



Wer ich bin

Zika: Wettlauf mit dem Virus

Quantenphysik: Vor einer Revolution?

Klimawandel: Die Last des Risikos

Inhalt



Wie umgehen mit dem Populismus?

18



Wege aus der Bildungsfalle

24

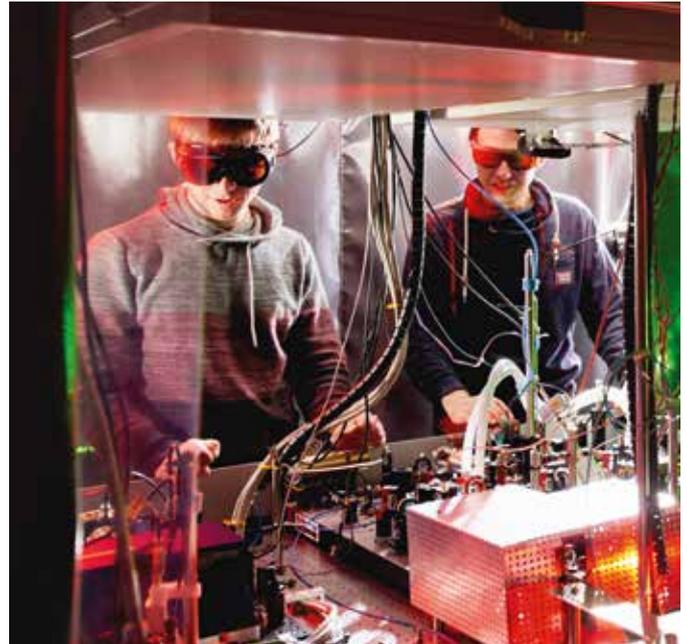
- 6 **Aktuelles aus der Forschung**
Wettlauf gegen die Viren ■ Der Dolmetscher:
Markus Vogt über »Nachhaltigkeit« ■ Meldungen ■
Interview zum Thema Selbstüberschätzung:
»Ich mach' mir die Welt«
- 16 Schwerpunkt: Wer ich bin
- 18 **Populisten begegnen**
Was verschafft Bewegungen Zulauf, die sich
auf den »Volkswillen« berufen? Fragen an die
liberale Demokratie

- 24 **Förderungsforschung**
Wie ungleiche Bildungschancen das spätere
Leben prägen und wie Kinder aus bildungsfernen
Familien besser unterstützt werden können
- 32 **Die Figur Transgender**
Die Zahl der Jugendlichen, die an ihrem
Geschlecht leiden, steigt. Doch warum wollen vor
allem immer mehr Mädchen Jungen werden?
- 40 **Fühlt sich wahr an**
Von Identität und Wahrscheinlichkeit:
Wie sich der Mensch mit allen Sinnen
seiner selbst in der Welt versichert



Klimawandel: Die Pegel steigen

50



Im Zentrum der Quantenforschung

56

- 44 **Spiel mit der Identität**
Die feinen Unterschiede: Künstliche Biomoleküle, die besser passen als das natürliche Vorbild
- 50 **Die Last des Risikos**
Klimawandel in den Städten: Extremereignisse, die mit der globalen Erwärmung häufiger und intensiver werden, treffen vor allem die arme Bevölkerung.
- 56 **Auf Rekordjagd**
Das Wettrennen um die Quantentechnologien ist eröffnet. Steht tatsächlich eine Revolution bevor?

- Rubriken
- 3 **Editorial**
- 64 **Büchertisch**
- 66 **Die Zukunftsfrage**
Was bedeutet digitale Transparenz für die Arbeitswelt?
- 66 **Impressum**

Titelbild: Ich zweifle, also bin ich. Foto: N. Sinitskaya/Getty



Brücken abbrechen: Wie weit wird sich London in Zukunft von Europa entfernen? Millennium Bridge, London. Foto: N. Lieckfeld/pa/ImageBROKER

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

wenn Sie dieses Heft in den Händen halten, wird die Parlamentswahl in Großbritannien bereits gelaufen sein. Und wer immer das Rennen gemacht hat, die Zukunft der Insel dürfte damit kaum einfacher geworden sein. Neue Anstöße waren in der festgefahrenen Situation schließlich kaum zu erwarten. Der Kandidat der Konservativen und amtierende Premierminister Boris Johnson jedenfalls posierte zuletzt sogar mit Boxhandschuhen, auf denen „Get Brexit done“ stand: Zieht den Brexit endlich durch.

Zu untersuchen, wie simple Botschaften in einer immer komplexeren Welt verfangen, dafür sind Astrid Séville und Karsten Fischer Experten. In dieser Ausgabe des LMU-Forschungsmagazins geben sie Auskunft darüber, was populistischen Bewegungen Aufschwung verleiht, die vorgeben, den „Volkswillen“ zu vertreten und so Identität zu stiften. Die beiden Politikwissenschaftler fragen aber auch danach, wie sich dem Populismus begeben lässt. Womöglich lässt

sich diese Frage noch zuspitzen: Findet die liberale Demokratie künftig eine Art Identität im „Anti-Populismus“?

Zugegeben, „Identität“ ist heutzutage kein ganz einfacher Begriff. Wissenschaftler der LMU zeigen im neuen Heft der *Einsichten* ganz unterschiedliche Facetten des Begriffes auf, ganz unterschiedliche Identitäten. Der Psychologe Frank Niklas und der Ökonom Fabian Kosse analysieren, wie ungleiche Bildungschancen das spätere Leben prägen und wie sie sich gerechter verteilen lassen. Der Mediziner Alexander Korte und die Soziologin Paula-Irene Villa Braslavsky sprechen über die steigende Zahl transsexueller Jugendlicher und deren Suche nach geschlechtlicher Identität. Die Philosophin Ophelia Deroy erforscht, wie der Mensch sich mit allen seinen Sinnen seiner selbst in der Welt versichert. Und der Chemiker Ivan Huc schließlich spielt mit der Identität von Molekülen und baut künstliche Biosubstanzen, die ihren Vorbildern täuschend ähneln.

Viel Spaß beim Lesen
wünscht Ihnen
Ihre *Einsichten*-Redaktion

Aktuelles aus der Forschung

Künftige Gefahren für die Biodiversität

In den kommenden Jahren wird die landwirtschaftliche Produktion global steigen. Dafür können entweder bestehende Ackerflächen intensiver genutzt oder Agrarflächen expandiert werden. Welche Zielkonflikte sich dabei zwischen Ernährungssicherung und dem Erhalt der Biodiversität ergeben, hat nun ein Team um Dr. Florian Zabel von der LMU, das Institut für Weltwirtschaft Kiel, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung und die Palacký Universität Olomouc, Tschechien, unter Berücksichtigung globaler Agrarmärkte untersucht.

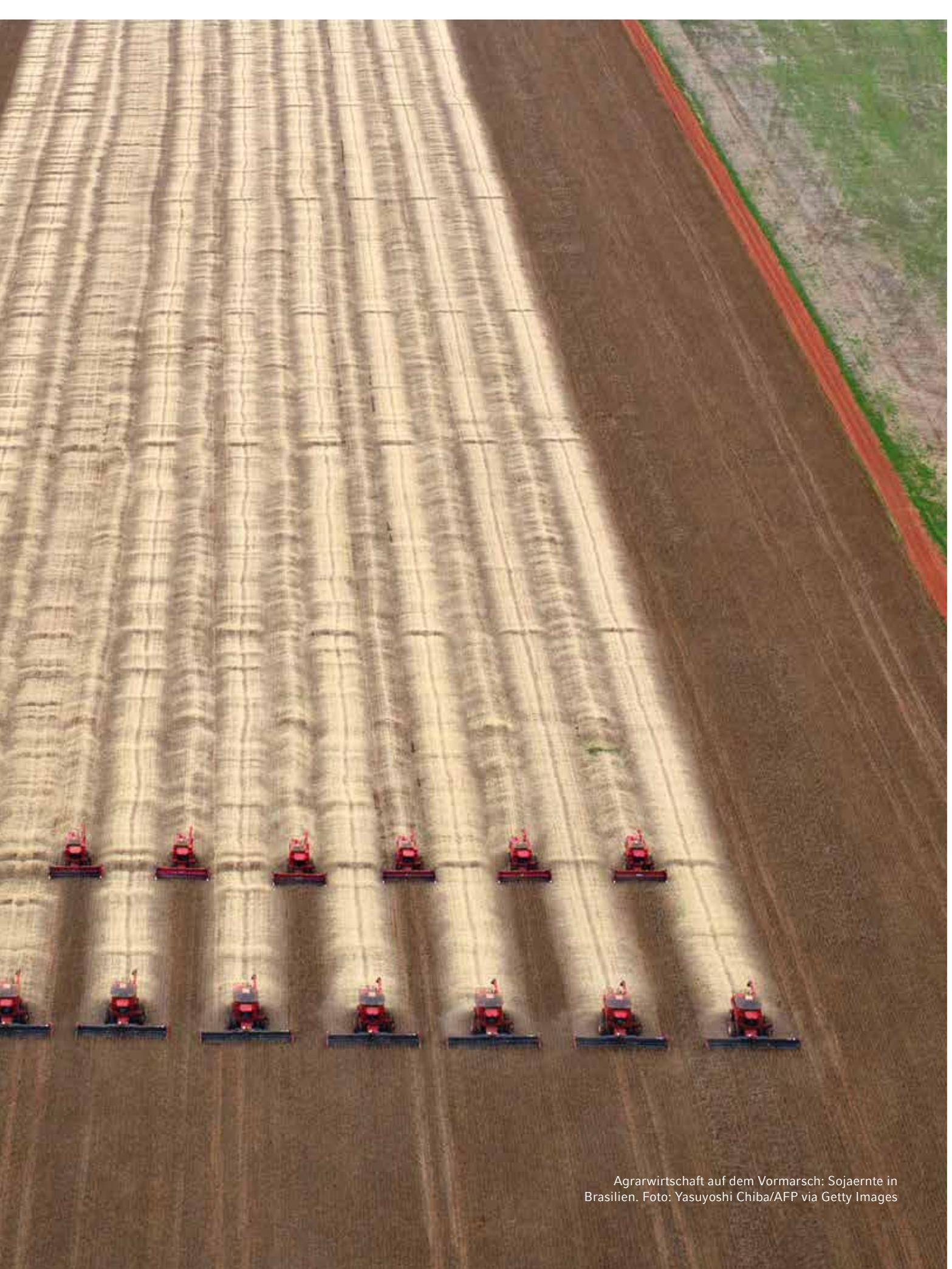
„Landwirtschaft ist weltweit einer der größten Treiber von Biodiversitätsverlusten. Es wirkt sich aber unterschiedlich aus, ob und wo die Produktion expandiert oder intensiviert wird“, sagt Zabel. Die Studie zeigt, dass bei gleichen Produktionszuwächsen eine Expansion der landwirtschaftlichen Flächen die Biodiversität um ein Vielfaches stärker gefährdet als eine Intensivierung, da sie vor allem jene Regionen trifft, in denen die Artenvielfalt weltweit am höchsten ist, etwa in Zentral- und Südamerika. Eine Intensivierung auf bestehenden Anbauflächen würde dagegen besonders die Artenvielfalt in Afrika südlich der Sahara gefährden.

Während die Artenvielfalt nur in jenen Regionen bedroht ist, in denen mehr Nahrungsmittel produziert werden, profitieren über den Welthandel alle Länder von sinkenden Nahrungsmittelpreisen infolge des globalen Produktionszuwachses, auch dort, wo lokal wenig zusätzlich produziert wird. Dabei sind die Auswirkungen regional unterschiedlich: Während die Ernährungssicherung in einigen Regionen, wie Indien und Afrika südlich der Sahara, vor allem durch Intensivierung verbessert wird, profitieren Menschen in Süd- und Zentralamerika, von geringeren Nahrungsmittelpreisen, bedingt hauptsächlich durch eine Expansion landwirtschaftlicher Flächen.

Die Studie zeigt zudem, dass heutige Schutzgebiete größtenteils nicht jene Regionen mit einer hohen Artenvielfalt abdecken, die für einen möglichen Ausbau der landwirtschaftlichen Flächen identifiziert wurden. Das Forscherteam empfiehlt daher, über globale Mechanismen nachzudenken, in denen Land als limitierte Ressource anerkannt wird, und den Schutz von Biodiversität in bereits bewirtschafteten Landschaften zu etablieren. (nh)

Nature Communications, Juni 2019





Agrarwirtschaft auf dem Vormarsch: Sojaernte in Brasilien. Foto: Yasuyoshi Chiba/AFP via Getty Images

Wettlauf gegen die Viren

2015 suchte eine Zika-Epidemie den südamerikanischen Kontinent heim, viele Kinder kamen missgebildet zur Welt. Derzeit ist es still um das Virus, bis zum nächsten Ausbruch? Asisa Volz will schneller sein als der Erreger: Sie sucht nach einem neuartigen Impfstoff – Blaupause auch für andere Vakzine.

Geschichten, die von Virenausbrüchen handeln, sind nicht nur in Blockbustern in der Regel dramatisch. „Das machte peng!“, sagt Asisa Volz und beschreibt damit die rasante Ausbreitung des Zikavirus in Südamerika. In Windeseile eroberte der Erreger den gesamten Kontinent, und das, obwohl etwa in Brasilien Hunderttausende Soldaten mit Insektiziden gegen Mücken vorgingen, die in Verdacht standen, das Virus zu übertragen. Ohne Erfolg; nach Brasilien waren schnell auch Kolumbien und Venezuela betroffen. Zunächst schienen die Folgen eher harmlos, Grippe-symptome und Muskelschmerzen. Doch dann kam es bei Schwangeren immer wieder zu Missbildungen beim ungeborenen Kind. Das Virus kann offenbar das zentrale Nervensystem und sogar das Gehirn schädigen. Ärzte beobachteten vor allem eine Zunahme der sogenannten Mikrozephalie, das heißt Neugeborene hatten einen zu geringen Kopfumfang, dies kann zu erheblichen Behinderungen führen. „Einen Impfstoff aber“, sagt Asisa Volz, „gibt es bis heute nicht.“ Es ist einer der Gründe, warum Volz am Institut für Infektionsmedizin und Zoonosen an der Tierärztlichen Fakultät der LMU ih-

re Nachwuchsgruppe „ZOOVAC“ gründete, die vom Bundesforschungsministerium (BMBF) gefördert wird: Die Veterinärmedizinerin will geeignete Impfstoffe gegen Zoonosen finden, also von Tieren auf den Menschen übertragbare Krankheiten. Der Bedarf ist immens, die Globalisierung lässt die Welt immer enger zusammenrücken, Viren verbreiten sich rasant entlang von Handels- oder Flugrouten zwischen Kontinenten. Gut zwei Drittel der bei Menschen neu vorkommenden Erreger stammen ursprünglich von Tieren. Man bräuchte Blaupausen für Impfstoffe, um sie im Notfall parat zu haben, sagt Volz.

Die LMU-Forscher arbeiten inzwischen erfolgreich am Design neuartiger Impfstoffe. Der Fokus von Veterinärmedizinerinnen wie Asisa Volz oder ihrem Chef Gerd Sutter, Inhaber des Lehrstuhls für Virologie am Institut, hat sich dabei längst in Richtung Humanmedizin verschoben. „Der von Professor Sutter maßgeblich entwickelte MERS-Corona-Impfstoff gegen die lebensgefährliche Lungenerkrankung ist gerade in der ersten klinischen Testphase am Menschen“, sagt Volz. „Bei uns am Institut liegt also viel Erfahrung vor.“ Die Münchner Tiermediziner sind mittlerweile weltweit als Impfstoffexperten gefragt.

Trotz dieser Erfolge bleibt die Impfstoffforschung im Detail kompliziert. Denn Virologen wie Asisa Volz müssen immer eine Menge Fragen gleichzeitig klären: Woher stammen neue Erreger? Warum sind zuvor harmlose Viren plötzlich gefährlich geworden? Wo sind ihre Schwachstellen, um sie zu stoppen? Und schließlich die komplexeste: Welche Strategien führen möglichst schnell zu einem wirksamen Impfstoff?

Bei der Zika-Epidemie dauerte es Monate, bis die Weltgesundheitsorganisation das Zikavirus überhaupt als Ursache identifizieren konnte, erzählt Volz. „Das war eine abenteuerliche Geschichte.“ Die Sympto-

me ließen sich erst keinem Erreger zuordnen. „Der entscheidende Hinweis schließlich kam von Michael Diamond, einem US-amerikanischen Virologen“, erzählt Volz. „Er lenkte den Verdacht auf das Zikavirus.“ Doch das war nicht die einzige Hürde. Vier Jahre nach der Zika-Epidemie ist noch immer unklar, wie das Virus Südamerika erreichte. „Entweder kam eine mit Zikavirus infizierte Gelbfiebermücke oder auch eine Asiatische Tigermücke an Bord eines Flugzeugs oder Schiffs nach Rio de Janeiro“, erzählt die Münchner Virologin. Vielleicht aber war es auch ein Fernreisender, der den Erreger einschleuste, oder ein Leiharbeiter aus Asien oder Afrika, der im Vorfeld der Fußballweltmeisterschaft 2014 oder der Olympischen Spiele im Jahr 2016 auf einer der vielen Baustellen der Stadien und Sportstätten arbeitete. Kenntnisse zu den Ausbreitungswegen sind wichtig, nicht zuletzt um Viren-Epidemien eindämmen zu können. „Das Virus hatte jedenfalls leichtes Spiel“, sagt Volz. „Die Bevölkerung hatte keinerlei Immunität gegen das Zikavirus, wir sprechen da von einer naiven Population.“ Für Virologen ist das der Worst Case. Volz kann Dutzende solcher Geschichten von Viren-Epidemien und dem Kampf gegen die dramatischen Folgen erzählen, von der Ausrottung der Pocken ebenso wie von der Ausbreitung des SARS-Virus, die von zwölf Menschen in einem Hotel in Hongkong ausging. Sie kann berichten von dem für Menschen gefährlichen MERS-Corona-Erreger, der Jahrhunderte in Kamelen auf der arabischen Halbinsel überlebte, ohne je einem Menschen gefährlich zu werden. Man spürt in solchen Momenten die Leidenschaft der Forscherin. „Ich finde die Tiermedizin so schön, weil man so toll epidemiologische Phänomene erklären kann“, sagt Volz.

Für sie steht nun das Zikavirus im Mittelpunkt. Es ist erstmals 1947 im sogenann-



Im Einsatz gegen Moskitos, die Zika, Chikungunya und Denguefieber verbreiten können: Soldaten in Havanna, Kuba, Februar 2016. Foto: Yamil Lage/AFP via Getty Images

ten Zika-Wald aus einem Sentinel-Affen isoliert worden. Übertragen wird es durch verschiedene Mosquitoarten, damit ist es anders als etwa das Pockenvirus, bei dem kein anderer Zwischenwirt als der Mensch existierte, auch nur schwer vollständig auszurotten. „Da hilft nur die Immunisierung.“

Darauf zielt ZOOVAC ab. Das auf fünf Jahre angelegte Projekt könnte vielseitiger nicht sein. Volz und ihre Mitarbeiter wollen nicht nur ein Virus und seine Ausbreitungswege kennen, sie wollen es auch auf mikrobiologischer Ebene verstehen, vor allem, warum bestimmte Personen wie Schwangere besonders betroffen sind und es bisweilen bei der Erkrankung zu neurologischen Folgeschäden kommen kann. „Das Zikavirus ist so gesehen ein ideales Modellsystem“, erklärt Volz. „Es beinhaltet alle wichtigen Themen, die für die Entwicklung von Impfstoffen eine Rolle spielen.“ Volz will dabei neue Impfstrategien testen, die sich auch auf andere Viren übertragen lassen. Idealerweise haben die Forscher am Ende Prototypen für Impfstoffe zur Verfügung, die sie dann nur noch auf spezifische Erreger oder spezielle Anwendungen wie einen Schutz vor Missbildungen bei Neugeborenen anpassen müssen. Aktuell dauert es rund zehn bis fünfzehn Jahre, um einen Impfstoff zu entwickeln. Das Ziel liegt bei unter zwei Jahren.

Die Grundstrategie dabei ist letztlich für alle Viren ähnlich: Man sucht ein Bestandteil des Virus, schleust es in einen bereits am Menschen etablierten Impfstoff ein, verabreicht diesen modifizierten Impfvirus dem Menschen, dessen Immunsystem bereits vorab Abwehrkräfte gegen eine mögliche Attacke des gefürchteten Virus entwickelt. „In all den Hollywoodfilmen über Virus-Katastrophen wird das immer ganz romantisch dargestellt“, sagt Volz. „In der Praxis ist das kompliziert.“ Viele Anti-Virus-Strategien, die in Mausmodellen getestet werden, lassen sich schlicht nicht auf den Menschen übertragen. „Der Mensch

ist deutlich komplizierter in seiner Immunantwort“, sagt Volz.

Also setzt Volz nun auf einen neuen Ansatz. Klassischerweise verwendet man bei der Impfstoffentwicklung Proteine der Virus-hülle als Impfantigene. „Oftmals sind dies aber genau die Strukturen, die als Erstes anfällig für sogenannte Mutationen sind, also plötzlich auftretende Veränderungen des Virus“, sagt Volz. „Wir testen daher alle Proteine eines Virus auf ihre Fähigkeit, eine mögliche Schutzwirkung im Organismus auszulösen.“ Beim Zikavirus sind inzwischen zwölf oder 13 Proteine bekannt, deren Bruchstücke man als Impfantigene nutzen könnte. Im Fokus stehen vor allem Proteine aus dem Kern, da Viren diese eher weniger schnell an neue Umgebungen anpassen. Zur neuen Strategie gehört auch, mithilfe der Virusbruchstücke beim Geimpften gezielt sogenannte T-Zellen zu aktivieren – und nicht mehr wie bisher Antikörper zu erzeugen. Die Immunantwort ist dann deutlich schneller. T-Zellen können infizierte Zellen erkennen und komplett zerstören. „Wir können damit möglicherweise gezielt Impfstoffe etwa für Schwangere oder ältere Menschen entwickeln.“ Dass die Münchner Virologen vergleichsweise schnell Proteinbruchstücke des Zikavirus testen können, hängt nicht nur mit den neuen molekularbiologischen Methoden der Sequenzierung zusammen, sondern auch mit der Vorarbeit von Münchner Forschern. „Hier am Institut in diesen alten Räumen hat Anton Mayr 1964 durch mehr als 570 Zellkulturpassagen auf Hühnerzellen aus dem ursprünglichen Vaccinia-Virus-Stamm Ankara den neuen Pockenimpfstoff entwickelt, das sogenannte Modifizierte Vaccinia Virus Ankara (MVA)“, erzählt Volz in ihrem Büro im Erdgeschoss des Instituts für Virologie. „Und zwar hier unten im Keller in den alten Laboren.“ Sie deutet aus dem Fenster auf einen etwas in die Jahre gekommenen Zwischentrakt, der aber immer noch genutzt wird. Der Umzug in neue Räume in Oberschleißheim steht

zwar bald an, aber der Forscherin ist auch ein bisschen Wehmut angesichts der historischen Bedeutung des Ortes anzumerken. Dieses MVA ist für Virenforscher ein regelrechter Schatz, sagt Volz, denn es besitzt sechs mögliche Stellen, in die man neu entwickelte Antigene einschleusen kann. Vielversprechende Kandidaten wollen die Forscher im Rahmen von ZOOVAC in den kommenden Jahren zunächst im Mausmodell prüfen. Wie schnell wirkt das Impfantigen? Ist es auch für Notfallsituationen geeignet wie etwa in Krisenregionen bei einem Ausbruch einer Virusepidemie? Kann es – wie das zu bekämpfende Virus – womöglich die Blut-Hirn-Schranke passieren und Schäden im Gehirn auslösen? Kann es bei Schwangeren die Blut-Plazenta-Schranke überwinden und den Fötus schädigen? Solche Fragen spielen bei der Bekämpfung anderer Viren ebenfalls eine Rolle.

Aus den Erkenntnissen wollen die Virologen dann im Mausmodell eine Art Baukastensystem entwickeln, mit dessen Hilfe man künftig im Notfall innerhalb von wenigen Wochen oder Monaten mögliche Kandidaten testen kann. „Unsere Mausmodelle sind inzwischen genügend ausgereift, um so ein System allmählich aufzubauen“, sagt Volz.

Doch die Münchner Forscherin weiß auch: „Für Impfstoffforschung braucht man einen langen Atem. ZOOVAC ist zunächst auf fünf Jahre angelegt. Dass sich aktuell keine neue Zika-Epidemie ankündigt, sind daher gute Nachrichten. „Im Moment gehen die Zahlen von Zikavirus-Infektionen stark zurück“, sagt Asisa Volz. Vielleicht, so die Hoffnung der Forscher, gibt es vor dem nächsten Ausbruch zumindest schon erste Impfkandidaten.

Hubert Filser

PD Dr. Asisa Volz ist Akademische Oberrätin im Bereich Virologie des Instituts für Infektionsmedizin und Zoonosen der LMU und leitet die BMBF-Nachwuchsgruppe ZOOVAC.



Breite blaue Wege, grüne Welle und ein eigener Highway: Kopenhagen gilt als die fahrradfreundlichste Stadt der Welt. Foto: Péter Gudella/ddp

Der Dolmetscher: Markus Vogt über „Nachhaltigkeit“

Es gibt wissenschaftliche Begriffe, die es in die Alltagswelt geschafft haben. LMU-Wissenschaftler erklären an dieser Stelle solche Ausdrücke – nicht nur mit einer reinen Definition, sondern auch mit einer kurzen Geschichte ihrer Popularität.

„Der Begriff Nachhaltigkeit beinhaltet eine moralische Verantwortung, die sich in die Zukunft richtet: Wir sollen nicht mehr natürliche Ressourcen verbrauchen als nachwachsen. Im Prinzip vertrat schon der Erfinder der Nachhaltigkeit diesen Gedanken, damals noch auf den Bereich Waldwirtschaft gemünzt. Carl von Carlowitz, ein Forstwirt aus Dresden, verwendete in seiner *Sylvicultura*, eigentlich einem verloren gegangenen Tagebuch seiner Europareise, im Jahr 1713 erstmals und nur einmal den Begriff „nachhaltend“: Man solle nicht mehr Holz schlagen als nachwachsen. Carlowitz dachte über den Niedergang des Waldes nach, damals wurde in seiner sächsischen Heimat für die Verhüttung von Erzen sehr viel Wald gerodet. Er erkannte, dass das auf Dauer den nationalen Wohlstand bedrohte – und warb für eine kluge Planung. Der richtige Wald sollte auf dem richtigen Boden nachgepflanzt werden. In der Romantik wurde Carlowitz’ eher ökonomische

Idee dann als Naturideal begriffen. Danach verschwand der Begriff für fast 250 Jahre, wurde erst in den 1960er-Jahren im Rahmen ökonomischer Theorien wiederentdeckt, mit der englischen Bezeichnung „Sustainability“. Die Leitfrage war: Wie viel Wachstum kann auf Dauer stabil sein? Ich weiß noch, wie wir uns im Sachverständigenrat für Umweltfragen nicht trauten, den Begriff mit „Nachhaltigkeit“ zu übersetzen. Der Umweltbezug kam erst mit dem UNO-Weltgipfel in Rio im Jahr 1992. Dort diskutierten Experten über globale Umwelt- und Entwicklungsfragen und verknüpften erstmals die Bereiche Armutsbekämpfung und Umweltschutz. Das war wichtig, denn dabei wurden ideologische Barrieren überwunden. Noch in den 1980er-Jahren verstanden viele Ökologie als Gegenentwurf zu Moderne und Ökonomie. Diese Grenze fiel 1992: Nachhaltiger Umweltschutz, insbesondere Zugang zu fruchtbarem Boden und sauberem Wasser, gilt seitdem gerade für die ärmsten Länder als entscheidend, um die Lebensbedingungen zu verbessern. Damals entstand die Agenda 21: Nachhaltigkeit wurde als Jahrhundertprogramm für den Planeten definiert, als Leitbild für eine neue Form globaler Partnerschaft. Ein sehr enthusiastisches Dokument, ein neuer Ge-

sellschaftsvertrag mit Naturschonung als Verpflichtung. Nachhaltigkeit brachte Ökologie und Ökonomie zusammen und verband sie mit „globaler sozialer Gerechtigkeit“ als dritter Säule. Allerdings begannen hier auch die Probleme: Unter dieser neuen Definition ließ sich alles subsumieren, was gut klang. Die Beliebtheit des Begriffs nahm mit seiner inhaltlichen Unschärfe zu. Doch ohne gesellschaftlichen Transformationswillen bleiben die Ziele nur leere Worte. Nachhaltigkeit wird heute zu breit verstanden, suggeriert oft nur noch eine scheinbare Einigkeit. Viele Forscher sagen, der Begriff sei verbraucht, reiner Etikettenschwindel. Ich denke, dass er noch Substanz hat: Es geht im Kern um vernetztes Denken als Schlüssel für eine naturverträgliche Ökonomie und einen gerechtigkeitsfähigen Umweltschutz. Wir sollten den Begriff an konkrete Ziele knüpfen, zum Beispiel an die maximale Erderwärmung von zwei Grad. Dem entsprechen zwei Tonnen CO₂, die jeder pro Jahr maximal ausstoßen darf.“ Protokoll: huf

Prof. Dr. Markus Vogt ist Inhaber des Lehrstuhls für Christliche Sozialethik an der LMU und Autor mehrerer Bücher zum Thema Nachhaltigkeit.

