Baustelle Gesundheit 10

Optogenetik: Mehr Licht ins Hirn 30

Graphen: Der Traumstoff der Physiker ... 32

Spiegelmaschinen: Wie frühe Kinos 40

Relaunch, dialektisch

Und noch ein medialer Relaunch! Mit dieser Ausgabe präsentiert das Schweizer Forschungsmagazin «Horizonte» seinen Content – um im Jargon der Nachrichtensprache zu bleiben – in einem grafisch erneuerten Kleid. Sähen wir Redaktoren und Grafiker Inhalt und Form bloss als Gegensatz, würden wir die Renovation dahingehend resümieren, Ersterer bleibe gleich, also weiterhin qualitativ hochstehend, nur sei er jetzt schöner verpackt. Zudem, würden wir fortfahren, sind die Texte kompakter gedruckt, was ihre Lesbarkeit erleichtert und zugleich den Bildern mehr Geltung verschafft. Visuell tritt das Magazin signalhafter auf: Die Bildsprache, an der von nun an auch Kunst-Studierende mitarbeiten, soll nicht dokumentieren oder illustrieren, sondern die Sache eigenständig auf den Punkt bringen. Die Seiten sind rhythmischer gestaltet.

Doch damit bescheiden wir uns nicht. Wir denken mit Theodor W. Adorno dialektisch: «Form versucht, das Einzelne durchs Ganze zum Sprechen zu bringen», hat der philosophische Grossmeister notiert. Oder: «Der Formbegriff markiert die schroffe Antithese der Kunst zum empirischen Leben, in welchem ihr Daseinsrecht ungewiss ward.» Was heisst das? Unser Neustart hat eine utopische Seite. Wir hoffen, dass der Inhalt dank der neuen Form noch besser wird, dass jeder Text so viel Klarheit wie möglich erreicht, wenn er komplexe wissenschaftliche Inhalte darlegt. Und wir hoffen, dass die Texte das künstlerische Moment freilegen, das jeder Forschung idealerweise innewohnt – und mit dem sie sich gegen die Verbetrieblichung des Lebens stellt. Vor allem aber hoffen wir, dass sich unsere hochgemuten Überlegungen den Lesenden nahtlos erschliessen: «The proof of the pudding is in the eating.» Die Sentenz findet sich einer frühen englischen Übersetzung des «Don Quijote», des Romans über den furchtlosen Streiter für das Unmögliche.

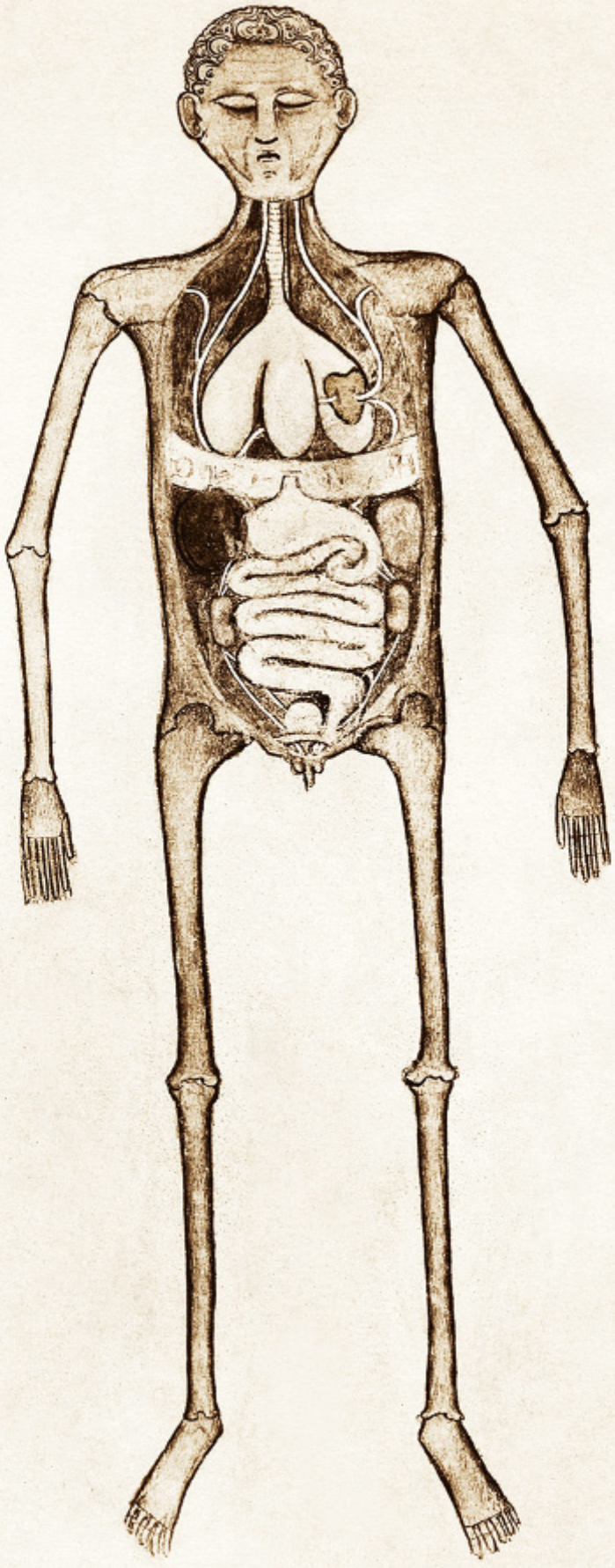
Urs Hafner
Redaktionsleitung

FNSNF
Schweizerischer Nationalfonds
zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

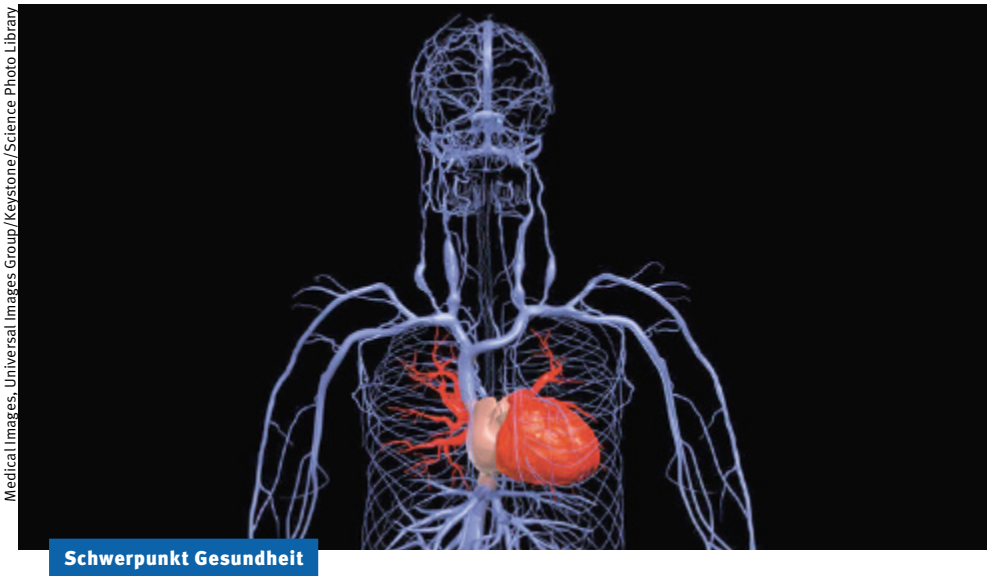
Akademien
der Wissenschaften Schweiz

Horizonte – Das Schweizer Forschungsmagazin Nr. 96, März 2013

horizonte



Inhalt

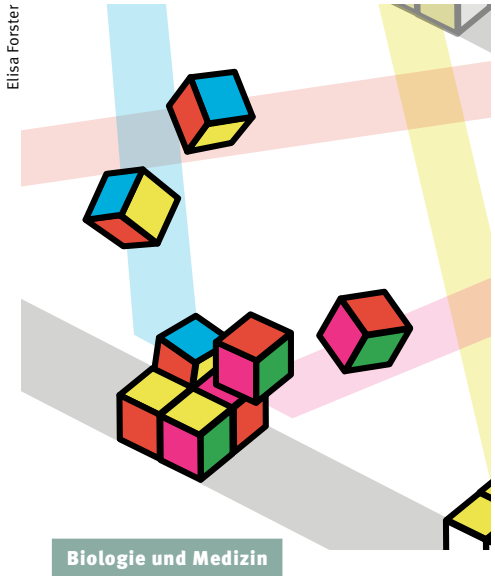


Medical Images, Universal Images Group/Keystone/Science Photo Library

Schwerpunkt Gesundheit

10 Baustelle Gesundheit

Das Gesundheitswesen erhitzt die Gemüter, obschon wir medizinisch immer besser versorgt werden. Die Kosten steigen stetig, die Anzahl Diagnosen nimmt zu, und viele macht der Druck, gesund sein zu müssen, krank. Streifzug durch ein Labyrinth.



Elisa Forster

Biologie und Medizin

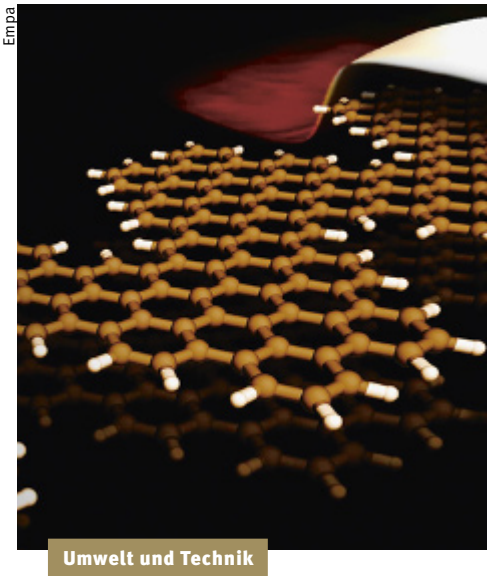
28 **Hexenkessel statt Perlenketten**
Gene machen den kleinsten Teil des Erbguts aus. Bislang galt der grosse Rest als Müll. Jetzt steigt sein Ansehen.

30 **Licht ins Labyrinth**
Mit der Optogenetik, einer neuen Methode der funktionellen Anatomie, lassen sich die Hirnkapazitäten beeinflussen.

31 **Bakterien als Leibwächter**
Erbgut im Schafspelz
Kampf gegen Würmer

◂ Knochen und Gedärme: Der Arzt und Gelehrte Guido da Vigevano wirft im Mittelalter als einer der Ersten einen Blick in das Innere des menschlichen Körpers («Anatomia», 1345).
Bild: Sheila Terry/Keystone/Science Photo Library

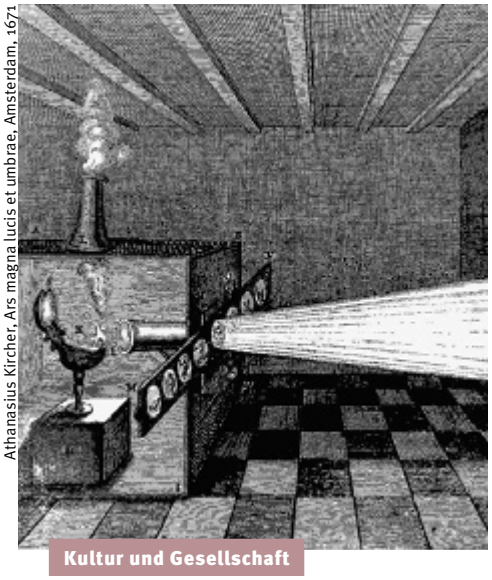
32



Empa

Umwelt und Technik

40



Athanasius Kircher, Ars magna lucis et umbrae, Amsterdam, 1671

Kultur und Gesellschaft

32
Wovon Physiker träumen
Auf dem Kristall Graphen ruhen grosse Hoffnungen. Seine Eigenschaften könnten viele Anwendungen eröffnen.

34
Ein Laser als Spürnase
Ein neuer Schadstoffdetektor soll die Herkunft des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre identifizieren.

36
Goldgrube Abfall
Die Schweiz hat Rohstoffe – nicht nur im Boden, sondern auch im Abfall. «Urban Mining» könnte rentieren.

38
Fotos wie Karten lesen
Eine neue Software verknüpft Fotos mit digitalen Kartendaten. Die geografische Forschung profitiert davon.

39
Die sieben Leben der Schneekristalle
Das Rätsel der Torres del Paine gelöst
Schnellere Diagnose von Brustkrebs

40
Lehrreiche Wundermaschinen
Mit verblüffenden Spiegelapparaten ergötzten und bildeten Gelehrte in der Frühneuzeit ihr elitäres Publikum.

42
Unsicherheit ist keine Schwäche
Die Wissenschaftskommunikation sollte der Öffentlichkeit vermehrt Einblick in den Erkenntnisprozess geben.

44
Die Übersetzungsmaschinisten
Coca, Puma, Pampa: Quechua hat Spuren im Deutschen hinterlassen. Wie ist die südamerikanische Sprache zu retten?

45
Mit indigenem Kulturerbe handeln
Geschlecht und Nation
Eine gemeinsame Sprache finden

Im Bild
6
Eine ausserirdische Reproduktionsfarm?

Konferenz
8
Umstrittenes «Human Enhancement»: Führt die Selbstoptimierung zur Selbstauslöschung?

Cartoon
22
Ruedi Widmer

Nachgefragt
23
Sind die Geisteswissenschaften zu defensiv, Frau Richter?

Porträt
24
Helen Keller, Rechtswissenschaftlerin – und Richterin in Strassburg

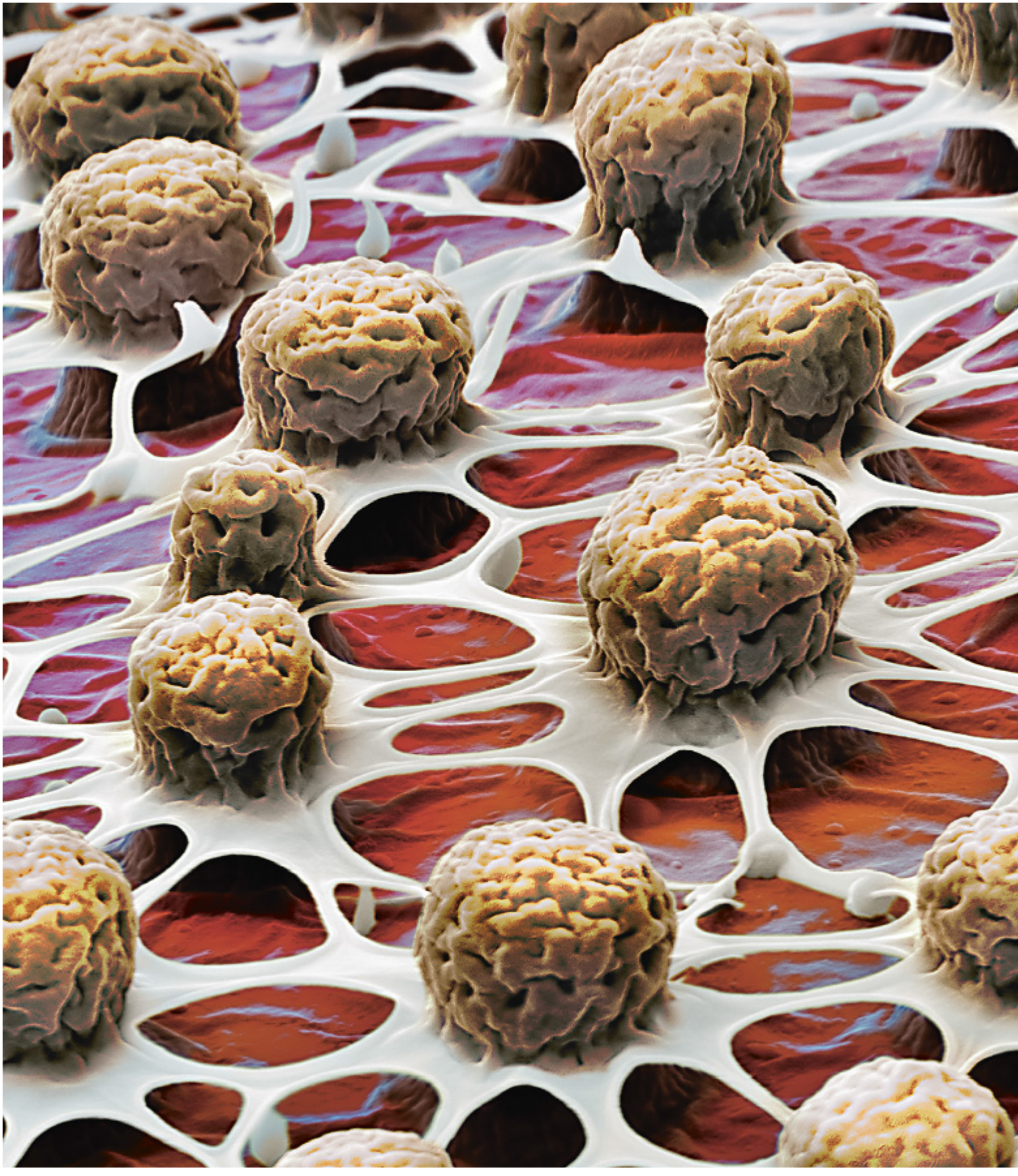
Vor Ort
26
Kampf um ein intaktes Ökosystem auf den Seychellen

