden im renommierten Fachjournal Physical Review Letters sowie in Physics veröffentlicht.

Das Team nutzte dafür ein sogenanntes Bose-Einstein-Kondensat (BEC). Die Forschenden präparierten darin mittels ausgeklügelter Lasertechnik ein einzelnes Rydbergatom. In diesem Riesenatom ist das äußerste Elektron nur noch schwach an den Kern gebunden, sodass die Forschenden es dem Atom mit einer speziellen Sequenz von elektrischen Feldpulsen entreißen konnten. Das vormals neutrale Atom verwandelt sich dabei in ein positiv geladenes Ion, das im Anschluss mithilfe elektrischer Felder kontrolliert durch die dichte Atomwolke des BECs gezogen wird. Das Ion nimmt dabei an Fahrt auf und stößt auf seinem Weg mit anderen Atomen zusammen, wird abgebremst und durch das elektrische Feld wieder beschleunigt. Den Forschenden gelang es, über dieses Wechselspiel aus Beschleunigung und Abbremsen das Ion in einer konstanten Bewegung gezielt durch das BEC zu bewegen.

KOMFORT BEIM AUTONOMEN FAHREN

Lesen oder gar schlafen beim Autofahren und dennoch im Notfall bereit sein, das Fahrgeschehen zu übernehmen – wenn Fahrzeuge erst einmal hochautomatisiert unterwegs sind, ändern sich die Möglichkeiten und Anforderungen für Fahrer und Fahrerinnen sowie Mitreisende. Wie der Fahrzeuginnenraum künftig aussehen muss, um auch weiterhin Komfort und Sicherheit zu gewährleisten, untersucht das Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design in mehreren Projekten. So entwickelt das Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design im Rahmen des Konsortiums RUMBA neue Innenraumkonzepte für Pkw und Lkw, zum Beispiel mit Sitzgruppen oder Büroarbeitsplätzen. Gleichzeitig fragen die Forschenden, wie die Fahrdynamik angepasst werden muss, um zum Beispiel zu vermeiden, dass den Insassen beim Beschleunigen der Kaffee überschwappt. Der Lehrstuhl Interior Design Engineering simuliert im Rahmen des Konsortiums SAVeNoW mit einem Digitalen Zwilling des urbanen Verkehrs am Beispiel von Ingolstadt, wie die Gestaltung des Fahrzeuginnenraums das Verkehrsverhalten beeinflussen kann.

KNOTEN NACH DEM VORBILD DER NATUR

Architektonische Bauten mit einem Tragwerk aus verzweigten Stützen schaffen offene, lichte Räume. Dieser Effekt wird vor allem für repräsentative Gebäude wie beispielsweise Säle oder Hallen genutzt, aber auch für Brückenbauten. Dort ermöglichen schlanke verzweigte Tragelemente ästhetische Konstruktionen, die Ressourcen schonen und enorme Lasten abtragen. Die technische Herausforderung bei solchen Stützen ist der Tragwerksknoten zwischen den geraden Stäben, denn er ist komplexen Kräften ausgesetzt.

Um die Einschränkungen bisheriger Bauweisen aus Stahl zu überwinden, hat ein interdisziplinäres Forschungsteam der Universität Stuttgart und der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung einen neuen Tragwerksknoten sowie das entsprechende Herstellungsverfahren entwickelt. Es handelt sich um ein Verbundbauteil mit einer Hülle aus Faserverbundkunststoff und einem Kern aus Beton. Die Entwicklung entstand innerhalb des von der DFG geförderten transregionalen Sonderforschungsbereichs TRR-141 „Biologisches Design und integrative Strukturen“ in Kooperation mit der Universität Freiburg.

Smarte Kabel-montage

Hoffnung auf Automatisierung: Der Demonstrator des von der DGF geförderten Projekts "DataCon" soll am Beispiel der Montage von Kabelbäumen die Potenziale datenintegrierter Simulationen aufzeigen.

TEXT: Jutta Witte

Komplexe Fertigungsprozesse aus dem Exzellenzcluster „Daten-integrierte Simulationswissenschaft“ (SimTech) in die Industrie zu bringen, darum geht es bei „IC SimTech“: Das Industriekonsortium versteht sich als Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und Anwendung.

Prof. Alexander Verl ist Leiter des Instituts für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen.

Markus Wnuk ist Wissenschaftler am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen.

Der Blick in die Rohkarosserie des Fahrzeugs zeigt eine ungeordnete Ansammlung meterlanger Kabel. Markus Wnuk, Wissenschaftler am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen der Universität Stuttgart (ISW) beschreibt es so: „Wir sehen hier eine sehr unstrukturierte Szene. Das ist ein schlechtes Ausgangsszenario für die Automatisierung." Deswegen werden auch im Zeitalter von Industrie 4.0 Leitungssätze, auch Kabelbäume genannt, nach wie vor vollständig von Hand im Fahrzeug ausgelegt und angebracht – vom Auspacken der Kabelbaumtasche bis zur letzten Befestigung. „Was die Automatisierung schwierig macht, ist die enorme Variantenvielfalt, denn kein Leitungssatz wird zweimal gefertigt", sagt der Experte.

Das liegt an der enormen Anzahl an Bauteilen und Montageoperationen, den sehr kleinen Kontaktsystemen, aber vor allem auch am Material. Kabel sind biegeschlaff und leicht deformierbar. Sie verdrehen sich, bilden Schlaufen und verändern ihre Form praktisch bei jeder Berührung. Um Komponenten wie diese dennoch automatisiert montieren zu können, entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des ISW in Kooperation mit Forschenden des Exzellenzclusters SimTech neue Methoden, mit denen verfügbare Sensordaten und neue Simulationstechnologien kombiniert werden können. Ziel ist es, die Echtzeitsimulation einer Maschine direkt in deren Steuerungssystem zu integrieren und so Produktionsprozesse im laufenden Betrieb zu optimieren.

DEN BEDARF IM BLICK BEHALTEN

Ihre Forschung stößt in der Industrie auf fruchtbaren Boden. Denn einen mobilen Roboter so zu programmieren, dass er auch komplexe Fertigungsprozesse autonom durchführen kann, ist eine Herausforderung. Insbesondere, da sich die Produktionsumgebungen immer dynamischer verändern und die Produkte sich zunehmend individualisieren. „Der Leidensdruck ist hoch", beobachtet der Institutsleiter des ISW, Prof. Alexander Verl. An der Spitze des aus dem Cluster heraus entstandenen Industriekonsortiums „IC SimTech" setzt sich Verl für den Transfer von neuem Know-how in die Industrie und für einen engen Austausch mit den potenziellen Anwendern ein. Die datenintegrierte Simulationswissenschaft boome, berichtet er. Die Evaluierung, Automatisierung, Optimierung und Visualisierung von Fertigungsprozessen auf der Basis der Daten, die die Maschinen selbst produzieren, stehen in der Forschungsförderung und der Industrie ganz oben auf der Agenda.