Soziale Ungleichheit in der Bronzezeit

Neue Analysen ermöglichen Einblicke in soziale Ungleichheit vor 4000 Jahren: Archäologische und archäogenetische Auswertungen von bronzezeitlichen Gräberfeldern im Lechtal bei Augsburg zeigen, dass Familien biologisch miteinander verwandter Personen mit höherem Status mit nicht verwandten Frauen zusammenlebten, die aus der Ferne kamen und den Grabbeigaben nach zu schließen ebenfalls einen hohen Status innehatten. Zusätzlich fand sich eine größere Anzahl von einheimischen, aber offensichtlich armen Individuen in den Gräberfeldern. Die Forscher schließen daraus, dass es in Haushalten dieser Zeit und Region bereits soziale Ungleichheit gab.

Das archäologisch-naturwissenschaftliche Projekt an der Heidelberger Akademie der Wissenschaften wurde von Philipp Stockhammer, LMU, zusammen mit Johannes Krause und Alissa Mittnik vom Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte und der Universität Tübingen geleitet. Die Ausgrabungen ermöglichen es, tief in die Bronzezeit zu zoomen und zu untersuchen, wie sich der Umbruch von der Steinzeit zur Bronzezeit auf die Zusammensetzung der damaligen Haushalte auswirkte. „Reichtum korrelierte entweder mit biologischer Verwandtschaft oder Herkunft aus der Ferne. Die Kernfamilie vererbte ihren Besitz und Status weiter. Aber in jedem Bauernhof haben wir auch arm ausgestattete Personen lokaler Herkunft gefunden“, sagt Stockhammer. Dieser Befund spricht für eine komplexe Sozialstruktur von Haushalten, wie sie aus dem klassischen Griechenland und Rom bekannt ist. So war in römischer Zeit auch ein Sklave Teil der Familie, hatte aber einen anderen sozialen Status. Darüber, ob es sich bei den ärmeren Individuen im Lechtal, die 1500 Jahre früher gelebt haben, um Gesinde oder Sklaven handelte, lässt sich jedoch nur spekulieren. (nh)

Science, Oktober 2019

One Pot Wonder

Die Evolution hat eine Vorgeschichte: Bevor sich auf der Ur-Erde Leben formen konnte, müssen die ersten einfachen Bausteine entstanden sein, die seine Entstehung in Gang setzten. Ein Team um den Chemiker Professor Thomas Carell schlägt nun eine Kaskade chemischer Reaktionen vor, in der die vier verschiedenen Bausteine des Erbmoleküls RNA allesamt unter identischen präbiotischen Bedingungen entstanden sein können: die Ursuppe – sozusagen in einem Topf gekocht. Bisher gab es zwei konkurrierende Modelle, die unterschiedliche geochemische Settings auf der frühen Erde voraussetzten.

Auf dem Weg zur Kernuhr

Ein Team um Dr. Peter Thirolf ist bei der Entwicklung der Kernuhr, die weit genauer tickt als heutige Atomuhren und eine Vielzahl von Anwendungen ermöglichen wird, entscheidend vorangekommen: Die Physiker konnten erstmals die Energie messen, die bei dem Zerfall des angeregten Kerns von Thorium-229 frei wird. Bei Kernuhren dienen nicht Schwingungen in der Elektronenhülle von Atomen als Taktgeber, sondern Schwingungen im Kern selbst. Die dort vorherrschenden Energien liegen aber um mehrere

Virtuelles Nähen

Neuartige Mikroskopieverfahren liefern detailreiche Aufnahmen vollständiger Organe, aber auch riesige Datenmengen, die sich schwer handhaben lassen. Ein Team um Biologieprofessor Heinrich Leonhardt hat nun mit Partnern vom Berliner MDC und in den USA die Software BigStitcher entwickelt. Sie macht aus vielen Einzelbildern ein großes Ganzes. Das Computerprogramm stellt eine Vielzahl von Funktionen zum Management von hochdimensionalen Mikroskop-Bilddaten zur Verfügung und erlaubt es, beliebig

Carells Experimenten zufolge reichen einfache chemische Zutaten und Reaktionsbedingungen, wie sie auf der Erde vor Millionen von Jahren etwa auf geothermalen Feldern mit vulkanischer Aktivität im Untergrund oder auch in flachen Teichen zu finden gewesen sein dürften, um die Synthese sogenannter Nucleoside in Gang zu halten. Angetrieben wurde die Kette der chemischen Reaktionen lediglich von Nass-Trocken-Zyklen, wie sie in hydrothermalen Quellen oder auch Dürre-beziehungsweise Regenperioden entstehen können. (math)

Science, Oktober 2019

Größenordnungen über denen der Hülle, daher können Kerne mit heutigen Lasern normalerweise nicht angeregt werden. Der einzige mögliche Kandidat ist Thorium-229, das bei Weitem das niedrigste angeregte Energieniveau aller derzeit bekannten Atomkerne besitzt. Welche Art Laser dafür benutzt werden muss, war unklar, da die Energie des Laserlichts genau auf die des Kernübergangs abgestimmt sein muss. Diese Energie hat das Team nun erstmals bestimmt. (göd)

Nature, September 2019

viele dreidimensionale Einzelbilder effizient anzuordnen. Darüber hinaus ermöglicht die Software die Korrektur optischer Fehler. Ein Hauptziel der Entwicklung war die einfache Bedienbarkeit und die Lauffähigkeit auf konventioneller Hardware, um große Bilddatensätze auch Benutzern ohne tiefer gehende Informatikkenntnisse zugänglich zu machen. BigStitcher wurde als Plug-in für das Bildverarbeitungsprogramm ImageJ entwickelt; der Quellcode ist frei verfügbar. (math)

Nature Methods, August 2019



Was fördert den Verzicht auf Softdrinks? Foto: picture alliance/Monkey Business/Shotshop

Zeig mir die Ampel

Softdrinks dominieren weltweit den Getränkekonsum. Dabei gelten sie als eine der wesentlichen Ursachen für die Zunahme von starkem Übergewicht und erhöhen das Risiko für Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Karies. Die WHO fordert daher zu Präventionsmaßnahmen auf, um die Wahl gesünderer Getränke zu unterstützen. Ein Team um Peter von Philipsborn vom Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie hat nun untersucht, für welche Maßnahmen es verlässliche wissenschaftliche Belege gibt, dass sie den Konsum von Softdrinks reduzieren. Die Autoren sichteten zusammen mit Forschern der Technischen Universität München und des Cochrane-Netzwerkes über 10.000 wissenschaftliche Veröffentlichungen und identifizierten so 58 Studien, die vorab definierten Qualitätskriterien entsprachen. Sie konzentrierten sich dabei auf Maßnahmen, die an den Umgebungsfaktoren und den Lebens- und Arbeitsbedingungen ansetzen. Die Studien in 14 Ländern hatten zusammen mehr als eine Million Teilnehmer.

Wie das Review zeigte, reduzieren unter anderem einfache verständliche Lebensmittelkennzeichnungen den Süßgetränkekonsum ebenso wie Preiserhöhungen auf Softdrinks in Restaurants, Läden und Freizeiteinrichtungen. Auch die Verringerung des Angebots von Softdrinks in Schulen sowie Kindermenüs in Restaurantketten, die standardmäßig statt eines Softdrinks ein gesünderes Getränk enthalten, senken den Konsum. Zudem lässt sich wissenschaftlich belegen, dass eine bessere Vermarktung von gesünderen Getränken in Supermärkten und lokale Gesundheitskampagnen wirksame Präventionsmaßnahmen sind. (math)

Cochrane Database of Systematic Reviews, Juni 2019

Aktuelles aus der Forschung finden Sie auch in unserem monatlich erscheinenden Forschungsnewsletter: www.lmu.de/forschungsnewsletter

Unterhaltung mit: Peter Schwardmann



„Um andere zu überzeugen, ist es sehr nützlich, an sich zu glauben“, sagt Peter Schwardmann. Foto: ole

„Ich mach' mir die Welt“

Der Verhaltensökonom Peter Schwardmann erforscht die menschliche Neigung zur Selbsttäuschung. Betrifft sie das eigene Ego, kann eine zu optimistische Einschätzung der eigenen Fähigkeiten durchaus hilfreich sein, unter Umständen hat sie jedoch auch negative ökonomische Folgen.

Sie erforschen Selbstüberschätzung. Sind davon viele Menschen betroffen?

Peter Schwardmann: Ja, viele halten sich für besser – schlauer, hübscher, netter –, als sie tatsächlich sind. Bereits in den 1970er-Jahren gab es eine Reihe sehr einflussreicher Studien dazu. Die Probanden wurden zum Beispiel gefragt: Gehören Sie zu den 50 Prozent der besseren Autofahrer hier im Raum? Und das bejahten 90 Prozent, also lagen offensichtlich einige von ihnen falsch. Und das gilt für viele Fähigkeiten und auch positive Eigenschaften, die sich Menschen

zuschreiben. Natürlich gibt es Unterschiede. Manche haben ein pessimistisches Bild von sich und halten sich eher für schlechter, als sie es sind. Viele Datensätze zeigen zudem, dass Frauen realistischer in ihrer Einschätzung sind als Männer. Aber im Durchschnitt neigen wir eher zur Selbstüberschätzung.

Wie lässt sich Selbstüberschätzung untersuchen?

Schwardmann: Zunächst scheint Selbstüberschätzung eine positive Fehleinschätzung der eigenen Leistung und Möglichkeiten zu sein. Um sie zu untersuchen, braucht man zum Vergleich ein objektives Maß einer individuellen Performance. In verhaltensökonomischen Experimenten lässt sich messen, ob die eigene Einschätzung eines Probanden der Realität entspricht oder ob sie darüber beziehungsweise darunter liegt. In einer unserer jüngsten Studien haben wir zum Beispiel die Teilnehmer gebeten, einen Intelligenztest zu machen und selbst ihre Leistung im Vergleich zu der der anderen einzuschätzen. Das haben wir dann mit ihrer tatsächlichen Leistung abgeglichen. Unsere Frage war: „Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie zu den Top 2 einer zufällig ausgewählten Vierergruppe gehören?“ Im Schnitt gingen 60 Prozent der Teilnehmer davon aus, zur besseren Hälfte zu gehören.

Was haben Sie damit herausgefunden?

Schwardmann: Wir wollten untersuchen, warum sich Menschen überschätzen. In der Forschung gibt es dazu zwei Meinungen: Die einen sagen, Selbstüberschätzung macht uns glücklich. Die anderen nehmen an, dass es in sozialen Interaktionen hilfreich ist, sich selbst zu überschätzen. Uns ging es darum, die zweite Hypothese abzuklopfen. Unsere Studie zeigt: Ja, Selbstüberschätzung macht uns überzeugender, wenn es gilt, andere zu überzeugen.

Wie sind Sie vorgegangen?

Schwardmann: Die Probanden führten nach dem IQ-Test ein Gespräch, in dem ihr

Gegenüber die besten Teilnehmer identifizieren sollte und diese mit einem Geldbetrag belohnte. Davon wusste vorab nur ein Teil der Teilnehmer. Aber diese Information wirkte sich deutlich auf ihre Selbsteinschätzung aus: Probanden, die wussten, dass sie später andere von sich überzeugen sollten, glaubten, dass sie im IQ-Test besser als ihre Mitbewerber abgeschnitten hatten. Das heißt: Allein, weil sie davon ausgingen, später andere von sich überzeugen zu müssen, stieg ihre Selbsteinschätzung. Das half ihnen dann dabei, andere tatsächlich für sich zu gewinnen. Das lag nicht nur daran, dass sie bessere Statements über sich abgaben, sondern auch an ihren nonverbalen Signalen. Unser Experiment zeigt also, wie nützlich ein hohes Selbstbewusstsein sein kann und dass dieser Nutzen dazu führt, dass wir uns selbst überschätzen.

Die Probanden haben also nicht bewusst übertrieben, sondern sich wirklich für besser gehalten?

Schwardmann: Die Selbsteinschätzung war in der Gruppe, die erwartete, jemanden von sich überzeugen zu müssen, tatsächlich höher. Darüber hinaus haben die Probanden zusätzlich etwas übertrieben, aber nicht zu stark. Offenbar erzählen die meisten nicht gern extreme Lügen über sich selbst.

Es scheint also sehr vorteilhaft, sich selbst zu überschätzen. Ist für solche Menschen das ganze Leben eine Art sich selbsterfüllender Prophezeiung?

Schwardmann: Im Beruf kann das wirklich so sein. Um in unserer Gesellschaft Karriere zu machen, muss man andere von sich überzeugen, und dafür ist es extrem nützlich, an sich selbst zu glauben. Vermutlich schaffen es sehr selbstbewusste Menschen gerade in Bereichen nach oben, in denen extremer Wettbewerb herrscht und die Leistungsmaße nicht so klar zu erkennen geben, was die wahre Qualität der geleisteten Arbeit ist. Es ist anzunehmen, dass das nicht nur für CEOs im Management gilt, sondern auch in der

Politik. Auf der anderen Seite kommen auch sehr selbstbewusste Menschen doch irgendwann an den Punkt, wo sie als Manager oder Politiker durch grandiose Fehlentscheidungen auf den Boden der Tatsachen zurückgeholt werden.

Sind es diese möglichen Fehlentscheidungen, die das Thema Selbstüberschätzung für Sie als Ökonomen interessant machen?

Schwardmann: Ja, solche Fehleinschätzungen können gravierende ökonomische Konsequenzen haben. Es gibt zum Beispiel eine Studie, wonach CEOs, die zu selbstbewusst sind, Unternehmenszusammenschlüsse eingehen, die nicht profitabel sind, und dadurch Gefahr laufen, Millionen Dollar zu verlieren. Wenn wir in der VWL besser verstehen, woher diese Fehleinschätzungen kommen, können wir das in unsere Modelle integrieren und näher an der Realität arbeiten.

Spielt Selbstüberschätzung auch woanders eine Rolle als bei CEOs und in der Politik?

Schwardmann: Ja, es gibt relativ viele Daten zu der Frage, welche Kosten Selbstüberschätzung und Optimismus verursachen. Es besteht zum Beispiel auch viel Evidenz dafür, dass Händler in der Finanzbranche ihre Vorhersagen über Märkte für viel präziser halten, als sie es tatsächlich sind, und deswegen viel Geld verlieren. Der Nobelpreisträger Danny Kahnemann hat einmal sinngemäß gesagt: Wenn er einen Zauberstab hätte, würde er die Selbstüberschätzung abschaffen. Kahnemann sieht vor allem die Kosten: Ärzte, die auf falschen Diagnosen beharren, Unternehmen, die zu sehr an ihre Projekte glauben und viel zu lange an ihnen festhalten und so Zeit und Geld verlieren, Studenten, die falsche Fächer wählen, weil sie ihre Fähigkeiten überschätzen. Wir möchten zu der Frage beitragen, warum Menschen zu optimistisch sind, wenn es doch diese Kosten gibt.

Wie untersuchen Sie das noch?

Schwardmann: Wir testen gerade die Hypothese, dass Menschen die Fähigkeit zum

Selbstbetrug entwickelt haben, weil sie ihnen hilft, andere zu täuschen. Das kann auch Selbsttäuschung über die moralische Qualität ihres Handelns oder ihrer Meinung sein. Um das herauszufinden, haben wir ein großes Feldexperiment gemacht mit Menschen, die an einem Debattierturnier teilnehmen, deren Hobby es also ist, andere zu überzeugen. Der Effekt ist ähnlich. Sobald die Probanden einer bestimmten Seite der Debatte zugewiesen wurden, bewegten sich ihre Erwartungen und Einschätzungen in eine Richtung, die ihrer Argumentation förderlich war.

Lässt sich daraus folgern, dass wir uns unsere eigene Wirklichkeit bauen?

Schwardmann: Ja, das scheint so zu sein. Wir laufen durch die Welt, schauen uns um und fragen uns unbewusst, welche Einschätzungen uns am förderlichsten sind. Wenn man so will: Wir machen uns die Welt. Natürlich können wir uns nicht alles einreden, das muss schon einigermaßen plausibel sein.

Und was sagen Ihnen als Ökonom nun diese Ergebnisse zur Selbstüberschätzung?

Schwardmann: Wir untersuchen als Verhaltensökonom Abweichungen von dem ökonomischen Standardmodell, wonach der Mensch immer rational handelt und seinen eigenen Interessen nachgeht. Aus ökonomischer Sicht sind solche Abweichungen entweder eine Fehlentscheidung oder ein Ausdruck von Präferenzen. Unsere Studie zur Selbstüberschätzung zeigt, dass es gewissermaßen eine Präferenz ist, zu viel von sich zu halten. Menschen nehmen Fehlentscheidungen über ihre Selbsteinschätzung hin, weil es ihnen in einer anderen Dimension hilft, ihnen Nutzen verschafft, wenn sie andere überzeugen. Selbstüberschätzung ist also gar keine Fehlentscheidung, sondern eine optimale Antwort auf das soziale Umfeld. Interview: Nicola Holzapfel

Peter Schwardmann, PhD, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Seminar für Wirtschaftstheorie der LMU.



Ein unveränderliches Merkmal:
Fingerabdruck auf dem Scanner.
Foto: Image Source/Getty Images

Wer ich bin

Der Schwerpunkt

Populisten begegnen

Fragen an die liberale Demokratie

Förderungsforschung

Wie sich Bildungschancen gerechter verteilen lassen

Die Figur Transgender

Warum vor allem immer mehr Mädchen Jungen werden wollen

Fühlt sich wahr an

Wie sich der Mensch seiner selbst in der Welt versichert

Spiel mit der Identität

Speziell designte Moleküle – passender, als die Natur erlaubt



Für populistische Bewegungen, sagt Karsten Fischer, steht die Berufung auf einen vermeintlichen Volkswillen, der sich nur gegen Widerstände durchsetzen könne, im Mittelpunkt. Dafür bedienen sie sich wie die Rechtsausleger von „Pro Chemnitz“ auch gerne des Slogans, hinter dem sich einst die Bürgerrechtsbewegung der DDR sammelte; Chemnitz, September 2018. Foto: John MacDougall/AFP via Getty Images

Populisten begegnen

Karsten Fischer und Astrid Séville untersuchen, was Bewegungen Aufschwung verleiht, die sich auf den „Volkswillen“ berufen – und wie die liberale Demokratie angemessen darauf reagieren kann.

Von Nikolaus Nützel



Wir hatten immer Sorge wegen einer möglichen Tyrannei der Mehrheit und deshalb zu Recht sehr viel Minderheitenschutz in der Verfassung. Im Zuge des Populismus bekommen wir es aber zunehmend mit einer Tyrannei der Minderheit zu tun.“ Karsten Fischer wählt deutliche Worte, um zu erklären, warum es seiner Ansicht nach wichtig ist, sich gründlich mit populistischen Bewegungen zu befassen. Der Professor für Politikwissenschaft an der LMU erforscht gemeinsam mit seiner Kollegin Astrid Séville die Frage, warum populistische Bewegungen in vielen Ländern derzeit so großen Zulauf haben. Und die Forscher suchen nach Antworten, die liberale Demokratien auf diese Entwicklung geben können. „Wie kann eine Gesellschaft bestimmte Werte verteidigen?“ Diese Frage gehe nicht nur Bürger moderner Demokratien an, meint Fischer, es sei auch eine Forschungsfrage, eine, die bisher erstaunlich selten gestellt worden sei. Mit den Mitteln der Politikwissenschaft ein „liberales Narrativ“ für den Umgang mit populistischen Tendenzen zu entwickeln: Das sei das Ziel, so sagen die beiden, dass sie im Rahmen des bayerischen Forschungsverbundes „ForDemocracy“ verfolgen. Und auch: herauszufinden, ob sich Demokratien künftig stärker über das Thema „Anti-Populismus“ definieren werden.

Die Münchner Forscher Séville und Fischer setzen dabei auf das Grundprinzip der Aufklärung „sapere aude – wage zu wissen!“, auch wenn die 1984 geborene Séville in dieser Hinsicht etwas optimistischer ist als der 17 Jahre ältere Fischer. Er ist sich dabei des Problems bewusst, dass sich Politikwissenschaft dem Vorwurf aussetzen könnte, parteiisch zu sein – alleine schon, wenn Wissenschaftler den Begriff „Populismus“ verwenden, der einen eher negativen Beiklang hat. „Doch es ist regelmäßig so, dass politikwissenschaftliche Begriffe Teil der politischen Diskussion sind, also Teil der Themen, die wir untersuchen.“

Die Warnung vor einer „Tyrannei der Minderheit“ zu begründen, fällt Karsten Fischer nicht schwer. Das traditionelle Modell der westlichen Demokratien baue darauf, Minderheiten vor Entscheidungen zu schützen, hinter denen möglicherweise eine Mehrheit der Bevölkerung stehe, die aber gegen humanistische Prinzipien wie die Unantastbarkeit der Menschenwürde verstoßen. In Deutschland zieht sich der Gedanke durch das gesamte Grundgesetz. Doch mittlerweile gibt es nach Fischers Einschätzung politische Minderheiten, „die für sich eine moralische Mehrheit reklamieren, obwohl nur zehn, 15 oder maximal 25 Prozent der Bevölkerung hinter ihnen stehen“.

„Mehrheit ist bei populistischen Bewegungen keine quantitative, sondern eine moralische Frage“, ergänzt Astrid Séville. Das gelte für die deutsche AfD oder die italienische Lega, die im rechten Spektrum der Parteienlandschaft verortet werden, genauso wie für die spanische Podemos, die eher

Konstruktion eines »Volkswillens«

im linken Spektrum steht. Die verschiedenen populistischen Strömungen hätten eine ganze Reihe von Gemeinsamkeiten, erklärt Karsten Fischer. Im Mittelpunkt stehe immer die Berufung auf einen vermeintlichen Volkswillen, von dem behauptet werde, dass er sich nur gegen Widerstände durchsetzen könne. Nicht umsonst sei der Begriff „populistisch“ vom lateinischen „populus“ oder auch dem englischen „people“ abgeleitet. Typisch sei dabei die Vorstellung, „der Volkswille sei etwas Unbeflecktes, Unverdorbenes – da kommen oft auch Vorstellungen von einer Dekadenz der Gesellschaft, in der wir leben, mit dazu“.

Bemerkenswert findet Fischer einen Befund, der sich empirisch belegen lasse: „Das, was als Volkswille bezeichnet wird, ist in Wirklichkeit die Konstruktion von Eliten.“ Erfolgreiche populistische Bewegungen greifen nicht auf Haltungen auf, die sich in Umfragen oder Demonstrationen manifestieren, bevor sich diese Bewegungen formieren. „Sie machen es vielmehr umgekehrt: Sie agitieren, machen Deutungsangebote. Und wenn Menschen darauf anspringen, berufen sie sich darauf, das sei der Volkswille.“

Problematisch ist der Aufschwung populistischer Bewegungen nach Einschätzung der Münchner Politologen, weil sie von ihrem Wesen her antipluralistisch sind. Minderheitenschutz oder Gewaltenteilung seien für sie wenig relevant. „Wichtig hingegen ist ihnen ein starker Volksbegriff, der darauf setzt, dass das Volk eine – auch ethnisch – homogene Gemeinschaft ist“, stellt Karsten Fischer fest. Der Weg zur Ausgrenzung oder gar Diskriminierung von Zuwanderern und anderen Minderheiten sei dann nicht weit. Karsten Fischer beobachtet dabei eine Radikalisierung des politischen Diskurses: „Franz Josef Strauß hat in früheren Jahren mit markigen Worten die Lufthoheit über den Stammtischen verteidigt, um das von ihm ausgegebene Ziel zu erreichen: Rechts von der CSU gibt es nur die Wand. Doch eine Aussage wie die des AfD-Vorsitzenden Gauland, Hitler und die Nazis seien nur ein Vogelschiss in unserer über 1000-jährigen Geschichte gewesen, hätte man von Strauß nicht gehört“, resümiert Fischer. Auch Gaulands Aussage, „die Leute“ wollten jemanden wie den Fußballspieler Jérôme Boateng, dessen Vater in Ghana geboren wurde, „nicht als Nachbarn haben“, habe eine neue, diskriminierende Qualität: „Da werden rote Linien überschritten.“

Eine „echte Revolution des Politikstils“ sieht Fischer in den USA durch Donald Trump: „Vor kurzer Zeit wäre es noch undenkbar gewesen, dass jemand, der schimpft, poltert, diskriminiert und anzügliche Dinge sagt, auch nur durch den Vorwahlkampf kommt.“



Italien zuerst: Solche Forderungen nach nationalem Vorrang gehören zum Standardrepertoire populistischer Bewegungen. Kundgebung der Lega Nord in Mailand, Mai 2019. Foto: Matteo Gribaudo/imagoe images

Trump sei dabei sehr virtuos darin, vergleichsweise neue Formen der Kommunikation wie Twitter zu nutzen und auf diesen Kommunikationsstil auszurichten, meint auch Astrid Séville. Damit entfallende Funktion traditioneller Medien, politische Botschaften als „Gatekeeper“ zu filtern und einzuordnen. Doch die beiden warnen davor, die Sicht auf den Populismus auf nur einen oder wenige Aspekte zu verengen. Die Kommunikation über Twitter oder über Facebook, die auch die deutsche AfD oder die italienische Lega intensiv betreiben, sei nur ein Aspekt von vielen, um den Zulauf zu populistischen Strömungen zu erklären.

Donald Trump oder auch der italienische Lega-Chef Matteo Salvini seien Beispiele für eine „Inszenierung von Ruchlosigkeit“, mit der Populisten ihre Anhängerschaft an sich binden, analysiert Astrid Séville: „Da geht es um Abgebrühtheit, den Deal-Maker, der mal auf den Tisch haut, von dem die Wähler sagen: Der flunkert immer mal wieder, aber das tun wir ja alle.“ Damit gelinge es Populisten, sich von Politikern abzugrenzen, die immer mehr Wähler als technokratisch und nicht authentisch erleben: „Bei Trump oder Gauland meinen manche dann: Das ist einer von uns.“ Wobei es eine deutsche Besonderheit sei, dass es bislang keine Einzelperson gibt, die sich besonders prominent im populistischen Spektrum positioniert. Nach Einschätzung Karsten Fischers könnte bei der AfD durchaus eine taktische Entscheidung dahinterstehen: „Die Idee eines Führers ist vor dem Hintergrund der deutschen Geschichte problematischer als anderswo.“

Während sich die beiden LMU-Forscher insbesondere der Frage nach dem Umgang mit populistischen Strömungen widmen, ist ein Schwerpunkt politikwissenschaftlicher Studien zum Populismus an vielen Forschungsstandorten die Ursachenforschung. Die Ergebnisse münden in eine Erkenntnis, die auch die LMU-Wissenschaftler teilen: Krisenerfahrungen seien ein wesentlicher Faktor, sagt Astrid Séville: „Die Gründung

der AfD war eine Reaktion auf die Euro-Schulden-Krise, die sich später vermengt hat mit der Migrationskrise.“ Sie hält es zugleich für einen Irrtum zu glauben, populistische Bewegungen würden ihre Anhänger vor allem unter „Abgehängten“ rekrutieren. Es gebe inzwischen zahlreiche Untersuchungen, die belegen: Es geht um Status-Angst – darum, den Status quo zu ver-

Der Wert einer kulturellen Gegenerzählung

lieren, oder darum, dass die Kinder diesen Status nicht mehr erreichen. Das jahrzehntelange Versprechen der westlichen Volkswirtschaften, dass die nächste Generation in mehr Wohlstand leben wird als man selbst, sei in den Augen vieler Menschen bedroht: „Und es ist ja tatsächlich so: Es wird für viele schwieriger, sich zum Beispiel Wohnraum zu leisten, während sich Vermögen bei einer kleinen Gruppe immer stärker konzentriert.“ In Süd- und Osteuropa sei die Motivlage jedoch anders: „Dort sind die populistischen Bewegungen nicht ohne die Erfahrungen jahrelanger Sparprogramme oder auch das anhaltende Wohlstandsgefälle zwischen Ost und West zu verstehen.“

Eine Gemeinsamkeit vieler populistischer Bewegungen sei es dabei, die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen als das Ergebnis von Kungelei internationaler Eliten darzustellen, erklärt Karsten Fischer. Diese global vernetzten Eliten würden als abgehoben dargestellt: „Demgegenüber macht der Populismus kulturalistische Identitätsangebote, etwa völkische Zusammengehörigkeit.“ Die Berufung auf eine so breit angelegte Identität wie die Zugehörigkeit zu einem Volk ist in seinen Augen auch eine Reaktion auf eine „stetige

Zunahme von Identitätspolitik“, die er seit den 1980er-Jahren beobachtet. Populistische Bewegungen seien auch deshalb erfolgreich, weil sie einer Identitätspolitik, die die Eigenarten von Minderheiten in den Mittelpunkt stellt, ein viel breiteres Identitätsangebot entgegensetzen: das des Volkes.