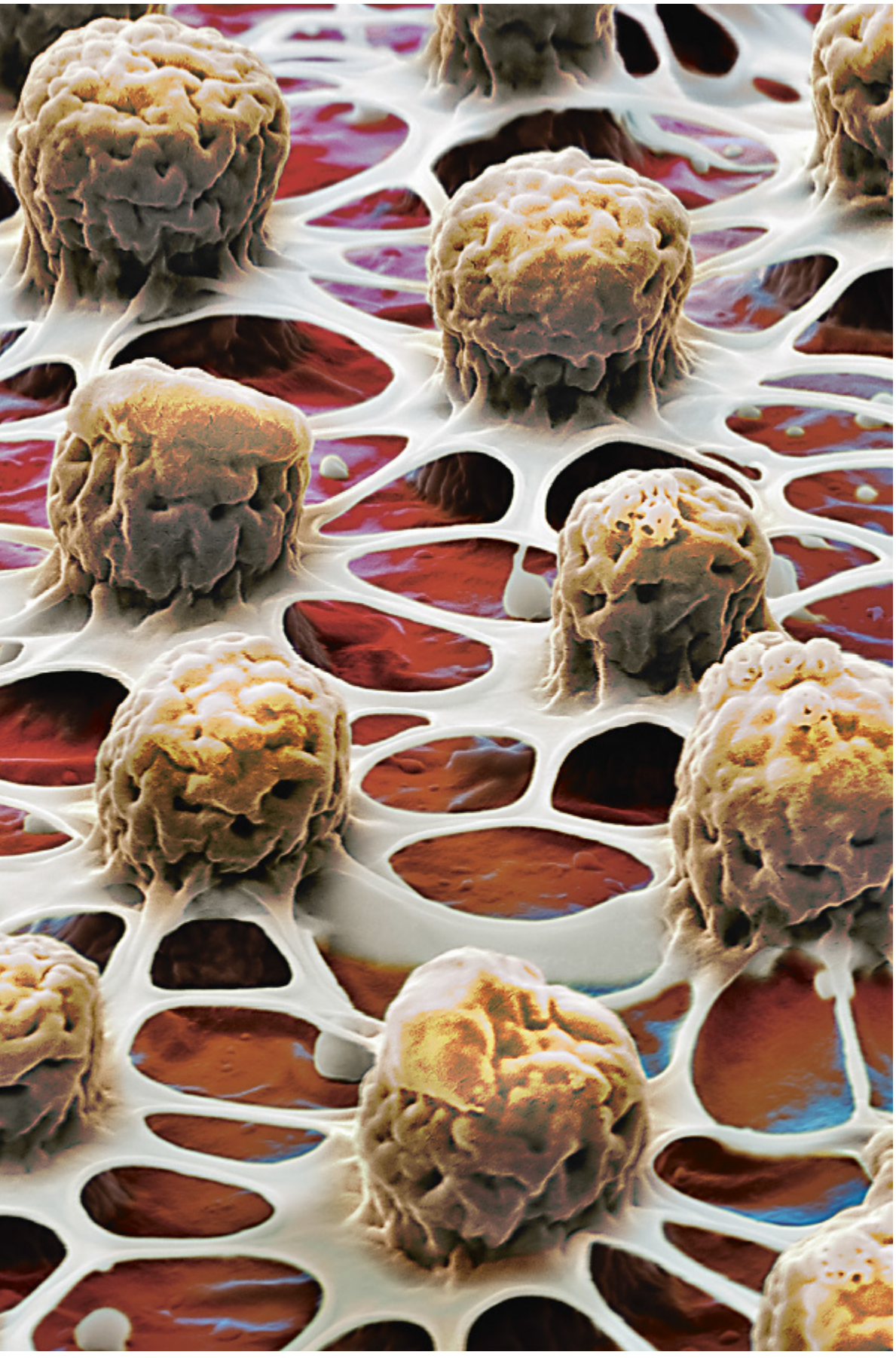
Im Gespräch
46
Martin Vetterli und Dieter Imboden: Der neue und der alte Präsident des Nationalen Forschungsrats

Wie funktionierts?
49
Schneller als der Wind segeln

Für Sie entdeckt
50
Mehrdimensionale Irritation: «Flatland» von Edwin A. Abbott

SNF und Akademien direkt
51
Thierry Courvoisier ist neuer Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz.





Eine ausserirdische Reproduktionsfarm?

Hier sind keine glitschig vernetzten Wesen von fremden Planeten zu sehen. Das Bild stammt nicht von einem Astronauten in ferner Zukunft, der Aufnahmen von seiner Weltraumreise in die Gegenwart schickt. Es stammt von Martin Oeggerli, der sich «Mikronaut» nennt. Der promovierte Biologe und Wissenschaftsfotograf bedient sich statt eines Raumschiffs eines Rasterelektronenmikroskops, um in die fremden Welten des Mikrokosmos vorzudringen.
Wir blicken auf einen kleinen Ausschnitt der Oberfläche eines Mückeneis. Die wie mit Gehirnwindungen oder Korallenstrukturen versehenen Noppen sowie die auf dem Bild weiss eingefärbten Fäden, die sich zwischen ihnen spannen, gehören mit dem rötlichen Untergrund zur äussersten von insgesamt vier Schichten, die sich schützend um die wachsende Larve wickeln. Mücken legen bis zu 500 Eier dicht nebeneinander auf der Wasseroberfläche ab. Ein Mückenei hat die Form eines winzigen Reiskorns und steht mit einem seiner spitzen Enden auf dem Wasser. Dieses Ende öffnet sich, wenn die Mückenlarve nach ungefähr zwei Tagen aus ihrem Ei ins Wasser schlüpft.
Dass das Ei dabei nicht umkippt, liegt daran, dass es dank den ineinander verkeilten Noppen wie ein Legoklötzchen an seinen Nachbareiern haftet. So bilden die Eier stabile Flosse. ori

Bild: Martin Oeggerli, unterstützt durch die FHNW

Valérie Chételat, Georg Pöhlein (Fotomontage)

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts ist der Druck gross, sich ständig zu verbessern. Eingriffe ins Individuum – von medikamentösen zu genetischen bis zu Verschmelzungen von Mensch und Maschine – versprechen markante Leistungssteigerungen. Doch das «Human Enhancement» ist umstritten. Drohen wir uns vor lauter Verbesserungen abhanden zu kommen?

Die Eigenschaften mit besonderem Wert bewahren

Von Alexandre Erler

Bedrohen die Technologien des Human Enhancement das «wahre Selbst» einer Person, also das, was sie wirklich ist? Die Antwort hängt davon ab, wie wir dieses Selbst definieren. Wenn man es als eigentliche Essenz versteht, die der Einzelne nicht verändern kann, ohne seine eigene Existenz aufzugeben, scheint die Befürchtung, uns selber zu verlieren, bei den meisten Technologien des Human Enhancement übertrieben. Nehmen wir als Beispiel die ästhetische Chirurgie: Man geht im Allgemeinen nicht davon aus, dass eine solche Operation den Patienten schlicht und einfach zerstört und ihn durch eine ästhetisch optimierte Version ersetzt. Es scheint deshalb plausibler, dieses Selbst nicht als eigentliche Essenz zu verstehen, sondern als das, was die Persönlichkeit, das Aussehen und andere stabile (wenn auch nicht unveränderbare) Grundzüge bestimmt, die eine Person ursprünglich besitzt und die einen wesentlichen Einfluss auf ihr Leben haben.

Die absichtliche Veränderung dieses Selbst durch technologische Eingriffe scheint nicht gezwungenermassen verwerflich. Wenn dies möglich wäre: Was wäre dagegen einzuwenden, dass ein Musiker mit pharmakologischen Mitteln sein Musikgedächtnis so perfektioniert, dass es in seiner Genialität jenem von Mozart ebenbürtig wäre? Andere mögliche Anwendungen des Human Enhancement scheinen problematischer, wenn etwa eine Person ihre ethnischen Erscheinungsmerkmale mit ästhetischer Chirurgie beseitigt, damit sie nicht mehr unter den rassistischen Vorurteilen ihres Umfelds leidet, oder eine homosexuelle Person zu Pillen greift, um ihre Homosexualität zu «heilen». Hier sind wohl viele der Meinung, dass diese Personen ihre Identität nicht so tiefgreifend verändern, sondern ihre Eigenheiten akzeptieren und «authentisch» bleiben sollten, statt sich dem gesellschaftlichen Druck zu beugen.

Stefan Sorgner wendet ein, dass es willkürlich sei, ausgerechnet jene Merkmale einer Person als wahres Selbst zu verstehen, die diese mit der Technik verändert, und nicht zum Beispiel ihren Wunsch, diese Veränderungen vorzunehmen. Dieser Einwand enthält meines Erachtens eine falsche Dichotomie: Weshalb sollten die umstrittenen Eigenschaften nicht genauso Teil des wahren Selbst der Person sein können? Natürlich gibt es die Ansicht, dass diese Personen, wenn sie solche Veränderungen vornehmen, nicht nur ihr wahres Selbst verändern, sondern dass sie mit dieser Verwandlung gleichzeitig ausdrücken, wer sie wirklich sind. Ist damit aber tatsächlich die Idee widerlegt, dass es gute Gründe dafür gibt, die authentischen und ursprünglichen Eigenschaften zu bewahren? Dies bezweifle ich.

Weshalb wäre es dann problematisch, bestimmte authentische Eigenschaften in diesem Sinn technologisch zu verändern, andere dagegen nicht? Ich möchte mich hier auf die Aussage beschränken, dass jene Eigenschaften bewahrenswert sind, die einen besonderen Wert aufweisen. Ich würde annehmen, dass die ethnische Identität einer Person ein solches bedeutendes Merkmal ist. Bei einem dürftigen Musikgedächtnis scheint mir dies weniger plausibel. In der aktuellen Diskussion über ethische Aspekte des Human Enhancement sollte diesen Fragen mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Alexandre Erler doktoriert an der Universität Oxford in Philosophie.

Ein fliessendes Selbst

Von Stefan Lorenz Sorgner

Der Begriff «Human Enhancement» fasst verschiedene Techniken zur Verbesserung des Menschen zusammen. Wird dabei ins Erbgut von Nachkommen eingegriffen, müssen Eltern die Entscheidung fällen. Beim so genannten autonomen Enhancement hingegen entscheidet sich ein Erwachsener selbst für eine technische Veränderung des eigenen Körpers. Aus Alexandre Erlers Sicht können solche Entscheidungen das «wahre Selbst» eines Menschen gefährden. Dieses Urteil halte ich nicht für plausibel. Dabei teile ich seine Auffassung, dass das wahre Selbst nicht aus einer «Essenz» besteht. Das glauben etwa katholische Ethiker. Für sie ist das wahre Selbst immateriell und besteht aus einer von der natürlichen Welt getrennten Substanz. Enhancement-Technologien können demzufolge das Selbst nicht direkt verändern. Trotzdem sind katholische Ethiker dem Enhancement gegenüber kritisch eingestellt und lehnen es ab.

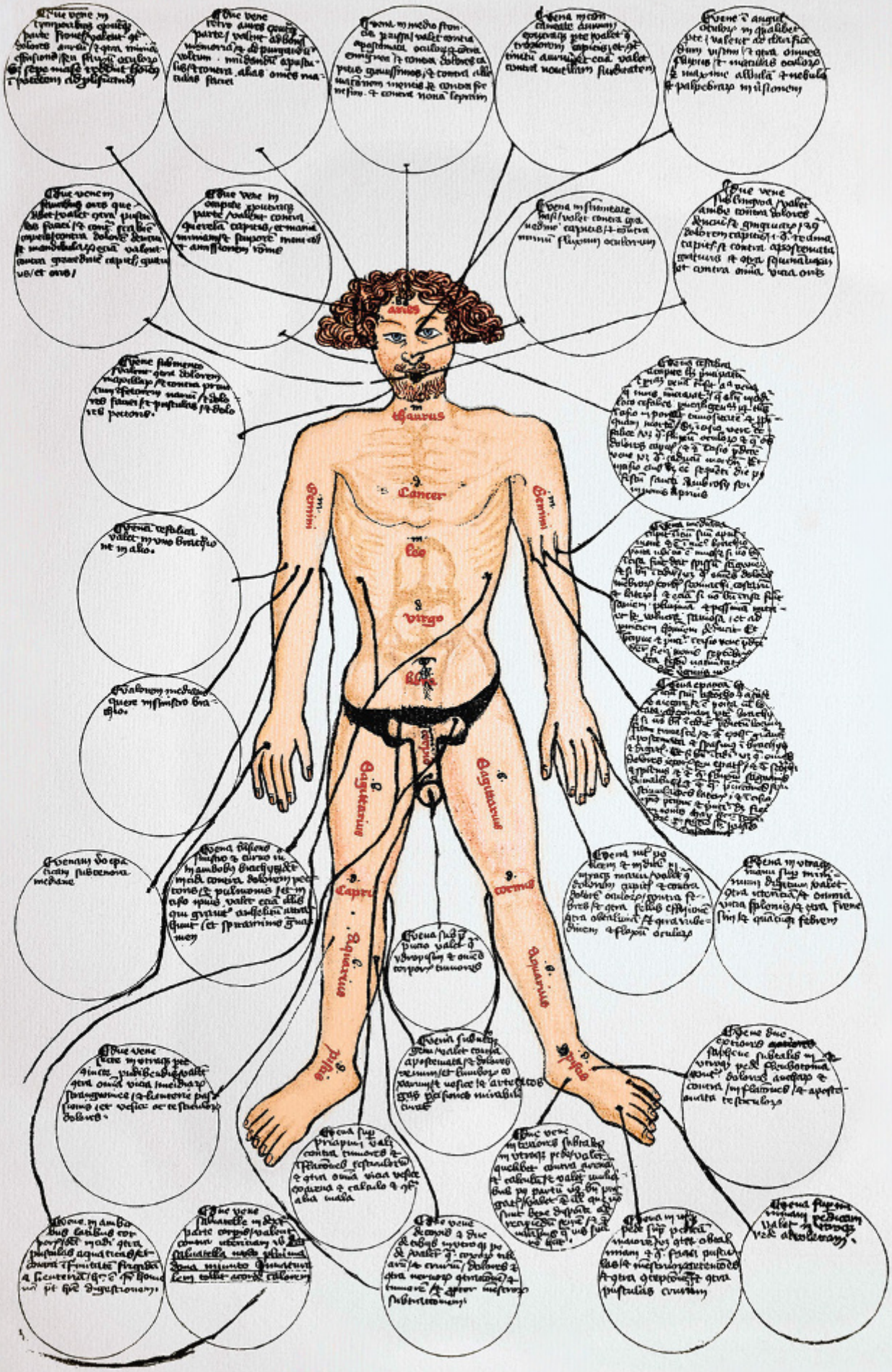
Alexandre Erler geht wie ich davon aus, dass das wahre Selbst aus Eigenschaften besteht, die sich durch entsprechende Enhancement-Techniken verändern lassen. Daraus folgt meiner Meinung nach jedoch keinesfalls, dass durch autonom bestimmte technische Eingriffe eine Gefahr für das wahre Selbst besteht. Wenn man davon ausgeht, dass die Eigenschaften eines Menschen – und damit das Selbst – einem beständigen Wandel unterliegen, wird der Begriff des «wahren Selbst» problematisch, wenn nicht gar widersprüchlich. Ein Selbst, das nicht in einer «Essenz» besteht, hat keine unveränderlichen Eigenschaften. Wenn der Begriff der Wahrheit mit der Eigenschaft der Unveränderlichkeit identifiziert wird, dann könnte «das wahre Selbst» mit «die unveränderlichen Eigenschaften einer sich verändernden Entität» übersetzt werden.