Umso wichtiger ist es, nicht am Bedarf vorbei zu entwickeln. Als Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und Anwendung will das „IC SimTech" nicht nur über die neuen Methoden und Modelle informieren, sondern auch deren Implementierung in die industrielle Praxis aktiv vorantreiben. So organisiert das Konsortium unter anderem bilaterale Projekte mit regionalen, nationalen und internationalen Industriepartnern. Es unterstützt Promovenden und Postdocs bei der Zusammenarbeit mit Industriepartnern oder ermutigt sie, ihre Ideen in Start-ups einzubringen.

AUSTAUSCH ÜBER AKTUELLE FORSCHUNGSTHEMEN

„Wir wollen die Unternehmen über unsere Forschungsthemen auf dem Laufenden halten. Aber wir brauchen auch ihr Feedback, um zu prüfen, ob unsere wissenschaftlichen Annahmen realistisch sind", erläutert Wnuk. Im Rahmen des 2020 gestarteten und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes „DataCon" arbeitet der Ingenieur gerade an einem weiteren wichtigen Baustein für den Transfer: Ein Demonstrator, dessen erster Use Case konkret die Montage von Kabelbäumen adressiert, soll die →

2023 soll der Demonstrator fertig sein und unter anderem auf Messen zum Einsatz kommen.

Sieht leichter aus, als es ist: Mittels einer Steuersoftware soll der Roboter lernen, ein deformierbares Objekt wie ein Kabel richtig zu lokalisieren und dann auch zu greifen.

→ Potenziale datenintegrierter Simulationen aufzeigen und die Sichtbarkeit von SimTech in den produzierenden Branchen weiter erhöhen. Angesprochen werden damit interessierte Unternehmen vor allem in der Automobilindustrie.

Das Produktionsmodell soll veranschaulichen, wie die im Prozess laufend aktualisierten Simulationsdaten mit den Messdaten der Maschine fusioniert werden können, um einen Industrieroboter für die Kabelmontage möglichst präzise zu steuern. Bei der Entwicklung der entsprechenden Steuerungssoftware arbeiten sich die SimTech-Expertinnen und -Experten im Austausch mit ihren Praxispartnern von Teilproblem zu Teilproblem vor. Im ersten Schritt soll der Roboter lernen, ein deformierbares Objekt wie ein Kabel →

→ mittels der zusammengeführten Daten richtig zu lokalisieren. Das bedeutet vor allem, den jeweiligen Griffpunkt zu erkennen und schließlich das Objekt in die richtige Endlage zu positionieren. 2023 soll der Demonstrator fertig sein und unter anderem auf Messen zum Einsatz kommen.

„Wir wollen, dass unsere Entwicklungen für die Industrie nützlich sind“, betont Verl. Bis das neue Montagesystem „von der Stange“ gefertigt werden kann, ist es zwar noch ein weiter Weg. Aber für den Leiter des ISW liegt der Wert von transferorientierten Forschungsprojekten ohnehin nicht nur im verkaufsfähigen Endprodukt. Ihm geht es auch um die Lernerfahrungen seiner Studierenden, von denen der allergrößte Teil später in der Industrie arbeitet. „Ich möchte, dass auch etwas in den Köpfen der Menschen hängen bleibt.“ ⇥

KONTAKT

PROF. DR. ALEXANDER VERL **Mail: alexander.verl@isw.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 82422

MARKUS WNUK **Mail: markus-christian.wnuk@isw.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 84511

Fotos: Universität Stuttgart/ISW

Anzeige

Jetzt ist es an der Zeit, mit uns zu laufen!

LIFE SCIENCE, MASCHINENBAU, ELEKTROTECHNIK, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK sind eine deiner großen Leidenschaften? Die besten Automatisierungs-Anlagen zu bauen ist unsere!

Wir bieten: Einen Einstieg im Bereich Automatisierungstechnik für Sondermaschinen, eine Möglichkeit deinen Beitrag für eine gesunde Welt zu leisten, tolle Kollegen und ein Arbeitsumfeld das Spaß macht, mobiles Arbeiten wenn möglich, Mitarbeiter-Vorteile und vieles mehr!

Bewirb dich schnell und unkompliziert nur mit deinem Lebenslauf auf www.atsmunich.de (unter Karriere) oder scanne einfach den QR-Code. Lauf mit uns!

Sebastian Baade / T +49 89 427 221-342
ATS Automation Tooling Systems GmbH / Marsstraße 2
85551 Heimstetten bei München

Gemeinsam stärker

TEXT: MICHAEL VOGEL

Datengenossenschaften sollen dem Mittelstand ermöglichen, die Potenziale der Digitalisierung besser zu nutzen. Ein Forschungsteam erprobt, was sie leisten können.

Nie dagewesene Datenmengen werden weltweit in riesigen Rechenzentren gespeichert.

Daten gelten als das Öl des 21. Jahrhunderts. Denn Daten sind wichtig, um neue Geschäfts- und Wachstumsfelder zu erschließen. Was das heißt, lässt sich an den zehn wertvollsten Unternehmen der Welt veranschaulichen: 2019 waren darunter sieben Plattformbetreiber, unter anderem Alphabet (Google), Amazon, Apple, Facebook und Microsoft. Plattformen sind digitale Marktplätze, an denen viele mit ihren Produkten und Dienstleistungen partizipieren können – aber der Betreiber viel Macht hat. „Für kleine und mittelständische Firmen ergeben sich daraus ganz neue Probleme", sagt Dr. Henning Baars, akademischer Oberrat am Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik 1 der Universität Stuttgart. „Aufgrund ihres begrenzten Geschäfts können sie allein oft gar nicht die relevante Datenbasis schaffen, die nötig wäre, um innovative KI-Services anzubieten", so der Wirtschaftsinformatiker. „Lassen sie sich aber auf einen digitalen Marktplatz mit sehr ungleich großen Partnern ein, machen sie sich womöglich von dieser Plattform abhängig."

Baars und seine Mitstreitenden forschen daher an einem anderen Weg, den sie derzeit in einem Projekt in die Praxis umsetzen: Datengenossenschaften. Das sind Unternehmensnetzwerke, durch die eine gemeinsame Sammlung und Analyse von Daten unter der Rechtsform der Genossenschaft institutionalisiert wird. „Wobei wir uns mit Zustandsdaten von Maschinen oder Gütern befassen, nicht mit personenbezogenen Daten oder Daten aus Forschung und Entwicklung", stellt Baars klar, der einer der Teilprojektleiter ist. Das Projekt wird vom baden-württembergischen Wirtschaftsministerium mit 1,4 Millionen Euro gefördert. Es startete im Juni 2020 und läuft bis Ende 2021. Mit an Bord sind neben zwei Lehrstühlen der Universität Stuttgart das Ferdinand-Steinbeis-Institut (FSTI) und der Baden-Württembergische Genossenschaftsverband (BWGV).

