


friedrich

FAU
FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

forschungsmagazin der Friedrich-Alexander-Universität | Nr. 117 | November 2017 | 42. Jahrgang



WISSEN IN BEWEGUNG

Auf die nächsten 275 Jahre

Wir gratulieren.

275 Jahre Friedrich-Alexander-Universität:
Als Förderer sind wir langjähriger Wegbegleiter.



Prof. Dr. Joachim Hornegger

Liebe Leserinnen und Leser,

was macht eine Universität aus? Menschen jeden Alters und verschiedener Herkunft studieren, forschen, lehren, promovieren dort. Sie alle verbindet eins: Ihr Ziel ist Wissen. Es wird generiert, es wird weitergegeben, es wird angewandt. Im Jahr 2018 tun sie das an der FAU seit 275 Jahren. Sie alle tragen dazu bei, dass Wissen entsteht und nie stehen bleibt, dass Wissen in Bewegung ist und seinerseits bewegt.

Unter diesem Motto – Wissen in Bewegung – steht auch das Jubiläumsjahr der FAU. Wir wollen Wissen erlebbar machen, das Wissen feiern und an der einen oder anderen Stelle auch Ihr Wissen erweitern. Die Jubiläumsausgabe des friedrich ist der erste Schritt dazu.

Wie es sich für ein solches Heft gehört, werfen wir einen Blick zurück in die 275-jährige Geschichte der FAU. Darüber hinaus beschäftigen wir uns mit Fragen, die die Wissenschaft hier und heute bewegen: Was macht gute Wissenschaft aus? Wie entsteht Neues? Muss Wissenschaft nützen? Wann ist Scheitern erfolgreich? Oder warum ist Skepsis gegenüber Wissenschaft manchmal gut und manchmal gefährlich? Aber eine Jubiläumsausgabe sollte auch einen Blick in die Zukunft wagen. Denn obwohl wir heutzutage so viel mehr wissen als noch vor 100 oder 200 Jahren, existieren immer noch jede Menge offener Fragen, auf die es Antworten zu finden gilt. Und dafür arbeiten wir alle Tag für Tag, mit all unserem Können, unserem Wissen und mit größter Leidenschaft.

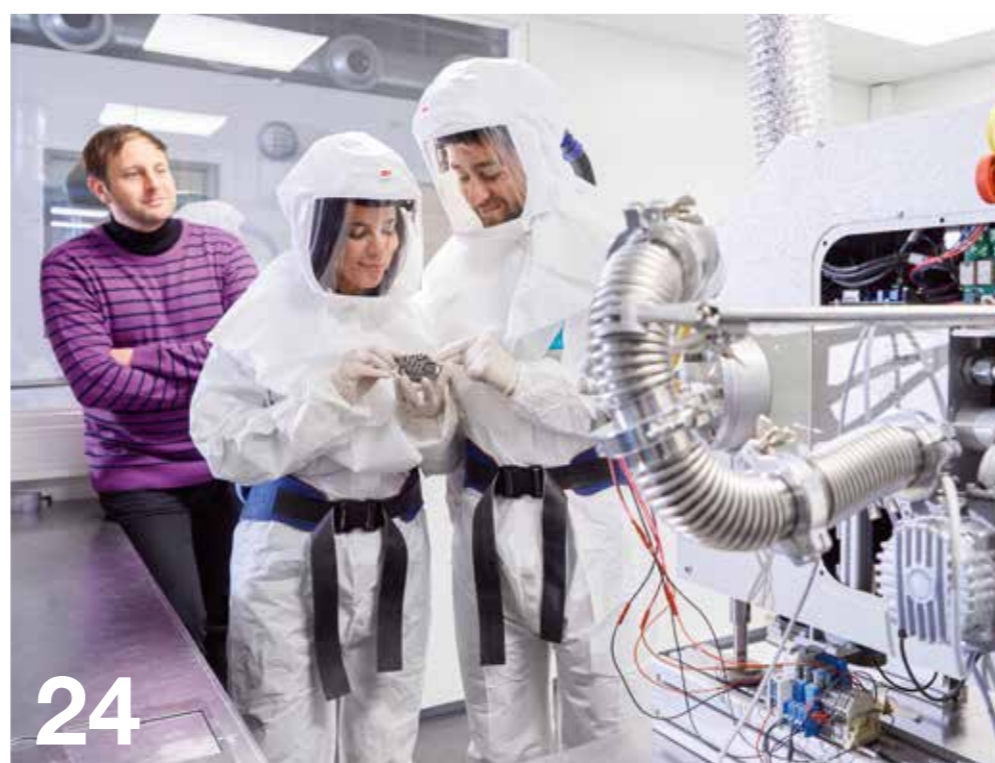
Ich lade Sie ein, mit auf diese Wissensreise zu gehen – im friedrich, an der FAU, das ganze Jahr 2018.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Joachim Hornegger
Präsident der FAU



8



24



48

Die großen Fragen

Was die Menschen schon immer bewegt hat

6

550 Jahre FAU

Eine Zeitreise ins Jahr 2293

90

Wissen wahren

275 Jahre. Ein Blick zurück

Die Geschichte der Universität im Überblick

10

Wissen, das Geschichte schreibt

An der FAU wurde so einiges erdacht und entwickelt

12

Die Universität lebt

So hat sich die FAU verändert – oder auch nicht

20

Wissen leben

24

Was gute Wissenschaft ausmacht

Ein Interview mit FAU-Präsident Joachim Hornegger

26

Die Geburt des Neuen

Innovationsforscher Albrecht Fritzsche im Gespräch

30

Muss Wissenschaft nützen?

Eine Frage – zwei Wissenschaftler antworten

32

Forschung = Berufung

Forscher der FAU darüber, was sie antreibt

36

Versuch und Irrtum

Vom Scheitern in der Wissenschaft

40

In Science We Trust?

Wie Leugnen von Fakten die Gesellschaft gefährdet

44

Wissen weiten

48

Wettlauf mit dem Wandel

Wie die FAU Zukunftsthemen begegnen will

50

Pulsierende Zukunft

Mit Lasern präzise schneiden und gekonnt manipulieren

52

Arbeit 4.0

Unternehmen und Gesellschaft im Wandel

56

Ein Rucksack für Fledermäuse

Wie Sensoren helfen, die Umwelt besser zu verstehen

60

Natur aus der Nische

Erdwärme und Synthesegas helfen bei der Energiewende

64

Der Stoff, aus dem die Zukunft ist

Neue Materialien für Wissenschaft und Industrie

68

Heilen mit Physik

Mediziner und Physiker helfen zusammen Patienten

72

Die Fluchtdenker

Forscher beleuchten Migration in vielfältiger Weise

76

Erfolgreiche Dreiecksbeziehung

Wie Uni, Uni-Klinikum und Unternehmen kooperieren

80

Und was machen Sie so?

Fünf Wissenschaftler erklären, was sie erforschen

84

Autoren
Impressum

94
95

Fotos: FAU/David Hartfiel

Die großen Fragen

Seit jeher haben die Menschen Fragen gestellt. Fragen nach dem Warum, Fragen nach dem Wie, Fragen nach dem Wohin. Wir haben FAU-Wissenschaftlern 22 große Fragen der Menschheit gestellt.

Warum funktionieren Utopien in der Realität nicht?

Simple Antwort: Weil sie Unmögliches wollen. Komplexere Antwort: Hinter utopischen Gesellschaftsentwürfen stecken oft Frust und Ungeduld angesichts der nur allzu vertrauten Erfahrung, dass die Dinge nicht vorangehen, dass heute dieselben Probleme auftauchen wie gestern oder dass das Beharrungsvermögen der Mitmenschen wie Gestrüpp am Fortschritt hindert. Daher der Versuch, die Dinge ein für alle Mal vernünftig zu regeln. In der utopischen Gesellschaft sollen endlich Gerechtigkeit und Ordnung herrschen. Die Gemeinschaft hat Vorrang, und einem jeden ist der Platz angewiesen, an dem er dem Allgemeinwohl am meisten dient. Und weil alles zum Besten bestellt ist, ist Geschichte stillgestellt. – Zum Glück scheitern alle Utopien am Menschen, der nicht so ist, wie der Utopist ihn gern hätte. Denn für uns alle gilt nun einmal: „Aus so krummem Holze, als woraus der Mensch gemacht ist, kann nichts ganz Grades gezimmert werden.“ (Immanuel Kant)

Prof. Dr. Jens Kulenkampff
ehemals Lehrstuhl für Philosophie

1

Woher wissen wir, dass wir sind?

Im Schlaf oder während konzentrierter Arbeit vergessen wir uns und fragen uns vielleicht rückwirkend, ob wir sind. Aber für die meisten ist diese Frage überraschend, denn unsere Existenz ist offenkundig, da wir uns physisch erfahren, das heißt: Wir können uns sehen, fühlen, riechen. Die Antwort auf diese philosophisch wichtige Frage lautet daher weniger „cogito, ergo sum“ – „ich denke, also bin ich“, wie es René Descartes formulierte – , sondern eher „sentio, ergo sum“ – „ich spüre, also bin ich“. Hier ein Test zur Überprüfung der eigenen Existenz: vor einen Spiegel treten, sich in den Arm kneifen, an einer Blume riechen, zwei Tage nicht essen. Auswertung: Wer sich selbst sehen kann, Schmerz am Arm empfindet, den angenehmen Duft wahrnimmt sowie unangenehmen Hunger entwickelt, bekommt vier Punkte, und das Ergebnis lautet: gesicherte Existenz. Wer sich beispielsweise trotz intakter Augen selbst nicht sehen kann, darf zweifeln und fragt am besten seinen Arzt oder Apotheker.

Prof. Dr. Johannes Kornhuber
Lehrstuhl für Psychiatrie und Psychotherapie

2

Wollen wir unsterblich sein?

„Es ist mit dem Alter wie mit dem Tode. Einige betrachten beide ohne Emotionen, nicht weil sie etwa mehr Mut hätten, sondern weniger Vorstellungskraft.“ (Marcel Proust)

Wir werden immer älter. Und dies trotz Multimorbidität meist in einer Art und Weise, die uns ein selbstständiges Leben und Teilhabe an der Gesellschaft ermöglicht. Der demografische Wandel ist somit primär demografische Chance! Würde das biologische Altern abgeschafft, wäre die Folge ewiges chronologisches Alter. Ob möglich, wie von wenigen Forschern propagiert, oder nicht – es ist aktuell Fiktion, und so gibt es mehr als hundert Alternstheorien. Ob erwünscht, ist sicher auch abhängig davon, ob Körper und Geist parallel altern würden. Was bleibt: Praktisch alle Spezies altern, Ausnahmen sind einige Seeanemonen. Aber wer möchte eine Seeanemone sein?

Prof. Dr. Cornel C. Sieber
Lehrstuhl für Innere Medizin (Geriatric)

3

Foto: shutterstock.com/Majidm



Wissen wahren

Wenn eine Universität Jubiläum feiert, dürfen wissenschaftliche Errungenschaften ebenso wenig fehlen wie Meilensteine aus der Universitätsgeschichte – ein Streifzug durch die Vergangenheit der Friedrich-Alexander-Universität.

Foto: FAU/David Hartlief

275 Jahre. Ein Blick zurück

Wann studierten die ersten Frauen an der FAU? Und wie kam die Uni eigentlich zu ihrem Doppelnamen? Fakten rund um die FAU-Geschichte.

1743

Markgraf Friedrich von Brandenburg-Bayreuth gründet in Erlangen die Friedrichs-Universität. Die Universität wird in den Räumlichkeiten der ehemaligen Ritterakademie an der Hauptstraße untergebracht. Am 4. November wird sie feierlich eröffnet

1769

Markgraf Alexander von Brandenburg-Ansbach und Brandenburg-Bayreuth verfügt die Umbenennung in Friedrich-Alexander(s)-Universität

1818

Die Universität erhält das Schloss, den Schlossgarten, die Orangerie, weitere ehemals markgräfliche Gebäude sowie den Bestand der Universitätsbibliothek in Altdorf als Eigentum zugesprochen

1824

Das Krankenhaus wird als erster großer Neubau eröffnet

1890

Erstmals sind über 1.000 Studierende immatrikuliert

1903

Frauen werden zum Studium zugelassen

1928

Die naturwissenschaftlichen Fächer werden aus der Philosophischen Fakultät ausgegliedert und in einer eigenen Naturwissenschaftlichen Fakultät organisiert

1933-45

Während der NS-Zeit wird die akademische Selbstverwaltung eingeeignet, missliebige Professoren, Dozenten und Studierende werden hinausgedrängt und ideologiekonforme Lehrinhalte aufgenommen

1951

Die Uni tanzt: Zum ersten Mal findet das Schlossgartenfest statt

1961

Die Nürnberger Hochschule für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wird der Universität als eigene Fakultät angegliedert. Seitdem trägt die Universität die Ortsbezeichnung „Erlangen-Nürnberg“

1966

Als siebte Fakultät entsteht die Technische Fakultät – sie hat mittlerweile die meisten Studierenden

1972

Die Pädagogische Hochschule Nürnberg wird als Erziehungswissenschaftliche Fakultät eingegliedert

2006

Erfolg in der Exzellenzinitiative, Teil 1: Die Erlanger Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) wird im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder eingerichtet

2007

Umfassende Reform in der Geschichte der Universität: Die Grundordnung wird in wesentlichen Bereichen geändert, und die bis dahin bestehenden elf werden in fünf Fakultäten zusammengefasst

2007

Erfolg in der Exzellenzinitiative, Teil 2: Der Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials (EAM) wird eingerichtet

2013

Im neu gegründeten Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg für Erneuerbare Energien (HI ERN) kooperiert die FAU mit dem Forschungszentrum Jülich und dem Helmholtz-Zentrum Berlin

2015

An der FAU studieren rund 40.000 Studierende

2017

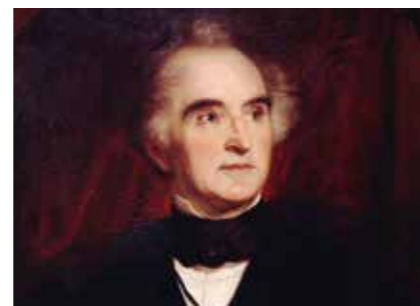
Gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Erlangen und dem Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts ruft die FAU das Zentrum für Physik und Medizin (ZPM) ins Leben



Wissen, das Geschichte schreibt

Ob von eifrigen Sammlern, wagemutigen Medizinern oder hochfliegenden Philosophen – an der FAU wurde so einiges erdacht, erfunden, entwickelt.

von Ilona Hörath



Erst Doktorand, dann berühmt

Mineraldünger, Backpulver, Chloroform, Babynahrung oder Fleischextrakt – diese Entdeckungen sind niemand anderem zu verdanken als Justus von Liebig. Als einer der berühmtesten und erfolgreichsten Chemiker seines Jahrhunderts sowie als Begründer der organischen Chemie, der Agrilkulturchemie und der Ernährungsphysiologie schrieb er Geschichte. 1821 folgte Liebig dem von Bonn nach Erlangen gewechselten Chemie- und Physik-Professor Karl Wilhelm Gottlob Kastner. Er immatriulierte sich an der FAU, um seine Doktorarbeit „Über das Verhältnis der Mineralchemie zur Pflanzenchemie“ zu beginnen. Er befreundete sich mit dem Dichter August Graf von Platen. In Abwesenheit und ohne Prüfung, aber mit Unterstützung Kastners, wurde Liebig 1823 promoviert. Der Grund für dieses ungewöhnliche Vorgehen: Er hatte im Jahr zuvor als Mitglied einer Studentenverbindung an Studentenunruhen teilgenommen und musste Erlangen eilends verlassen.

Foto: Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg (Liebig); FAU/David Hartfiel



Ganz neu: Operationen mit Narkose

„Sie wissen weder von einem Vorgang noch von einem Schmerz“, reportierte Jakob Herz, im 19. Jahrhundert Assistent in der Chirurgischen Klinik, im Februar 1847 in der Augsburger Allgemeinen Zeitung über die ersten Narkosen, die mit Äther durchgeführt wurden. Es war ein 26-jähriger Schuhmachergeselle, dem bei einer OP erstmals Schmerzen erspart blieben. Eine Premiere nicht nur für den Patienten, sondern vor allem für den Ordinarius für Chirurgie und Augenheilkunde, Johann Ferdinand Heyfelder, der am 24. Januar 1847 in Erlangen die deutschlandweit erste Äthernarkose durchführte – nicht ohne zuvor einen entsprechenden Apparat konstruiert zu haben. Zum Einsatz kam Schwefeläther, das Anästhetikum hatte erst kurz zuvor die Fachwelt in den USA, England und Frankreich in Staunen versetzt. Um Neben- und Folgewirkungen des Schwefeläthers zu untersuchen, inhalieren er und seine Studenten das Mittel auch selbst. Nur wenige Monate später war es wieder Heyfelder, der als einer der ersten Mediziner in Deutschland das von einem Briten eben erst erfundene Chloroform einführte. Sich der Gefährlichkeit dieses Anästhetikums sehr wohl bewusst, forderte er bei OPs eigens zwei „Gehilfen für die Inhalation des Chloroforms“ an, die sich der Überwachung der Vitaldaten des Patienten annahmen. Für seine Kollegen war Heyfelder, wenngleich universell gebildet, „mehr interessant als angenehm, mehr bedeutend als wohlthuend“, wie Biografen notierten. Für die Entwicklung der Erlanger Anästhesie aber leistete er bedeutenden Vorschub.

Fotos: Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg (Narkose; Feuerbach); Hoechst GmbH, Firmenarchiv, 65926 Frankfurt am Main (Antipyrin)



Das philosophische Quartett

Sie kamen als Professoren an die kleine fränkische Universität, philosophierten hemmungslos und kreativ, und bald war die dominierende Philosophie im Europa des 19. Jahrhunderts geboren: Das Philosophenquartett aus Johann Gottlieb Fichte, Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling, Gotthilf Heinrich von Schubert und dem frühen Ludwig Feuerbach brachte nichts Geringeres als den Deutschen Idealismus hervor – die Blütezeit deutscher Philosophie. Der Geist sei das Absolute, nach dem sich der Mensch zu richten habe. Eine richtig bunte Gesellschaft sei es gewesen, die sich gegenseitig befruchtete und, so wissen FAU-Forscher, ein gutes Maß an Rotwein konsumierte. Die geistesgeschichtliche Bedeutung der vier Gelehrten ist enorm. Mit den Thesen des Hegel-Schülers und späteren Materialisten Feuerbach setzten sich später Karl Marx und Friedrich Engels kritisch auseinander. Schelling galt als kreativster Kopf, der allerdings kaum wissenschaftlich argumentierte, sondern sich von seinen Ideen mitreißen ließ. Fichte hingegen avancierte bei den Publizisten der anti-napoleonischen Befreiungskriege 1813 bis 1815 und ihrer Leserschaft zu deren geistigem Vater. Und: Noch im ersten Weltkrieg steckten in den Tornistern der Soldaten die Reclam'schen Fichte-Ausgaben. Schubert, eng befreundet mit Schelling, lehrte am damaligen Erlanger Lehrstuhl für Naturphilosophie und wurde zum ersten Ehrenmitglied der 1808 gegründeten und noch heute bestehenden Physikalisch-Medizinischen Sozietät Erlangen ernannt.



Gegen Fieber und Schmerzen

Schlichtweg Platzmangel beziehungsweise ein fehlendes pharmakologisches Forschungsinstitut haben entscheidend zu einer wichtigen Erfindung beigetragen. Weil Forscher gezwungen waren, auf engem Raum zusammenzuarbeiten, wurde in Erlangen 1883 das erste synthetische Medikament der Welt hergestellt, das Schmerz- und Fiebermittel Antipyrin. Bis dahin betreute der erste Pharmakologe Erlangens, Wilhelm Filehne, seine Patienten wohl unter anderem in seiner Mietwohnung. Wollte er aber forschen, musste er die Gastfreundschaft des Physiologischen Instituts sowie der Institute für Pharmazie und für Chemie in Anspruch nehmen. In der Dienstwohnung des Chemikers Emil Fischer in der Hauptstraße traf er schließlich dessen Doktoranden Ludwig Knorr – und schon bald war Phenazon „gebraut“. Später wurde es unter dem Markennamen Antipyrin verkauft und verhalf der deutschen Pharmaindustrie zum Aufstieg. Noch heute ist Phenazon Bestandteil vieler Schmerzmittel. 1999 wurde der Institutsneubau der Pharmakologie eingeweiht. In einer Rede von Prof. Dr. Kay Brune über deren Anfänge hieß es: „Die praktizierte Interdisziplinarität hatte zu Innovationen erheblichen Ausmaßes geführt: Sie halfen dem noch jungen Fach Pharmakologie auf die Beine, begründeten die moderne Biochemie und eröffneten der Pharmazeutischen Chemie die Möglichkeit zur gezielten Arzneimittelsynthese, nicht nur in Deutschland.“

Gerichtsmediziner und Kinderarzt

Universitäre Finanznot hielt Christian Heinrich Adolph Henke nicht davon ab, 1805 das Amt eines außerordentlichen Professors für Arzneikunde anzutreten. Bis er 1824 zum ersten Direktor des Krankenhauses, also des heutigen Universitätsklinikums Erlangen, berufen wurde, sollten noch einige Jahre vergehen. Da die Universität zunächst die Gehälter nicht zahlen konnte, rettete Henke sich ins Verfassen von Werken wie dem Handbuch zur Erkennung und Heilung der Kinderkrankheiten, das sich als Verkaufsschlager erwies, oder dem Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Auf beiden Gebieten erwarb er sich höchste Meriten: Er gilt als Begründer der deutschen Gerichtsmedizin und als Vorkämpfer der Pädiatrie in Erlangen. Sowohl die Gerichtsmedizin wie auch die Kinderheilkunde wurden erst über 100 Jahre später als Spezialfächer der Medizin eingerichtet. 1816 wurde Henke zum Professor für Physiologie, Pathologie und Staatsarzneikunde ernannt, 1818 zum Professor für Therapie, Medizinische Klinik und Staatsarzneikunde. Nach ihm ist seit 1887 eine der zentralen Verkehrsachsen Erlangens benannt.

Einer für die Chemie

Die FAU als fruchtbares Umfeld für einen späteren Nobelpreisträger und den Begründer der klassischen Organischen Chemie: Als Emil Fischer 1882 dem Ruf auf den Erlanger Lehrstuhl für Chemie folgte, konnte niemand ahnen, dass der Chemie-Professor zwanzig Jahre später die hochkarätige Auszeichnung entgegennehmen würde. Auch in seinen Erlanger Jahren bis 1885 zeichnete er sich durch Experimentierlust aus. Als Forscher schloss er sich mit einem Assistenten des Internisten Wilhelm Leube zusammen. Dass die Geruchswahrnehmung für den menschlichen Organismus ein wichtiger Indikator ist, wies er in Versuchen über den Geruchssinn nach. Die biomedizinische Forschung brachte er voran, indem er im Dreiergespann mit seinem Doktoranden Ludwig Knorr und dem Pharmakologen Wilhelm Filehne erstmalig das Schmerz- und Fiebermittel Antipyrin synthetisierte. In seiner Erlanger Zeit gelang es dem leidenschaftlichen Förderer der Chemie außerdem, die Studierendenzahlen merklich zu steigern. Das heutige Emil-Fischer-Zentrum der FAU, in dem Arbeitsgruppen aus den Bereichen der Pharmazeutischen Wissenschaften, der Lebensmittelchemie und der Molekularen Medizin zusammengeschlossen sind, ist nach ihm benannt.

Getrocknet und gepresst

Wer hat als Kind nicht selbst Pflanzenblätter gesammelt und sie, eingepresst zwischen zwei Buchdeckeln, getrocknet? Wie dies wissenschaftlich funktioniert, zeigt die aus mehreren Teilsammlungen bestehende Forschungssammlung des Erlanger Herbariums. Ein Herbar ist keine rein museale Einrichtung, sondern vielmehr ein wichtiges und vor allem unwiederbringliches, aber besonders langlebiges Instrument der wissenschaftlichen Dokumentation, etwa hinsichtlich der Pflanzensystematik und zur Beurteilung der Artenvielfalt. Mit etwa 158.000 auf einzelnen Papierbögen befestigten und mit Datum, Fundort sowie dem Sammlernamen etikettierten Belegen, darunter zirka 130.000 Blütenpflanzen, steht die Erlanger Sammlung hinsichtlich ihrer Größe auf Platz zwei in Bayern und auf Platz 15 in Deutschland. Wilhelm Daniel Joseph Koch, exzellenter Kenner der mitteleuropäischen Flora des 19. Jahrhunderts, ist einer der Mitbegründer des Herbars, das vermutlich 1825 ins Leben gerufen wurde. Bis zu seinem Tod 1849 wirkte Koch in Erlangen als Professor der Medizin und Botanik sowie als Direktor des Botanischen Gartens.

Was essen wir in Zukunft?

Ständig ist von neuen Trends bei Ernährung und Lebensmitteln zu lesen, die wenigsten davon setzen sich aber dauerhaft durch. Das liegt daran, dass vor allem in Deutschland selbst technikaffine Verbraucher eine sehr traditionelle Einstellung zu Lebensmitteln haben. Während in Medizin und Technik neue Technologien auf Begeisterung stoßen, würden wir am liebsten auch heute noch essen wie damals bei Oma. Von Dauer waren Innovationen vor allem dann, wenn sie Reaktionen auf veränderte Lebensumstände darstellten. So spiegelt der große Erfolg von „Convenience Food“, also von zubereiteten oder schnell zuzubereitenden Lebensmitteln, einen veränderten Lebensstil wider, bei dem zum Beispiel wegen der Berufstätigkeit beider Partner immer weniger Zeit zum Kochen bleibt. Auch in 100 Jahren wird sich unsere Ernährung deshalb nicht grundlegend ändern. Da sich das Leben aber auch noch weiter beschleunigen wird, wird wohl die Außerhausverpflegung in Zukunft maßgeblich für das Sattwerden sorgen.

Prof. Dr. Monika Pischetsrieder
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie

4

Haben wir eine Seele?

„Seele“ meint meist den nichtmateriellen, unsterblichen Kern unserer Person. Es gibt verschiedene mögliche Antworten auf die Frage. Der Philosoph sagt: „Die Hypothese ‚wir haben eine Seele‘ ist nicht falsifizierbar. Nach Popper fehlt damit eine zentrale Voraussetzung für deren Beleg.“ Der Physiker sagt: „Die Vorstellung einer Seele widerspricht dem Energieerhaltungssatz. Auch materiellose Wesen benötigen Energie, um mit dem Körper zu interagieren.“ Der Informatiker sagt: „Seele plus Körper ist komplizierter als ‚Körper allein‘. Gibt es gute Gründe für das komplizierte Modell?“ Der Demoskop sagt: „Laut Statista glauben derzeit 40 Prozent der Bevölkerung an eine Seele.“ Aber die philosophisch-wissenschaftliche Betrachtung greift zu kurz. Der Glaube an die unsterbliche Seele entspricht dem Bedürfnis nach Unvergänglichkeit und ist zentraler Bestandteil der Weltreligionen. Von diesen wird die Frage natürlich bejaht.

Prof. Dr. Johannes Kornhuber
Lehrstuhl für Psychiatrie und Psychotherapie

5

Studium: beendet.

Karriere: gestartet.

Ihr Berufseinstieg bei DATEV.



Bringen Sie sich mit Ihren Talenten in die Praxis ein.
Gestalten Sie mit uns die IT-Welt der Zukunft.



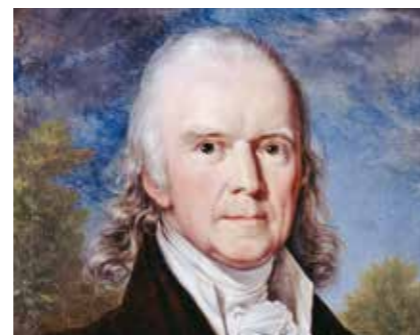
Bewerben Sie sich jetzt!
Alle Infos auf www.datev.de/karriere



Jetzt DATEV-Film ansehen.



Zukunft gestalten. Gemeinsam.



Pfarrer für Bayern

Sie ist ein Sonderfall in einer aufklärungskritischen Bewegung des 19. Jahrhunderts und machte als Erlanger Schule nichts anderes als – Schule. Denn im mehrheitlich katholischen Bayern ist es der Erlanger Theologie gelungen, ein protestantisches Gesamtbewusstsein zu etablieren. Sie nahm ihren Ausgang bei der Verknüpfung der Bibel- und Erweckungsbewegung – die in Erlangen auch von Nicht-Theologen getragen wurde – mit der konfessionell lutherischen Tradition. Ihr Erfolgsgeheimnis lag in der theologischen Einheitlichkeit der Fakultät mit bedeutenden Erlanger Gelehrten wie Gottlieb Christoph Adolf von Harleß, Johann Christian Konrad von Hofmann oder Gottfried Thomasius und deren publizistischer Aktivität; sogar eine neue Luther-Ausgabe gehörte dazu. Die Erlanger Theologie prägte fast drei Generationen bayerischer Pfarrer, aber nicht einfach konservativ. Denn die liturgische und kirchenmusikalische Abwendung von der Aufklärung hatte auch einen modernen Aspekt: Von entscheidender theologischer Bedeutung war nun die subjektive Überzeugung der Protestanten im Gegensatz zu dem damals polemisch dargestellten bloßen Glaubensgehorsam der Katholiken. Weil nicht restaurativ, findet sich etwa die damals neu eingeführte Gottesdienstordnung im Wesentlichen noch heute im Gesangbuch. Kurios: Es war der reformierte Pfarrer Johann Christian Gottlob Ludwig Krafft, der als Extraordinarius die Entstehung des Erlanger Neuluthertums zuerst anstieß.

Das nutzt in vielerlei Hinsicht

Wer etwa das cool designte, aber preislich gehobene Smartphone eines Herstellers mit Apfel-Logo erwirbt, tut dies nicht nur, um auf unterschiedlichen Kanälen zu kommunizieren. Vielmehr verleiht das Gerät seinem Besitzer auch ein gewisses Prestige. Marktforscher sprechen hier von einem Grundnutzen und einem Zusatznutzen, den das Produkt hat. Nichts Neues? Die Klassifikation der Bedeutung von Konsumgütern für die Konsumenten – bekannt als mehrstufige „Nürnberger Nutzenleiter“ – galt als durchweg innovativ, als sie der Wirtschaftswissenschaftler Wilhelm Vershofen 1940 im „Handbuch der Verbrauchsforschung“ vorstellte. In dem neuen Ansatz beschrieb Vershofen nicht nur den Nutzen eines Produktes, sondern erstmals auch dessen immateriellen Wert. 1923 erhielt er den Ruf als ordentlicher Professor an die Handelshochschule, den Vorläufer des heutigen Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der FAU. Der sich als Universalist verstehende Dozent und Forscher gilt als Mitbegründer der modernen Marktforschung in Deutschland. Auf seine Initiative hin gründete sich 1934 die Gesellschaft für Konsumforschung. Empirisch validiert hat Vershofen seine Nutzenleiter zwar nicht. Dennoch haben sich die nachfolgenden Forschergenerationen an seiner Idee orientiert: Noch heute ist die Nutzenleiter nach Vershofen in der Forschung präsent. Einer seiner wissenschaftlichen Assistenten sollte später anderweitig Berühmtheit erlangen: Ludwig Erhard.

34 Bände mit 17.000 Seiten

Ein echter Zugewinn für die Juristische Fakultät war der gebürtige Hallenser Christian Friedrich von Glück. 1784 zog er als Professor für Kirchenrecht, Strafrecht und Römisches Recht nach Erlangen, lehnte danach jeglichen Ruf ab und blieb seiner Alma Mater als allseits geschätzter akademischer Lehrer bis an sein Lebensende 1831 treu. In der Geschichte der Rechtswissenschaft ist Glück ein Paradebeispiel für sammelnde Gelehrtenaktivität. Denn sein „Versuch einer ausführlichen Erläuterung der Pandecten nach Hellfeld“ war natürlich kein Versuch. Sein wissenschaftlicher Kommentar über die Pandekten, eine spätantike Zusammenstellung römischer Rechtsgelehrtenurteile unter Kaiser Justinian, wuchs zu stattlichen von ihm vollendeten 34 Bänden an. Er umfasst insgesamt fast 17.000 Druckseiten und setzt sich mit den Grundlagen der Rechtswissenschaft und dem Privatrecht auseinander. Glücks Literaturwissen war immens, kaum eine Schrift, die er nicht kannte. Seine Gewissenhaftigkeit, sein Fleiß und seine Akribie zeigten sich auch im Bemühen um eine stetige Aktualisierung, indem er neuere Literaturansichten und moderne Gesetzgebung in den Kommentar einarbeitete. Kritikern wusste er selbstbewusst entgegenzutreten. Glücks Motivation war unter anderem das Bedürfnis der Studierenden nach brauchbarer Literatur. Der Erfolg gab ihm Recht: Sein Werk wurde später nachgedruckt und zudem ins Italienische übersetzt.

Fotos: FAU/Katharina Götz (Thomasius); GfK (Vershofen); Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg (Glück)

Von Tönen und Daten

Tagtäglich hören wir Musik, wo immer wir wollen, und laden sie aus dem Internet herunter. Ganz einfach, oder? Der Schlüssel zu diesem Musikgenuss liegt in der Technischen Fakultät der 1980er-Jahre. Die ursprüngliche Idee war es, das Stereosignal einer CD zu komprimieren, in Echtzeit wieder zu dekomprimieren und mithilfe dieses Verfahrens die Musik über eine Telefonleitung zu übertragen. Was der in Erlangen geborene Elektrotechniker Karlheinz Brandenburg daraus mit seinem Team und vor allem mit großer wissenschaftlicher Neugier ab 1987 entwickelte, schrieb als mp3-Verfahren Geschichte. So benötigt eine mp3-Datei im Vergleich zum Original gerade mal rund zehn Prozent des Speicherplatzes – ohne dass sich die Qualität hörbar verschlechtert. In Zusammenarbeit mit dem Erlanger Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS entstand eine einzigartige Technologie, die die Musikindustrie sowie unsere Hörgewohnheiten revolutionierte. Für die Entwicklung des Kompressionsverfahrens wurde Brandenburg als einer der bedeutendsten Vordenker der Elektrotechnik vielfach ausgezeichnet, darunter mit dem Deutschen Zukunftspreis.

Renommiert, aber uneinsichtig

Für den geschäftstüchtigen Erlanger Unternehmer Max Gebbert muss die Entdeckung der Röntgenstrahlen (1895) wie gerufen gekommen sein. Schon kurz darauf begann der Inhaber von Reiniger, Gebbert & Schall (RGS) – wohl ausgestattet mit einem untrüglichen Gespür für die Zukunft und das Potenzial elektromedizinischer Technik – nicht nur, den Markt für diese neue und chancenreiche Technik in Form von Röntgengeräten zu erschließen. Sondern er entwickelte die Apparate selbst weiter, mit Unterstützung universitärer Physiker und Mediziner. RGS-Röntgengeräte kamen zwar in der Chirurgie und bei den Internisten zum Einsatz. Die Durchleuchtungsröhre der Frauenklinik aber fristete lange ein Schattendasein: zu kompliziert und zu sperrig für die Anwendung in Diagnostik und Strahlentherapie, Forschungen wurden kaum betrieben. Erst Hermann Wintz erkannte schnell das Forschungspotenzial der Radiologie. Bis 1917 profilierte sich Wintz als gynäkologischer Radiologe, der erfolgreich forschte; es kam zu vielen Publikationen sowie Erfindungen, viele Patientinnen ließen sich von ihm untersuchen und behandeln. Der bedeutende Wissenschaftler Wintz re-

üssierte etwa mit effektiver Strahlentherapie bei Gebärmutter- und Brustkrebs. Er entwickelte mit der „Erlanger Methode“ ein rundum schlüssiges Konzept für die Behandlung häufiger Krebserkrankungen der Frau. Unter der Ägide des Netzwerkers, Taktikers und auch Prominentenarztes wurde die Frauenklinik zu einem radiologischen Forschungs- und Behandlungszentrum von internationalem Rang – und Wintz zum langjährigen Aushängeschild der FAU. Seiner wissenschaftlichen Reputation steht hingegen das Fehlen jeglicher Distanz gegenüber der nationalsozialistischen Erbgesundheits- und Rassenpolitik gegenüber. Frauenärzte am Uni-Klinikum Erlangen nahmen inhumane Experimente vor, frei jeglicher medizinischen Indikation. Mindestens 513 Zwangssterilisationen, meist an Patientinnen der Heil- und Pflegeanstalt sowie der Psychiatrischen Klinik, wurden an der von Wintz geleiteten Frauenklinik durchgeführt. Außerdem erfolgten zwischen 1943 und 1945 mindestens 136 Abtreibungen bei Zwangsarbeiterinnen. Zur Einsicht gelangte Hermann Wintz nicht. Später gab er an, er habe die, wie er es sagte, armen Ostarbeiterinnen vor Gefahren bewahren wollen.