Offenbar versteht Erler unter «wahr» etwas anderes. Identifiziert er das wahre Selbst mit bestimmten gefestigten Eigenschaften eines Menschen? Auch diese Position rettet sein Urteil nicht unbedingt. Schliesslich können zu unterschiedlichen Zeiten verschiedene Cluster von Eigenschaften die vorherrschenden sein. Was zu früheren Zeiten dominant war, mag nun technisch verändert werden, da sich ein anderes gegenwärtig vorherrschendes Cluster hierzu entschlossen hat. Weshalb ein spezielles Cluster von Eigenschaften das einzig wahre Selbst sein soll, ist mir nicht ersichtlich.

Das bedeutet nicht, dass die Entscheidung, eine Enhancement-Technik zu nutzen, notwendigerweise moralisch unproblematisch ist. Bei der Beurteilung auf ein wahres Selbst zu verweisen erscheint mir nicht besonders hilfreich. Interessanter ist folgende Frage: Unter welchen Bedingungen kann die Handlungsentscheidung eines erwachsenen Menschen, die seinen eigenen Körper betrifft, moralisch problematisch sein?

Solange keine unangemessenen politischen oder andere äusseren Zwänge bestehen und die Gleichheit geachtet wird, sind solche Handlungsentscheidungen aus meiner Sicht moralisch unproblematisch. Dies gilt für Enhancement-Techniken wie die medikamentös produzierte Fröhlichkeit, aber auch für andere Entscheidungen, etwa zur freiwilligen Prostitution.

Stefan Lorenz Sorgner ist Dozent für medizinische Ethik an der Universität Erlangen-Nürnberg.


aries
Taurus
Gemini
Cancer
Leo
Virgo
Libra
Scorpius
Sagittarius
Capricornus
Aquarius
Pisces

Sprechende Körper

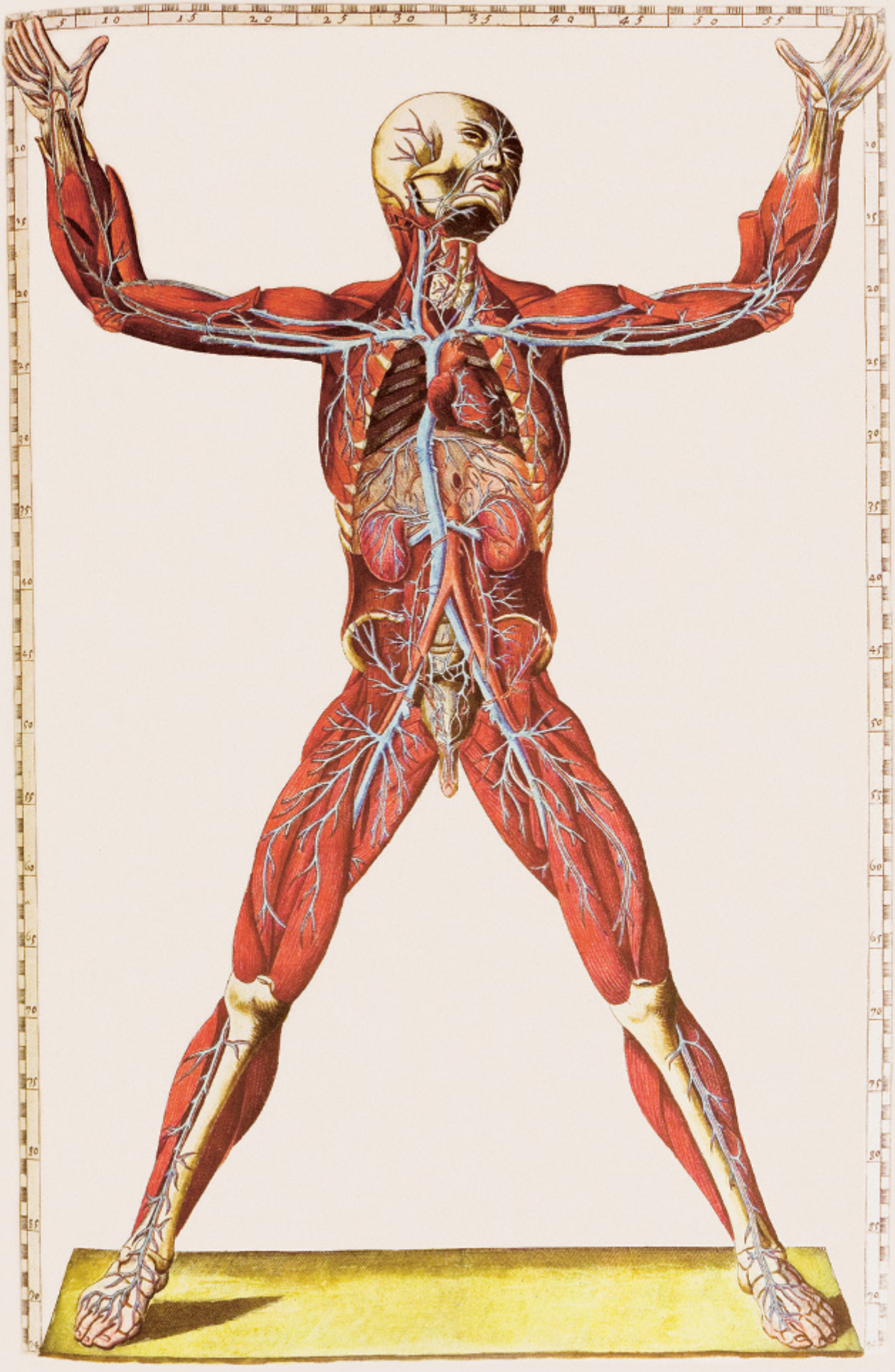
«Gesundheit» klingt angenehm in unseren Ohren, doch Gesundheit verweist auf Krankheit und diese wiederum auf den ärztlichen Eingriff in den menschlichen Körper. Um den Kranken zu heilen, sind der Arzt und die Ärztin darauf angewiesen, über ein Bild des Körpers zu verfügen. Die Bildstrecke auf den folgenden Seiten (mit dem Auftakt auf Seite 3) präsentiert eine lockere Auswahl abendländischer, meist männlicher Körperbilder – vom Skelett aus dem 14. Jahrhundert bis zur Magnetresonanztomografie des beginnenden 21. Jahrhunderts. Bei allem – unterschiedlich starkem – Drang der Wissensexperten, objektive Darstellungen zu schaffen: Jedes Bild besitzt einen Überschuss an Bedeutung. Es ist nie nur reine Anatomie, die Abbildungen sprechen die Sprachen ihrer Schöpfer. *uha*

Baustelle

Das Gesundheitswesen erhitzt die Gemüter, obschon wir medizinisch immer besser versorgt werden. Die Kosten steigen stetig, die Anzahl Diagnosen nimmt zu, und viele macht der Druck, gesund sein zu müssen, krank. Streifzug durch ein Labyrinth.

Gesundheit

Empfindliche Schnittstellen: Der Aderlass soll die Säfte des Körpers wieder ins Gleichgewicht bringen. Er wird auch mit Blutegeln appliziert. Aus Johannes de Kethams «Fasciculus Medicinae» (Venedig, 1491).
Bild: Sheila Terry/Keystone/Science Photo Library



Das schweizerische Gesundheitswesen ist eines der besten der Welt. Aber wie lange noch? Von Valentin Amrhein

Ein Knie mehr

Reden wir über Geld. Im Jahr 2010 entfielen laut Bundesamt für Statistik auf jede in der Schweiz wohnhafte Person Gesundheitskosten von 661 Franken pro Monat. Die insgesamt 62,5 Milliarden Franken pro Jahr entsprachen 10,9 Prozent des Bruttoinlandprodukts. Ist das viel, ist das wenig? Österreich, Deutschland, Frankreich, die Niederlande und Kanada haben höhere Gesundheitsausgaben, und der Spitzenreiter USA zahlt gar 17,6 Prozent des Bruttoinlandprodukts. Zugleich ist die Lebenserwartung in der Schweiz mit 81,7 Jahren die zweithöchste, nach Japan mit 82,4 Jahren. Und das schweizerische Gesundheitswesen ist ein stark wachsender Wirtschaftszweig, es beschäftigt rund 600'000 Menschen, also etwa jeden achten Erwerbstätigen. Will eigentlich irgend jemand ein billigeres Gesundheitswesen?

Auf Sand gebaut

«Wir wollen nicht ein billigeres Gesundheitswesen, sondern ein vernünftigeres», sagt Daniel Scheidegger, bis Ende 2012 Chefarzt Anästhesie am Universitätsspital Basel und federführend im Projekt «Nachhaltiges Gesundheitssystem» der Akademien der Wissenschaften. Die medizinische Versorgung sei gut, aber das System sei auf Sand gebaut. Denn das Gesundheitswesen funktioniert heute nur, weil wir über die Hälfte der Fachpersonen importieren. Die Schweiz überlässt die Ausbildung ihrer Gesundheitsfachleute den europäischen Nachbarn. Und es wird noch schlimmer kommen: Aufgrund der steigenden Lebenserwartung benötigen alleine die Alters- und Pflegeheime bis im Jahr 2020 mindestens 15'000 zusätzliche Angestellte.

Ausserdem könnte die Medizin besser sein. Wir wissen etwa aus onkologischen Studien, dass jemand vier Wochen länger überlebt, wenn er bestimmte Medikamente nimmt. Was wir nicht wissen, ist, ob das vier gute oder vier schlechte Wochen sind. Das macht es für den Arzt schwierig, mit den Patienten ein offenes Gespräch zu führen. Nach Meinung der meisten Fachleute braucht es dringend mehr Versorgungsforschung, die zum Beispiel untersucht, ob der medizinische Aufwand zu einem angemessenen Nutzen führt.

Oft werden Patienten erst beim Arzt krank. Der Grund dafür liegt im System: Patienten neigen dazu, im Zweifel lieber eine unnötige als gar keine Leistung zu beanspruchen, denn sie wollen ja für ihre bereits gezahlten Versicherungsbeiträge etwas bekommen. Und die Ärzte verdienen umso mehr, je mehr Patienten sie behandeln; dafür sorgen unter anderem die vor einem Jahr schweizweit eingeführten Fallpauschalen. «Viele Krankenhäuser geben ihren Angestellten vertraglich ein gewisses Umsatzwachstum vor», sagt Daniel Scheidegger. «Wenn ich als Kniechirurg am Jahresende mein Soll an zu operierenden Patienten nicht erfüllt habe, und Sie kommen zu mir mit ein bisschen Knieweh, können Sie sich vorstellen, was passiert.»

Literatur

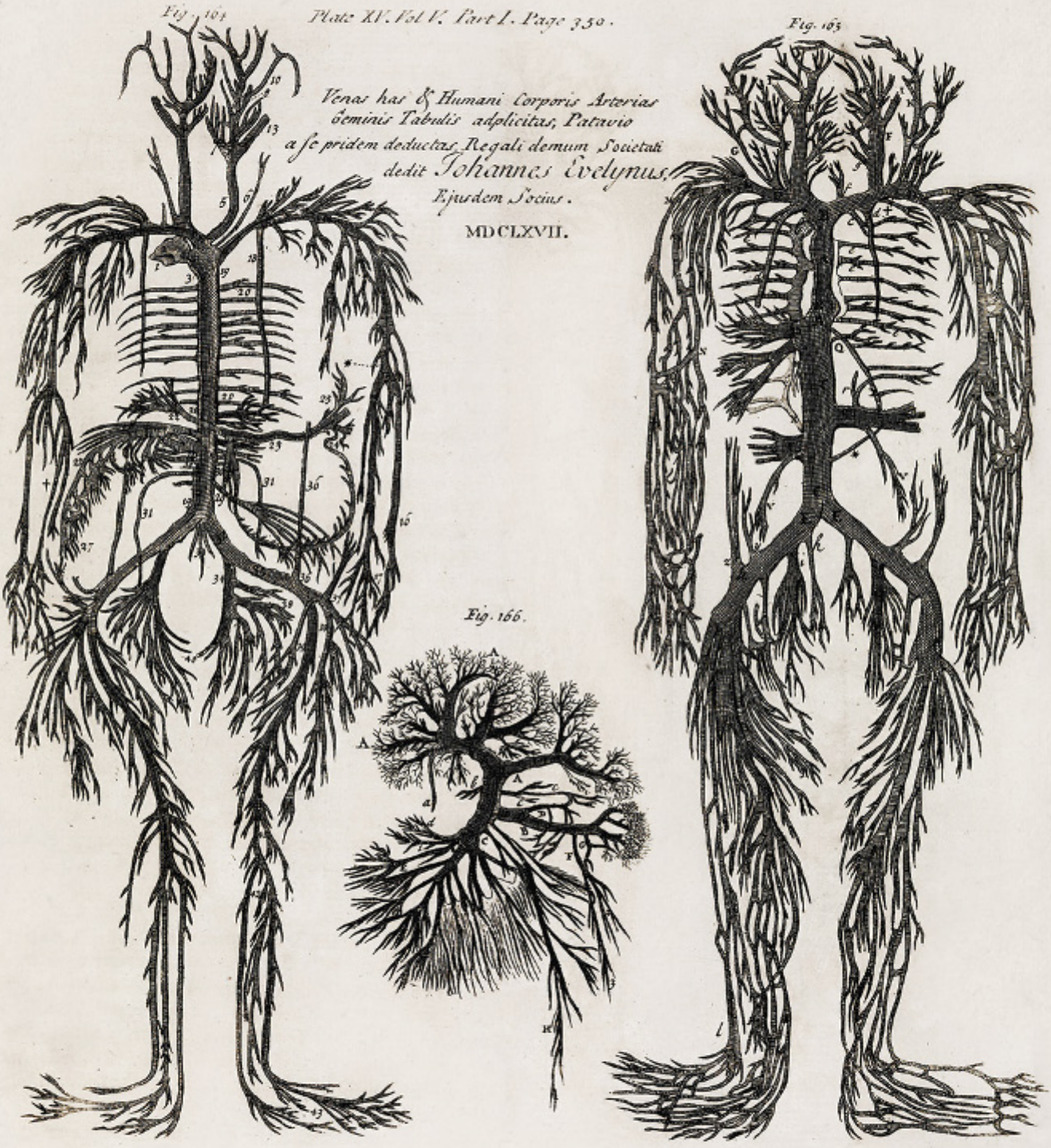
Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hg.): Effizienz, Nutzung und Finanzierung des Gesundheitswesens, Bern 2012.

Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hg.): Methoden zur Bestimmung von Nutzen bzw. Wert medizinischer Leistungen, Bern 2012.

www.akademien-schweiz.ch/gesundheitssystem

Des Körpers Kraft: Der Arzt und Anatom Bartolomeo Eustachi betont in seiner Darstellung aus der Mitte des 16. Jahrhunderts die Muskeln, Organe und Blutgefässe («Tabulae anatomicae», 1714).

Bild: Mehau Kulyk/Keystone/Science Photo Library



Der Mensch ist eine Pflanze: Der Gartenarchitekt John Evelyn isoliert 1667 in seinen Zeichnungen die Arterien (links) und die Venen (rechts) des Körpers («Philosophical Transactions», 1734).