Nach Ansicht von Astrid Séville hat auch ein bestimmter Politikstil zum Aufschwung populistischer Bewegungen beigetragen: „Das Mantra der Alternativlosigkeit.“ Egal, ob von der früheren britischen Premierministerin Margaret Thatcher immer wieder zu hören war, „There is no alternative“, oder ob die deutsche Kanzlerin Angela Merkel sagte, „Das ist alternativlos“ – die Folge für den politischen Diskurs sei die gleiche: „Das hat unsere Demokratie, unser Verständnis von Politik und unsere politische Kultur verarmen lassen.“

Für die Suche nach einer gesellschaftspolitischen Antwort auf populistische Bewegungen hält es Karsten Fischer auch für eine Aufgabe von Politikwissenschaft, aufzuzeigen, wie paradox populistische Argumentationslinien oft seien: „Die Populisten, die sich als Alternative bezeichnen, behaupten ja selbst, dass es nur einen einzigen gangbaren Weg gebe.“ Diese Haltung verstecke sich oft hinter unscheinbaren Begriffen wie „gesunder Menschenverstand“ oder „Wahrheit“: „Das ist die populistische Version der Alternativlosigkeit.“ Wenn es etwa um Zuwanderung gehe, heiße es von der AfD, Abschottung sei unumgänglich, denn schließlich gehe es um nichts Geringeres als die Zukunft des deutschen Volkes. Und er sieht bei der Beschäftigung mit populistischen Argumentationslinien vor allem eine große Herausforderung: „Dass im Kern des Populismus ein Fundamentalismus steckt.“

Dieser politische Fundamentalismus verbinde sich oft mit Verschwörungstheorien, etwa der These vom „Bevölkerungsaustausch“, die auch der AfD-Politiker Björn Höcke vertritt und ihn vor einem „Volkstod“ warnen lässt. Die Behauptung, die Migrationspolitik europäischer Regierungen habe

das Ziel, die bisherige Bevölkerung durch Zuwanderer zu ersetzen, lasse sich mit rationalen Argumenten kaum aufbrechen: „Verschwörungstheorien machen sich oft das wissenschaftliche Prinzip der Skepsis zu eigen: Dann wird das Verfahren, das Wissenschaftler ihre Ergebnisse überprüfen, indem sie sie bezweifeln, gegen die Wissenschaft gewendet.“

Fischer sieht an vielen Stellen aber auch eine bewusst zur Schau getragene Wissenschaftsfeindlichkeit. Das gelte in der Diskussion über die globale Erwärmung, bei der die meisten populistischen Bewegungen die weitgehend einhelligen Analysen internationaler Klimaforscher leugnen, ebenso wie für wirtschaftliche Fragen. Als Beispiel nennt er den früheren britischen Minister Michael Gove, der sich besonders energisch

für einen Austritt Großbritanniens aus der Europäischen Union stark gemacht hat. Auf die Frage eines Interviewers, was er dazu sage, dass alle Wirtschaftsexperten den Brexit einhellig für eine ökonomische Katastrophe hielten, antwortete Gove, die Menschen hätten genug von Expertenmeinungen. Die Herausforderung für Forscher verschiedener Disziplinen durch solche Aussagen könne man gar nicht unterschätzen, glaubt Fischer: „Wenn gute wissenschaftliche Argumente nur zu Ressentiments gegen Wissenschaft führen, dann ist das etwas, was man vor 75 Jahren Dialektik der Aufklärung genannt hat.“

Im Jahr 1944 veröffentlichten die Sozialwissenschaftler Max Horkheimer und Theodor W. Adorno ihre Schrift *Dialektik der Aufklärung*, in der sie der Frage nachgehen, wie weite Teile Europas unter die Herrschaft totalitärer Diktaturen geraten konnten. Sie sprechen darin von einem Rückfall von Aufklärung in Mythologie, der ihrer Ansicht nach in den aufklärerischen Prinzipien von vornherein angelegt ist, wenn diese verabsolutiert werden und keine Reflexion auf ihre Voraussetzungen, Problematiken und Gefährdungen vornehmen.

Karsten Fischer setzt auf eine „kulturelle Gegenerzählung“ und sieht dabei auch die Wissenschaft in der Pflicht, an diesem Gegen-Narrativ auf populistische Strömungen zu arbeiten. Astrid Séville hält die Beschäftigung mit dem Populismus vor allem für einen Beitrag, das Konzept der liberalen Demokratie zu stabilisieren. Wenn es gelinge, dem Einzelnen klarzumachen, wie sehr sich jeder in vielerlei Weise von anderen unterscheidet, dann würde jedem bewusst, dass auch er selbst „Toleranzbedürfnisse“ hat: „Wir alle sind in bestimmter Hinsicht Teil einer Minderheit und in Gefahr, diskriminiert zu werden. Wenn man Bürger dazu bringt, darüber nachzudenken, dass jeder die Toleranz der liberalen Demokratie brauchen kann, dann wird klar, wie hochgradig problematisch es ist, wenn jemand für die Abschaffung dieser Toleranz plädiert.“

Gleichzeitig hält Politikwissenschaftler Fischer es für wichtig, die Angst vieler Menschen vor einem sozialen Abstieg, oder auch nur einer Stagnation, aufzugreifen. Er setzt dabei auf Themen, die er als „symbolpolitisch aufgeladen“ erkennt, wie etwa Altersarmut oder Mieten. Überhaupt sei es dringend nötig, neue Antworten auf die Argumente und Behauptungen populistischer Bewegungen zu finden. Denn der Liberalismus könne sich selbst bislang immer nur negativ beschreiben hinsichtlich dessen, was er nicht möchte: „Der Liberalismus will, negativ gesprochen, keine Diskriminierung. Aber wie kann eine Gesellschaft – positiv gedreht – ein wärmendes, identitätsbildendes Weltbild schaffen?“ Die Frage, um die es geht, sei ebenso breit wie zentral und gehe alle an: „Wie wollen wir leben?“ ■



Prof. Dr. Karsten Fischer

ist Inhaber des Lehrstuhls für Politische Theorie am Geschwister-Scholl-Institut für Politikwissenschaft (GSI) der LMU und Leiter des Voegelin-Zentrums für Politik, Kultur und Religion am GSI. Fischer, Jahrgang 1967, studierte Politikwissenschaft, Philosophie und Völkerrecht an den Universitäten Bonn und Frankfurt am Main und wurde an der Humboldt-Universität zu Berlin promoviert; die Habilitation erfolgte ebenfalls dort. Fischer lehrte und forschte unter anderem an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Humboldt-Universität, bevor er 2010 nach München kam.



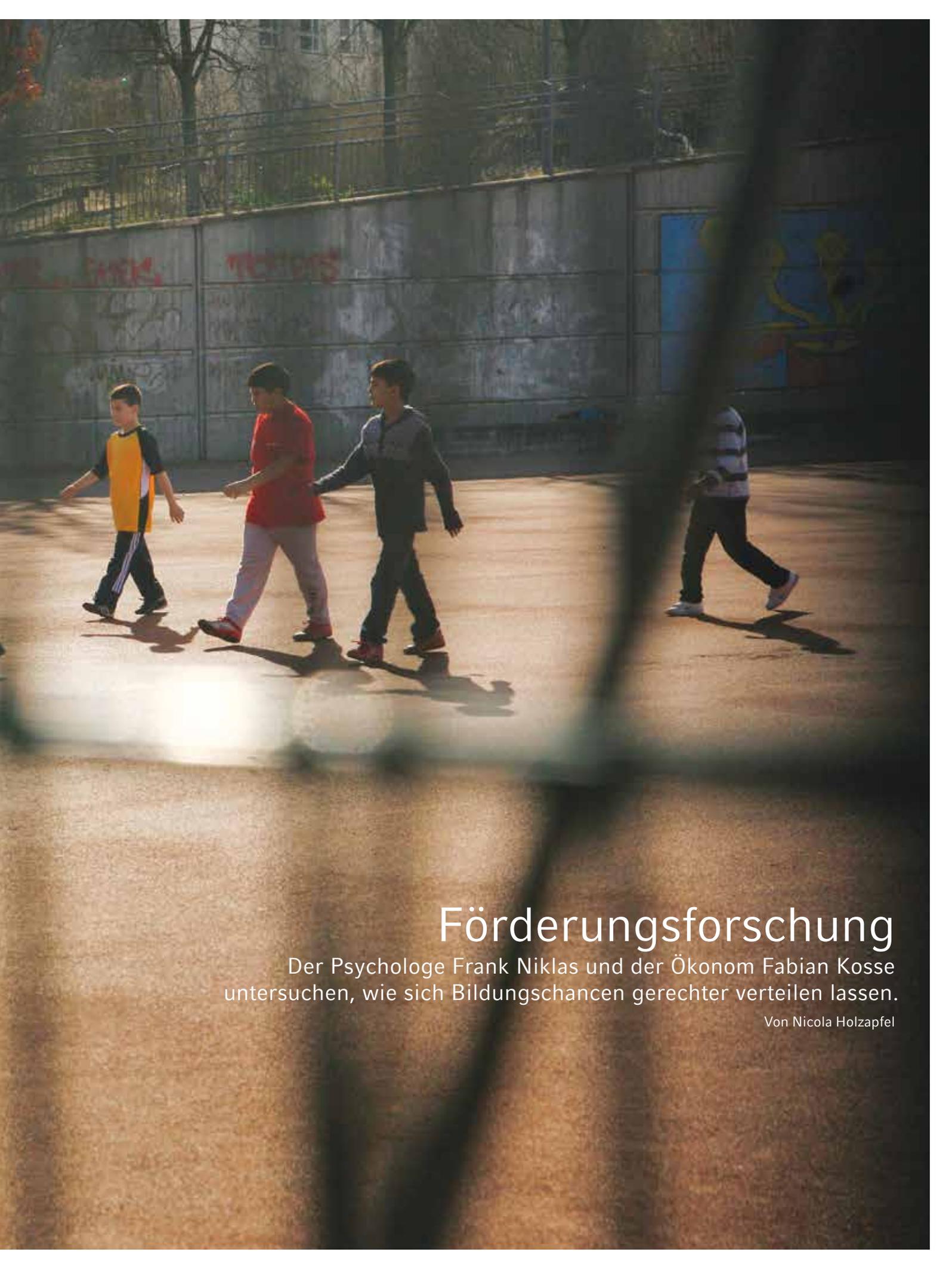
Dr. Astrid Séville

ist Akademische Rätin auf Zeit am Lehrstuhl für Politische Theorie des GSI. Séville, Jahrgang 1984, studierte Politikwissenschaft, Historische Anthropologie und Romanistik an der Universität Freiburg sowie der Université Denis Diderot in Paris. Sie wurde an der LMU promoviert.

Fischer und Séville leiten das Projekt „Antipopulismus: Wissen und Handlungsstrategien in der politischen Bildungsarbeit“ im Forschungsverbund „Zukunft der Demokratie (ForDemocracy)“, den das bayerische Wissenschaftsministerium finanziert.



Abseits in der Schule: „Kinder, die mit den gleichen Fähigkeiten starten, sollten die gleichen Chancen auf Bildungserfolg haben“, sagt Fabian Kosse. „Aber wir sehen, dass das nicht der Fall ist.“ Wie lassen sich die Weichen früh anders stellen? Foto: Wolfram Steinberg/picture alliance



Förderungsforschung

Der Psychologe Frank Niklas und der Ökonom Fabian Kosse untersuchen, wie sich Bildungschancen gerechter verteilen lassen.

Von Nicola Holzapfel

Werden, wer man ist

Frank Niklas forscht darüber, wie ungleiche Bildungschancen das spätere Leben prägen und wie man Kinder aus bildungsfernen Familien am besten unterstützen kann.

Eine Geschichte von Menschen, „die man nie vergisst: die dazu beigetragen haben, dass man werden durfte, wer man heute ist“, schrieb die Schriftstellerin Lena Gorelik für die *Süddeutsche Zeitung* auf. Sie erzählt darin von ihrer eigenen Kindheit, die von der Migration ihrer russischen Familie nach Deutschland geprägt war und die einen beim Lesen mit der Frage konfrontiert: Wie wird man, wer man ist? Welche Rolle spielt die Familie, welchen Einfluss haben Kindergarten und Schulen, die Lehrkräfte, die einen unterrichten? Es ist eine Frage, mit der sich Frank Niklas seit Jahren beschäftigt. Der Professor für Pädagogische Psychologie und Familienforschung begleitet Kinder oft über lange Zeiträume hinweg, um herauszufinden, welche Faktoren ihre Entwicklung beeinflussen.

„Die frühe Lebensphase ist sehr prägend und ein starker Prädiktor für spätere Leistungen im kognitiven Bereich, aber auch für die sozial-emotionalen Fähigkeiten. Das zeigen seit Langem viele Untersuchungen wie die LOGIK-Studie aus den 1980er-Jahren“, sagt der Psychologe. In der „Münchener Längsschnittstudie zur Entwicklung individueller Kompetenzen“ wurde der Entwicklungsstand Vierjähriger in verschiedenen Bereichen wie Intelligenz, Lesefähigkeit, mathematische Fähigkeiten und soziale Kompetenz erhoben; die Kinder wurden in ihrer weiteren Entwicklung bis zu ihrem 23. Lebensjahr wissenschaftlich begleitet. Die Studie zeigte, so Niklas, wie stabil beispielsweise Unterschiede in der Intelligenz und den Lese- und Schreibfähigkeiten zwischen den Kindern über die Jahre hinweg blieben.

„Es ist aber nicht so, dass man sagen könnte: Mit drei Jahren ist alles abgeschlossen. Die gesamte Entwicklung ist von den gene-

tischen Aspekten und den Einflüssen der Umwelt geprägt. Es ist nie so, dass alles genetisch vorgefertigt ist, auf der anderen Seite hat auch nicht die Umwelt alle Handlungsspielräume. Die kindliche Entwicklung ist eine Interaktion aus beidem.“ Frank Niklas untersucht, inwiefern sich dieses Zusammenspiel beeinflussen lässt, um frühe Unterschiede im Aufwachsen von Kindern auszugleichen. Schwerpunkt seiner Forschung sind dabei die kognitiven Fähigkeiten, die Entwicklung der sprachlichen Kompetenzen und des mathematischen Denkens.

In der Fachwelt kursiert ein Schlagwort, das die zahlreichen Unterschiede in den Lebenswelten von Kindern provokant auf ei-

Abhängig vom Status der Eltern

nen Nenner bringt: die 30-Millionen-Wörter-Lücke. Der Begriff stammt aus einer Studie der amerikanischen Psychologen Betty Hart und Todd R. Risley aus den 1990er-Jahren, in der die Entwicklung des Wortschatzes von Kindern aus ärmeren Familien mit der von Kindern aus Professorenhaushalten verglichen wurden. „Die Ergebnisse sind heute umstritten, aber auch andere Studien belegen, dass in Familien abhängig vom sozioökonomischen Status, also dem Beruf und der Bildung der Eltern, unterschiedlich kommuniziert wird, und dass das einen Effekt auf die Entwicklung der Kinder hat. In Familien mit höherer Bildung haben

Kinder einen größeren und qualitativ hochwertigeren Input an Sprache. Es mag auf den Tag gerechnet kein großer Unterschied sein, ob ein Kind 300 oder 1000 Wörter hört, aber auf 365 Tage und über mehrere Jahre hinweg betrachtet, summiert sich das.“

In der entwicklungspsychologischen Forschung wird Familie daher auch als „häusliche“ oder „familiäre Lernumwelt“ gesehen. Hier lernen Kinder im Alltag „informell“, quasi nebenbei, aber auch „formell“, wenn Eltern sich bemühen, ihnen gezielt etwas beizubringen. „Ein ganz wichtiger Bestandteil des Lernens ist die informelle Umwelt, und das ist auch gut so. Es soll ja nicht so sein, dass Eltern zu Hause mit Dreijährigen anfangen, Schule zu spielen. Aber es gibt einen riesigen Unterschied zwischen Familien, ob überhaupt Situationen bewusst kreiert werden, in denen Kinder etwas lernen.“ Dabei hängen, wenig überraschend, die formelle und informelle Lernumwelt zusammen. Die Wahrscheinlichkeit, dass Eltern, bei denen Kinder informell viel lernen, ihnen auch formelle Angebote machen, ist hoch.

Was mit „informellem und formellem Angebot“ in der Fachsprache recht anspruchsvoll klingt, ist im Alltag simpel umzusetzen. „Das fängt an beim Vorlesen. Kindern, denen früher, mehr und häufiger vorgelesen wird, haben später ein höheres Interesse am Lesen und einen besseren Wortschatz. Auch ihre phonologische Bewusstheit wird trainiert, also die Fähigkeit, Sprache auf einer Meta-Ebene zu betrachten und dadurch etwa Reime zu erkennen“, sagt Frank Niklas und versucht zugleich Eltern die Scheu vor der Mathematik zu nehmen: „Mathematik zeigt sich überall im Alltag: Man kann Treppenstufen zählen, beim Kochen Zutaten abwägen oder Würfelspiele machen.“

Für Kinder ist es ein wichtiger Lernprozess zu erkennen, dass ein Würfel Seiten mit unterschiedlich vielen Punkten hat und man entsprechend viele Felder mit seiner Figur auf einem Spielfeld vorgehen darf. Das hilft

Der Markt für Lern-Apps ist riesig

ihnen ungemein. Eltern, die ihren Kindern früh eine positive Einstellung zur Mathematik vermitteln, verschaffen ihnen Vorteile für das spätere Mathematiklernen in der Schule.“

Damit möglichst alle Kinder solche Vorteile haben, setzt Frank Niklas in einem neuen Projekt auf Lern-Apps. Damit will er Kindern, die in weniger anregenden Elternhäusern aufwachsen, Lernchancen eröffnen. Mit diesem Ansatz versucht der Psychologe zudem ein typisches Problem zu lösen, mit dem Studien in seinem Forschungsbereich konfrontiert sind: Familien mit gutem sozialem Hintergrund sind bei den Teilnehmenden eher überrepräsentiert, obwohl doch gerade die Situation in Elternhäusern untersucht werden soll, die ihrem Nachwuchs weniger gute Bedingungen des Aufwachsens bieten. „Bislang haben wir in der Forschung mit analogen Medien gearbeitet, also zum Beispiel Würfelspiele zur Verfügung gestellt. Das Problem ist, dass man mit diesen Materialien eher Eltern erreicht, die sowieso schon viel für ihre Kinder machen. Aber über die Apps, die auf Tablet und Smartphone laufen, ist für die Kinder selbst die Motivation riesig, dabei zu sein.“ Und über die Kinder und die neuen Medien, so die Überlegung, werden die Forscher auch Eltern erreichen, die ansonsten vor der Teilnahme an Studien eher zurückschrecken.

Für die Umsetzung des Projekts wurde Frank Niklas mit einem der renommierten Starting Grants des Europäischen Forschungsrats ausgezeichnet. Gerade ist er mit seinem Team dabei, Lern-Apps zu analysieren. „Der Markt für Lern-Apps ist ein riesiges Geschäftsfeld. Eltern sind durchaus bereit, Geld auszugeben, um ihren Kindern hoffentlich sinnvolle Apps zu besorgen. Nur ein verschwindend geringer Teil dieser Anwendungen jedoch wurde jemals überprüft. Doch wenn die Umsetzung didaktisch nicht gut ist, fällt das Lernen hintenüber“, sagt Frank Niklas. Und das ist offenbar bei so vielen Apps der Fall, dass Frank Niklas inzwischen dazu übergeht, zusammen mit einem Software-Entwickler eigene Apps zu entwickeln. Im nächsten Schritt werden Frank Niklas und sein Team



Prof. Dr. Frank Niklas

ist Professor für Pädagogische Psychologie und Familienforschung an der LMU. Niklas, Jahrgang 1980, studierte Psychologie an der Universität Würzburg, wo er auch mit einer Arbeit über das Thema Schulfähigkeit promoviert wurde. Nach seiner Zeit als Postdoc an der University of Melbourne, Australien, war er Wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Würzburg und Augsburg, bevor er 2019 an die LMU kam. Für seine Forschung wurde er jüngst mit einem der renommierten Starting Grants des Europäischen Forschungsrats ausgezeichnet.

die teilnehmenden Familien zu Hause besuchen, um die Kinder auf ihre sprachlichen und mathematischen Kenntnisse zu testen. „Aus wissenschaftlicher Sicht bieten die Apps ganz andere Möglichkeiten der Auswertung. Das Nutzungsverhalten lässt sich direkt aufzeichnen, so werden wir auch mögliche Unterschiede in der Kompetenzentwicklung messen können, je nachdem, ob Kinder sich häufig oder eher selten damit beschäftigen.“ Und es entfällt ein weiteres Problem, mit dem Forscher bei Befragungen konfrontiert sind: „Wir erhalten keine sozial erwünschten Antworten“, sagt Niklas.

500 Kindergartenkinder werden an dem Projekt teilnehmen. Zu Beginn sind sie etwa vier bis fünf Jahre alt, haben also noch knapp zwei Jahre Zeit bis zum Schulstart. Über einen Zeitraum von vier Jahren werden die LMU-Psychologen ihre sprachlichen und mathematischen Fähigkeiten immer wieder überprüfen. Möglichst früh anzusetzen lautet das Credo, wenn es darum geht, sozialen Benachteiligungen von Kindern gegenzusteuern. Dabei können sich Entwicklungspsychologen auch auf den Wirtschaftswissenschaftler und Nobelpreisträger James Heckman berufen, der mit statistischen Analysen von Sozialprogrammen nachgewiesen hat, wie sehr sich frühkindliche Bildung auszahlt. „Je früher wir intervenieren, desto größer sind die Chancen, dass es etwas bringt. Heckman zeigt mit seinem ökonomischen Ansatz, dass für jeden Dollar, der für kindliche Förderung eingesetzt wird, der Outcome für die Gesellschaft umso höher ist, je früher im Kindesalter die Förderung ansetzt.“

Dabei sieht Frank Niklas nicht das Risiko, durch frühe Förderung zu sehr in die Privatsphäre von Familien einzugreifen: „Die allermeisten Eltern haben ein großes Interesse daran, dass es ihren Kindern gut geht und sie gute Bildungschancen haben. Bei Familien mit Migrationshintergrund ist die Bildungsaspiration der Eltern, also das, was sie sich für die Schullaufbahn ihrer Kinder

wünschen, sogar höher als bei hier geborenen Eltern. Der Wille ist da, es fehlen aber oftmals die Ressourcen oder Möglichkeiten. Deswegen sehe ich Angebote der frühkindlichen Förderung nicht als Bevormundung, sondern als Chance.“

Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss von Familie und Kindergarten auf die Entwicklung von Kindern zeigen, dass das Zuhause einen größeren Einfluss hat. „Dafür gibt es ganz klare Belege“, sagt Frank Niklas. „Aber natürlich sind das immer nur die Ergebnisse von Stichproben und Durchschnittswerte. Im Einzelfall kann das ganz anders aussehen. Wir wissen, dass die beiden Lernumwelten kompensatorisch wirken können. Sollte es so sein, dass die Qualität im Kindergarten nicht so gut ist, kann die familiäre Lernumwelt das auffangen. Aber umgekehrt genauso: Eine gute Qualität im Kindergarten und später in der Schule kann kompensatorisch wirken, wenn Kinder zu Hause zu wenige Anregungen erhalten.“

Entscheidend ist auch, was die Kinder bereits selbst mitbringen. „Es ist immer diese Interaktion zwischen Genetik und Umwelt. Wir starten mit unterschiedlichen Voraussetzungen. Kinder, die eine höhere Intelligenz haben, machen ihren Weg, auch unter schwierigen Umständen. Problematischer ist es für die Kinder, die nicht die besten kognitiven Voraussetzungen mitbringen,

sie sind stärker auf die Qualität ihres Umfelds angewiesen.“ Frank Niklas hat im Rahmen einer Studie zum Beispiel untersucht, inwieweit die Zusammensetzung der im Kindergarten besuchten Gruppe die Entwicklung von Kindern beeinflusst. „Kinder mit nicht so guten kognitiven Voraussetzungen hängen in ihren Leistungen ganz stark davon ab, wie ihre Gruppe sich zusammensetzt. In einer leistungsstarken Gruppe werden sie nach oben gezogen. Kinder mit hoher Intelligenz werden dagegen relativ wenig davon beeinflusst, welches intellektuelle Niveau in ihrer Gruppe herrscht. Das heißt: Um Kinder, die ohnehin sehr stark sind, muss man sich nicht groß Gedanken machen. Aber bei Kindern, die mehr Förderung bräuchten, kommt es stark darauf an, in welchem Umfeld sie aufwachsen.“

Für Eltern, die hin und her überlegen, welche Schule wohl die richtige für ihr Kind sei, hat Frank Niklas eine simple Botschaft: „Was wir in der Forschung sehen, ist: Die Kinder mit guten Voraussetzungen machen ihren Weg, egal auf welche Schule sie gehen. Aber für die Kinder mit nicht so guten Voraussetzungen wäre es wichtig, dass sie nicht nur unter ihresgleichen sind.“ Seine eigenen Kinder gehen in Kindergarten und Schule um die Ecke. Die steigenden Schülerzahlen an Privatschulen betrachtet Frank Niklas mit Skepsis. Dieser Trend wird,

ebenso wie das weit überdurchschnittliche Engagement mancher Eltern, ihr Kind zu fördern, dazu beitragen, dass Kinder aus weniger bildungsaffinen Familien den Vorsprung mancher Gleichaltriger kaum je werden aufholen können. „Die Lücke wird bleiben und, ich fürchte, nicht kleiner werden. Es gibt Eltern, die versuchen, jede Sekunde das Beste für ihr Kind herauszuholen. Und andere, die vielleicht nicht die Zeit, die Möglichkeiten oder das Geld haben, das zu tun.“

Wie also wird man, wer man ist? Wie sehr prägen die ersten Jahre fürs spätere Leben? „Natürlich haben frühe Bildungserfahrungen einen Einfluss darauf, welches Selbstkonzept man als Heranwachsender von sich selbst aufbaut, also einen Einfluss auf die eigene Überzeugung, dass man etwas gut oder weniger gut kann.“ Im Rückblick scheinen oftmals bestimmte Personen entscheidende Impulse gesetzt zu haben. So erinnert sich die Schriftstellerin Lena Gorelik dankbar an einen schwäbischen Lehrer zurück, der mit ihr, die damals des Deutschen kaum mächtig war, einen „Schriftstellerclub“ gründete. Doch entscheidend, so meint Psychologe Frank Niklas, sei das Elternhaus. „Als Kind und im Jugendalter nimmt man selbst gar nicht so sehr wahr, was die Eltern für einen leisten. Erst viel später merkt man, was man ihnen zu verdanken hat.“ ■

Momente fürs Leben

Wie lässt sich ungleichen sozioökonomischen Chancen begegnen? Fabian Kosse plädiert dafür, Kinder zu jenen Zeitpunkten zu unterstützen, an denen Bildungsentscheidungen fallen.

Outcome, Investments, Impact und Rendite – wenn Fabian Kosse über frühkindliche Bildung und die damit verbundenen Lebenswege spricht, verraten allein schon die Begriffe, die er wählt, seinen fachlichen Hintergrund. Er ist Professor für angewandte Ökonomie und forscht über Bildungsge-

rechtigkeit und ungleiche Lebenschancen. „Es gibt in sehr vielen Lebensbereichen Spaltungen nach sozioökonomischem Status. Uni-Absolventen verdienen im Durchschnitt mehr, sind aber auch gesünder und zufriedener als Menschen mit niedrigerem Bildungsabschluss. Wenn Bildung einen

solchen Return hat, wäre es aus Fairnessgründen wichtig, dass Bildungschancen in einer Gesellschaft gleich verteilt sind. Zwei Kinder, die mit den gleichen Fähigkeiten starten, sollten die gleichen Chancen auf Bildungserfolg haben. Aber wir sehen, dass das nicht der Fall ist“, sagt Kosse.