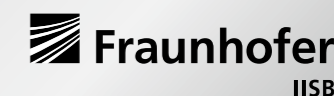


Wissenschaftliche Talente gesucht!

Das Fraunhofer IISB gratuliert der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg herzlich zum 275-jährigen Jubiläum und freut sich auf die weitere vertrauensvolle Zusammenarbeit!



www.iisb.fraunhofer.de/jobs





Graben in Spanien

Mythos Atlantis – Generationen haben sich auf die Suche nach dem Inselreich, das der griechische Philosoph Platon beschrieb, begeben. Als „Atlantiker“ verstand sich auch Adolf Schulten, von 1907 bis zu seiner Emeritierung 1935 Professor für Alte Geschichte. Relikte des spanischen Königreichs Tartessos, das Schulten für Atlantis hielt und das der Überlieferung nach auf der Iberischen Halbinsel lag, entdeckte er nicht. Er wurde anderweitig fündig. Bereits vor seiner Erlanger Zeit, ab 1905, wurde er Leiter der Ausgrabungen der antiken spanische Stadt Numantia, gelegen in der heutigen Provinz Soria – jene keltische befestigte Siedlung, die schon in der Bronzezeit existierte. Schulten entwickelte sich dabei vom philologisch arbeitenden Historiker zum grabenden Archäologen. Noch heute zählen seine monumentalen Ausgrabungsberichte über Numantia als grundlegende Werke. Ihm war aber auch ein gewisses überzeichnetes Nationalgefühl zu eigen. In der NS-Zeit spielte er zwar keine direkt politische Rolle, doch auf Distanz zu den Machthabern begab er sich nie. Sein großes Verdienst bleibt unbestritten: Schulten ist einer der Gründerväter der Archäologie des spanischen Raumes, speziell für die keltiberische Archäologie. Er rückte diesen in jener Zeit entstehenden Fachbereich in den Blickpunkt der Forschung.



Tierische Bilder

Ein Äffchen schickt sich an, den vor ihm liegenden Apfel zu verspeisen. In den Louvre oder die Uffizien hat es das Ölgemälde, das Markgraf Friedrich einst von seinem Äffchen anfertigte, nicht geschafft. Wohl aber bediente sich Johann Christian Daniel von Schreber, Schüler Carl von Linnés, des Kunstwerks, um – neben zahlreichen botanischen und zoologischen Abhandlungen – 1775 eines der damaligen Lehrbuch-Standardwerke zu schaffen: „Die Säugethiere in Abbildungen nach der Natur“. Es glänzte durch die gekonnte Verbindung von wissenschaftlich fundiertem Text und naturgetreuer Abbildung. Der Mediziner und Naturforscher von Schreber erhielt 1770 als Professor für Arzneikunde den Ruf nach Erlangen, kurz darauf avancierte er zum Leiter des Botanischen Gartens der Universität, später, 1776, zum Direktor des Naturalienkabinetts. Ihm als treibende Kraft ist es zu verdanken, dass die Universitätssammlungen nicht nur eingerichtet, sondern auch wesentlich weiterentwickelt wurden. Sie waren damals nicht etwas Museales, sondern wichtige Objekte für die akademische Lehre. Ein Denkmal im Schlossgarten erinnert an den Botaniker. Die berühmten Schrebergärten sind übrigens nicht nach ihm benannt. Vielmehr war er der Onkel Moritz Schrebers, der besagten Kleingartenanlagen ihren Namen gab.



Lernen wie anno dazumal

Weltweit nur zweimal gibt es diese Lesebibel von 1633, die aus jener Zeit stammt, als Wallenstein Nürnberg belagerte. Ein Exemplar der Rarität befindet sich im Schulmuseum Nürnberg der FAU. Zu den weiteren musealen Kostbarkeiten gehören etwa eine handgemalte russische Fibel aus dem Revolutionsjahr 1917, das Tagebuch eines 16-jährigen Schülers, der als Flakhelfer in Auschwitz stationiert war, hochwertige Aquarellzeichnungen aus den 1920er-Jahren und Spickzettel aus aller Welt. Als eines der wenigen Universitätsmuseen, 1985 gegründet, lädt das Schulmuseum nicht nur in Dauer- und Sonderausstellungen ein. Vielmehr werden darüber hinaus in der FAU-Einrichtung und ihrer Sammlung mit rund 180.000 Objekten einerseits Archivalien für Forschungszwecke erschlossen, andererseits steht die systematische Weiterentwicklung innovativer Ausstellungsdidaktik im Mittelpunkt. So werden zum Beispiel speziell für Kinder und Jugendliche neue Ausstellungsformate beforscht und erprobt. „Forschendes Lernen“ ist auch das Ziel der historischen Workshops und eines MatheLABs, in dem der Nachwuchs selbsttätig Mathephänomene ausprobieren kann. Im Bereich Lernlaborentwicklung zählt das Museum zu den deutschlandweit führenden Einrichtungen.

Fotos: Peter Matzen (Schulten); Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg (Äffchen); Schulmuseum Nürnberg/Georg Pöhlein

Der Wagenheber und die Babys

Was ein herkömmlicher Wagenheber mit der Erlanger Methode der In-vitro-Fertilisation zu tun hat? Das Ergebnis der „Koooperation“ sorgte letztendlich im April 1982 weltweit für Schlagzeilen: In der Frauenklinik des Uni-Klinikums Erlangen wurde das erste Retortenbaby Deutschlands geboren. Wenige Jahre später feierten die Erlanger Reproduktionsmediziner zwei weitere Premieren: 1986 die Geburt des ersten Babys aus einem tiefgefrorenen Embryo und ein Jahr später aus einer tiefgefrorenen Eizelle. Der Wagenheber kam jedoch schon in den 1980er-Jahren ins Spiel, als ihn die Wissenschaftler für Experimente kurzerhand umbauten und mit einem Elektromotor zusammenschraubten. So gewannen die Forscher eine Versuchseinheit, um die Eizellen optimal tiefkühlen zu können. Es gelang die gewünschte schonende und temperaturschwankungsfreie Abkühlung der extrem kälteempfindlichen Zellen. Das Beweisstück außerordentlichen Improvisationstalent für den wissenschaftlichen Fortschritt befindet sich heute in der Medizinischen Sammlung der Universität. Die künstliche Befruchtung ist längst Routine und erfüllt vielen Paaren den lange gehegten Wunsch nach einem Kind.

Drogen aus aller Welt

Woraus im 18. und 19. Jahrhundert Medikamente hergestellt wurden, zeigt die Martius-Pharmakognosie-Sammlung eindrucksvoll. Westafrikanische Paradieskörner, Gazellenkot, Schwefel, Alraune, Seeperlen oder Karpfenstein – rund 2400 noch heute erhaltene Objekte bilden einen Querschnitt der damals üblichen und genutzten „Drogen“ im Sinne pflanzlicher, tierischer und mineralischer Rohstoffe für Arzneimittelproduktion. Erst später, mit dem Interesse an der Pflanzenchemie, verlor im Lehrbetrieb die Drogensammlung an Bedeutung. Gegründet wurde sie vom Erlanger Hofapotheker und Pharmaziedozenten Ernst Wilhelm Martius anno 1818, sein Sohn Theodor baute sie in den darauffolgenden Jahren zu einer der vollständigsten Sammlungen in ganz Europa aus. Viele der Sammelstücke stammen aus tropischen Gefilden, vertreten sind genauso nahezu alle Heilpflanzen Europas. Es waren Vater und Sohn Martius, die die Voraussetzungen schufen, dass an der Universität die Pharmazie ihren Einzug halten konnte. Die außergewöhnliche Sammlung verkaufte Theodor Martius 1862 an die Universität, 1865 gründete diese das Pharmazeutische Institut.

Von Klößen und Knödeln

Wo sind es die „Klöß“, und wo lassen sich die Mittelfranken lieber „Knödel“ schmecken? Und wo heißt das Kinderlätzchen mundartlich „Geiferleck“? Wer die Antworten wissen will, greift am besten zum „Sprachatlas von Mittelfranken“. Auf mehr als 700 Sprachkarten und mit über 3000 Stichwörtern haben die Forscher des Linguistik-Lehrstuhls unter der Leitung von Prof. Dr. Horst Haider Munske umfassend die Dialekte Mittelfrankens in ihrer Lautung, ihrem Wortschatz und ihrer Flexion erfasst. In jahrelanger Arbeit erhoben sie systematisch den Dialektgebrauch in 267 Orten, ausgerüstet mit Fragebogen und Tonband. Von 1986 bis 2014 haben die Deutsche Forschungsgemeinschaft und der Freistaat Bayern das Vorhaben als Teil des Großprojekts „Bayerischer Sprachatlas“ gefördert, mit dem erstmalig in über 50 Bänden das kulturelle Erbe Bayerns dokumentiert wurde. Ein populärer Auszug daraus ist der „Kleine Bayerische Sprachatlas“. Die Erlanger Projekterfahrungen führten 2005 zur Gründung des Interdisziplinären Zentrums für Dialekte und Sprachvariation (IZD), das seither der fachübergreifenden Zusammenarbeit dient. Mittlerweile sind die Daten des „Sprachatlas von Mittelfranken“ auch digital zugänglich – und damit ein Stück spannender fränkischer Geschichte. ■

HEITEC engineering solutions

INDUSTRIEKOMPETENZ IN AUTOMATISIERUNG UND ELEKTRONIK



HEITEC steht für Industriekompetenz in Automatisierung und Elektronik und bietet Lösungen, Produkte und Dienstleistungen für international renommierte Unternehmen an.

Wir suchen Ingenieure (m/w) der Fachrichtungen Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik, Mechatronik und Informatik, die unser Team verstärken. Unseren Mitarbeitern bieten wir hervorragende Entwicklungsmöglichkeiten sowie anspruchsvolle und abwechslungsreiche Projekte.

Matthias Ploner steht Ihnen bei Fragen gerne unter 09131 877-325 zur Verfügung. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung an karriere@heitec.de

HEITEC AG, Güterbahnhofstraße 5, 91052 Erlangen www.heitec.de

IHRE BERUFLICHE CHANCE BEI HEITEC

Die Universität lebt

Studentischer Tanz oder Erstsemesterparty? Gelehrtenstube oder Besprechungszimmer? Umzug mit Talaren oder Festakt in Anzug und Krawatte? An der FAU hat sich viel geändert. Oder doch nicht?



Tanzende Studierende haben eine lange Tradition an der Universität – ob bei der Serenade im 18. Jahrhundert (oben), beim Schlossgartenfest (links) oder bei Erstsemesterpartys. Lediglich den universitätseigenen Tanzmeister, wie er in der Gründungsurkunde vermerkt ist, gibt es heute nicht mehr.



Fotos: FAU/Erich Malter (rechts unten); Universitätsarchiv/links unten: FAU/ Erich Malter (oben); Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg (rechts)

Der Bakteriologe Prof. Ludwig Heim (oben) musste zu Beginn des Jahrhunderts für seine Forschung noch selbst ins Mikroskop schauen. Heute liefert ein Hochleistungsrontgenmikroskop (rechts) den Materialforschern die Bilder direkt auf den Computer und ermöglicht so faszinierende 3D-Analysen atomarer Strukturen.



Werden wir jemals alle Infektionskrankheiten besiegen?

Die kurze Antwort auf diese Frage ist: Nein. Erreger, die nur den Menschen infizieren, können gegebenenfalls durch Impfungen eliminiert werden, wie das Beispiel des humanen Pockenvirus zeigte. Bei anderen Infektionserregern, für die es auch tierische Reservoir gibt, wie beispielsweise im Falle von Salmonellen, ist eine solche Strategie nahezu aussichtslos. Darüber hinaus benutzen verschiedene virale, bakterielle und parasitäre Infektionserreger raffinierte Methoden zum vorübergehenden oder gar langfristigen Überleben im menschlichen Organismus und tricksen unser Immunsystem ein ums andere Mal aus. Dies lässt sich auch durch Antibiostatika nicht verhindern. Im Übrigen ist der Mensch von mindestens so vielen Bakterien besiedelt, wie er selbst Zellen hat. Unter bestimmten Bedingungen können einige dieser Mikroorganismen zur Ursache schwerer Infektionskrankheiten werden. Dem stehen jedoch die vielfältigen positiven Wirkungen dieser Bakterien auf unseren Körper gegenüber. Ein Leben ohne diese Mitbewohner wäre sicherlich sehr unangenehm.

Prof. Dr. Christian Bogdan
Lehrstuhl für Mikrobiologie und Infektionsimmunologie

6

Was können wir wissen?

Sichtet man die zahlreichen Antworten, die Philosophen in den letzten Jahrhunderten auf diese Grundfrage ihrer Disziplin gegeben haben, so zeigt sich ein breites Spektrum von „Gar nichts“ bis hin zu „So einiges unter bestimmten Bedingungen“. Radikale Skeptiker verneinen grundsätzlich die Möglichkeit, zu sicherer Erkenntnis zu gelangen. René Descartes nutzte den Skeptizismus als Methode und postulierte sein „Ich denke, also bin ich“ als unbezweifelbare Wahrheit. Karl Popper versuchte, mit dem „Kritischen Rationalismus“ eine Position zu begründen, die aus der Einsicht in die prinzipielle Fehlbarkeit menschlicher Erkenntnis eine Pflicht und Methode zur ständigen kritischen Prüfung von mutmaßlichen Wissensbeständen ableitet. Kurzum: Es ist keine einfache Antwort in Sicht. Die Philosophie ist aber dabei, die vielen Dimensionen dieser Frage besser zu verstehen, und sie sucht dabei zunehmend den Dialog mit anderen Fächern wie etwa der Psychologie, der Mathematik oder der Soziologie.

Dr. Michael Jungert
Zentralinstitut für Wissenschaftsreflexion und Schlüsselqualifikationen (ZiWiS)

7

NAUTISCHE INSTRUMENTE
MÜHLE
GLASHÜTTE/SA.



29er Zeigerdatum

Ein Zeitmesser wie eine Reise ans Meer. Die 29er Zeigerdatum begeistert auf den ersten Blick durch ihre typisch nautische Farbgebung – und auf den zweiten mit einer nicht ganz alltäglichen Datumsanzeige. Diese wird mit einem weißen Zeiger dargestellt, dessen blauer Halbmond auf die Datumsskala auf dem blaugrauen Rehaut verweist.

www.muehle-glashuette.de

Unsere Zeitmesser erhalten Sie bei:

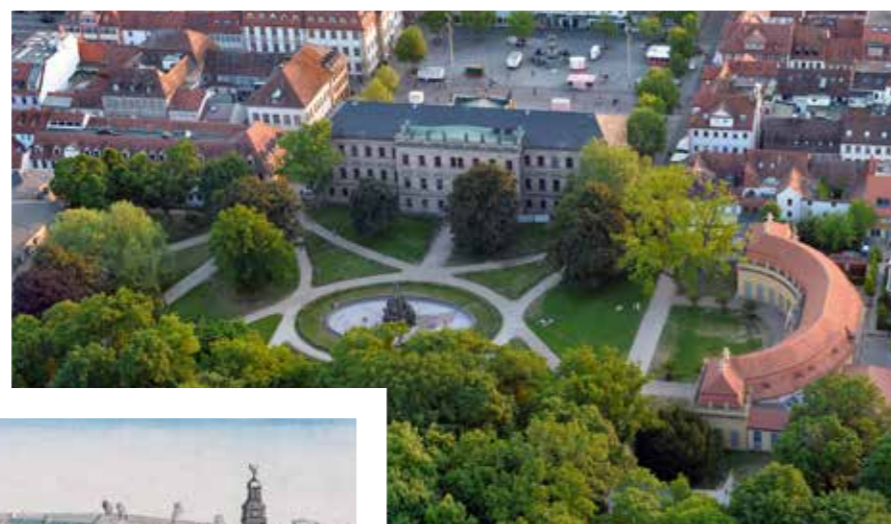
Juwelier Paul Winnebeck GmbH & Co. KG
Universitätsstraße 1
D-91054 Erlangen
Tel.: +49 9131 25644
www.winnebeck.de

Öffnungszeiten
Montag - Freitag : 9:00 - 18:00 Uhr
Samstag: 10:00 - 13:00 Uhr



Ähnlich wie im Pharmazeutischen Institut 1910 (unten) gibt es auch heute noch klassische Labore mit Reagenzgläsern und Forschern in Kitteln. Neu sind hingegen Reinraumlabor (oben), die weitgehend staub- und zum Teil sogar metallfrei sind.

Bücherregale bis an die Decke und Arbeitsplätze mit Ausblick – die Grundidee hinter Bibliotheken hat sich kaum verändert. Skelette als kuriose Exponate wie in der Altdorfer Universitätsbibliothek (links) gibt es in den Bibliotheken heute (oben) allerdings nicht mehr zu sehen.



Hohe Bäume und weite Rasenflächen statt barocker Gartenanlage (links) – so sieht der Schlossgarten heute aus (oben). Lediglich das Schloss, die Orangerie und der Hugenottenbrunnen erinnern noch an das Aussehen des Universitätsgeländes in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts.



Fotos: FAU/David Hartfiefel (oben); Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg (historische Bibliothek und Schlossansicht); FAU/Harald Sippel (Luftbild); FAU/Erich Maltz (Reinraum); Staatliches Bauamt Erlangen-Nürnberg (historisches Labor)

Experten. Talente. Persönlichkeiten.

Sie haben Talent und Persönlichkeit?

Dann sind Sie herzlich willkommen als Experte unter Experten. Wenn Sie Ihrer Karriere den entscheidenden Anstoß geben möchten, dann sind Sie im eXperts consulting center genau richtig. Mit uns entdecken Sie Ihre Potentiale und finden Wege, diese voll auszuschöpfen und unter Beweis zu stellen.

Starten Sie mit uns durch – bundesweit!

Kontaktieren Sie uns über
I.K. Hofmann GmbH | Niederlassung 2
Färberstraße 20 | 90402 Nürnberg

nuernberg@ecc-experts.info

Informieren Sie sich auf
www.ecc-experts.info



Eine Business Unit der I. K. Hofmann GmbH





Wissen leben

Forscher sitzen im Elfenbeinturm und grübeln über Dinge, die sonst niemand versteht? Weit gefehlt! Wissenschaft erkundet die Welt um uns herum, sie ist Teil unseres Lebens. Doch wie kommen Wissenschaftler zu ihrem Wissen? Sollen sie sich nur mit Themen beschäftigen, die einen Nutzen haben? Und gibt es ein gutes und ein schlechtes Scheitern?

Was macht gute Wissenschaft aus?

Menschen, die das, was sie tun, mit Neugier und Leidenschaft tun, meint Prof. Dr. Joachim Hornegger.

Interview: Blandina Mangelkramer

U

nsere Welt erscheint immer komplexer, die Probleme werden immer vielschichtiger, und die einfachen Antworten, die manche darauf zu geben versuchen, stellen die Gesellschaft nicht zufrieden. Kann die Wissenschaft uns retten?

Das muss sie gar nicht. Es ist vollkommen ausreichend, wenn sie daran arbeitet, Erkenntnisse zu erlangen, die uns helfen, die Welt besser zu verstehen – und wenn dann auf Basis dieser Erkenntnisse gute und richtige Entscheidungen für unsere Gesellschaft getroffen werden. Das gilt für den Klimawandel genauso wie für die Finanzpolitik und andere wichtige Themen. Wir leben in einer Wissensgesellschaft. Da muss Wissenschaft eine große Rolle spielen. Deutschland ist nicht das Land der natürlichen Ressourcen. Unser Fundament sind die klugen Köpfe. Und die werden an den Universitäten weiterentwickelt. Insofern hat Wissenschaft und speziell das universitäre Umfeld eine ganz wichtige Aufgabe für unser Land und ist entscheidend für unseren Wohlstand.

Muss Wissenschaft also der Gesellschaft nützen?

Was heißt nützen? Ich bin davon überzeugt, dass wir gerade an den Universitäten den Freiraum schaffen müssen, sich mit Fragestellungen zu beschäftigen, die nicht einen unmittelbaren Nutzen – im marktwirtschaftlichen Sinn – ableiten lassen. Grundlagenforschung muss an einer Universität eine große Bedeutung haben. Wenn nicht hier, wo sonst? Die Welt besser zu verstehen bringt immer einen gesellschaftlichen Nutzen, wenn auch vielleicht keinen monetären. Deswegen kann man trotzdem in der Projektforschung extrem erfolgreich sein. Drittmittel einzuwerben bedeutet letztlich ja nur, dass man mit den eigenen Ideen Geldgeber überzeugen kann – das gilt natürlich für die Industrie, aber genauso für die DFG, die Ideen in der Grundlagenforschung fördert. Wir brauchen die richtige Balance zwischen Grundlagen und Anwendung. Gute Anwendungsforschung setzt in meinen Augen immer auch gute Grundlagenforschung voraus, die mit offenem Ende arbeitet.

Und kann beides in einer Einrichtung gemacht werden?

Natürlich! Mein Musterbeispiel ist unser Maschinenbau: Im Ma-

schinenbau sind viele Bereiche sehr anwendungsorientiert. Trotzdem gibt es kaum eine Disziplin an der FAU, die so viele Grundlagenmittel erfolgreich einwirbt, wie der Maschinenbau. Das zeigt doch deutlich, dass diese Differenzierung so nicht stimmig ist. Es beweist, dass man beides tun kann, vielleicht sogar in einer Einheit, am einzelnen Lehrstuhl. Und zwar gut und professionell. Es gibt ja den schönen Ausspruch: Es gibt nichts Praktischeres als eine gute Theorie. Und das gilt auch für eine gute Universität.

Der Maschinenbau ist nun freilich ein Beispiel aus den Technikwissenschaften...

Na ja, ich bin eben Informatiker. Aber auch in den Geisteswissenschaften gelingt immer wieder ganz wunderbar der Brückenschlag zwischen den Grundlagen und dem Moment, an dem man sich aktiv an der gesellschaftspolitischen Diskussion beteiligt. Menschenrechte sind für mich so ein Beispiel, das aus Forschungssicht, aber auch für das Zusammenleben von entscheidender Bedeutung ist. Oder nehmen Sie das Flüchtlingsthema, bei dem wir uns als FAU massiv einbringen: angefangen von der Kompetenz unserer Islamwissenschaften bis hin zur Regionen- und Migrationsforschung. Gute Wissenschaft muss immer auch präsent sein im gesellschaftspolitischen Diskurs. Zumindest dort, wo sie zu einer aktuellen Debatte relevante Erkenntnisse hat.

Was macht denn gute Wissenschaft im 21. Jahrhundert aus?

Das, was gute Wissenschaft zu allen Zeiten ausgemacht hat: Menschen. Menschen, die Fragen stellen. Die das, was sie tun, mit Neugier und Leidenschaft tun. Die sich nicht abschrecken lassen von möglichen Misserfolgen. Wir brauchen Persönlichkeiten, die sich mit ihrem Fach identifizieren, die Freude daran haben, Probleme zu lösen, die andere noch nicht gelöst haben. Und die keine Scheu haben, sich messen zu lassen, auch im



Will für mehr Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen sorgen: FAU-Präsident Prof. Dr. Joachim Hornegger.

weltweiten Vergleich. Leute, die einfach besser sein wollen, die im internationalen Wettbewerb auf Spitzenniveau mitmischen wollen. Solche Leute wünsche ich mir für unsere FAU.

Haben wir die nicht?

Doch, die haben wir. Aber wir brauchen mehr davon. Und solche Persönlichkeiten werden wir auch gezielt berufen: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich die richtigen Fragen suchen und die weltweit mit den Besten zusammenarbeiten. Wir sind international mit höchstem Anspruch unterwegs. Und wir können es genauso gut wie viele andere auch.

Wenn Sie in der Wissenschaft etwas ändern könnten – was würden Sie ändern?

(überlegt) Vor allem eins – und das wird sich auch widerspiegeln in unserer Universitätsstrategie für die kommenden Jahre: Ich werde einfordern, dass jeder und jede individuelle Verantwortung übernimmt für seinen oder ihren Bereich. Wir berufen aufgrund fachlichen Könnens, ganz klar, da sind unsere Forscherinnen und Forscher unschlagbar. Aber den Brückenschlag zu anderen Bereichen und dazu, die Ergebnisse daraus auf operativer Ebene umzusetzen, die Bereitschaft, für den Nachwuchs Verantwortung zu übernehmen, und die Bereitschaft, sich international zu vergleichen – das ist in vielen Bereichen noch nicht ausreichend ausgeprägt. Aber wenn man eine exzellente Uni sein will, geht es nicht nur darum, die Dinge, die andere auch tun, einfach besser zu tun, sondern man muss sich differenzieren. Und dann würde ich natürlich noch am deutschen Universitätssystem insgesamt etwas ändern...

Was denn?

Das Lokalisierungsprinzip. Das ist im deutschen System zum Teil na-

Gibt es einen schlüssigen Beweis, dass wir nicht in der Matrix leben?

In einem Forschungsartikel behandeln Physiker um Silas Beane die Frage, ob sich alle Menschen ähnlich wie in dem Science-Fiction-Film „Matrix“ in einer Computersimulation befinden, statt materiell zu sein, und wie sich dies experimentell feststellen lässt. Die Idee ist, dass sich Fehler in der Matrix notwendig aufgrund der begrenzten Rechen- und Speicherkapazität des simulierenden Computers ergeben, sodass die simulierte Spezies, also wir, irgendwann Diskrepanzen zwischen Beobachtung, also der Simulation, und Theorie entdeckt. Es lassen sich mindestens zwei Einwände gegen derlei Gedankenexperimente erheben: Erstens stellt sich die Frage nach der Motivation der simulierenden Spezies, denn um unser beobachtbares Universum seit dem Urknall zu berechnen, benötigte man Computer, die selbst unser gesamtes Universum ausfüllen, was immense Ressourcen an Material und Zeit benötigte. Zweitens ist es gerade das Grundwesen der Physik, die Theorie an die Messdaten anzupassen und nicht umgekehrt. Sollten wir also beispielsweise feststellen, dass Raum und Zeit kein Kontinuum darstellen, sondern aus einem diskreten Punktgitter bestehen, wie es die meisten Simulationen benutzen, könnte dies eine tatsächliche Eigenschaft der Natur beschreiben, wie es manche Theorien der Quantengravitation nahelegen, statt eine Simulation zu entlarven.

Prof. Dr. Thomas Thiemann
Lehrstuhl für Theoretische Physik

8

türlich historisch bedingt, denn wir haben in der Breite der Universitätslandschaft schon ein hohes Niveau. Das Einzugsgebiet für deutsche Studierende beschränkt sich daher bei den meisten Unis doch auf die Region. Aber das darf nicht so bleiben. Wir müssen zusehen, dass wir national und international noch mehr brillante Köpfe bekommen, die an deutschen Universitäten studieren wollen. Wir verstehen beispielsweise die FAU als einen Einsprungpunkt – ja, ich weiß, das ist ein Informatiker-Ausdruck, aber ich bin ja auch Informatiker – einen Einsprungpunkt für internationale Studierende ebenso wie für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Es muss ihnen allen klar sein, dass die FAU der ideale Ort ist, um ihre Karriere zu beginnen oder fortzusetzen, wenn sie zu uns kommen. Das wird nicht in voller Breite gehen, aber für unsere Schwerpunkte müssen wir hier systematisch Aufbauarbeit leisten.

Sie sprechen bei Ihren Überlegungen immer über das System Universität. Brauchen wir dieses System überhaupt für die Wissenschaft der Zukunft?

Sie meinen, ob die Wissenschaft der Zukunft an außeruniversitären Forschungseinrichtungen stattfindet?

Auch. Aber eher generell. Die Forschung der Gegenwart ist ja quasi umfassend systemisch verankert. Aber wer sagt, dass das in der fernen Zukunft so bleiben muss?

Ich glaube, der universitäre Rahmen ist der ideale Rahmen. Man holt die Leute rein, um sie auszubilden, um ihnen die notwendigen Werkzeuge zu vermitteln, die sie später brauchen für ihre berufliche Entwicklung. Wir legen die Grundlagen für Karrieren. Und die Leute, die bei uns tolle Entwicklungsmöglichkeiten finden, sind aber auch wieder diejenigen, die wir brauchen, um die Forschung voranzutreiben, neue Ideen einzubringen, Bewegung ins System zu bekommen. Man darf nicht den Fehler machen, Universität als statisches System zu verstehen. Natürlich, Professorinnen und Professoren sind üblicherweise auf Lebenszeit verbeamtet, die bleiben in der Regel – aber in die übrigen Bereiche können wir mehr Bewegung reinbringen. Unsere Promovierenden entwickeln sich bei uns, sie gehen nach außen, tragen das Wissen, das sie an der FAU erworben haben, an andere Orte, geben entsprechend Rückkopplung, kommen gegebenenfalls mit neuen Impulsen wieder. Dynamik ist für eine Universität lebenswichtig.

Aber hat universitäre Wissenschaft genug Freiheit?

In Deutschland? Nun ja, als Präsident würde ich gerne mehr davon haben. Wann immer wir uns mit ausländischen Kolleginnen und Kollegen vergleichen, dann wundern sich die anderen über die hohe Lehrverpflichtung pro Professor oder Professorin. Für die Ausbildung verschiedener Exzellenzbereiche steht uns die sogenannte Kapazitätsverordnung – also die Verordnung des Wissenschaftsministeriums zur Ermittlung von Lehrkapazitäten und den

daraus resultierenden Zulassungszahlen – einfach im Weg. Weil wir auch Bereiche haben, in denen es weniger Studierende gibt, in denen ich aber, um die wissenschaftliche Exzellenz signifikant zu stärken, gern noch zwei, drei Professorinnen oder Professoren berufen würde. Aber ich muss mir immer die Frage stellen: Können die ihre gesetzlich vorgeschriebene Lehrverpflichtung erfüllen? Das in Deutschland geforderte Verhältnis zwischen betreuten Studierenden und Professoren, das macht uns in unserer Wissenschaftslandschaft Probleme, behindert die notwendige Dynamik und Flexibilität. Hier ist das rechtliche Korsett meines Erachtens zu eng.

Aber den Wissenschaftler, der im stillen Kämmerlein vor sich hin tüfteln und forschen kann, den gibt es doch ohnehin nicht mehr, oder? Der ist doch eingebunden in das System Universität, der muss lehren, der muss an verschiedenen Aktivitäten teilnehmen, der muss verwalten, der muss Manager sein.

Das stimmt natürlich. Aber gerade eine Uni muss auch solchen Leuten Raum bieten, die sich mal ein paar Jahre einschließen und Tag und Nacht an einem Projekt arbeiten. Diese Möglichkeiten müssen wir schaffen. Es kann nicht die Aufgabe eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin sein, sich intensiv um Verwaltungsvorgänge zu kümmern. Ihre vorrangigen Aufgaben sind nun mal Forschung und Lehre. Im Gespräch mit amerikanischen Kolleginnen und Kollegen höre ich häufig den Satz: Wenn wir über Wissenschaft sprechen, klagt ihr Deutschen über die damit verbundenen Verwaltungsaufgaben. Ich glaube, dass wir im deutschen System verlernt haben, über Wissenschaft zu sprechen. Wir müssen Wissenschaft wieder leben.

Denken Sie mal nicht als Präsident, sondern als Wissenschaftler: Wie sieht das ideale Arbeitsumfeld eines Forschers aus?

Da muss ich tatsächlich nachdenken... Also, mein ideales Umfeld wäre eins, in dem ich die Möglichkeit habe, tolle Leute zu gewinnen und mich gemeinsam mit ihnen acht Stunden am Tag – oder meist länger (*lacht*) – mit spannenden Fragestellungen zu beschäftigen. Nur: Die Realität sieht eben oft anders aus. Ich meine, Geld zu haben, um all die Probleme bearbeiten zu können, die einen umtreiben, das ist natürlich gut. Wenn man sich jedoch diese ganze Antragschreiberei sparen könnte, um mehr Zeit in die eigentliche Forschung zu stecken, wäre das ideal. Mein Eindruck ist auch immer: Man produziert viel Text. Wer kann das alles lesen? Ich schätze keine langen Texte, das mag durchaus fachspezifisch sein. Ich bevorzuge eine Tabelle mit den Fakten, auf deren Basis ich entscheiden kann. Lange Texte und Anträge – die sind sehr zeitintensiv, und der Kern lässt sich oft auf wenige Zeilen reduzieren. Vielleicht sollte man im Wissenschaftssystem an dieser Stelle mal ein wenig nachsteuern, ähnlich wie es die DFG jetzt schon bei den Reinhart-Koselleck-Projekten macht, bei denen besonders innovative und risikobehaftete Projekte herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit einer nur fünfseitigen Skizze beantragt werden können. Aber man muss bereit sein, am Ende für die Ergebnisse geradestehen und sich auch auf die Finger schauen zu lassen.

Und wäre Ihre wissenschaftliche Heimat eher ein bestimmter Ort – oder die ganze Welt?

Ein Wissenschaftler oder eine Wissenschaftlerin muss schon wissen, wo er oder sie hingehört. Ständig unterwegs zu sein, das halte ich nicht für erstrebenswert. Die modernen Kommunikationsmittel ermöglichen ja trotzdem den ständigen weltweiten Kontakt. Aber der persönliche Austausch ist auch wichtig. Und eben zuweilen ein Ortswechsel: Die Möglichkeit zum Beispiel, mal ein Sabbatical im Ausland zu machen, die wird nur sehr verhalten wahrgenommen. Das würde ich gerne mehr fördern: sich alle paar Jahre auszuklinken und in einem anderen Umfeld mitzuarbeiten. Was ich nicht möchte, sind Professorinnen und Professoren, die viel unterwegs und dabei für ihre Leute am Lehrstuhl und ihre Studierenden nicht greifbar sind.

Jetzt sind Sie doch wieder in die Präsidentenrolle gerutscht. Was haben Sie sich als Wissenschaftler am meisten gewünscht?

Ich wollte immer ein wichtiges offenes Problem lösen, etwas erforschen, von dem alle sagen: Toll, das hat der Hornegger gemacht. Aber so was kann man nicht planen. Letztlich waren mir dann doch kleinere, aber erreichbare Ziele wichtiger, die ich für mich selbst formuliert habe. Ich wollte immer Drittmittel reinholen und zusätzliche Arbeitsplätze schaffen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Für mich war wichtig, dass wir mit unseren Publikationen zur Weltklasse aufschließen und meine Gruppe international als ein Ort sichtbar wird, an dem Mustererkennung auf Spitzenniveau gemacht wird. Ich glaube, das ist uns in den vergangenen 14 Jahren auch ganz gut gelungen.

Jetzt dürfen Sie wieder Präsident sein: Was, glauben Sie, wünschen sich Ihre Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler?

Auch die wünschen sich mehr Geld. Und weil man als Präsident über das Budget mitentscheidet, wünschen sie es sich von mir.

Es wird Sie nicht verwundern, dass es immer mehr Wünsche gibt, als Geld da ist. Auch ganz klar ist, dass jeder Forscher sich mit seinem Fach identifiziert und davon ausgeht, es sei das Wichtigste an dieser Uni und vielleicht sogar auf der ganzen Welt – und dass er oder sie das auch entsprechend enthusiastisch vorträgt. Diesen Enthusiasmus finde ich wunderbar. Aber ich kann trotzdem nicht alle Wünsche erfüllen. Ich muss mir bei jeder Entscheidung im Klaren sein, dass es Leute gibt, die enttäuscht sind. Ich wünsche mir, dass es uns gelingt, die Entscheidungen so transparent und verlässlich zu treffen, dass die Motivation erhalten bleibt und die FAU in der Zukunft insgesamt noch besser wird.

Wir werden jetzt 275 Jahre alt – wo sehen Sie die FAU denn in 275 Jahren?

Die FAU wird in ausgewählten Themenfeldern eine international renommierte Marke sein. Mit unseren dynamischen Forschungsschwerpunkten werden wir das schaffen.

In 275 Jahren...?

(*lacht*) Nein, das muss natürlich viel schneller gehen. In 275 Jahren... Also, wenn das Wachstum so weitergeht... Wir haben mit zwei Gründern und 64 Studenten angefangen – jetzt sind wir immer noch bei zwei Gründern, aber knapp 40.000 Studierenden. Ich hoffe nicht, dass wir in dem Maße weiterwachsen.

Okay, dann sprechen Sie doch einfach über die positiven Aussichten: Wenn Sie sich für die FAU eine wissenschaftliche Errungenschaft wünschen dürften – welche wäre das?

Na, wenn man über 50 ist, kann das ja nur in eine Richtung gehen, oder? Aber nein, Spaß beiseite: Beamen – das wäre echt ein Ding. Das würde uns so unglaublich viele Probleme lösen. Transportprobleme, Klimaprobleme, was auch immer. Gut – es würde auch ein paar neue aufwerfen. Aber dafür findet die Wissenschaft dann sicher eine Lösung. ■

Warum schlafen wir?