ALTES MODELL IN NEUEM KONTEXT

„Genossenschaften sind ein altes, erfolgreiches Modell, das in mancher Hinsicht agiler ist als andere Rechtsformen", sagt Dr. Ann Tank, die sich am Lehrstuhl für Controlling der Universität Stuttgart habilitiert und ebenfalls ein Teilprojekt leitet. „So können in einer Genossenschaft etwa Mitglieder ein- und austreten, ohne dass dafür notarielle Beglaubigungen erforderlich wären." Gerade bei so dynamischen Entwicklungen wie der Digitalisierung ist das von Vorteil. Hinzu kommt, dass Genossenschaften in gewisser Weise das Teilen, das gemeinsame Interesse an einer Sache inhärent ist – und dass viele kleine Betriebe bereits Erfahrungen mit Genossenschaften haben. „Wobei die technische Umsetzung einer Plattform das eine ist", so Tank. „Entscheidend wird aber die Frage sein, wie sich in einer Datengenossenschaft Vertrauen zwischen den Partnern herstellen lässt." Ein wichtiges Thema ist dabei die Verrechnung datenbasierter Leistungen. „Hier wollen wir ein Konzept entwickeln, das für die Mitglieder der Genossenschaften transparent ist", sagt die Wirtschaftswissenschaftlerin. „Das Konzept soll aus verschiedenen Bausteinen bestehen, die sich dann abhängig vom jeweiligen Kontext kombinieren und anpassen lassen."

WIE TEILT MAN DATEN?

„Dass kleine Unternehmen grundsätzlich von neuen datenbasierten Netzwerken profitieren, haben wir mit praxisnahen Voruntersuchungen bereits belegt", betont Patrick Weber, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Steinbeis-Zentrum und ebenfalls Teilprojektleiter. Zum Beispiel bestand eines dieser Netzwerke aus einem Sägewerk und drei Partnern. Die Idee dahinter: durch die proaktive Überwachung von Maschinen und Objekten Brände zu verhindern und darüber hinaus Wartungszeiten zu optimieren.

Im Projekt zu den Datengenossenschaften haben Baars, Tank, Weber und ihre Teams zunächst 15 Experteninterviews geführt, um das Genossenschaftswesen besser zu verstehen. „Dabei ging es um Dinge wie Erfolgsfaktoren, Leistungsverrechnungen und Rollen", erläutert Weber. Anschließend interviewten sie Expertinnen und Experten zum Thema Internet der Dinge, Data Sharing und Künstliche Intelligenz: Wie sehen geeignete Architekturen aus? Wie werden Daten geteilt? Wie lässt sich unter den Partnern Akzeptanz schaffen? →

→ „Aus all den Ergebnissen haben wir ein Konzept abgeleitet, das wir nun mit Genossenschaften evaluieren“, sagt Weber. Drei Datengenossenschaften sollen dann tatsächlich mithilfe des BWGV gegründet werden: im Handwerk, in der Produktion und im Umfeld einer bestehenden Genossenschaft. „Technisch werden wir dabei existierende Infrastrukturen nutzen, wir konzentrieren uns auf die fachlich-betriebswirtschaftliche Seite“, so der Wirtschaftswissenschaftler. Zum Projektende soll auch ein praxisnaher Leitfaden für die Gründung von Datengenossenschaften vorliegen. ↠

Dr. Henning Baars

„Entscheidend wird die Frage sein, wie sich in einer Datengenossenschaft Vertrauen zwischen den Partnern herstellen lässt.“

KONTAKT

DR. HENNING BAARS **Mail: henning.baars@bwi.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 83037

DR. ANN TANK **Mail: ann.tank@bwi.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 83168

Foto: GettyImages

ERWEITERTER DURCH

Evelyn Hoffarth beim Testen der Augmented-Reality-App.

TEXT: Daniel Völpel

Augmented-Reality-Applikationen (AR) könnten Lehrenden in Berufsschulen dabei helfen, ihre Lehrinhalte spielerischer zu vermitteln. In dem interdisziplinären Forschungsprojekt „Lehrerbildung an berufsbildenden Schulen 2" der Universität Stuttgart werden solche neuen Lehrformate entwickelt und erforscht.

Wie lernen Studierende, Berufsschülerinnen und Berufsschüler sowie deren Lehrkräfte in der Fortbildung am besten, eine Index-R200-Dreh-Fräsmaschine zu bedienen oder zu warten? Diese Frage stand am Beginn der Bachelorarbeit des Maschinenbaustudenten Alfonso Terrasi. Um sie zu beantworten, entwickelte Terrasi ein modernes Lehrformat: eine App mit erweiterter Realität (Augmented Reality). Seine Arbeit ist Teil des noch bis 2023 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „Lehrerbildung an berufsbildenden Schulen 2" (LEBUS²) am Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) und dem Institut für Erziehungswissenschaft (IfE) der Universität Stuttgart. Es nimmt die Stärkung des Lehramts für gewerblich-technische Berufsschulen in den Blick mit dem Ziel, mehr junge Menschen für ein Technikpädagogik-Studium und die Tätigkeit als Berufsschullehrkraft zu begeistern.

Im Rahmen des interdisziplinären Projektes erarbeiten die Forscherinnen und Forscher unter anderem das Konzept für eine Lehrveranstaltung „Mechatronik der Werkzeugmaschinen". „Dieses soll neue didaktische Methoden wie Virtual Reality (VR) oder Augmented Reality beinhalten", erklärt Walther Maier, Gruppenleiter Maschinenkonstruktion am IfW. Die Ingenieure und Pädagogen ergänzen sich dabei mit ihrem jeweiligen Fachwissen sehr gut: „Unsere Technikpädagogik-Studierenden bringen neben einer fachlichen auch eine didaktische Komponente ein, die Maschinenbaustudierenden die technischen Kenntnisse", sagt Evelyn Hoffarth, wissenschaftliche Mitarbeiterin am IfE.

Schon länger arbeite man am IfE mit VR-Lernumgebungen, so Hoffarth. Seit neuestem verfüge man am IfW darüber hinaus neben Smartphones und Tablets auch über verschiedene AR-Brillen. Deren Einsatz werde nun getestet und Applikationen würden dafür entwickelt werden. Im Fall von Terrasi bedeutete das beispielsweise, dass er an der Dreh-Fräsmaschine für jeden Arbeitsschritt Aufkleber mit AR-Markern anbrachte. Seine App leitet Lernende so zu den einzelnen Bedienelementen der Maschine. Die Kamera des Tablets, des Smartphones oder eben der AR-Brille erkennt die Marker. Hält man sein Gerät darüber, blendet das Display mit Bildern, Texten und Videos alle nötigen Informationen zu →

B L I C K

→ den Handgriffen ein, die an der Maschine zu erledigen sind. Manchmal machen virtuelle 3D-Animationen sogar vor, was zu tun ist. „Zum Beispiel sieht man dann einen Schlüssel, der sich nach rechts dreht, um die Freigabe zu aktivieren“, erklärt Hoffarth.