Aufwärts: Wie bekommen Kinder auch aus weniger bildungsaffinen Familien ihre Chance? Frank Niklas sucht nach Möglichkeiten, familiäre Lernumwelten schon früh zu ergänzen, und verfolgt, welchen Lebensweg derart geförderte Kinder nehmen. Fabian Kosse untersucht unter anderem, welchen positiven Einfluss ein Mentoring auf Grundschul Kinder hat. Foto: Christian Charisius/picture alliance

Frühe Bildungschancen sind in den Wirtschaftswissenschaften erst seit wenigen Jahrzehnten ein Thema. „Lange haben Ökonomen ein Individuum erst gesehen, sobald es auf dem Arbeitsmarkt war“, sagt Kosse. Seit etwa Anfang der 2000er-Jahre interessieren sich auch Ökonomen verstärkt für die Entwicklung von Kindern. Eine wichtige Rolle bei diesem Prozess spielte der US-amerikanische Ökonom und Nobelpreisträger James Heckman. Der Wirtschaftsprofessor an der University of Chicago hatte mit seinen Arbeiten über das Perry-Preschool-Projekt, mit dem in den 1960er-Jahren Kinder aus armen Familien vom Vorschulalter an gefördert wurden, den Wert frühkindlicher Bildung berechnet. Die geförderten Kinder erwarben, verglichen mit einer Kontrollgruppe, häufiger einen Schulabschluss und verdienen später mehr. Seither ist Heckmans Mantra, Kinder so früh wie möglich zu fördern. „Je

Menschen gibt, baut sich im Verlauf des Lebens auf. Das liegt vor allem an unterschiedlich hohen Investitionen. Eltern aus höheren Schichten investieren in der Regel mehr in ihre Kinder. Sie geben ihnen mehr Anregungen und Anreize, damit ihre Kinder möglichst gute Fähigkeiten ausbilden können.“

Ein entscheidender Faktor ist dabei die Zeit, die Eltern mit ihren Kindern verbringen. „Das fängt schon sehr früh im Leben an. Studien zeigen, dass Kinder, die länger gestillt werden, im Durchschnitt intelligenter sind. Manche Menschen reagieren bei diesem Thema sehr emotional, aber wir haben uns empirisch im Detail angesehen, woran das liegt: Mütter, die länger stillen“, sagt Ökonom Fabian Kosse, „sprechen später auch mehr mit ihren Kindern und lesen ihnen häufiger vor. Kinder bekommen je nach elterlichem Hintergrund das ganze Leben über unterschiedliche Inputs.“

Für die Forschung ist es eine Herausforderung, dieses Gesamtpaket elterlicher Erziehung zu analysieren und für einzelne Maßnahmen bestimmte Wirkungen nachzuweisen. In den Wirtschaftswissenschaften behilft man sich mit Modellen, um Zusammenhänge menschlichen Verhaltens zumindest ausschnittsweise berechnen zu können. „Ungleichheit ist nicht gleich Ungleichheit. Ich versuche, sie in Kategorien zu unterteilen und die einzelnen Dimensionen zu verstehen“, sagt Fabian Kosse. Es ist der Versuch, ein so komplexes gesellschaftliches Problem wie die sozioökonomische Ungleichheit in überschaubare Portionen aufzuteilen. „Es wird dadurch kleiner, aber so lassen sich Lösungsansätze entwickeln.“

Mit einer Studie, die Kosse seit Jahren leitet, zoomt der Ökonom auf diese Art an einen wunden Punkt des deutschen Schulsystems: die mit der Herkunftsfamilie verbundenen ungleichen Bildungschancen von Kindern. Im Rahmen der Studie untersuchen die Forscher nicht nur die Intelligenz der Kinder, sondern auch die Ent-

wicklung ihrer sozialen Kompetenzen. „In der Mitte des Grundschulalters tut sich eine Lücke auf. Kinder aus benachteiligten Haushalten fallen gegenüber ihren Mitschülern zurück. Das ist selbst dann der Fall, wenn sie zu Schulbeginn die gleichen Fähigkeiten hatten.“ Am Ende der Grundschule gehen dann deutlich mehr Kinder

Mentoren vermitteln den Wert der Bildung

aus Akademikerhaushalten aufs Gymnasium als Kinder, deren Eltern nicht studiert und einen niedrigeren Bildungsabschluss haben. „Wir sehen in unseren Daten, dass die persönlichen Fähigkeiten der Kinder und ihre Noten diese Lücke nur zu einem kleinen Teil erklären können.“

Fabian Kosse interessiert, wie es gelingen könnte, an diesem Punkt für mehr Gerechtigkeit zu sorgen. Seit Jahren begleitet der Ökonom im Rahmen der Studie das Mentoringprojekt „Balu und Du“ wissenschaftlich, um den Effekt des Programms zu untersuchen. Bei „Balu und Du“ werden Grundschülerinnen und -schülern Studierende als Mentorinnen und Mentoren zur Seite gestellt. Einmal die Woche trifft sich das Tandem in der Freizeit für mehrere Stunden, und das über einen Zeitraum von insgesamt einem Jahr hinweg. Deutschlandweit gibt es jährlich mehr als 1000 solcher Paare.

Um das Ergebnis dieses Mentorings darzustellen, veranschaulichen die Forscher es in einer simplen Grafik mit drei Säulen: Vor dem Start des Programms geht etwa die Hälfte der Kinder aus sozioökonomisch niedriger gestellten Familien aufs Gymnasium, bei Akademikerfamilien sind es mehr als 80 Prozent. Durch das Mentoring wird

Wunder Punkt im deutschen Schulsystem

länger die Gesellschaft wartet, um in das Leben eines benachteiligten Kindes einzugreifen, desto teurer wird es“, sagte der Nobelpreisträger etwa in einem Interview mit der Wochenzeitung *Die Zeit*. Die Rendite selbst bei kostenintensiven Frühförderprogrammen sei hoch, den Berechnungen zufolge zwischen sieben und zehn Prozent. Kosse untersucht in Langzeitstudien, die Kinder in Deutschland über mehrere Jahre begleiten, die Effekte unterschiedlicher Bedingungen des Aufwachsens und arbeitet dabei unter anderem mit dem Wirtschaftsprofessor Armin Falk von der Universität Bonn zusammen. „Ein Großteil der Fähigkeitsunterschiede, die es zwischen

der Abstand zwischen den Balken der Grafik kleiner. „Die Lücke wird zwar nicht geschlossen. Aber es gehen nun zehn Prozentpunkte mehr Kinder aus bildungsfernen Elternhäusern aufs Gymnasium.“ Die Forscher arbeiten derzeit noch daran, besser zu verstehen, was zwischen Mentor und Mentee passiert. Bisher können sie vor allem folgende Effekte belegen: „Wenn man den Kindern einen Studenten als Mentor zur Seite stellt, passieren zwei Dinge: Sie bekommen etwas häufiger eine gymnasiale Empfehlung – das könnte daran liegen, dass ihre sozialen Kompetenzen gestiegen sind und ihnen die Lehrer daher mehr zu vertrauen. Und ihre Eltern setzen sich eher darüber hinweg, falls der Übertritt auf das Gymnasium nicht empfohlen wird.“

Die Mentorinnen und Mentoren halten in Tagebüchern fest, wie sie die Zeit mit den Kindern verbringen, und berichten in Seminaren von ihren Erfahrungen. Es sind keine außergewöhnlichen Unternehmungen, die sie mit den Kindern machen. Fabian Kosse war anfangs zum Beispiel erstaunt, wie häufig die Tandems gemeinsam backen. „Aber wenn man darüber nachdenkt, macht es durchaus Sinn: Beim Backen lässt sich leicht eine Bindung aufbauen, man hat Zeit, sich zu unterhalten, und ein Erfolgserlebnis, wenn der Kuchen fertig ist.“ Doch wie alltäglich die gemeinsam verbrachten Stunden auch erscheinen mögen, offenbar gelingt es dadurch, den Kindern und Familien den Wert von Bildung zu vermitteln. „Der Mentor ist als Person ein Vorbild, das hohe soziale Fähigkeiten hat und für Bildungsaspiration steht. Und es geschehen One-to-One-Interaktionen, in denen es möglich ist, den Kindern ein Feedback zu geben. Beides wird von den Kindern offenbar internalisiert und ein Teil dessen, was man will und sein möchte.“

Die Daten aus dem Mentoring-Programm zeigen, dass die Effekte lange anhalten können. Inzwischen begleiten die Forscher die Kinder seit über acht Jahren. „Es ändert sich nicht in allen Dimensionen etwas. Die

Kinder sind zum Beispiel nicht intelligenter geworden. Unsere Hypothese ist, dass sich, angestoßen durch das Mentoring, kleine Veränderungen multiplizieren, auch weil man in eine andere Peergroup hineinkommt und sich andere Vorbilder sucht. Es ist eben nicht so, dass die Kinder wieder vom Gymnasium heruntergehen. Zu weiten Teilen bleiben sie dort.“ Manche Mentees melden sich noch Jahre später bei ihren ehemaligen Mentoren, schicken zum Beispiel Grüße aus dem Auslandssemester. „In der Kindheit und Jugend werden Entscheidungen getroffen, die das weitere Leben prägen. Wenn man es schafft, jemanden an einem solch kritischen Moment wie der Entscheidung für oder gegen das Gymnasium einen kleinen Schritt in die richtige Richtung zu bewegen, kann das einen sehr großen Impact haben“, sagt Fabian Kosse. Gerade startet der Ökonom ein neues Projekt, bei dem es ebenfalls um eine kritische



Prof. Dr. Fabian Kosse

ist Professor für angewandte Ökonomik an der Volkswirtschaftlichen Fakultät der LMU. Kosse, Jahrgang 1984, studierte Volkswirtschaft an der Universität Mannheim und der University of Miami, USA. Promoviert wurde er an der Universität Bonn. Kosse forschte an der Universität Bonn und dem Institute on Behaviour & Inequality (briq), Bonn, bevor er im Jahr 2019 nach München kam.

Bildungsentscheidung geht: In Chile gibt es ein Stipendiensystem, das Schülerinnen und Schüler für ihre Leistungen in den letzten beiden Schuljahren belohnt und ihnen ein Stipendium für die Aufnahme eines Studiums in Aussicht stellt. „Uns interessiert die Frage, was passiert, wenn man einen solchen Anreiz relativ spät, erst in der Jugendzeit, dafür aber sehr lukrativ setzt: Führt es zu mehr Chancengerechtigkeit?“

Es scheint das Gegenteil des Narrativs von James Heckman zu sein, der möglichst früh mit Förderung ansetzen will. Fabian Kosse nimmt dennoch oft auf den Nobelpreisträger Bezug. „Ich würde nicht über ungleiche Bildungschancen forschen, wenn ich nicht während meines Diplomstudiums einen Vortrag von James Heckman gehört hätte“, sagt Kosse. „Er hat sehr anschaulich gemacht, dass Ökonomen noch zu wenig darüber wissen, warum zwei Menschen, die am gleichen Punkt im Leben losgehen, so unterschiedliche Lebenswege haben können: Der eine rundum glücklich und beruflich stabil, der andere oft arbeitslos und unzufrieden.“

In einer anderen Studie untersucht Fabian Kosse, wie sich die Zufriedenheit über das Leben entwickelt und wann sich Unterschiede nach sozioökonomischem Status zeigen. Seit acht Jahren begleitet er Kinder von ihrem Grundschulalter an und befragt sie immer wieder. „Ein spannendes Ergebnis, das bislang noch niemand so klar gezeigt hat, ist: Kinder in der Grundschule sind sehr glücklich, und das unabhängig von ihrem Elternhaus. Aber alle werden, und das ist die traurige Erkenntnis, über die Zeit unglücklicher und in der Pubertät geht die Lücke auf zwischen Kindern unterschiedlicher sozioökonomischer Herkunft: Diejenigen aus benachteiligten Familien sind im Durchschnitt weniger zufrieden. Unsere Vermutung ist, dass die Jugendlichen in diesem Alter realisieren, dass sie nicht auf der Sonnenseite des Lebens stehen.“ ■



Die Figur Transgender

Der Mediziner Alexander Korte und die Soziologin Paula-Irene Villa Braslavsky sprechen über die steigende Zahl transsexueller Jugendlicher und suchen nach einer Erklärung, warum vor allem mehr Mädchen in die Beratungen kommen und Jungen werden wollen.

Moderation: Nicola Holzapfel und Martin Thureau



„Sams Reise“: Unter diesem Titel begleiteten US-Medien Sam Moehlig auf seinem Weg vom Mädchen zum Jungen, einem langen Weg mit fortwährender Hormonbehandlung. Mit 15 musste sich Sam schon ab und an rasieren. Foto: Howard Lipin/picture alliance/ZUMA Press

Früher Leoni, heute Leon: Es sind solche Geschichten der Transformation, die durch die Medien gehen. Sie erzählen von Jugendlichen, die an ihrem Geschlecht leiden. Meist sind es Mädchen, die meinen, im falschen Körper geboren und eigentlich Jungen zu sein. Für viele beginnt mit dieser Selbsteinschätzung ein langer Weg. Sie sind bereit, vieles auf sich zu nehmen, um die geschlechtliche Identität zu realisieren, die sie als die wahre empfinden. Dazu gehören auch lebenslange Hormontherapien und mitunter risikoreiche Operationen. Alexander Korte kennt viele solcher Jugendlichen. Der Kinder- und Jugendpsychiater behandelt und begleitet sie in seiner Sprechstunde am Klinikum der LMU. Und, so berichtet Korte, es werden immer mehr, die sich an Ärzte wie ihn wenden. Paula Villa hat mit den Jugendlichen nicht als Ärztin zu tun, sie beschäftigt sich als Soziologin und Genderforscherin mit Phänomenen wie Transgender und Transsexualität.

Um wie viele Jugendliche geht es da?

Korte: Das lässt sich schwer beziffern, weil sich die Sicht auf Transsexualität gerade sehr wandelt. Es ist deshalb vor allem eine Frage der Definition. Über welches Klientel sprechen wir: Über Patienten, die die Kriterien einer sogenannten Geschlechts- oder Genderdysphorie im Kindesalter erfüllen, die sich also ihrem biologischen Geschlecht nicht zugehörig fühlen und deswegen einen klinisch signifikanten Leidensdruck haben und unter Beeinträchtigungen im sozialen oder emotionalen Bereich leiden? Die Häufigkeit einer solchen Geschlechtsdysphorie wurde ursprünglich immer mit unter einem Prozent angegeben. Oder sprechen wir über die Gruppe, die unter dem ominösen Begriff Transgender rangiert? Das ist ein fundamentaler Unterschied.

Worin besteht der?

Korte: Transgender ist zunächst einmal

eine Form der Selbstkategorisierung. Es ist keine medizinisch-wissenschaftliche Kategorie und auch kein Krankheitsbegriff, bezeichnet somit auch keine Gruppe von Patienten. Das wird aber zunehmend alles in einen Topf geworfen. Um das Phänomen zu fassen, sprechen wir Ärzte zunächst einmal von Körper-Geschlechts-Inkongruenz. Tatsächlich verzeichnen wir deutschlandweit wie auch international einen deutlichen Zuwachs der Klientel, die unsere Beratung in Anspruch nimmt.

Haben Sie dafür Zahlen?

Korte: In München haben wir heute für unsere Sprechstunde fünf- bis zehnmal so viele Anfragen wie noch vor fünf Jahren.

Zwei Jahre Wartezeit auf einen Termin

Weil wir uns viel Zeit für die Jugendlichen nehmen, haben wir mittlerweile Wartezeiten von bis zu zwei Jahren. Diese explosionsartige Zunahme melden alle maßgeblichen Behandlungszentren in Deutschland, das sind Hamburg, Münster und Frankfurt. Aber die Zahlen werden nicht systematisch deutschlandweit erhoben.

Frau Villa, haben Sie als Soziologin eine Idee, warum offenbar immer mehr Jugendliche Probleme mit ihrer geschlechtlichen Identität haben und deswegen spezielle Beratung suchen?

Villa: Ich könnte mir vorstellen, dass es wie bei so vielen anderen medizinischen Phänomenen – in der Geschichte und in der Gegenwart – daran liegt, dass darüber in der Gesellschaft viel mehr gesprochen wird als noch Jahre zuvor. Ein so vager und auch ambivalenter Begriff wie Transgender funk-

tioniert als Selbstbezeichnung, aber auch als Begriff im politischen Vokabular. Damit geht eine gewisse Liberalisierung oder Enttabuisierung einher und damit eine viel größere Sichtbarkeit. Das wiederum trifft auf eine Medizin, die sich heute viel weniger patriarchal autoritär versteht als noch vor Jahrzehnten, sondern sich öffnet und auch beratend auf die individuellen Wünsche und Vorstellungen von Patientinnen und Patienten einstellt. Mitunter, wohl nicht in Ihrem Fall, Herr Korte, werden diese dann eher zu Kundinnen und Kunden. Ich habe ja viel über Schönheitsoperationen gearbeitet, da lässt sich das beispielsweise beobachten. Das alles führt dazu, dass immer mehr Menschen Transgender auch für sich als Thema sehen – was auch immer in der Diagnostik und in der Behandlung dann daraus wird.

Korte: Dass diese Fragen enttabuisiert werden und heute Teil des gesellschaftlichen Diskurses sind, begrüße ich durchaus. Schwierig wird es für mich als Arzt, wenn es gleichzeitig, sozusagen mit dem Aufweichen der Begriffe, um die Frage der Entpathologisierung geht. Denn wo per definitionem keine Krankheit, kein pathologischer Zustand mehr ist, besteht auch kein Anspruch auf Behandlung, wenn man das konsequent zu Ende denkt. Und das ist womöglich ein Riesenproblem für die Betroffenen. All die geschlechtsangleichenden Behandlungen, seien es lebenslange Hormongaben oder genitalchirurgische operative Eingriffe – da fehlt mir die Fantasie, mir das als individuelle Gesundheitsleistung vorzustellen, die die Betroffenen aus eigener Tasche zahlen. Dann wäre eine solche Therapie ein Privileg, das den Reichen vorbehalten bliebe.

Herr Korte, in einem Interview haben Sie von einem Zeitgeistphänomen gesprochen und dafür auch Kritik geerntet. Warum?

Korte: Das ist zunächst einmal beschreibend, nicht wertend gemeint. Es gibt in der Medizin und ihrer Geschichte eine ganze



XX: Foto:YY

Im Trend: „Keine Staffel von *Germany's next Topmodel* ohne eine transsexuelle Kandidatin“, das beobachtet Alexander Korte: Model Tatjana (2.v.r.) im Finale 2019. Foto: Florian Ebener/Getty Images

Reihe von Beispielen für solche Entwicklungen.

Villa: Die Hysterie etwa war an der Wende zum 20. Jahrhundert auch ein Zeitgeistphänomen.

Korte: Vielleicht noch anschaulicher, weil es zeitlich näher liegt, ist das Beispiel der Diagnose Multiple Persönlichkeitsstörung. Ende der 1990er-Jahre wurde auf Kongressen, aber auch in der populärwissenschaftlichen Literatur bis hin zu wenig seriösen Fernsehformaten über dieses Krankheitsbild massenhaft berichtet. Das war dann – und jetzt kommt für mich der entscheidende Begriff – eine sehr gerne angenommene Identifikationsschablone für viele Menschen mit psychischen Problemen, die darin eine Möglichkeit gesehen haben, ihrem individuellen Leid Ausdruck zu verleihen – in einer gesellschaftlich akzeptierten Form. Ähnlich sehe ich das beim Transgender-Phänomen. Nicht zuletzt gibt es einen regelrechten Medienhype – keine

»Es gibt einen regelrechten Medienhype«

Staffel von *Germany's next Topmodel* ohne eine transsexuelle Kandidatin. Es ist geradezu ein gesellschaftlicher Empfangs- oder Möglichkeitsraum entstanden, und mehr und mehr Personen fühlen sich offensichtlich, um es mal spitz zu formulieren, eingeladen, sich selbst als trans zu kategorisieren.

Villa: In dem Begriff Zeitgeist schwingt etwas von Mode, von Einbildung, im besten Falle von Flüchtigkeit mit. Das könnte manchen schon reichen, um sich nicht ernstgenommen zu wähnen – in einer Frage, die für sie als Betroffene von existenzieller Bedeutung ist.

In Ihre Behandlung kommen viel mehr Mädchen als früher, auch mehr als Jungen. Woran könnte das liegen?

Korte: Ich kann diese Frage noch nicht erschöpfend beantworten, ich habe bislang nur Hypothesen. Wichtig festzuhalten ist das Alter: Es sind überwiegend jugendliche Mädchen von 12 Jahren an aufwärts, die sich mit der Selbstdiagnose trans vorstellen. In meinem Erklärungsversuch spielt die Analogie zu anderen jugendtypischen Erkrankungen bei Mädchen eine Rolle. Mädchen drohen öfter als Jungen an den Herausforderungen der Pubertät zu scheitern, insbesondere daran, mit Sexualität und dem zur Reife gelangenden Reproduktionsapparat, also der Fortpflanzungsfunktion, umzugehen. Sie erleben die Pubertät deutlich häufiger als Jungen aversiv. Das gilt vor allem für jene Erfahrung, die den Eintritt der Sexualreife markiert, nämlich die erste Menstruation.

Villa: Meine soziologische These wäre, dass wir in einer gesellschaftlichen Situation leben, in der es aus ganz unterschiedlichen Gründen für den Einzelnen viel wichtiger geworden ist, sich bestimmten Kategorien zuzuordnen, klar sagen zu können, wer man ist: Ich bin so oder anders, ich bin schwul oder hetero, dies oder das. Wie sehr sich das geändert hat, haben Kolleginnen zum Beispiel in einem Forschungsprojekt mit älteren Menschen gesehen, die sich als bisexuell bezeichnen. Die Promovierenden, die die Interviews führten, waren erstaunt, wie viel unpräziser diese älteren Menschen über sich gesprochen haben als heute unter Jugendlichen üblich. Ob man nun lesbisch, bi oder schwul war, das war damals, zur Jugendzeit der Gesprächspartner, gar nicht so die Frage. Man machte halt rum, machte Erfahrungen, erlebte aber auch Leid und Scham. Für heute Elf- und Zwölfjährige steht das geschlechtliche oder sexualitätsbedingte So-Sein schon im Raum, weil wir gesellschaftlich, etwa medial, mehr darüber sprechen, weil wir überhaupt diese Kategorien haben und weil der Diskurs viel

liberaler geworden ist. Das geht einher mit einer Notwendigkeit, sich auch klar zu verorten.

Was bedeutet das für die Jugendlichen?

Villa: Da ist ein Kuss mit dem oder der schon ein Symptom für einen Typus. Für die Heranwachsenden ist nicht so viel Spielraum, weil die Zuordnung heterosexuelle Frau oder pubertierendes Mädchen, so ist mein Eindruck, gesellschaftlich immer enger, immer idealtypischer wird. Wenn das nicht

Das Bedürfnis nach eindeutiger Selbstverortung

auf einen selbst passt, gibt es heute eben andere Kategorien, die man wählen kann. Dass gerade mehr Mädchen zur Beratung kommen, würde ich mit diesem Druck erklären, eine passende Kategorie für sich zu finden, und dem Bedürfnis nach Eindeutigkeit in der Selbstverortung, die ja damit verbunden ist, wie man von anderen gesehen werden möchte. Das sind gesellschaftliche Dynamiken, in denen diese Fragen nach Identität wiederum aus guten Gründen wichtig sind, weil damit Sichtbarkeit und Rechte einhergehen. Diesen Wunsch einzulösen ist schwierig, weil es voraussetzte, dass es bei diesen Identitätsvorstellungen eine Eindeutigkeit gäbe. Und es hat die Kehrseite, dass man dann auch alle anderen so eindeutig sehen will.

Korte: Aber das erklärt nur unzureichend, warum davon Mädchen mehr betroffen sind. Eine Antwort könnte sein, dass sie den gesellschaftlichen Erwartungen stärker ausgesetzt sind, dem Perfektionsanspruch und vor allem auch dem Wunsch, dem Schönheits- und Schlankheitsideal zu entsprechen.

Villa: Ja, das gilt aber zunehmend auch für Jungen und Männer. Tatsächlich haben junge männliche Erwachsene heute, gerade in Bezug auf Sexualität, mit einem massiven Leistungsdruck zu tun. Aber sozusagen historisch gewachsen und in der Breite verankert gibt es das „schöne Geschlecht“ sicher nach wie vor. Für Mädchen ist es noch immer stressig, eine erwachsenere weibliche Form und Rolle anzunehmen. Es ist mit erheblichem Risiko verbunden, aus dem anerkannten Normalitätsrahmen zu fallen.

Sie hatten davon gesprochen, dass Sie Parallelen zu anderen Krankheiten sehen. Welche wären das bei Mädchen denn?

Korte: Es lassen sich Parallelen zu Essstörungen wie Magersucht und Bulimie ziehen. Zweifellos ist hier von einem multifaktoriellen Bedingungsgefüge auszugehen. Aber ein ganz wesentlicher Faktor für die Krankheitsentstehung ist dieses Unbehagen in der Auseinandersetzung mit der eigenen Sexualität und Weiblichkeit, mit dem Hineinwachsen in die neue Rolle. Den zur Reife gelangten Reproduktionsapparat nehmen viele Mädchen als etwas potenziell Bedrohliches wahr.

Villa: Menstruation ist zeitgeistig etwas, das als bedrohlich erlebt werden kann, gerade von jungen Frauen und Mädchen, weil sie so eigensinnig vonstattengeht und der Körper nicht kontrollierbar ist. Es blutet, es geschieht mir, es passiert. Die Vorstellung von Leiblichkeit als Eigensinn, als das, was uns widerfährt, ist gesellschaftlich aber momentan fast schon verworfen worden. Stattdessen herrscht die Vorstellung vom Körper als Material vor, das wir gestalten, und über den wir verfügen. Das stimmt ja auch, ist aber nicht die ganze Wahrheit. Aber ich bin nicht überzeugt davon, dass die reproduktive Reife selbst als bedrohlich erlebt wird.

Sind denn die Vorstellungen von dem, was weiblich und was männlich ist, heute überhaupt noch so klar?

Villa: Nein, sie sind alles andere als klar. Und das ist Teil dieser Dynamik, die ich angesprochen habe: Gerade weil es so unklar ist, gibt es bisweilen ein Bedürfnis nach klaren Kategorien. Nicht, um es sich einfach zu machen, sondern um in der unklaren Vielfalt einen Ort zu haben. Vielleicht reicht es nicht mehr, zu sagen, „ich bin Frau“, womöglich verlangt es nach einer Spezifizierung in cis oder trans etwa, was die Fragen nach Geschlecht und Sexualität vermengt. Natürlich gibt es große Schnittmengen und Berührungspunkte zwischen Geschlecht und Sexualität, aber beides lässt sich nicht umstandslos gleichsetzen. Je unklarer die Vorstellungen von männlich und weiblich sind, desto wichtiger werden offenbar die feinen Unterschiede. Das große Problem für mich als Soziologin ist im Moment die auch in den Gender Studies breit diskutierte Idee, dass das Geschlecht einer individuellen Verfügbarkeit unterliegt.

Weshalb?

Villa: Das ist eine zutiefst antisoziale und irrealer Vorstellung von Weiblichkeit und Männlichkeit. Denn Geschlechtlichkeit ist vor allem eine normative, eine gesellschaftliche und praktische Wirklichkeit, eine, die wir gemeinsam sozusagen machen. Natürlich bin ich auch ein Geschlecht für mich allein, aber dieses speist sich aus gesellschaftlichen Vorstellungen, speist sich aus der Geschichte, aus Positionierungen, aus Normen und Deutungen, auch aus körperlichen Materialitäten, die Geschlechtlichkeit bedeuten. Es gibt also keine Eigentlichkeit von Geschlechtlichkeit, die außerhalb von Praxis oder Gesellschaft ist. Aber es gibt eine Struktur, die geschlechtlich markiert und die uns zu Männern, zu Frauen macht. Zu dieser Struktur verhalten wir uns, wir gestalten sie durchaus mit. Sie ist für uns aber auch eine unverfügbare Wirklichkeit, so etwas wie eine verobjektivierte Möglichkeit. Das heißt, Geschlechtlichkeit erschöpft sich keinesfalls in einer subjektiv-individuellen Entscheidung.

Was sind das für Mädchen, die zu Ihnen in die Sprechstunde kommen, Herr Korte? Wir hatten von den Betroffenen mit Essstörungen geredet. Es gibt ja ein Deutungsmuster, das seien die Überangepassten, die sich über die Erkrankung sozusagen die Kontrolle zurückholen.

Korte: Es ist eine sehr heterogene Gruppe. Das würde ich im Übrigen für die Essstörungen genauso sagen. Es gibt diesen Typus, den Sie beschrieben haben, aber er ist weder bei den Essstörungen noch bei Genderdysphorie der einzige, der sich definieren lässt. Da gibt es diejenigen, bei denen das primär ein Altersrollenkonflikt ist. Es gibt andere, bei denen diese Genderdysphorie tatsächlich schon von der Kindheit an besteht. Das sind diejenigen, wo ich auch tatsächlich von einer genuinen transsexuellen Entwicklung ausgehe.

Villa: Sie würden transsexuell sagen?

Korte: Ich würde weiterhin an diesem Begriff festhalten wollen, auch zur Differenzierung verschiedener Formen der Genderdysphorie. Ich spreche von Genderdysphorie transsexueller Typus und meine da

Mitunter nur Ausdruck einer pubertären Krise

mit eine – kleine – Gruppe mit einer besonders stark ausgeprägten Inkongruenz beziehungsweise einem besonders stark ausgeprägten Leidensdruck, der nur, also zumindest dauerhaft, durch die Einleitung geschlechtsangleichender Behandlungen behoben werden kann.

Wie sieht denn eine solche Behandlung aus?

Korte: Das ist ein ganzes Bündel von Maßnahmen, es sind eben nicht nur körperliche

dizinische Behandlungen, sondern auch eine supportive Psychotherapie in einem Richtlinienverfahren. Dazu kommen juristische Maßnahmen der Geschlechtsangleichung. Dieses Komplettdesign ist richtig für eine kleine Gruppe und sollte gleichzeitig aber auch nur für diese bereitgestellt werden. Für viele andere ist das nicht der richtige Weg. Manchmal ist die Geschlechtsdysphorie eben nur temporär, ausgelöst durch eine pubertäre Krise.