Lange Zeit wurde davon ausgegangen, dass Schlaf ein vollkommen inaktiver, passiver Zustand sei. Inzwischen gilt es jedoch als gesichert, dass es im Schlaf aktiv zu einer Festigung von Gedächtnis und Erlernen kommt. Das Auffüllen der Energiespeicher im Gehirn sowie der ansteigende Wachstumshormonspiegel nach dem Einschlafen belegen wiederum eine Erholungsfunktion des Schlafes. Auch hat chronischer Schlafentzug neben einer Verschlechterung neurokognitiver Funktionen auch negative Auswirkungen auf ein ansonsten funktionstüchtiges Immunsystem und ein nachweislich erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zur Folge. Zudem wird dem REM-Schlaf entwicklungs geschichtlich in den ersten Lebensmonaten eine zentrale Rolle für die Ausdifferenzierung des Gehirns zugeschrieben. Der in seiner Aktivität lange unterschätzte Schlafzustand schafft somit die Grundvoraussetzung, dass in der hyperaktiven, energieverbrauchenden Phase des Wachzustandes die zentralen Herausforderungen des menschlichen Lebens – Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung – überhaupt bewältigt werden können.

Dr. Maximilian Traxdorf
Lehrstuhl für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde

9



Der Motor des Fortschritts ist der Austausch, meint Dr. Albrecht Fritzsche, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insbesondere Innovation und Wertschöpfung.

Die Geburt des Neuen

Fortschritt heißt, etablierte Ansichten aufzugeben, sagt der Innovationsforscher und Technikphilosoph Dr. Albrecht Fritzsche. Doch wie kommt das Neue in die Welt – und welchen Anteil haben Wissenschaft, Zeitgeist und Markt daran? **Interview: Matthias Münch**

Wissenschaft, Technik und Gesellschaft haben sich im 20. Jahrhundert schneller weiterentwickelt als jemals zuvor in der Menschheitsgeschichte. Wird es so rasant weitergehen? Wir werden diese Entwicklung auf jeden Fall auch weiterhin als rasanten Fortschritt erleben, schon allein deshalb, weil wir mit-tendr in stecken. Das ist wohl jeder Generation bisher so ergan-gen. Je stärker wir von Veränderung betroffen sind, desto radi-kaler nehmen wir sie auch wahr. Ob man tatsächlich eine Skala finden kann, mit der sich der Wandel und seine Geschwindigkeit objektiv messen lassen – das möchte ich bezweifeln. Aber die Entwicklung wird uns auch in Zukunft immer wieder auf dem falschen Fuß erwischen und in Weisen herausfordern, die wir bisher nicht vorhersehen können.

Wie entsteht eigentlich Fortschritt – indem wir Bekanntes weiterentwickeln oder eher durch komplett neue Ideen? Im Begriff des Fortschritts ist ja die Vorstellung enthalten, dass wir etablierte Ansichten und Vorstellungen aufgeben und durch etwas anderes ersetzen müssen, weil es uns besser erscheint. Es kommt immer zu einer Konfrontation zwischen dem Alten und dem Neuen. Sonst hätten wir nicht den Eindruck, dass wir voranschreiten. Ohne Neuerung gibt es also auch keinen Fortschritt. Nehmen Sie zum Beispiel Liebe: Da hat man nicht den Eindruck, dass es Fortschritt gibt. Irgendwie scheinen wir Menschen hier immer noch ganz altbekannte Dramen zu erleben, die uns in einschlägigen Büchern und Filmen immer wieder um die Ohren gehauen werden. Tatsächlich haben sich menschliche Beziehungen aber ganz radikal verändert, und das ist nicht ohne Folgen für die Gefühlslagen geblieben, die wir dabei durchlaufen. Das übersehen wir aber gerne, und deshalb sprechen wir in diesem Bereich auch nur selten von Fortschritt.

Foto: FAU/David Hartfel

Wenn wir an den technischen Fortschritt denken, dann waren bedeutende Erfindungen früher an große Namen geknüpft: Edison, Watt, Benz, Zuse... Heute ist das kaum noch der Fall. Haben die Entwicklungsteams den genialischen Einzelkämpfer abgelöst?

Ich glaube, darüber muss man ganz anders nachdenken. Fortschritt entsteht nicht einfach nur dadurch, dass Experten irgendwo hinter verschlossenen Türen tolle Einfälle haben. Es geht immer um die Abstimmung vieler Interessen, Erwartungen und Handlungsweisen. Wir tragen alle zum Fortschritt bei, indem wir immer wieder neu entscheiden, welche Produkte wir kaufen, welche Geräte wir benutzen und wofür wir sie einsetzen. Die Idee, dass es eine Masse von passiven Konsumenten gibt, die allem folgen, was sich ein paar wenige Spezialisten ausdenken, ist überholt. Motor des Fortschritts ist der Austausch zwischen Ingenieuren, Designern und Nutzern neuer Produkte und Geräte. Je mehr Möglichkeiten sie haben, miteinander zu reden, und je besser sie aufeinander eingehen, desto schneller geht es voran. Man kann sich das vorstellen wie auf einem Spielplatz. Da sind auch immer alle in Bewegung. Niemand macht immer das Gleiche, und je mehr Kinder dort sind, desto aufregender geht es zu. Ständig entsteht etwas Neues, entsteht Innovation, die den Fortschritt in Bewegung hält.

Sie haben den Austausch zwischen Entwicklern und Nutzern angesprochen. Welchen Einfluss haben Zeitgeist und die Logik des Marktes auf den Fortschritt?

Der Zeitgeist beeinflusst sehr stark, was wir als Fortschritt wahrnehmen. Stellen Sie sich vor, Sie hätten vor hundert Jahren den Menschen erzählt, Fortschritt bestehe darin, dass wir uns Fahrräder leihen, statt mit dem Auto durch die Stadt zu kurven. Die hätten Ihnen vermutlich den Vogel gezeigt. Jede Zeit trägt ihre eigenen Utopien mit sich herum: Erwartungen, wohin die weitere Entwicklung gehen kann und soll. Diese Utopien bestimmen den Möglichkeitsraum, in dem Neuerungen erscheinen können. Was den Markt betrifft, so ist der für uns Wirtschaftswissenschaftler eigentlich nur ein vereinfachtes Modell, um zu verstehen, wie sich Anbieter und Nutzer von neuen Produkten und Geräten zueinander verhalten. In den letzten Jahren sind die Grenzen dieses Modells sehr deutlich geworden. Das liegt auf der einen Seite daran, dass Nutzer ihre Geräte selbst betriebsfertig machen. Sie verbinden eigene IT-Geräte mit dem Auto, in dem sie fahren, sie laden beliebige Apps aus dem Internet auf das Smartphone, konfigurieren sie nach eigenem Geschmack und so weiter. Auf der anderen Seite versuchen Unternehmen, Kunden über den einmaligen Kauf eines Produkts langfristig an sich zu binden, bieten Serviceleistungen an und laden Kunden zur dauerhaften Nutzung ihrer Plattformen ein. All das hat natürlich Einfluss auf die weitere Entwicklung neuer Lösungen, aus technischer genauso wie aus kommerzieller Sicht.

Wie steht es mit der Wissenschaft – müssen neue Erkenntnisse immer nützlich sein? Schließlich ist Forschung primär nicht marktorientiert...

Die Frage ist: Nützlich für wen? Als Wissenschaftler bin ich immer glücklich, wenn ich zu einer neuen Erkenntnis gelange, also ist sie

für mich nützlich. Genauso kann man sagen, dass die Summe der Erkenntnisse in einem Fach insgesamt für das Fach nützlich ist. Spannend wird es dann, wenn wir über den Nutzen für die Gesellschaft insgesamt nachdenken, die uns als Wissenschaftler ja nun auch recht großzügig mitfinanziert. Wie sieht dieser Nutzen aus? Ich glaube nicht, dass man ihn rein monetär beschreiben kann. Eher muss man Wissenschaft im Kontext der Utopien betrachten, die unsere Gesellschaft prägen. Wissenschaftliches Arbeiten erlaubt uns, diese Utopien zu überprüfen und die Weiterentwicklung der Gesellschaft damit auf eine rationale Basis zu stellen.

Stichwort Utopien: Betrachtet man ältere Science-Fiction-Romane, scheinen diese die Zukunft, also unsere Gegenwart, besser vorherzusehen als die Wissenschaft. Wie ist das zu erklären?

Das ist ein Trugschluss. Science-Fiction sieht die Zukunft nicht besser vorher als jeder beliebige Wahrsager und Astrologe. Wir picken uns nur gerne die Dinge heraus, bei denen es mit der Vorhersage ganz gut geklappt hat. Jules Vernes Reise zum Mittelpunkt der Erde wird wohl kaum jemals so stattfinden, die fliegenden Untertassen der fünfziger Jahre sind bisher auch noch nicht gelandet, und heroische Raumschlachten mit Explosionen in Dolby Digital werden wir wohl auch nicht erleben. Aber Science-Fiction hat natürlich einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung gesellschaftlicher Utopien. Sie leitet unsere Aufmerksamkeit für das Neue in eine bestimmte Richtung und prägt damit unser Verständnis von Fortschritt. Im Übrigen ist es nicht die Aufgabe der Wissenschaft, Zukunft vorherzusagen. Wie schwer sie sich damit tut, lässt sich wunderbar an der Debatte über den Klimawandel erkennen. Wissenschaft will keine Utopien formen, sondern sie überprüfen und rational fundieren. Das ist übrigens einer der Gründe, warum sich unter Science-Fiction-Autoren besonders viele Wissenschaftler finden. Ich habe in den 1990er-Jahren viele von ihnen befragen können, und fast alle haben mir gesagt, dass ihnen Science-Fiction die Möglichkeit gibt, über ihre wissenschaftliche Arbeit hinauszugehen und in einem weiteren gesellschaftlichen Kontext über die Folgen neuer Erkenntnisse und technischer Errungenschaften nachzudenken – was, nebenbei gesagt, natürlich auch viel mehr Spaß macht als die Detailarbeit im Labor.

Nicht jede wissenschaftliche Erkenntnis und technische Neuerung ruft uneingeschränkte Euphorie hervor – heute noch viel weniger als etwa vor hundert Jahren. Wie begegnet man der Skepsis vor dem Neuen?

In Grunde finde ich diese Skepsis gar nicht so schlecht. Wir können als Wissenschaftler nicht erwarten, dass man uns alles glaubt, nur weil wir eindrucksvolle akademische Titel haben. Je mehr Menschen ihr eigenes Hirn einschalten, um selbst darüber nachzudenken, was richtig und falsch ist, desto besser. In dieser Hinsicht dürfen wir uns sicher noch etwas mehr fordern lassen. Wichtig ist, dass wir in der Lage bleiben, miteinander einen gesellschaftlichen Diskurs zu führen, der auf vernünftigen Argumenten basiert. Das ist ja der eigentliche Ursprung aller Wissenschaft, und darauf sollten wir uns besinnen. ■

Muss Wissenschaft nützen?

Am besten greifbar ist Wissenschaft, wenn aus Ergebnissen Produkte oder Technologien entstehen. Beispiele dafür gibt es viele – sie reichen von der Dampfmaschine und Antibiotika bis hin zu Internet, Nanotechnologie und künstlicher Intelligenz. Wissenschaft besitzt die Macht, die Welt zu verändern. Doch ist der Beitrag zum wirtschaftlichen oder technischen Fortschritt tatsächlich der Zweck der Wissenschaft? Eine Frage, zwei Antworten. **von Prof. Dr. Klaus Mecke und Prof. Dr. Jörg Franke**

W

ie immer haben solche Fragen mehrere Dimensionen. Wissenschaftstheoretisch ist sie salomonisch schnell beantwortet, wenn man zugesteht, dass Wissenschaft anwendungs- oder grundlagenorientiert sein kann. Die methodisch gesicherte Suche nach adäquaten Antworten kann sich legitimerweise sowohl auf praxisnahe Probleme beziehen als auch auf die Frage, was unsere Welt im Innersten zusammenhält. Der Zweck der Wissenschaft ist in beiden Fällen das Wahre als regulative Idee, und da wir dies nur durch Kritik erreichen, das Scheitern unserer Meinungen. Interessanterweise zeigte die Physik im 20. Jahrhundert, dass eine neugiergetriebene Suche nach den Funda-

Die Universität ist nützlich für die Gesellschaft, wenn sie Freiräume schafft für etwas, das nicht nützlich ist, sagt Prof. Dr. Klaus Mecke, Lehrstuhl für Theoretische Physik.



Foto: FAU/David Hartlief

menten der Natur später enorme Konsequenzen für Technik und Alltag hatte. Alle oben genannten Technologien sind aus Grundlagenforschung entstanden, sodass die Praxisrelevanz der Wissenschaft vor allem eine Frage nach der Zeitspanne ist, wann ein Produkt erwartet wird: in zehn oder erst in 100 Jahren. Die Frage nach dem Zweck ist aber immer auch eine ethische Frage nach dem Guten, wie auch die Kehrseiten technologischer Entwicklung (Klimawandel, virale Fake News) zeigen. Ohne sie im Einzelnen beantworten zu können, sind wir uns schnell einig, dass Wissenschaft Gutes tun und auch nach dem Sinn des Lebens fragen soll, das heißt der Zweck der Wissenschaft der Mensch ist.

Mit der Frage, wie dieser Zweck gefördert werden kann, kommen wir zur eigentlichen Intention der Fragestellung: Welche Wissenschaft ist gesellschaftspolitisch gewünscht? Schließlich kostet Wissenschaft Geld, und die Gesellschaft fordert zu Recht, dass diese ihr dienen und nützlich sein soll. Doch wie tut sie dies am besten, insbesondere an Universitäten?

Wilhelm von Humboldt meinte, „der Universität ist vorbehalten, was nur der Mensch durch und durch in sich finden kann, die Einsicht in die reine Wissenschaft“. Meine Antwort lautet daher, dass die Universität dort fundamental nützlich für die Gesellschaft ist, wo sie Freiräume eröffnet, etwas zu tun, was nicht nützlich ist. Natürlich ist es sinnvoll, wenn Medikamente oder neue Materialien entwickelt werden. Zu Recht erwartet die Mehrheit der Studierenden eine berufsbezogene Ausbildung und die Gesellschaft bestmöglich ausgebildete Ärzte, Ingenieure oder Lehrer. Doch darin erschöpft sich nicht der Begriff des Nützlichen, der den oben skizzierten Zweck der Wissenschaft im Blick behält. Denn der Mensch lebt nicht vom Brot allein, sondern ist neugierig und möchte von der Wissenschaft auch etwas erfahren, was ihn staunen lässt, ihm Sinn eröffnet und ihn Erhabenes sehen lässt. Diese Selbsterkenntnis zum Beispiel beim Blick in die Sterne oder auf die Geschichte und Kunst des Menschen hat ihren Zweck nur in sich selbst und ist daher gefährdet, von Nützlichkeitsinteressen anderer verdrängt zu werden. Deswegen ist es nützlich, Institutionen zu haben, die dafür Sorge tragen, das heißt kurzfristiges Denken hinterfragen und kritische

Selbstreflexionen fördern. Auch darin liegt der gesellschaftliche Auftrag einer Universität wie der FAU, die nun 275 Jahre alt ist und der es zustünde, auch auf dieser Zeitskala zu denken und Ziele zu verfolgen. Dann könnte es wichtiger sein, das kulturelle Erbe zu bewahren, das historische Gedächtnis zu pflegen und den Deutungsrahmen literarischer Werke zu erweitern, als nützliche Produkte für den Markt von gestern zu entwickeln.

Grund dieser Selbsterkenntnis ist jedenfalls unsere Autonomie, weshalb die Freiheit von Forschung und Lehre nach Artikel 5, Absatz 3 des Grundgesetzes an den Universitäten geschützt ist. Unsere zentrale Frage nach dem Zweck der Wissenschaft an der Universität lautet daher, was dieses ungeheure Privileg rechtfertigt. Forschung und Lehre, die auch ohne es durchführbar sind, können demnach nicht Zweck der Universität sein, denn Nützlichkeitsfakultäten sind eben Berufsschulen und Entwicklungsabteilungen. Diese Freiheit kann nicht dadurch begründet werden, dass Unternehmen ihre Technologieentwicklung an Universitäten auslagern wollen oder Lehrbuchwissen weitergegeben werden soll. Dagegen benötigt man sie für ausprobierendes Suchen nach unsicherer Erkenntnis und verrückten Erfindungen, für Projekte, die keine erwartbaren Ergebnisse haben und daher auch nicht drittmittelförderfähig sind. Das vorläufig Entwerfende, das Scheitern mit einschließt, ist eben ein spezifisch Nützlichkeits, wofür die Universität sich zu Recht vor staatlichen und wirtschaftlichen Zwängen schützen und Freiräume im Forschungs- und Lehrbetrieb ermöglichen sollte. Jeder Wissenschaftler als Träger dieser Freiheit ist dann verantwortlich dafür, den Menschen als Zweck der Wissenschaft zu wahren und die Balance zwischen der Suche nach der nicht nützlichen Erkenntnis und dem anwendungsorientierten Wissen, zwischen dem freien Ausprobieren und der gezielten Ausbildung zu halten. Das bedeutet insbesondere, sich nicht nur von technischen Fortschrittserwartungen frei zu machen, sondern auch von Zielvorgaben der Universitätsleitung, Bewertungen der Kollegen und dem eigenen Ehrgeiz, erfolgreich zu sein.

Prof. Dr. Klaus Mecke
Lehrstuhl für Theoretische Physik

thermoscientific

Als weltweit führender Messtechnik-Hersteller entwickeln und produzieren wir unsere Produkte am Standort Erlangen durch den Einsatz modernster Standards.

- Strahlenmesstechnik
- Umweltüberwachung
- Dickenmesstechnik
- Schichtdickenmesstechnik

Thermo Fisher Scientific Messtechnik GmbH • Frauenaucher Str. 96 • 91056 Erlangen • Tel. +49 (0) 9131 998-0
 Radioaktivitätsmessung • info.rmp.erlangen@thermofisher.com • www.thermoscientific.com/rmp
 Dicken- und Schichtdickenmesstechnik • sales.gauging@thermofisher.com • www.thermoscientific.com/gauging

ThermoFisher
SCIENTIFIC

Fragen Sie uns nach weiteren Informationen.



Wissenschaft muss nicht nur zweckfrei arbeiten, sondern darf sehr wohl auch Nutzen stiften, meint Prof. Dr. Jörg Franke, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik.

W

issenschaft bezeichnet landläufig die Gesamtheit allen Wissens, das zufällig oder planmäßig geschaffen sowie systematisch dokumentiert und gelehrt wird. Nicht selten wird sie erbitert und dogmatisch unterteilt in entweder grundlagen- oder anwendungsorientiertes Streben nach neuem Erkenntnisgewinn. Dabei wird scheinbar angenommen, dass Forschung nie gleichzeitig sowohl Grundlagen generieren als auch Nutzen stiften kann. Fest hat sich in dieser Diskussion auch die Meinung etabliert, dass neue Erkenntnisse immer zunächst grundlegend erforscht werden und erst darauf aufbauend das allgemeingültige Wissen nutzbringend in speziellen Anwendungen eingesetzt werden kann.

Generell streben sowohl die grundlagen- als auch die anwendungsorientierte Wissenschaft nach Gewinnung eines fundamentalen und allgemein übertragbaren Verständnisses über Objekte, Zusammenhänge und Prozesse. Beide Ausrichtungen der Forschung versuchen, spezifische Teilbereiche unserer Welt in Form von Gesetzmäßigkeiten, Modellen, empirischen Beziehungen und Begriffen zu erklären und deren Verhalten vorherzusagen. Grundsätzlich müssen sich beide Wissenschaftsrichtungen an den gleichen Qualitätskriterien messen lassen, wie Eindeutigkeit und Vollständigkeit, Transparenz und Nachvollziehbarkeit, Objektivität und Neutralität, Verlässlichkeit und Nachhaltigkeit sowie Neuigkeit und Verbesserung gegenüber dem bestehenden Verständnis.

Da Wissenschaft zu einem leidlichen Teil staatlich finanziert wird, stellen wir uns im öffentlichen Diskurs gerne die Frage, ob Wissenschaft Nutzen stiften muss oder nur dem zweckfreien Erkenntnisgewinn folgen sollte. Mit mulmigem Gefühl wage ich

mich in das Kreuzfeuer der streitbaren Lager. Einerseits wird vermeintlich die Daseinsberechtigung der Grundlagenforscher angezweifelt, die sich oftmals mit immensem Aufwand und nicht vorhersehbarem Erfolg mit Themen beschäftigen, die die Probleme der Menschheit nicht unmittelbar lindern. Andererseits fühlen sich die nutzenorientierten Kollegen nicht selten als unwissenschaftlich herabwürdigt und als Ausführungsgehilfen der Wirtschaft missachtet.

Von mir als zweifelsfreiem Protagonisten der anwendungsorientierten Forschung erwarten die Leser sicherlich eine klare Positionierung: Ja, ich bin der Meinung, Wissenschaft muss nicht nur zweckfrei arbeiten, sondern darf sehr wohl auch Nutzen stiften. Warum? Weil das Lösen konkreter, anwendungsorientierter Probleme höchst anspruchsvoll ist, das Schaffen von Nutzen alle Beteiligten leidenschaftlich motiviert und auch die Anwendung grundlegender Erkenntnisse eine wesentliche Funktion wissenschaftlichen Arbeitens übernimmt, indem sie grundlegende Theorien evaluiert, justiert und gegebenenfalls auch falsifiziert. Letztendlich und zugegebenermaßen auch, weil der Nutzen unsere Organisation finanziert, indirekt die nicht sofort zweckdienliche Wissenschaft ermöglicht sowie die Lehre mit Ressourcen unterstützt und mit fortschrittlichen Erfahrungen würzt.

Doch welche Kriterien spielen eine Rolle, um den Nutzen abschätzen zu können? Dessen Zeithorizont und Erfolgswahr-

Foto: FAU/David Hartlief

scheinlichkeit, dessen Art sowie die Zahl und Absicht der Nutznießer sollten dabei sicherlich berücksichtigt werden. Kurzfristig umsetzbare Erträge sollten primär von der privaten Wirtschaft selbst erforscht werden. Dagegen müssen Forschungsziele, die sich mit einem besonders hohen Aufwand erst in ferner Zukunft erreichen lassen, durch öffentliche Mittel bezuschusst werden. Dafür ist ein breiter Konsens nötig, der eine intensive und anschauliche Kommunikation erfordert. Allerdings darf der Wert der Forschung mitnichten nur in materiellem Ertrag bemessen werden. Neben neuen technischen Lösungen mit vielversprechendem Marktpotenzial, betriebswirtschaftlichen Optimierungsansätzen und medizinischen Heilungsmethoden sollte für unsere wohlhabende Gesellschaft auch der ideelle Fortschritt eine unschätzbare hohe Bedeutung besitzen. Letztendlich sollte Forschung, die mit Steuergeldern bestritten wird, ohne Zweifel der Gesellschaft und ihren Werten sowie ausschließlich Auftraggebern dienen, die diesen Idealen ebenfalls entsprechen. ■

Prof. Dr. Jörg Franke
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

Woher wissen wir, was wir sind?

Die Frage, was der Mensch ist, lässt sich auf zwei verschiedene Weisen verstehen. Zum einen als eine Frage, die empirisch erforscht werden kann. So versucht man in der Biologie oder der Psychologie zu verstehen, was den Menschen de facto ausmacht. Zum anderen kann es auch die Frage nach dem Wesen des Menschen sein. Diese Frage versucht die Philosophie zu beantworten. Aristoteles etwa sagt, der Mensch sei ein vernunftbegabtes Lebewesen. Woher weiß er das? Nicht aus der Erfahrung, aber woher dann? Eine mögliche Antwort lautet: Aus der Analyse unserer Begriffe. Und wie werden Begriffe analysiert? Indem die Sprache analysiert wird. Junggesellen sind ihrem Wesen nach unverheiratet, weil wir jemanden, der verheiratet ist, einfach nicht „Junggeselle“ nennen. Menschen sind ihrem Wesen nach vernünftig, weil wir ein Lebewesen, das nicht – zumindest potenziell – vernünftig ist, nicht „Mensch“ nennen. So weit, so einfach. Wenn man aber erst einmal anfängt zu fragen, was es heißt, vernünftig zu sein, wird es komplizierter...

Prof. Dr. Gerhard Ernst, Lehrstuhl für Philosophie

10

Verstärkung gesucht



IZT
Innovationszentrum
Telekommunikationstechnik

Die IZT GmbH entwickelt und produziert modernste Geräte für Empfang, Aufzeichnung, Synthese und Wiedergabe von Hochfrequenzsignalen. Mit Hilfe konsequenten Einsatzes modernster Technologie, innovativem Denken und einer ausgeprägten Kundenorientierung haben wir uns eine ausgezeichnete Stellung im Markt erarbeitet.

Wir suchen ständig Absolventen und Studenten aus dem Fachbereich Ingenieurwissenschaften.

Verstärken Sie unser Team in Erlangen und senden Sie Ihre aussagekräftige Bewerbung mit Angabe des frühestmöglichen Eintrittstermins an:

Innovationszentrum für Telekommunikationstechnik GmbH IZT
z. Hd. Frau Astrid Steinkirchner, Am Weichselgarten 5, 91058 Erlangen
jobs@izt-labs.de

www.izt-labs.de

Forschung = Berufung

Ohne Neugier keine Fragen, ohne Fragen keine Wissenschaft.
Was treibt Forscherinnen und Forscher der FAU an?

Prof. Dr. Anja Boßerhoff

Lehrstuhl für Biochemie und Molekulare Medizin

Welches ist Ihr Fachgebiet, und warum haben Sie sich genau dafür entschieden?

Mein Fachgebiet ist Biochemie und Molekulare Medizin. Seit meinem Studium der Biologie interessieren mich grundlegende Zusammenhänge im Körper und in Zellen. Hierbei hilft uns die molekulare Untersuchung von Erkrankungen, auch die normalen Prozesse besser zu verstehen. Durch die Biochemie werden die grundlegenden, elementaren Prozessen in Zellen beschrieben; das Feld der Molekularen Medizin überträgt dieses Wissen auf menschliche Erkrankungen.



Wie sind Sie das geworden, was Sie heute sind?

Nachdem ich die Liebe zur Forschung entdeckt hatte, war mein großes Ziel, unabhängig und selbstbestimmt forschen zu können. Dieser Wunsch und die Unterstützung von Mentoren, die an mich geglaubt und mich in dieser Richtung konstant bestärkt haben, haben mich zu dem gemacht, was ich heute bin.

Wissenschaft – Beruf oder Berufung?

Berufung – meiner Ansicht nach kann man Wissenschaft nur mit hoher Motivation und ganzem Herzen machen. „Ein bisschen Wissenschaft“ geht nicht. Diese Begeisterung für das Fach im Speziellen, aber auch für das ganze Gebiet der Medizin und der Forschung möchte ich Studierenden verschiedener Fachrichtungen vermitteln.

Was treibt Sie an?

Unendliche Neugier und viel Spaß an meinem Beruf. Es gibt wenige Berufe, die so vielseitig und gleichzeitig so fordernd sind.

Was wollten Sie schon immer herausfinden?

In der Krebsforschung verfolgen wir zwei Ziele. Zum einen wollen wir grundsätzliche biologische Abläufe verstehen und so molekulare Prozesse im Körper aufklären. Natürlich ist in der onkologischen Forschung das zweite große Ziel, etwas zu entdecken, das den von Krebs betroffenen Patienten hilft.

Wie nahe sind Sie dem gekommen?

Im Rahmen meiner Forschung konnten wir einen Marker entwickeln, der in Patienten mit schwarzem Hautkrebs, einem malignen Melanom, die Tumorausbreitung nachweisen kann. Durch diese Entdeckung kann mit einem einfachen Bluttest festgestellt werden, ob der Patient frei von Metastasen ist oder auf ein bestimmtes Therapeutikum anspricht. Ein weiteres Ziel, nämlich ein Therapeutikum gegen diesen Tumor zu entwickeln und in die Klinik zu bringen, verfolgen wir gerade mit Nachdruck.

Fotos: FAU/David Hartfiel

Prof. Dr. Sigrid Leyendecker

Lehrstuhl für Technische Dynamik

Welches ist Ihr Fachgebiet, und warum haben Sie sich genau dafür entschieden?

Mein Fachgebiet ist die Numerische Mechanik. Ich arbeite an der Modellierung komplexer dynamischer Systeme und der Entwicklung effizienter Methoden zu deren Simulation, Optimierung und Steuerung. Insbesondere interessieren mich strukturerhaltende numerische Methoden, weil sie in der Lage sind, charakteristische Eigenschaften des Systems in der numerischen Simulation korrekt wiederzugeben. Dieses Gebiet bietet mir eine spannende Kombination aus grundlegenden Forschungsfragen und vielfältigen interdisziplinären Anwendungen in Ingenieur- und Naturwissenschaft. Ich beschäftige mich zurzeit mit Systemen aus der Robotik und der Biomechanik menschlicher Bewegung, mit Systemen, deren Verhalten sich auf verschiedenen Zeit- und Raumskalen abspielt, zum Beispiel aus flexiblen, steifen und starren Körpern aufgebauten Mehrkörpersystemen wie Prothesen oder Proteinen, oder mit alternativen Aktoren wie künstlichen Muskeln.

Wie sind Sie das geworden, was Sie heute sind?

Schon als Kind kam ich in meiner Mathematikerfamilie mit logischen und technischen Knobeleien in Kontakt, was bei mir auf fruchtbaren Boden fiel. Ich habe meine Leidenschaft für Mathematik, Physik und auch die Lehre bereits in der Schule entdeckt. Nach meinem Diplom in Technomathematik habe ich nicht weit vorausgeplant, sondern Gelegenheiten ergriffen, etwa eine Promotionsstelle in der Mechanik, und bin meinen Interessen gefolgt, beispielsweise zu einem Auslandsaufenthalt als Postdoc bei einem renommierten wissenschaftlichen Vorbild. In dieser Zeit hat sich der Wunsch, in der akademischen Forschung zu bleiben, herauskristallisiert. Bei dessen Verwirklichung hatte ich wertvolle Unterstützung durch Betreuer, Kollegen und die Familie – und natürlich habe ich auch Glück gehabt.

Wissenschaft – Beruf oder Berufung?

Wissenschaft ist Berufung – dem inneren Antrieb folgen, sich in Probleme hineindenken und -fühlen. Doktoranden betreuen und Lehre ist Berufung. Professur, Lehrstuhlleitung ist Beruf.

Was treibt Sie an?

Das ist eine Mischung aus Neugierde, Ehrgeiz und Leidenschaft sowie die Vision, mit innovativer Kombination aus Modellierung und Simulation, also aus Realitätsbeschreibung und Numerik, in bestimmten Anwendungen die Welt ein Stück weit zu verbessern. Etwas nüchterner gesagt, möchte ich zum Forschungsfortschritt in meiner Community beitragen und habe viel Freude an interdisziplinärer Kooperation.

Was wollten Sie schon immer herausfinden?

„Erkläre die Vergangenheit, erkenne die Gegenwart, sage die Zukunft voraus“ – dieses Zitat von Hippokrates verstehe ich als Ansporn herauszufinden, wie gut – also wie realitätsgetreu –



man Modellierung und Simulation betreiben kann. Welches bisher Unbekannte lässt sich durch strukturerhaltende Simulation voraussagen?

Wie nahe sind Sie dem gekommen?

Während ich zu Beginn meiner wissenschaftlichen Arbeit rein mechanische Probleme betrachtet habe, hat die Komplexität der Systeme inzwischen stark zugenommen. Zum Beispiel wird bei der Simulation des menschlichen Ganges mit strukturerhaltenden Methoden der Energieaustausch, das heißt die optimale Steuerung durch Muskelkraft und die „Dissipation“ genannte Energieumwandlung durch Kontakt mit dem Boden, korrekt wiedergegeben, sodass physiologisch motivierte Fragen mit hoher Genauigkeit beantwortet werden können. Invarianten mechanischer Systeme werden erfasst. Durch die Einbeziehung von nicht-deterministischer Unschärfe kann die Sicherheit neuer Entwicklungen beispielsweise in der Medizintechnik besser eingeschätzt werden. Diesen Weg möchte ich – durchaus mit aktuell noch nicht absehbaren Abzweigungen – weitergehen.



Fotos: FAU/David Hartfiel

Prof. Dr. Markus Beckmann

Lehrstuhl für Corporate Sustainability Management

Welches ist Ihr Fachgebiet, und warum haben Sie sich genau dafür entschieden?

Mein Lehrstuhl beschäftigt sich mit Nachhaltigkeitsmanagement und Unternehmensverantwortung. Mich hat schon früh interessiert, wie sich unterschiedliche Perspektiven, die auf den ersten Blick wenig miteinander zu tun haben oder sich sogar scheinbar widersprechen, so integrieren lassen, dass am Ende mehr möglich wird als die Summe der einzelnen Teile. Genau darum geht es beim Nachhaltigkeitsmanagement: wirtschaftliches Handeln mit ökologischen und sozialen Aspekten so zu verbinden, dass Unternehmen durch die Übernahme von Verantwortung für Mensch, Umwelt und Ressourcen nicht nur ihre Grundlagen sichern, sondern auch erfolgreich neue Innovationen hervorbringen.

Wie sind Sie das geworden, was Sie heute sind?

Ein Aha-Erlebnis war in meinem Studium in Passau eine freiwillige Zusatzveranstaltung zu Wirtschaftsethik, die fragte, wie sich Ethik – Was ist uns wichtig und wertvoll? – und Ökonomik – Was ist wirtschaftlich möglich und faktisch relevant? – für die Bearbeitung gesellschaftlicher Probleme verbinden lassen. Diese Frage war so spannend, dass ich meinem Dozenten, Prof. Dr. Ingo Pies, an seine neue Uni nach Halle-Wittenberg folgte und bei ihm promovierte. Prägend waren und sind aber auch meine Promovierenden und Studierenden, mit denen ich diese Perspektive zunächst an der Leuphana Universität in Lüneburg und dann hier in Nürnberg auf das Management sozialer Gründungen und von Nachhaltigkeitsfragen anwendete.

Wissenschaft – Beruf oder Berufung?

Ein Freund von mir bemerkte einmal, dass ich, wenn ich über ein Forschungs- oder Lehrthema spreche, das mich bewegt, fünf Minuten reden kann, ohne Luft zu holen. Und dass das bei mir sehr, sehr oft passiert. Ein Beruf, der Forschung und Lehre verbindet, gibt in diesem Sinne sehr viel Puste.

Was treibt Sie an?

Egal ob Klimawandel, Ressourcenknappheit oder die Inklusion von Menschen mit Behinderungen – wie wir lernen, mit derartigen Fragen umzugehen, ist nicht nur intellektuell herausfordernd, sondern am Ende entscheidend dafür, in welcher Welt wir morgen leben. Genau das treibt auch viele Studierende in unseren Kursen an. Und was gibt es Motivierendes, als mit motivierten Menschen zu arbeiten?

Was wollten Sie schon immer herausfinden?

Wir haben viele Beispiele, wie wir unterschiedliche gesellschaftliche Ziele, etwa Umweltschutz und Unternehmenserfolg, im Einzelfall zusammenbringen können. Angesichts drängender ökologischer und sozialer Fragen brauchen wir aber noch viel mehr solcher Lösungen. Wie sehen allgemeine Strategien und Lösungswege aus, damit wir diese Lernprozesse beschleunigen können?

Wie nahe sind Sie dem gekommen?

Was wir bereits verstehen: In vielen Fällen sind nachhaltige Lösungen nicht im Alleingang innerhalb einer gegebenen Situation möglich. Vielmehr gilt es, zusammen mit anderen Akteuren das gemeinsame Spiel zu verändern – etwa indem Wettbewerber mit ihren Konkurrenten gemeinsame Nachhaltigkeitsstandards mit und für ihre Zulieferer erarbeiten. Das aber heißt: Unternehmen müssen lernen, ganz unterschiedliche Dinge gleichzeitig zu tun – Spielzüge individuell optimieren und Spielregeln kollektiv verbessern; Gewinne im alten Spiel realisieren und in neue Spiele investieren, Kompromisse innerhalb von Konflikten aushandeln und Konflikte durch Innovation aufbrechen. Wie lässt sich diese Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Logiken bestmöglich organisieren? Das wollen wir in Zukunft noch besser verstehen.

Prof. Dr. Manami Sasaki

Professur für Multiwellenlängenastronomie

Welches ist Ihr Fachgebiet, und warum haben Sie sich genau dafür entschieden?

Mein Fachgebiet ist Astronomie und Astrophysik. Mich faszinieren verschiedene astronomische Objekte wie Sterne, Sternhaufen, Nebel, Galaxien, Galaxienhaufen und die Physik dieser Objekte. Das war schon als Kind der Fall, als ich noch nicht einmal wusste, dass es physikalische Gesetze gibt. Ich kann mich erinnern, wie ich im Kindergartenalter im Sommer nachts im Garten stand und die Sterne bewunderte habe.