Noch ist die Forschungsgruppe dabei herauszufinden, für welche Lehrinhalte sich welche digitale Unterstützung am besten eignet und ob man dabei besser ein Smartphone oder eher eine AR-Brille einsetzt. „Vorteil des Handys ist, dass man zu zweit drauf schauen kann“, sagt Maier. „Aber man hat immer etwas in der Hand und ist dadurch eingeschränkt. Mit einer AR-Brille hat man hingegen beide Hände frei.“ Auch wenn ein spielerisches Lernen mit AR-Apps und VR-Brillen den meisten Schülerinnen, Schülern und Studierenden mehr Spaß machen dürfte, wägen die Forschenden genau ab, wann deren Einsatz Sinn ergibt. „Man muss schon immer schauen, wo der Mehrwert im Vergleich zu einem gut gemachten 3D-Lehrvideo liegt“, so Hoffarth. „Denn oft schult es schon die räumliche Vorstellung, wenn man ein Objekt auf dem Tablet drehen kann. Man kann dann individuell den Fokus setzen, was man anschauen möchte.“

APPS IN SCHULEN NOCH KAUM IM EINSATZ

Auch wenn Lehrkräfte digitalen Programmen und AR-Apps aufgeschlossen gegenüberstehen, kommen diese an Schulen noch kaum zum Einsatz. Zum einen sei der Aufwand, eine AR-App zu erstellen, immens und für die einzelne Lehrkraft kaum zu leisten, sagt Maier. Hoffarth ergänzt: „Eine Lehrperson wird derzeit nur in den seltensten Fällen fertig modellierte 3D-Objekte finden, die sich gut zum Erstellen der eigenen App für den Unterricht eignen. Diese hingegen selbst zu modellieren und, falls gewünscht, auch zu animieren oder die App gar für verschiedene, sich schnell weiter entwickelnde Endgeräte zu optimieren, ist oft sehr zeitaufwendig und setzt Programmierkenntnisse voraus.“ Zum anderen sind die Anbieter von Lehr- und Unterrichtsmaterialien nach Beobachtung der Forschenden bislang noch nicht in größerem Stil auf solche Apps aufgesprungen. Bei existierenden Unterstützungsangeboten müsse man meistens pro Aufruf bezahlen, was für Schulen nicht darstellbar sei. „Schneller geht es dann oftmals doch, Wissen direkt an der Maschine zu vermitteln. Auch wenn die Motivation der Schülerinnen, Schüler und Studierenden unter Umständen dann nicht so groß ist“, sagt Hoffarth.

Maier schätzt, dass die Marktlücke bald erkannt wird: „Die asynchrone Lehre vorzubereiten, fällt nicht jedem Lehrenden leicht. Daher glaube ich schon, dass zunehmend Firmen Hilfsmittel für die digitale Lehre anbieten werden.“ Noch seien aber etwa die AR-Brillen sehr gewöhnungsbedürftig, was die Benutzung erschwere. Und auch deren Anschaffung in Klassenstärke wäre kostspielig. In der schulischen Lehre werden AR- und VR-Apps daher wohl zumindest vorerst ein allenfalls kleiner Bereich bleiben. ↠

Mit dem Schlüssel auf dem Display können die Nutzerinnen und Nutzer der App die Freigabe aktivieren.

Ein Erklärvideo zur Bedienung einer Dreh-Fräsmaschine per AR-App finden Sie hier.

KONTAKT

WALTHER MAIER **Mail: walther.maier@ifw.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 82791

EVELYN HOFFARTH **Mail: hoffarth@ife.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 84366

Fotos: Universität Stuttgart/IfW

Zwischen künstlerischem

Kurzerhand ins Digitale verlegt: Die Ringvorlesung „Architektur und Verantwortung“ fand im Wintersemester 2020/21 online statt.

Die wissenschaftliche Leiterin Prof. Christine Hannemann im Gespräch mit Prof. José Luis Moro

TEXT: Daniel Völpel
FOTOS: Uli Regenscheit

Die Ringvorlesung „Architektur und Verantwortung“ an der Universität Stuttgart beleuchtet Architektur und Stadtplanung umfassend. Die Forscher suchen dabei nach Antworten auf die Frage, welche Handlungsmaxime ihre Profession zukünftig leiten sollte.

und gesellschaftlichem Anspruch

Am Anfang der Vorlesungsreihe „Architektur und Verantwortung“ stand ein Buch, genauer – zahlreiche Exemplare eines Buches: „Die Physiker“ von Friedrich Dürrenmatt. Denn mit diesem Werk über die Ethik der Wissenschaft und der These, dass sich einmal Entdecktes nicht rückgängig machen lässt, beteiligte sich die Universität Stuttgart im Jahr 2019 an der Aktion „Eine Uni – ein Buch“. Deren Ziel ist es, deutschlandweit an Hochschulen möglichst viele Menschen zu einem Thema ins Gespräch zu bringen. An der Stuttgarter Fakultät I für Architektur und Stadtplanung gelang dies im Winter 2019/20 auf besondere Art und Weise: Es entstand eine ganze Vortragsreihe, die im Wintersemester 2020/21 fortgeführt wurde. Darin gingen die beteiligten Professorinnen und Professoren der Frage nach, was Verantwortung für sie in ihrem Fachgebiet bedeutet. Die Landschaftsplanerin Prof. Leonie Fischer sprach beispielsweise darüber, ob bei städtischen Grünflächen Mensch oder Natur Vorrang haben sollten. Prof. Laura Calbet i Elias, Leiterin des Städtebau-Instituts, thematisierte die Verantwortung in der Wohnungsbaupolitik.

„Als wir erfuhren, dass die Universität den Zuschlag für die Aktion erhalten hatte, schlug meine Kollegin am Städtebau-Institut, Prof. Astrid Ley vor, das in dem Buch aufgeworfene Dilemma der Verantwortung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern für ihre Erfindungen auch zum Thema der Ringvorlesung zu machen“, berichtet Prof. Christine Hannemann, Leiterin des Fachgebiets Architektur- und Wohnsoziologie am Institut für Wohnen und Entwerfen. Sie übernahm die 2019 neu geschaffene wissenschaftliche Leitung der Ringvorlesung. Das Kolloquium selbst gibt es bereits einige Jahre länger. Ursprünglich stellten dort die Professorinnen und Professoren ihre Fächer vor. „Architektur und Verantwortung“ stieß im Wintersemester 2019/20 auf so große und positive Resonanz, dass die Fakultät das Thema diesen Winter fortführte. Lange habe den Studierenden der interdisziplinäre Austausch gefehlt, berichtet die Architekturstudentin Vera Krimmer. „Die Ringvorlesung dekliniert nun ein Thema aus allen Blickwinkeln durch. Das gab es in dieser Form bisher nicht.“