Wie können Sie wissen, wann ein Mensch im falschen Körper geboren wurde?

Korte: Mit der Setzung „im falschen Körper geboren“ habe ich so meine Probleme. Sie ist erst einmal eine Behauptung, die durch nichts belegt ist und deswegen grundsätzlich hinterfragt gehört.

Also gut, wie können Sie wissen, welche Diagnose zutrifft?

Korte: Sicher wissen kann ich das nicht. Ich kann die Betroffenen nur dabei unterstützen, es selbst für sich herauszufinden, sie ausgangsoffen dabei zu begleiten. Das ist in den meisten Fällen ein längerer diagnostisch-therapeutischer Prozess, darauf angelegt, um eine größtmögliche Sicherheit zu erlangen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die alltagspraktische Erprobung, die wir hier in München von den Jugendlichen erwarten, die den langen Weg weitergehen. Ein Jahr lang sollen sie sich unter psychotherapeutischer Begleitung in dem Geschlecht erproben, dem sie sich zugehörig fühlen, und sich gleichzeitig auch mit den gegebenen Limitationen auseinandersetzen.

Ab wann ist man denn selbst alt genug zu wissen, ob man Mann oder Frau ist, und alt genug, sich für einen Eingriff zu entscheiden, der mit lebenslangen Konsequenzen verbunden ist?

Korte: Das ist sehr umstritten. Juristisch ist es so, dass die vollständige Einsichts- und Einwilligungsfähigkeit erst vom 18. Lebens-

jahr vorausgesetzt wird. Das wird aber von Mediziner*innen und Medizinethiker*innen teilweise auch anders gesehen. Ich würde diese Frage ohnehin nicht am chronologischen Alter festmachen, sondern am Entwicklungsalter. Das lässt sich nur individuell herausfinden und festlegen.

Und in Ihrer Beratung versuchen Sie, die Behandlungssuchenden so weit zu beglei-

»Der Körper als Material – das ist die Vorstellung«

ten, bis sie in der Lage sind, wirklich zu entscheiden, ob eine Operation etwas für sie ist?

Korte: Ja. Irreversible chirurgische Eingriffe, die mit so weitreichenden Konsequenzen wie etwa der Infertilität verbunden sind, sind nach den geltenden Leitlinien in unserem Fach ohnehin nicht vor dem achtzehnten Geburtstag zulässig. Wobei es zunehmend Tendenzen gibt, das aufzuweichen. Aber es gibt noch eine andere, in meinen Augen entscheidende Kontroverse: die um die sogenannten Pubertätsblocker. Dabei handelt es sich nicht um die eigentliche gegengeschlechtliche Hormonbehandlung, sondern um eine frühe Medikation, um die Pubertät aufzuhalten. Diese Hormongaben bekommen Jugendliche respektive Kinder in der frühen und mittleren Adoleszenz. Das aber schafft ganz andere Fakten.

Warum?

Korte: Nahezu alle Kinder, die mit Pubertätsblockern behandelt werden, nehmen in einem zweiten Schritt auch gegengeschlechtliche Hormone. Faktisch fällt damit schon, wenn die Kinder elf, zwölf oder 13 sind, die Entscheidung zur Geschlechts-

angleichung. Das halte ich aus entwicklungspsychiatrischer und medizinethischer Sicht für höchst bedenklich.

Villa: Die Vorstellungen von Körpereigentlichkeit, davon, wie tief etwas geht und wie reversibel es ist, können durchaus individuell sehr unterschiedlich sein. Wir wissen das aus unserer Forschung zu Schönheitsoperationen. Haare färben, Waxing, Piercings, Brustimplantate, Schmuckimplantate, Transdermale oder womit man sonst noch seinen Körper modellieren mag – das setzt jeder der Modifikation andere Grenzen. Das wollte ich nur andeuten. Operationen zur Geschlechtsangleichung sind da zugegebenermaßen noch mal ein anderer Fall.

Korte: Pubertätsblocker jedenfalls geben wir in München aus ethischen Gründen deshalb nicht, zumal es derzeit keine wirklich belastbare Evidenz dafür gibt, dass die Behandlung irgendeinen Vorteil hätte. Mit den Blockern werden aber andere Perspektiven früh verbaut, etwa den Geschlechtsidentitätskonflikt möglicherweise doch noch aufzulösen oder ein homosexuelles Coming-out. Nach unseren Erfahrungen ist eine Geschlechtsdysphorie nicht selten Ausdruck einer abgewehrten Homosexualität.

Haben Sie Zahlen für diesen Trend, die Entscheidung durch die neuen Medikamente sozusagen vorwegzunehmen?

Korte: Älteren Katamnesestudien zufolge nehmen maximal 20 Prozent der von einer Geschlechtsdysphorie betroffenen Kinder später auch eine transsexuelle Entwicklung. Seitdem es Pubertätsblocker gibt, geht diese Zahl gegen 100 Prozent. Der Anteil derjenigen, die sich mit dem Geburtsgeschlecht versöhnen, ist über die Jahre hinweg kontinuierlich gesunken. Das liegt wie gesagt vermutlich auch daran, dass es diesen gesellschaftlichen Empfangsraum gibt, dass die Jugendlichen viel positive Verstärkung erfahren und plötzlich den Nimbus des Besonderen haben.



„Ein so vager und ambivalenter Begriff wie Transgender funktioniert als Selbstbezeichnung, aber auch als Begriff im politischen Vokabular“:
Paula Villa und Alexander Korte im Gespräch über Jugendliche, die meinen, im falschen Körper geboren zu sein. Fotos: ole/LMU

Und zwar nicht nur in Schwabing, sondern ebenso in Altötting, wo man es jetzt vielleicht nicht unbedingt erwarten würde. Ich sehe ein Problem darin, dass diese Figur Transgender rein diskursiv konstruiert ist und solch eine Strahlkraft entwickelt hat in unserer Gesellschaft.

Wenn aber Diversifizierung so modern ist und so vieles möglich, liegt darin nicht auch die Chance, dass die, die sich in ihrem Geschlecht nicht wohlfühlen, eine andere Identität leben können, ohne sich operieren lassen zu müssen?

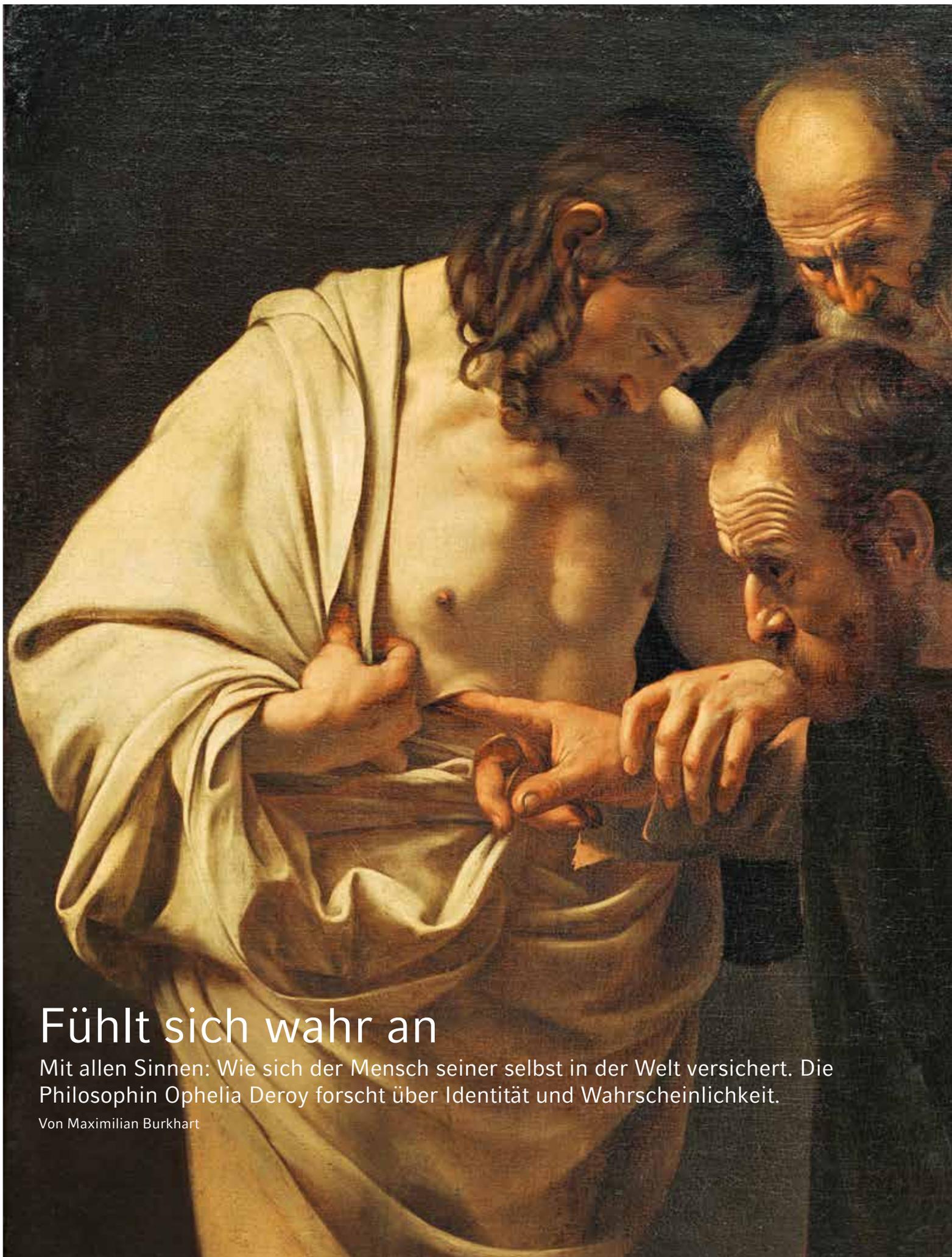
Korte: Die eigentliche Tragik, ich möchte beinahe schon sagen die große Katastrophe, dabei ist aber, dass die Betroffenen der Illusion anhängen, über die Operation

zum anderen Geschlecht ihre Identität zu finden.

Villa: Ich würde mir wünschen, dass wir dahin kämen. Dass es eine individuelle und gesellschaftliche Chance zu nutzen gilt, weniger starr mit dem Geschlecht umzugehen und sich eben nicht darauf zu fixieren, dass es dazu einen spezifischen Körper braucht. Sondern zu sagen: Man kann Weiblichkeit erleben auch als Mensch mit Penis oder Männlichkeit als Person, die menstruiert. Es gibt unterschiedliche Körper und das erlebt sich auch unterschiedlich – es erlebt sich ja auch im Laufe eines Lebens unterschiedlich. Wir müssen dem nicht immer zwingend eine Art von Kongruenz aufbürden, die alle Details eines Lebensentwurfs zur Deckung bringt.

Prof. Dr. Paula-Irene Villa Braslavsky ist Inhaberin des Lehrstuhls für Soziologie/ Gender Studies an der LMU. Villa, Jahrgang 1968, studierte Sozialwissenschaften in Bochum und Buenos Aires, promovierte an der Universität Bochum und habilitierte sich an der Universität Hannover. Im Jahr 2008 kam sie an die LMU.

Dr. med. Alexander Korte ist leitender Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie, Klinikum der LMU. Korte, Jahrgang 1969, studierte Medizin in Barcelona, Berlin, Freiburg und Münster sowie Kulturwissenschaften an der International Psychoanalytic University Berlin. Er ist Facharzt für Kinder- und Jugendpsychiatrie und arbeitete an der Charité Universitätsmedizin Berlin, bevor er im Jahr 2009 an das LMU-Klinikum kam.



Fühlt sich wahr an

Mit allen Sinnen: Wie sich der Mensch seiner selbst in der Welt versichert. Die Philosophin Ophelia Deroy forscht über Identität und Wahrscheinlichkeit.

Von Maximilian Burkhardt



Zweifel an der Auferstehung: *Der ungläubige Thomas* muss förmlich mit den Händen begreifen, dass er Jesus vor sich sieht. Gemälde von Caravaggio, 1595/1600. Foto: AKG-Images

W eil Du mich gesehen hast“, so heißt es im Johannes-Evangelium, „glaubst Du.“ Der Apostel Thomas aber bezweifelt die Auferstehung Jesu, will sprichwörtlich den Finger in die Wunde legen: „Wenn ich nicht die Male der Nägel an seinen Händen sehe“, berichtet der Evangelist Johannes, „und wenn ich meinen Finger nicht in die Male der Nägel und meine Hand nicht in seine Seite lege, glaube ich nicht.“

Der Zweifel ist also fundamental für den christlichen Glauben – und er ist grundlegend sowohl für die Philosophie der Aufklärung wie auch für unsere Vorstellung von Identität. Hat doch schließlich der französische Aufklärer René Descartes in seinen berühmten Meditationen über die Grundlagen der Philosophie gefolgert, dass man an allem zweifeln könne und zunächst auch müsse, nicht aber an der eigenen Existenz. Descartes' sogenannter methodologischer Zweifel führt damit zur Geburt des modernen Subjekts. „Haud dubie igitur ego etiam sum (...) ego sum, ego existo“ – sehr frei übertragen: Ich zweifle, also bin ich!

Doch was bisher ein Axiom, eine fundamentale Annahme der Philosophie war, rückt nun auch in den Fokus der Neurowissenschaften. Und an genau dieser Schnittstelle forscht Ophelia Deroy, die den Lehrstuhl für Philosophy of Mind an der LMU hält.

Die gebürtige Französin ist eine Grenzgängerin. Beheimatet in der analytischen Philosophie, beschäftigt sie sich intensiv auch mit den Neurowissenschaften. Deroy sucht nach den neuronalen wie den formalen Bedingungen von Erkenntnis. Die Thomas-Episode aus dem Johannes-Evangelium enthält, so sagt Deroy, ein entscheidendes erkenntnistheoretisches Postulat: „Anfassen, um sich zu versichern, ist vor allem dann wichtig, wenn unsere anderen Sinne oder unsere Überzeugungen eine hohe Unsicherheit erzeugen.“ Was Thomas sieht, den lebendigen Jesus nämlich, gerät in Konflikt mit seinem Wissen: Jesus ist am Kreuz gestorben. Ist den Augen nicht zu trauen,

will der Verstand förmlich be-greifen. Offenbar ist der Tastsinn ein Verifizierungstool. Was wir berühren, bekommt automatisch eine höhere Plausibilität. Im Zweifel vertrauen wir offenbar mehr der Hand als dem Auge und der Grund dafür liegt im menschlichen Gehirn, wie Deroys Münchner Team gemeinsam mit Forschern aus London empirisch nachweisen konnte.

Die Wissenschaftler nutzten dabei im Experiment eine einfache Sinnestäuschung, bei der zwei Streichhölzer in Form eines umgedrehten T angeordnet waren. Sind beide Hölzer gleich lang, erscheint das senkrechte trotzdem länger als das waagerechte. Die Probanden sollten nun bei unterschiedli-

Der Tastsinn gibt uns ein sicheres Gefühl

chen Längen der Hölzchen ihre Wahrnehmung testen. Es gelang ihnen zwar besser, die Längenunterschiede zu sehen, als sie zu ertasten, und erwartungsgemäß waren sie sich dabei auch ziemlich sicher. Je kleiner aber der Längenunterschied zwischen den Hölzern war, desto mehr vertrauten sie ihrem Tastsinn. „Der Tastsinn ist also nicht besser oder genauer als die anderen Sinne, er gibt uns nur ein sichereres Gefühl, dass wir richtig liegen. Descartes hatte recht, als er sagte, dass es beim Tastsinn besonders schwierig ist, ihn anzuzweifeln.“

Zweierlei zeigen die neurologischen Versuche: Erstens, die konkrete sinnliche Welt ist Basis unserer Vorstellung von Realität. Doch die Wahrnehmung erfolgt nicht einfach neutral. Sie wird, zweitens, vielmehr gefiltert durch das, was wir für Realität halten. Realität ist, sagt Deroy, „geteilter Glaube“, aber auf Basis der sinnlichen Wahrnehmung. Realität ist damit weder eine reine

Konstruktion des Geistes noch einfach objektiv wahrnehmbar.

Wie Wahrnehmung und Gehirn genau funktionieren, haben bislang vor allem die Neurowissenschaften untersucht. Doch Ophelia Deroy gehört einer jungen Generation analytischer Philosophen an, die mit ihren Arbeiten über das eigene Fachgebiet hinaus blickt. Sie folgt einem neurologischen Modell des Gehirns, das auf Annahmen des englischen Mathematikers Thomas Bayes beruht. Bekannt wurde der protestantische Pfarrer, Philosoph und Mathematiker aus dem 18. Jahrhundert durch seinen Wahrscheinlichkeitsbegriff, der vor allem in der Spiel- und Wett-Theorie Karriere gemacht hat.

Grundlage statistischer Wahrscheinlichkeiten ist das „Gesetz der großen Zahlen“: Wirft man eine Münze, so liegt die Wahrscheinlichkeit, Kopf oder Zahl zu bekommen, statistisch bei jeweils 50 Prozent. Aber nur, wenn man häufig genug wirft. Die tatsächliche Verteilung von Kopf und Zahl bei einer nur geringen Anzahl von Würfeln kann erheblich vom statistischen Mittel abweichen. Im (Wett-)Alltag ist dies durchaus ein Dilemma, da häufig eben nicht genug einzelne Messwerte oder Daten für die objektive Ermittlung des statistischen Mittels zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für komplexe Wetten mit mehreren, voneinander abhängigen Variablen des Typs: „Wie groß ist die Chance, dass der FC Bayern gegen Borussia Dortmund doch noch gewinnt, wenn er zur Halbzeit mit 0:1 hinten liegt?“ Bayes betrachtete Wahrscheinlichkeit vor allem unter dem Blickwinkel der Plausibilität, als „Grad vernünftiger Glaubwürdigkeit“, als „vernünftige Einschätzung“ („rational belief“) oder „Sicherheit in der persönlichen Einschätzung eines Sachverhaltes“. Er ging davon aus, dass wir beim Mutmaßen – also dem Beurteilen davon, ob ein bestimmtes Ereignis eintritt oder nicht – ein gewisses Vorwissen mitbringen. Es dient als Basis einer ersten Einschätzung, die aber angepasst wird, sobald neue Informationen zur Verfügung stehen.

Das hört sich unpräzise an, ist allerdings eine enorm erfolgreiche Strategie. Diese „vernünftige Einschätzung“ half unter anderem dem Mathematiker Alan Turing, die Codes der Chiffriermaschine „Enigma“ der Nazis zu knacken und so erst die Landung in der Normandie zu ermöglichen. Das sei „der größte Beitrag zum Sieg der Alliierten über Nazi-Deutschland gewesen“, lobte der damalige britische Premier Winston Churchill diese Leistung.

Das menschliche Gehirn, vermuten Neuroforscher und analytische Philosophen, arbeitet also nicht nur mit Wahrnehmungen, sondern auch mit Mutmaßungen und Vorhersagen darüber, was jeweils als Nächstes passieren wird. Das Gehirn sei, so sagt auch Deroy, ein „predictive coding account“.

Die Theorie des „predictive coding“ überträgt den Bayesschen Wahrscheinlichkeitsbegriff auf die Neurowissenschaften. Der Clou dabei ist: Die Vorhersagen betreffen nicht die reale Welt, sondern die eigenen kognitiven Prozesse, wie der in der Neurologie berühmte „McGurk-Versuch“ gezeigt hat. Dazu spielten Forscher Probanden ein Video vor, auf dem ein Mensch die Silben „ga-ga“ ausspricht. Der Proband sieht einen Mund, der bestimmte Silben formt, und sein Gehirn macht eine Vorhersage darüber, was er hören wird. Doch auf der Tonspur ist deutlich „ba-ba“ zu hören – ein Wahrnehmungskonflikt. Und was macht das Gehirn? Es lässt den Probanden „da-da“ hören.

Das Gehirn verbindet die sich widersprechenden Sinneseindrücke zu einer neuen, virtuellen Wahrnehmung in einem „top-down“-Prozess. Das Gehirn macht eine Vorhersage darüber, was passieren wird. Es stellt dann aber fest, dass etwas anderes eingetreten ist. Um den Widerspruch aufzulösen, macht das Gehirn wiederum eine Vorhersage. Und genau diese Vorhersagen lassen sich hervorragend mit der Bayesschen Wahrscheinlichkeitstheorie beschreiben.

Wahrnehmungen hängen stark davon ab, was wir glauben, dass wir wahrnehmen werden. Und das wiederum, sagt Deroy, ist

stark von Vor-Urteilen bestimmt, wie ein anderer berühmter Versuch zeigt. Dazu hatten die US-amerikanischen Psychologen Daniel Levin und Mahzarin Banaji Probanden manipulierte Fotos von Gesichtern gezeigt. Je mehr „afrikanische“ Merkmale ein Gesicht aufwies wie wulstige Lippen, flache Nase oder krauses Haar, desto dunkler wurde die Gesichtsfarbe von den Probanden wahrgenommen – unabhängig vom tatsächlichen Teint. Und je „europäischer“ ein Gesicht wirkte (lange Nase, schmale Lippen, ovales Gesicht) desto heller erschien es den Probanden. „Das ist ein gutes Beispiel für Wahrnehmungs-Vorurteile“, sagt Deroy: „Differenzen in der Wahrnehmung scheinen von vorgängigen Erwartungen verursacht und nicht von tatsächlichen Differenzen in der Welt.“ Und diese „rassischen“ Wahrnehmungs-Vorurteile wirken nicht nur gegenüber anderen Hautfarben, sondern auch der eigenen. Der Versuch zeige, so Ophelia Deroy, wie Gedanken die Wahrnehmung steuern. Und ein Gedanke ist etwas, das etwas anderes voraussagt, aber nicht sich selbst.

Das bedeutet keineswegs, dass rassistische Vor-Urteile angeboren oder unausrottbar wären, betont Deroy. Da der Prozess gedankengesteuert ist, lässt er sich auch bewusst machen und umkehren: „Reflektieren Menschen über ihre eigenen Wahrnehmungserwartungen, gehen die Vorurteile zurück. Gänzlich verschwinden werden sie aber kaum. Denn das den Vorurteilen zugrundeliegende Vorhersagemodell ist ökonomisch für das Gehirn.“ Es muss nicht ständig die ganze Welt wahrnehmen, sondern jeweils nur die eigenen Vorhersagefehler abgleichen.

Geraten nun Werte ins Wanken und die „Wahrheit“ in die Krise, eröffnet das zunehmend Raum für offenkundige Lügner. Und je instabiler die Welt wird, desto stärker klammern sich Menschen an soziale Konstrukte wie Identität, da sie psychologische Stabilität versprechen, sagt Deroy. Das Problem ist, dass wir Identität absolut wahrneh-

men, aber nur relativ leben. Denn wir haben wir nicht eine, sondern viele Identitäten. Wir sind Bürger, Berufstätige, Freunde, Familienangehörige und so weiter. Und diese Identitäten verändern sich nicht nur, sie stehen

Dieser ganze Körper – ein »Ich«

durchaus auch in Konflikt zueinander, wie Deroy anhand ihrer eigenen Biografie veranschaulicht: Geboren in Frankreich, hat sie ihre Kindheit auf einer Karibikinsel verbracht. Wichtige Abschnitte ihrer beruflichen Karriere hat sie in New York und London verlebt, nun ist sie in München. „Werde ich unfranzösischer? Vielleicht. Aber entscheidend ist doch, wie ich und andere mich bezeichnen. Einige mögen mich für typisch französisch halten, andere zweifeln daran. Aber wer hat recht?“, fragt Deroy. „Es gibt hier keine ‚Wahrheit‘ über die französische Identität.“ Denn es geht hier ja nicht um die Staatsbürgerschaft, die sich von der Identität unterscheidet: „Ich könnte meinen französischen Pass abgeben und würde trotzdem noch als französisch wahrgenommen.“

Ein entscheidendes, wenn auch nicht unveränderliches Merkmal von Identität ist die körperliche Identität, die unser Selbstempfinden aus sensorischen Informationen konstruiert. „Ich weiß, dass dieser Arm mein Arm ist, dass dieser ganze Körper ‚ich‘ ist. Ich besitze ihn nicht einfach wie ein Auto oder einen Mantel, ich bin in diesem Moment dieses körperliche Selbst.“

Diese körperliche Selbst-Identität ist unabhängig von Zuschreibungen, die wir selbst für uns wählen oder die aus unserem sozialen Umfeld stammen. Und sie ist unabhängig von Veränderungen des Körpers, sagt

Deroy. Denn trotz Alterungsprozessen oder künstlicher Gliedmaßen behalten Menschen doch weiterhin eine klare Vorstellung davon, wer sie sind – wo ihr körperliches Selbst beginnt und wo es endet. Nur weil körperliche Identität nicht sozial determiniert ist, heißt das aber noch lange nicht, dass sie nicht konstruiert wäre: „Philosophie und Neurowissenschaften zeigen beide“, sagt Ophelia Deroy, „dass selbst unser grundlegendster Sinn dafür, wer wir sind, ein komplexes Konstrukt ist.“

Fundamental aber sei, so Deroy, die Selbstwahrnehmung des Körpers für alle Wahrnehmungen und Entscheidungen: Identität ist quasi ein Selbst-be-greifen des Körpers: „Wir bleiben wer wir sind – daran lässt unser Gehirn kein Zweifel.“ ■



Prof. Dr. Ophelia Deroy

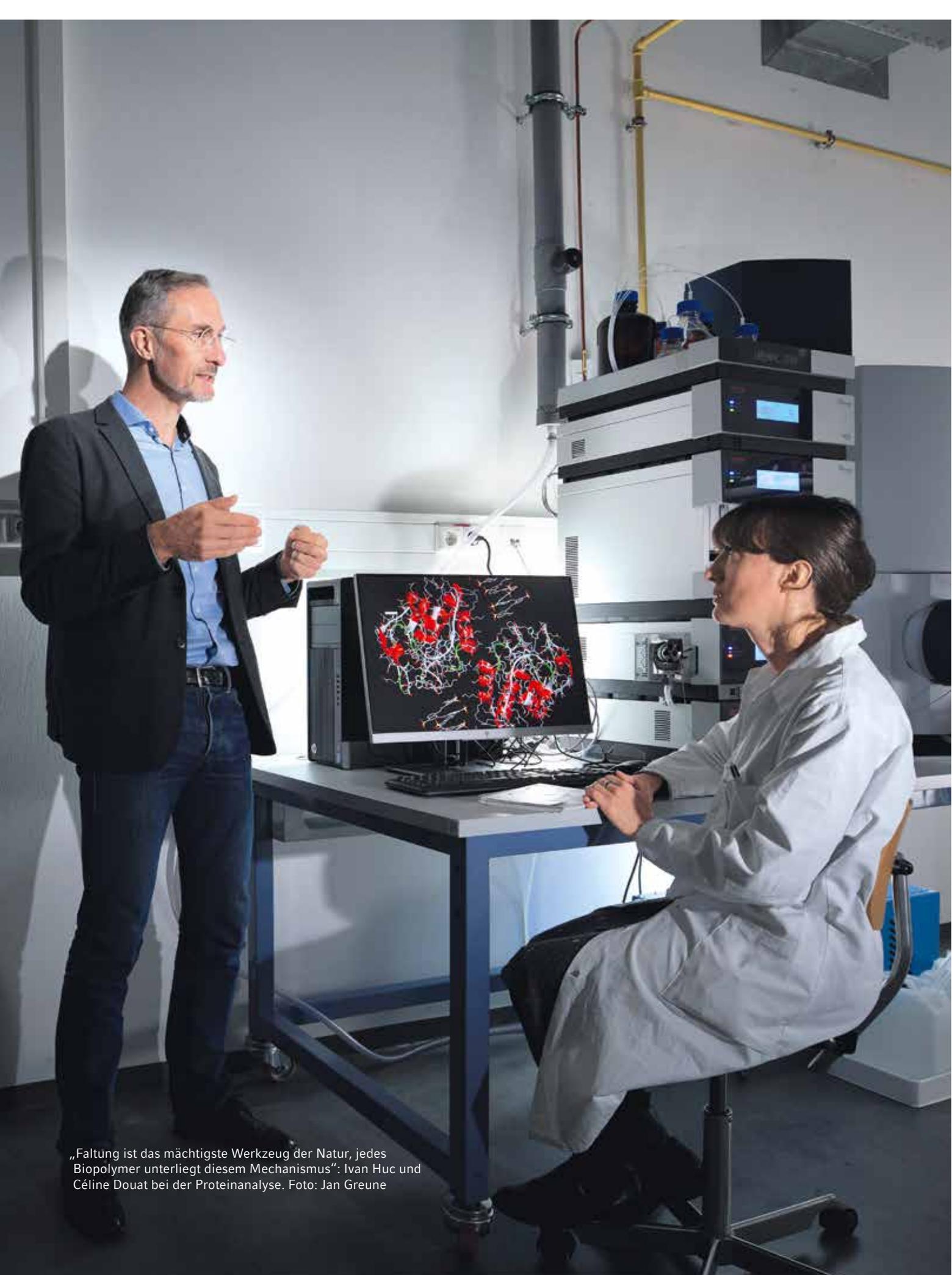
ist Inhaberin des Lehrstuhls für Philosophy of Mind an der Fakultät für Philosophie, Wissenschaftstheorie und Religionswissenschaft und leitet die Gruppe Cognition, Values and Behaviour (CVBE) an der LMU. Deroy, Jahrgang, 1980, studierte Philosophie an der Sorbonne, Paris, und wurde am Institut Jean Nicod der Ecole Normale Supérieure in Paris promoviert. Sie war Postdoktorandin an der New York University, der University of London und an der University of Oxford. Bevor sie 2017 nach München kam, lehrte und forschte sie am Institute of Philosophy der University of London.