Wie sind Sie das geworden, was Sie heute sind?

Als Kind wollte ich Astronautin werden, um den Weltraum aus der Nähe betrachten zu können. Später habe ich in der Schule im Physikunterricht gelernt, dass es möglich ist, diese Objekte und Phänomene im Weltraum wissenschaftlich zu beschreiben, und zwar mit den gleichen Gesetzen, die auch auf der Erde gelten. Als mir klar wurde, dass Astronomie ein Teil der Physik ist, habe ich beschlossen, Physikerin zu werden. Der Berufswunsch Astronautin ist irgendwann in den Hintergrund gerückt, zumal ich auch gemerkt habe, dass er eine sehr starke psychische und physische Herausforderung darstellt.

Wissenschaft – Beruf oder Berufung?

Für mich ist die Wissenschaft eindeutig eine Berufung. Etwas Neues zu lernen und zu verstehen ist sehr erfüllend.

Was treibt Sie an?

Es gibt die verschiedensten Objekte im Weltraum. Prozesse auf kleinsten Skalen – die der Elementarteilchen – bilden große Objekte wie interstellare Nebel oder Galaxien und bestimmen die Eigenschaften von noch viel größeren Strukturen wie Galaxienhaufen oder dem kosmischen Hintergrund. Zur Erforschung dieser Objekte und Prozesse führen wir astronomische Beobachtungen über einen breiten Bereich des elektromagnetischen Spektrums durch. Für die Messungen werden Teleskope benutzt, die mit neuester Technik ausgerüstet sind. Der Weltraum ist ein riesiges Physiklabor, in dem die Experimente nicht ausgehen und man immer Neues lernen kann.

Was wollten Sie schon immer herausfinden?

Mich beschäftigt die Frage, wie das Universum zu dem geworden ist, was wir heute beobachten. Theoretische Rechnungen zeigen, dass am Anfang sehr massereiche Sterne entstanden, die durch ihre Sternwinde und durch Supernova-Explosionen die Materie in ihrer Umgebung verändert haben. Daraus sind nächste Generationen von Sternen und Galaxien entstanden, die wiederum dazu beigetragen haben, dass sich das Universum weiterentwickelt. Es wäre interessant zu verstehen, wie diese Prozesse funktionieren.



Wie nahe sind Sie dem gekommen?

Astronomische Beobachtungen von Sternen, dem interstellaren Medium und anderen Komponenten in Galaxien liefern Puzzle-teile. Diese Teile müssen zusammengesetzt werden, um ein Gesamtbild des beobachtbaren Universums zu erhalten. Als Astrophysiker kann man versuchen, so viele Puzzle-teile wie möglich zu finden, man wird jedoch das Puzzle nicht alleine fertigstellen können.

Ich beschäftige mich unter anderem mit Supernova-Überresten, die durch die starken Stoßwellen von Supernova-Explosionen entstehen. Sie breiten sich im interstellaren Medium aus und verteilen die schwereren Elemente, die im Inneren des Sterns und während seiner Explosion gebildet werden. Manche Supernova-Überreste sind in unmittelbarer Nähe von Molekülwolken gefunden worden. Wir haben bei einigen Supernova-Überresten nachweisen können, dass sie mit Molekülwolken, in denen Sternentstehung stattfindet, wechselwirken. Durch Beobachtungen einzelner junger stellarer Objekte in diesen Molekülwolken, das heißt Sternen, die sich gerade bilden, untersuchen wir den Einfluss der Supernova-Überreste auf die jungen Sterne und ihre Umgebung. Es gibt Beobachtungen, die zeigen, dass auch in unserer Nähe Supernovae stattfanden und das Sonnensystem mit chemischen Elementen angereichert haben. ■

Oops...
404
ERROR

Irren wir uns empor?

Über Umwege kommen Menschen zu neuem Wissen. Trotzdem werden gerade in der Forschung Rückschläge lieber verschwiegen als publik gemacht. Vom (erfolgreichen) Scheitern in der Wissenschaft.

von Dr. Michael Jungert

Foto: shutterstock.com/Egudinika

Im historischen Rückblick erscheint die Entwicklung der Wissenschaft zuweilen als mehr oder weniger lineare Erfolgsgeschichte. Sieht man jedoch genauer hin, so spielen Scheitern, Irrtum und Zufall eine nicht unerhebliche Rolle. Der britische Philosoph und Mathematiker Bertrand Russell (1872-1970) erkannte im Scheitern gar einen elementaren Wesenszug der Wissenschaft: „Darin besteht das Wesen der Wissenschaft. Zuerst denkt man an etwas, das wahr sein könnte. Dann sieht man nach, ob es der Fall ist, und im Allgemeinen ist es nicht der Fall.“ Russells Feststellung deckt sich mit den Erfahrungen, die viele Wissenschaftler im Arbeitsalltag machen. Experiment und Theoriebildung führen häufig nicht oder nur auf Umwegen zum wissenschaftlichen Erfolg. Obgleich das Scheitern demnach fester Bestandteil des Wissenschaftlerlebens ist, wird es nur selten thematisiert. Gescheiterte Experimente können in der Regel nicht publiziert werden, erfolglose Argumente oder Theorien verschwinden zumeist, ohne dass die Wissenschaftsgemeinde davon erfährt. Gegenwärtig mehren sich jedoch die Stimmen, die eine umfassende Fehlerkultur für den Wissenschaftsbetrieb fordern. Hinter diesen Forderungen steht zum einen die Einsicht, dass Fehler und Irrtümer aus der wissenschaftlichen Praxis schlicht nicht wegzudenken sind und ihr Verschweigen zu einem Zerrbild von Wissenschaft führt. Zum anderen geraten mehr und mehr auch die Funktionen in den Blick, die Fehler und Scheitern zu wichtigen und konstitutiven Elementen auf dem Weg zu wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn machen. Vier dieser Funktionen sollen in den Blick genommen werden:

Verwerfen

Scheitern wissenschaftliche Ansätze, Theorien oder Experimente, kann dies dazu führen, dass sie verworfen werden. Im Idealfall wird Wissenschaft dadurch entlastet: Gescheiterte Ansätze oder Experimente werden an die Wissenschaftler eines Fachs kommuniziert, wodurch verhindert wird, dass andernorts noch einmal Zeit und Ressourcen dafür aufgebracht werden. Dies setzt freilich voraus, dass es sich wirklich um gescheiterte Ansätze oder Experimente handelt und nicht um solche, bei denen beispielsweise eine schlechte Durchführung, Fehler in der logischen Struktur oder das Ignorieren von bedeutsamen Rahmenbedingungen zum Misserfolg geführt

haben. Denn in solchen Fällen kann durch Nachbesserung aus dem zunächst gescheiterten Ansatz später eventuell ein erfolgreicher werden.

Verbessern

Theorien, Experimente oder Erklärungen können auch nur vorläufig scheitern. Widmen sich die betroffenen Wissenschaftler oder deren Fachkollegen den vermeintlich gescheiterten Ansätzen erneut und analysieren sie die Strukturen und Gründe des Scheiterns, so können sich daraus wertvolle Erkenntnisse ergeben, die zur Verfeinerung, Modifizierung oder

erfolgreichen Wiederholung führen. Dem Scheitern kommt hier eine erkenntnisleitende Funktion zu, indem die wissenschaftliche Neugier und der Forschungsdialog sozusagen zur Reparatur von Ansätzen genutzt werden. Häufig zeigt sich, dass der ursprüngliche Versuch oder der erste Theorie-Entwurf nur in einer bestimmten Hinsicht fehlerhaft waren: Ein Datensatz kann ungenau analysiert worden, ein Experiment an Nachlässigkeiten im Design gescheitert oder

ein Argument durch seine unsaubere Ausarbeitung fehlgegangen sein. All das bedeutet jedoch nicht, dass die jeweiligen Ansätze grundsätzlich falsch sind und keinen Wert für die Wissenschaft besitzen. Vielmehr kann der richtige Umgang mit zunächst erfolglosen wissenschaftlichen Arbeiten im zweiten Anlauf zu wichtigen Erkenntnisfortschritten führen.

Variieren

Wenn Theorien, Argumente oder Experimente in bestimmten Kontexten scheitern, können sie in anderen dennoch von großem Wert sein. Für Forscher aus verwandten oder entfernten Gebieten können gescheiterte Ansätze eine wertvolle Inspiration liefern, wenn sie dadurch auf Methoden, Daten oder theoretische Annahmen aufmerksam gemacht werden, die sich im Kontext ihrer Disziplin als gewinnbringend herausstellen. Das im ursprünglichen Rahmen erfolglose Unternehmen kann so in einem anderen Bereich zum Erkenntnisfortschritt beitragen.

Verteidigen

Die vierte mögliche Funktion unterscheidet sich stark von den vorangegangenen. Hier geht es nicht um tatsächliches Schei-

„Wissenschaft ist ein hochgradig dynamischer Prozess, weniger eine Aneinanderreihung fixer Ergebnisse.“

tern, sondern um vermeintliches. Ein Beispiel sind Fehleinschätzungen Dritter, die eigentlich erfolgreiche Ansätze nicht als solche (an-)erkennen und diese fälschlich als Fälle gescheiterter Wissenschaft einstufen. Im besten Fall motivieren solche Fehleinschätzungen die betroffenen Wissenschaftler, ihre Projekte auch gegen Widerstände zu verteidigen und für ihre Anerkennung durch die Wissenschaftsgemeinde zu kämpfen. Ein berühmtes Beispiel aus der Wissenschaftsgeschichte sind die Forschungsergebnisse zu den Ursachen des Kindbettfiebers von Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865). Semmelweis stellte als erster einen kausalen Zusammenhang zwischen hygienischen Missständen im Krankenhaus und dem Auftreten des Kindbettfiebers her, den er durch systematische Studien untermauern konnte. Zwar gelang es ihm, auf der

Grundlage seiner Hypothese die Sterblichkeitsrate von Müttern in seiner Geburtsabteilung signifikant zu senken. Da seine Annahmen und sein methodisches Vorgehen jedoch im Widerspruch zu den damals etablierten Krankheitstheorien standen und die meisten seiner Kollegen sich gegen Semmelweis wandten, blieb seiner Theorie der Durchbruch zunächst verwehrt. Aus Sicht vieler Zeitgenossen war Semmelweis trotz seiner aus heutiger Sicht bahnbrechenden Erkenntnis gescheitert, weil sich sein Ansatz nicht mit dem damaligen Wissensstand vertrug, den zu revidieren nur wenige Ärzte bereit waren. Semmelweis verteidigte, von nur wenigen Kollegen unterstützt, vehement seine Theorie, die sich aber erst eine Ärgeneration später und weit nach seinem Tod durchsetzte. Sein beharrliches Verteidigen der eigenen Theorie darf als Paradebeispiel für den wissenschaftlichen Kampf gegen kollektive Fehleinschätzung gelten.

Zeitschrift für besseres Scheitern

Vor dem Hintergrund dieser Typologie stellt sich die Frage, wie der Umgang mit Fehlern und Scheitern in der Wissenschaft verbessert werden kann, um das Potenzial der genannten Funktionen noch stärker auszuschöpfen. Wichtig ist dabei, erfolglose Theorien und Experimente sichtbar zu machen, um wiederholtes Scheitern zu vermeiden und durch das Aufdecken seiner Gründe die Basis für ein verbessertes Vorgehen zu schaffen. Mit dem „Journal of Unsolved Questions“ (JUUnQ) existiert seit wenigen Jahren eine Zeitschrift, die gescheiterte Ansätze publiziert und sie so für einen breiteren wissenschaftlichen Diskurs öffnet. Darüber hinaus ist es wichtig, im Anreizsystem der Wissenschaft auch Spielräume für das Scheitern zu schaffen. Die gegenwärtig starke Fokussierung auf vorzeigbare Erfolge in Form möglichst hochrangiger Publikationen hat diese Möglichkeiten stark eingeschränkt, sodass produktives Scheitern, das wichtige Lernen aus Misserfolgen und das Modifizieren und Verbessern von zunächst gescheiterten Projekten oft verhindert oder zumindest nicht gefördert werden. Um die Rahmenbedingungen für gutes Scheitern zu verbessern, ist die Einsicht in den Prozesscharakter von Wissenschaft zentral. Durch den hohen Stellenwert vermeintlich fertiger Produkte der Wissenschaft, die in Form von Veröffentlichungen archiviert werden, wird verdeckt, dass wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung primär ein hochgradig dynamischer Prozess und weniger eine Aneinanderreihung fixer Ergebnisse ist. Resultate werden vorgestellt, überprüft, bestätigt, verworfen oder angepasst. All dies geschieht über teils lange Zeiträume und im Austausch zwischen Wissenschaftlern aus einer Vielzahl von Ländern, Disziplinen und Wissenschaftssystemen. Gelingt dieses Zusammenspiel von Versuch, Irrtum, Eingeständnis und Verbesserung, so entsteht dadurch eine zentrale Grundlage für den Fortschritt der Wissenschaft. Oder wie Samuel Beckett, freilich nicht speziell auf die Wissenschaft bezogen, schrieb: „Ever tried. Ever failed. No matter. Try again. Fail again. Fail better.“ Zu Deutsch: „Immer versucht. Immer gescheitert. Einerlei. Wieder versuchen. Wieder scheitern. Besser scheitern.“ ■

Wie sicher wissen wir, wie sich das Leben auf der Erde in Zukunft entwickeln wird?

Geowissenschaftler sind sich einig, dass es in der Vergangenheit nur wenige große Massenaussterben gegeben hat, die deutliche Auswirkungen auf die Evolution der Organismen hatten. Die meisten Forscher gehen außerdem davon aus, dass wir uns auf ein größeres Massenaussterben zu bewegen, welches mindestens zum Teil der Klimaerwärmung und den damit zusammenhängenden Umweltveränderungen verschuldet ist. Verschiedene Erklärungen wurden für Massenaussterben in der Vergangenheit herangezogen: Vulkanismus, Meteoriteneinschläge, Meeresspiegelschwankungen, Klimaveränderungen. Es gab jedoch auch Phasen mit massivem Vulkanismus und Klimaveränderungen, die nicht zu großen Aussterbeereignissen führten. Die genauen Mechanismen und Ursachen sind immer noch nicht geklärt. Einerseits hängt dies mit den Lücken bei Fossilfunden und Skalierungsproblemen zusammen. Heute können Wissenschaftler kleinste Klimaschwankungen über wenige Jahre messen. Die Daten aus der Erdgeschichte lassen aber eine solch detaillierte Betrachtung nicht zu. Da sich aber das Klima nicht linear ändert, sondern es immer wieder zu Schwankungen kommt, gaukeln diese lange Zeiträume vor, dass das Klima sich damals nur sehr langsam geändert hat. Aber selbst wenn dies berücksichtigt wird, ist die derzeitige Lage alarmierend, da Ausmaß und Geschwindigkeit der aktuellen Erwärmung bereits beinahe den Veränderungen vergangener Zeiten mit Massenaussterben entsprechen. Andererseits müssen die Forscher noch besser verstehen, wie verschiedene Umweltfaktoren zusammenspielen und welche Wechselwirkungen es zwischen Lebewesen gibt. Werden diese Faktoren berücksichtigt, können neue Erkenntnisse sogar relevant sein, um ein neues Massenaussterben vorauszusagen.

Dr. Kenneth de Baets
Lehrstuhl für Paläoumwelt

11



Fascinating
Coating
Solutions

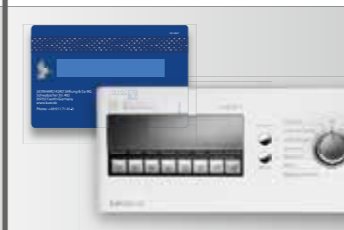


www.kurz-group.com

attractive



functional



protective



communicative



In Science We Trust?

Der Zweifel gehört zur Wissenschaft. Wenn aber gesichertes Wissen geleugnet wird, ist das gesellschaftliche Miteinander in Gefahr.

von Dr. Jon Leefmann



Der Klimawandel eine Erfindung von Medien: So sieht es jedenfalls US-Präsident Donald Trump. Was dabei besonders bedenklich ist? Manche Menschen schenken offensichtlich Lügen mehr Glauben als wissenschaftlich fundierten Aussagen – vor allem, wenn dadurch das eigene Weltbild bestätigt wird.

D

er Beginn des Jahres 2017 wartete gleich mit mehreren Ereignissen auf, die nicht nur die wissenschaftliche Welt alarmierten. In den USA erklärte der frisch ins Amt eingeführte Präsident Donald Trump den Klimawandel kurzerhand zu einer Erfindung der Medien und drohte Klimaforschern ziemlich unverhohlen mit der Kürzung von Forschungsgeldern in Milliardenhöhe. Bereits zuvor hatte Trumps Beraterin Kellyanne Conway mit ihrer Behauptung, die neue US-Regierung verfüge bezüglich der Besucheranzahl bei den Inaugurationsfeierlichkeiten über „alternative Fakten“, weite Teile der Öffentlichkeit und Wissenschaft erzürnt. Wenige Monate später verabschiedete in Ungarn die nationalistische Regierung Viktor Orbáns ein Gesetz, das einzig dazu diente, der kleinen, international renommierten Central European University die Akkreditierung unmöglich zu machen. Und in der Türkei verbannte die Regierung Erdogan nicht nur die Evolutionstheorie von den Lehrplänen, sondern nahm den abgewendeten Militärputsch zum Anlass, gleich auch hunderte kritische Wissenschaftler aus dem Staatsdienst zu entlassen. Diese Ereignisse riefen drei eigentlich triviale Dinge ins Bewusstsein, die viele Wissenschaftler in Mitteleuropa lange ver-

gessen hatten. Erstens: Die Freiheit von Forschung und Lehre hängt von dem Rahmen ab, den die Politik setzt. Sie ist nicht selbstverständlich. Zweitens: Die Autorität der Wissenschaften wird nicht überall anerkannt. Aussagen, über die in wissenschaftlichen Fachkreisen grundlegender Konsens besteht – wie beispielsweise zum Einfluss des Menschen auf das Klima oder die Evolution biologischer Arten – müssen nicht allein deshalb auch außerhalb dieser Zirkel auf Anerkennung stoßen. Drittens – und das scheint die verstörendste Schlussfolgerung aus diesen Ereignissen zu sein: Die Verlässlichkeit und Validität wissenschaftlicher Aussagen gelten für manche Menschen offenbar weniger als offensichtliche Lügen, solange diese von den richtigen Personen geäußert werden oder das eigene Weltbild bestätigen. Es dürfte insbesondere diese letzte Erkenntnis gewesen sein, die am 22. April 2017 weltweit Menschen zu einem „March for Science“ auf die Straße brachte – einer Demonstration für die Freiheit von Forschung und Lehre, für „rationales Denken“ und gegen „alternative Fakten“, an der sich zwischen München und Helgoland etwa 11.000 Menschen beteiligten.

Foto: shutterstock.com/STU Shaw

Offenbar erachten es wissenschaftsaffine Menschen zunehmend als notwendig, auf die Autorität wissenschaftlicher Erkenntnisse für gesellschaftliche Meinungsbildungsprozesse und politische Entscheidungen aufmerksam zu machen. Das rührt vermutlich auch daher, dass sie im Alltag die Erfahrung eines zunehmenden Vertrauensverlusts in wissenschaftliche Erkenntnisse gemacht haben. Die Sichtbarkeit von Verschwörungstheoretikern, religiösen Fundamentalisten oder schlicht von Anhängern bestimmter, mit schulmedizinischen Grundannahmen unvereinbarer Methoden wie der Homöopathie konfrontiert Wissenschaftler unentwegt mit Alternativen zu den von ihnen vorgebrachten Fakten. Angesichts der deutlich höheren Verlässlichkeit systematisch überprüfter, prinzipiell replizierbarer und intersubjektiv abgesicherter – das heißt wissenschaftlicher – Aussagen fragen sich offenbar viele Menschen, warum sich neuerdings so viele ihrer Mitbürger mit weniger zufriedengeben. Daher lohnt sich ein Blick auf einige Spielarten der Wissenschaftsskepsis und -kritik. Welche Gründe für Zweifel und Misstrauen lassen sich unterscheiden? Und wie können Wissenschaftler darauf reagieren?

Zwei Arten des Zweifels

Obwohl Zweifel höchst unterschiedlicher Art sein können, bietet es sich an, grob zwischen epistemischen und ethischen Zweifeln an den Wissenschaften zu unterscheiden. Erstere beziehen sich darauf, ob die Wissenschaften Zusammenhänge in der Welt erkennen und korrekt beschreiben können. Bei letzteren geht es dagegen um Wertfragen: Was sind Werte guter wissenschaftlicher Praxis? Werden einzelne Wissenschaftler diesen Ansprüchen gerecht? Sind bestimmte Folgen des wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes für den Einzelnen oder die Menschheit eher wünschenswert oder nicht? Es mag so aussehen, als wären es die epistemischen Zweifel der Wissenschaftsskeptiker, die den jüngsten Aufschrei gegen „alternative Fakten“ ausgelöst haben. Schließlich behaupten manche Kritiker, es gäbe zu vielem, was derzeit wissenschaftlicher Konsens ist, alternative Erklärungen, die denen der Wissenschaften ebenbürtig oder sogar überlegen seien. Handelte es sich dabei allerdings wirklich vornehmlich um rein epistemische Zweifel, hätte dies wenig Anlass zu den Demonstrationen gegeben. Schließlich sind Zweifel an der

Verlässlichkeit von als wissenschaftlich präsentierten Aussagen und eine gesunde Skepsis gegenüber neu erhobenen Wahrheitsansprüchen selbst wissenschaftliche Tugenden. Warum sollte diese Art des Zweifels an einzelnen wissenschaftlichen Aussagen oder die Formulierung alternativer Erklärungsansätze also die Glaubwürdigkeit der Wissenschaften als Ganzes in Frage stellen?

Ohne Frage ist epistemischer Zweifel für den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess notwendig. Offensichtlich ist er aber nicht immer auch produktiv. Nicht jeder, der Zweifel an wissenschaftlichen Erkenntnissen formuliert, tut dies mit ausreichender Sachkenntnis. Von Laien vorgebrachte Zweifel verfehlen häufig allein deshalb ihr Ziel, weil sie im wissenschaftlichen Diskurs längst ausgeräumt worden sind. Ein Beispiel dafür sind hartnäckige Legenden wie jene über den Zusammenhang zwischen der Masernimpfung und einem erhöhten Risiko, an Autismus zu erkranken. Zweifeln auf dieser Ebene zu begegnen, mag für Wissenschaftler mühsam sein. Solange die Skeptiker aber

ein ehrliches Interesse am verhandelten Sachverhalt hegen und keine grundlegenden Zweifel an der als wissenschaftlich vorgestellten Methode aufwerfen, sollte es leichtfallen, diese Art von Zweifeln zu entkräften.

Was heißt schon objektiv?

Vielfach lassen sich epistemische Zweifel aber nicht einfach auf Unkenntnis zurückführen und durch Verweis auf die Gründe überwinden, die einst zum etablierten wissenschaftlichen Konsens führten. Dies ist nicht nur dann der Fall, wenn es aktuell keinen wissenschaftlichen Konsens zu der diskutierten Frage gibt. Wirklich ernst wird es für die Wissenschaftler, wenn sich Zweifel auf die erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Grundlagen ihrer Forschungsmethoden beziehen. Vereinzelt wurde im Zusammenhang der Science Marches an die US-amerikanischen „Science Wars“ der 1990er-Jahre erinnert. Die zentrale These der wissenschaftssoziologischen, wissenschaftshistorischen und feministischen Kritikerinnen und Kritiker damals: Theorie und Beobachtung sind nicht zu trennen, und wissenschaftliche Objektivität wird auch in den Natur- und Technikwissenschaften unter kontingenten historischen, sozialen und kulturellen Bedingungen hergestellt. Zwar blieb die Debatte eher akademisch, doch hat sie das Bild des Wissenschaftlers als unabhängiges, mit einem objektiven Blick auf den Forschungsgegenstand ausgestattetes Wesen nachhaltig in Frage gestellt. Wenn dieser erkenntnistheoretische Zweifel für die Öffentlichkeit etwas bewirkt hat, dann vermutlich ein geschärftes Bewusstsein dafür, dass auch die Wissenschaften keinen wert- und interessenfreien Raum darstellen. Dies bringt uns zu den ethisch motivierten Zweifeln.

Ein Teil der ethischen Zweifel bezieht sich auf die der wissenschaftlichen Praxis inhärenten Werte und Ideale. Wird die Integrität und Redlichkeit der Wissenschaftler bezweifelt, entwertet dies die von ihnen vorgebrachten Belege und Argumente. Solche Zweifel sind häufig angebracht: Sowohl einige Anreizstrukturen des Wissenschaftsbetriebes, die zum möglichst schnellen Publizieren möglichst vieler möglichst erfolgreicher Versuchsergebnisse auffordern, als auch die zunehmende finanzielle Abhängigkeit einiger Forschungsbereiche von Mitteln aus Wirtschaft und Industrie stellen ernst zu nehmende Probleme dar. Ein Anzeichen für Ersteres ist, dass kaum Fehlschläge der Forschung publiziert werden. Glaubt man vielen etablierten Fachzeitschriften, werden Forschungshypothesen heutzutage fast nie widerlegt. Diesem Misstrauen können die Wissenschaften allerdings selbst die Grundlage entziehen. Dafür müssen sie aber ihre Anreizstrukturen überdenken und im Bereich der industriellen Forschungsförderung und der dahinter stehenden Interessen auf Transparenz pochen.

Wissenschaftler, bitte einmischen

Gravierender sind deshalb Einwände, die den Wert wissenschaftlicher Erkenntnis grundsätzlicher in Zweifel ziehen. Trotz der zunehmenden Abhängigkeit moderner Gesellschaften von wissenschaftlich abgesicherter Erkenntnis ist diese Haltung besonders dort verbreitet, wo die Folgen wissenschaftlich-techni-

scher Aufklärung mit einer Zunahme an bedrohlichen Risiken assoziiert werden. Spätestens seit der Entwicklung der Atombombe ist die Kehrseite der wissenschaftlich-technischen Entwicklung immer stärker zutage getreten. In Zukunft könnten zudem weitere existenzielle Gefahren für die Menschheit von Forschungen zur synthetischen Biologie und zu intelligenten Maschinen ausgehen. Auch wenn die meisten Wissenschaftler diese Entwicklungen nicht beabsichtigt und direkt befördert haben, haben sie sich doch häufig zu wenig um den politischen und ökonomischen Kontext gekümmert, in dem das technische Potenzial ihrer Forschungen zur Entfaltung kam. Wenn daher die problematischen Folgen, die durch die wissenschaftliche Durchdringung immer größerer Teile der menschlichen Lebenswelt Realität geworden sind, den Anlass des Zweifels bilden, dann sind die Wissenschaften aufgefordert, sich noch stärker in die Diskussion um gesellschaftliche Werte einzumischen. Das bedeutet auch abzuwägen, wo der Wert der Forschungsfreiheit mit anderen Werten kollidiert. Dass gerade im Bereich der Biomedizin noch immer ein hoher Diskussionsbedarf über die Instrumentalisierung menschlicher und nichtmenschlicher Lebewesen zu Forschungszwecken besteht, ist nur ein Beispiel da-

für, dass der Wert wissenschaftlicher Erkenntnis nicht uneingeschränkt über alle anderen Interessen gestellt werden kann. Wenn ethische Zweifel dieser Art den Hintergrund von Wissenschaftsskepsis bilden, dann muss eine Wissenschaft, die daran interessiert ist, das Vertrauen der Öffentlichkeit wiederzugewinnen, noch stärker den Dialog mit ihren Kritikern suchen. Gerade weil enttäushtes Vertrauen oft ein Ergebnis falscher Erwartungen ist, wäre ein umfassenderer Dialog wünschenswert. Dieser sollte nicht nur die ethischen Zweifel thematisieren, sondern umfassend klären, welche Erwartungen wechselseitig zwischen Öffentlichkeit und den Wissenschaften bestehen. Welche Erkenntnisse erwarten wir von den Wissenschaften? Was erwarten wiederum die Wissenschaften von der Öffentlichkeit? Und welche Gründe für die Nicht-Akzeptanz wissenschaftlicher Aussagen sind aner kennenswert, insbesondere wenn es um möglicherweise existenzielle Entscheidungen wie in der Klimapolitik geht? Ein auf diese Weise aufgeklärtes, vertrauensvolles Verhältnis kann Öffentlichkeit und Wissenschaften gleichermaßen nutzen. Auch und nicht zuletzt als Mittel gegen die Ignoranz gegenüber ihren jeweiligen Stimmen durch Machtpolitiker wie Trump, Orbán oder Erdogan. ■

Wie viele Menschen können auf der Erde leben?

Die Antwort hängt davon ab, wie wir als Weltbevölkerung leben. Schon jetzt bräuchten wir 1,7 Erden, um unseren Lebenswandel aufrechtzuerhalten. Das heißt, wir konsumieren wesentlich mehr natürliche Ressourcen, als uns eigentlich zur Verfügung stehen. Der Grund, warum das System noch funktioniert, ist, dass wir uns diese Ressourcen von zukünftigen Generationen nehmen. Allerdings sind die Menschen nicht in gleichem Maße für diese Entwicklung verantwortlich. In Entwicklungsländern ist der ökologische Fußabdruck, der den Ressourcenverbrauch beschreibt, deutlich geringer als in Industriestaaten. In Deutschland etwa konsumiert jeder von uns Rohstoffe, für deren Bereitstellung zirka fünf Hektar benötigt werden. Die Erde kann aber jedem Menschen nur 1,7 Hektar zur Verfügung stellen. Diese sogenannte Biokapazität nimmt kontinuierlich ab, weil wir Ressourcen verbrauchen, die dann für immer verschwunden sind. Im Gegensatz dazu nimmt die Weltbevölkerung stetig zu. Bis zum Ende des Jahrhunderts werden zwei bis vier Milliarden mehr Menschen auf der Erde leben, vor allem in Schwellen- und Entwicklungsländern, in denen wiederum ein großer Nachholbedarf an Konsum herrscht. Während in den Industriestaaten der ökologische Fußabdruck stagniert oder sogar leicht zurückgeht, wird er in diesen Regionen größer werden. Sollten wir weiter so leben wie bisher und die Bevölkerung auf elf Milliarden anwachsen, wird unser Ökosystem sehr schnell kollabieren. Zwar nehmen Menschen, wenn es sein muss, große Entbehrenungen hin. Allerdings ist fraglich, ob es dann nicht zu spät ist – ein längerfristiges Umdenken wäre also schon jetzt nötig.