Bild: Middle Temple Library/Keystone/Science Photo Library

Die Krankheit als Schuldfrage

Noch nie wurden so viele Krankheiten diagnostiziert wie heute. Gleichzeitig wird Gesundheit fast um jeden Preis angestrebt: Der Einzelne soll sich tüchtig anstrengen. Das macht mitunter krank. Von Urs Hafner

Leben ist tödlich. Das Bonmot, dessen Beliebtheit unter Rauchern in dem Masse gestiegen ist, wie ihre Zigarettenschachteln zu Präventionszwecken mit abschreckenden Bildern und Sätzen geschmückt werden, mag eine Binsenweisheit ausdrücken: Wir kommen zur Welt, um zu sterben. Dass das Bonmot jedoch eine geradezu obszön erscheinende Pointe besitzt, liegt am stets noch steigenden Stellenwert, den die Gesundheit in den westlichen Gesellschaften einnimmt. Sie ist ein Dogma und für viele zur Obsession geworden. Man braucht sich auf einem Fest, auf dem sich Über-Dreissig-Jährige tummeln, nur ein wenig umzuhören: Ein Gutteil der Konversation dreht sich – teils ironisch gebrochen – um die Frage, wie man leben muss, um gesund zu sein.

Ein teuflischer Satz

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat unser Gesundheitszeitalter 1946 mit einer Definition eingeläutet, welche die Messlatte unerreichbar hoch gelegt hat: Gesundheit sei «ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen». Der Satz hat etwas Teuflisches. Er besagt, dass niemand je vollständig gesund ist (oder höchstens während einiger Sternstunden seines Lebens). Unter der Voraussetzung, dass Gesundheit ein anzustrebender Zustand ist, heisst dies nichts anderes, als dass wir uns anstrengen sollten, um gesund zu sein. Oblag die Verantwortung für das Wohlbefinden der Bürger noch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts dem Wohlfahrtsstaat, so lastet sie heute, nach dem Durchbruch neoliberalen Denkens und angesichts der chronifizierten Finanzkrise und der steigenden Gesundheitskosten, zunehmend auf dem Einzelnen. Die Tendenz geht dahin, dass jeder verantwortlich gemacht wird für seine Gesundheit. Wer nicht gesund ist, hat etwas falsch gemacht und ist selber schuld.

Der Lebenswandel als Ursache?

Die kirchliche Zeitschrift «reformiert» berichtet in ihrer Januar-Ausgabe über die repräsentative Meinungsumfrage, die sie zum Gesundheitswesen hat durchführen lassen. Auf die Frage, warum jemand krank werde, haben fast sechzig Prozent der Teilnehmenden den Lebenswandel als Ursache angegeben. Diese Auffassung liegt laut «reformiert» auf der Linie der WHO und des Bundesamts für Gesundheit. Wissenschaftlich aber sei sie kaum haltbar, wird Josef Jenewein zitiert, leitender Arzt an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsspital Zürich: Ein gesunder Lebenswandel sei keine Garantie dafür, nicht zu erkranken; oft wisse man schlicht nicht, weshalb eine Krankheit ausbreche. Selbst beim an Krebs erkrankten Raucher, einem auf den ersten Blick eindeutigen Fall, sei das Rauchen nicht der einzige Auslöser der Krankheit.

Die Rigidität des modernen Gesundheitsregimes ruft die Kritiker auf den Plan. Der 2002 verstorbene Philosoph und Theologe Ivan Illich sagte in einem kurz vor seinem Tod gehaltenen Vortrag (abgedruckt in der jüngsten Ausgabe des Zürcher Jahrbuchs «Nach Feierabend»): «Das gesellschaftliche Streben nach Gesundheit ist zum vorherrschenden pathogenen Faktor geworden.» Illich identifiziert in der modernen Gesellschaft das «Verkümmern der Lebens- und Leidenskunst durch das Versprechen unbegrenzter Verbesserung der Gesundheit» sowie das «Verschwinden der Gastlichkeit für den Verrückten, den Aussätzigen, den Blinden und für den Dahinsiechenden». Mag in diesen Ausführungen auch ein wenig Sozialromantik mitschwingen, die sich leicht durch die Schilderung einer Arbeitsanstalt des 18. Jahrhunderts konterkarieren liesse: Der Todkranke wird heute, so gut es geht, gemieden. Würden wir im öffentlichen Raum auf einen Dahinsiechenden stossen, würden wir uns abwenden oder die Polizei rufen. Der Verlust der «Leidenskunst» geht laut Illich mit einem Funktionswandel des Arztes einher. Einst sei es dessen wichtigste Aufgabe gewesen, dem Kranken zuzuhören. Seit aber den Ärzten das Ruder der «Biokratie» aus der Hand genommen worden sei – durch Pharmaindustrie und Gesundheitspolitik, bliebe zu ergänzen –, hätten sie sich in Mediziner verwandelt, die dem Kranken eine Pathologie zuschrieben. Das Gegenteil der Pathologie, die Gesundheit, werde nicht mehr als Wohlsein erlebt, sondern als die «optimale Einstellung individueller Subsysteme auf ökologische und ökonomische Rahmenbedingungen» festgeschrieben. Diese Definition von Gesundheit bildet quasi das technische Gegenstück zur hochfahrenden WHO-Definition.

Die Medikalisierung

Die Gesundheit will – fast – von jedem, jederzeit und überall realisiert werden. Für das Phänomen der immer weiter in die Gesellschaft ausgreifenden Gesundheit hat sich der Begriff «Medikalisierung» ein-

«Das gesellschaftliche Streben nach Gesundheit ist zum vorherrschenden pathogenen Faktor geworden.»
Ivan Illich

gebürgert. Zunehmend würden nichtmedizinische Phänomene als medizinische Probleme definiert und behandelt, wobei die Ärzte an Einfluss verlören, stellt der Soziologe Peter C. Meyer fest (im Sammelband «Gesellschaft und Krankheit – Medikalisierung im Spannungsfeld von Recht und Medizin»); Beziehungsprobleme, Kinderlosigkeit und Burnout gälten neuerdings als Krankheiten. Die Medikalisierung belastet einerseits das Gesundheitswesen, weil sie dessen Kosten in die Höhe treibt, führt aber andererseits zu einem volkswirtschaftlich erwünschten Wachstum. Offenkundig besteht auf dem Markt die Nachfrage nach den neuen Produkten der Gesundheitsindustrie, wie das «Human Enhancement» belegt. Diese extreme Form der Medikalisierung behandelt nicht Krankheiten, sondern optimiert die Gesundheit durch medizinische Interventionen, meist mit Medikamenten. Die Körper würden dem angepasst, was als normal gelte, konstatiert Meyer; man verabreiche kleinwüchsigen Kindern Wachstumshormone, nehme im Sport und im Berufsleben Doping und lasse den Körper schönheitschirurgisch verjüngen und nach dem neusten Ideal formen.

Die hypostasierte Gesundheit, die jeder selbst verwirklichen soll, steht auch unter der Regie der Politik. Für die Soziologin Franziska Schutzbach, die zum Thema der reproduktiven Gesundheit dissertiert, haben supranationale Programme, wie sie beispielsweise die WHO und ihre Mitgliederstaaten betreiben, gar eine «bevölkerungspolitische Dimension». Der Terminus lässt aufhorchen, weil das Feld der Bevölkerungspolitik seit dem Nationalsozialismus und den eugenischen Anstrengungen auch demokratischer Staaten, die noch nach dem Zweiten Weltkrieg ledige Mütter aus den Unterschichten sterilisierten, offiziell geächtet ist. Die Vereinten Nationen beschlossen 1994, sich von ihrer strikten antinatalistischen Entwicklungspolitik zu verabschieden, die sie den südlichen Ländern verpasst hatten, und stattdessen Familienplanung als individuelles Gesundheitsbedürfnis auf der Basis der Menschenrechte in den Vordergrund zu stellen.

Eigenverantwortung

Laut Franziska Schutzbach verknüpfen die europäischen WHO-Gesundheitsprogramme die Aufforderung, sich reproduktiv selbstbestimmt und eigenverantwortlich zu verhalten, mit der Absicht, die sinkenden Geburtenraten zu stoppen. Die WHO Europa argumentiere, dass es für Frauen gesünder sei, Kinder früh und nicht spät zu bekommen, weil Letzteres ein Gesundheitsrisiko sei. Die Sorge um die Gesundheit der Frau werde mit dem Ziel verknüpft, die Fruchtbarkeitsrate zu steigern. Somit gerate das Gebärverhalten von Frauen unter die Norm des Bevölkerungsoptimums. Das sei eine «Bevölkerungspolitik durch die Hintertür», die nicht mehr von einer herrschenden Instanz verordnet, sondern von den Individuen aufgrund von Empfehlungen – «sei gesund!» – freiwillig ausgeführt werde. Die Einzelnen betrieben eine Art Selbstführung, wie sie der Sozialphilosoph Michel Foucault mit seiner «Gouvernementalität» beschrieben habe.

Gesund und noch gesünder sein zu müssen kostet Kraft – und macht müde und manchmal krank. Zu den am weitesten verbreiteten Krankheiten zählen in der medikalisierten Gesellschaft Depressionen, Erschöpfungszustände und Burnouts. Der Historiker Patrick Kury, der eine Wissensgeschichte des Stresses vorgelegt hat, kommt zum Schluss, dass Erschöpfungskrankheiten es dem Individuum erlaubten, sein Unbehagen und seine Überforderung auszudrücken, ohne dass es seine Defizite und Grenzen eingestehen müsse; der Stress und die Depression also als attraktive Krankheitsangebote. Zugleich ist es aufgefordert, sich mithilfe eines der zahllosen Therapieangebote auf Vordermann zu bringen und wieder gesund zu werden, um weiterzuarbeiten. Dass die Depression die Krankheit einer Gesellschaft ist, die um jeden Preis gesund sein will, liegt auf der Hand.

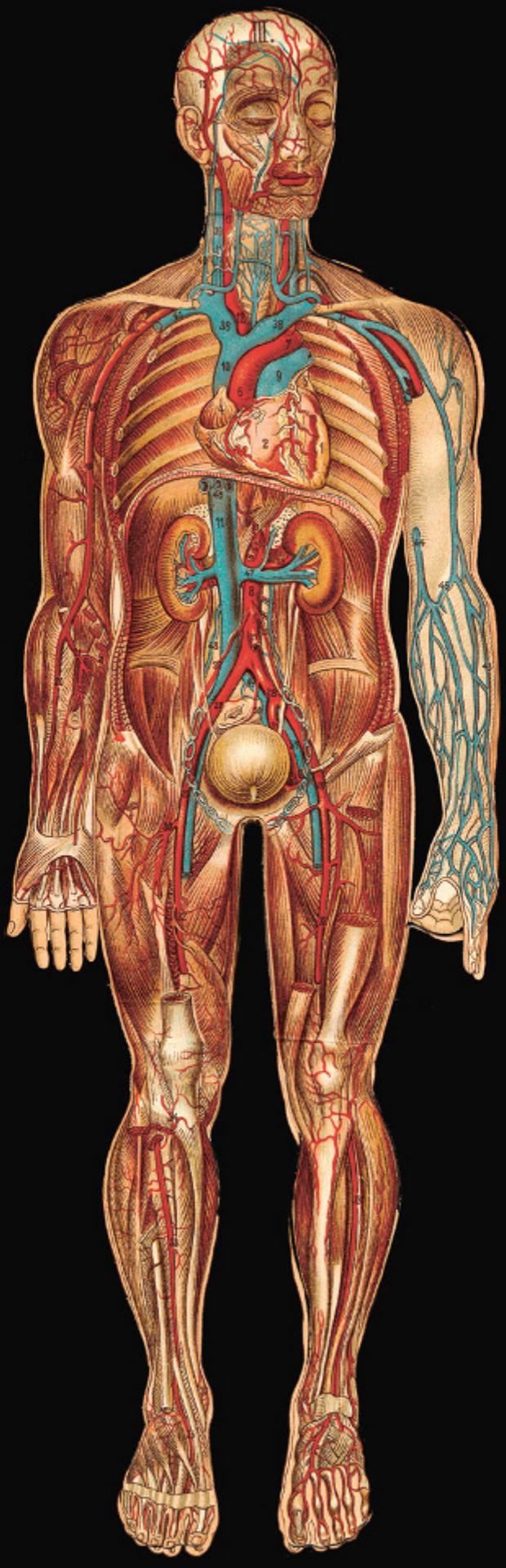
Literatur

Nach Feierabend. Zürcher Jahrbuch für Wissensgeschichte 8 (2012): Gesundheit. 229 S.

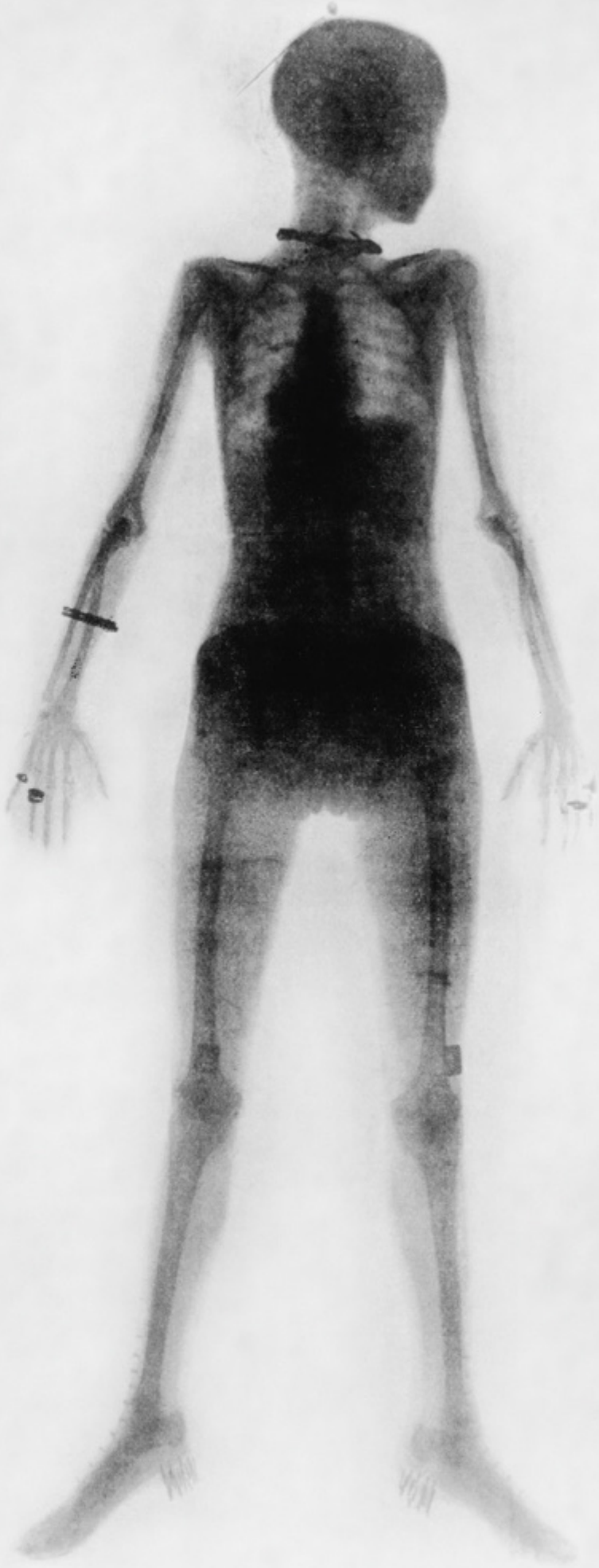
Patrick Kury: Der überforderte Mensch. Eine Wissensgeschichte vom Stress zum Burnout. Frankfurt am Main 2012, 342 S.

Erwin Murer (Hg.): Gesellschaft und Krankheit: Medikalisierung im Spannungsfeld von Recht und Medizin. Bern 2012, 164 S.