Spiel mit der Identität

Mimikry der Moleküle: Der Chemiker Ivan Huc baut künstliche Biosubstanzen, die den Vorbildern täuschend ähneln. Was aber einige von ihnen noch passender macht als das Original, sind die feinen Unterschiede.

Von Hubert Filser



„Faltung ist das mächtigste Werkzeug der Natur, jedes Biopolymer unterliegt diesem Mechanismus“: Ivan Huc und Céline Douat bei der Proteinanalyse. Foto: Jan Greune

Vier Bilder von mächtigen Berggipfeln hat Ivan Huc direkt nebeneinander in seinem Büro aufgehängt. Es sind Berge, die er bestiegen hat, oder fast, wie das Matterhorn, das der französische Chemiker zusammen mit seinem Vater in Angriff nahm. „Kurz vor dem Gipfel mussten wir umkehren, weil es plötzlich mitten im August zu schneien begann“, erzählt er und zeigt die Stelle oben an der Flanke des mächtigen Bergs. Dann zuckt er mit den Schultern und lacht. Ein bisschen lässt sich die Forschung von Ivan Huc mit einem solchen Gipfelanstieg vergleichen: Man hat ein Ziel vor Augen, man braucht sehr lange, um ans Ziel zu kommen, es ist eine mühsame Arbeit und man weiß nicht, welche Hindernisse einen erwarten. Die Natur ist da ein guter Lehrmeister.

Das lässt sich auch auf Ivan Hucs Arbeit als Forscher münzen. Denn hier ist die Natur sein unmittelbares Vorbild. Sein Ziel ist es, künstliche Moleküle zu schaffen, er ahmt dabei die Prinzipien der Natur nach, und das in kleinstem Maßstab und feinsten Details. Aus einfachen Bausteinen konstruiert der Chemiker, der seit 2017 an der LMU arbeitet, mit seiner Gruppe „Biomimetic Supramolecular Chemistry“ Moleküle, die sich mithilfe einer Art Origami-Technik nach dem Abbild ihrer natürlichen Vorbilder formen lassen. Foldamere nennt er sie. „Unsere Expertise ist es, die Form solcher der Natur abgeschauter Moleküle exakt zu kontrollieren“, sagt Ivan Huc. Eine große Stärke, denn: „Die Form bestimmt hier die Funktion, das ist ein biologisches Prinzip.“ Wer die Form beherrscht, erlangt Zugang gleichsam zur Identität der Moleküle und kann sie erforschen.

Am Anfang seiner Forscherzeit noch am Institut Européen de Chimie et Biologie in Bordeaux wusste niemand, wohin dieser Weg führen und ob es irgendwann auch verwertbare Ergebnisse geben würde. Doch Ivan Huc ließ sich nicht beirren. Er studierte das Bindungsverhalten von unnatürlichen Aminosäure-Bausteinen oder anderen reaktionsfreudigen Molekülen. Es gelang ihm,

Kurven und Krümmungen aus den kleinen Einheiten zu bauen, lineare Verknüpfungen zu schaffen und die Winkel zwischen den Molekülen einzustellen. Huc begann, einfache Bausteine nach dem Vorbild der Natur zu designen. Heute nach mehr als zwei Jahrzehnten Forschung kann er mehr als 20 Bestandteile gezielt miteinander reagieren lassen. Er schuf so Formen, wie die Natur sie kennt: Molekülringe mit unterschiedlichem Radius oder schraubenförmige Moleküle nach dem Vorbild einer Helix. Stück für Stück entstand so eine Bibliothek reaktionsfreudiger Bausteine, die Hucs Team inzwischen nach vorher festgelegten Bauplänen zu weitverzweigten Makromolekülen zusammensetzt. „Das ist ein bisschen wie Lego-Spielen. Wir sind neugierig und schauen, was wir bauen können“, sagt Huc und lacht. Doch die Forschung ist weit mehr als ein Spiel. Huc will über das Nachahmen komplexer natürlicher Makromoleküle wie wichtiger Enzyme oder Proteine deren

»Das Nachbauen führt zum Verstehen«

Wirkmechanismen en détail verstehen. Es geht nicht um das exakte Kopieren. Im Gegenteil: Kleine Unterschiede zwischen synthetischem Molekül und Vorbild helfen den Wissenschaftlern, etwas über die faszinierenden Eigenschaften biologischer Systeme herauszufinden. „Es ist ein Spiel mit der Identität“, sagt Ivan Huc. Ziel ist es zu lernen, wie Enzyme an Proteinen katalytisch wirken, wie die DNA Informationen speichert oder auch, ganz generell, wie unterschiedliche Biomoleküle aneinander binden. „Das Nachahmen führt zum Verstehen“, sagt Huc. „Was man nicht nachbauen kann, versteht man auch nicht.“ Auf diesem Weg

erkenne man, welche Bestandteile eines Moleküls für die Funktion wichtig sind.

Ivan Huc macht sich bei seinen Nachbauten ein grundlegendes Prinzip der Natur zunutze: das Falten. „Faltung ist das mächtigste Werkzeug der Natur“, sagt Huc. „Jedes Biopolymer unterliegt diesem Mechanismus.“ Es kann sich selbst auffalten, automatisch nimmt es seine vorgegebene, stabile Struktur ein, wenn es in der Zelle produziert wird. „Die bemerkenswertesten selbstorganisierenden Moleküle sind Proteine mit ihren speziellen Faltmustern“, sagt Huc. In ihrer Vielfalt halten sie den gesamten menschlichen Stoffwechsel in Gang. Sie regulieren den Insulinspiegel ebenso wie das Immunsystem oder die Bindung des Sauerstoffs im Blut. Nach genetischen Bauplänen, die auf der DNA gespeichert sind, bauen sogenannte Ribosomen in den Zellen, molekulare Fabriken, die selbst Konglomerate von Proteinen und dem Erbmaterial RNA sind, andere Proteine zusammen. Ein fertiges Protein ist letztlich eine Kette von Aminosäuren mit einer speziellen räumlichen Struktur, die vorwiegend auf dem Prinzip der Faltung basiert. Indem Huc also Proteine nachbaut, untersucht er die natürlichen Faltungen, ihre räumliche Geometrie und die damit verbundenen Funktionen. „Krankheiten hängen mitunter mit defekten Proteinfaltungen zusammen“, sagt der Chemiker. Versteht man die Faltung, versteht man auch, wo und warum Fehler entstehen könnten und wie sie zu vermeiden wären. In seinem Büro am LMU-Campus in Großhadern hat der Chemiker ein etwas seltsam wirkendes Gebilde aus einfachen Edelstahl-scharnieren aus dem Baumarkt auf dem Schreibtisch liegen. Mit einem Schraubenschlüssel hat Huc sie zusammengefügt, kleine Schraubchen verbinden die Scharniere. „Auch die Natur arbeitet mit einer solchen Mischung aus festen und flexiblen Verbindungen“, sagt Huc. Letztlich bestimmen nur wenige Winkel und Faltungen die endgültige Form. Der Chemiker zieht an einem Ende der Kette, klappt einzelne Scharniere



Zusammenbau der Proteinbausteine: Arbeit am Peptidsynthesizer. Foto: Jan Greune

um und schon entstehen gewundene Strukturen. Mühelos kann er die Edelstahlcharnierschnur zu einem verwinkelten Protein oder sogar einer Helix formen. Klappt nur ein Scharnier um, ändert sich die komplet-

Das Tricksen mit den Imitaten

te räumliche Form. „Prinzipiell gibt es unzählig viele mögliche Faltungen“, sagt Huc. Doch die Natur setzt auf spezielle Formen, die die Moleküle jeweils automatisch einnehmen.

Huc interessiert sich bei seiner Nachahmung vor allem für das Rückgrat wichtiger natürlicher Strukturen, beispielsweise für die so wichtige DNA-Doppelhelix, aus der das genetische Material in jeder Zelle besteht. „Die DNA wird ständig durch Proteine manipuliert, dieses Verhalten entscheidet beispielsweise darüber, ob bestimmte Gene in einem Lebewesen aktiviert werden oder nicht“, erklärt Ivan Huc. Um zu wirken, müssten Proteine die DNA erkennen können, vor allem die räumliche Struktur und die Eigenheiten der Oberfläche. Manche Proteine ahmten hier sogar die Doppelhelix der DNA nach und tricksten ihrerseits andere Proteine aus, die normalerweise an die DNA binden. Genau dieses Prinzip ahmte nun Huc mit seinen Foldameren nach. „Wir können also mit Imitaten der DNA ebenso andere Proteine austricksen“, sagt Huc.

Vor Kurzem gelang ihm in Experimenten genau das, ein wichtiger Erfolg, der das immense Potenzial der synthetischen Moleküle zeigt. Seine Gruppe konnte nicht nur die Struktur einer DNA-Doppelhelix, sondern auch Eigenschaften der Oberfläche imitieren und damit sogar Viren blockieren. Huc nutzte dafür an die Grundstruktur der Dop-



Am Mikroskop: Hucs Mitarbeiterin Valentina Corvaglia untersucht Proteinkristalle. Foto: Jan Greune

pelhelix angefügte negativ geladene Bausteine. Diese Anhängsel trugen jedoch jeweils eine doppelt negative Ladung, nicht wie die Phosphatgruppen an der natürlichen DNA eine einfache. Solch geringfügige Veränderungen legen häufig die funktionellen Eigenschaften ganzer Moleküle fest. Das Ergebnis der Experimente war verblüffend: Offenbar war es für das Andocken von Proteinen unerheblich, wie die chemische Zusammensetzung der geladenen Einheiten nun genau aussah. Einige Proteine kopelten sogar an die künstlichen DNA-Imitate, auch wenn natürliche DNA-Moleküle als Konkurrenz in der Lösung waren. Huc konnte so in seiner in *Nature Chemistry* veröffentlichten Studie zeigen, dass seine DNA-Imitate so gut waren, dass zwei Enzyme, die pharmazeutisch wichtige Ziele sein könnten, an die falsche DNA banden und so blockiert wurden. Eines davon war die HIV Integrase, durch die das HI-Virus sein Genom in die Wirtszelle einschleust.

Für diese „Täuschung“ mussten Hucs Nachbauten die Natur quasi übertreffen. „Wenn die Enzyme auch unter konkurrierenden Bedingungen an das Foldamer binden sollen, muss das Imitat besser sein als das Original“, sagt Huc. Tatsächlich war die Bindung der HIV Integrase an das Foldamer stärker als an die DNA selbst. „Obwohl das Design auf die Ähnlichkeit zur DNA abzielt, verdankt das Foldamer seine wertvollsten Eigenschaften gerade seinen Unterschieden zur DNA.“ Damit könnte Hucs Forschung neue therapeutische Ansatzpunkte eröffnen. Prinzipiell scheinen die Möglichkeiten seiner Forschung nahezu unbegrenzt. Doch Huc hat nicht nur gelernt, wie beim Bergsteigen kleine Schritte zu machen, was übertragen auf seine Forschung heißt, ein großes Problem in kleine Detailfragen zu unterteilen, wie er sagt. Er musste auch erkennen, dass die Geschwindigkeit des Fortschritts begrenzt ist. „In der synthetischen Chemie haben wir ein großes Know-how und gleichzeitig ist sie unser Flaschenhals“, sagt der Chemiker. „Wir können vieles bau-

en, aber es ist immer noch weitgehend Handarbeit im Labor – und das dauert.“ In Image-Filmen oder auch in manchen wissenschaftlichen Arbeiten sieht es so aus, als wäre man völlig mühelos zum Ergebnis gekommen. Man mixt irgendwelche Flüssigkeiten mit den richtigen Bausteinen zusammen, suggeriert die Präsentation, und wie durch Magie faltet sich das richtige Molekül. „Tatsächlich können wir bisher gut 20 molekulare Bausteine gezielt miteinander verbinden“, berichtet Huc. „Hier schieben wir die Grenze allerdings beständig weiter hinaus.“

Seine Aufgabe als Gruppenleiter sei es, das alles im Blick zu behalten, zu strukturieren und auf eine gemeinsame Idee auszurichten. „Das gesamte Team hämmert bei uns auf den gleichen Nagel“, sagt Huc. „Das ist



Prof. Dr. Ivan Huc

ist Inhaber des Lehrstuhls Chemical Biology for Drug Research am Department für Pharmazie der LMU. Huc, Jahrgang 1969, studierte Chemie an der Ecole Normale Supérieure (ENS), Paris. Seinen Ph.D. machte er an der ENS und am Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, USA. Er war wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Université Louis Pasteur in Strasbourg, Frankreich. Danach forschte er am Institut Européen de Chimie et Biologie (IECB) in Bordeaux. Später war er dort Co-Direktor, ebenso am Institut de Chimie & Biologie des Membranes & des Nano-objets, Bordeaux, bevor er 2017 an die LMU kam.

bei vielen Forschergruppen anders, die parallel verschiedene Wege gehen.“ Der Chemiker versucht, die technischen Entwicklungen auf dem Gebiet der Synthese voranzutreiben. Huc erzählt von einer Maschine, die Aminosäuren nach Plan zusammenbauen kann. „Sie ist aktuell noch nicht schneller als ein Labormitarbeiter“, sagt Huc. „Aber sie muss nicht schlafen.“ Er lacht. Damit will Huc künftig Moleküle schneller nachbauen.

In den Fokus der Forschung geraten dabei auch Biopolymere, die in der Natur eine wichtige Rolle spielen: Polysaccharide. Wie funktionieren solche Zucker in biologischen Systemen? Und warum entfalten bestimmte Zuckermoleküle ihre Wirkung, aber andere nicht, obwohl sie chemisch sehr ähnlich sind? Zucker zu erkennen und zu unterscheiden, könnte helfen, solche Fragen zu erforschen. In seiner Arbeitsgruppe hat Huc im vergangenen Jahr ein künstliches Molekül entwickelt, das Zuckerbindungen erkennt und bindet. Es ist eine Art spiralförmige Kapsel, die ein bestimmtes Zuckermolekül einfangen und komplett umhüllen kann, die sogenannte Xylobiose, ein Disaccharid oder Zweifachzucker. Damit haben die Forscher auch einen spezifischen Rezeptor geschaffen, der Zucker erkennen kann. Derzeit arbeiten sie im Labor daran, dass dieser Mechanismus auch in wässrigen Lösungen funktioniert. Dann wäre der Weg zu einer Anwendung frei: Die spiralförmigen Rezeptoren können in lebenden Systemen als Sensoren Saccharide finden und binden.

Möglicherweise liegt hier eine Anwendung von Hucs Grundlagenforschung. Das Rüstzeug jedenfalls liegt in seinem molekularen Mimikry-Baukasten, mit dem er Form und Oberflächeneigenschaften wie die Ladung täuschend echt nachahmen kann. Huc weiß, dass er trotz aller Verlockungen der möglichen erreichbaren Gipfel hier langsam vorgehen muss. „Wir dürfen nicht überdesignen“, sagt Huc. Die Berggipfel in seinem Büro erinnern ihn daran. ■



Immer wieder sind weite Teil Jakartas überflutet, wie hier im Februar 2010. Das Problem wird sich zuspitzen, die Zehn-Millionen-Metropole Indonesiens versinkt im Untergrund. Foto: Adek Berry/AFP/Getty Images



Die Last des Risikos

Sturm, Hochwasser, Dürre: Mit der globalen Erwärmung werden Extremereignisse häufiger und intensiver. Sie treffen vor allem die Ärmsten der Armen. Der Geograf Matthias Garschagen untersucht, wie sich Stadtgesellschaften an den Klimawandel anpassen können.

Von Martin Thureau

Nur ein paar Stunden tobte der Sturm über Mosambik. Für das Land aber und seine Bevölkerung war der Zyklon Idai ein Desaster. Etwa 1000 Menschen starben, drei Millionen waren danach auf Hilfe angewiesen. Doch nach diesem ersten Schlag im März dieses Jahres folgte nur einen Monat später der zweite: Kenneth, ein weiterer schwerer Wirbelsturm, verwüstete das Land. Und noch ist nicht ausgemacht, ob und wie schnell sich das Land von dieser Sturm-saison 2019 erholt.

Die afrikanische Ostküste liegt in der Zugbahn vieler Wirbelstürme, die sich über dem Indischen Ozean aufbauen. Auch wenn Idai womöglich nicht ganz ins Muster passt: Mit dem Klimawandel haben sich die Risiken von Naturkatastrophen in vielen Regionen der Welt dramatisch verschärft. Die Gefahr von Extremereignissen ist deutlich gestiegen: Wirbelstürme, Überflutungen, aber auch Dürren oder Hitzewellen – die Statistiken weisen ein deutliches Plus aus, was ihre Häufigkeit und Zerstörungskraft angeht. Modellierungen lassen zudem vermuten, dass sich dieser Trend mit dem Klimawandel fortsetzt und teilweise sogar beschleunigt. Matthias Garschagen analysiert, was Stürme, Überschwemmungen und Hitzewellen besonders verheerend macht. Er sucht dafür jedoch nicht nur nach den physikalischen Ursachen der Zerstörungskraft, sondern vor allem nach den politischen, ökonomischen, sozialen und kulturellen Gründen, die eine Stadtgesellschaft oder auch nur einzelne Bevölkerungsgruppen verwundbar machen. Verwundbarkeit – das ist der Begriff, der sich in Fachkreisen eingebürgert hat, um die Anfälligkeit von Gesellschaften gegenüber den erwähnten Naturgefahren zu fassen. Vor allem aber untersucht der Geograf auch, welche Möglichkeiten der Anpassung Städte haben, um die Auswirkungen solcher Extremereignisse möglichst klein zu halten.

Er komme ursprünglich aus der klassischen Katastrophenforschung, sagt Garschagen

über seine Berufsbiografie. Mit den Jahren aber habe sich – sozusagen aus aktuellem Anlass – der Fokus seiner Forschung immer stärker darauf gerichtet, wie sich Städte auf die Folgen des Klimawandels einstellen können. Mehrere Jahre lang leitete er eine Abteilung bei der United Nations University (UNU), dem „akademischen Arm“ der Vereinten Nationen. In Bonn unterhält sie das Institute for Environment and Human Security. Seit Frühjahr 2019 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Anthropogeographie mit Schwerpunkt Mensch-Umwelt-Beziehungen an der LMU. Außerdem ist er leitender Autor im Weltklimarat IPCC.

Mosambik ist für Garschagen ein gutes Beispiel dafür, wie die arme Hälfte der Menschheit eine „doppelte Last“ der Ungleichheit trägt – durch das globale Entwicklungsgefälle und die ungleich verteilten Risiken des Klimawandels. Schon die groben Kennzahlen weisen das Land als eines der ärmsten der Welt aus. Fast zwei Drittel der Bevölkerung leben von weniger als 1,90 Dollar am Tag, schrieben Garschagen und sein Kollege Mark Pelling vom Londoner King's College in einem ausführlichen Kommentar im renommierten Fachblatt *Nature*. Im Entwicklungsindex der UN steht Mosambik ganz unten: auf Platz 180 von 189 Staaten. Gleichzeitig aber belegt das Land Rang drei der Liste der am stärksten vom Klimawandel bedrohten Länder Afrikas.

Doch auch das bildet nur einen Teil der Wirklichkeit ab, argumentiert Garschagen. Denn solche Durchschnittszahlen vermittelten ein verzerrtes Bild davon, wie hart es einzelne Gruppen der Bevölkerung treffen kann. Die Ärmsten der Armen etwa leben innerhalb von Städten häufig in den Lagen mit höchster Exposition gegenüber Hochwassergefahren, beispielsweise an Flussläufen – dort, wo wohlhabendere Bevölkerungsteile nicht siedeln möchten. Zugleich haben die besonders Armen die schlechtesten Grundvoraussetzungen dafür, eintretende Extremereignisse bewältigen zu können. Für Nigeria etwa haben Wissen-

schaftler die Effekte dieses ungleich verteilten Risikos beziffert. Die ärmsten 20 Prozent der Bevölkerung verlieren danach bei einem Hochwasser mit 50 Prozent höherer Wahrscheinlichkeit ihr Leben, ihre Existenzgrundlage oder ihre Gesundheit als der Durchschnitt in Nigeria. Noch weit deutlicher sind die Unterschiede für das Risiko, von einer Dürre oder Hitzewelle besonders stark betroffen zu sein.

Umwelt und menschliche Sicherheit: Garschagen hat in seiner Arbeit reichlich Erfahrung dazu in einigen Weltregionen gesammelt, gerade auch in Ländern, in denen aufstrebende Ökonomien einen besonders starken Veränderungsdruck erzeugen. In diesem Herbst ist der Münchner Geograf wieder in Vietnam. Garschagen kennt den sozialistischen Staat mit dem straffen Ein-

Weniger als 1,90 Dollar pro Tag zum Leben

Parteien-System gut, er hat längere Zeit dort zugebracht. Vietnam gehört zu den Staaten, die mutmaßlich besonders stark mit dem Klimawandel zu kämpfen haben werden. Bereits jetzt verzeichnet die Hauptstadt Saigon eine merkliche Zunahme von Hochwasserereignissen. Dieser Trend wird bisher vor allem durch das starke Stadtwachstum und das unzureichende Kanalisationssystem bedingt, erlaubt aber einen Blick in die Zukunft, wenn Meeresspiegelanstieg und eine Zunahme an Starkniederschlägen das Problem weiter verschärfen werden. Städte in Zentralvietnam wie Hue oder Da Nang sind zudem von Wirbelstürmen betroffen, die in ihrer Intensität zunehmen. Wie also sehen gerade in solchen dynamischen Gesellschaften, deren ökonomische und soziale Entwicklung so schwer



Was der Wirbelsturm von der Behausung übrig ließ: Beira, Mosambik, nach dem Zyklon Idai, März 2019. Foto: Yasuyoshi Chiba/AFP via Getty Images

zu prognostizieren ist, künftige Risikotrends aus? Und welchen Anteil hat der Klimawandel daran?

Werden diese Städte irgendwann kollabieren? „Die Städte als solche werden das nicht. Auch Vietnam als Staat ist inzwischen wohlhabend genug, um mit einigen Widrigkeiten umgehen zu können.“ Wichtiger ist für Matthias Garschagen eine andere Frage: Wie lang können auch die ärmsten zehn Prozent der Bevölkerung durchhalten? Wann ist deren wirtschaftliche Existenz zerstört? Kann der kleine Händler sich überhaupt noch ökonomisch erholen, wo doch schon die Stürme der letztjährigen Saison seinen Laster und sein Lager zerstört haben? „Es sind solche Fragen nach den Limits der Adaptation, die uns auch beim Weltklimarat IPCC derzeit umtreiben. Und dabei geht es um die Schwächsten in der Gesellschaft und nicht um den Durchschnitt“, betont Garschagen.

Doch oft ist das Risikomanagement weit von sozialer Gerechtigkeit entfernt. Dafür kennt Garschagen einige Beispiele. Bei dem verheerenden Hochwasser in Bangkok im Jahre 2011 etwa haben die Behörden, um die Regierungs- und Palastbezirke in der Innenstadt vor der Überschwemmung zu bewahren, umliegende ärmere Quartiere „schlichtweg volllaufen lassen“, berichtet er. In Kalkutta haben Stadtplaner und Investoren den Salt Lake District, einen großen innerstädtischen Bereich, weitgehend überschwemmungssicher gemacht. Sie haben das Land höher gelegt, Pumpen installiert, Schleusen und Dammsysteme – ein gigantischer Aufwand zum Hochwasserschutz. Heute wohnt in dem Gebiet eine wohlhabende Bevölkerung. Doch in seinem Umkreis wachsen informelle Siedlungen derjenigen, die für die Reichen Dienstleistungen erledigen. Diese Menschen leben mit einem nochmals höheren Risiko, weil dort zusätzlich das Wasser aufläuft, das in den geschützten Bereichen abgepumpt wird. So gehen derlei Prestigeprojekte an einer Lösung vorbei, weil sie die Frage der sozi-

alen Verwundbarkeit völlig ausklammern, kommentiert Garschagen.

Noch größer sind die Probleme in der indonesischen Hauptstadt Jakarta – und noch größer gedacht ist die vermeintliche Lösung. Die Zehn-Millionen-Metropole versinkt im Untergrund; in den am stärksten betroffenen Bezirken sackt der Boden zwischen fünf und zehn Zentimeter pro Jahr ab, eine atemberaubende Geschwindigkeit. Die Ursache sind vor allem die vielen illegalen Grundwasserentnahmen, derer die Stadtverwaltung nicht Herr wird. Schon heute liegen viele Quartiere unter dem Meeresspiegel, einige mehr als einen Meter; provisorische Betonmauern sollen sie vor der Überflutung bewahren. Bis 2030 könnten 80 Prozent der Stadtfläche betroffen sein, schätzen Experten.

Seit Jahren schon läuft darum ein gigantisches Bauprojekt: Ein riesiger Damm, mehr als 30 Kilometer lang, Dutzende Meter hoch, soll die Bucht von Jakarta abriegeln. Riesige Pumpen, so das Konzept, werden in seinem

Ein riesiger Damm, mehr als 30 Kilometer lang

Schutz ein Bassin entstehen lassen und die Pegelstände der gut 20 Flüsse regulieren, die die Stadt durchziehen. Um das sündteure Megaprojekt zu refinanzieren, werden private Investoren Luxus-Immobilien entlang der Küstenlinie entwickeln. Die angestammte Bevölkerung soll umgesiedelt werden, der ohnehin starke Urbanisierungsdruck wird sie womöglich in hoch exponierte Lagen treiben.

Für Garschagen knüpft sich daran die wissenschaftliche Frage, ob großtechnische Lösungen wie diese eine „Transformation“ des Risikomanagements herbeiführen kön-

nen, einen Befreiungsschlag sozusagen, der es auf eine andere Ebene hebt. In einer Studie hat er zusammen mit Bonner Kollegen die verfügbaren Daten im Fall Jakarta bewertet. Das Urteil der Forscher fällt ernüchternd aus: „Die Strategie zementiert eher das gängige Paradigma des Risikomanagements, als es zu transformieren – den Grundsatz, die Auswirkungen der Flut zu kontrollieren statt die menschengemachten Ursachen anzugehen.“ Die ökologischen und sozialen Kosten seien zudem hoch, der Langzeitnutzen umstritten.

Für Garschagen zeigt das Beispiel Jakarta deutlich: Die entscheidende Frage ist nicht mehr, ob die Anpassung an den Klimawandel technisch und finanziell machbar ist. „Die Instrumente dafür sind bekannt. Die größte Herausforderung halten politische und institutionelle Fragen bereit: Wie bekommen wir das Ganze gerecht aufs Gleis gesetzt?“ Gerade hat Garschagen in Jakarta ein neues Projekt gestartet, um künftige Risikotrends und Anpassungsoptionen zu erforschen. Die Frage, wie es in Zukunft um die soziale Verwundbarkeit der Stadtgesellschaft steht, hänge maßgeblich auch an globalen ökonomischen Fragen: Wie entwickeln sich transpazifischer Handel und internationale Handelsabkommen? Welche Weichenstellungen heute machen die Anpassungsstrategie zukunftsfähig, machen sie robust gegenüber zukünftigen Risikoerläufen und gleichzeitig nachjustierbar? Und nicht zuletzt: Wie lässt sich eine Partizipation der Betroffenen an der Entscheidungsfindung sicherstellen?

Garschagens Team arbeitet mit einer Mischung aus klassischen Methoden der empirischen Sozialforschung und neueren Szenariotechniken. Die Wissenschaftler interviewen Entscheidungsträger, Schlüsselakteure aus der Zivilgesellschaft, die betroffene Bevölkerung, Vertreter der Wirtschaft. Sie machen große Haushalts-Surveys, um ein Bild vom Status quo zu bekommen. Wie steht es mit der sozialen Verwundbarkeit? Wie gehen die Betroffenen

mit Risiken um? Wie hoch ist zum Beispiel die Bereitschaft, eine Versicherung abzuschließen? Mit innovativen Szenariotechniken und Modellen wollen die Wissenschaftler dann mögliche Zukunftspfade abbilden,

Die kleinen Städte wachsen am schnellsten

die die künftige Stadtentwicklung und Formen sozialer Entscheidungsfindung fassen.