Prof. Dr. Matthias Fikla
Professur für Betriebswirtschaftslehre

12

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="de">
<head>
<style type="text/css"> h1
{ color: white; background-color: black; }
</style>
</head>
<body>
<h1>IT-Profis gesucht</h1>
</body>
</html>
```



Foto: © kantver/fotolia.com

Sprechen Sie binär?

Wir haben den Code zu Ihrem neuen Job!

berg-it öffnet Ihnen die Türen zu den spannendsten Projekten und den interessantesten Unternehmen in der IT-Welt. Lassen Sie uns gemeinsam Ihre Karriere planen – und sprechen Sie uns an: 0911-580 689-0!

| Wirtschaftsinformatiker | Softwareentwickler
| Web-Developer | Fachinformatiker
| Systemadministratoren | IT-Supporter
| Software-Tester
| m/w

Find us on facebook



Wissen weiten

Eine Universität muss Wissen schaffen und weitergeben, Antworten auf Fragen der Gegenwart und Zukunft finden. Genau dafür setzen sich die Forscherinnen und Forscher der FAU jeden Tag mit ihrer ganzen Leidenschaft ein.



Foto: FAU/David Hartlief (aufgenommen im Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts)

Wettlauf mit dem Wandel

Warum das 21. Jahrhundert an die Welt der Roten Königin aus „Alice hinter den Spiegeln“ erinnert – und wie Wissenschaft sich aufstellen muss, um das Spiel zu gewinnen. Ein externer Blick auf die FAU.

von Blandina Mangelkramer

D

ie Rote Königin ist eine Gegnerin, die es in sich hat: In „Alice hinter den Spiegeln“ findet sich Lewis Carolls berühmte Märchenfigur Alice als weißer Bauer in einem Schachspiel wieder und muss gegen die Rote Königin mindestens acht Felder überwinden, um selbst zu einer Königin zu werden. Gelingen könnte ihr das – wäre da nicht diese eigenartige Welt, in der die ihr vertrauten Regeln von Raum und Zeit, von Bewegung und Stillstand, vollständig außer Kraft gesetzt sind. Sie komme aus einer behäbigen Gegend, spottet die Rote Königin: „Hierzulande musst du so schnell rennen, wie du kannst, wenn du am gleichen Fleck bleiben willst. Und um woandershin zu kommen, muss man noch mindestens doppelt so schnell laufen.“

Unsere Welt im 21. Jahrhundert ähnele dem Reich der Roten Königin, meint John Bessant, Professor für Innovation und Entrepreneurship an der britischen University of Exeter und renommiertes Universitätsstrategen. Sie verändert sich rasend schnell, der ständige Wandel ist zur einzigen Konstante geworden. Und das verlangt nach neuen Strategien der Anpassung. Nach neuem Wissen. Nach Wissen, das dynamisch ist. Die Aufgabe von Universitäten und Forschungseinrichtungen sei es, ein Umfeld zu schaffen, in dem Wissen nicht stillsteht, glaubt Bessant, der die FAU in ihrem Strategieprozess begleitet: „An einer Universität dreht sich alles um Wissen. Wie es entsteht, wie es kombiniert und kommuniziert wird, angewendet, geteilt, mobilisiert und verbreitet.“ Und so hat das Jubiläumsmotto der FAU – das sich gerade auch zum gesamten Universitätsmotto entwickelt – für ihn eine klare Logik: Wissen in Bewegung. Doch wie gelingt es einer Universität, Wissen in Bewegung zu halten?

Mit Köpfchen Königin werden

Als Zutaten für den Erfolg sind in Bessants Augen die zentralen Werte der FAU – Innovation, Vielfalt und Leidenschaft – äußerst vielversprechend: „Das 21. Jahrhundert fordert disruptive Innovation und die Fähigkeit, aus Wissen gesellschaftlichen Mehrwert zu schaffen. Aber das geschieht nicht von selbst. Universitäten müssen diesen Prozess organisieren, orchestrieren, ihm eine strategische Ausrichtung geben und offen sein, um Innovation aus einem breiten Netzwerk zu schöpfen.“

Das Zauberwort in diesem Netzwerk ist Vielfalt: Mehr Perspektiven, mehr Erfahrungen, mehr Wissenshorizonte – mehr Wissen. Eine Volluniversität wie die FAU ist an dieser Stelle strategisch im Vorteil, weil die Vielfalt ohnehin Teil ihres Wesens ist. Doch um Vielfalt effektiv zu nutzen, gelte es laut Bessant, die unterschiedlichen Perspektiven zu einer kreativen Mischung zu verbinden. Der magische Funke, der die Wirkung dieser Mischung erst entfaltet, ist stets die Leidenschaft aller Beteiligten. „Leidenschaft bringt die Bewegung in die Gleichung, gibt die Energie und den Antrieb.“

Im Schachspiel der Roten Königin kann Alice ihre Rolle zwar nicht selbst wählen. Doch indem sie sich auf die Stärken ihrer Figur besinnt, macht sie das Rennen. Die FAU kennt ihre Stärken ebenfalls. Sie hat acht Themenfelder ausgemacht, in denen sie schon jetzt weltweit an der Spitze mitspielt. In den kommenden Jahren will sie diese zu disziplinübergreifenden Forschungsschwerpunkten weiterentwickeln und so ihren Teil dazu beitragen, dass wir Antworten auf die globalen Fragen unserer Zeit finden: Wie arbeiten wir morgen? Wie können wir Technologien so einsetzen, dass die Digitalisierung unserer Welt uns nicht ängstigt, sondern nutzt? Wie können wir in der Zukunft Energie speichern, optimal verteilen und marktfähige Geschäftsmodelle dafür entwickeln? Wie gelingt es, universale Menschenrechte politisch-rechtlich zu gestalten? Wie bekämpfen wir Krankheiten und sichern uns bis ins Alter eine hohe Lebensqualität? Wie können wir Technik und Medizin verbinden, um neuartige Diagnostik und Therapien zu ermöglichen? Wie können wir Materialeigenschaften maßschneidern, damit das Material uns im Alltag noch besser dient? Und wie nutzen wir die Physik des Lichts in der Technik, in der Medizin oder in der Industrie? Auf dem Weg zu den Antworten wird jede Forscherin und jeder Forscher, jede Organisation ein bisschen zu Alice im Spiel gegen die Rote Königin. „Wissen in Bewegung“ heißt die Strategie, um die richtigen Schachzüge zu machen und das Spiel zu gewinnen. Auf den kommenden Seiten dreht sich alles um die Forschungsschwerpunkte der FAU. Stellvertretend werden ausgewählte Forschungsprojekte präsentiert, und es wird erklärt, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der FAU mit Neugier und Leidenschaft daran arbeiten, Zukunft zu gestalten. ■

Foto: shutterstock.com/Elena Schweitzer

Novartis Pharma



Novartis kann uns mal

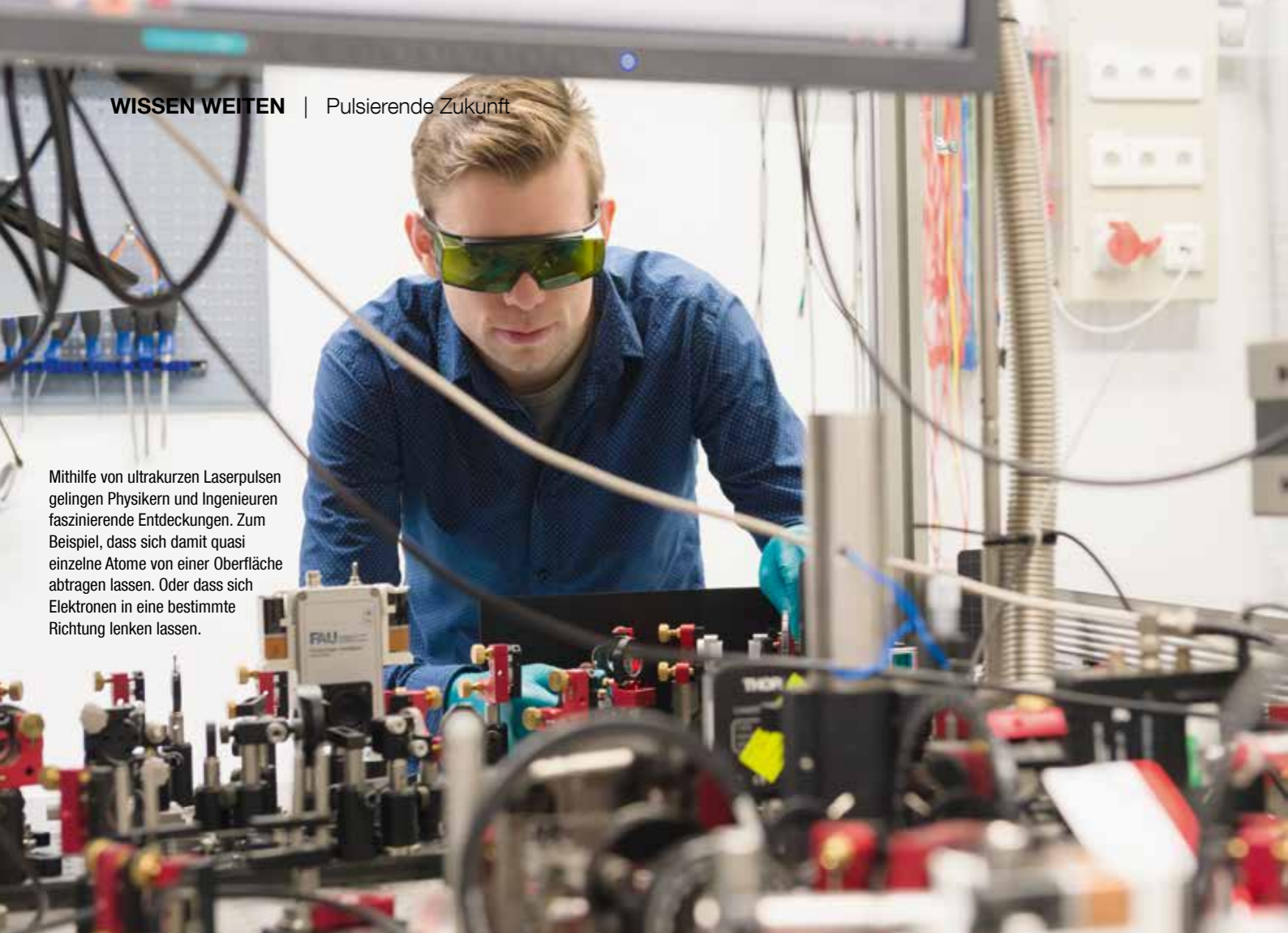
dabei unterstützen, die Welt ein wenig besser zu machen.

Bei Novartis kommt es nicht darauf an, woher Du kommst, sondern was Du kannst! Bei uns arbeiten weltweit rund 123 000 Menschen aus 144 Nationen. Wir schätzen diese Vielfalt als wertvollen Faktor unserer Unternehmenskultur. Durch spezielle interne Initiativen und Projekte wird Diversity & Inclusion aktiv gefördert und gelebt. So entsteht aus Chancengleichheit das Chancenpotenzial, Menschen zu einem besseren und längeren Leben zu verhelfen.

Novartis Pharma aus Nürnberg bietet Lösungen im Bereich innovativer verschreibungspflichtiger Arzneimittel für „Volkskrankheiten“ ebenso wie für schwere Erkrankungen an. Mehr Informationen zu Diversity & Inclusion und Deinen Karrierechancen bei Novartis findest Du auf

karriere.novartis.de





Mithilfe von ultrakurzen Laserpulsen gelingt es Physikern und Ingenieuren faszinierende Entdeckungen zu machen. Zum Beispiel, dass sich damit quasi einzelne Atome von einer Oberfläche abtragen lassen. Oder dass sich Elektronen in eine bestimmte Richtung lenken lassen.

Pulsierende Zukunft

Faszinierende Welt des Lichts: Mit Laserpulsen lassen sich Materialien auf wenige Nanometer genau bearbeiten und Elektronen so manipulieren, dass sie innerhalb einer halben Femtosekunde ihre Richtung ändern.

von Matthias Münch

W

er hat es als Kind nicht schon einmal probiert? Man hält eine Lupe in die Sonne und richtet den gebündelten Strahl auf ein Blatt Papier. Sind Winkel und Abstand optimal und die Hand ruhig genug, zeigt das Papier irgendwann einen braunen Punkt, es beginnt zu qualmen, bevor schließlich die ersten Flammen zu sehen sind. Moderne Laser arbeiten genau nach diesem Prinzip, nur dass sie viel stärker und präziser sind. Im Bruchteil einer Sekunde tragen sie Gewebe- und Metallschichten ab, was sie zu wertvollen Werkzeugen in der Medizin und der Verfahrenstechnik macht. Mit Lasern kann man aber auch Elektronen manipulieren und damit in neue Dimensionen der mikroelektronischen Steuerung vordringen.

Ultrakurze Pulse für ultragenauen Materialabtrag

Michael Schmidt, Professor für Photonische Technologien an der FAU, beschäftigt sich seit Jahren mit dem Einsatz von Lasern im Ingenieurwesen. Dass man Stahlplatten mit Licht zerschneiden kann, hat sicher jeder schon einmal gesehen – zu meist wird hierbei ein konstanter Laserstrahl über das Material geführt. Schmidt und sein Forscherteam experimentieren jedoch mit Lasern, die ultrakurze Pulse aussenden: „Die längsten Pulse, mit denen wir arbeiten, sind drei Millimeter lang“, erklärt der Ingenieur. „Wollten Sie einen solchen Lichtpuls mit der Taschenlampe erzeugen, müssten Sie diese innerhalb einer Ein-hundertmilliardstelsekunde an- und ausschalten.“

Foto: Annette Kraefisch

Die Pulse von Femtosekundenlasern sind noch einmal deutlich kürzer – in einer Femtosekunde legt das Licht gerade einmal 0,00033 Millimeter zurück. Der Vorteil liegt in der Konzentration der Energie auf extrem kleine Flächen in extrem kurzer Zeit. Trifft ein solcher Puls mit mehreren Megawatt auf das Material, geht es sofort vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand über. Dadurch bleiben Schmelzprozesse und thermische Spannungen auf wenige Nanometer begrenzt. „Mit Ultrakurzpulslasern erreichen wir heute einen Materialabtrag, der sich beinahe im atomaren Bereich bewegt“, erklärt Michael Schmidt.

Oberfläche ist nicht gleich Oberfläche

Eines der größten Potenziale von Ultrakurzpulslasern liegt in der Herstellung funktionaler Oberflächen. Dabei werden Materialien mit Mikrostrukturen versehen, die zum Beispiel die Gleiteigenschaften verbessern. „Immer mehr Fahrzeuge werden mit einer Start-Stopp-Automatik ausgerüstet. Bei glatten Oberflächen besteht jedoch die Gefahr, dass beim Starten und Stoppen des Motors der Ölfilm abreißt und es eine kurze Phase mit hoher Materialbelastung gibt. Werden die Oberflächen von Kolben, Zylindern und anderen beweglichen Teile jedoch mit einer bestimmten Mikrostruktur versehen, kann ein Abriss des Schmierfilms verhindert werden“, erklärt Schmidt.

Auch Flugzeugkonstrukteure beschäftigen sich mit funktionalen Oberflächen: Von Haien ist bekannt, dass ihr geringer Strömungswiderstand nicht auf einer besonders glatten, sondern einer rauen Mikrostruktur der Haut beruht. Rumpf und Tragflächen riesiger Verkehrsflugzeuge mit einer solchen Struktur zu versehen, ist mit klassischen Umformverfahren jedoch nur schwer möglich. Ultrakurzpulslaser mit ihrem hochpräzisen Abtrag von wenigen Nanometern könnten die gewünschten Oberflächenstrukturen erzeugen, ohne das umgebende Material zu schwächen. Allerdings gilt es hierbei noch ein fundamentales Problem zu lösen. Richtet man nämlich mehrere Pulse innerhalb kurzer Zeit

auf dieselbe Stelle, entsteht letztlich doch Hitze im Werkstück. Eine Lösung für dieses Problem ist die ultraschnelle Ablenkung des Lasers auf verschiedene Punkte der Oberfläche. „Spiegel haben zu viel Masse, um die Pulse derart schnell hin- und herspringen zu lassen“, erklärt Michael Schmidt. „Wir arbeiten deshalb an einer masselosen Strahlablenkung durch einen Glasblock, dessen Lichtbrechungsindex mit Ultraschallwellen verändert werden kann.“ Eine andere Möglichkeit wäre, die Laserleistung voll auszunutzen, um eine größere Fläche auf einmal zu bearbeiten. Dies kann mit holografischer Strahlförmung erreicht werden. Michael Schmidt hat bereits eine Technologie vorgestellt, die beides – die Variation der Laserleistung und die ultraschnelle Ablenkung – erlaubt. Damit wollen die Erlanger Wissenschaftler den Einzug ultrakurzer Laserpulse in die industrielle Produktion weiter voranbringen.

Atome tanzen im Stroboskop

An der FAU beschäftigen sich nicht nur die Ingenieure mit gepulstem Licht. Prof. Dr. Peter Hommelhoff, Lehrstuhl für Laserphysik, nutzt Laserpulse, um die Bewegung von Elektronen zu manipulieren. Diese Form optischer Kontrolle könnte in naher Zukunft die Elektronenmikroskopie revolutionieren. Zwar bilden modernste Raster- oder Transmissionsgeräte heute schon einzelne Atome ab, allerdings arbeiten sie mit konstanten Elektronenströmen. Und das hat einen Nachteil: Ultraschnelle Reaktionen, etwa das Aufbrechen chemischer Verbindungen oder Schwingungen von Atomen, lassen sich damit nicht darstellen. Die Lösung sind Mikroskope, die nicht mit konstanten Strömen, sondern mit Elektronenpulsen arbeiten. „Man kann das mit einem Stroboskop vergleichen, das die Bewegung von Objekten durch eine schnelle Blitzfolge abbildet“, erklärt Hommelhoff.

Je kürzer ein Elektronenpaket ist, umso kleiner ist die Zeitskala, auf der atomare Bewegungen abgebildet werden können. Die FAU-Physiker haben es geschafft, periodische Elektronenpakete



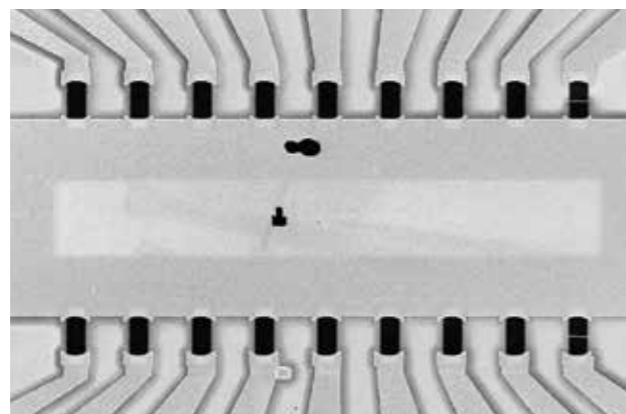
**SCHON IM ERSTEN JOB
EIGENVERANTWORTLICH FORSCHEN
GEHT NICHT.**

DOCH.

Durch praxis- und projektbezogene Arbeit hast Du auch schon im Studium bei uns beste Chancen, Dich weiter zu entwickeln.

www.iis.fraunhofer.de

te mit einer Länge von 1,3 Femtosekunden zu erzeugen. Dafür haben sie einen Elektronenstrahl über die Oberfläche eines Siliziumgitters geleitet und ihn dort mit dem optischen Feld von Laserpulsen überlagert. „Über den Laser steuern wir die Frequenz des periodischen Feldes und synchronisieren sie mit der Geschwindigkeit der Elektronen. Dadurch gewinnen oder verlieren die Elektronen Energie, und wir können aus einem kontinuierlichen Strahl ultrakurze Pakete erzeugen“, sagt Hommelhoff.



Was an ein Klavier von innen erinnert, ist eine Mikroskopaufnahme – Breite etwa 0,3 Millimeter – von Graphen (schwarz), kontaktiert mit Goldkontakten (graue Struktur) auf Siliziumkarbid. FAU-Physikern ist es gelungen, mit einem einzigen Lichtpuls Elektronen in einem einzelnen Graphenstreifen zu lenken.

phen eignet sich dafür – weil es so dünn ist, dass genügend Licht einfällt, um die Elektronen in Bewegung zu versetzen. Die Forscher der FAU haben herausgefunden, dass die Elektronen auf zwei verschiedenen Wegen durch das Graphengitter fließen und an einem Punkt wieder aufeinandertreffen – wie Wasserwellen, die auf zwei Seiten um ein Hindernis geleitet werden. Sind beide Teilwellen

bei ihrer Vereinigung auf ihrem Gipfel, fließt Strom. Ist eine Welle auf dem Höchststand, die andere an ihrem Tiefpunkt, fließt kein Strom. „Diese Interferenzmuster können wir mit Laserpulsen manipulieren“, erklärt Peter Hommelhoff. „Die Lichtwellen steuern, wie sich die Elektronen bewegen und wie viel Strom erzeugt wird.“

Die Stromregelung ist eine der wichtigsten Komponenten moderner Elektronik, denn über schnell angesteuerte Elektronenströme werden Daten übertragen – etwa bei der Recodierung optischer Signale aus Glasfaserkabeln in elektronische Impulse. Die Laserpuls-Graphen-Methode ist etwa tausendmal schneller als die leistungsfähigsten Transistoren, die heute verfügbar sind. Bis zur praktischen Anwendung ist noch einige Forschungsarbeit nötig, doch Peter Hommelhoff ist optimistisch: „Graphen ist vergleichsweise einfach herzustellen und auch in größeren Mengen verfügbar. Es muss zwar auf Träger aufgebracht und kontaktiert werden, aber das Problem haben herkömmliche Halbleiter-Bauelemente auch. Vielleicht liegt der technische Einsatz in gar nicht allzu weiter Ferne.“ ■

Die Elektronenumleiter

Lichtpulse können Elektronenpulse generieren – sie können aber auch die Richtung von Elektronenströmen steuern, und zwar in unvorstellbar kurzer Zeit. Gemeinsam mit Kollegen der Angewandten Physik um Prof. Dr. Heiko Weber ist es Peter Hommelhoff gelungen, Elektronen in Graphen, einem einlagigen Gitter aus Kohlenstoffatomen, innerhalb einer halben Femtosekunde in die gewünschte Richtung zu lenken. Die Teilchen werden dabei von der Schwingung eines einzigen Lichtpulses angetrieben. In Gasen und Halbleitern war es bereits möglich, Elektronen mithilfe von Lichtwellen zu kontrollieren. Auch Gra-



Connect for Competence!

Die *develop group* steht für Kompetenz im modernen Software Engineering. Mit mehr als 130 hochqualifizierten Mitarbeitern und der Projekterfahrung aus über 2.000 Personenjahren erbrachter Ingenieurleistung unterstützen wir unsere Auftraggeber aus Industrie, Behörden und Banken erfolgreich dabei, hochkomplexe und ambitionierte Software-Entwicklungsvorhaben zu verwirklichen.

Wir freuen uns über anspruchsvolle Aufgabenstellungen, die uns herausfordern. Begeisterung für elegante, effiziente Lösungen und Sorgfalt im Detail der Realisierung sind die Leitlinien unserer Arbeit. Dabei bleiben wir stets neugierig auf technische Innovationen, die uns voranbringen. Denn die Systeme von morgen, an denen wir arbeiten, sollen ja nicht auf der Technik von gestern beruhen.

Dreißig Jahre erfolgreiche Kooperation mit der FAU

Seit fast dreißig Jahren kooperieren wir deshalb mit der Technischen Fakultät der *Universität Erlangen-Nürnberg* in Lehre und Forschung, um innovative wissenschaftliche Ideen in der Praxis zu erproben und Erfahrungen aus der industriellen Praxis in die universitäre Lehre zu integrieren. So bleiben wir für unsere Auftraggeber technologisch „am Ball“. Und wir helfen der Universität dabei, angehende Informatiker und Ingenieure auf die spannenden Aufgaben vorzubereiten, die in ihrem künftigen Beruf auf sie warten.

Wir danken der FAU und ihren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern für zahlreiche wichtige Impulse, die sie unserer Arbeit gegeben haben. Und wir freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit im Dienste der Technik und der Menschen, die sie nutzen.

<http://www.develop-group.de>



13

Gibt es die absolute Gerechtigkeit?

Wahrscheinlich nein – und wenn ja, können wir Menschen im Allgemeinen und wir Juristen im Besonderen sie jedenfalls nicht erkennen. Sie ist nicht nur als Prinzip zu abstrakt, um sie exakt fassen zu können, sondern es gibt auch zu viele Einzelaspekte, die unter den Begriff „Gerechtigkeit“ zu subsumieren und gegeneinander abzuwägen sind, um eine absolute Gerechtigkeit bestimmen zu können. Dazu gehören etwa Einzelfallgerechtigkeit, Rechtsanwendungsgleichheit, Rechtssicherheit oder Verhältnismäßigkeit. Aber sie bleibt trotzdem hilfreich: Auch wenn wir sie nie erreichen werden, können wir doch versuchen, uns an ihr zu orientieren. Das ist wie mit der untergehenden Sonne: Auch wenn wir sie auf dem Meer nie dort erreichen werden, wo sie gerade zischend ins Wasser taucht, ist sie ein verlässlicher Wegweiser, nicht nach Osten abzudriften, wenn man immer der untergehenden Sonne folgt. In diesem Sinne ist das redliche Bemühen um Gerechtigkeit auch ein guter Wegweiser dafür, in den konkreten Einzelfällen ungerechte Entscheidungen zu vermeiden.

Prof. Dr. Hans Kudlich
Lehrstuhl für Strafrecht, Strafprozessrecht und Rechtsphilosophie

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT OPTIK UND OPTISCHE TECHNOLOGIEN

Optik und optische Technologien bilden die Grundlage für eine Reihe von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsfeldern: von nichtlinearer Optik, Quantenoptik und Teilchenkontrolle mit Licht bis hin zur Photonik als Schlüsseltechnologie im Energiemanagement sowie in Industrie und Medizin. Viele Forschungsarbeiten sind durch fakultätsübergreifende Kooperationen gekennzeichnet, zentrale Einrichtungen wie das Optical Imaging Centre Erlangen tragen zu einer engen Vernetzung innerhalb der FAU bei. Zu den Schwerpunkten mit internationaler Führungsrolle der FAU zählen moderne Bildgebungsverfahren, optisch getriebene Materialien, laserbasierte Teilchenbeschleunigung und Fertigungsverfahren, optische Messtechnik für Verbrennungsprozesse und Nanomaterialien, rechnerbasierte Optik und die Anwendung der Optik und Photonik in der Medizin. Durch den Elitestudiengang Advanced Optical Technologies sowie die Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies ist der Forschungsschwerpunkt auch im Bereich der Lehre und Nachwuchsförderung hervorragend aufgestellt.

Foto: FAU/Christian Heide

Arbeit 4.0

Die Welt der Arbeit verändert sich: Aufgaben werden neu definiert, Berufsfelder werden obsolet, atypische Beschäftigungsverhältnisse nehmen zu. Wie bewältigen Unternehmen, Mitarbeiter und Gesellschaft diesen Wandel?

von Matthias Münch

In der deutschen Nachkriegsgeneration herrschte ein ziemlich klares Bild vom Arbeitsleben: Man lernte in einem Unternehmen, blieb nach der Lehre im Betrieb und übte seinen Beruf aus, bis man in Rente ging. Solche klassischen Erwerbsbiografien sind auch heute noch in der Überzahl, aber ihr Anteil wird kleiner. Auf dem Weg in eine digitalisierte Industrie- und Wissensgesellschaft wird Arbeitnehmern viel abverlangt: Sie müssen sich permanent weiterbilden, mit neuen Technologien und Kommunikationsstrukturen umgehen, eine hohe Flexibilität bei den Arbeitszeiten zeigen und häufiger den Arbeitgeber wechseln als früher. Was ist von der Arbeitswelt 4.0 zu erwarten? Welche Weichen können Unternehmen stellen, um – auch im Wettbewerb um qualifizierte Arbeitskräfte – konkurrenzfähig zu bleiben? Wie wirken sich neue Anforderungen auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Arbeitnehmer aus? Ist das klassische Erwerbssystem in Zeiten zunehmender Automatisierung und wegfallender Arbeitsplätze überhaupt zukunftsfähig?

Mehr Lust durch mehr Geld

„Arbeit ist ein wichtiger Lebensinhalt und die zentrale Einkommensquelle der meisten Menschen. Daran hat sich in den vergangenen Jahrzehnten nichts geändert“, sagt Claus Schnabel, Professor für Arbeitsmarkt- und Regionalpolitik an der FAU. „Was sich allerdings verändert hat, ist die Dynamik des Arbeits-

Foto: shutterstock.com/pcuciatti

marktes. Wir verzeichnen eine Zunahme neuer Beschäftigungsformen, eine höhere Fluktuation des Personals und insgesamt einen Rückgang von Normalarbeitsverhältnissen mit unbefristeten Arbeitsverträgen, tariflicher Entlohnung und Interessenvertretung durch Gewerkschaften oder Betriebsräte.“ Eines der sichtbarsten Phänomene veränderter Beschäftigungsformen ist die Zeitarbeit, die 2016 erstmals mehr als eine Million Arbeitnehmer betraf. „Durch den Einsatz von Leiharbeitern können Unternehmen Nachfragespitzen und kurzfristigen Ersatzbedarf ausgleichen“, sagt Schnabel. „Zugleich kann Zeitarbeit ein Sprungbrett für Beschäftigte in den Arbeitsmarkt sein.“ Allerdings warnt der Ökonom davor, das Instrument der Arbeitnehmerüberlassung zu strapazieren: „Zeitarbeitsverträge sind zumeist mit schlechteren Löhnen und Arbeitsbedingungen verbunden. Auch aus Sicht der Unternehmen sind sie kein Heilsbringer, denn das geringere betriebsspezifische Wissen der Leiharbeiter kann negative Wirkungen auf die Stammbeslegschaft haben und die Produktivität senken. Zu viel Leiharbeit kann für Betriebe schädlich sein.“ Offenbar geht es vielen Betrieben aber auch gar nicht darum, ihren Gewinn auf Kosten der Mitarbeiter zu maximieren. Gut ein Drittel der tarifgebundenen Unternehmen zahlt übertarifliche Löhne und Gehälter. Wie lässt sich diese freiwillige Überschreitung – im Schnitt immerhin um zehn Prozent – erklären? Schnabel liefert drei Gründe, die sich mit empirischen Studien decken: Erstens nutzen Betriebe die stärkere Differenzierung in der Entlohnung, um höhere Qualifikation oder größere Verantwortung attraktiver zu vergüten. Zweitens setzen Mitarbeiter gegenüber dem Arbeitgeber eine höhere Entlohnung durch, vor allem bei guter Ertragslage. Und drittens können Zuschläge zu höherer Effizienz der Arbeit beitragen: Sie verringern Abgänge und Bummellei, locken fähige Mitarbeiter an, steigern ihre Leistungsbereitschaft und damit die Produktivität. „Übertarifliche Entlohnung kann ein wichtiges Instrument sein, Mitarbeiter besonders zu motivieren und langfristig an das Unternehmen zu binden.“

Stressig oder traumhaft?

Die zunehmende Technisierung und Digitalisierung verändert die Arbeitswelt: Aufgaben werden neu definiert, Berufsbilder werden hinfällig. Wie Beschäftigte mit solchen Veränderungen umgehen,

Brauchen wir in Zukunft eine Roboterethik?

Selbstfahrende Fahrzeuge sind noch weit entfernt. Ein Pflegeroboter statt menschlicher Zuwendung erscheint vielen als kalte Zukunft. Und vor dem Standardeinsatz von Kampfdrohnen gruselt uns. All das ist aber schon mehr Science als Fiction. Ethische Fragen drängen sich auf: Was sind die Risiken? Wer trägt die Verantwortung? Was macht das mit unserem Selbstverständnis? Wird unsere Gesellschaft zunehmend um nichtmenschliche Mitglieder erweitert? Kommt diesen Akteuren selbst ein Subjekt zu – und damit womöglich gar ein Schutzstatus? Letzteres ist auf unabsehbare Zeit nicht zu erwarten. Ob wir Pflegerobotern demnächst ersatzlos die Pflege von Schwerkranken überlassen oder nicht doch die frei werdenden Ressourcen in menschliche Begegnung stecken, ist eine gesellschaftliche Entscheidung. Programmieren war und ist nicht unschuldig, wird es nie sein. Deshalb: Wir brauchen eine Roboterethik, nicht für die Roboter, sondern für die Menschen, die die Maschinen programmieren. Solche Ethik sollte zum Pflichtprogramm in den MINT-Fächern gehören.

Prof. Dr. Peter Dabrock
Lehrstuhl für Systematische Theologie II (Ethik)

14

ist Gegenstand psychologischer Forschung. „Arbeit ist sinnstiftend, sie gibt Struktur und sorgt dafür, dass man sich wertvoll fühlt“, sagt Prof. Dr. Cornelia Niessen, Inhaberin des Lehrstuhls für Psychologie im Arbeitsleben an der FAU. „Wenn man jedoch das Gefühl hat, dass der Job nicht mehr passt, fühlt man sich unwohl.“ Dabei hängt es von den Arbeitsbedingungen, aber auch Fähigkeiten und Bedürfnissen des Einzelnen ab, ob neue Aufgaben als Stress oder Herausforderung empfunden werden. „Nehmen wir an, ein Mitarbeiter hat lange Zeit in der Buchhaltung gearbeitet und soll jetzt Kunden betreuen. Manch einer findet in der neuen Aufgabe seine Bestimmung, ein anderer fühlt sich damit überfordert.“ Stellen Veränderungen im Beruf vor allem ältere Mitarbeiter vor Probleme? „Das ist ein Stereotyp“, sagt Niessen. „Einen direkten Zusammenhang zwischen Alter und Anpassungsfähigkeit zeigen unsere Studien häufig nicht.“ Schwierigkeiten haben vor allem Beschäftigte mit spezifischen Arbeitsroutinen. Diese Menschen

Meine Cloud klagt keiner.

www.eclipso.de/cloudsicherheit

eclipso

3 Monate gratis testen! Code: #fa2017

Made in Franken



metropolregion nürnberg



Gibt es noch weiße Flecken auf der Landkarte?

15

Wenn man es klassisch kartografisch betrachtet: Nein! Mittlerweile gibt es für jeden Flecken der Landoberfläche ein Satellitenbild und Höheninformation, womit eine gewisse Grundinformation verfügbar ist. Dies gilt selbst für die abgeschiedensten Gebiete wie den Südpol, für dessen Kartierung eigens Satelliten zeitweise auf die andere Seite gerichtet oder in ihrer Umlaufbahn gedreht wurden.

Andererseits gibt es noch viele wirklich weiße Flecken auf der Landkarte – und ich hoffe sehr, dass dies auch noch lange so bleibt. Denn diese weißen Flecken in Landkarten bedeuten meist Eis oder Schnee. Da ich mich in meiner Forschung insbesondere mit der Veränderung der Gletscher und Eismassen der Erde befasse, wünsche ich mir natürlich, dass uns meine Forschungsobjekte noch lange erhalten bleiben. Über viele dieser Gebiete wissen wir momentan jedoch noch sehr wenig. Wie verändern sie sich unter wechselnden Klimabedingungen? Wie viel Eis gibt es dort überhaupt? Diese Wissenslücken wollen wir mit Messungen vor Ort sowie Methoden der Satellitenfernerkundung und geophysikalischen Modellierungen schließen.

Prof. Dr. Matthias H. Braun
Professur für Geographie (Fernerkundung und GIS)

erleben oft eine Bedrohung ihrer Kompetenzen, zum Teil sind Umstrukturierungen im Unternehmen auch mit Statusverlusten verbunden. Die Folge ist Unsicherheit, die sich negativ auf die Bewältigung von Veränderungen auswirkt. Niessen: „Unsicherheit am Arbeitsplatz bedroht eigene Ressourcen, weil man sich nicht ausreichend auf die Aufgaben konzentrieren kann.“ Helfen können hier emotionale Unterstützung, individuelle Trainingskonzepte und das Instrument der Jobrotation, die es den Mitarbeitern ermöglichen, neue Erfahrungen zu sammeln und sich von überholten Routinen zu trennen.

Doch auch die Beschäftigten selbst können dazu beitragen, Veränderungen am Arbeitsplatz leichter zu bewältigen – durch eigeninitiatives, proaktives Handeln. „Wer Aufgaben im Arbeitsalltag proaktiv bewältigt, kann mit unvorhergesehenen Anforderungen besser umgehen“, erklärt die Wissenschaftlerin.

Noch Zukunftsmusik: Fabriken ohne Menschen

Wie muss man sich den Übergang in die digitalisierte Industrie eigentlich vorstellen? Wann sind Produktionsprozesse so weit automatisiert, dass nur noch sehr wenige, hochqualifizierte Menschen in den Werkhallen arbeiten werden? „Die vollständige Digitalisierung der Industrie ist eine Vision, sie wird ein langwieriger Prozess bleiben“, sagt Rainer Trinczek, Professor für Arbeits- und Organisationssoziologie an der FAU. „Bereits in den 1980er-Jahren gab es erste Ansätze des Computer Integrated Manufactu-

ring. Bilder von menschenleeren Fabrikhallen wurden entworfen, aber davon sind wir immer noch weit entfernt.“

Gleichwohl verlangt die zunehmende Technisierung der Arbeit hohe Anpassungsleistungen von den Beschäftigten, und nicht selten kommt es zu radikalen Brüchen wie bei der Einführung der ersten CNC-Maschinen in den 1970er-Jahren. „Stellen Sie sich einen Dreher vor, der zwanzig Jahre lang eine analoge Maschine bedient hat“, sagt Trinczek. „Jetzt soll er plötzlich nur noch Buttons auf dem Display drücken.“ Unabhängig von solchen abrupten Veränderungen sei das Ausbildungssystem generell reformierungsbedürftig, weil die staatliche Definition von Berufsbildern mit den veränderten Beschäftigungsprofilen häufig nicht Schritt halte. Die Befürchtung wachsender Arbeitslosigkeit durch eine automatisierte Produktion teilt der Forscher nicht und verweist auf den demografischen Wandel, der seiner Einschätzung nach zu einem starken Rückgang des Arbeitskräfteangebots führen wird. Problematisch sei vielmehr die zunehmende Segmentierung in hoch- und geringqualifizierte Tätigkeiten: „Der Niedriglohnsektor ist in den vergangenen Jahren stark gewachsen, und er wird weiter wachsen“, sagt der Arbeitssoziologe. „Die Schere zwischen Menschen mit niedrigem Einkommen und Besserverdienenden wird weiter auseinandergehen.“

Ein wachsender Niedriglohnsektor und die zunehmende Zahl atypischer Beschäftigungsverhältnisse auf allen Qualifikationsniveaus, etwa durch befristete Arbeitsverträge, Soloselbstständigkeit, Teilzeitjobs oder Leiharbeit, stellt die Gesellschaft vor große Herausforderungen: „Unser Sozialversicherungssystem basiert auf dem Normalarbeitsverhältnis“, erklärt Trinczek. „Abweichungen führen langfristig zu gravierenden Problemen, etwa zu steigender Altersarmut. Wenn die Effekte der veränderten Arbeitswelt unseren sozialen Frieden nicht gefährden sollen, brauchen wir eine sozialpolitische Offensive.“ ■