Franziska Schutzbach: Vom Aussterben Europas. Eine kritische Einschätzung von Fortpflanzungsdiskursen in europäischen Gesundheitsprogrammen. In: Gender. Zeitschrift für Geschlecht, Kultur und Gesellschaft (im Erscheinen).



Im inneren Gleichgewicht: Der Naturheilkundler Friedrich Eduard Bilz konzentriert sich in seinem populären «Neuen Naturheilverfahren» (hier aus der Ausgabe von 1898) auf den Blutkreislauf.
Bild: MaxPPP/Keystone/Bianchetti/Leemage



Aparte Pose: Das erste Röntgenbild einer lebenden Person, New York 1907. Sichtbar sind das Skelett, das Herz, die Leber und der Schmuck der aufrecht stehenden Frau. Die Aufnahme dauerte dreissig Minuten.
Bild: Keystone/Science Photo Library

Maximal ist nicht optimal

Es gibt viele Gründe, auf das Schweizer Gesundheitswesen stolz zu sein. Doch die Medizin zielt zu oft auf das Maximale statt auf das Optimale. Mehr Bescheidenheit tut not. Von Ori Schipper

Weniger ist manchmal mehr. Das sollte sich die heutige Medizin stärker zu Herzen nehmen, denkt sich, wer die Zahlen zum hiesigen Medikamentenverbrauch zur Kenntnis nimmt. Am ersten Schweizer Symposium für Versorgungsforschung, die eine möglichst effiziente Gesundheitsversorgung der Bevölkerung anstrebt, präsentierte Eva Blozik, wissenschaftliche Oberärztin am Schweizer Zentrum für Telemedizin Medgate, im November 2012 eindrückliche Zahlen: Knapp jede vierte Person über 65 Jahre erhält Medikamente – in erster Linie Psychopharmaka – verschrieben, die für diese Altersklasse mit einem erhöhten Risiko für unerwünschte Nebenwirkungen einhergehen. «Im Normalfall gibt es Alternativen zu diesen potentiell schädlichen Wirkstoffen», sagt Blozik.

Hinzu kommt, dass laut Bloziks Analyse fast die Hälfte der Patientinnen und Patienten im Pensionsalter gleichzeitig fünf oder noch mehr Medikamente erhält, was das Risiko für ungünstige Interaktionen der Wirkstoffe erhöht. Blozik führt die Vielfachmedikation unter anderem auf die stark fragmentierte ärztliche Versorgung in der Schweiz zurück. «Jeder kocht sein eigenes Süppchen», sagt sie. Einzelkämpferische Ärzte seien für gesunde junge Menschen, die einen Schnupfen durchmachen, nicht weiter schlimm. Bei älteren Menschen mit mehreren chronischen Erkrankungen brauche es jedoch neue Behandlungsleitlinien und vor allem eine stärkere Koordination der medizinischen Versorgung.

In den Kinderschuhen

«Viele gute Solisten machen noch kein gutes Orchester. Wir sollten für ein optimales Musikerlebnis in der Medizin unsere Aufmerksamkeit statt nur auf immer neue Verfahren und Medikamente zunehmend auch auf die Organisation des Konzerts richten», sagt Thomas Rosemann, Direktor des Instituts für Hausarztmedizin der Universität Zürich. Grundlagen- und klinische Forschung genügten nicht. Um deren Resultate in den klinischen Alltag zu übersetzen, brauche es als dritte Säule die Versorgungsforschung, sagt Rosemann. Dieses Feld ist etwa in Grossbritannien und in den USA bereits gut besetzt, doch in der Schweiz steckt es in den Kinderschuhen. Die Versorgungsforschung will nicht in erster Linie medizinische Leistungen rationieren, sondern wissenschaftlich untersuchen, wie mit begrenzten Mitteln ein möglichst maximaler Nutzen für die Patienten erzielt werden kann. Nur mit der Ausweitung des Blickfelds auf das ganze Gesundheitssystem werde klar, welche Lücken prioritär zu schliessen seien und wo Doppelspurigkeiten vermieden werden sollten, sagt Rosemann.

Medikamentenverbauch senken

Oft hinterfragt die Versorgungsforschung eingespielte Routineabläufe. Das ist jedenfalls die Idee, die der Studie von Stefan Neuner-Jehle vom Institut für Hausarztmedizin zugrunde liegt. Sie gehört zu den ersten acht Projekten, die 2012 von der Gottfried-und-Julia-Bangerter-Rhyner-Stiftung und der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften unterstützt wurden. Neuner-Jehle testet, ob sich Hausärzte und ihre über 60-jährigen Patienten durch einen kurzen Fragenkatalog motivieren lassen, von der Vielfachmedikation abzukommen. Der Katalog enthält nur vier einfache Fragen zu den Nebenwirkungen und den möglichen Alternativen. Doch in der Geriatrie eines israelischen Krankenhauses genügte es, diese Fragen regelmässig und hartnäckig zu stellen, um den Medikamentenverbrauch um über die Hälfte zu senken, ohne dabei gesundheitliche Abstriche in Kauf nehmen zu müssen. Im Gegenteil: Sieben von acht Patienten ging es mit weniger Medikamenten deutlich besser.

Dass Ärztinnen und Ärzte oft mehr tun, als notwendig wäre, offenbart sich auch in den Zahlen zu den Behandlungen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Schweizer Spitälern, die André Busato mit seinem Team am Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern untersucht. Die Behandlungsraten variieren regional um mehr als den Faktor Zehn. «Diese Unterschiede sind jenseits der medizinischen Begründbarkeit», sagt Busato. Er vermutet, dass die Inanspruchnahme medizinischer Leistungen nicht zuletzt von deren Verfügbarkeit abhängt. Busato spricht von einer «angebotinduzierten Nachfrage» und von einer «zuweilen verfehlten Anspruchshaltung, die in Richtung Wellness geht». Indem er die grosse Variabilität dokumentiert und aufzeigt, dass auch überflüssige Leistungen erbracht werden, hofft er, ein Umdenken in Gang zu setzen. Das sei jedoch in der Schweiz besonders schwierig, unter anderem weil die Kantone im Spitalwesen mehrere Hüte trügen: Sie besitzen, betreiben und regulieren ihre Spitäler – eine Gewaltentrennung gibt es nicht.

Zu viel des Guten

Es gibt noch einen weiteren Grund, wieso Medizinerinnen und Mediziner manchmal dazu neigen, zu viel des Guten zu tun. Etwas zu tun sei oft einfacher, als mit dem todkranken Patienten zu besprechen, dass nichts tun sinnvoller wäre, sagt Friedrich Stiefel, Psychiater am Universitätsspital Lausanne. Und anstatt angesichts des Todes die Behandlungen herunterzuschrauben, würden sie intensiviert. «Aktion tritt an die Stelle von Reflexion – ein Abwehrmechanismus», sagt Stiefel. Dessen seien sich zwar viele Ärztinnen und Ärzte bewusst, trotzdem falle es ihnen schwer, manchmal einfach nur zuzuhören, ohne gleich dem Drang nachzugeben, die Gefühle der Ohnmacht möglichst rasch durch eine weitere Untersuchung oder Behandlung wegzuscheuchen. Wie oft in der Schweiz Patienten auf Intensivstationen verlegt, fragwürdige Therapien in Angriff genommen und Konsultationen unnötigerweise multipliziert würden, kann Stiefel nicht quantitativ festlegen. Doch solchem begegne er immer wieder.

Der technologische Fortschritt und die damit einhergehende hohe Lebenserwartung haben zu einem rasanten Wachstum der Leistungen des Schweizer Gesundheitswesens geführt. In den Stolz über diesen Erfolg mischt sich bei vielen jedoch zusehends ein Unbehagen. Denn erstens kann es so nicht weitergehen: Das Gesundheitswesen stösst nicht zuletzt beim Personal, das in Bälde fehlen wird, an seine Grenzen. Vielleicht noch wichtiger aber ist der zweite Grund: Im Wohlstand vergessen wir unsere Begrenztheit, verdrängen den Tod und verlieren dabei das Augenmass für das medizinisch Vernünftige, weil wir uns nicht zu fragen wagen, wie viel des medizinisch Machbaren auch wirklich wünschbar sei. In diesem Umfeld zielt die Medizin auf das Maximale statt das Optimale. Von der Versorgungsforschung ist unter anderem auch zu erhoffen, dass sie uns verwöhnte Erstweltbürger zu mehr Bescheidenheit erzieht.

Leuchtender Leib: Kolorierte Magnetresonanztomografie einer Frau in Frontalansicht, 2010. Bild: Gustoimages/Keystone/Science Photo Library

Teile und profitiere

Unverantwortbares Risiko oder grosses Potenzial? An der personalisierten Medizin scheiden sich die Geister. Von Irène Dietschi

Stephen Heywood war 29 Jahre alt, als die Ärzte bei ihm ALS (Amyotrophe Lateralsklerose) feststellten. Ein Todesurteil. Seine Brüder Ben und Jamie sowie der langjährige Freund Jeff Cole, alle drei Ingenieure des MIT, wollten sich damit nicht abfinden: Sie begannen, auf der ganzen Welt nach Ideen zu suchen, um Stephens Leben zu verbessern und zu verlängern. Geprägt von dieser Erfahrung, gründeten sie 2004 die Internetplattform patientslikeme.com.

Ähnlich wie bei Facebook und anderen Social Media geht es dabei ums Teilen, in diesem Fall von Gesundheitsdaten. Sie wollen der Community beitreten? Tippen Sie E-Mail-Adresse, Benutzername und ein Passwort sowie einige persönliche Angaben ein, dann werden Sie genauer befragt: An welcher Krankheit/welchen Krankheiten leiden Sie? Wie fühlen Sie sich heute? Welche Medikamente nehmen Sie, welche Nebenwirkungen haben Sie festgestellt? «Wir glauben, dass das Teilen von medizinischen Daten und Ergebnissen etwas Gutes ist, weil damit die Zusammenarbeit auf globaler Ebene und neue Behandlungen ermöglicht werden», halten die Plattformbetreiber fest. Oberstes Prinzip ist die Transparenz. Die Zustimmung des einzelnen Nutzers vorausgesetzt, verkauft PatientsLikeMe die Daten an seine Partner weiter. Das sind Unternehmen, die patientenorientierte Produkte herstellen – Medikamente, Geräte, medizinische Dienstleistungen oder Versicherungen. So erwirtschaftet PatientsLikeMe Gewinn.

Medizin à la Ikea

Längst ist das Unternehmen auch in der biomedizinischen Forschung aktiv. Viel Aufsehen erregt hat eine Online-Studie, die den Effekt von Lithium bei ALS untersuchte und 2011 in «Nature Biotechnology» erschien. Das Fachblatt verwies zwar auf die Grenzen einer solchen Untersuchung im nichtklinischen Rahmen, erkannte aber im Auslagern der Datenerhebung von den Forschern an die Nutzer («Crowdsourcing») Vorteile: hohes Tempo, Zugang zu vielen Patienten und eine gewisse Aussagekraft.

Patienten-Partizipation ist ein Aspekt der so genannten personalisierten Medizin, die enormen Aufschwung erlebt. Was «personalisierte Medizin» genau bedeutet, ist allerdings unklar: «Die konventionellen Trennlinien im Gesundheitswesen, etwa zwischen Forschern und Patienten, verschwimmen zusehends», sagt Effy Vayena vom Institut für biomedizinische Ethik der ETH Zürich. «Neue Trends wie das Crowdsourcing bescheren uns andere Rollen, die wir im Moment weder genau orten noch verstehen.» Kennzeichnend dafür ist die Begriffsvielfalt: Neben der personalisierten Medizin ist auch von individualisierter Medizin die Rede, andere sprechen von Präzisionsmedizin oder Genomikmedizin. Die ganz Saloppen haben Wortschöpfungen wie Do-it-yourself-Medizin, Gesundheitswesen 2.0 oder Medizin à la Ikea kreiert. Alle reden vom Gleichen und meinen doch etwas Anderes. Worum geht es also?

Meilensteine in der Krebsbehandlung

Tatsache ist, dass der technologische Fortschritt in den molekulargenetischen Analysemethoden zu neuen Wirkstoffen geführt hat, die nur bei Patientengruppen mit entsprechenden molekularen Merkmalen wirksam sind. Behandlungen werden immer mehr massgeschneidert, noch nicht auf den Einzelnen, aber auf einzelne Gruppen. «Die Möglichkeiten der individualisierten Medizin sind fantastisch und werden die Art und Weise, wie wir Medizin betreiben, radikal verändern», findet Andreas Huber, Leiter der Labormedizin am Kantonsspital Aarau. Für ihn ist personalisierte Medizin «laborgetrieben», wobei die Meilensteine bisher vor allem in der Krebsbehandlung erzielt worden seien.

Jüngstes Beispiel: Der von Roche entwickelte, 2012 zugelassene Wirkstoff Vemurafenib (Handelsname Zelboraf), der gegen den bislang unbehandelbaren schwarzen Hautkrebs wirkt – allerdings nur bei Patienten, die einen bestimmten Biomarker aufweisen, etwa der Hälfte der Betroffenen. Die Vorteile dieser gezielten Therapie liegen auf der Hand: Nur diejenigen Patienten bekommen das Medikament, bei denen es wirkt. Andere Paradebeispiele sind die Biomarker HER2 bei Brustkrebs oder BCR-ABL bei chronischer myeloischer Leukämie.

Solche Entdeckungen sind nur möglich, weil der Forschung immer mehr Daten aus den Disziplinen der Genomik, Epigenomik und Proteomik zur Verfügung stehen. Und hier kommt jener Begriff ins Spiel, der seit der verunglückten «Mein Genom und wir»-Kampagne von ETH-Professor Ernst Hafen als Schreckgespenst durch die schweizerischen Medien geistert: die unkontrollierte DNA-Analyse, der gläserne Patient. Die Menschen seien sehr verunsichert, deshalb brauche es «klare Regeln», fordert Nationalrätin Christine Egerszegi, Präsidentin der Kommission für Soziale Sicherheit und Gesundheit. Die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften warnt vor «Fehlentwicklungen» der personalisierten Medizin, insbesondere vor «unseriösen Gentest-Angeboten aus dem Internet». Das Pendlerblatt «20 Minuten» spitzte das so zu: «Schweizer testen ihre Gene zuhauf im Ausland – nun schlagen Mediziner Alarm.» Ist es wirklich so schlimm?

Effy Vayena findet die mediale Gentesthysterie übertrieben. «Wir sollten kritisch bleiben, aber nicht mit Angst reagieren», meint sie. Viele Menschen hätten heutzutage eine Vorliebe, alles Mögliche zu messen, seien dies der tägliche Kalorienverbrauch oder der Puls beim Joggen. Dass sich ein wachsender Teil der Gesellschaft für die Analyse des Erbguts interessiere, sei Teil dieses Trends. Darin sieht Effy Vayena nichts Schlechtes, solange es unter ethischen Gesichtspunkten geschehe und man gut informiert sei. In einem Beitrag für «Nature Biotechnology» von Anfang Januar schreibt die Wissenschaftlerin: «Ein solches Interesse kann dazu führen, dass sich Bürgerinnen und Bürger aktiver an Entscheidungen im Gesundheitswesen und an der Forschung beteiligen. Wenn Fortschritte in personalisierter Medizin ein erstrebenswertes Ziel sind, ist die Verfügbarkeit genetischer Daten entscheidend.»

Partizipieren?

Mit ihrer optimistischen Haltung liegt Effy Vayena auf der Linie amerikanischer Wissenschaftler, die unter dem Aspekt der Partizipation vor allem die schier unglaublichen Möglichkeiten feiern, welche die personalisierte Medizin eröffnet. Im Juli vergangenen Jahres beispielsweise hat das Biotechunternehmen 23andMe, ein kalifornisches Schwergewicht auf dem Gentestmarkt, die Gesundheitsplattform CureTogether übernommen, die ähnlich funktioniert wie PatientsLikeMe. Von einer Kombination der Gesundheitsdaten der CureTogether-Community mit den molekularen Profilen der 23andMe-Klientel versprechen sich die Vertreter der «patientengetriebenen» Forschung einen enormen Schub: Die partizipativen Methoden seien definitiv im Gesundheitswesen angekommen.