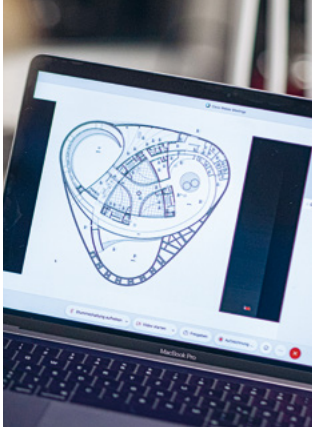
SCHWERPUNKT KLIMAWANDEL

Mit drei Meinungen prallen Dürrenmatts Physiker aufeinander. Der erste vertritt die Theorie: Forschung ist Forschung. Für die Konsequenzen trägt die Wissenschaft keine Verantwortung, sondern die Gesellschaft. Der zweite sagt: Forschung steht immer im Dienst einer Macht. Und der dritte verweigert sich der Forschung, will Erkenntnisse zurücknehmen und entzieht sich der Verantwortung durch Flucht in die Irrenanstalt. „Auf jeden Fall tragen Architektinnen und Architekten, Stadtplanerinnen und Stadtplaner immer Verantwortung“, betont hingegen die Forscherin Hannemann. Diese nähmen ihre Kolleginnen und Kollegen durch die Resonanz auf die Vortragsreihe nun noch einmal anders wahr, berichtet die Architektursoziologin: „Bei den Diskussionen zu jedem Vortrag gab es einen klaren Schwerpunkt: den Klimawandel. Das bewegt die Studierenden sehr. Denn gerade dort stehen Architektinnen und Architekten, Stadtplanerinnen und Stadtplaner besonders in der Verantwortung.“ So sieht es auch Krimmer: „In der Grundlehre kommt das Klimathema bisher nur sehr peripher vor. Im Hauptstudium kann man sich das entsprechend legen, aber die Auswahl ist sehr begrenzt und die Seminare sind überlaufen“, meint die Studentin. Gerade zu Fragen des verantwortungsvollen Umgangs mit Baumaterialien und zum architektonischen Auftrag hätten die Studierenden einen großen Informations- und Diskussionsbedarf, während der Städtebau das Thema bereits relativ breit abdecke.

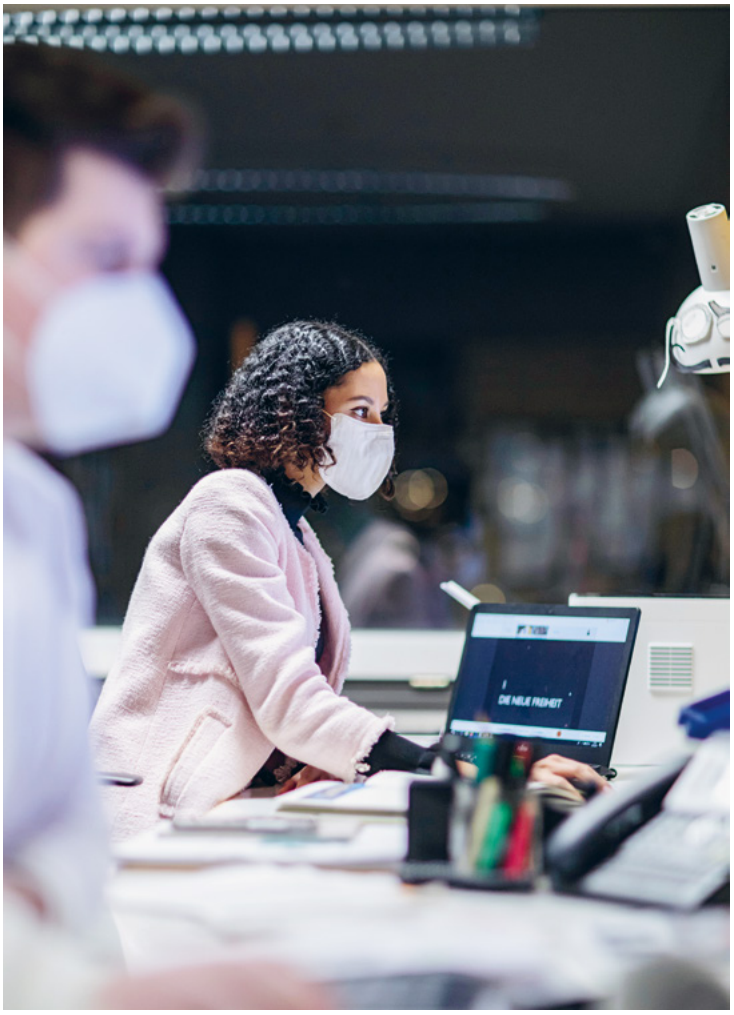
„Ich meine, dass eine solche Ringvorlesung auch eine kathartische Funktion hat, Lücken deutlich zu machen und diese kreativ zu bespielen“, sagt Hannemann. „Wobei wir nicht nur das Klimathema betrachten müssen, sondern auch das soziale: bezahlbarer Wohnraum. Und die große Kunst wird sein, bezahlbaren Wohnbau mit dem Klimaschutz zu kombinieren – wozu ich noch keine Forschung und Studien sehe.“ Noch immer sei der Beruf des Architekten neubaufixiert. Rein von der Quadratmeterzahl gebe es aber genügend bebauten Raum für alle. „Die Bauform der Zukunft ist die Bestandsertüchtigung“, ist sich Hannemann daher sicher. „Diese Aufgaben stehen an und wir nutzen die Ringvorlesung dazu, mit dem Fachkollegium zu diskutieren, wie wir das initiieren können.“

Dass die Studierenden diese Themen mit Nachdruck einfordern, bestätigen Professorin wie Studentin: „Ich sehe, dass eine neue Generation von Studierenden mit einer sozialen Haltung da ist“, sagt Hannemann. „Ich meine auch zu beobachten, dass immer mehr →

Verantwortungsvoller Umgang mit Baumaterialien: Ein Thema, das die Architekturstudierenden wie Vera Krimmer bewegt.



Warum nicht über neue Formen nachdenken? Die Ringveranstaltung schafft dafür Freiräume.



Die Vorlesungsreihe wird digital von vielen Studierenden angenommen: Sie sind begeistert vom Austausch über aktuelle Wohnraumthemen.

Prof. Christine Hannemann

„Ich sehe, dass eine neue Generation von Studierenden mit einer sozialen Haltung da ist."

→ junge Leute Architektur nicht wegen des künstlerischen Anspruchs studieren, sondern aus dem Willen heraus, Gesellschaft baulich-räumlich zu gestalten." Nach einer neoliberalen Phase träten nun ethisch-soziale Fragen wieder stärker in den Vordergrund. „Das ‚Handbuch Verantwortung', die erste wissenschaftliche, übergreifende Darstellung, ist 2017 erschienen. Das zeigt, es wird nun versucht, den Stand zusammenzuführen." Und Krimmer stellt fest: „Ich nehme wahr, dass die Generation der nach 1995 Geborenen sich ihrer gesellschaftlichen Verantwortung wieder stärker bewusst ist, als wir älteren Studierenden das waren. Wir waren eher auf die Optimierung des eigenen Lebenslaufs bedacht oder mussten uns vielleicht auch nicht mit politischen Themen derart tief beschäftigen." Doch nun drängten sich politische Fragen in den Vordergrund – etwa die, wie man den CO_2-intensiven Beton durch Holz ersetzen könne. „Das Problem sind die DIN-Normen und die Bauämter, die nicht darauf eingestellt sind", sagt Krimmer und wird doch politisch: „Eigentlich soll es der Markt regeln, aber dann wird wie beim Verbrennungsmotor künstlich eine alte Bauform am Leben erhalten."