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT DIE WELT DER ARBEIT

Arbeitswelt und Arbeitsmarkt befinden sich in einem steten Wandel. An der FAU wird die Welt der Arbeit aus verschiedenen Perspektiven erforscht – von den Wirtschaftswissenschaften über die Sozial- und Verhaltenswissenschaften bis hin zu Arbeitsrecht, Arbeitsmedizin und Pädagogik. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen die Herausforderungen für Beschäftigte, Unternehmen, Politik und Gesellschaft, die sich durch den demografischen Wandel, durch technischen Fortschritt und durch die Globalisierung ergeben. Im Forschungsinteresse stehen auch der Zusammenhang von Bildung und Erwerbstätigkeit, der Wandel der Beschäftigungsverhältnisse und Arbeitsbeziehungen, (Nicht-)Erwerbstätigkeit im Lebensverlauf, Lohnunterschiede zwischen verschiedenen Gruppen sowie die Wirkung arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen. Institutionell verankert ist diese Forschung im Interdisziplinären Zentrum Arbeitsmarkt und Arbeitswelt, das in seiner breiten, multidisziplinären Ausrichtung deutschlandweit einzigartig ist.



Wissenschaft + Erfindergeist

Nürnberg. Hier lebt Zukunft

Entdecken Sie das Plus für Ihren Erfolg.

Wir gratulieren
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg zu
275 Jahren erfolgreicher Forschung und Lehre!

Anwendungsnahe Forschung und intensive Vernetzung von
Universität, Hochschulen und Forschungseinrichtungen zeichnen
den Wirtschaftsstandort Nürnberg aus.

www.wirtschaft.nuernberg.de

Ein Rucksack für Fledermäuse

Die Datenanalytik hilft uns, natürliche und technische Prozesse besser zu verstehen. Voraussetzung dafür sind leistungsfähige Sensoren, die zuverlässige Informationen liefern. Und mathematische Modelle, die diese Informationen ebenso zuverlässig auswerten.

von Matthias Münch

Leicht, leichter, am leichtesten: Mittlerweile wiegt der Mini-Sender für Fledermäuse, den FAU-Forscher entwickelt haben, nur noch ein Gramm. Und hat alles dabei, was wichtig ist, um mehr über den Fledermausalltag herauszufinden – Antenne, Batterie, Mikroprozessor.

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT ELEKTRONIK, DATENANALYTIK UND DIGITALE TRANSFORMATION

Die digitale Transformation hat längst alle Bereiche der Gesellschaft erfasst. An der FAU werden die natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen – elektronische Bauelemente, Sensoren, Schaltungstechnik, Signalverarbeitung und -übertragung – ebenso erforscht und entwickelt wie praxisnahe Anwendungen, etwa neue Arten der Kommunikation durch Audio- und Video-Codierung, die Analyse großer Datenmengen und die Beschreibung komplexer Systeme. Gleichmaßen finden sich die numerische Modellierung und Simulation in nahezu allen Disziplinen der Universität: Prozesssimulationen in den Ingenieurwissenschaften, simulationsgestützte Diagnostik in der Medizin, Elektronenstrukturberechnungen in den Naturwissenschaften, die Optimierung logistischer Prozesse und Marktdesigns in den Wirtschaftswissenschaften. Auch die sozial- und kulturwissenschaftliche Komponente der digitalen Transformation wird untersucht, etwa der Einfluss sozialer Medien auf gesellschaftliche Akteure und veränderte Gesellschafts-Raum-Strukturen.

W

as haben die Menschen eigentlich gemacht, als es noch keine Computersimulation gab? Klar, sie haben experimentiert, Prototypen gebaut, sind gescheitert und waren irgendwann erfolgreich. Trial and Error. Heute ist es kaum vorstellbar, dass Wolkenkratzer, Flugzeuge, Turbinen, Chemieanlagen und selbst Fahrräder ohne die Hilfe von Computerprogrammen und mathematischen Modellen konstruiert werden. Modellierung und Simulation sind heute so weit fortgeschritten, dass selbst hochkomplexe Systeme beschrieben und optimiert werden können. Keine grüne Welle im Stadtverkehr, keine Stromversorgung in einem Netz von Tausenden Kilometern, kein Versand von Briefen und Paketen ohne Verarbeitung und Simulation numerischer Daten. Aber auch die Erfassung von Informationen durch elektronische Sensoren, die Miniaturisierung von Schaltungen und Prozessoren und die Übertragung von Signalen haben in den letzten Jahren unglaubliche Fortschritte gemacht.

Zoologen unterwegs in der Nacht

Miniaturisierte elektronische Bauteile können uns zum Beispiel dabei helfen, Verhaltensweisen von Tieren besser zu verstehen. Etwa wie sich Fledermäuse bewegen, wann sie aktiv sind, wo sie bevorzugt jagen und welche sozialen Kontakte sie pflegen. Bislang sind Zoologen auf Peilsender angewiesen, denen sie in der Nacht zu Fuß hinterherjagen. Das ist zum einen anstren-

gend, zum anderen lassen sich die Koordinaten der fliegenden Säuger nur ungenau erfassen.

Vor fünf Jahren hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) die Forschergruppe 1508 BATS ins Leben gerufen, die an der FAU koordiniert wird. Ziel des Verbundvorhabens, an dem Biologen, Ingenieure und Informatiker aus ganz Deutschland beteiligt sind, ist die automatische, sensorgestützte Beobachtung des Großen Mausohrs, der größten unserer heimischen Fledermausarten. Zu diesem Zweck sind im Forchheimer Stadtwald und in Berlin jeweils 20 Tiere mit sogenannten Sensorknoten bestückt worden. Die Geräte sind in der Lage, sowohl Signale an Bodendetektoren zu senden, die den Standort der Fledermäuse präzise bestimmen, als auch Begegnungen mit weiteren Knoten aufzuzeichnen. Aus den Daten errechnen die Biologen ein dreidimensionales Bild von den Bewegungsmustern der Tiere und die Intensität von Kontakten mit Artgenossen. Inzwischen untersuchen die Wissenschaftler auch Fledermauspulationen in Panama.

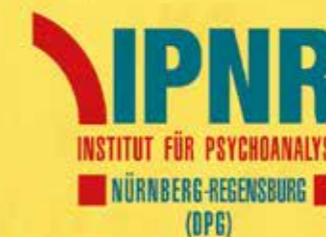
Sender passt auf einen Fingernagel

Eine der größten Herausforderungen des BATS-Projektes, das sich seit 2016 in der zweiten Förderphase befindet, ist der Sender, der auf dem Rücken der Tiere befestigt wird: „Das Gerät darf maximal zwei Gramm schwer sein, damit das Große Maus-

ohr beim Fliegen nicht beeinträchtigt wird“, sagt Robert Weigel, Professor für Technische Elektronik an der FAU. Inzwischen sind die FAU-Ingenieure bei einem Sendergewicht von nur einem Gramm angelangt. Die besondere Leistung dabei: In den kaum fingernagelgroßen „Rucksack“ sind nicht nur Antenne und Batterie integriert, sondern auch ein Mikroprozessor, mit dem kleinere Rechenleistungen ausgeführt und geringe Datenmengen gespeichert werden können. „Für das reine Tracking,

also die Verfolgung der Bewegungen der Tiere, wäre das nicht nötig. Aber die Sensoren sollen ja auch die Signale anderer Fledermäuse aufzeichnen“, erklärt Weigel. Vier Wochen lang tragen die Fledermäuse den Sender mit sich, bevor er automatisch abfällt. Das bedeutet zum einen, dass die Bauteile besonders robust sein und beispielsweise auch im Starkregen des zentralamerikanischen Dschungels funktionieren müssen. Zum anderen muss auch die Batterie so lange hal-

Foto: Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung/Linus Günther



Zeitgemäße Psychotherapieausbildung in Ihrer Nähe

Staatlich anerkanntes Ausbildungsinstitut
für analytische und tiefenpsychologisch fundierte Psychotherapie
Ambulanz, Fortbildungen

www.psychanalyseausbildung.de



Penzstraße 10 - 90419 Nürnberg - Tel.: 0911 - 97 79 71 01 - Email: sekretariat@dpg-nuernberg.de

Gibt es die Weltformel?

Um physikalische Prozesse im Universum zu beschreiben, gehen Physiker heute von vier Grundkräften aus: der schwachen, der starken und der elektromagnetischen Wechselwirkung sowie der Gravitation. Drei dieser Kräfte sind ab atomaren Skalen relevant, und sie lassen sich in der Quantentheorie vereinen. Einziger Außenseiter bleibt die Gravitation. Zwar beschreibt Einsteins Relativitätstheorie unser Universum auf makroskopischen Skalen, doch wie eine Quantengravitationstheorie aussehen müsste, ist eine spannende, aber noch offene Frage. Mit deren Hilfe könnte man eine einheitliche Theorie aller vier Kräfte formulieren, die physikalische Prozesse auf fundamentalem Niveau beschreibt und damit als Grundmodell dienen könnte. „One theory to rule them all“? Nein, denn bislang existiert keine Theorie, die auf allen Skalen gültig ist. Auch in der Vergangenheit haben gerade die Grenzbereiche von Theorien immer wieder neue Erkenntnisse geliefert, wie beispielsweise über neue Elementarteilchen oder ein fundamentales Verständnis von Raum und Zeit. Es bleibt also spannend, und mit Sicherheit ist die Antwort auf die Frage nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest nicht einfach 42!

Prof. Dr. Kristina Giesel
Professur für Theoretische Physik

16

ten – ein Spagat zwischen möglichst geringem Gewicht und hoher Leistungsfähigkeit. „Um die Lebensdauer der Batterien zu verlängern, haben wir ein spezielles Energiemanagement des Senders entwickelt“, erklärt der Wissenschaftler. „Zum einen haben wir die Energieaufnahme der elektronischen Schaltungen im Gerät minimiert, zum anderen für eine energiearme Übertragung der Signale gesorgt. Dafür haben wir mit verschiedenen Oszillatoren und Frequenzen experimentiert. Und drittens sendet das Gerät seine Ortungssignale nur dann, wenn es sich im Erfassungsbereich der Bodenstation befindet.“ Aktuell arbeiten die FAU-Forscher daran, die Lebensdauer des Senders zu erhöhen und die Sensorik noch leistungsfähiger zu machen, um etwa das Tracking zu verbessern und künftig mehr Informationen über das Tier selbst zu gewinnen. Eine weitere Miniaturisierung der Sensoren könnte dazu führen, künftig noch kleinere Lebewesen, etwa Bienen, mit mobilen Sendern auszustatten und ihr Sammelverhalten sowie ihren Lebenszyklus genauer zu erforschen.

Wie fließt Erdgas durch die Pipeline?

Mit der Verarbeitung gigantischer Datenmengen beschäftigt sich auch Prof. Dr. Alexander Martin. Der Professor für Wirtschaftsmathematik versucht, Prozesse aus der Praxis in theoretische Modelle zu übertragen, die Realität sozusagen im Computer abzubilden. Auf dieser Basis können Simulationen vorgenommen und Abläufe optimiert werden. „Nehmen Sie

zum Beispiel die Geldautomaten in den Bankfilialen, die rund um die Uhr zugänglich sind“, erklärt er. „Ziel der Bank ist es, immer ausreichend Bargeld vorrätig zu halten, ohne riesige Summen in den Automaten zu lagern. Dafür müssen sie viele Parameter berücksichtigen – die Sozialstruktur im Einzugsgebiet, den Wochentag, die Auszahlungsspitzen im Monatsverlauf. Und selbst bei Berücksichtigung aller Faktoren kann es vorkommen, dass ein Automat leer ist, wenn nicht die richtigen Methoden angewandt werden.“

Dabei ist das Beispiel Geldautomat vergleichsweise harmlos. Im DFG- Sonderforschungsbereich TRR 154, für den gerade die zweite Förderphase beantragt wird, forscht Martin an einem deutlich komplexeren Problem: dem zuverlässigen Transport von Erdgas durch das Infrastruktursystem aus Rohren, Ventilen und Pumpen. „Vor über zwanzig Jahren hat man in Deutschland damit begonnen, das Gasnetz zu digitalisieren“, sagt Martin. „Erst seit dieser Zeit stehen Daten zur Verfügung, die wir für die Entwicklung von Optimierungsmodellen nutzen können.“ Das Besondere an Gas: Anders als beispielsweise Strom fließt es recht langsam durch die Leitung – etwa so schnell, wie ein Fahrrad fährt. Das ist eine Herausforderung für die Verteilung von Kapazitäten, die auf einigermaßen gesicherte Bedarfsvorhersagen ebenso angewiesen ist wie auf die zuverlässige Berechnung des Gasflusses.

Mehr Schaltzustände als Atome im Universum

Was aber gilt es zu berücksichtigen, um die Bewegung des Gases durch das Netz berechnen zu können? Hier kommen, so Martin, viele Disziplinen zusammen: „Die Strömungsphysik spielt natürlich eine entscheidende Rolle, aber auch Fragen der Schaltzustände von Verdichtern. Ingenieure und Verfahrenstechniker sind gefragt, denn wir müssen nicht nur Kenntnis über den Idealzustand von Rohren, Ventilen und Verdichtern haben, sondern auch die Frage beantworten, ob die Pipelines, die zum Teil Jahrzehnte alt sind, Ablagerungen oder Deformationen aufweisen, die den Gasfluss beeinflussen. Und schließlich brauchen wir Mathematiker, die all diese Parameter in theoretische Modelle übertragen.“

Um welche Datenmengen es dabei letztlich geht, erklärt Alexander Martin an einem Beispiel: „Gehen wir von einem Netzwerk mit 300 Ventilen und 30 Verdichterstationen aus. Die Ventile können entweder geöffnet oder geschlossen sein, die Verdichter angeschaltet oder nicht. Aus dieser Konstellation ergeben sich mehr als zwei hoch 330 verschiedene Zustände des Netzes. So viele Atome gibt es im ganzen Universum nicht.“ Anhand dieser Zahl wird klar, dass selbst das leistungsfähigste mathematische Modell nicht jeden möglichen Zustand darstellen kann. Vielmehr geht es darum, die Strukturen möglicher Lösungen zu verstehen und zu beschreiben. Mathematiker sprechen von Lösungsräumen, für die eine Hierarchie analytischer und stochastischer Modelle erstellt wird, die in sich konsistent ist. Klingt kompliziert? Ist es auch. Aber Erdgas wird auf absehbare Zeit ein wichtiger Energieträger bleiben. Seinen Transport weiter zu optimieren, ist für eine effiziente Energieversorgung unerlässlich. ■

275 Jahre an einem starken Wissenschaftsstandort

Wir gratulieren der Friedrich-Alexander-Universität zu ihrem Jubiläum und freuen uns auf eine spannende gemeinsame Zukunft!





Die sogenannte tiefe Geothermie – hier ein Bild einer Anlage in Island – eignet sich, um ganze Stadtviertel zu beheizen. Kein Wunder: Die Temperaturen fünf Kilometer unter der Erde betragen mehr als 100 Grad Celsius.

Natur aus der Nische

Mit Wind und Sonne allein ist die Energiewende nicht zu schaffen. An der FAU arbeiten Wissenschaftler daher unter Hochdruck an neuen Verfahren, mit denen sich Erdwärme und Synthesegase aus Holzresten wirtschaftlich nutzen lassen. **von Frank Grünberg**

F

ür die Verkäufer von Erdwärmepumpen war 2016 ein erfolgreiches Jahr. Nach Angaben des Branchenverbandes stieg der Absatz der Geräte in Deutschland das erste Mal seit acht Jahren wieder auf über 20.700 an. Das war ein knappes Drittel mehr als im Jahr zuvor, gleichzeitig aber auch ein Drittel weniger als im Spitzenjahr 2011. „Für den weiteren Aufschwung“, sagt Dr. David Bertermann, Leiter der Arbeitsgruppe Oberflächennahe Geothermie am Lehrstuhl Geologie der FAU, „wird entscheidend sein, ob sich die Effizienz bestehender Systeme verbessern lässt und ob sie damit attraktiver für den Endverbraucher werden.“

Heizung und Klimaanlage in einem

Erdwärmepumpen zählen zu den klimaschonenden Energiequellen, da sie die natürlichen Temperaturunterschiede zwischen der

Erdoberfläche und dem Erdinneren nutzen, um Gebäude zu klimatisieren. Im Winter pumpen sie das kalte Trägermedium – ein Wasser-Glykol-Gemisch ähnlich dem, wie es für die Kühlung von Motoren genutzt wird – von oben in den Untergrund, wo es sich in Tiefen von bis zu 400 Metern und bei Temperaturen von bis zu 25 Grad Celsius erwärmt und anschließend für Heizzwecke verwendet werden kann. Im Sommer hingegen kühlt sich die warme Sole im Erdinneren ab, was an der Erdoberfläche den Einsatz von Klimaanlage verringert. Für das Pumpen der Sole wird weniger Energie verbraucht, als am Ende für Heizen oder Kühlen gewonnen wird. Kommt die elektrische Energie aus einer regenerativen Quelle, ist der Effizienzgewinn sogar komplett klimaneutral. Anders als Sonnen- und Windkraft ist die Erdwärme zudem unabhängig von Wetter und Tageszeit konstant verfügbar.

Foto: FAU/Wolfgang Bauer



Foto: FAU/David Bertermann

Oberflächennahe Geothermie nutzt die Temperaturunterschiede bis zu einer Tiefe von 400 Metern. FAU-Forscher arbeiten daran, geeignete Standorte schneller zu erkennen. Davon versprechen sie sich den größten Effekt, um die Technologie für private Haushalte günstiger zu machen.

Wie effizient die Anlagen arbeiten, hängt von mehreren Faktoren ab, etwa der Geometrie der Wärmetauscher oder der Beschaffenheit und dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Die Wissenschaftler an der FAU verfügen über unterschiedliche Werkzeuge, um je nach Ausgangslage die optimale Kombination zu ermitteln: computergesteuerte Simulationsprogramme, ein Labor und ein offenes Testfeld, in dem sie Erdwärmepumpen in unterschiedlichen Bodenarten verlegen und die Betriebsdaten messen können. Den größten Effekt aber verspricht die Senkung der Installationskosten. Geeignete Geothermie-Standorte schneller zu identifizieren, gilt als einer der wichtigen Hebel in Sachen Wirtschaftlichkeit. Mit der ThermoMap haben die FAU-Forscher bereits einen wichtigen Beitrag geleistet. Diese Karte, die das regionale oberflächennahe Geothermie-Potenzial für ganz Europa beschreibt, gilt als Standardwerkzeug bei der Erschließung neuer Anlagen. Aktuell suchen die Forscher nach Verfahren, die noch mehr Detailsblicke gewähren. Und tatsächlich sei ein neuer Lichtstreifen am Horizont bereits zu erkennen, erklärt Bertermann. „Wenn es sich bewahrheitet, dass sich die thermische Leitfähigkeit des Bodens aus seiner elektrischen Leitfähigkeit ableiten lässt, wäre das ein großer Fortschritt.“ Der Grund: Elektrische Messungen sind in der Lage, die Potenziale in der Fläche zu erfassen. Thermische Messungen hingegen funktionieren nur punktuell.

Bis zu fünf Kilometer tiefe Löcher

Wie sich Erdwärme zur Energiegewinnung nutzen lässt, das interessiert auch Dr. Wolfgang Bauer, Leiter der Forschungsgruppe Tiefe Geothermie am Lehrstuhl für Geologie. Allerdings blicken er und sein Team viel weiter in die Tiefe, um dort den Aufbau des Untergrundes zu verstehen und Geothermie-Standorte zu finden, die sich dank hoher Temperaturen von mehr als 100 Grad Celsius dazu eignen, ganze Stadtviertel mit Heizwärme zu versorgen. Im Erfolgsfall werden anschließend bis zu fünf Kilometer tiefe Löcher gebohrt. „Der Energiegewinn kann dabei äußerst hoch ausfallen“, sagt Bauer. „Die gewonnene Wärmeenergie ist bis zu 50-mal höher als die eingesetzte elektrische Energie.“

In Deutschland lässt sich die Erdwärme in großen Tiefen vorrangig in drei Regionen wirtschaftlich fördern. Eine davon ist das Süddeutsche Molassebecken, das sich zwischen Donau und Alpen in Ost-West-Richtung quer durch Bayern erstreckt. Zahlreiche Kommunen betreiben hier bereits eigene Geothermie-Anlagen.

Um diesen Trend zu verstärken, haben sich – gefördert durch das Land Bayern – das GeoZentrum Nordbayern der FAU, die Technische Universität München (TUM) und die Universität Bayreuth 2016 zur Geothermie-Allianz zusammengeschlossen. Gemeinsam wollen sie das wirtschaftliche Potenzial der „Tiefen Geothermie“ in Bayern auf ein neues Niveau heben.





In einer eigenen Testanlage untersuchen FAU-Forscher, wie sich aus Holzresten, Hackschnitzeln oder Stroh Synthesegas gewinnen lässt.



Synthesegas aus Holzresten birgt ein großes Potenzial für die Energiegewinnung. Jedoch ist der Transport der Holzreste kostspielig, und daher machen nur dezentrale Anlagen Sinn.

Die Region nördlich von Bayreuth und Bamberg gilt aktuell als besonders spannend. Hier sind die Wissenschaftler auf eine „geothermische Anomalie“ gestoßen. Denn die Wärmeenergie, die sie dort in großen Tiefen gemessen haben, ist sehr viel höher als vermutet. Mögliche Ursache könnten Granitkörper sein, die radioaktive Mineralien enthalten. Oder geklüftetes Granitgestein, durch das heißes Wasser nach oben dringt. „Diese Anomalie kann viele Ursache haben“, sagt Bauer. „In jedem Fall wird sie uns neue Erkenntnisse liefern.“

Erneuerbare Energiequellen steuerten 2015 einen Anteil von 12,6 Prozent zum Primärenergieverbrauch in Deutschland bei, also rund ein Achtel des Gesamtverbrauchs. Auf die Windkraft entfielen 2,3 Prozent, auf die Fotovoltaik 1,0 Prozent. Die Geothermie bringt es aktuell auf rund 0,4 Prozent. Den größten Anteil liefert die Biomasse mit 7,1 Prozent. Aktuell werden rund 9.000 Anlagen in Deutschland vorrangig für die Stromerzeugung betrieben. Die meisten verarbeiten allerdings Pflanzen wie Raps und Mais, die eigens dafür angebaut werden. „Damit tritt die Energiegewinnung in Konkurrenz zum Anbau von Lebensmitteln“, kritisiert Prof. Dr. Jürgen Karl, Inhaber des Lehrstuhls für Energieverfahrenstechnik an der FAU. Gehören solche Pflanzen nur auf den Teller? Oder auch in den Tank? Das ist die sehr konträr diskutierte Frage.

Karl und sein Team suchen daher nach Alternativen – und zwar in natürlichen Abfällen wie Holzresten, Hackschnitzeln oder Stroh. Ziel ist es, Verfahren zu entwickeln, mit denen sich diese biogenen Reststoffe zunächst in die Einzelteile Wasserstoff und Kohlenmonoxid zerlegen und anschließend zum gewünschten Treibstoff, etwa Gas, Diesel oder Methanol, synthetisieren lassen. Sie umgehen damit nicht nur das Teller-oder-Tank-Problem, sondern können auch über die gleiche Infrastruktur aus Pipelines und Tankstellen verteilt werden wie fossiler Diesel oder Benzin. „Solche Alternativen werden wir künftig vor allem für die mobile Langstrecke benötigen“, sagt Karl. „Denn Elektroantriebe werden das noch lange nicht leisten.“

Erst bei 800 Grad Celsius funktioniert's

Anders als bei herkömmlichen Anlagen, in denen Mikroorganismen die Biomassen bei relativ niedrigen Temperaturen zersetzen, vergasen die Holzreste erst bei etwa 800 Grad Celsius. Technisch ist das kein Problem. Anlagen, in denen Kohle vergast wird, gibt es bereits. Allerdings sind sie mit einem Gigawatt Leistung viel zu groß, um sie mit Holzresten wirtschaftlich zu betrei-

ben. Der Grund: Der kostspielige Transport großer Mengen von Holzresten über weite Strecken lohnt sich aufgrund der geringen Energiedichte nicht. Bezahlbar bleibt die Holzvergasung nur, wenn die Reststoffe lokal verarbeitet werden. Dafür werden dezentrale Anlagen im Leistungsbereich zwischen zehn und 100 Megawatt benötigt.

Die Inbetriebnahme der Testanlage am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik im Jahr 2016 gilt als wichtiger Schritt dorthin. Sie bildet die gesamte Prozesskette – Vergasung, Gasreinigung und Synthese – ab und erlaubt es, mit unterschiedlichen Reststoffen standardisierte Versuche zu fahren. Eine der aktuell wichtigsten Fragen lautet dabei, wie sich das Verkleben der Anlagen

durch flüssige Mineralien verhindern lässt. Schließlich schmelzen viele Mineralien, die sich in den Holzresten finden, weit unterhalb von 800 Grad Celsius.

Das Potenzial dieser Technik in Deutschland schätzt Karl auf bis zu zehn Prozent des Primärenergieverbrauchs, vorausgesetzt die biogenen Reststoffe würden komplett für die Vergasung genutzt und nicht mehr verbrannt. Damit könnte man auf die Erdgasimporte aus Russland komplett verzichten. Eine sehr viel größere Wirkung könnte die Technik entfalten, wenn sie in Ländern wie Brasilien oder Kanada zur Kraftstoffproduktion zum Einsatz käme. „Wir brauchen“, ist sich der FAU-Experte sicher, „eine Globalisierung der erneuerbaren Energien.“ ■

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT

Das Energiesystem der Zukunft mitzugestalten – für dieses Ziel werden an der FAU naturwissenschaftliche, ingenieurwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Forschung miteinander verknüpft. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler leisten wertvolle Beiträge aus den Grundlagenfächern Chemie, Biochemie und Geologie ebenso wie aus anwendungsorientierten Feldern der Chemischen Reaktionstechnik, der Energieverfahrenstechnik, der Informatik, der Mathematik und den Wirtschaftswissenschaften. Fakultätsübergreifend wird intensiv an neuen Möglichkeiten der Energiegewinnung, -speicherung, -verteilung und -einsparung geforscht, etwa auf den Gebieten Photovoltaik und Wasserstoffwirtschaft, Geothermie, Elektromobilität, Neuartige Materialien und Prozesse, Energienetze sowie Energiemärkte und Energiesystemanalyse. Gemeinsam mit Partnern aus der Energieforschung, der Industrie und der Politik hat die FAU den Energie Campus Nürnberg (EnCN) etabliert, in dem Lösungen für die Energieversorgung von morgen entwickelt werden.

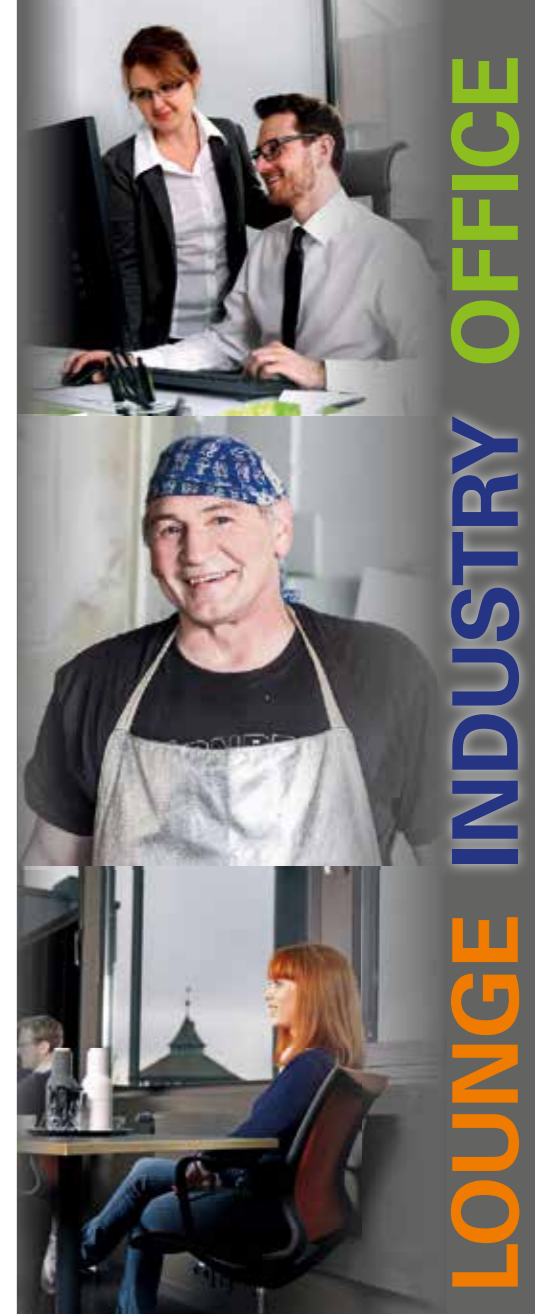
Fotos: FAU/David Hartfiel

Wer war Shakespeare?

Um William Shakespeare ranken sich Mythen, gar Verschwörungstheorien. Zudem tauchen alle Jahre wieder neue Shakespeares in angeblich authentischen Porträts auf. Vor allem Shakespeares lückenhafter Lebenslauf beflügelt die Fantasie. Dabei wissen wir schon deshalb nicht alles über ihn, weil es zu seiner Zeit keinen Autorenkult gab – anders als heute, wo der Name „Shakespeare“ als Projektionsfläche für romantische Vorstellungen vom genialen Autor fungiert. Wie kann jemand, der aus der englischen Provinz und aus einfachen Verhältnissen stammt, der größte Dramatiker aller Zeiten sein? Dieser Shakespeare muss ausgetauscht oder spekulativ bearbeitet werden: Er passt nicht in Vorstellungen von Hochkultur, wie es sie seit dem 19. Jahrhundert gibt, auch heute noch. So werden immer wieder alternative Personen als Autoren von Shakespeares Dramen vorgeschlagen – bis hin zu Königin Elisabeth I. Die Forschung dagegen identifiziert Shakespeare als Bühnenpraktiker, der, oft in Kooperation mit Kollegen, populäre Stoffe für ein kommerzielles Volkstheater bearbeitete – ganz nach dem Motto: Wie es euch gefällt.

Prof. Dr. Doris Feldmann und Dr. Christian Krug
Lehrstuhl für Anglistik, insbesondere Literatur- und Kulturwissenschaft

17



LOUNGE INDUSTRY OFFICE

Als weltweit agierendes, technisches Unternehmen sind wir führend in der Herstellung von Büromöbelkomponenten. Mit unseren Bereichen Formenbau, Modellbau, Entwicklung, Kunststoffspritzguss und Aluminiumdruckguss umfassen wir ein einzigartiges Kompetenzspektrum.

Wir suchen Nachwuchstalente!

Bewerben Sie sich bei uns und werden Sie Teil der Bock-Familie.

BOCK
inspired by smart concepts

Bock 1 GmbH & Co. KG

An der Heide 17
92353 Postbauer-Heng

Phone: +49 (0) 9180 189-0

E-Mail: info@bockonline.de

www.bockonline.de



Der Stoff, aus dem die Zukunft ist

Ohne passendes Material steht jeder Entdecker mit leeren Händen da. Je ausgefeilter die eingesetzten Materialien aber sind, desto besser lassen sie sich für den Fortschritt in Wissenschaft und Industrie nutzen. Die Materialforschung gehört deshalb zu den „Enablern“ technischer Entwicklung. Dem Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials an der FAU kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. **von Andreas Kunkel**



E

s hat schon seine Gründe, warum wir davon sprechen, uns etwas „aufzubauen“. Warum wir Meinungen „bilden“, Ideen „zusammenfügen“ oder Pläne „schmieden“. In jedem dieser Bilder geht es darum, Teile so zu kombinieren, dass etwas Besonderes, etwas Besseres, etwas Zukunftsträchtiges entsteht. Insofern ist es wohl berechtigt, in der Materialforschung so etwas wie eine Urwissenschaft zu sehen. Denn ohne das Kombinieren von Stoffen entstehen keine neuen Materialien. Und ohne neue Materialien kein Fortschritt. „Es gibt fast keine Innovation technischer Art, die nicht auch auf Innovationen beim Material aufbaut“, sagt Prof. Dr. Erdmann Spiecker. Die Entwicklung von Katalysatoren oder die Optimierung von Turbinenwerkstoffen seien einige Beispiele dafür. Oder auch Leichtbaustoffe für die Flugzeug- und Automobilindustrie zur Reduzierung des Spritverbrauchs beziehungsweise hochbelastbare Materialien für die Weltraumforschung. Und ohne die in der Materialforschung begründete Entwicklung von LEDs oder Solarzellen wäre eine Energiewende wohl kaum denkbar.

Prof. Erdmann Spiecker ist Leiter des Lehrstuhls für Mikro- und Nanostrukturforschung an der FAU und steht mit seinem Fach quasi im Mittelpunkt eines Forschungsanspruchs, der in seiner Form kaum mit dem anderer Wissenschaftszentren vergleichbar ist. Während die Materialforschung anderswo meist eher punktuell arbeitet und sich auf einzelne Bereiche der Erforschung von Strukturen und der Zusammensetzung von Materialien konzentriert, haben die Forscher an der FAU eine einzigartige Matrix aufgespannt: So reichen die Untersuchungen von der makroskopischen Ebene der Bauteile (Millimeter- bis Meterbereich) bis hin zur molekularen und atomaren Ebene (Bereich 10^{-9} bis 10^{-10} Meter). „Die Arbeit über diese unterschiedlichen Längen-

skalen hinweg ermöglicht es uns, Materialforschung zu betreiben, die sich vom Atom über das Material bis hin zur Funktion erstreckt“, erklärt Spiecker. Hinzu kommt eine an der FAU seit fast 20 Jahren gelebte „Kultur der Interdisziplinarität“ in diesem Bereich: Derzeit arbeiten rund 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Disziplinen wie der Chemie, der Physik, der angewandten Mathematik, dem Bio- und Chemieingenieurwesen, der Informatik, der Elektrotechnik, dem Maschinenbau, der Medizin und natürlich den Material- und Werkstoffwissenschaften intensiv zusammen. Sie begründen so den Ruf der FAU als ein weltweit sichtbarer Leuchtturm der Material- und Prozessforschung. In den vergangenen Jahren sind daraus rund 90 Grundlagenprojekte entstanden, deren Motivation sich aus den Anwendungen herleitet.

Exzellenzcluster und Leuchtturmprojekte

Verbunden sind all diese Experten und Fachrichtungen im Exzellenzcluster „Engineering of Advanced Materials“ (EAM). Dieser besteht bereits seit rund zehn Jahren. Wichtige Querschnittsbereiche wurden mittlerweile als Plattform verstetigt, um langfristig herausragende Forschung sicherzustellen. Im Zuge eines Neuantrags zur Exzellenzförderung werden darüber hinaus neue Wege beschritten sowie spezifische Aspekte vertieft und ausgebaut. „Der Grundgedanke unseres Clusters ist es, die Lücke zwischen der Grundlagenforschung in der Nanotechnologie und ihrer ingenieurwissenschaftlichen Umsetzung in Disziplinen wie Nanoelektronik, Optik und Photonik, Katalyse und Leichtbau zu schließen. Dafür werden molekulare und partikuläre Bausteine zusammengebaut und in funktionale Bauteile integriert“, betont Spiecker. So könne die Materialforschung für

unterschiedliche Bereiche wie Ressourcen und Energie, Transport und Verkehr, Informationstechnologie, Qualität des Lebens sowie Medizin und Ernährung wesentliche Beiträge liefern. „Unsere Aufgabe dabei ist es, immer wieder Neues zu schaffen und damit Grundlagen für innovative Materialien zu legen, die in neuartigen Prozessen mit hoher wirtschaftlicher und technologischer Relevanz hergestellt werden.“ Neben der wissenschaftlichen Exzellenz und fachlichen Vielfalt des Clusters ist dabei auch die Zusammenarbeit mit dem räumlich nahen Max-Planck-Institut, den beiden Erlanger Fraunhofer-Instituten, dem neu gegründeten Helmholtz-Institut für Erneuerbare Energien und einer Vielzahl spezialisierter Industriepartner von großem Vorteil. „So können wir eine Brücke schlagen, die die Grundlagenforschung mit der industrienahen Umsetzung verbindet“, erklärt Spiecker.

Selbstorganisierende Materie