Neue Trends in der Spitzenmedizin
In der für mein Wohlbefinden individualisierten Medizin ist Cholesterin für ungültig erklärt worden. Jetzt kann ich so viele Würste essen wie ich will!
Die Prävention eröffnet viele neue Operationsfelder
Herr Doktor, ich habe einen Magen. Kann man den irgendwie entfernen, damit ich kein Magengeschwür oder gar Magenkrebs bekomme?
widmer

«Wir müssen selbstbewusster auftreten»

Der Spielraum für ein Nachdenken, das nicht auf eine schnelle Lösung ausgerichtet sei, werde immer kleiner, doch die Geisteswissenschaften brauchten diesen Raum, sagt Virginia Richter.

Valérie Chételat

Frau Richter, Sie haben am Positionspapier «Für eine Erneuerung der Geisteswissenschaften» mitgewirkt. Warum müssen sie sich erneuern?
Die Geisteswissenschaften müssen sich nicht völlig neu erfinden, sie haben eine stolze Tradition. Aber sie haben zwei Probleme: Viele Leute wissen offenbar nicht, was Geisteswissenschaftler tun und wie sie zur Lösung gesellschaftlicher Probleme beitragen. Hier müssen wir selbstbewusster auftreten und zeigen, dass wir Modelle anbieten, die über rein technische Lösungen hinausgehen. Das andere ist ein inneres Problem: Es gibt weltweit neue Kriterien für die Bewertung von Forschung, die stark von den Naturwissenschaften geprägt sind. Damit wir etwa bei der Vergabe von Drittmitteln nicht ins Hintertreffen geraten, müssen wir uns überlegen, wie wir auf diese Herausforderung reagieren.

Wie unterscheiden sich die Bewertungskriterien in den Natur- und in den Geisteswissenschaften?
In den Naturwissenschaften ist Grösse oft ein Kriterium für Güte: Wie viele Forschende arbeiten in einem Projekt zusammen, wie viele Papers wurden veröffentlicht? Die klassische Geisteswissenschaftlerin sitzt hingegen erst einmal jahrelang in der Bibliothek, forscht für sich allein und schreibt dann ein Buch. Wie aber vergleichen Sie ein Buch, an dem man sechs, sieben Jahre gearbeitet hat, mit einer Serie von Aufsätzen? Es gibt bei uns zwar Peer-Review-Verfahren, aber kein offizielles Ranking der Journals und keine Zählungen von Zitationen. Die überzeugende argumentative Herleitung steht im Zentrum.

Und gerade das wollen Sie ändern?
Wir können uns sicher nicht einfach den Naturwissenschaften anpassen. Die so genannte Einzelforschung sollte nicht aufgegeben werden. Zudem ist es aufgrund der sprachlichen Orientierung unserer Forschung unerlässlich, dass wir weiterhin Monografien schreiben. Und wohin der ständige Fokus auf die zu erwartende Evaluation führt, kann man an den britischen Universitäten sehen: Dort gibt es alle fünf Jahre eine Gesamtaufnahme der Forschungslandschaft. Dabei stehen ökonomischer Erfolg oder Fernsehauftritte der Forscher hoch im Kurs. Dadurch geht die Forschung in Richtung immer grösserer Spezialisierung und verflacht gleichzeitig, weil sie auch aufgrund der Aussenwahrnehmung bewertet wird. Wir wollen uns die Möglichkeit für komplexe, breit angelegte Analysen bewahren.

> «Viele Leute wissen nicht, was Geisteswissenschaftler tun und wie sie zur Lösung gesellschaftlicher Probleme beitragen.»

Was also wollen Sie ändern?
Auch für uns kann Forschung in grösseren Projekten durchaus sinnvoll sein. Es entstehen bereits geisteswissenschaftliche Forschungszentren, an denen über die engen Fachgrenzen hinaus gedacht wird. Wir müssen uns fragen, wie man in den Geisteswissenschaften erfolgreich Fördergelder für solche Projekte einwerben kann. Es bräuchte aber Förderformate, die es auch Professorinnen und Professoren ermöglichen, ein Jahr lang an einer Monografie zu schreiben. Im Moment wird der Spielraum für ein Nachdenken, das nicht auf eine schnelle Lösung ausgerichtet ist, immer kleiner. Doch die Geisteswissenschaften brauchen diesen Spielraum. *Interview va*

Virginia Richter ist Professorin für moderne englische Literaturwissenschaft an der Universität Bern. Das von der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften herausgegebene Positionspapier «Für eine Erneuerung der Geisteswissenschaften» ist erhältlich unter www.sagw.ch/geisteswissenschaften.

Valérie Chételat

Zwischen Pflicht und Hoffnung

Als Rechtswissenschaftlerin darf Helen Keller Fragen offen lassen, als Richterin muss sie entscheiden. Von Caroline Schnyder

Sie lächelt in die Kamera, streicht sich auf Geheiss der Fotografin das Haar etwas zurück, nimmt den langen Fototermin in der juristischen Bibliothek der Universität Zürich gelassen. Helen Keller ist es gewohnt, in der Öffentlichkeit zu stehen, ihren Anliegen eine Stimme und ein Gesicht zu geben. In den Medien allerdings äussert sie sich seit ihrem Antritt als Richterin am Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte in Strassburg nicht mehr so oft: Eine Richterin muss ihre Unabhängigkeit bewahren, auch für künftige Dossiers.

Die Zürcher Völkerrechtsprofessorin ist seit 2011 Schweizer Richterin in Strassburg, auf neun Jahre gewählt; Forschung und Lehre sind nur noch in den Gerichtsferien möglich. Für Helen Keller bedeutete die neue Aufgabe einen «riesigen Wechsel», auch wenn sie mit der Tätigkeit aufgrund ihrer Arbeit im Uno-Menschenrechtsausschuss in New York bereits vertraut war. An der Universität konnte Helen Keller ihre Arbeit planen, Fragen offen lassen und sich die Freiheit nehmen, etwas genauer verstehen zu wollen. Am Gerichtshof mit seinen 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern muss sie sich in Abläufe eingliedern, ist ein Zahnrad in einer Maschinerie, ein wichtiges zwar, aber doch eines, das eng mit anderen zusammenarbeiten muss. Und sie muss Stellung beziehen, in jedem Fall, der ihr vorgelegt wird.

47 Richterinnen und Richter entscheiden am Gerichtshof über die eingegangenen Beschwerden wegen Verletzung der europäischen Menschenrechtskonvention und ihrer Zusatzprotokolle. 128'000 Beschwerden sind hängig, etwa 1030 aus der Schweiz. Rund 70 Prozent der Beschwerden kommen aus nur sieben der 47 Staaten des Europarats: aus Russland, der Türkei, Italien, der Ukraine, Serbien, Rumänien und Bulgarien.

Woche für Woche findet Helen Keller mehrere Dutzend neuer Dossiers auf ihrem Schreibtisch, die behandelt werden müssen. Sie betreffen die ganze Bandbreite möglicher Menschenrechtsverletzungen: Misshandlungen, abgehörte Telefone, Zensur. Manche Entscheidungen müssen innerhalb von 24 Stunden gefällt sein, etwa dann, wenn eine Ausschaffung gestoppt werden muss. Immer geht es darum, Menschen gegenüber einem Staat zu ihrem Recht zu verhelfen, die Menschenrechte als grundlegende Ansprüche eines Individuums gegenüber dem Staat zu schützen.

Geteilte Last

Je nach Bedeutung der Dossiers arbeitet Helen Keller in verschiedenen «Spruchkörpern»: 40 bis 50 Fälle pro Woche entscheidet sie als Einzelrichterin, 10 bis 20 Fälle in einem Dreierausschuss, 5 bis 10 Fälle als Richterin in der wöchentlich tagenden siebenköpfigen kleinen Kammer. Alle paar Wochen kommt zudem die grosse Kammer zusammen, in der 17 Richter einen in der Regel umstrittenen Fall beraten und entscheiden; in diesem grossen Kollegium soll ein möglichst breit abgestützter Konsens gefunden werden. «Die Verantwortung ist enorm. Ich bin oft froh, dass ich die Last mit meinen Kollegen teilen kann», sagt Helen Keller.

Recht bekommt, wer die Richter überzeugen kann. An der Universität habe sie Urteile auf ihre Stimmigkeit hin gelesen und Widersprüche kritisiert, erzählt Helen Keller. Doch ein Urteil sei kein akademischer Aufsatz, habe sie lernen müssen, sondern das Resultat eines Entscheidungs-

«Die Tätigkeit einer Richterin ist nicht nur belastend, sondern oft auch einsam.»

prozesses. Urteile werden Seite für Seite durchbesprochen, an der einen Textstelle ergänzt, an der anderen relativiert und abgeändert. Das Resultat ist oft ein Kompromiss.

Neben den juristischen Knacknüssen gibt es im Alltag einer Strassburger Richterin auch viele Dossiers, bei denen es ihr beim Lesen schlecht werde und die «weh tun im Herzen»: Folter, Kindsentführungen, junge Männer, die in Gefängnissen verschwinden. Sie könne dann nicht einmal mit ihrem Mann über diese Fälle reden – solange das Verfahren hängig ist, dürfen die Fälle nur unter Richterkollegen besprochen werden. Das sei oft sehr schwierig und sie wäre manchmal froh, irgendwo abladen zu können. Eine Comedyshow spätabends müsse manchmal wegspülen, was ihr den Schlaf rauben könnte.

Universalität der Menschenrechte

Angesichts dieser Schicksale macht für Helen Keller die Kritik an der Universalität der Menschenrechte wenig Sinn. Gewiss, in Strassburg gingen die Auffassungen in Bezug auf gewisse Fragen auseinander. Umstritten seien zum Beispiel Themen wie Abtreibung oder Adoption. Doch darüber, ob man die Menschenrechte eines Individuums verletze, wenn man ihm wegen Diebstahls eine Hand abhacke, müsse man nicht diskutieren, die Verletzung sei klar. Keller sieht die Menschenrechte denn auch weniger durch relativistische Positionen gefährdet als durch Staaten, deren Rechtsstaatlichkeit prekär ist, sei es weil deren Gerichte nicht richtig funktionieren, die Gefängnisse überfüllt sind oder die Polizei brutal gegen Zivilisten vorgeht. Solche Staaten seien, auch in Europa, keine Seltenheit.

Dennoch glaubt Helen Keller an den steten Tropfen, der den Stein höhlt. Für den Einzelnen, der eine Beschwerde eingereicht habe, sei es wichtig, dass eine Verletzung seiner Menschenrechte festgestellt werde. Sie hofft, dass die Urteile für manche Staaten ein Anstoss sind, ihre Rechtsprechung oder Gesetzgebung zu ändern. Die Hoffnung ist begründet: Sie haben konkrete Veränderungen herbeigeführt, beispielsweise für Menschen in Gefängnissen.

Helen Keller arbeitet von Montag bis Donnerstag in Strassburg, ihr Mann und ihre beiden Kinder sind in der Schweiz. Ob die Vereinbarkeit von Familie und Beruf für sie kein Thema sei? Doch, sie gelange manchmal an ihre Grenzen. Aber Skype habe vieles erleichtert, zum Beispiel das Abfragen von Vokabeln. Sie brauche beides, ihre Arbeit und die Familie. Es sei wichtig, in einem Freundes- oder Familienkreis aufgehoben zu sein: «Die Tätigkeit einer Richterin ist nicht nur belastend, sondern oft auch einsam.»

Helen Keller

Helen Keller ist Professorin für öffentliches Recht, Europarecht und Völkerrecht an der Universität Zürich und Richterin am Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte in Strassburg. 1964 geboren, studierte sie in Zürich Rechtswissenschaften. Ihre akademische Laufbahn führte sie unter anderem an die Harvard Law School, das European University Institute in Florenz und das Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht in Heidelberg.

Netzwerke und Inselberge

Der Biologe Christopher Kaiser-Bunbury ist auf den Seychellen den Beziehungen zwischen einheimischen Pflanzen und ihren Bestäubern auf der Spur.

«Das Datensammeln ist physisch und psychisch belastend. Wir – ein Team von fünf Beobachtern – brechen jeden Morgen in aller Herrgottsfrühe auf und sind dann den ganzen Tag auf den Hügeln der Seychellen unterwegs. Dabei halten wir dauernd nach Insekten, Vögeln und Geckos Ausschau. Sie entnehmen den Blüten Nektar, den sie als Nahrung benutzen, und verteilen dafür deren Pollen. So helfen sie der Flora, sich fortzupflanzen. Diese Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren bilden ein ökologisches Netzwerk. Es ist wichtig, denn es sagt viel mehr über das Funktionieren eines Ökosystems aus als etwa die Artenvielfalt. Diese ist zum Beispiel in einem botanischen Garten besonders gross. Dennoch weist dieser ein schwaches ökologisches Netzwerk auf.

Die Seychellen gelten als Biodiversität-Hotspot. Auf ihnen wächst eine grosse Vielfalt von Pflanzen. Doch nur etwa 300 Arten sind einheimisch, 1000 weitere Arten sind bewusst oder unbewusst durch den Menschen eingeführt worden. Glücklicherweise verursachen nur drei Dutzend dieser eingeführten Pflanzenarten Probleme: Sie sind invasiv und verdrängen die einheimische Vegetation. Vor einem Jahr haben wir zusammen mit den lokalen Behörden vier Gebiete komplett restauriert: Wir haben insgesamt etwa 35'000 eingeführte Sträucher und Bäume eigenhändig abgesägt und dann die Stümpfe mit Unkrautvernichtungsmittel besprüht, um das Austreiben der Gewächse zu verhindern. Nun untersuchen wir, wie sich das ökologische Netzwerk als Folge dieses Eingriffs in die natürlichen Prozesse verändert.

Die restaurierten Gebiete sind so genannte Inselberge. Das sind steil abfallende, grosse Felsen aus Granit. Auf dem Rücken dieser Kolosse wachsen die letzten gut erhaltenen, natürlichen Pflanzengemeinschaften wie Inseln in einem Meer eingeführter Pflanzen, die den Rest der Seychellen bedecken. Für uns sind diese einzigartigen geologischen Gebilde ideal, denn sie liefern uns die Kontrolle für unser Experiment in der Natur. Wir vergleichen das ökologische Netzwerk auf den vier restaurierten Inselbergen mit demjenigen auf anderen vier unbeeinflussten Inselbergen.

Das Entfernen der eingeführten Pflanzen kann sich sowohl positiv als auch negativ auf die Beziehungen zwischen den einheimischen Pflanzen und den Bestäu-

Biodiversität analysieren und bewahren: Auf den Seychellen richten die Biologen Zonen ein, die sie von invasiven Gewächsen befreien, um die Veränderung des ökologischen Netzwerks zu studieren (links; im Vordergrund das restaurierte Gelände). Oben kommen eine einheimische Eidechse (*Mabuya sechellensis*) und ein einheimischer Honigsauger (*Cinnyris dussumieri*) mit ebenfalls einheimischen Pflanzen in Kontakt.
Bilder: Christopher Kaiser-Bunbury, Sabrina van de Velde, Jens Olesen

bergemeinschaften auswirken. Denkbar ist beispielsweise, dass die Bestäuber wieder vermehrt einheimische Pflanzen aufsuchen, wenn ihnen die nektarreichen Blüten der invasiven Pflanzen nicht mehr zur Verfügung stehen. Umgekehrt ist es auch möglich, dass die Bestäuber sterben oder wegziehen, wenn sie sich nicht an das neue und reduzierte Nahrungsangebot anpassen können. Unsere vorläufigen Daten widersprechen der momentan noch vorherrschenden Idee, dass die tropischen Bestäubergemeinschaften hoch spezialisiert sind. Viele Bestäuber sind nicht sehr wählerisch und suchen viele verschiedene Pflanzen auf.