Wie man besser bauen kann, schilderte auch Prof. Markus Allmann am Schluss seines Vortrags „Kreativer Entwurfsprozess und gesellschaftliche Verantwortung" in der Ringvorlesung: Sein Büro errichte in München derzeit eine Schule für 1000 junge Leute komplett CO_2-neutral in Holzbauweise. „Wir müssen uns verpflichten, sozial und umweltgerecht zu bauen", forderte er als Grundregel. Denn eine ähnliche Diskreditierung wie die des Automobils zeichne sich für die Architektur bereits ab. „Umso mehr rückt in den Fokus, wie der Nutzen eines Gebäudes dessen Schaden überwiegen kann und vielleicht sogar muss." →

V E R A N T - W O R T U N G

→ Verantwortung – welchen Stellenwert sie hat und wie die Architektinnen und Architekten der Universität sie begreifen, resümieren die Forschenden in ihren Kurzstatements. ↠

„Verantwortung ist für mich, Ressourcen so einzusetzen, dass sie auch in Zukunft Verwendung finden. Architektur muss auf veränderte Bedingungen reagieren können, flexibel und anpassbar sein. Da ich aber nicht sicher sein kann, dass selbst eine anpassbare Architektur immer gebraucht wird, muss ich nicht nur ihre Entstehung, sondern auch ihr Verschwinden entwerfen."

Martin Ostermann, Professor am Institut für Baukonstruktion, Bautechnologie und Entwerfen

„Verantwortung ist für mich, Menschen den Zugang zur Natur in der Stadt zu ermöglichen – das heißt Wege zu identifizieren, wie Stadtnatur gestaltet werden muss, damit alle dazu Zugang haben – und von den positiven Wirkungen profitieren. Stadtnatur kommt in Parks und Gärten ebenso wie auf wilden Brachen oder Gründächern vor. Vielfältige Flächen bedeutet dabei auch Vielfalt in Nutzungen und Natur!"

Prof. Leonie Fischer, Leiterin des Instituts für Landschaftsplanung und Ökologie

„Verantwortung tragen zu dürfen, ist ein großes Privileg. Denn im Gestalten von Lebensräumen geben wir Antworten auf Lebensfragen. So ‚verantworten' wir ein Projekt. In seiner ganzen Komplexität ist dies ein iterativer und nur bedingt objektivierbarer Prozess des Miteinanders. Dabei begleiten uns Empathie, Zweifel und immer wieder Nichtwissen. Architektur ist eine Reise ohne Gewissheit."

Prof. Peter Schürmann, Direktor des Instituts für Baustofflehre, Bauphysik, Gebäudetechnologie und Entwerfen

„Verantwortung ist für mich Verantwortung gegenüber der Zukunft; einer Zukunft, die sich in den Städten entscheidet. Bleiben sie Verursacher von Energie- und Ressourcenverbrauch und Orte sozialer Polarisierung oder werden sie Lösungsraum für Alternativen? Wie wir in den Städten leben, ist gemeinsam gestaltbar. Dafür bedarf es Teilhabe und Diskursräume."

Prof. Astrid Ley, geschäftsführende Leiterin des Städtebau-Instituts

„Verantwortung ist für mich als lehrender und praktizierender Architekt mit der Erkenntnis verbunden, dass sie in gänzlich unterschiedlichen Wirkungsdimensionen wahrgenommen wird. Auf der individuellen Ebene könnte ein einfacher Hinweis auf die goldene Regel genügen: ‚Füge keinem Menschen etwas zu, was du nicht willst, dass man dir selbst zufügt.' Auf der kollektiven Ebene ist es die – nicht ohne innere und äußere Widersprüche realisierbare – Aufgabe, umweltgerechte, sozialgerechte und zugleich gestalterisch überzeugende Lebensräume zu entwickeln."

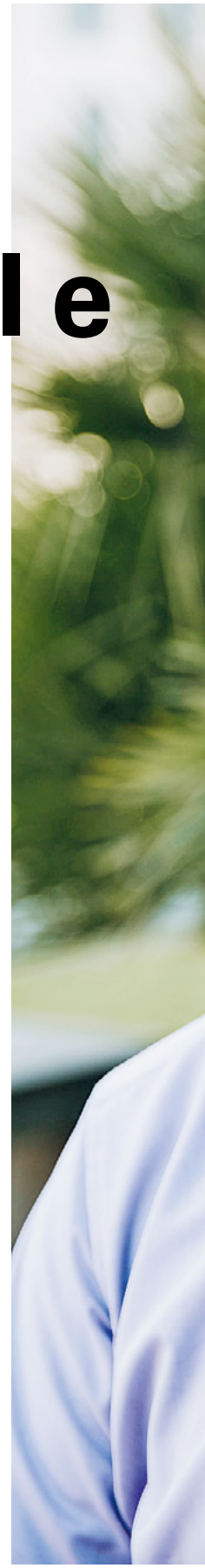
Prof. Markus Allmann, Direktor des Instituts für Raumkonzeptionen und Grundlagen des Entwerfens

„Kunst zu machen ist eine humanitäre Notwendigkeit. Sie sollte in allen Prozessen zugegen sein. Kunst relativiert, wirft um und geht neu hervor. Über Verantwortung nachzudenken führt hingegen zu der Frage: Wo handle ich sinnvoll? Es ist jedoch nicht Aufgabe der Kunst, politischen Überzeugungen eine künstlerische Form zu verleihen. Kunst macht nicht etwas gegen jemanden, denn eine Parteinahme wäre zu einfältig. Ich finde die Verknüpfung dieser Dinge wichtig. Deshalb ist es ein großer Reiz, Kunst und Verantwortung als Verbindung zu entdecken und daraus seine gesellschaftlich wertvollen Verantwortlichkeiten abzuleiten."

Prof. Sybil Kohl, Leiterin des Instituts für Darstellen und Gestalten

Fotos: S.74 Julius Stark S.76/77
Dietmar Spolert, privat, Universität Stuttgart/IDG/Pirmin Wollensak, Brigitta Stöckl, Myrzik&Jarisch, privat

Ins Herz der Welle



TEXT: Andrea Mayer-Grenu
FOTOS: Sven Cichowicz

Tsunamis wie 2004 an den Küsten Südostasiens können Hunderttausende Menschenleben kosten und richten gigantische Verwüstungen an. Prof. James Foster an der Universität Stuttgart will die Frühwarnsysteme verbessern, seine Erfahrung aus dem Flutwellen-Hotspot Hawaii hilft dabei.