Dabei stehen am Anfang jeder Produktionskette speziell designte und zueinander passende Partikel, die von den Forschern aus Molekülen synthetisiert wurden. Diese kann man sich vereinfachend als Legosteine vorstellen. Aus diesen Partikeln bauen die Forscher sogenannte Überstrukturen, die wiederum der Ausgangspunkt für die neu zu bildende funktionelle Struktur sind. Je tiefer man die Prozesse der Materialentstehung untersucht, umso stärker komme dabei das Phänomen selbstorganisierender Kräfte zum Tragen. „Während man Legosteine nach eigenem Belieben zusammenfügen kann, muss man sich auf der molekularen Ebene intensiv mit den komplexen Gesetzen beschäftigen, nach denen sich Materie selbst organisiert“, sagt Spiecker. „Nur wenn man sich mit der Natur verbündet, kann

Die Natur hat ihre eigenen Gesetze: Spontane Bildung von Kristalliten auf der Oberfläche eines neuartigen Katalysatormaterials. Solche Prozesse müssen die Materialforscher verstehen und kontrollieren, um maßgeschneiderte Funktionsmaterialien für die Zukunft entwickeln zu können.

Foto: FAU/Peter Schweizer, Erdmann Spiecker

man neue Materialien schaffen.“ Spätestens hier entstünde auch bei einem Naturwissenschaftler wie ihm eine Form von Demut: Es sei faszinierend zu sehen, wie sich Atome und Moleküle selbstständig zu hohen Symmetrien anordnen und so stabile oder ungewöhnliche Materialien schaffen, meint Spiecker. Jetzt gehe es darum, dieses Wissen gezielt zu nutzen, um Mechanismen zum Bau neuer, spezifisch-funktionaler Materialien zu finden.

Den Atomen zusehen

Sichtbar werden die Positionen und das Verhalten von Atomen und Molekülen im speziell dafür gegründeten Center for Nanoanalysis and Electron Microscopy (CENEM) der FAU. Dank der hier möglichen Untersuchungen etwa mit der Transmissionselektronenmikroskopie, der Atomsonden-Analytik, der Raster-sonden-Mikroskopie und diverser Streumethoden erhalten die Forscher tiefe Einblicke in die atomare Struktur der Materie und können durch verschiedene Sichtweisen auf ein und denselben neuartigen Werkstoff detaillierte und belastbare Ergebnisse erzielen. Unter anderem lassen sich so die Schichten von Solarzellen weiter optimieren oder die Synthesen von katalytisch aktiven, porösen Materialien verbessern. „Mit dem Transmissionselektronenmikroskop Titan Themis3 300 besitzt das CENEM beispielsweise ein hochspezialisiertes Forschungsgerät, das in dieser Form weltweit nur an wenigen

Standorten zur Verfügung steht und herausragende Einblicke in die Materie ermöglicht. Wir können damit nicht nur die Position von Atomen präzise vermessen, sondern auch ihre chemische Identität und ihre Bindung untereinander analysieren“, betont Spiecker. Wichtig sei dies insbesondere, um die elektronischen, optischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften der Materialien verstehen und optimieren zu können. Und mithilfe der In-situ-Mikroskopie lassen sich Materialien auf atomarer Skala direkt beobachten, während sie gezielt mechanisch, elektrisch oder thermisch belastet werden. „Wir erhalten damit einzigartige Einblicke in den Zusammenhang zwischen der mikroskopischen Struktur und den Eigenschaften eines Materials.“

Wissenschaftliche Wertschöpfungskette

Zu den wichtigsten bei der Forschung errungenen Ergebnissen entwickeln die Forscher in einem mehrstufigen, interdisziplinären Prozess spezielle Demonstratoren. Sie bilden das Ende der wissenschaftlichen Wertschöpfungskette und stellen die Verbindung zur industriellen Nutzung dar. „Demonstratoren sind unsere Meilensteine, um unsere Forschung in die praktische Anwendung zu bringen“, urteilt Spiecker. Davon sind in jüngster Zeit einige besonders signalgebende Ergebnisse gesetzt worden. Dazu gehören unter anderem elektronische Schaltelemente, neue Solarzellentypen, Katalysatoren mit hierarchischen Strukturen und nanostrukturierter Oberfläche sowie maßgeschneiderte Leichtbaustrukturen für den Roboter- und Automobilbau. Und auch wenn Spiecker derzeit nicht allzu viel verraten will: In den kommenden Jahren wird wohl noch eine Vielzahl weiterer Beispiele hinzukommen. ■

18

Wie viele Tierarten sind noch unbekannt?

Viel zu viele! Darunter eine erhebliche Zahl von Arten, die wir wissenschaftlich oder einfach als Lebensform nie kennenlernen werden, weil die Zerstörung der Lebensräume schneller voranschreitet, als Ökologen und Taxonomen sie erfassen können. Etwa 1,5 Millionen Tierarten sind bisher beschrieben, mit überwiegend mehr als vier Beinen. Wie viele noch unbekannt sind? Seriöse Hochrechnungen aus megadiversen Lebensräumen wie tropischen Regenwäldern oder der Tiefsee ergeben global etwa zehn Millionen Arten, vielleicht auch mehr. Viel Arbeit also noch für Taxonomen und Ökologen, aber diese bekommen in der heutigen „Life-Science“-Biologie im Gegensatz zu Geld bringenden Fachrichtungen wie dem Genetic Engineering, also der genetischen Manipulation von Pflanzen und Tieren, vergleichsweise wenig Mittel und Stellen. So entstehen beispielsweise neue Nutzpflanzen, die gegen Trockenheit resistent sind und dazu beitragen, dass Land unter den Pflug kommt, wo vorher artenreiche Trockenwälder, Savannen, Steppen waren. Und das ist nur ein Beispiel von vielen. Die Spirale des Artenschwunds dreht sich weiter schnell abwärts. Goodbye strangers...

Dr. Jürgen Schmid
Lehrstuhl für Entwicklungsbiologie

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT NEUE MATERIALIEN UND PROZESSE

Neuartige Materialien und Prozesse sind Wegbereiter für den wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt in der Energie- und Umwelttechnik, in den Informationstechnologien, im Leichtbau und in den Lebenswissenschaften. Auf diesem innovativen Gebiet weisen die Natur- und Ingenieurwissenschaften der FAU eine einzigartige Expertise auf. Die Forschung konzentriert sich vor allem auf Funktions- und Strukturmaterialien – vom Moleküldesign über funktionale Partikelsysteme bis hin zur Gestaltung von Bauteilen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der FAU sind unter anderem in folgenden Bereichen führend: Kohlenstoffallotrope und 2D-Materialien (zum Beispiel Graphen und schwarzer Phosphor), ionische Flüssigkeiten, Partikeltechnologie, nanostrukturierte Filme und deren Prozessierung (beispielsweise für Solarzellen), Katalyse, selbstorganisierte Nanostrukturen, bioaktive und zelluläre Materialien. Zu den herausragenden Forschungsgebieten an der Universität zählen die Gestaltung von Materialoberflächen und die Steuerung von Materialeigenschaften durch die mikroskopische Kontrolle der Grenzflächen.

Sie haben die Jobs – wir die Talente

FAU-Stellenwerk – das Jobportal der Universität Erlangen-Nürnberg

Ihr Unternehmen sucht hochqualifizierte Hochschulabsolventen? Oder sind Sie auf der Suche nach jungen, motivierten Kandidaten für Praktika, Traineestellen, Werkstudenten- und Aushilfsjobs? Dann sind Sie beim Stellenwerk der FAU genau richtig.

Jetzt neu:
Der Business-
Newsletter
der FAU
[www.fau.info/
businessnews](http://www.fau.info/businessnews)

Ihre Vorteile:

- Zielgruppengenaue und unmittelbare Ansprache
- Hochqualifizierte Interessenten aus über 250 Studiengängen
- Unkomplizierte und schnelle Buchung

stellenwerk
jobportal uni erlangen-nürnberg

www.stellenwerk-fau.de



Wissen von Physikern von Beginn an in die medizinische Forschung einbinden – auf diese Weise können Patienten rasch von Innovationen profitieren.

Heilen mit Physik

Die Berührungspunkte sind scheinbar gering zwischen Physikern und Medizinern. Doch in Erlangen werden Experten der gegensätzlichen Disziplinen nun eng zusammenarbeiten – im Interesse von Patienten.

von Sascha Karberg

P

hysik und Medizin – seit mindestens 130 Jahren wissen Ärzte wie Patienten, wie fruchtbar die Zusammenarbeit dieser beiden Disziplinen sein kann. Seit Wilhelm Conrad Röntgen gegen Ende des Jahres 1895 mit den von ihm entdeckten Röntgen-Strahlen ein Bild von den Fingerknochen in der Hand seiner Frau machen konnte, haben Ärzte unzählige Male seine Methode eingesetzt, um bessere Diagnosen zu stellen. Heute sind Ultraschalluntersuchungen, Magnetresonanztomografien, elektronenmikroskopische Analysen oder Strahlentherapien gängige Verfahren, die unzähligen Patienten geholfen haben. Die FAU will diese Erfolgsgeschichte fortsetzen: In einem „Zentrum für Physik und Medizin“ (ZPM) sollen Physiker und Mediziner im Labor Hand in Hand nach neuen Methoden suchen und Techniken für bessere Diagnosen und Therapien entwickeln. „Wir wollen die neuesten physikalischen und mathematischen Ansätze nutzen, um fundamentale medizinischen Fragen zu adressieren“, sagt Prof. Dr. Vahid Sandoghdar, Direktor am Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts und Inhaber des Lehrstuhls für Experimentalphysik an der FAU. Der Physiker war in den vergangenen zwanzig Jahren an der Weiterentwicklung

der optischen Wissenschaften beteiligt. Das ZPM eröffnet nun die Möglichkeit, die Methoden der Quantenoptik, Laserspektroskopie, Biophotonik und Biophysik in der medizinischen Forschung anzuwenden. Dabei geht es um Fragen wie: Wie bewegt sich ein Krankheitserreger im Gewebe? Welche mechanischen Eigenschaften haben Zellen? Wie wirken sich unterschiedliche Salzkonzentrationen und die dadurch entstehenden elektrischen Potenziale auf die Entstehung von Krankheiten und ihre Heilungsprozesse aus?

Abwehr außer Kontrolle

Am ZPM wolle man nicht erst lange auf Neuerungen aus der Physik und deren Umsetzung in medizinische Verfahren warten, sondern das Wissen von Physikern um neueste Mess- und Untersuchungsmethoden von Anfang an in die medizinische Forschung einbinden, sagt Prof. Dr. Christian Bogdan, Lehrstuhlinhaber für Mikrobiologie und Infektionsimmunologie an der FAU. „Wenn wir zum Beispiel verstehen wollen, warum eine entzündliche Erkrankung eines Patienten, anstatt ordentlich auszuheilen, chronisch wird, dann müssen wir die Zellen bes-

ser beobachten können, die an einer solchen Entzündung beteiligt sind“, sagt Bogdan. Denn eine Entzündungsreaktion, mit der der Körper natürlicherweise auf Infektionen und Verletzungen reagiert, wird erst dann zum Problem, wenn sie nicht mehr kontrollierbar ist und beginnt, gesundes Gewebe zu zerstören.

Um diese fehlgeleitete Reaktion des Körpers zu untersuchen, entnehmen Forscher wie Bogdan bislang Zellen aus dem Patienten, legen in der Petrischale eine Zellkultur an und untersuchen die Zellen dann dort. „Aber diese Zellkulturbedingungen spiegeln nicht wider, was vor Ort im Gelenk, im Darm, in der Lunge oder in der Haut passiert“, sagt Bogdan. Denn um die Zellen überhaupt außerhalb des Körpers am Leben zu halten, werden sie in einem möglichst optimalen Kulturmedium aus Nährstoffen und Salzen gehalten. „Das entspricht nicht den Bedingungen, die im Körper vorliegen, schon gar nicht im Körper eines Erkrankten.“ So stehen Zellkulturen in der Regel bei normalem Luftsauerstoffgehalt im Brutschrank, also bei etwa 21 Prozent Sauerstoff. In der Haut liegt der Sauerstoffgehalt jedoch bei nur sechs Prozent. „Ganz zu schweigen von der noch geringeren Sauerstoffmenge in der Wundregion eines Patienten mit einer chronischen Entzündung.“

Hilft viel Salz gegen Entzündungen?

Das Gleiche gelte für den Salzgehalt, die Verfügbarkeit von lebenswichtigen Nährstoffen und den Säuregehalt der Umgebung, den pH-Wert. „All das können wir in der Zellkultur nicht so abbilden, wie es im Körper abläuft“, sagt Bogdan. Für das Verhalten der Zellen in einer Entzündung sind solche Faktoren jedoch entscheidend. Erst kürzlich konnten Erlanger Forscher nachweisen, dass sich in der entzündeten Haut von Mäusen und Patienten Natrium-Ionen ansammeln. Dieser erhöhte Salzgehalt beeinflusst nicht nur die Blutdruckregulation, sondern regt auch Fresszellen (Makrophagen) an, gegen Bakterien, Parasiten oder andere Infektionserreger vorzugehen.

An einem Zentrum für Physik und Medizin lassen sich zukünftig auch weitere Einflüsse messen, die die Funktion des Immunsystems steuern. „Der Vorteil hier ist, dass wir neue Messmethoden, neue Diagnostikverfahren oder Therapieansätze nicht nur tierexperimentell überprüfen können, sondern auch eng mit dem Universitätsklinikum zusammenarbeiten, wo es die Patientengruppen mit den entsprechenden Erkrankungen gibt“, sagt Bogdan.

Entzündungsprozesse live und in Farbe verfolgen

Bevor aber an Therapien zu denken ist, gilt es, Methoden zu entwickeln, mit denen die Lebensbedingungen der Zellen und

die Vorgänge während einer entzündlichen oder anderen Erkrankung gewissermaßen „live“, also direkt im Patienten, gemessen werden können. „Da kommen wir als Mediziner allein nicht weiter“, sagt Bogdan. „Daher tun wir uns mit den Physikern zusammen, die zum Beispiel mikroskopische Methoden entwickeln.“

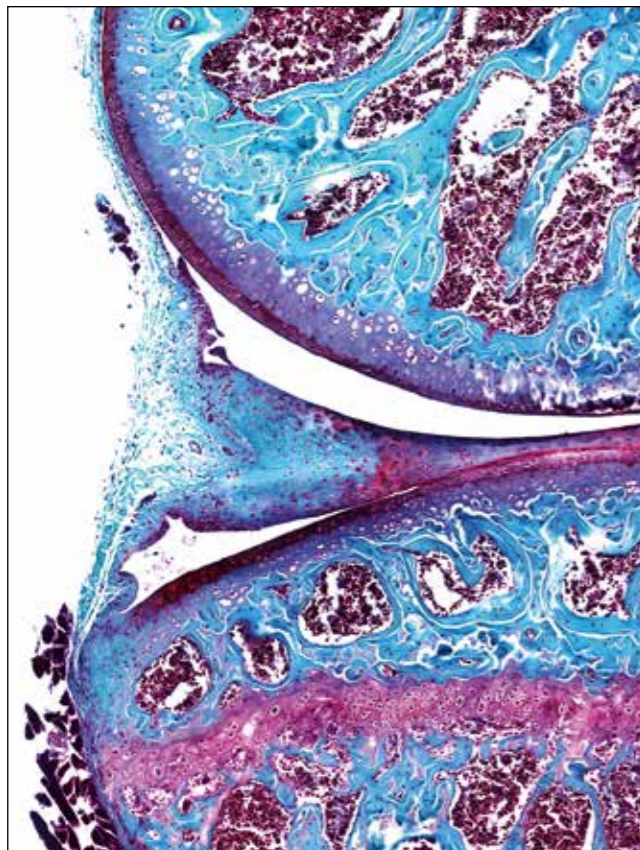
Vor allem solche nicht-invasiven Ansätze, bei denen die Ärzte nicht operieren, Katheter verlegen oder Gewebe entnehmen müssen, stehen dabei im Mittelpunkt. „Wir haben kürzlich eine Methode entwickelt, mit der wir einzelne Proteine nachweisen können, ohne dass man sie extra mühsam mit fluoreszierenden Farbstoffen markieren müsste“, sagt Vahid Sandoghdar. Damit lassen sich nun Proteine in lebenden Zellen beobachten und wie sie auf unterschiedliche Reize reagieren.

Ein in der genauen Diagnose von Entzündungen bislang völlig außer Acht gelassener Messwert ist die physikalische Beschaffenheit der Membranen von Zellen, obwohl das für ihre Funktion eine wichtige Voraussetzung ist. So wandern Immunzellen zunächst durch den Blutkreislauf, bevor sie von Signalstoffen verletzter oder infizierter Zellen an den Tatort einer Entzündung gelockt werden. Dort angekommen, quetschen sie sich durch die Wandung der Blutgefäße hindurch – vorausgesetzt ihre Membran ist sowohl stabil als auch flexibel genug. Nur dann

„Zellkulturbedingungen spiegeln nicht wider, was vor Ort im Gelenk, im Darm, in der Lunge oder in der Haut passiert.“

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT MEDIZIN, LEBENSWISSENSCHAFTEN UND GESUNDHEIT

Dieser Schwerpunkt erforscht Gesundheitsförderung, Prävention, Kuratation und Rehabilitation aus medizinischer und gesellschaftswissenschaftlicher Perspektive: Im Fokus der Biomedizin stehen evidenzbasierte Verfahren zum Erhalt der körperlichen und psychischen Gesundheit sowie zur Prävention und Heilung von Krankheiten. Dies erfordert eine intensive und integrierte Forschungstätigkeit in den molekularen Lebenswissenschaften und in der Medizin, beispielsweise in der Infektionsforschung und Immunologie, in der Nieren- und Kreislauforschung, in der Tumorforschung und in den Neurowissenschaften. Die zweite Perspektive eröffnen die Verhaltens-, Kultur-, Sport- und Sozialwissenschaften: Sie nehmen die Veränderungen und Bedingungen von Gesundheit im Lebenslauf in den Blick. Untersucht wird der Einfluss von Verhalten, Bewegung, Bildung, modernen (Kommunikations-)Technologien, Beruf und Beziehungen auf unsere Gesundheit ebenso wie allgemeine ethische, kulturelle und wirtschaftliche Aspekte von Gesundheit.



Je mehr rote Stellen in der Mikroskopaufnahme des Gelenks zu sehen sind, desto mehr ist der Knorpel geschädigt. In Zukunft wollen Mediziner und Physiker in Erlangen noch enger zusammenarbeiten, um beispielsweise solche Entzündungsprozesse besser zu verstehen.

kann dieses spezielle Wanderungsverhalten funktionieren. „Welchen Einfluss das lokale Milieu, das Microenvironment, auf die Flexibilität, Plastizität, Zugfestigkeit und das Wanderungsverhalten hat, das verstehen wir noch viel zu wenig“, sagt Bogdan. Wenn Ärzte aber erst wissen, wie sie zum Beispiel die Zugfestigkeit einer Immunzelle schnell und einfach messen können, dann können sie auch unterscheiden, ob die Zelle gesund und noch in der Lage ist, die Entzündungsreaktion eines Patienten zu kontrollieren und zu einem guten Ende zu bringen, oder ob sie defekt ist und eine chronische Entzündungsreaktion anschiebt und unterhält. „Wenn man Zellen aus einem Patienten so vermisst, dann könnte man womöglich diagnostizieren, ob er eine chronische Entzündung hat, weil seine Immunzellen ein völlig anderes biophysikalisches Verhalten zeigen als bei einem Gesunden.“ Heute seien die meist Antikörper-basierten Methoden zur Zellcharakterisierung noch recht umständlich. Die Herausforderung ist allerdings, Physiker und Mediziner tatsächlich zu einer gemeinsamen Arbeit an einem Projekt zu bewegen. „Jeder hat in seinem Fach seine Projekte, und es ist schon eine besondere Herausforderung, die bekannten Pfade zu verlassen und etwas Neues zu wagen“, sagt Bogdan. Im Sonderforschungsbereich „Schaltstellen zur Auflösung von Ent-

zündungen“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft, geleitet von Prof. Dr. Georg Schett, Lehrstuhlinhaber für Innere Medizin und Rheumatologie an der FAU, konnten die Forscher bereits gute Erfahrungen mit dieser Zusammenarbeit sammeln.

60 Millionen Euro für gemeinsame Labors

„Wer verstehen will, wie eine Zelle auf einen veränderten pH-Wert oder auf Temperaturschwankungen reagiert, der braucht nicht nur einen Physiker, der sich mit neuesten Messmethoden bestens auskennt, sondern auch jemanden, der mit Zellen umgehen kann und deren Milieubedingungen kennt“, sagt Bogdan. „Sonst misst der Physiker womöglich Ergebnisse an Zellen, die kaum noch leben.“ Für diese Form der Zusammenarbeit sind gemeinsame Labors nötig. 60 Millionen Euro stellt der Freistaat Bayern für das Zentrum zur Verfügung, das auf dem Gelände des Universitätsklinikums Erlangen entstehen wird und in dem neben den Lehrstühlen für Biophysik, Mathematik in den Lebenswissenschaften und Medizinische Physik fünf weitere Forschungsgruppen und eine neue Abteilung des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts einziehen sollen. Die Nähe zu den Therapiezentren für Neurologie, Psychiatrie, Neurochirurgie, Augenheilkunde und zum Internistischen Zentrum soll nicht nur den Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis fördern, sondern sicherstellen, dass die Patienten so rasch wie möglich von den Innovationen des ZPM profitieren. So wie einst die Strahlen des Physikers Röntgen Ärzten den Blick auf den Patienten erweiterten und bessere Behandlungen ermöglichten. ■

Foto: FAU/Andreas Rammig

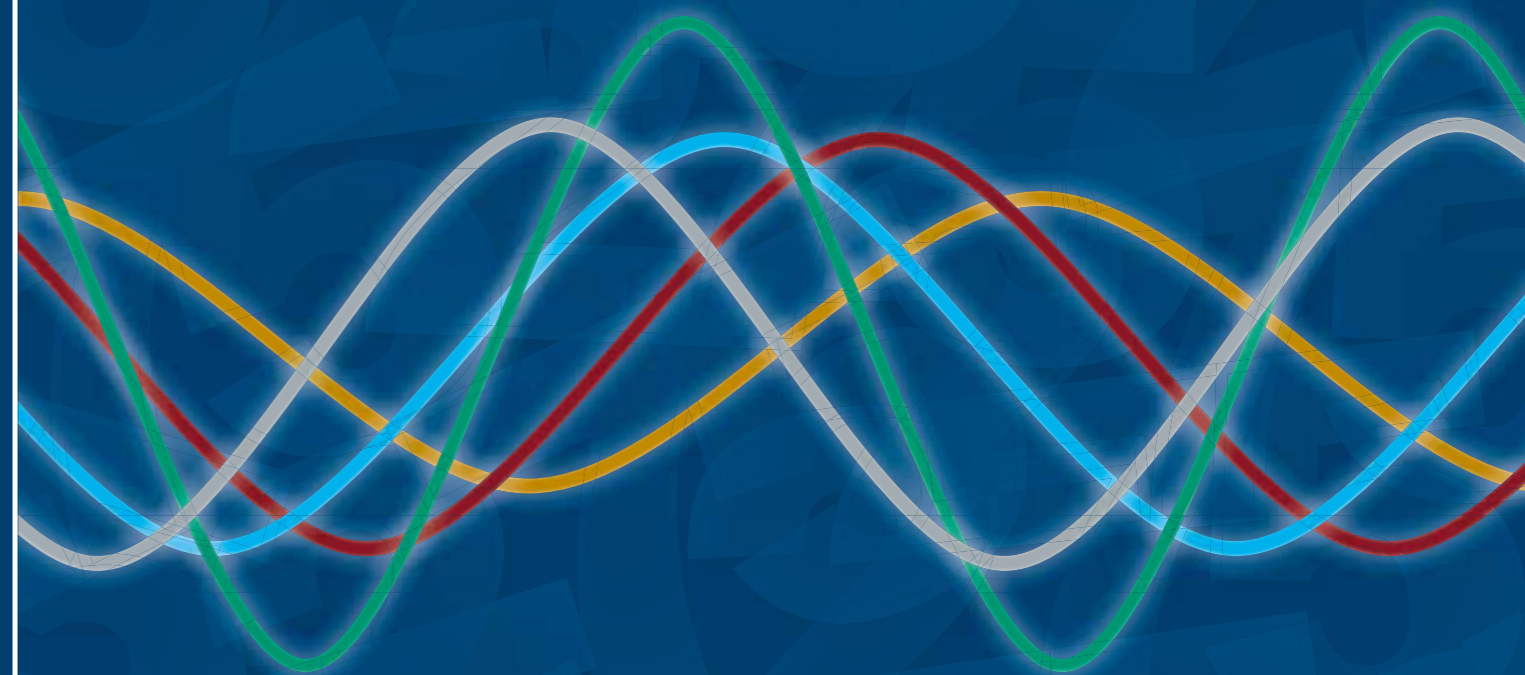
Was werden in hundert Jahren die schlimmsten Krankheiten sein?

Auch in hundert Jahren wird uns ein vielfältiges Spektrum der uns bereits bekannten Krankheiten plagen. Beschleunigte Entwicklungszyklen für Medikamente und Impfstoffe gegen Krankheitserreger werden größere und länger anhaltende Ausbrüche von neuen Infektionserkrankungen wirkungsvoll verhindern. Ein besseres Verständnis, wie sich Gewebe regeneriert, wird es erlauben, das Auftreten degenerativer Erkrankungen ins hohe Alter zu verschieben. Die dadurch weiter steigende Lebenserwartung wird dazu führen, dass die Hochbetagten der Zukunft mit einer Krebserkrankung leben. Die aus Sicht des Immunsystems wenig stimulierende Umgebung in urbanen Ballungsgebieten mit ihrer biologischen Monokultur „Mensch“ könnte das Risiko für Autoimmunerkrankungen erhöhen. Ob das Aufwachsen und Leben in einer virtuell geprägten Welt mit reduzierten direkten Sozialkontakten zu einer Häufung psychosozialer Störungen führt, die auch unsere Gesellschaftsordnung infrage stellt, ist natürlich nur schwer abschätzbar.

Prof. Dr. Klaus Überla
Lehrstuhl für Klinische und Molekulare Virologie

19

Wissen in Bewegung



Sie stellen kritische Fragen. Sie beraten. Sie denken voraus

Wissenschaftler der FAU widmen sich dem Thema „Flucht und Migration“ in vielfältiger Weise. **von Michael Knies**

E

s sind Millionen Menschen, die derzeit unterwegs sind, um Armut, Ausbeutung, Gewalt, Katastrophen, Konflikten oder Kriegen zu entkommen. Es ist eines der beherrschenden Themen, welches Medien, Politik und Gesellschaft beschäftigt und spaltet. Für die FAU ist das große Feld der Migration, zu dem weit mehr gehört als nur die Flüchtlingsfrage, ebenfalls von immenser Bedeutung. Im Center for Human Rights Erlangen-Nürnberg (CHREN) sind etwa Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fakultäten und Disziplinen zusammengeschlossen, um zu grundlegenden und aktuell drängenden Menschenrechtsthemen zu forschen. Deren Gründungsmitglied und stellvertretende Vorsitzende Prof. Dr. Petra Bendel befasst sich mit den Themen Flucht und Migration bereits seit mehr als 20 Jahren schwerpunktmäßig in Forschung und Lehre. Der derzeitige Status quo, in dem sich der Eindruck verfestigt, die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union hätten oft zu wenig effektive, aufeinander abgestimmte Ideen in Bezug auf die neuen Herausforderungen in diesem Politikfeld, überrascht die Politikwissenschaftlerin nicht. Für die Migrationsexpertin und Geschäftsführerin des Zentralinstituts für Regionalforschung der FAU steht fest: Das Dublin-Verfahren, wonach Flüchtlinge in dem Land einen Asylantrag stellen müssen, in dem sie erstmals die Europäische Union betreten haben, war schon längst dringend reformbedürftig. „Das Dublin-Abkommen wurde in den 1990er-Jahren verhandelt, als vor allem Deutschland von Flüchtlingszuwanderung aus dem damaligen Jugoslawien betroffen war. Deutschland schirmte sich dadurch auf Kosten seiner Nachbarn von den internationalen Fluchtbewegungen ab. Denn es ist eigentlich unmöglich, Deutschland auf dem Landweg zu erreichen, ohne einen EU-Staat zu passieren“, sagt Petra Bendel. Einige Mitgliedsstaaten sind nun infolge des geltenden EU-Systems aufgrund ihrer geografischen Lage, weitere aufgrund ihrer Attraktivität oder eines besonders hohen Schutzniveaus wesentlich stärker Ziel von Fluchtmigration als andere. „Es war ein Geburtsfehler des Dublin-Verfahrens und es ist die Achillesferse der

EU-Asylpolitik, dass es keinen Mechanismus für eine solidarische und faire Umverteilung von Flüchtlingen vorsah“, betont Petra Bendel, die als Vorsitzende des Wissenschaftlichen Beirats des Bundesamts für Migration und Flüchtlinge (BAMF) fungiert.

Politischer Wille? Fehlanzeige

Vorschläge für neue Politiken auf nationaler und internationaler Ebene zu unterbreiten, darin sieht sie ihre Aufgabe: „Wissenschaft ist kein Selbstzweck. Wir müssen die Debatte um Flucht und Migration versachlichen, uns mit ideologiefreien Ideen und Lösungsmöglichkeiten einbringen und auf dieser Grundlage wissenschaftsbasierte Politikberatung betreiben.“ Einen neuen Umverteilungsmechanismus hat etwa der Sachverständigenrat deutscher Stiftungen für Integration und Migration (SVR), dem die Wissenschaftlerin angehört, der Europäischen Kommission vorgeschlagen. In dessen Mittelpunkt stehen an Bedingungen geknüpfte Freizügigkeitsrechte für anerkannte Flüchtlinge. „Als Minimalvariante könnten verschiedene Richtlinien zur Arbeitsmigration für anerkannte Flüchtlinge geöffnet werden, die es bereits für Saisonarbeiter oder Hochqualifizierte aus Drittstaaten gibt“, lautet eine Empfehlung der Politologin. „Dadurch hätten auch anerkannte Flüchtlinge die Möglichkeit, Freizügigkeitsrechte in Anspruch zu nehmen.“ Weiter geht der Vorschlag, die Mobilitätsrechte anerkannter Flüchtlinge tendenziell an die von Unionsbürgern anzugleichen. Danach wäre ein Umzug in einen anderen EU-Mitgliedsstaat möglich, wenn es ihnen gelingt, dort einen Arbeitsplatz zu finden. „Schließlich wäre es möglich, Sozialleistungen für anerkannte Flüchtlinge, die von Weiterwanderungsmöglichkeiten Gebrauch machen, im Zielland eine Zeitlang zu reduzieren, um dem Argument entgegenzuwirken, diese wollten lediglich in die Sozialsysteme einwandern“, erklärt sie. Auch eine Art Job-Sharing hält sie für denkbar. Ihre Überlegung: „Die EU-Mitgliedsstaaten könnten künftig unterschiedliche Beiträge zur Lösung des gemeinsamen Problems

erbringen. Für die Durchführung der Asylverfahren und die Rückführung abgelehnter Asylbewerber wären weiterhin die Staaten an den EU-Außengrenzen zuständig, allerdings mit Unterstützung der EU. Die Staaten in Nord- und Westeuropa würden stärker als bislang die Verantwortung für die Integration von anerkannten Flüchtlingen übernehmen, sofern ihre wirtschaftliche Entwicklung dies zulässt und der Arbeitsmarkt aufnahmefähig ist.“ Der Vorschlag liegt auf dem Tisch. Was bislang noch fehlt, ist der politische Wille zur Umsetzung.

Wann ist ein Flüchtling ein Flüchtling?

Dasselbe gilt für das Ansinnen von Prof. Dr. Andreas Funke. Der Inhaber des Lehrstuhls für Öffentliches Recht und Rechtsphilosophie an der FAU stellt das derzeit geltende Flüchtlingsrecht zur Debatte. Insbesondere geht es dem Wissenschaftler darum, die Frage neu zu beantworten, wer den Schutz als Flüchtling genießen soll. Denn das bislang geltende Recht auf Grundlage der Genfer Flüchtlingskonvention spiegelt seiner Meinung nach die gegenwärtige Situation nicht mehr wider. „Neben der begründeten Furcht vor Verfolgung wegen Rasse, Religion, Nationalität, politischer Überzeugung oder Zugehörigkeit zu einer bestimmten sozialen Gruppe, die zur Anerkennung als Flüchtling führt, haben inzwischen auch andere Fluchtursachen an Bedeutung gewonnen“, betont der Jurist. „Es stellt sich die Frage, ob wir nicht auch jenen Menschen, die geschlechter-spezifische Gewalt erfahren oder durch die Zerstörung ihrer wirtschaftlichen oder ökologischen Lebensgrundlagen in ihrer Existenz bedroht sind, im gleichen Umfang Schutz gewähren müssen wie denjenigen, die aus politischen Gründen verfolgt werden.“ Seine Forderung lautet: „Darüber, inwiefern aus ethischen und politischen Gründen die Definition des Flüchtlingsstatus erweitert werden muss, ist nachzudenken.“ Dasselbe gelte für die in der Wissenschaft umstrittene Frage nach dem Vorhandensein eines Menschenrechts auf Asyl. „Die Staaten, welche die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte anerkennen, haben sich zwar da-

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT KULTURELLE WERTE, RELIGIONEN UND MENSCHENRECHTE

Der Themenbereich „Kulturelle Werte – Religionen – Menschenrechte“ bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte für die interdisziplinäre Forschung. Dabei geht es um historische, kulturwissenschaftliche und phänomenologische Analysen, um Fragen normativer Konsistenz, handlungsleitender Orientierung und kulturspezifischer Differenzierung oder um die institutionelle Ausgestaltung normativer Verbindlichkeiten auf globaler, nationaler, regionaler und lokaler Ebene. In interkultureller Perspektive sind besonders die dynamischen Aspekte des kulturellen Austauschs und Wandels von Interesse: Welche Prozesse werden durch die wachsende Zirkulation von Menschen, Waren, Informationen, Ideen und kulturellen Wissensbeständen in Gang gesetzt? Führen diese Prozesse zur Entstehung „neuer“ Kulturen oder Religionen, zu einer allgemeinen Hybridisierung oder gar zu einer globalen Homogenisierung? Und wie kann es gelingen, universale Menschenrechte zu definieren und politisch-rechtlich zu gestalten – vor dem Hintergrund differierender Deutungsmuster in den Kulturen und Religionen dieser Welt?

rauf geeinigt, dass jeder Mensch das Recht hat, um Asyl zu ersuchen“, sagt Andreas Funke. „Konkret bedeutet dies aber, dass man sich direkt an der Grenze eines Landes befinden muss, um dort auch wirklich als Flüchtling anerkannt zu werden.“ Über all dem steht die Frage, inwieweit dieses System ethisch gerechtfertigt ist. Bezugnehmend auf den US-amerikanischen Philosophen Ronald Dworkin, demzufolge alle Menschen mit dem gleichen Respekt und der gleichen Rücksicht zu behandeln sind, ist die Flüchtlingsverantwortung der staatlichen Gemeinschaft für Andreas Funke Teil der politischen Moral: „Damit lässt sich kaum rechtfertigen, Fluchtgründe wie die Zerstörung wirtschaftlicher oder ökologischer Lebensgrundlagen nicht anzuerkennen.“

Foto: shutterstock.com/hanohiki

Gleichwohl sei diese Argumentation nicht damit gleichbedeutend, per se jeden Menschen aufnehmen zu müssen: „Je größer der Schaden ist, den jemand erleidet, je geringer Kosten, Aufwand und räumliche Entfernung sind, desto größer ist die Verpflichtung, diesem zu helfen.“ Folglich könne zwar aus moralischer Sicht eine Begrenzung der Aufnahme gerechtfertigt sein, für die Europäische Union sei dies derzeit jedoch nicht akut: „Die dadurch entstehenden Kosten sind für die Staatengemeinschaft hinnehmbar, auch wird durch die Aufnahme keinesfalls die innerstaatliche Stabilität in ökonomischer, kultureller oder sozialer Hinsicht gefährdet.“ Einzig ein Menschenrecht auf Asyl lasse sich durch diese Interpretation unserer moralischen Praxis nicht begründen: „Das Argument der Nähe bedeutet, dass die moralische Verpflichtung gegenüber Menschen, die direkt an der Grenze stehen, größer ist als gegenüber Menschen auf der anderen Seite der Erdkugel.“ Dringend erforderlich ist in den Augen des Wissenschaftlers im Hinblick auf jene Fragen deshalb „eine Aushandlung im politischen Prozess, die am Prinzip der gleichen Wichtigkeit jedes Lebens orientiert sein muss“.

Persönlicher Kontakt hilft gegen Vorurteile

Für Petra Bendel kommt eine weitere Notwendigkeit hinzu: „Fast 90 Prozent der Fluchtbewegungen werden von Ländern des Globalen Südens aufgefangen. Deshalb muss endlich eine bessere Zusammenarbeit der Europäischen Union mit den Herkunftsländern und Transitstaaten stattfinden, legale Flucht- und Migrationswege müssen geschaffen werden, und Menschen, die keinen Flüchtlingsstatus bekommen, müssen zurückgeführt werden.“ Hierfür sei eine bessere Verzahnung der einzelnen Politikbereiche notwendig: „Die Themen Migration und Flucht müssen viel mehr als bisher ressortübergreifend in allen Politikbereichen gedacht werden, sei es in der Agrar-, Umwelt- oder Außenhandelspolitik.“ Deutschland sieht die Forscherin vor allem in der praktischen Integrationspolitik auf einem guten Weg: „Die Politik hat aus den Fehlern der Vergangenheit gelernt und beginnt zumindest bei jenen, denen eine hohe Bleibeperspektive eingeräumt wird, mit der Integration nun so schnell wie möglich.“ Insbesondere die Öffnung aller Regelsysteme von der Schulbildung über Arbeitsmarktförderungsinstrumente bis hin zum Gesundheitssystem hebt die Politikwissenschaftlerin hervor. „Wir haben auch gelernt, dass einzelne Maßnahmen wie beispielsweise der soziale Wohnungsbau, die wir ursprünglich für die Flüchtlinge entwickelt haben, nun auch der hiesigen Bevölkerung zugutekommen und dadurch gesellschaftlichen Konflikten vorgebeugt wird.“ Dennoch beobachtet Prof. Dr. Andrea Abele-Brehm, frühere Inhaberin des Lehrstuhls für Sozialpsychologie, die hohe Polarisierung, was die Aufnahmebereitschaft der Mehrheitsgesellschaft angeht, mit Sorge. Der Umstand, dass in den Nachrichten zwar beinahe täglich vermeldet wird, die Situation auf dem Arbeitsmarkt sei so gut wie noch nie, dennoch aber die Sündenbock-Theorie „Flüchtlinge nehmen uns Arbeitsplätze weg“ in den Köpfen manifestiert ist, überrascht die Sozialpsychologin nicht. „Weil Personen, die solche Parolen vertreten, sich nicht an den Fakten orientieren, reagieren manche Menschen auf diese Weise“, sagt sie. „Dies kann beispielsweise zur absurden Situation