Das ökologische Netzwerk ist dynamisch, weil die Beziehungen zwischen Pflanzen und ihren Bestäubern zeitlichen Änderungen unterworfen sind. Das macht unsere Arbeit spannend, erschwert aber die Analyse. Mit mathematischen Modellen versuchen wir, die Dynamik, die wir vorfinden, zu erklären. Wie lange geht es, bis ein gestörtes System wieder funktioniert und sich selbst erhalten kann? Wir suchen nach Bruchpunkten und Schwellenwerten, die über- oder unterschritten werden müssen, bevor negative Prozesse einsetzen. Was wir mit unseren Experimenten auf den Seychellen herausfinden, ist auch für den Naturschutz auf anderen Inseln in den Tropen relevant – etwa in Neuseeland, auf Madagaskar oder Hawaii.

Die Regierung der Seychellen hat beschlossen, zwei der vier restaurierten Inselberge unter dauerhaften Schutz zu stellen. Wenn unser Experiment zu Ende ist, sollen die beiden Inselberge als Naturparkanlagen ökotouristisch erschlossen werden. Die Einnahmen sollen für die Pflege und den Erhalt der natürlichen Pflanzengemeinschaften verwendet werden. Das freut mich umso mehr, als viele der auf den Seychellen einheimischen Arten endemisch sind, also nur hier auf den Inselbergen vorkommen.» *Aufgezeichnet von ori*

Hexenkessel statt Perlenketten

Gene machen nur einen verschwindend kleinen Teil unseres Erbguts aus. Bislang galt der grosse Rest als genetischer Müll, Jetzt stiegt sein Ansehen. Von Ori Schipper

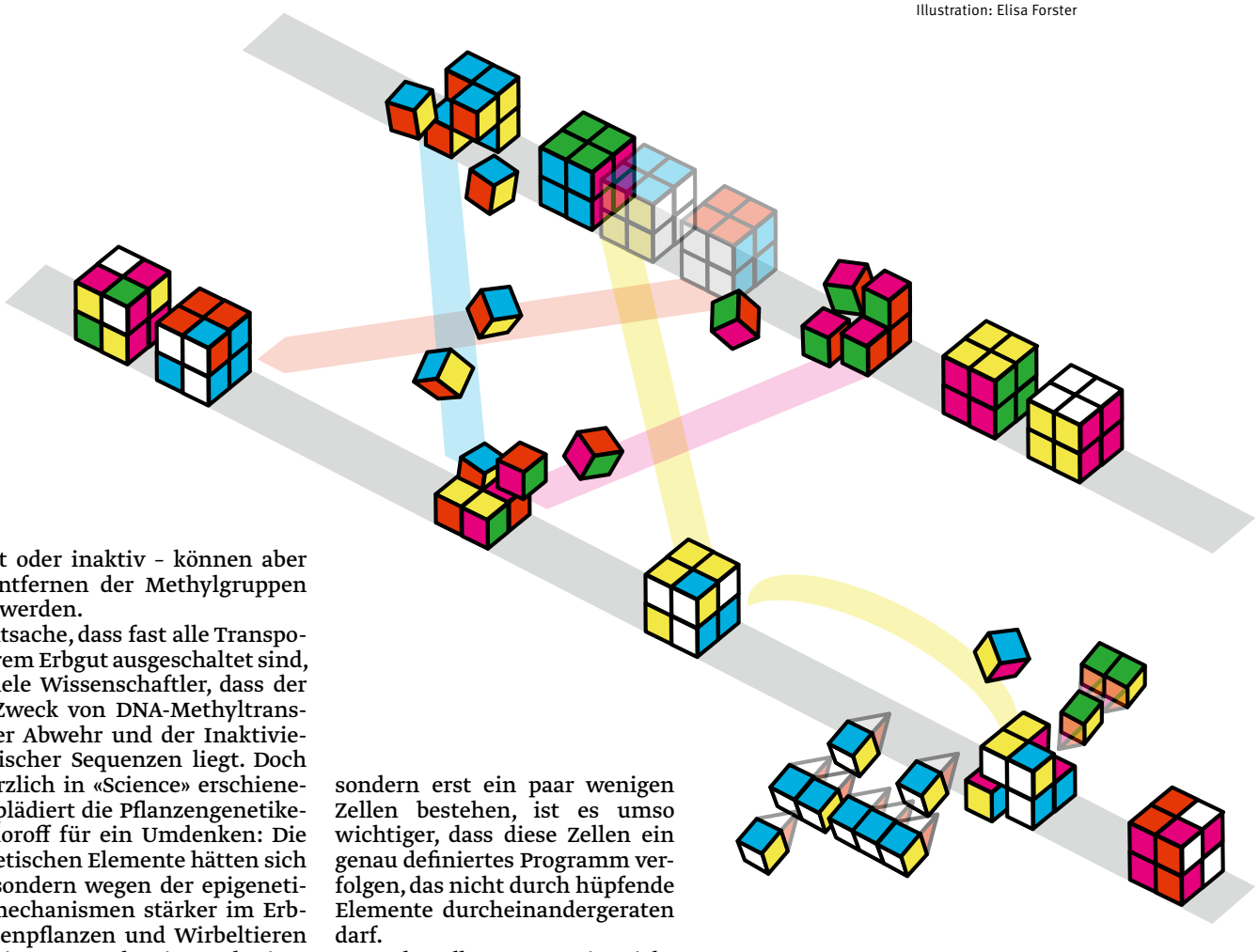
Früher war alles viel übersichtlicher. In Unkenntnis der heute omnipräsenten DNA-Sequenzen aller denkbaren Lebewesen stellten sich die Genetiker noch vor 80 Jahren das Erbgut als eine Art Perlenkette vor, auf der sich die vererbbaren Merkmale – die einzelnen Gene – schön eines nach dem anderen aufreihten. So jedenfalls schildert es Barbara McClintock in ihrer Nobelpreisrede. Verliehen wurde ihr der Preis 1983 für ihre Entdeckung, dass einige Perlen aus der Kette ausbrechen und sich in eine andere Kette einreihen können. In 50 Jahren Forschungsarbeit hatte sie im Erbgut von Maispflanzen mobile genetische Elemente identifiziert, so genannte Transposons.

Dass Perlenketten ein unpassendes Bild für das Erbgut von Pflanzen oder Menschen sind, hat neben diesen hüpfenden genetischen Elementen einen weiteren Grund: Zwischen den Genperlen herrscht gähnende Leere. Die einzelnen Eiweissbaupläne sind voneinander getrennt durch riesige Abschnitte, die keine Gene enthalten. Sie werden seit den 1970er Jahren von vielen Wissenschaftlern als «Junk-DNA», als genetischer Müll, bezeichnet. Ein Grossteil dieses Mülls zwischen den Genen ist auf die verschiedenen Transposons zurückzuführen. Die zahlreichen Mitglieder der Familie der mobilen genetischen Elemente machen, wie wir heute wissen, etwa 85 Prozent des Maisgenoms und über die Hälfte unseres eigenen Erbguts aus.

Verwandt mit Viren

Zwei Merkmale der Transposons haben in den letzten 40 Jahren ihren schlechten Ruf gefestigt. Erstens ihre Verwandtschaft mit Viren: Auch diese integrieren sich in das Erbgut der Zellen, die sie befallen. Dadurch zwingen sie ihre Wirtszellen, weitere Viren herzustellen. Und zweitens die Vermehrung der mobilen genetischen Elemente: Oft bleibt eine Version des Transposons am Ursprungsort zurück, während sich eine weitere an einem anderen Ort im Erbgut integriert, dort das erprobte Gefüge durcheinandermischt – und dadurch Krankheiten wie beispielsweise Krebs auslöst.

Die allermeisten der Transposons in unserem Erbgut schlafen. Das liegt an der Epigenetik. Der boomende Begriff erklärt unter anderem, wie die hüpfenden genetischen Elemente ihre Mobilität einbüssen. Die Zelle verfügt über (epigenetische) Mechanismen, um verschiedene Gene zu verschiedenen Zeitpunkten ein- oder auszuschalten. Einer dieser molekularen Lichtschalter besteht beispielsweise aus bestimmten Eiweissen, so genannten DNA-Methyltransferasen, die kleine chemische Anhängsel an die DNA anbringen. Diese Gruppen wirken wie ein Klebstoff, der die lange gewundene DNA-Doppelhelix lokal verschliesst und somit für andere Eiweisse unzugänglich macht. Verklebte Gene sind



Willkommen im Chaos: So stellen Biologen sich die springenden genetischen Elemente des Erbguts vor.
Illustration: Elisa Forster

ausgeschaltet oder inaktiv – können aber durch das Entfernen der Methylgruppen wieder aktiv werden.

Aus der Tatsache, dass fast alle Transposons in unserem Erbgut ausgeschaltet sind, schliessen viele Wissenschaftler, dass der biologische Zweck von DNA-Methyltransferasen in der Abwehr und der Inaktivierung parasitischer Sequenzen liegt. Doch in einem kürzlich in «Science» erschienenen Beitrag plädiert die Pflanzengenetikerin Nina Fedoroff für ein Umdenken: Die mobilen genetischen Elemente hätten sich nicht trotz, sondern wegen der epigenetischen Wirkmechanismen stärker im Erbgut von Blütenpflanzen und Wirbeltieren als in demjenigen von Bakterien verbreitet. Nachdem im Laufe der Evolution komplexe epigenetische Netzwerke entstanden waren, ermöglichten diese die Arbeitsteilung zwischen Zellen von mehrzelligen Lebewesen, so dass in einer Ohrzelle also andere Gene aktiv sind als etwa in einer Lungen- oder Nervenzelle. Gleichzeitig aber verringerten die neuen epigenetischen Kontrollmöglichkeiten den selektiven Druck, hüpfende Elemente im Erbgut wieder loswerden zu müssen, weil sich Transposons durch Verkleben inaktivieren liessen.

Motoren der Evolution

Ausserdem sind die hüpfenden Genperlen nicht nur invasive Parasiten. Das ist nur die eine Seite der Medaille. «Diese genetischen Elemente sind wichtige Motoren der Evolution. Sie können verschiedene Teile des Erbguts neu zusammenfügen und haben uns im Laufe der Zeit somit zu dem gemacht, was wir sind», sagt Didier Trono vom Global Health Institute der ETH Lausanne. Mit seinem Team untersucht er, wie es menschlichen Zellen im Embryonalstadium gelingt, das Hüpfen der mobilen Elemente zu unterbinden. Zu Beginn unseres Lebens sind wir besonders verletzlich. Wenn wir noch nicht aus 100 Billionen, sondern erst ein paar wenigen Zellen bestehen, ist es umso wichtiger, dass diese Zellen ein genau definiertes Programm verfolgen, das nicht durch hüpfende Elemente durcheinandergeraten darf.

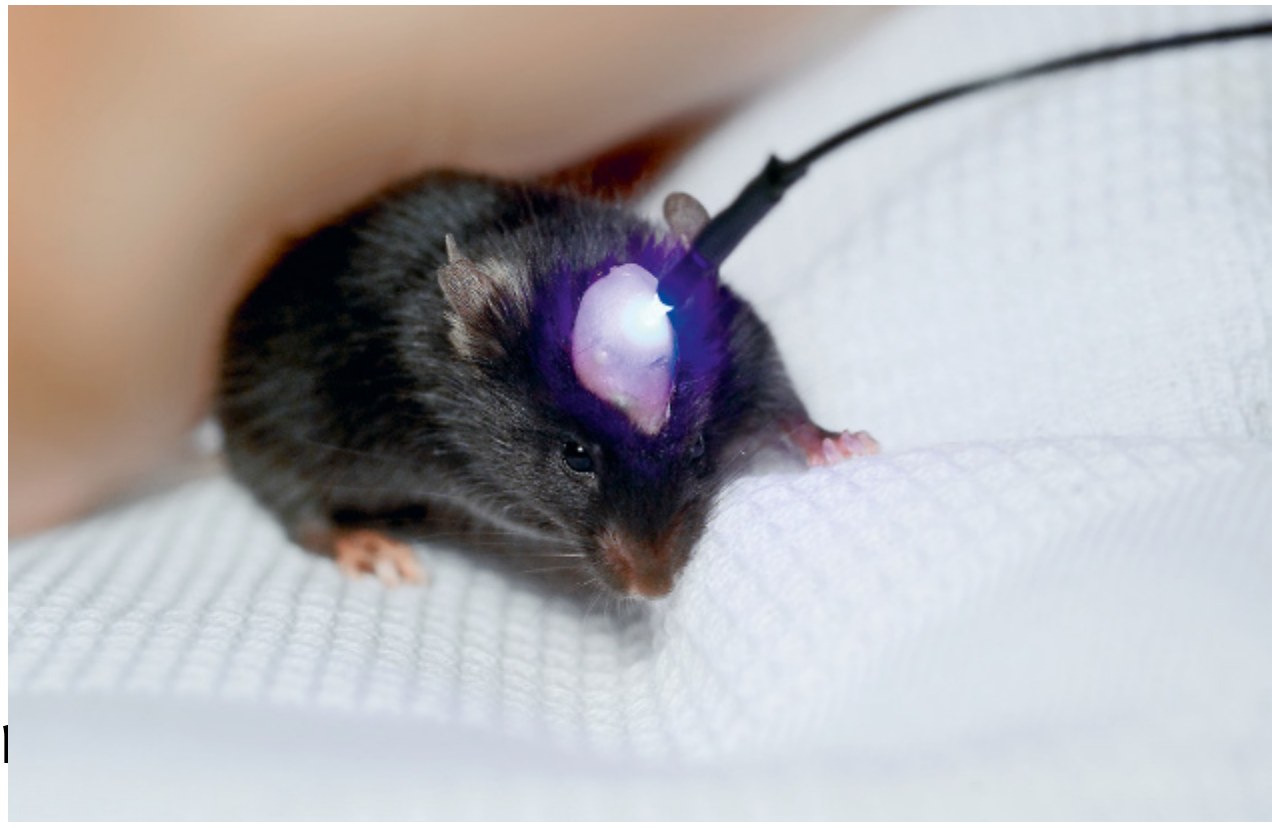
Doch selbst wenn sie nicht hüpfen, wirken die Transposons weiter. Sie beeinflussen die Aktivität der Gene in ihrer Nachbarschaft. «Transposons sind Landminen im Erbgut, die sich weitherum bemerkbar machen», sagt Trono. Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass «Encode», die im letzten Jahr erschienene «Enzyklopädie der DNA-Elemente», in 30 parallel publizierten wissenschaftlichen Artikeln zum Schluss gekommen ist, dass 80 Prozent des vermeintlichen genetischen Mülls biologisch von Bedeutung sind: Sie spielen in der Genregulation – und also in der Epigenetik – eine wichtige Rolle. Das erhöhte Interesse an der Epigenetik erweist sich für die «Junk-DNA» als Glücksfall, denn ihr Ansehen ist nun gestiegen.

Epigenetische Veränderungen können über mehrere Generationen hinweg stabil vererbt, aber auch jederzeit rückgängig gemacht werden, wenn sich die Zellen dazu veranlasst sehen. Barbara McClintock hat für solche Momente in der Entwicklung der Arten den Begriff des «genomischen Schocks» verwendet. Er bezeichnet die Reaktion einer Zelle, wenn sie feststellt, dass ihr Erbgut irreparabel beschädigt worden ist. Dann bleibt ihr nichts anderes übrig, als in einer Verzweiflungstat die Transposons zu aktivieren, damit sie sich vermehren und dabei das Erbgut neu mischen.

So haben sich Transposons während Jahrmillionen beispiellos ausgebreitet. Oft hüpfen sich die genetischen Elemente gegenseitig in den Weg, fügt sich ein neueres in ein älteres Transposon ein oder gehen die Bruchstellen von zwei verschiedenen springenden Elementen neue Verbindungen ein. Dabei wird das Erbgut regelrecht zusammengeschnipselt, die dazwischenliegenden Gene werden ausgesondert oder verdoppelt.