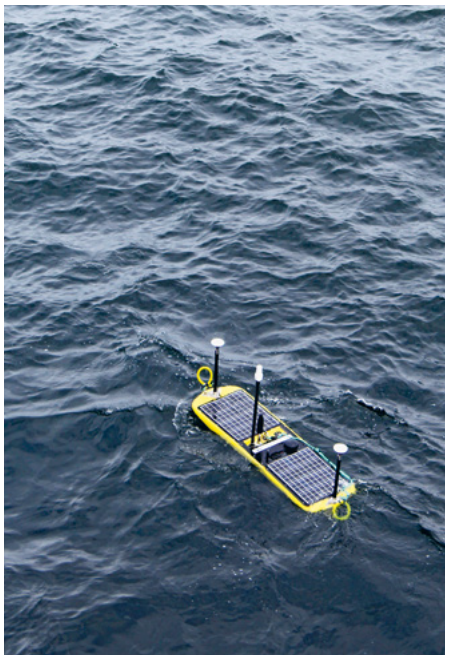
„Aloha" endet die E-Mail von James Henry Foster, und die hawaiische Grußformel ist kein Zufall. 30 Jahre lang hat der gebürtige Engländer mit US-amerikanischem Vater auf der Tropeninsel im Pazifik gelebt. Der heute 51-Jährige promovierte an der University of Hawaii in Honolulu auf dem Gebiet der Geologie und Geophysik, zuletzt forschte er am Hawaii Institute of Geophysics and Planetology (HIGP).

Honolulu ist ein Zentrum der Tsunami-Forschung. Das Pacific Tsunami Warning Center (PTWC) befindet sich dort, ein internationales Frühwarnsystem, das die Bevölkerung in der gesamten Pazifik-Region rechtzeitig vor einer Flutkatastrophe warnen soll. Und Tsunamis sind auch der Forschungsschwerpunkt von James Foster. Die Herangehensweisen des operativ arbeitenden PTWC und des Universitätsprofessors ergänzen sich: Während das Frühwarnsystem mithilfe von Seismometern Erdbeben detektiert, die zu einem Tsunami führen könnten, will Foster mit seinem Team neue Methoden entwickeln, um diese Vorhersagen zu verbessern. „Mein Ziel ist es, Tsunamis direkt zu messen", erklärt der Geodät – und zwar schon dann, wenn die Monsterwelle noch gar kein Monster ist, also bevor sie die Küstenlinie erreicht.

„Selbst ein großer Tsunami hat auf offener See erst einmal nur eine Höhe von zehn Zentimetern bis einem Meter", erklärt der Wissenschaftler. „Erst wenn das Wasser Bereiche mit geringer Wassertiefe erreicht, wird es gestaucht und türmt sich zu mächtigen Flutwellen auf, die in den Küstenregionen zu katastrophalen Verwüstungen führen können." Dementsprechend besteht eine Lücke in der Tsunami-Vorhersage, die es zu schließen gilt. Denn die bisherigen seismografischen Messungen liefern zwar Daten über Ursprung und Stärke eines Erdbebens, aus denen sich errechnen lässt, ob ein Tsunami drohen könnte. Bis die tatsächlichen Veränderungen des Meeresspiegels aber an der Küste angekommen sind und von Gezeitenmessern angezeigt werden, vergehen Stunden. →

Der Tsunami-Warner: Prof. James Foster will Monsterwellen schon dann erkennen, wenn sie noch ganz winzig sind.

Autonome Wasserfahrzeuge, sogenannte Wave Gliders, sind Teil von Tsunami-Warnsystemen.



Prof. James Foster

„Natürlich sind wir heute weiter, die Messmethoden entwickeln sich und auch die Algorithmen sind sehr viel schneller geworden.“

Neuer Standort: Heute forscht James Foster an der Universität Stuttgart – mit Exkursionen wie hier auf den Rotenberg.

→ Um die flachen Tsunami-Wellen im Auf und Ab des Ozeans aufzuspüren und von normalen Wellen zu unterscheiden, setzt Foster auf Schiffe, die mit GPS-Sensoren ausgestattet werden. Dabei macht man sich die unterschiedliche Charakteristik beider Wellentypen zunutze. „Eine normale Ozeanwelle rollt in eben mal 15 Sekunden an einem Schiff vorbei, eine Tsunami-Welle dagegen braucht bis zu einer halben Stunde.“ GPS ist in der Lage, diese flachen Wellenbewegungen mit langer Amplitude zu messen, und da Schiffe ständig unterwegs sind, ist zudem eine hohe Frequenz an Messungen möglich. Damit liefern die GPS-Schiffe Daten über den Tsunami selbst – in einem sehr frühen Stadium. „Mein Ziel ist es, zehn Prozent aller kommerziellen Schiffe mit GPS auszustatten“, skizziert Foster die Richtung. Das Ergebnis wäre ein Zeitvorsprung, der Leben rettet.

GPS erleichtert es zudem, Aussagen darüber zu treffen, ob ein Erdbeben tatsächlich zu einem mächtigen Tsunami führt. Ausschlaggebend dafür sind die Stärke des Bebens, die Nähe seines Ursprungsorts zur Wasseroberfläche und der sogenannte „Push“, also die Energie, mit der eine Erdplatte die andere nach oben drückt. „Landbasiertes GPS erfasst den Push im Prinzip sehr gut“, sagt Foster. Das Problem ist nur: Tsunami-relevante Beben passieren im Meer, und hierüber geben die an Land erhobenen Daten nur ein sehr unklares Bild.

WARNUNGEN IN ECHTZEIT ERMÖGLICHEN

In seinem Schwerpunkt Meeresgeodäsie sucht Foster daher nach Wegen, um landbasierte Messmethoden für die Tsunami-Forschung nutzbar zu machen und das Geschehen unmittelbar am Meeresboden zu messen. Eine Technologie dafür sind Drucksensoren, die quasi das Gewicht des Ozeans messen. Hebt sich der Meeresboden, dann verändert sich das Gewicht des Wassers und damit der Druck auf den Sensor. Eine weitere Methode sind akustische Messungen. Hierbei werden akustische Signale von der Meeresoberfläche zum Grund gesendet, und man misst die Zeitspanne des Schallwegs. Vergleicht man Zeitreihen dieser Messungen, lassen sich Verwerfungsbewegungen an den Grenzen der Erdplatten von wenigen Zentimetern im Jahr aufspüren. →

→ Durchgeführt werden solche Messungen mit autonomen Oberwasser-Fahrzeugen (Wave Gliders), die sowohl mit GPS als auch mit akustischen Messeinrichtungen bestückt sind. „Wir hatten gerade einen solchen Wellengleiter bei einem Seebeben in Alaska. Er wartet schon auf seinen nächsten Einsatz“, freut sich Foster.

Selbst Smartphones können einen Beitrag zur Erdbebenfrüherkennung leisten. Möglich ist dies dank des „Accelerometers“. Dieser Beschleunigungsmesser sagt dem Handy zum Beispiel, ob der Nutzer oder die Nutzerin das Gerät gerade hochkant oder quer in der Hand hält, sodass sich der Bildschirm entsprechend drehen kann. Fixiert man das Handy an einer Wand oder am Boden, reagiert der Accelerometer im Falle eines Erdbebens auf das Schütteln und sendet ein Warnsignal. Dieses kann den Menschen in der nächsten Stadt 10 bis 20 Sekunden Zeit geben zu reagieren, bevor das Beben eintrifft. „Das reicht, damit Menschen sich unter einem Tisch in Sicherheit bringen und die Rettungskräfte alarmiert werden können“, meint Foster. In einem Netzwerk mit Costa Rica wird bereits getestet, ob das System vollautomatisch und sicher läuft. Die ersten Ergebnisse seien vielversprechend. Interessant ist das System besonders deshalb, weil Handys ein billiger Massenartikel sind und daher in großer Zahl zum Einsatz kommen können. „So werden wir fast Echtzeitwarnungen ermöglichen können“, schwärmt der Wissenschaftler.