Seit einigen Jahren lebt erstmals in der Menschheitsgeschichte mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten, Tendenz weiterhin stark steigend. Zur Mitte dieses Jahrhunderts wird der Anteil womöglich bereits bei zwei Dritteln liegen. Und immer, wenn es um städtische Wachstumsdynamiken ging, auch um die Risiken und die Kehrseiten einer ungebremsten Urbanisierung, galten die Megastädte, die riesigen Agglomerationen, die von ihrer schieren Größe schon bald viele Kapitalen der westlichen Welt in den Schatten stellten, als das Maß der Dinge. Doch noch schneller, so schreiben Matthias Garschagen und Kollegen aus Deutschland, den USA und Uganda in einem weiteren Beitrag in *Nature*, wachsen die Klein- und Mittelstädte, wobei der Begriff aus europäischer Sicht relativ erscheinen mag: Er bezeichnet Stadtgrößen von 300.000 bis zu fünf Millionen Einwohnern. Allein für die Jahre zwischen 2015 und 2030 erwarten Experten dort ein Wachstum von mehr als 30 Prozent. Das würde global gesehen einer Zahl von knapp einer halben Milliarde zusätzlicher Einwohner entsprechen. Die Megacities auf dem Globus werden diesen Schätzungen zufolge „nur“ um zusammengenommen 200 Millionen wachsen.

Und was die Risiken von Naturkatastrophen angeht, ist das Tempo des Bevölkerungswachstums entscheidender als die Größe der Stadt, argumentiert Garschagen. „Das ist lange falsch eingeschätzt worden. Kleine und mittlere Städte haben in der Tat oft eine besonders geringe Anpassungskapazität. Sie sind besonders verwundbar.“ Technische Expertise, Ressourcen, Steuereinnahmen, privates Kapital, politische Aufmerksamkeit – all das, was den Kommunen helfen kann, dem Desaster vorzubeugen oder mit ihm umzugehen, all das ist eher in den großen Städten zu finden, weniger in den kleinen. Dort lässt der Wildwuchs die städtische Verwaltung womöglich schnell kapitulieren. „Die Städte“, sagt Garschagen,

Entkopplung von Urbanisierung und Wachstum

„wachsen so schnell, dass die ökonomische Entwicklung nicht Schritt halten kann. Sie haben gar nicht die Wertschöpfung, um Infrastrukturaufbau sinnvoll zu betreiben.“ Eine solche Entkopplung von Urbanisierung und ökonomischem Wachstum lasse sich vor allem in afrikanischen Staaten beobachten.

Doch auch in der sogenannten Ersten Welt, in wohlhabenden Ländern wie Deutschland, in denen Sozialsysteme vergleichsweise viel auffangen, daran erinnert Garschagen, gibt es eine soziale Verwundbarkeit, was die Auswirkungen von Klimaphänomenen angeht. „In München gibt es beispielsweise viele, die von Altersarmut betroffen sind. Das sieht man nicht immer so, wenn man in der hippen Maxvorstadt herumläuft.“ Oft sind dies Alleinstehende, die womöglich sozial isoliert und immobil in engen, schlecht klimatisierbaren Wohnungen le-

ben. Welches Risiko tragen diese Menschen, wenn Hitzeperioden wie in den vergangenen beiden Sommern in Zukunft noch häufiger und intensiver auftreten?

Solche Fragen untersucht Garschagen gemeinsam mit Partnern gerade modellhaft für die Städte Ludwigsburg und Bonn, finanziert vom Bundesforschungsministerium. „Wir versuchen erst einmal zu verstehen, wie sich das Risiko überhaupt verteilt, versuchen diejenigen auszumachen, die von einer Hitzewelle besonders betroffen wären. Wir arbeiten da auch mit Rettungsdiensten und Trägern von Pflegeeinrichtungen zusammen. Wir haben außerdem empirische Befragungen gemacht: Wissen die Stadtbewohner überhaupt noch, wer in ihrer Nachbarschaft bedürftig sein könnte?“ Köln und Kerpen sind die Modellstädte in einem weiteren Forschungsprojekt. Dabei geht es um das Ausfallen kritischer Infrastrukturen: Was etwa passiert, wenn aufgrund eines Stromausfalls die Trinkwasserversorgung gefährdet ist? „Wissen wir überhaupt“, fragt Garschagen, „über welche Größenordnungen der Mindestversorgung wir da nachdenken müssen?“

Saubere, „gut durchevaluierte“ Entscheidungsgrundlagen zu liefern, das sieht Garschagen als eine seiner Aufgaben als Wissenschaftler. Vor Kurzem hat der Weltklimarat den Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC) veröffentlicht, an dem der Münchner Geograf als leitender Autor beteiligt ist. Was passiert eigentlich mit dem Globus und den Menschen darauf, darum geht es in dem Bericht, wenn etwa die Polkappen schmelzen und die Böden in den Permafrostregionen tauen? Welche Möglichkeiten der Anpassung gibt es? Wo liegen ihre Grenzen? Wo bleibt nur noch, mit Verlusten und Zerstörung zu leben? Der IPCC hat die „goldene Regel“, sagt Garschagen, nicht durch dezidierte, wissenschaftliche Information politischen Entscheidungsträgern den Handlungsspielraum zu nehmen, sondern

die Konsequenzen einzelner unterschiedlicher Entwicklungspfade aufzuzeigen.

„Die Wissenschaft ist eine wichtige Stimme in der Klimadiskussion“, sagt Garschagen.

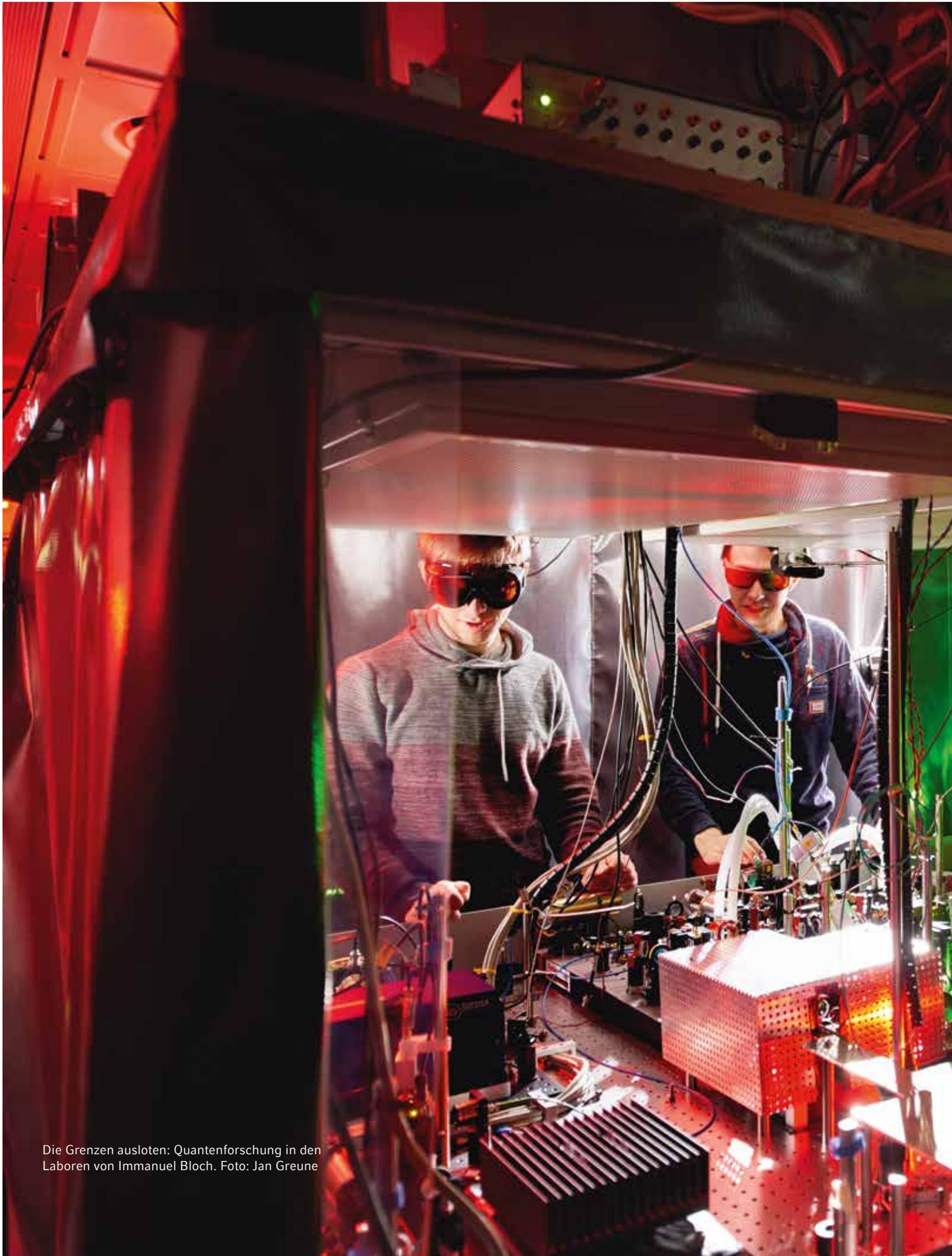
„Aber letzten Endes handelt es sich um einen Governance-Prozess, in dem die Gesellschaft als solche aushandeln muss, welchen Weg sie gehen will.“

Was natürlich nicht heißt, dass die Erkenntnisse der Wissenschaftler nicht als Mahnung zu verstehen sind. Eines jedenfalls hat schon der vorige Sonderbericht des Weltklimarates IPCC vor einigen Monaten vorweggenommen. Dafür hatten die Wissenschaftler untersucht, unter welchen Bedingungen sich die globale Erwärmung noch unter 1,5 Grad halten ließe. „Der Report hat gezeigt“, sagt Garschagen, „wie spät wir schon damit dran sind, dem Klimawandel zu begegnen.“ ■

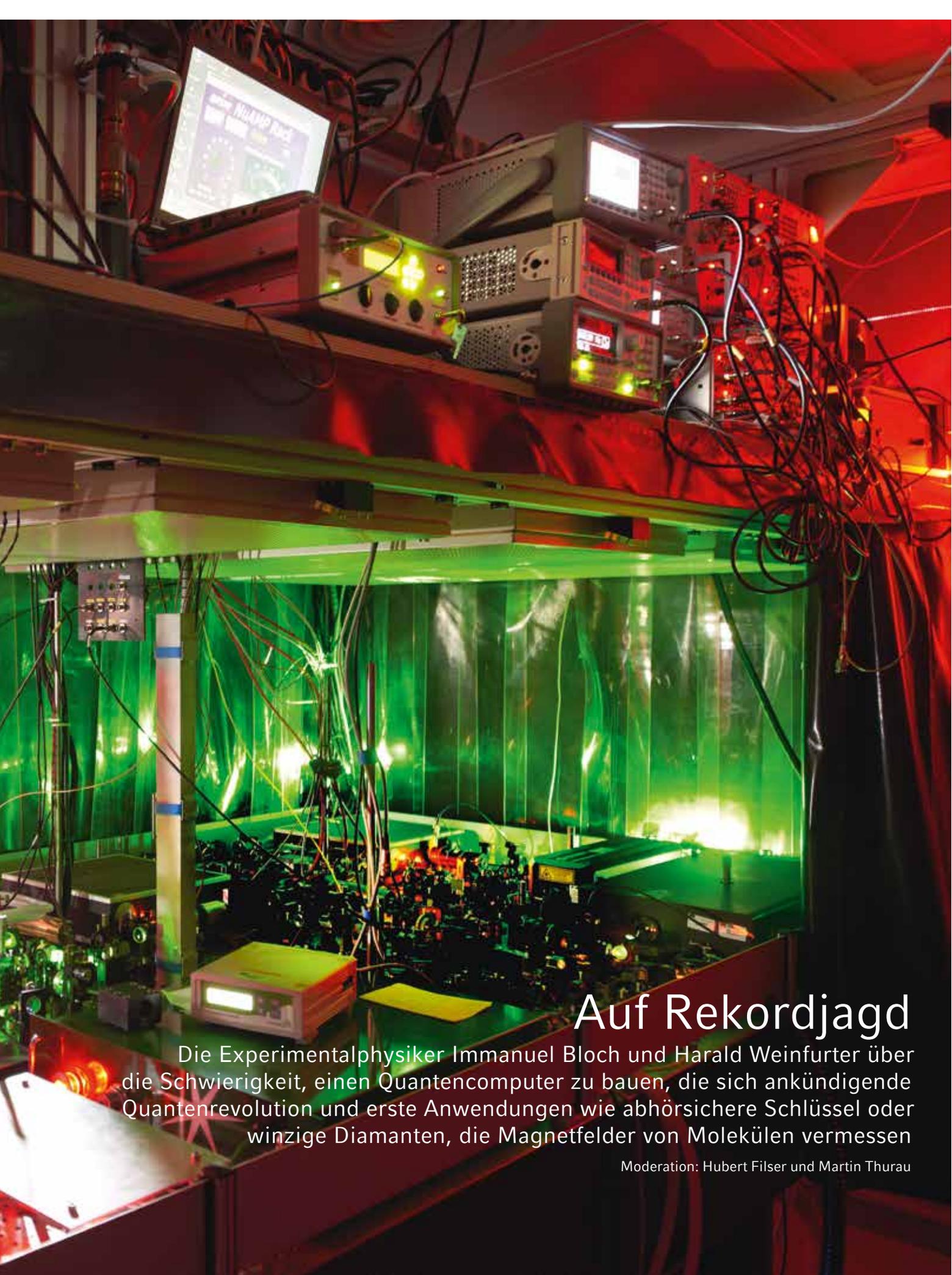


Prof. Dr. Matthias Garschagen

ist Inhaber des Lehrstuhls für Anthropogeographie mit Schwerpunkt Mensch-Umwelt-Beziehungen an der LMU. Garschagen, Jahrgang 1981, studierte Geografie, Volkswirtschaft und Ethnologie an der Universität Köln und an der Simon Fraser University, Vancouver, Kanada. Er wurde in Köln promoviert. Danach leitete er am Institute for Environment and Human Security der United Nations University (UNU) in Bonn eine eigene Arbeitsgruppe, bevor er im Frühjahr 2019 nach München kam.



Die Grenzen ausloten: Quantenforschung in den Laboren von Immanuel Bloch. Foto: Jan Greune



Auf Rekordjagd

Die Experimentalphysiker Immanuel Bloch und Harald Weinfurter über die Schwierigkeit, einen Quantencomputer zu bauen, die sich ankündigende Quantenrevolution und erste Anwendungen wie abhörsichere Schlüssel oder winzige Diamanten, die Magnetfelder von Molekülen vermessen

Moderation: Hubert Filser und Martin Thurnau

Alle reden vom Quantencomputer und von einer Revolution. Spüren Sie eine Aufbruchsstimmung wie die Pioniere der Computerisierung damals, als sie in Wohnzimmern und Garagen die ersten Rechner zusammenlöteten?

Bloch: Na ja, die Pioniere damals waren eigentlich schon einen Schritt weiter. Sie hatten ja schon die einzelnen Bausteine, Transistoren und Chips, und konnten daraus Computer bauen. Wir sind noch eine Stufe davor, wir arbeiten, wenn Sie so wollen, an den ersten kleinen integrierten Schaltkreisen.

So bescheiden? Wie weit ist denn die Entwicklung tatsächlich?

Weinfurter: Es gibt erste Rechner mit 60 bis 70 Quantenbits, abgekürzt Qubits. Das sind die elementaren Recheneinheiten eines Quantencomputers, der ja auf einer neuen Form von Informationsverarbeitung beruht. Anders als ein Transistor kann ein Qubit die Zustände 0 und 1 simultan speichern. Dann werden Rechenoperationen nicht nacheinander, sondern parallel ausgeführt.

Was kann man damit machen?

Weinfurter: Was herkömmliche Anwendungen angeht, nichts, was man mit einem normalen Notebook nicht auch hinbrächte. Durch sogenannte Superposition der Qubits, Überlagerungszustände also, entsteht aber ein hochdimensionaler Raum. So lassen sich spezielle Dinge simulieren, die man selbst mit Supercomputern nicht mehr darstellen könnte, Quantensysteme mit mehr als 50 oder 60 Atomen in einem Festkörper zum Beispiel.

Bloch: Wir sind für Quantensimulatoren wie auch für Quantencomputer an einem Wendepunkt – für spezielle Fragestellungen wohl gemerkt. Ein universeller Quantencomputer, der auch eine automatische Fehlerkorrektur gegen Störeinflüsse hat, liegt noch in sehr weiter Ferne. Um den zu realisieren, bräuchten wir Millionen von Qubits. Die aktuellen

60-Qubit-Systeme werden wir aber für ein paar interessante wissenschaftliche Anwendungen nutzen können, etwa um Phänomene des Magnetismus zu untersuchen, um nur ein Beispiel zu nennen.

Wie muss man sich denn einen Quantencomputer mit 60 Qubits vorstellen? Ist das ein Fußballfeld voller Linsen, Laser und Kühlaggregate?

Bloch: Das Design hängt von der Plattform ab, die Sie verwenden. Es gibt aktuell mehrere interessante Plattformen, zum Beispiel eine aus Atomen oder Ionenfallen, wie wir sie an meinem Lehrstuhl verwenden, und ein System mit supraleitenden, künstlich hergestellten Qubits. Bei unserer Plattform gibt es relativ viel Optik drum herum. Das fällt beim supraleitenden System weg, hier braucht dafür die Kühlung viel Platz, gerade wenn man es auf Millionen Qubits hochskalieren wollte. Google und IBM setzen sehr stark auf supraleitende Systeme.

Lassen sich denn beide Plattformen miniaturisieren?

Bloch: Ja. Das ist vielleicht bei dem supraleitenden Chip ein bisschen besser möglich, weil er mehr mit Elektronik verbunden wird, die wir kennen. Aber das Problem ist auch, dieses System auf Millionen von supraleitende Qubits zu skalieren, dann bräuchte ich beim jetzigen Stand einen Chip so groß wie ein Fußballfeld.

Weinfurter: Und man bräuchte einen fußballfeldgroßen Kryostaten zur Kühlung für die Supraleitung. Die Frage der Skalierbarkeit ist zentral. Da ist noch nicht so klar, wer da das Rennen machen wird.

Bloch: Jede Plattform hat ihre eigenen Stärken und Probleme. Nehmen Sie etwa die Qualität der Qubits. Supraleitende Qubits muss ich erst mal Bit für Bit bauen, die gibt es in der Natur nicht. Ich muss dabei jedes Qubit exakt gleich machen, jede Ungenauigkeit in der Herstellung schlägt sich sofort in der Ungenauigkeit des Gesamtsystems nieder. Das ist schwer zu kontrollieren.

Ionen und Atome gibt uns die Natur, sie sind alle von Natur aus gleich, da brauche ich mir um diesen Aspekt keine Sorgen mehr zu machen. Dafür habe ich andere Komplikationen.

Sie selbst arbeiten mit Atomen und Ionen. Spüren Sie schon den Wettbewerb zwischen

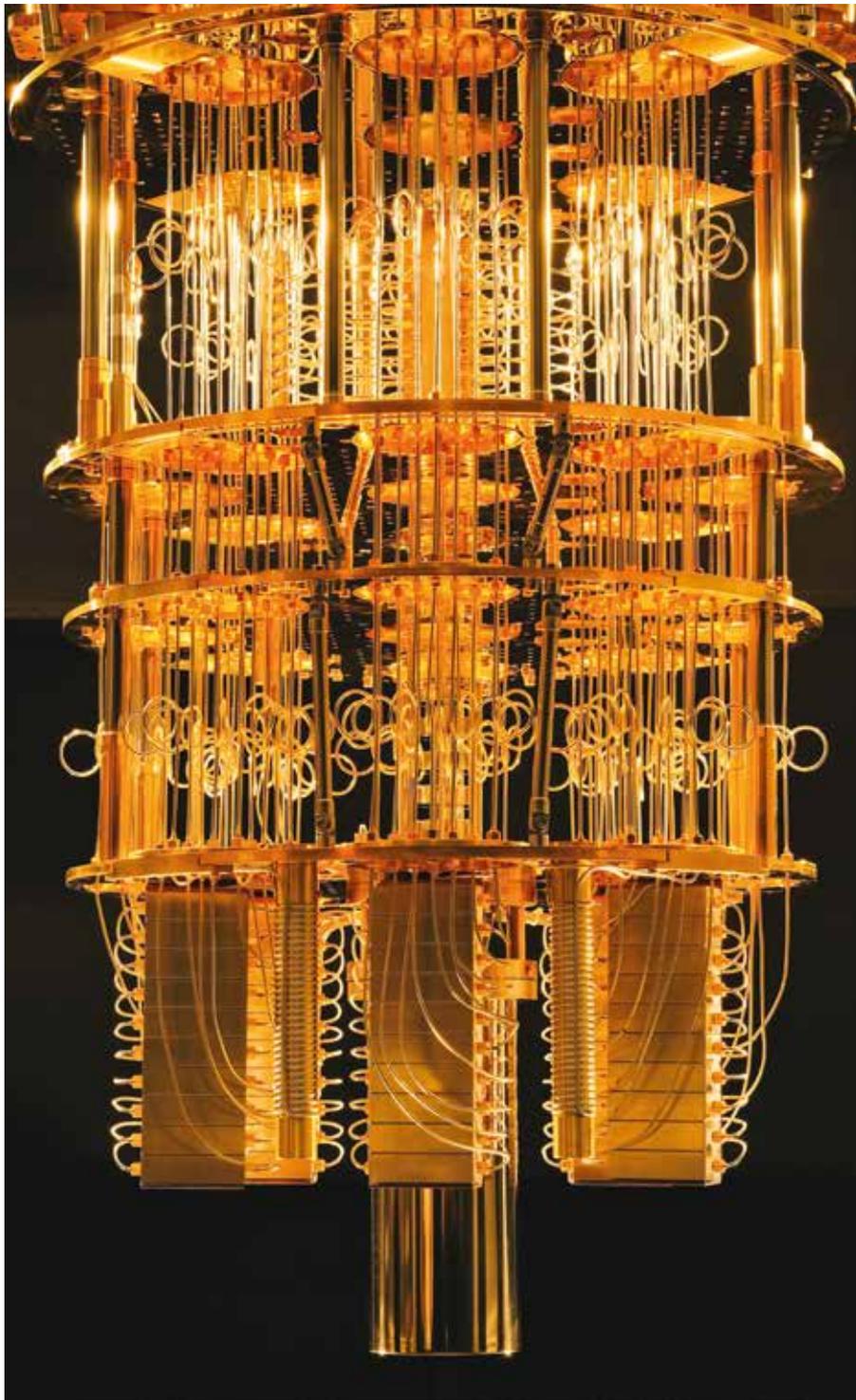
Auf Konferenzen schnell weg von jedem Hype

den Entwicklern der unterschiedlichen Plattformen?

Bloch: Ja sicher, auf Konferenzen müssen wir zeigen, was unsere Plattform wirklich ausrechnen und auf wissenschaftlicher Ebene erreichen kann. Da ist man schnell weg von jedem Marketinghype. Oft ist die Diskrepanz zwischen dem Marktgeschrei und dem tatsächlich Erreichten gewaltig. Aber ich will die Erfolge gar nicht kleinreden, ich finde die bisherigen Fortschritte wahnsinnig beeindruckend.

Weinfurter: Sie dürfen nicht vergessen: Vor 40 Jahren wurde zum Beispiel bei der Produktion von Fernsehern noch jeder Transistor einzeln aufgelötet. Da waren keine Mikroprozessoren drin. Die Systeme haben sich immer erst dann schnell weiterentwickelt, wenn eine Technologie sich durchsetzen konnte. So weit sind wir bei den Quantencomputern noch nicht. Trotzdem ist der Hype gerade groß – eine merkwürdige Situation.

Wie positioniert sich der neue Münchner Exzellenzcluster in diesem Wettrennen? Das Munich Center for Quantum Science and Technology (MCQST) will ja führend sein bei der zweiten Quantenrevolution. So jedenfalls heißt es im Antrag.



Das Rennen ist eröffnet: Große Unternehmen wie Google und IBM mit ihren Ressourcen haben Vorteile bei der Kommerzialisierung, sagt Immanuel Bloch: IBM-Quantencomputer in der Entwicklung, Yorktown Heights, USA, 2018. Foto: Science Photo Library/IBM Research

Bloch: Als einziges Zentrum in Deutschland sind wir in allen Bereichen tätig, die die Kernsäulen in den Quantentechnologien ausmachen, ob nun in der Quantensimulation, beim Computing, in Kommunikation oder Metrologie und Sensorik. Natürlich kommen wir meist aus der Grundlagenforschung. Aber die Arbeit von Harald Weinfurter ist ein gutes Beispiel, wie die Entwicklung der Quantenkommunikation bereits in konkrete Technologieumsetzung mündet. Ansonsten wollen wir eher die Speerspitze sein, wollen Grenzen ausloten – in theoretischen Fragen, bei der Forschung zu Hardware sowie zu Software und Algorithmen. Dafür haben wir hier in München Experten, die zur Weltspitze gehören. Bei der Kommerzialisierung haben Firmen wie Google oder IBM große Vorteile, sie haben die entsprechenden Ressourcen. Das fehlt uns in Europa ein bisschen, zumindest im Bereich des Quantencomputing.

Wissenschaftler, die maßgeblich im Cluster mitarbeiten, haben kürzlich eine Arbeit veröffentlicht, darin ging es um sogenannte Übertragungsprotokolle für supraleitende Qubits im Mikrowellenbereich. Sind das die fundamentalen Bausteine, die Grundlagen, von denen Sie sprechen? Wie wichtig sind solche Details für den Fortschritt?

Weinfurter: Das ist ein gutes Beispiel. Das ist nicht schon das fertige Protokoll, aber ein wichtiger Entwicklungsschritt. Man hat jetzt ein erstes Konzept, wie zwei Rechner miteinander reden können. Das ist zwar für Mikrowellen entwickelt, man könnte es aber eventuell auf Licht übertragen.

Dafür braucht es auch die nötige Hardware. Aktuell sind die Qubits mit einem 60 Zentimeter langen, supraleitenden Kabel verbunden. Ziel ist es, ein Zehn-Meter-Kabel zu entwickeln. Das klingt banal, aber tatsächlich handelt es sich um einen Meilenstein?

Bloch: Ja, wir haben ja über das Problem des Hochskalierens bei supraleitenden Systemen gesprochen. Es gibt keine Kryostaten

in Fußballfeldgröße, die prinzipiell nötig wären. Aber man könnte das Thema lösen, indem man, sagen wir mal, jeweils 200 Qubits in ein Kühlgerät setzt und diese Einheiten mit einem supraleitenden Kabel vernetzt, um einen leistungsfähigeren Gesamtchip zu bekommen. Insofern sind solche Schnittstellen und Protokolle essenziell, das sind Kernbausteine. Vielleicht können wir damit schon Rechner mit 10.000 Qubits bauen.

Weinfurter: Und das System ist bereits angelehnt an die klassische Rechnerstruktur.

Bloch: Es geht nicht nur um die Rechner, es geht auch um die Quantennetzwerke, auch für die brauchen wir gute Konzepte.

Weinfurter: Auf größere Entfernungen werden wir mit Lichtwellen arbeiten. Es wird auch in der Quantenwelt verschiedene Technologien geben, wie bei herkömmlichen Rechnern, bei denen Bits auch in Strom- oder Lichtpulse umgewandelt werden.

Man muss also nicht nur einen Quantencomputer entwickeln, sondern parallel auch das Quanteninternet?

Weinfurter: Ja, einfach alles, was es derzeit für die herkömmliche Kommunikation auch gibt. Das ist die Idee. Vielleicht kommen wir irgendwann mal in einen Bereich, in dem die Quanteneinheit, die wir selber nutzen, überschaubar groß ist und die eigentliche Rechenarbeit irgendwo im Hintergrund von größeren Einheiten erledigt wird. Das wäre dann auch nicht anders als heute, wo wir vom ganzen Internet nicht viel mehr sehen als unser Smartphone. Eine simple Google-Abfrage wird auch in fußballfeldgroßen Rechenzentren irgendwo auf der Welt ausgewertet und kommt dann auf unser Smartphone zurück.

Bloch: Der ganze Aufwand, auch die Imperfektion der klassischen Systeme wird ja jetzt sozusagen vor dem Nutzer versteckt. Da gibt es viele Software-Protokolle, die vor diesen Imperfektionen schützen. Genau das Gleiche muss man auch für die Quantenwelt entwickeln, das wird nur ungleich schwieriger sein.

Die Möglichkeiten von Quantencomputern sind beschränkt, wie Sie sagen, und doch gibt es Ängste, dass sie bald die heute gängigen Verschlüsselungscodes knacken könnten.

Weinfurter: In Zukunft könnten Quantenrechner tatsächlich die aktuellen Public-Key-Systeme knacken. Deshalb arbeiten Experten in der herkömmlichen Kryptographie daran, Methoden zu entwickeln, die gegen mögliche Angriffe von Quantencomputern immun sind. Man nennt das Post-Quanten-Kryptographie.