führen, dass die Fremdenfeindlichkeit in Gebieten, in denen es wenig Ausländer gibt, besonders groß ist.“ Aus logischer Sicht ist das wenig nachvollziehbar, psychologisch schon, betont Andrea Abele-Brehm: „Während wir den eigenen Freundeskreis als heterogen wahrnehmen und wissen, dass jedes Individuum einzigartig ist, empfinden wir dagegen Gruppen, in denen wir nicht Mitglied sind, als homogen.“

Die Konsequenz: Stereotypisierung, das heißt ein pauschales Urteil über alle Mitglieder der Außengruppe. Deshalb ist in den Augen der Wissenschaftlerin Kontakt die beste Möglichkeit, Fremdenfeindlichkeit gegenüber Asylsuchenden und Migranten zu reduzieren: „Entscheidend ist jedoch, dass diese Aufeinandertreffen stets auf freiwilliger Basis erfolgen, sonst ergeben sich gegenteilige Effekte.“ Wie wichtig dies ist, zeigt der Umstand, dass die Beschäftigung mit der Flüchtlingsthematik zu einem subjektiv empfundenen Kontrollverlust führen kann.

„Eine große Rolle spielt die Tatsache, dass die Tragweite der Entwicklung heute noch gar nicht abzusehen ist“, gibt sie zu bedenken. „Vor dem Hintergrund, dass Tag für Tag von Krisen in der Welt und von Menschen berichtet wird, die sich auf den Weg vom Globalen Süden in den Globalen Norden machen, fürchtet man um den eigenen Wohlstand, Arbeitsplatz oder Wohnraum.“

Zweifelsohne: Es sind Millionen Menschen, die derzeit unterwegs sind, um Armut, Ausbeutung, Gewalt, Katastrophen, Konflikten oder Kriegen zu entkommen. Den Wissenschaftlern der FAU kommt bei der Bewältigung dieser globalen Herausforderung eine wichtige Rolle zu: Sie stellen kritische Fragen, sie beraten, sie bringen ihre Erfahrung ein, sie denken voraus. ■

Wie werden wir alle satt?

Während wir einen noch nie dagewesenen Reichtum genießen, müssen weltweit fast 800 Millionen Menschen mit weniger als 1,90 Dollar pro Tag auskommen. Wie werden wir alle satt? Die gute Nachricht: Wir machen große Fortschritte im Kampf gegen die Armut. Vor 40 Jahren lebte jeder Zweite weltweit in Armut, heute nur noch jeder Zehnte. Wer auf die Globalisierung schimpft, sollte diese Zahlen einmal in Ruhe bedenken. Die schlechte Nachricht: Es gibt eine Region, in der kaum Fortschritte erkennbar sind – dies ist Afrika. Die ökonomische Feldforschung zeigt: Wer die Armut in Afrika besiegen will, muss direkt bei den Betroffenen ansetzen. Oft braucht es dazu nicht mehr als einen Sack Dünger und ein paar Hühner oder Ziegen, verbunden mit Aufklärung darüber, wie sich solche Ressourcen effektiv und nachhaltig nutzen lassen. „Hilfe zur Selbsthilfe“ ist aber kein Selbstläufer – nur durch aufwendige Detailstudien verstehen wir, wann die Betroffenen Hilfe annehmen und wie effektiv unterschiedliche Maßnahmen sind.

Prof. Dr. Johannes Rincke
Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, insbesondere
Wirtschaftspolitik

20



Jubiläum 2018

Wissen in Bewegung

Wir feiern mit folgenden Veranstaltungen:

- 18./19. Januar 2018 Eröffnungssymposium
- 19. Januar 2018 Jubiläumskonzert
- 5. Mai 2018 Markttag des Wissens Erlangen
- 26. Mai 2018 Markttag des Wissens Fürth
- 9. Juni 2018 Markttag des Wissens Nürnberg
- 21. Juli 2018 Zentrale Promovierendenverabschiedung
- 11. bis 13. Oktober 2018 Tagung „Markgräfin Wilhelmine von Bayreuth und die Erlanger Universität: Künste und Wissenschaften im Dialog“
- 5. November 2018 Dies academicus

... mehr Veranstaltungen finden Sie unter www.275.fau.de

Unsere Jubiläumspartner:

adidas

SIEMENS
Ingenuity for Life

Stadt- und Kreissparkasse
Erlangen Höchststadt Herzogenaurach



Erfolgreiche Dreiecksbeziehung

Wie die Uni, das Universitätsklinikum Erlangen und ein Unternehmen in der Medizintechnik zum Nutzen aller zusammenarbeiten.

von Frank Grünberg

Ein Magnetresonanztomograph der Extraklasse: In vielen Praxen und Krankenhäusern sind drei Tesla Standard, das neue Gerät am Uni-Klinikum Erlangen arbeitet mit sieben Tesla. Damit können die Mediziner um Prof. Dr. Arnd Dörfler (l.) und Prof. Dr. Michael Uder hochauflösende Aufnahmen bei Patienten machen. Sie versprechen sich davon eine Reihe ganz neuer Ansätze, um Krankheiten zu behandeln.

H

ochleistungs-Magneten für eine bessere Diagnostik, 3D-Drucker für eine wirkungsvollere Therapie. An der FAU arbeiten Ingenieure und Mediziner bereichsübergreifend seit vielen Jahren Hand in Hand, um Krankheiten früher zu erkennen und Patienten schneller zu heilen.

Es zählt: ein starkes Magnetfeld

Im August 2017 feierten Siemens und das Universitätsklinikum Erlangen eine Weltpremiere. Denn schon nach gut zweijähriger Test- und Entwicklungsphase am Klinikum erhielt die Baureihe Magnetom Terra, der neue 7-Tesla-Magnetresonanztomograph von Siemens, seine klinische Zulassung. „Damit erweitern wir“, sagt Dr. Christoph Zindel, Senior Vice President und Geschäftsführer Magnetresonanztomographie bei Siemens Healthineers, „die diagnostische MR-Bildgebung um eine neue Feldstärke, mit der wir einen neuen Detailgrad in Anatomie und Funktion erreichen können, um den weiteren Weg hin zur Präzisionsmedizin zu ebnen.“

Ein Magnetresonanztomograph (MRT), auch Kernspintomograph genannt, regt mithilfe elektromagnetischer Wellen die positiv geladenen atomaren Bausteine, die Protonen, des menschlichen Körpergewebes an. Wenn sie nach dem Abschalten der Wellen wieder in den Ruhezustand zurückfallen, senden sie Signale aus, die durch eine Spule im Gerät aufge-

zeichnet und von einem Computer in Schnittbilder umgewandelt werden. Mediziner erhalten dadurch wichtige Informationen, etwa über das Gehirn oder den Bewegungsapparat. Anders als ein Computertomograph (CT) arbeitet ein MRT ohne belastende Röntgenstrahlung.

Für die Messgenauigkeit eines MRT gilt: Je stärker sein Magnetfeld ist, desto besser kann das Gerät die oft feinen Gewebestrukturen sichtbar machen. Gemessen wird die Stärke des Magnetfeldes in der Einheit „Tesla“. „Wir hoffen, dass wir mit dem 7-Tesla-MRT Krankheiten früher erkennen und damit besser therapieren können, als das bislang möglich war“, erklärt Prof. Dr. Arnd Dörfler, Leiter der Abteilung Neuroradiologie am Radiologischen Institut des Universitätsklinikums Erlangen, den medizinischen Nutzen der innovativen Technik. Besonders deutlich zeigen sich die Vorteile der Ultrahochfeld-Bildgebung bei Gehirnuntersuchungen. Profitieren könnten davon beispielsweise MS-Patienten, denen ein Leben im Rollstuhl im besten Fall ganz erspart wird.

Auf wissenschaftlicher Ebene verspricht die neue Geräte-Generation wichtige Erkenntnisgewinne über bestimmte Krankheiten. „Bei vielen Erkrankungen spielt eine zu hohe Gewebe-Natriumkonzentration eine wichtige Rolle“, erklärt Armin Nagel, Professor für metabolische und funktionelle MR-Bildgebung. Messen

ließ sich bislang nur der Natriumgehalt im Blut, der aber mit der Natriumkonzentration im Gewebe nicht zwangsläufig identisch ist. „Die Unterscheidung der beiden Konzentrationen mithilfe eines hochauflösenden MRT könnte daher ganz neue Ansätze in der Behandlung vieler Erkrankungen bringen.“ Sieben Tesla sind mehr als das Doppelte dessen, was die aktuelle MRT-Generation zu bieten hat. In vielen Praxen und Krankenhäusern sind heute maximal drei Tesla der Standard. Die ersten Geräte mit dieser Flusssdichte kamen vor rund 15 Jahren auf den Markt.

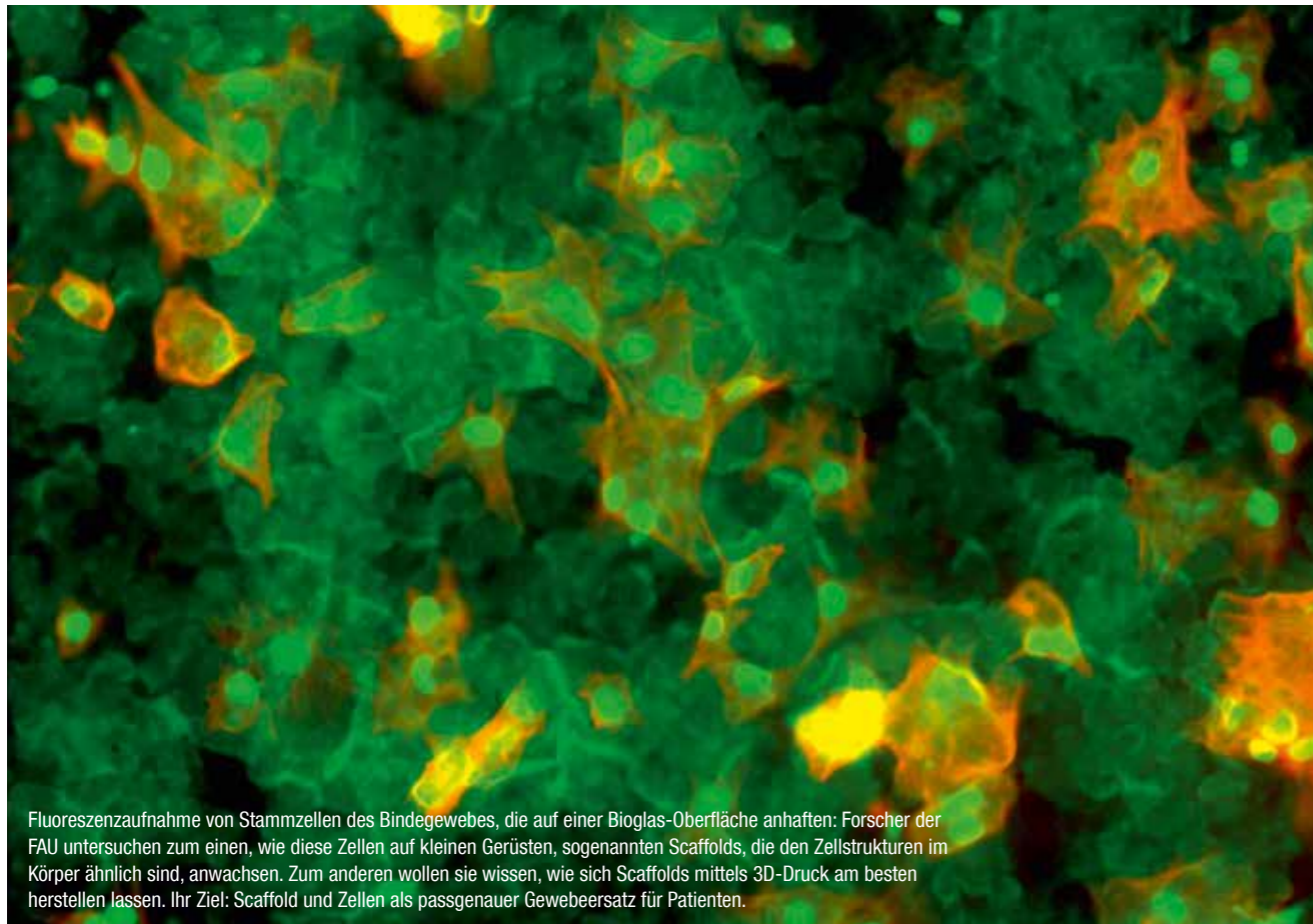
Dick eingepackt

Der Sprung in die neue Feldstärke-Dimension stellte alle Beteiligten vor große Herausforderungen. Beispielsweise wächst mit dem Magnetfeld auch der Stahlmantel, der die rund 2,70 Meter lange „Röhre“ umgibt, in die ein Patient zur Diagnose geschoben wird. Die massive Hülle ist notwendig, um die Außenwelt vor den starken Magnetfeldern zu schützen. Gleichzeitig muss das Gewicht des Gerätes innerhalb der statischen Vorgaben für ein Krankenhaus-Gebäude liegen, um dort zum Einsatz zu kommen. Tatsächlich gelang es den Siemens-Ingenieuren, das Gewicht des neuen MRT auf rund 25 Tonnen zu begrenzen. Geliefert wurde der Kern des 7-Tesla-MRT, der Hochleistungs-Magnet, bereits im April 2015. Er wurde mitten auf dem

Gelände des Uni-Klinikums installiert, im gleichen Gebäude wie 1982 bereits das erste Siemens-MRT-System. Damit eröffneten Siemens, die FAU Erlangen-Nürnberg und das Universitätsklinikum Erlangen ein weiteres Kapitel ihrer langjährigen Entwicklungspartnerschaft. Das Imaging Science Institute (ISI), das am Uni-Klinikum angesiedelt ist, die Kooperation mit dem Lehrstuhl für Medizinische Physik der FAU und das gemeinsame Engagement im Spitzencluster Medical Valley EMN sind weitere Beispiele dafür, wie eng und erfolgreich Ingenieure, Ärzte und Wissenschaftler in dieser Dreiecksbeziehung zusammenarbeiten.

Im Falle des MRT kümmerten sich die Experten darum, die Hardware und Software des Gerätes an die Notwendigkeiten des Klinik-Alltags anzupassen. Gleichzeitig trainierten sie Nachwuchskräfte im Umgang mit der Technik und holten die erforderlichen Genehmigungen ein, um die für die klinische Zulassung notwendigen Tests zu fahren. Insgesamt wurden Untersuchungen an mehr als 100 Probanden und Patienten durchgeführt. „Für die Diagnostik von Muskeln und Skelett liefert die neue Technik unschlagbar gute Ergebnisse“, zieht Prof. Dr. Michael Uder, Direktor des Radiologischen Instituts, ein erstes Fazit. „Die klinische Zulassung versetzt uns nun in die Lage, die Vorteile dieser Technik in den kommenden Monaten und Jahren im Detail zu entdecken.“

Foto: Uni-Klinikum Erlangen



Fluoreszenzaufnahme von Stammzellen des Bindegewebes, die auf einer Bioglas-Oberfläche anhaften: Forscher der FAU untersuchen zum einen, wie diese Zellen auf kleinen Gerüsten, sogenannten Scaffolds, die den Zellstrukturen im Körper ähnlich sind, anwachsen. Zum anderen wollen sie wissen, wie sich Scaffolds mittels 3D-Druck am besten herstellen lassen. Ihr Ziel: Scaffold und Zellen als passgenauer Gewebeersatz für Patienten.

Foto: FAU/Rainer Detsch

Wie viele Pflanzenarten können noch entdeckt werden?

Prognosen sind immer mit Unsicherheiten verbunden. Betrachten wir daher zunächst den Ist-Zustand. Je nach Artkonzept geht man heute von etwa 300.000 bekannten Pflanzenarten aus. Genau weiß man das nicht, denn dieselben Arten können mehrfach beschrieben worden sein. Im Laufe der Evolution entstehen immer wieder neue Arten, und viele verschwinden, noch ehe die Wissenschaft von ihrer Existenz erfahren hat. Dabei ist das Wissen um den Artenreichtum in der Natur und dessen genetische Vielfalt in unterschiedlichen Ökosystemen, also die Biodiversität, die entscheidende Erkenntnis in der Biologie. Nur was man kennt und mit einem Namen belegt hat, lässt sich weiter erforschen, schützen und auch nutzen. Daher bedarf es gut ausgebildeter, qualifizierter Experten, die in traditioneller Feldforschung bislang wenig beachtete Lebensräume gezielt nach unbekannt Arten durchforschen. Moderne genetische Analysen bringen weitere Informationen zur Erfassung der Komplexität des Artenspektrums. So werden wir auch in Zukunft viel Überraschendes und Neues entdecken – die Gesamtzahl aller Pflanzenarten werden wir aber nie kennen.

Dr. Walter Weib
Botanischer Garten Erlangen und ehemals
Lehrstuhl für Pharmazeutische Biologie

21

Das Potenzial, das technische Innovationen für die alltägliche Anwendung bieten, liegt nicht immer von vornherein sichtbar auf der Hand. Wer hätte beispielsweise vor zehn Jahren gedacht, wie sehr die damals noch neuen Smartphones das Verhalten der Menschen verändern würde? In der Phase des Entdeckens, was wie womit geht, befindet sich auch Prof. Dr. Aldo Boccaccini, Inhaber des Lehrstuhls Biomaterialien an der FAU. Hier werden neue Werkstoffe für den medizinischen Einsatz erforscht, etwa für Implantate, Pflaster für die Wundheilung oder für die Freisetzung von Medikamenten im menschlichen Körper. Dabei treibt die Wissenschaftler stets die Frage um, unter welchen Bedingungen sich die Werkstoffe und die Körperzellen möglichst gut vertragen.

Möglichst wie das Originalgewebe

Aktuell steht das Thema Biofabrikation ganz oben auf der Agenda – und damit dreidimensionale, offenporige Strukturen mit eingebetteten Zellen, sogenannte „zellbeladene Scaffolds“. „Diese zellbeladenen Strukturen könnten helfen, die Verträglichkeit und damit den Heilungsprozess für Patienten zu beschleunigen“, erklärt Professor Boccaccini. Die klinische Verwendung von Implantaten beschränkt sich heute auf das Einbringen von Materialien ohne vorherige Zellbesiedlung. Dabei ist das Risiko, dass der Körper dieses Fremdgewebe nicht als eigenes akzeptiert, nicht unerheblich. Zellbeladene Scaffolds versprechen eine Verbesserung des Heilungsprozesses. Denn sie sind der Topologie des Originalgewebes sehr viel ähnlicher als das, was bisher produziert werden kann. „Wenn es gelingt, dafür sogar Stammzellen des zu behan-

delnden Patienten zu verwenden, würde die Biofabrikation zudem dabei helfen, die Therapie weitgehend auf den einzelnen Patienten zuzuschneiden.“

Gefertigt werden die zellbeladenen Scaffolds mithilfe von 3D-Druckern. Das Biodrucken ist ein extrusionsbasiertes Druckverfahren, bei dem das Material schichtweise nach einer Computervorlage abgelegt wird, um Strukturen für den biomedizinischen Einsatz zu generieren. Die 3D-Drucktechnik hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, die Hardware gibt es daher inzwischen zu relativ kleinen Preisen zu kaufen. Momentan suchen Boccaccini und sein fachübergreifend besetztes Team aus Mediziner, Biologen, Chemikern und Ingenieuren vor allem nach der richtigen Formulierung der Tinte. Diese muss nicht nur aus Substanzen bestehen, die für den Menschen verträglich sind. Sie muss auch die richtige Viskosität aufweisen. Ist sie zu zäh, lässt sie sich nicht drucken. Ist sie zu flüssig, ist das Implantat nicht stabil. Für den Ersatz von Haut- und Knochengewebe, glaubt Boccaccini, könnte die Biofabrikation in fünf bis zehn Jahren eine Alternative bieten. ■

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT MEDIZINTECHNIK

Der Forschungsschwerpunkt Medizintechnik bündelt die Entwicklung von Methoden, Geräten und Materialien zur Prävention, Diagnose und Therapie von Krankheiten. Zu den Zielen gehören die Verlängerung der Lebenszeit und die Verbesserung der Lebensqualität ebenso wie die Kostenoptimierung im Gesundheitswesen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der FAU leisten herausragende Beiträge zu medizinischer Bildung, zur Telemedizin, zu Biomaterialien, zur Robotik, zu therapeutischen Systemen und zur biomedizinischen Grundlagenforschung. Dabei arbeiten sie eng mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Metropolregion Nürnberg und im Spitzencluster Medical Valley zusammen. Gestützt wird diese Profilbildung durch die Konzeption zweier Medizintechnik-Studiengänge, die sich unter anderem durch eine solide Ingenieursausbildung, die Nutzung der spezifischen Standortvorteile, Internationalität und Interdisziplinarität auszeichnen.

FAU FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

MEINE
FAU



Dich hat das Shopping-Fieber gepackt?
Dann schau im FAU Shop vorbei!
→ Online unter: www.fau-shop.de
→ Oder vor Ort: **Shirthunter**
Obere Karlstraße 19, 91054 Erlangen



www.fau-shop.de





Und was machen Sie so?

Ungelöste Fragen gibt es viele. Wir haben Forscherinnen und Forscher der FAU gefragt, mit welchen Themen sie sich beschäftigen. von Katharina Götz

Fotos: FAU/David Harfkei

Durch Sprache bringen wir Gedanken zum Ausdruck und interagieren mit anderen. Doch Sprache verändert sich. Prof. Dr. Mechthild Habermann untersucht unter anderem am fränkischen Dialekt, wie, warum und in welchen Variationen das geschieht. Frühere Sprachen und Dialekte sind dabei etwas Besonderes, denn sie wurden nicht normiert.



Autoimmunerkrankungen wie zum Beispiel Arthritis und Multiple Sklerose entstehen, wenn Immunzellen körpereigenes Gewebe zerstören. Prof. Dr. Falk Nimmerjahn erforscht, was dabei genau passiert. Sein langfristiges Ziel: diese negative Körperreaktion ins Positive umkehren und so Tumoren, die ebenfalls körpereigen sind, zerstören.



Fotos: FAU/David Hartfiefel

Jeder vierte Deutsche ist älter als 60 Jahre. Mit zunehmendem Alter wird es immer schwieriger, ein selbstständiges und mobiles Leben zu führen. PD Dr. Ellen Freiberger entwickelt spezielle Trainingprogramme für Senioren. Sie sollen ihnen helfen, gefährliche Situationen wie Stürze zu vermeiden, Verletzungen zu verhindern und somit die Mobilität zu erhalten.



In modernen Fabrikhallen vernetzen digitale Technologien Maschinen und stimmen einzeln gesteuerte Fertigungsschritte aufeinander ab. Das spart Ressourcen und Energie. Prof. Dr. Martin Matzner entwirft Methoden und Werkzeuge, um zum Beispiel Maschinendaten zu analysieren und damit mögliche Fehlerquellen aufzudecken.



Foto: FAU/David Hartfiel

Ohne Leichtmetalle gibt es keine Transportmittel. Doch die Metalle müssen zunächst umgeformt werden – und das untersucht Prof. Dr. Marion Merklein.

Dabei setzt sie auf recycelte und recycelbare Rohmaterialformen. Auf diese Weise erhält sie nachhaltige Produkte, die zudem den Kundenwünschen und den sich ständig verändernden Märkten gerecht werden.

we are
Family

Bleib in Verbindung mit deiner
FAU-Familie und werde Mitglied
im Alumni-Netzwerk der FAU.

Gleich kostenfrei registrieren:
www.alumni.fau.de

550 Jahre FAU

Quantencomputer sind veraltet, Kristallspeicher nutzt kein Mensch mehr. Dafür gibt es Wissensmaschinen, die sich direkt mit dem Gehirn vernetzen lassen. Eine Zeitreise ins Jahr 2293.

von Dr. Bernd Flessner



Jahr 071 neuer Zeitrechnung, Tag 55
Übermittlungsgabe 43-H-063

Nach einer weiteren Tiefengrabung ist es den bekannten Historiomechanikern Pal Vek und Roh Lom vom Zentralinstitut für Historiostochastik erneut gelungen, einen noch intakten Kristallspeicher eines alten Quantenrechners zu bergen, der die Große Katastrophe und den Langen Übergang fast unbeschadet überstanden hat. Als Ursache für die Konservierung wird eine kryonische Gasblase angesehen. Fundort des Speichers ist der kleine frankonische Krater nördlich des eurlonischen Zentralmassivs. Dank weiterer Funde konnte der Entstehungszeitraum der Objekte und somit auch des Speichers relativ genau bestimmt werden. Der Historiogenetiker Rem Bek ist überzeugt, auf ein Artefakt aus jener dunklen Zeit gestoßen zu sein, die als 21. Jahrhundert bekannt war. Rem Bek thest aufgrund des sensationellen Fundes, die alte Zeitrechnung rekonstruieren zu können. Demnach entspricht das aktuelle Jahr 071 dem Jahr 2293 der Zeitrechnung vor der Großen Katastrophe und dem Langen Übergang. Den Historiomechanikern Pal Vek und Roh Lom ist es nach vielen Experilysen gelungen, mehrere Textomente aus dem Kristallspeicher zu extrahieren. Obwohl deren Interpretatur schwierig war und als vage bezeichnet werden muss, lassen sich, Roh Lom zufolge, einige Fakten mit großer Bestimmtheit verifizieren. So lassen mehrere Textomente den Schluss zu, dass im Jahr 2018 alter Zeitrechnung in einer frankonischen Kompakt-siedlung namens Erlangen eine Einrichtung vehement jubiliert worden ist, die als FAU mehrfach in dem Speicher belegt ist. Pal Vek thest, dass es sich bei jener FAU um eine damals übliche Institution gehandelt hat, die als Universität bezeichnet wurde und die der Extraktion und Übermittlung von Erkenntnissen gedient hat. Eine Aufgabe also, die bei uns die Wissensmaschinen erledigen. Bekanntlich reicht es aus, eine Wissensmaschine mit einem Wissenswunsch zu infizieren, um das erforderliche Wunschwissen zu erhalten. Wissensproduktion auf unserem Niveau ist nur maschinell möglich. Pal Vek thest, dass jede unserer Wissensmaschinen eine mehr als millionenfache Kapazität der FAU besitzt. In der dunklen Zeit hat es zwar schon Vorläufer unserer Wissensmaschinen gegeben, wie der geborgene Quantenrechner verifiziert, jedoch waren diese primitiven Intelliraturen weder autonom noch methodologisch versiert. Auch fehlten ihnen heuristische Wissenszentrifugen und stochastische Weichensysteme. Als Werkzeuge zur automatisierten Wissensproduktion waren diese Quantenrechner also nur sehr bedingt geeignet. Roh Lom interpreliert, dass jene frühen Rechner auch noch nicht brainiert werden konnten, also nicht mit humanen Gehirnen vernetzbar waren. Die Gehirne untereinander waren ebenfalls nicht nicht brainierbar. Kognitive Ergebnisse wurden, so erstaunlich dies klingen mag, oral oder literal ausgetauscht. Von dieser Kommunikatur abgesehen, war die Wissensproduktion ein monokognitives Phänomen, also die unkontrollierte Einzelleistung von Menschen. Addiert werden muss, dass die Menschen vor der Großen Katastrophe und dem Langen Übergang noch weitgehend genetische Zufallsindividuen

waren. Ihr Leistungsrepertoire war noch in keiner Weise enhancementiert, geschweige denn designtiert. Die Menschen, das muss immer wieder betont werden, waren keine selbstbestimmten Menschen, sondern von jenen Kräften determiniert, die in den extrahierten Textomenten als von der Natur ausgehend beschrieben werden. Der Historiostochastiker Lor Ber argumentiert, dass die Wissensproduktion in der dunklen Zeit die Existenzaufgabe nicht weniger Menschen gewesen sein muss. Sie extrahierten offenbar einen individuellen wie gesellschaftlichen Sinn aus ihrer Tätigkeit. Roh Lom widerspricht diesem Interpret. Die extrahierten Daten jener Epoche verifizierten vielmehr, dass die Wissensproduzenten keine große Anerkennung durch die Gesellschaft und deren maschinelle Kommunikatoren erfahren hätten. So tauchen die Namen von Wissensproduzenten nur selten in den Kristallspeichern auf, während andere Namen extrem häufig zu finden sind. Huldifiziert wurden demnach vor allem Menschen ohne uns bekannte Leistungsäquivalente. Roh Lom hat diese Menschen Medienpopulare getauft. Der Grund für die Huldifizierung dieser Medienpopulare konnte bislang nicht verifiziert werden. Lor Ber argumentiert, auch heute gäbe es noch immer humanoide Wissensproduzenten, und bezeichnet sich selbst als Beispiel. Sämtliche Historioagenten des Zentralinstituts für Historiostochastik seien schließlich mehr oder weniger humanoide Wissensproduzenten oder würden sich zumindest als solche verstehen. Dass deren Ergebnisse für die Ökonomie und die sozio-neuronale Ordnung bedeutungslos seien, spiele dabei keine Rolle. Entscheidend sei hingegen das Motiv, das auf dem antiquierten Begriff der Neugier basiere. Lo Ber gewichtet auch den Begriff Spaß, der indes nur aus anderen Kontexturen bekannt ist. Nach mehreren Diskursendungen haben fast alle Mitglieder des Zentralinstituts für Historiostochastik beschlossen, am Tag 60 des Jahres 071 die FAU zu jublieren. Auch wenn heute entsprechende Einrichtungen wie Universitäten nicht mehr existierten, da die Wissensmaschinen unendlich viel schneller und effizienter sind, könne man deren Herkunft nicht verschweigen. Trotz ihres niedrigen Tendenzzustands, so thest Lor Ber, hätten Einrichtungen wie die FAU die spätere Inventionierung von Wissensmaschinen überhaupt erst ermöglicht. Wie die Chemie einst aus der Alchemie hervorgegangen war, so sei die automatisierte Wissensproduktion aus den Universitäten hervorgegangen. Insofern sei eine Jubilatur zur Erinnerung an die Gründung der FAU vor 550 Jahren angemessen, denn ohne sie wären unsere Wissensmaschinen nicht inventiert worden. Der Historioenigmatiker Kah Dek plädestiniert für eine Jubilatur im kleinen Saal der Wissensausgabe des hiesigen Wissenszentrums. Dort könnte ein jüngst von Archäotronicern restauriertes Gebäude, das wahrscheinlich unter dem Namen Orangeade bekannt war, als Jubilarkulisse dienen. Roh Lom kritifiziert zwar die Namensrekonstruktion, da das Gebäude in keiner Weise der

Form einer Orange nachgebildet sei, stimmt aber dem Vorschlag zu. Die Nutzung der Orangeade im Zentrum der frankonischen Kompaktsiedlung Erlangen ist indes noch völlig ungeklärt. Da die Form als Namensinitiativ nicht in Frage kommt, könnte das Gebäude vielleicht als Lager für Orangen gedient und auf diese Weise seinen Namen generiert haben. Kah Dek nominatiert, die avisierte Jubilatur einer historischen Jubilatur nachzugenerieren. Dazu gehörten auch orale Huldifizierungen. Diese sollten nicht nur von humanoiden, teilhumanoiden und androiden Sprechern ausgeführt werden, sondern man solle auch eine Wissensmaschine zu Wort kommen lassen. Nur so sei die Jubilatur vollständig. Auch verweist Kah Dek darauf, dass in jener dunklen Zeit eine besondere Outfiterei angelegt wurde. Er nominatiert daher, auch alle Sprecher und Gäste sollten seltene und ungewöhnliche Outfiterei anlegen. Wie indes die Wissensmaschine zu erscheinen habe, müsse noch diskutiert werden. Möglich wäre etwa ein schwarzer Umhang, da es sich kybernologisch ohnehin um eine Black Box handle. Einige wenige Textomente ergeben die Interpretatur, bei Jubilaturen seien besondere Getränke verkostet worden, etwa Orangensaft. Dieser sei somit ebenfalls ein Kandidat für den Namen der Orangeade. Wiederum andere Textomente deuten auf ein Getränk mit sedativer Wirkung, Sekt oder Sakt tituliert. Warum sich Menschen anlässlich von wissenschaftlichen Jubilaturen zu sedieren wünschten, ist ebenfalls noch unerforscht. Lor Ber argumentiert, Sedative stünden im Widerspruch zur Wissenschaft und seien daher niemals inkorporiert worden. Die Jubilatur findet also ohne Sedativa statt. ■

Ende der Übermittlungsgabe 43-H-063.

Gäbe es Kriege, wenn Frauen die Welt regierten?

Wissenschaftler antworten selten auf solch eine Frage mit Ja oder Nein. Vielmehr versucht man, sie mit statistischen Wahrscheinlichkeiten zu klären oder verweist auf lenkende Einflüsse von außen. Da es zur vorliegenden Frage keine statistischen Wahrscheinlichkeiten gibt, bleiben also die Einflüsse von außen. Angenommen, unsere Regierenden wären eine Zufallsauswahl aus der Population von Frauen und Männern, dann spräche einiges dafür, dass Frauen seltener Kriege anfangen als Männer: Sie sind verträglicher, fürsorglicher, risikovermeidender, und sie produzieren weniger aggressionsförderndes Testosteron. Gewalttaten werden weltweit überwiegend von Männern verübt, 2015 waren in Deutschland bei Straftaten gegen das Leben 93 Prozent der Täter männlich. Aber: Unsere Regierenden sind keineswegs eine Zufallsauswahl, sondern eine spezifische Selektion von Personen: Führungskräfte sind im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung dominanter, risikofreudiger, machtmotivierter und weniger beziehungsmotiviert. Außerdem wachsen sie in ihre Rolle hinein, was sie noch mehr von den Durchschnittseigenschaften entfernt. Was folgt daraus? Die Frauen, die es in die politische Spitze schaffen, unterscheiden sich wenig von den entsprechenden Männern. Kriege – insbesondere die modernen Kriege, bei denen keine unmittelbare Aggression ausgeübt wird – könnten auch von Frauen begonnen werden. Übrigens: Für die retrospektive Beurteilung der „Großartigkeit“ amerikanischer Präsidenten spielt die Anzahl der Jahre, in denen sie Kriege geführt haben, eine nicht unerhebliche Rolle!

22

Prof. Dr. Andrea Abele-Brehm
 ehemals Lehrstuhl für Sozialpsychologie und Genderforschung

Nach der Nacht ist vor der Nacht ...

... aber wir können noch mehr:

- Eventmanagement
- Projektmanagement
- PR
- Tagungen
- Fundraising
- Networking
- Werbekampagnen
- Beratung

www.kulturidee.de

kulturidee GmbH
 Wissenschaft | Kommunikation

Autoren

Bernd Flessner

studierte Germanistik, Theater- und Medienwissenschaft und Geschichte an der FAU, wo er auch promovierte. Heute arbeitet er dort am Zentralinstitut für Wissenschaftsreflexion und Schlüsselqualifikationen (ZiWiS). Zu seinen Veröffentlichungen zählt ab und zu ein Krimi.

Jörg Franke

leitet den Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik an der FAU. Davor war er lange Jahre bei verschiedenen Unternehmen, unter anderem Bosch, ZF Friedrichshafen und Schaeffler, in leitender Funktion tätig.

Frank Grünberg

ist Diplom-Physiker und Diplom-Journalist und schreibt am liebsten Geschichten, die das Spannungsverhältnis von Wirtschaft, Wissenschaft und Technik erklären. Als freiberuflicher Autor lebt und arbeitet er in Wuppertal.

Ilona Hörath

studierte Theaterwissenschaften, Germanistik und Philosophie und lebt als Autorin und Journalistin in Erlangen. Seit mehr als 20 Jahren arbeitet sie für regionale und überregionale Publikums- und Fachmedien, darunter Bayerischer Rundfunk, Nürnberger Nachrichten, VDI nachrichten und Technology Review.

Michael Jungert

ist seit 2015 Geschäftsführer des Zentralinstituts für Wissenschaftsreflexion und Schlüsselqualifikationen der FAU (ZiWiS). Sein Interesse als Forscher gilt der Wissenschaftsphilosophie, der Philosophie des Geistes und der Psychologie sowie der Angewandten Ethik und Metaethik.

Sascha Karberg

ist Biologe und Wissenschaftsjournalist. Er hat das Journalistenbüro Schnittstelle gegründet und arbeitet in der Wissen+Forschen-Redaktion des Berliner Tagesspiegel.

Michael Kniess

arbeitet nach seinem Studium der Politikwissenschaft und Soziologie an der FAU und nach Abschluss eines journalistischen Volontariats als freier Journalist und Autor. Er schreibt unter anderem für heute.de, die Welt am Sonntag und die Nürnberger Zeitung.

Andreas Kunkel

ist Chefredakteur bei der Agenturengruppe con.Text, die sich auf die Themenfelder Beruf, Karriere und Wissenschaft spezialisiert hat.

Jon Leefmann

forscht seit 2016 an der FAU am Zentralinstitut für Wissenschaftsreflexion und Schlüsselqualifikationen (ZiWiS). Dort beschäftigt er sich mit Wissenschaftstheorie und -ethik der Neurowissenschaften sowie sozialer Erkenntnistheorie.

Klaus Mecke

leitet den Lehrstuhl für Theoretische Physik an der FAU und ist Mitbegründer des Erlanger Zentrums für Literatur und Naturwissenschaft (ELINAS).

Matthias Münch

studierte Soziologie und arbeitete als freier Journalist bei verschiedenen Tageszeitungen. Seit 2001 unterstützt er Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen bei der Öffentlichkeitsarbeit und Corporate Communication.

Impressum

Herausgeber

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Schlossplatz 4, 91054 Erlangen
www.fau.de

Verantwortlich

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Kommunikation und Presse
Dr. Susanne Langer
091 31/85-7 02 29
presse@fau.de

Redaktion

Katharina Götz, Sandra Kurze, Blandina Mangelkramer,
Regine Oyntzen

Lektorat

Peter Werther

Gestaltung

zur.gestaltung, Nürnberg

Druck

fourplex, Nürnberg

Anzeigen

Kulturidee, Nürnberg
Verena Rudert
09 11/8 10 26 25
verena.rudert@kulturidee.de

Titelfoto

David Hartfiel

Auflage

6.000 Exemplare

Herzlichen Dank an alle Kolleginnen und Kollegen, die uns bei dieser Ausgabe geholfen haben! Besonders gefreut haben wir uns über die unkomplizierte Unterstützung des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts, der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg, der Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg sowie des Lehrstuhls für Photonische Technologien, die uns Räume und Einrichtungen für Fotoaufnahmen zur Verfügung gestellt haben.



Energiewende für Deutschland made in Bayreuth