Auf die Frage, ob seine Forschung helfe, die Folgeschäden von Tsunamis wie 2004 in Südostasien zu verhindern, lacht James Henry Foster. „Natürlich sind wir heute weiter, die Messmethoden entwickeln sich und auch die Algorithmen sind sehr viel schneller geworden. Doch 2004 war nicht die Naturkatastrophe das Problem, sondern die Menschen.“ Frühzeitige Hinweise auf ein „big event“ gab es damals durchaus. Da die Region jedoch seit 100 Jahren keine größeren Tsunamis mehr erlebt hatte, war niemand darauf vorbereitet. Es gab keine Warnsysteme in den Ländern selbst, keine Ansprechpartner, keine Schutzeinrichtungen, kein Wissen, was im Ernstfall zu tun ist. „Die Menschen sahen, wie sich das Meer zurückzog, aber sie erkannten die Zeichen nicht und rannten nicht davon. Tsunami-Schutz hat immer auch eine gesellschaftliche Dimension.“

VON HONOLULU NACH STUTTGART – MIT GUTEN GRÜNDEN

Doch was führt einen Tsunami-Forscher vom Hotspot Honolulu nach Stuttgart, wo höchstens der Neckar Hochwasser führt und Erdbeben selten die Stärke 4 übersteigen? Es sind zunächst private Gründe: Fosters Frau ist Deutsche und die Kinder sollten die Großeltern häufiger sehen. Aber auch die Forschungsstrukturen an der Universität Stuttgart haben den Wissenschaftler gereizt: „Die Stuttgarter Geodäsie hat international einen sehr guten Ruf. Zudem gibt es hier zahlreiche Expertinnen und Experten, die sich mit Technologien beschäftigen, die für meine Forschung interessant sind, zum Beispiel mit Low-Cost-Sensoren“, erklärt er.

Last, but not least kann der Wissenschaftler entgegen der landläufigen Auffassung auch der deutschen Forschungsförderung viel Gutes abgewinnen. Denn auf Hawaii – wie an vielen anderen US-Universitäten auch – müssen Forschende aus den Fördermitteln für ein Projekt zunächst das persönliche Einkommen bestreiten und zudem Gelder für das Institut abzweigen. „Die Folge ist, dass ich sehr viel Zeit in Proposals investieren musste, um meine Familie zu ernähren.“ In Deutschland dagegen seien die Fördersummen zwar niedriger, doch die Mittel für den Lebensunterhalt kommen aus anderen Töpfen. „Anträge schreiben muss ich hier auch“, schmunzelt Foster, „aber wenigstens fließt das Geld dann in meine Forschung.“ ↠

Die autonomen Wave Gliders sind mit GPS und akustischen Messgeräten ausgestattet.

KONTAKT

PROF. DR. JAMES FOSTER **Mail: james.foster@gis.uni-stuttgart.de**
Telefon: +49 711 685 83459

Foto: S.79/81 privat

DR. KRISTY PEÑA-MUÑOZ

DIE UMWELT SCHÜTZEN, NACHHALTIGKEIT FÖRDERN

Glas, Plastik oder Papier bei der Entsorgung zu trennen, ist in Deutschland normal. In Mexiko ist das noch nicht so. Deshalb entwickelt Kristy Peña-Muñoz dort Ideen zur Abfalltrennung. „In Mexiko ist die Abfallwirtschaft 20 bis 30 Jahre hinter Deutschland her“, sagt Peña-Muñoz. Dagegen unternimmt die Mexikanerin etwas, indem sie lateinamerikanische Länder zu Umwelt und Nachhaltigkeit berät. Sie ist Absolventin des Masterstudiengangs „Air Quality Control, Solid Waste and Waste Water Process Engineering“, kurz WASTE, an der Universität Stuttgart und promovierte 2014 im Rahmen des internationalen Doktorandenprogramms Environment Water, ENWAT. Seit Januar arbeitet sie, gemeinsam mit sechs Mitarbeitenden, als Projektentwicklerin für ihr eigenes Unternehmen KFG EnviroSmart Solutions. Die Unternehmerin möchte andere Firmen für die Abfalltrennung gewinnen. Sie plant, aus organischem Abfall Biogas zu produzieren. Damit würde nicht nur erneuerbare Energie gewonnen werden, sondern auch Geld, meint Peña-Muñoz.

Peña-Muñoz hat gemerkt, dass Konflikte im Business nicht immer mit Technologie zu tun haben. Manchmal entstehen sie aus einem Problem mit der Kommunikation, weil Menschen beispielsweise eine andere Kultur nicht verstehen. 2008 und 2009 hat die Unternehmerin für Daimler gearbeitet. Sie verbrachte ein Jahr in einem Werk in Sindelfingen bei Stuttgart und ein Jahr in einem Werk in Saltillo, im nördlichen Teil von Mexiko. Rückblickend sagt sie, dass Daimler Deutschland nicht das gleiche gewesen sei wie Daimler Mexiko. „Das waren andere Mentalitäten, obwohl es die gleiche Firma ist und wir in Mexiko deutsche Kollegen hatten“, erinnert sich Peña-Muñoz. Unterschiede habe es auch beim Thema Umwelt gegeben. „In Sindelfingen wurde der Abfall ungefähr in 200 verschiedene Einzelteile unterteilt. In Mexiko waren es null.“ Als Peña-Muñoz nach Saltillo kam, hat sie festgestellt, dass die fehlende Mülltrennung keine technische Frage war, sondern eine kulturelle. Sie überzeugte die Mitarbeitenden, den Abfall wenigstens in die Basics zu teilen. „Mit dem Geld, das wir dank des Abfalltrennungsprozesses gewonnen haben, konnten wir das ganze Abfalltrennungsprogramm weiterentwickeln“, sagt Peña-Muñoz. Für sie wurde klar, dass man unterschiedliche Mentalitäten beachten muss. Durch ihr Studium und ihre Arbeit in verschiedenen Ländern hat die Mexikanerin gelernt, dass man Ideen nicht überall gleich umsetzen könne. Deshalb möchte sie mit ihrem Unternehmen eine Brücke zwischen den Kulturen bauen und Lösungen entwickeln, die für das jeweilige Land passen.

Foto: privat

Universität Stuttgart

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

ÜBERSETZUNGEN
Proverb oHG

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

DRUCK
W. Kohlhammer Druckerei GmbH & Co. KG

RECYCLED
Papier aus Recyclingmaterial
FSC® C016267

ZUR ONLINEAUSGABE
https://www.uni-stuttgart.de/forschung-leben

Universität Stuttgart
Keplerstraße 7
70174 Stuttgart
www.uni-stuttgart.de