Bloch: Ich finde, Codeknacken wäre eine der langweiligsten Anwendungen für Quantencomputer, nun gut, sie ist vielleicht für die Geheimdienste nützlich. Doch momentan mache ich mir über Quantencomputerangriffe überhaupt keine Sorgen. Da ist die Forschung noch viel zu weit weg, um rele-

Von der Not eines Handlungsreisenden

vante Systeme zu stellen. Das heißt natürlich nicht, dass es in fünf bis zehn Jahren nicht anders sein könnte. Aber näher liegen womöglich Durchbrüche in der Pharmazutik oder der Quantenchemie. Oder man löst damit das Travelling-Salesman-Problem, den absoluten Testfall der Routenoptimierung. Da geht es sozusagen um die Not eines Handlungsreisenden: Wie muss er seine Route durch verschiedene Zielstädte wählen, um Zeit und Kosten zu sparen? Klingt trivial, doch es ist eine Aufgabe, an der herkömmliche Rechner oft scheitern.

Der europäische Quantenrechner OpenSuperQ soll zunächst auch ein spezielles Problem lösen, nämlich die Struktur von Blausäure-Polymeren berechnen.

Bloch: Das ist schon sehr anspruchsvoll. Heute können wir einfache Probleme der Quantenchemie berechnen, man schaut sich zum Beispiel zweiatomige Moleküle und deren Energieniveaus an. Von größeren Molekülen wie Arzneimittelwirkstoffen sind wir derzeit noch meilenweit entfernt. Die Ziele sind ambitioniert, aber noch berechnen wir meist einfache Demonstrationsbeispiele. Spannend sind indes Simulationen, die man aktuell mit klassischen Algorithmen eben nicht mehr in den Griff bekommt. Die mögliche Konkurrenz durch die Quantensimulationen führt aktuell zu einem Wettstreit, der wiederum die Entwicklung klassischer Algorithmen antreibt. Solche Effekte vermisst man oft.

Kann die Quantenkryptographie künftig sichere Schlüssel auf Quantenbasis liefern?

Weinfurter: Ja. Die Frage ist immer, wie viel zusätzlichen Aufwand ich treiben will, um einen sicheren Schlüssel zu bekommen. Die Quantenkryptographie ist derzeit nicht so einfach zu handhaben wie Public-Key-Systeme, aber ich denke, sobald sie sich auch auf Glasfaserleitungen oder mit Freiraumoptik gleichzeitig mit der klassischen Kommunikation durchführen lässt, ist der zusätzliche Technologieaufwand auch nicht mehr so viel größer. Quantenkryptographie bietet zum ersten Mal die Möglichkeit, die Sicherheit zu messen, zu bestimmen, wie viele Informationen ein möglicher Abhörer hat.

Das heißt, die Technik ist nicht absolut abhörsicher, man weiß aber, ob man abgehört wurde und kann reagieren?

Weinfurter: Es gibt einen Signal-Rausch-Parameter, der Ihnen sagt, wie viel Information ein Abhörer höchstens haben kann. Weiß ich das, kann ich etwa den Schlüssel so weit schrumpfen, dass der Abhörer keinerlei Informationen mehr hat. Das ist der Trick.

Sie arbeiten seit Jahren an diesen sicheren Quantenschlüsseln. Ihre ersten Versuche

waren spektakulär, Sie haben schon 2007 solche Schlüssel zwischen Teneriffa und La Palma über 144 Kilometer ausgetauscht, später zwischen einem Flugzeug in 20 Kilometer Höhe und einer Bodenstation.

Weinfurter: Angefangen haben wir mit Versuchen zwischen der Zugspitze und der Karwendelspitze. Das war eine Entfernung von 20 Kilometern – ungefähr die Distanz, wenn Sie mit einem Satelliten kommunizieren wollen. In der Höhe sind die Wetterbedingungen für die Übertragung einfach bes-

Verbunden über 700 Meter Glasfaser

ser. Das gilt auch für Teneriffa und La Palma, beides Vulkaninseln. Auch dort haben wir über der Wolkengrenze gearbeitet bei trockener Luft und bester Sicht. Mittlerweile könnten wir das aber auch hier in der Stadt recht gut machen.

Geht die Rekordjagd also weiter?

Weinfurter: Wir wollen die Grenzen weiter verschieben und zeigen, dass wir so näher an eine Anwendung kommen. Aktuell bauen wir unsere Geräte so klein, dass wir sie in der Hand halten können. Die Optik für den Sender ist ungefähr so zwei, drei Streichhölzer groß. Damit können wir 30 Zentimeter weit senden.

Was ist der nächste Schritt?

Weinfurter: Wir wollen nicht nur die Schlüssel austauschen, sondern ein Netzwerk bauen. Das ist viel anspruchsvoller, weil man die Information über bestimmte Quantenzustände mit der sogenannten Quantenteleportation übermitteln möchte und die Verschränkungen der Teilchen über große Entfernungen verteilen muss. Da braucht

man neue Systeme, Quantenrepeater etwa, eine Art Relaisstationen, daran arbeiten wir.

Wie baut man so ein System auf?

Weinfurter: Sie brauchen zwei Quantensysteme plus Verbindung dazwischen und müssen eine Verschränkung erzeugen. Wir nehmen zwei Atome, eines hier im Physikgebäude, eines drüben bei der Wirtschaftsfakultät, dazwischen sind 700 Meter Glasfaser. Diese beiden Atome sind miteinander verschränkt.

Wie kann man sich das vorstellen?

Bloch: Die Verschränkung ist ein bestimmter quantenmechanischer Zustand, der aber verteilt ist auf zwei Teilchen und diese gewissermaßen verbindet. Das ist für Laien schwer nachvollziehbar, gebe ich zu. Selbst Einstein sprach einst noch von „spukhafter Fernwirkung“. Die Messungen aber, die ich an diesen beiden Teilchen mache, zeigen Korrelationen, die ich mit klassischer Statistik nicht erklären kann.

Auch eine solche Verschränkung über große Abstände herzustellen, ist offenbar nicht trivial.

Weinfurter: Ein Atom emittiert ein Photon und das zweite ebenfalls, und dann kombinieren wir die beiden Photonen wie bei der Quantenteleportation. So können wir quasi die Verschränkung zwischen den beiden Atom-Photon-Paaren auf die beiden Atome übertragen. Das ist aber im Moment noch nicht sehr effizient, oft probieren wir es eine Million Mal, bis wir wirklich verschränkte Atome haben.

Und die bleiben dann verschränkt?

Weinfurter: Gute Frage. Quantenzustände reagieren empfindlich auf äußere Einflüsse wie Temperatur- oder Druckschwankungen oder Erschütterungen. Dagegen kämpfen wir an.

Die nächste Hürde: Teilchen über die Distanz von 20 Kilometer zwischen der Münch-

ner Innenstadt und Garching zu verschränken. Wie wollen Sie das umsetzen?

Weinfurter: Aktuell emittieren wir Photonen bei 780 Nanometern, diese Wellenlänge wird von Glasfaserkabeln stark absorbiert. Aber die Absorption ist bei etwa 1500 Nanometern geringer, diese Wellenlänge verwendet auch die Telekom. Im Mai haben wir daher einen Frequenzkonverter in unser System eingebaut, damit konnten wir eine Verschränkung zwischen Atom und Photon über eine 20-Kilometer-Glasfaserleitung zeigen. Die Glasfaser war dabei noch auf einer großen Spule aufgewickelt bei uns im Labor. Aber so etwas auf 20 Kilometer über Land zu realisieren – so weit sind wir offen gestanden noch lange nicht, wir arbeiten aber daran.

Ist die Entwicklung auf anderen Anwendungsfeldern schon weiter fortgeschritten?

Bloch: In der Sensorik. Bei der Quantenkommunikation oder auch bei Quantencomputern schirmt man die Systeme ab. In der Sensorik nutzen wir dagegen aus, dass Quantenzustände so empfindlich auf die

Messsensoren, so empfindlich, so genau

Umgebung reagieren, und setzen sie für Messungen ein.

Ein Beispiel?

Bloch: Wir denken an Sensoren, die Magnetfelder, Beschleunigung oder elektrische Felder mit Genauigkeiten und räumlichen Auflösungen in einer Geschwindigkeit messen können, wie sich das in anderen Systemen nicht realisieren lässt. Dieser Bereich ist gerade auch für Anwendungen sehr vielversprechend.

Weinfurter: Wir haben bereits gelernt, einzelne Quantensysteme gut zu kontrollieren. Die Systeme sind winzig und können trotzdem wunderbar ausgelesen werden. Es gibt im Wesentlichen zwei Ansätze. Das eine sind Atome in einem Quantensimulator, das andere sogenannte NV-Zentren, Stickstofffehlstellenkombinationen in einem Diamanten. Bosch entwickelt damit bereits Komponenten für die Magnetometrie.

Wie funktioniert das?

Weinfurter: Ein Atom hat ein magnetisches Moment wie eine Kompassnadel. Auch die Fehlstellen, die übrigens Kristallen auch ihre Farben geben, verhalten sich wie ein künstliches Miniatom im Diamanten mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften. Die kann man nutzen und Effekte beobachten.

Bloch: Derart kleine Diamantkristalle lassen sich relativ gut überall hinbringen, auch an biologische Proben, an denen man sonst nicht so leicht messen kann.

Weinfurter: Das sind Diamantkörner von nur 200 Nanometer Größe, Nanokristalle

Wie künstliche Miniatome im Diamanten

also. Man kann auch mehrere Fehlstellen nah an der Oberfläche über die Fläche verteilen, dann können Sie quasi ähnlich wie mit Kernspinresonanz einzelne Magnetfelder in Molekülen ausmessen. Das könnte ein enorm wichtiges Werkzeug für Chemiker werden.

Sind solche Fortschritte bereits Teil der Quantenrevolution 2.0, von der oft gesprochen wird?

Bloch: Hinter der Idee 2.0 steckt eigentlich das Konzept der Verschränkung, dieses

neuen unteilbaren Ganzen, das sich aus elementaren Bausteinen zusammensetzen und mithilfe der Quantenmechanik für verschiedenste Zwecke ausnutzen lässt.

Weinfurter: Bis jetzt war es im Wesentlichen wichtig, dass man mit Quantenmechanik gearbeitet hat, um etwa die Funktionsweise eines Transistors zu verstehen und zu verbessern. Aber jetzt können wir wirklich einzelne Quantensysteme manipulieren.

Bloch: Der nächste Schritt von der Technologie her ist, von der Arbeit mit einzelnen Quantensystemen weiterzugehen zu verschränkten Systemen. Das ist technologisch ungleich schwieriger. Wenn Sie verschränkte Zustände bauen können, können Sie wesentlich empfindlicher messen als mit unverschränkten Zuständen. Die Herausforderung ist, diese verschränkten Zustände zu erzeugen und vor allem auch für lange Lebensdauern zu erzeugen.

Das Potenzial der Quantentechnologien gilt als riesig. Die Politik fördert, die Industrie investiert, vor allem im Bereich der Quantenrechner: IBM arbeitet mit der Fraunhofer-Gesellschaft zusammen. Google kooperiert mit dem Forschungszentrum Jülich. Die EU startet Flagship-Programme, die Bundesregierung will insgesamt 650 Millionen Euro in die Erforschung von Quantencomputern stecken. Es geht also um enorme Summen.

Bloch: Die 650 Millionen Euro vergessen Sie bitte gleich wieder. Tatsächlich vergibt das BMBF bis zu 100 Millionen Euro in den kommenden Jahren zusätzlich für verschiedene Gebiete der Quantentechnologien – das ist nicht so viel Geld. Da kann man keine Quantensprünge erwarten. Und was das Engagement der US-Unternehmen in Deutschland angeht: Google hat, soweit wir wissen, mit dem Forschungszentrum Jülich eine Absichtserklärung unterzeichnet, dass sie Informationen im Bereich des Quantumcomputing austauschen wollen.

Weinfurter: Und ob IBM bei Fraunhofer eine Maschine installiert, wird man sehen.

Könnte in München eine Art Quantum Valley entstehen?

Bloch: Mit solchen Vergleichen bin ich immer vorsichtig. Aber in der Tat: Der neue Exzellenzcluster ist schon heute ein weltweit bedeutendes Zentrum auf dem Gebiet. München ist international ein wichtiger Player und wir haben hier auch viele interessierte Firmen wie Microsoft und Google,

Gab es einen entscheidenden Durchbruch?

aber auch viele Firmen aus dem Bereich der Photonik, die eine sehr wichtige Rolle spielen – insgesamt gute Voraussetzungen also. Noch treibt die Forschung die Entwicklung voran. Aber ob wir das wollen oder nicht, es gibt einfach große Spieler mit im Feld – gewinnorientierte Unternehmen, die das Umfeld stark beeinflussen. Wir brauchen auch in Zukunft Instanzen, die sagen: Stimmt das denn überhaupt, was die Firmen über die Leistungsfähigkeit eines bestimmten Geräts behaupten? Vor Kurzem hat Google einen entscheidenden Durchbruch verkündet ...

... und dazu im Fachmagazin *Nature* publiziert.

Bloch: Ja. Das Unternehmen hat dort eine Arbeit veröffentlicht und für sich reklamiert, es habe für ein bestimmtes Rechenexempel die Schallmauer durchbrochen, die die herkömmlichen Supercomputer setzen. IBM bestreitet aber gerade, dass dieser Punkt tatsächlich erreicht wurde. Bei solchen Fragen können Universitäten wichtige Referenzpunkte bieten und Standards entwickeln. Außerdem sollten wir uns konkreten Problemen aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen zuwenden und testen, wie gut die verschiedenen Quantenmaschinen



„Es kann gut sein, dass der Durchschnittsbürger nie selbst mit einem Quantencomputer interagieren wird. Das ist sogar sehr wahrscheinlich“: Harald Weinfurter (links) und Immanuel Bloch im Gespräch zur Quantenrevolution. Fotos: ole/LMU

wirklich sind. Wo können sie uns helfen und wo nicht? Es ist eine spannende Umgebung für uns Forscher, aber auch für die Industrie.

Sie haben eingangs fast beiläufig gesagt, mit Quantensimulationen, wie Sie sie untersuchen, könne man Phänomene wie den Magnetismus besser verstehen. Das wäre doch eine große Sache ...

Bloch: Absolut. Eine der Hauptfragen in der Festkörperphysik ist, wie ist das Sozialverhalten von vielen Teilchen, so nenne ich das immer. Was machen die eigentlich zusammen? Wir kennen zwar die Regeln, nach denen Teilchen miteinander wechselwirken, trotzdem ist oft schwierig vorauszusagen, was viele Teilchen machen, wenn sie nach den Regeln zusammenspielen. Da geht es um Materialeigenschaften, um Magnetismus, um Supraleitfähigkeit.

Wie ist Ihr Ansatz?

Bloch: Mit unseren Systemen wollen wir verstehen, wie dieses Wechselspiel funktioniert. Wir können dabei wirklich Atom für Atom an seinem Gitterplatz festhalten, fotografieren und genau sehen, was die einzelnen Teilchen machen. Dieser mikroskopische Einblick eröffnet ganz neue Analy-

semethoden, die uns vielleicht Antworten darauf geben, was ein bestimmtes Verhalten von Materialien begründet.

Findet also die eigentliche Quantenrevolution in der Grundlagenforschung statt und nicht unbedingt beim Quantencomputer?

Bloch: Wenn ich als Wissenschaftler Revue passieren lassen, was wir vor 30 Jahren machen konnten und was wir uns heute in diesen Systemen anschauen können, stecken wir tatsächlich mittendrin in einer Revolution. Vor 30 Jahren, als man erstmals mit Lasern Atome gekühlt hat, hätte niemand auch nur ansatzweise gedacht, dass man am Ende damit wirklich Vielteilchensysteme analysieren kann, von der Festkörperphysik bis hin zur Hochenergiephysik. Das Tempo hat sich enorm beschleunigt. Wir nutzen heute Entdeckungen, für die es einmal den Nobelpreis gegeben hat, als kleine Bausteine in unseren Versuchen. Mit Quantensimulatoren können wir auch Theorien testen. Und es kann gut sein, dass Quantencomputer und Quantensimulatoren am Ende den größten Impact in der Wissenschaft selbst haben werden, auch in Biologie und Chemie, und dass der Durchschnittsbürger nie selbst mit einem Quantencomputer interagieren wird. Das ist sogar sehr wahrscheinlich.

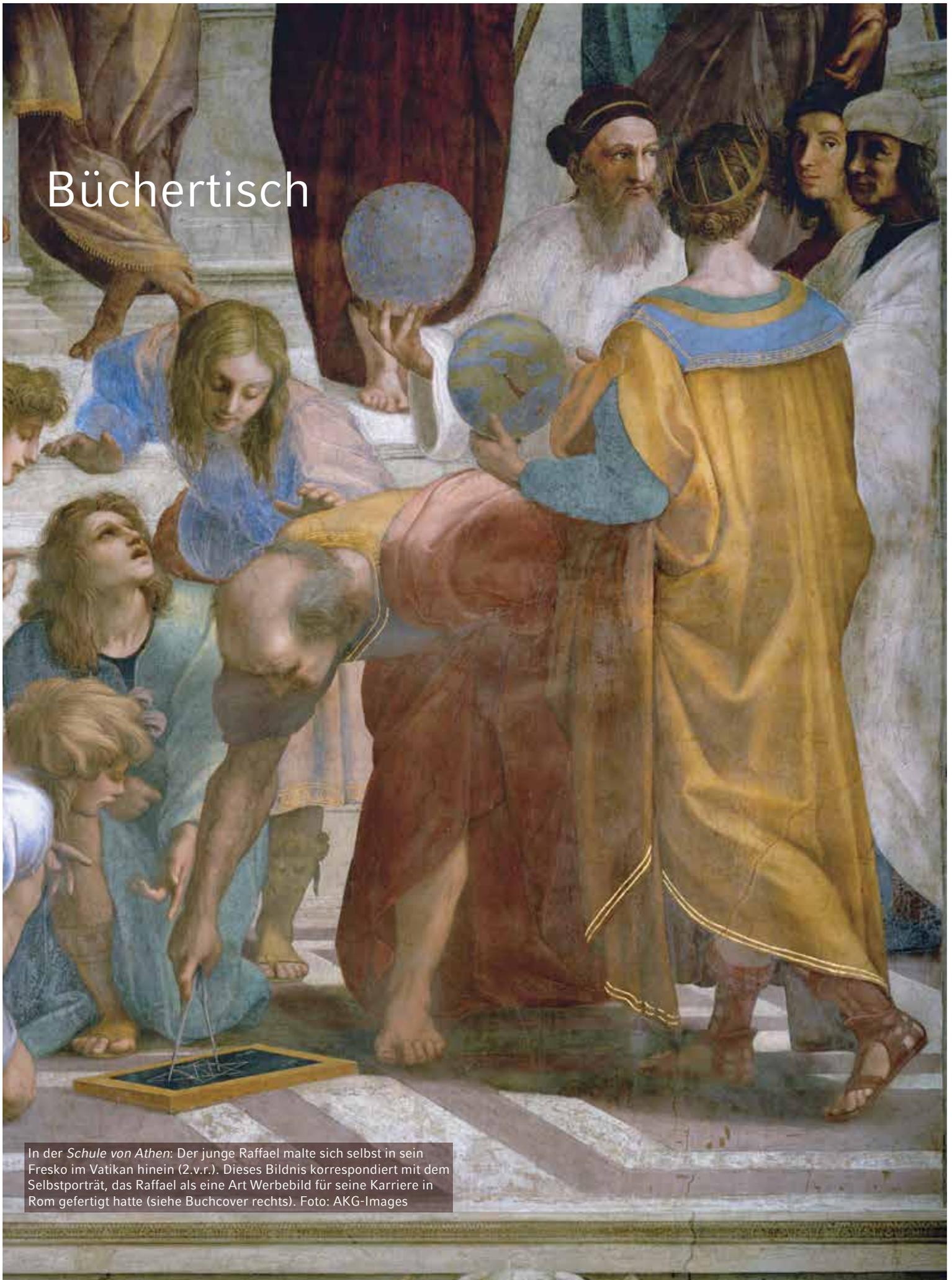
Prof. Dr. Immanuel Bloch

ist Inhaber eines Lehrstuhls für Experimentalphysik an der LMU und Direktor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching. Bloch, Jahrgang 1972, studierte Physik an der Universität Bonn. Er wurde an der LMU promoviert und forschte zunächst am MPI für Quantenoptik und an der LMU, bevor er 2003 auf einen Lehrstuhl an der Universität Mainz berufen wurde. 2008 kam er nach München zurück. Immanuel Bloch ist Träger zahlreicher Preise. Unter anderem zeichnete ihn die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit dem renommierten Leibnizpreis aus, der Europäische Forschungsrat (ERC) erkannte ihm einen seiner hochdotierten Grants zu. Bloch ist einer der drei Sprecher des Exzellenzclusters Munich Center for Quantum Science and Technology (MCQST).

Prof. Dr. Harald Weinfurter

ist Professor für Experimentelle Quantenphysik an der LMU. Weinfurter, Jahrgang 1960, studierte Technische Physik an der Technischen Universität Wien, wo er auch promoviert wurde. Er war wissenschaftlicher Mitarbeiter am Hahn-Meitner-Institut in Berlin und an der Universität Innsbruck, wo er sich auch habilitierte, bevor er 1999 an die LMU kam. Weinfurter wurde unter anderem mit dem Descartes-Preis der Europäischen Kommission und dem Kopernikus-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgezeichnet. Seit 2010 ist er zudem Fellow am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching.

Büchertisch



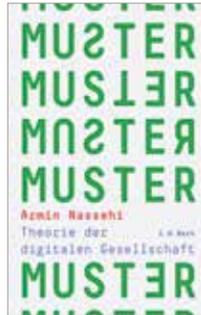
In der *Schule von Athen*: Der junge Raffael malte sich selbst in sein Fresko im Vatikan hinein (2.v.r.). Dieses Bildnis korrespondiert mit dem Selbstporträt, das Raffael als eine Art Werbebild für seine Karriere in Rom gefertigt hatte (siehe Buchcover rechts). Foto: AKG-Images



Die Nummer drei

Auch die Renaissance kannte ihre Rankings. Den Zeitgenossen galt Raffael als Star unter den Malern, knapp hinter Michelangelo und Leonardo da Vinci. Kein schlechter Platz also für den jüngsten der drei, der sich beharrlich seinen Weg aus Urbino über Florenz ins Zentrum Rom ebnete. Ulrich Pfisterer untersucht die Mechanismen dieses kompetenhaften Aufstiegs und die Muster der Verklärung, die aus Raffael über Jahrhunderte einen „Gott der Malerei“ machten. Er analysiert, wie Raffael nicht als einsames Genie seinen Weg verfolgte, sondern im engen Wettbewerb mit den Großen des Gewerbes, allen voran Michelangelo, innovativ und erfolgreich war. Der Kunsthistoriker erzählt, wie der Künstler als Meister der Selbstvermarktung und offen für neue Techniken der Produktion und Distribution eine große Werkstatt unterhielt und früh die Druckgrafik zur Verbreitung seiner Bildideen nutzte. Und er erklärt, wie Raffael für Generationen von Malern stilbildend wurde und ein regelrechter Kult um seine Person entstehen konnte. Auch hält er dabei bewusst Abstand zum einflussreichen Künstlerbiografen Giorgio Vasari, der Raffael bereits 30 Jahre nach dessen Tod „nochmals neu erfunden“ habe. (math)

Ulrich Pfisterer: Raffael. Glaube Liebe Ruhm, C.H.Beck Verlag, München 2019, 384 Seiten, 58 Euro



Die Verdopplung der Welt

Druckerpresse, Dampfmaschine, Digitalisierung: Die Welt war schon immer im Wandel und ist es auch heute. Gefühlt schneller als zuvor und herausfordernder für uns Beteiligten, zumal wir mitten in der Veränderung stecken und die Verhältnisse reichlich unübersichtlich erscheinen. Der Münchner Soziologe Armin Nassehi greift diese Unsicherheiten auf; er verweigert sich dabei aber umgehend der oft geäußerten, bisweilen allzu naiven Vorstellung, dass der Gesellschaft mit der Digitalisierung etwas von außen aufgedrängt, sie von digitalen Konzernen und mächtigen Algorithmen gleichsam in Geiselschaft genommen wird. Nassehi nähert sich dem digitalen Wandel anders – er fragt schlicht: „Für welches Problem ist die Digitalisierung eine Lösung?“ Denn die Digitalisierung werde ja ganz offensichtlich von der Öffentlichkeit nicht nur als Störung wahrgenommen, so schreibt Nassehi zu Beginn seines neuen Buchs *Muster*, sondern passt zu dieser Gesellschaft, sonst „wäre sie nicht entstanden oder längst wieder verschwunden“. So macht sich Nassehi lieber auf die Suche nach den wahren Kennzeichen des digitalen Zeitalters. Er widmet sich dafür zunächst dem Wesen der Maschinen und Algorithmen und untersucht auf dieser Basis den möglichen Nutzen für die Gesellschaft. So entsteht seine „Theorie der digitalen Gesellschaft“. Maschinen und Algorithmen tun

nämlich in erster Linie eines: Muster suchen in bisweilen hochkomplexen Kontexten. Genau deshalb finden sie so große Verbreitung: Sie bieten effektive Lösungen für wichtige Probleme an, meint Soziologe Nassehi, für wirtschaftliche, medizinische, ja sogar amouröse.

Sie lösen dabei nicht etwa die alten Strukturen der Gesellschaft auf, sondern folgen vielmehr bereits seit dem 19. Jahrhundert etablierten Strategien, in funktional ausdifferenzierten Gesellschaften mithilfe statistischer Methoden menschliche Verhaltensweisen zu erkennen und zu regulieren. „Die Digitaltechnik fängt dort an, wo sich die Welt in Daten repräsentieren lässt, um Muster und Strukturen zu erkennen, die mit bloßem Auge und den Wahrnehmungs- und Rechenkapazitäten des natürlichen Bewusstseins nicht erfasst werden können“, schreibt Nassehi. Digitalisierung wird zu einem Spiegel der Gesellschaft, Nassehi spricht hier von einer Verdopplung der Welt. Sie ermöglicht der Gesellschaft, sich neu zu entdecken. Dass Gesellschaft in der Folge berechenbar erscheint, könnte der Grund sein, warum Menschen Digitalisierung oft als verstörend oder zumindest irritierend erleben. (huf)

Armin Nassehi: *Muster. Theorie der digitalen Gesellschaft*, C.H.Beck Verlag, München 2019, 352 Seiten, 26 Euro



„Gläserne Mitarbeiter“ im gläsernen Turm? Was verändert die digitale Transparenz im Büro? Foto: ddp/Baloncini

Die Zukunftsfrage

Was bedeutet digitale Transparenz für die Arbeitswelt?

Thomas Hess, Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien an der LMU: „Die Digitalisierung bringt eine bislang so nicht gekannte Transparenz in die Arbeitswelt. Aus riesigen Datenpools lässt sich mit intelligenten Techniken so ziemlich alles herauslesen. Das eröffnet nicht nur völlig neue Geschäftsfelder; die neue Transparenz verändert auch die Arbeit selbst. Lassen Sie mich das am Verhältnis von Arbeitgeber und Arbeitnehmer zeigen. Transparenz kann, das ist naheliegend, zu mehr Kontrolle führen. Sie könnte aber ebenso gut eine Art Selbstoptimierung der Mitarbeiter befördern oder den Schutz der Beschäftigten vor Überbeanspruchung. Und sie kann mehr Gerechtigkeit bei den betrieblichen Gratifikati-

onen bringen, weil sich klarer zeigen lässt, wer welche Beiträge liefert. Was ich damit sagen will: Nicht automatisch ist aus der neuen Transparenz der ‚gläserne Mitarbeiter‘ ableitbar. Wichtig ist in jedem Fall, dass Unternehmen solche Neuerungen im Konsensverfahren einführen. Wir untersuchen gerade zusammen mit zwei anderen universitären Partnern eine bestimmte Form, die sogenannte inverse Transparenz. Die Grundidee dabei ist, dass für alle transparent ist, wo und wie Transparenz geschaffen wird. In einem Praxisteil wollen wir letztlich auch ein Verfahren finden, bei dem Arbeitgeber, aber auch Personalvertretungen gemeinsam entscheiden, was sie als für beide Seiten akzeptabel einführen.“ Protokoll: math

Lesen Sie im nächsten Heft ein ausführliches Gespräch zur neuen Transparenz am Arbeitsplatz.

Impressum

Herausgeber

Präsidium der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München

Konzept und Redaktion

Kommunikation & Presse LMU
Martin Thureau (verantwortlich)

Autoren dieser Ausgabe

Maximilian Burkhart (mbu), Hubert Filser (huf), Monika Gödde (göd), Nicola Holzapfel (nh), Nikolaus Nützel, Martin Thureau (math)

Design

Christoph Olesinski

Online-Redaktion

Thomas Pinter

Auflage

9000 Exemplare

Erscheinungsweise

halbjährlich

Druck

Kriechbaumer Druck GmbH & Co. KG, München
Einsichten. Das Forschungsmagazin wird auf Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft gedruckt.

Distribution

Mathias Schiener

Redaktionsadresse

Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München
Tel.: 089 2180 3808
E-Mail: Einsichten@lmu.de

www.lmu.de/einsichten

Unter dieser Adresse können Sie Einsichten. Das Forschungsmagazin auch kostenlos abonnieren.