Wider die lineare Logik

Im Bild, das sich die Wissenschaft heute vom Erbgut macht, ist von der einstigen linearen Logik einer Perlenkette nichts übrig geblieben. Sie ist einem komplizierten Wirrwarr gewichen. Heute gleicht unser Erbgut viel eher dem Inhalt eines Hexenkessels, der dank den epigenetischen Kontrollmechanismen die meiste Zeit ruht, aber jederzeit zum Leben erwachen kann: Wenn die Suppe im Hexenkessel zu brodeln beginnt, geht das Gehüpfe und Gebastle in die nächste Runde. Die Evolution kennt kein Ende.



Licht ins des Gehi

Wirkungsvolles Implantat: Mit ihm lassen sich Zellen des Maushirns ein- und ausschalten. Bild: Alison Pouliot

Die Optogenetik, eine neue Methode der funktionellen Anatomie, aktiviert neuronale Schaltkreise mit Licht. Damit kann man die Hirnkapazitäten beeinflussen.
Von Olivier Dessibourg

«Als junger Arzt hasste ich es, Nervenverbindungen aus Büchern auswendig lernen zu müssen. Heute bin ich von diesen Bindungen fasziniert.» Was hat diesen Sinneswandel bei Christian Lüscher, Professor für Neurobiologie an der Universität Genf, herbeigeführt? Der Aufstieg einer Technik, die Verschaltungen von Nervenzellen aufschlüsselt: die Optogenetik. Die Idee besteht darin, in ausgewählte Nervenzellen ein Gen einzubringen, dessen Protein als Schalter auf Zellebene wirkt, wobei sich dieses Protein einfach aktivieren lässt – mit blauem Licht, das von einer in den Schädel implantierten optischen Faser abgegeben wird. So können die Zellen nach Belieben ein- und ausgeschaltet werden.

Christian Lüscher untersucht die Auswirkungen von Drogen auf das Gehirn und befasst sich dabei mit der Region, die ventrales Tegmentum heisst, einer Art Kontrollturm des Belohnungssystems, das beim Anblick einer appetitlichen Mahlzeit aktiv, beim Konsum von Suchtmitteln jedoch überaktiv ist. «Indem wir bestimmte Nervenzellen dieser Region nach Wunsch einschalteten und unsere Beobachtungen mit elektronenmikroskopischen Ergebnissen meines Kollegen Dominique Muller verglichen, konnten wir feststellen, wohin die Fortsätze dieser Nervenzellen reichen», sagt Lüscher. Erstaunlicherweise führen sie ausschliesslich zu einer kleinen Gruppe von Nervenzellen eines anderen Hirnareals, die für den Wachzustand verantwortlich sind. Das ist jedoch nicht alles.

«Interessant ist, dass wir bei diesem Ansatz auf die Neuroanatomie verzichten und gleichzeitig die Funktion dieser Verbindung untersuchen können», sagt Lüscher. So liess sich feststellen, dass die beobachteten Nervenzellen des ventralen Tegmentums eine hemmende Wirkung auf die Zellen der Zielregion haben: Sie versetzen diese in einen Pausenmodus. Wenn dieser Vorgang regelmässig wiederholt wird, erleichtert er das Erlernen einer Aufgabe. Tatsächlich stellten die Forschenden fest, dass Mäuse elektrische Stromstösse besser vorherzusehen lernten, wenn die betreffenden Nervenzellen mit einem optogenetischen Schalter ausgestattet und zu einem bestimmten Zeitpunkt mit blauem Licht aktiviert wurden. Mit Hilfe der Optogenetik ist es sogar möglich, die Hirnkapazitäten der kleinen Nager zu beeinflussen.

Viel komplizierter

«Neben den Erkenntnissen über die Nervenzellen haben die Arbeiten insbesondere unsere Überzeugung gestärkt, dass für ein tieferes Verständnis des Gehirns detaillierte Kenntnisse über das neuronale Netz erforderlich sind», sagt Christian Lüscher. «Man kann nicht mehr sagen, dass dieses Hirnareal das, ein anderes jenes macht. Dadurch wird die ganze Sache zwar viel komplizierter. Mit der Optogenetik steht uns jedoch eine Methode zur Verfügung, das Konnektom, die Gesamtheit der Verbindungen im Nervensystem des Gehirns, präzis untersuchen zu können. Nur so kann es uns vielleicht gelingen, die Funktionsweise des Gehirns zu verstehen.»

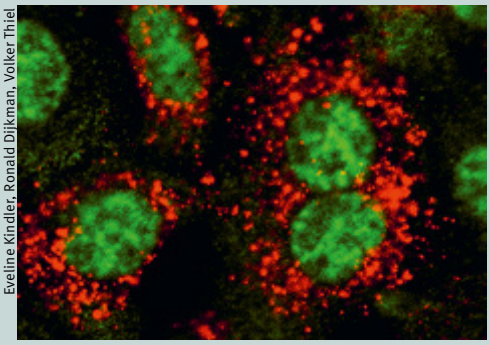
Bakterien als Leibwächter

Nach wie vor ist es sehr schwierig, Wurzeln von Kulturpflanzen chemisch wirksam gegen Pilzkrankheiten und schädliche Insekten zu behandeln. Könnte es sein, dass in diesem Kampf Bakterien wertvolle Dienste leisten könnten? In diese Richtung weisen Ergebnisse des Teams um Christoph Keel von der Universität Lausanne und der Gruppe von Monika Maurhofer von der ETH Zürich. Die Forschenden sind zum Schluss gekommen, dass das Bakterium *Pseudomonas protegens*, das Pflanzenwurzeln kolonisiert, die Fähigkeit hat, diese vor schädlichen Pilzen zu schützen. Nicht nur das: Es besitzt auch insektizide Eigenschaften. Im Erbgut des Bakteriums wurde eine Region identifiziert, die ein gegen Insekten wirksames Toxin produziert. Es handelt sich dabei um ein Protein, das für die Raupen gewisser Schmetterlinge besonders giftig ist. Wenn diese Raupen die Blätter von Soja oder Kohl befallen, die zuvor mit dem Bakterium *Pseudomonas protegens* behandelt wurden, sterben sie. Das tödliche Gift wird jedoch erst hergestellt, wenn sich das Bakterium im Körper der Raupe befindet. Noch ist zu wenig darüber bekannt, wie diese Bakterien auf andere Insekten wirken, doch bei Tests haben Bienen den Kontakt mit den Raupen unbeschadet überstanden. Diese neuen Erkenntnisse nähren die Hoffnung auf ein umfassendes biologisches Pflanzenschutzmittel, das schädliche Pilze und Insekten wirkungsvoll bekämpft, nicht nur an der Wurzel, sondern auch auf den Blättern. *Fleur Daugey*

Peter Kupferschmied

Biologischer Pflanzenschutz: Die Larven der Baumwolleule, eines Agrarschädlings, verzehren Blätter, die mit insektiziden Bakterien behandelt wurden.

Eveline Kindler, Ronald Dijkman, Volker Thiel



Versteckspiel aufgedeckt: Die rot gefärbte virale Ribonukleinsäure umgibt den grünen Zellkern.

Erbgut im Schafspelz

Coronaviren können ausgezeichnet Verstecken spielen. Viren dieser Familie, zu denen nicht nur Erreger von gewöhnlichem Schnupfen gehören, sondern beispielsweise auch jene der Sars-Pandemie, schaffen es nämlich, sich im Körper unsichtbar zu machen. Dies haben Forschende um Volker Thiel vom Kantonsspital St. Gallen herausgefunden. «Normalerweise können mit Viren befallene Zellen das Erbgut der Viren vom eigenen Erbgut unterscheiden», erklärt Thiel. Dies ist möglich, weil das eigene Erbgut im Gegensatz zu demjenigen vieler Viren mit bestimmten chemischen Gruppen markiert ist, also eine Art Ausweis trägt. Erkennen infizierte Zellen Erbgut ohne einen solchen Ausweis, lösen sie eine Abwehrreaktion aus. Coronaviren besitzen hingegen Eiweisse, mit denen sie ihrem Erbgut (in diesem Fall Ribonukleinsäure) einen solchen Ausweis ausstellen. «Als Wolf im Schafspelz können sie sich so während mehrerer Tage fast unbemerkt im Körper vermehren», sagt Thiel. Der Virologe und sein Team haben den Mechanismus hinter dem Versteckspiel aufgedeckt, indem sie den Gegenbeweis antraten: Im Labor züchteten sie Coronaviren, denen eines der verantwortlichen Eiweisse fehlt. Mit Zellkulturversuchen konnten sie zeigen, dass die veränderten Viren eine Immunantwort auslösen. In Zukunft könnte man die Erkenntnis auch medizinisch nutzen, sagt Thiel, beispielsweise um abgeschwächte Viren herzustellen, die als Impfstoffe Verwendung fänden. *Fabio Bergamin*

Kampf gegen Würmer

Wurmparasiten rauben täglich mehr als einer Milliarde Menschen Energie und Wohlbefinden. Sie sind vor allem in ländlichen Gebieten der Tropen mit mangelhaften sanitären Einrichtungen verbreitet. Besonders einschneidend sind Wurmerkrankungen bei Kindern. Wer davon befallen ist, wächst langsamer und ist in der Schule weniger aufnahmefähig. Die bisher verwendeten Medikamente sind ungenügend wirksam und töten beispielsweise die jungen Erreger der Bilharziose nicht ab. Pharmazeutische Firmen entwickeln kein neuen Medikamente gegen Wurmparasiten, weil solche Heilmittel wegen der fehlenden Kaufkraft der Patienten nicht lukrativ sind. Weltweit richtet sich das Forschungsinteresse mehr auf die Entwicklung von Medikamenten gegen Malaria als gegen Wurminfektionen. Doch am Schweizerischen Tropen- und Public-Health-Institut in Basel füllt die Gruppe um Jennifer Keiser diese Forschungslücke. Sie hat im gelben Pflanzenfarbstoff Mangostin und in Extrakten von traditionellen Heilpflanzen aus Ost- und Westafrika wie dem Kosobaum Wirkstoffe identifiziert, welche die parasitischen Würmer hemmen oder abtöten. Keisers Gruppe hat auch bereits auf den Markt gebrachte synthetische Substanzen gefunden, die wirken. Kombinationen von solchen Wirkstoffen hält Keiser für besonders vielversprechend, da diese schneller zur Verfügung stünden und nicht, wie alternative Medikamente, erst entwickelt werden müssten. «Unsere Erkenntnisse werden in den betroffenen Ländern freudig erwartet», sagt Keiser. *Susan Glättli*

Katrin Ingram

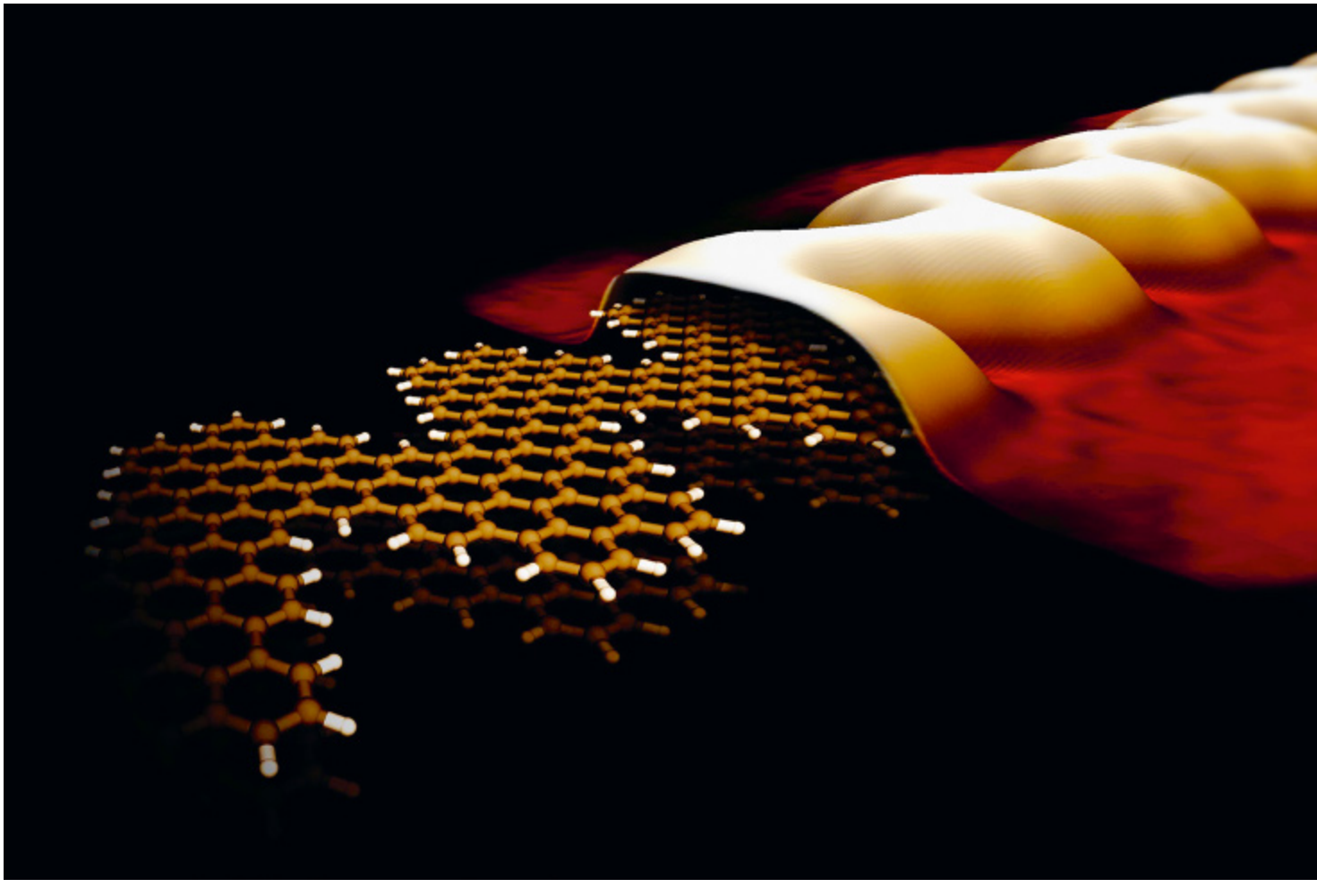
Parasiten in Aktion: Beim Pärchenegel liegt das Weibchen – nicht leicht erkennbar – teilweise im Männchen.

Wovon Physiker träumen

Auf dem Kristall Graphen ruhen grosse Hoffnungen. Seine elektronischen, mechanischen, optischen und thermischen Eigenschaften könnten die Tür zu vielen Anwendungen öffnen. Von Anton Vos

Nehmen Sie eine Bleistiftmine, heften Sie ein Stück Klebband daran und entfernen Sie es. Mit diesem Handgriff gelingt es meist, eine kleine Probe Graphen zu entnehmen. Selbst wenn es auf so rudimentäre Weise gewonnen wird und noch mit Leim bedeckt ist, besitzt das Material, das aus einer einzigen Schicht von Kohlenstoffatomen besteht, elektronische Eigenschaften, die sogar die besten, unter sauberen Bedingungen gewonnenen Siliziumhalbleiter in den Schatten stellen. Allein dafür verdient die Entdeckung eines solchen Materials den Nobelpreis für Physik.

Und genau so war es auch: 2010 erhielten Andre Geim und Konstantin Novoselov von der Universität Manchester die Auszeichnung aus Schweden dafür, dass sie – nur sechs Jahre zuvor – Graphen (aus Graphit mit Klebeband) isolieren, identifizieren und beschreiben konnten. Seither haben verschiedene Teams von Schweizer Forschungseinrichtungen (insbesondere die Universität Genf, die Eidgenössischen Technischen Hochschulen Lausanne und



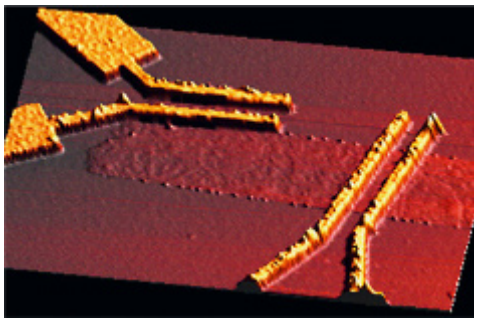
Zürich und die Empa) das neue Forschungsgebiet betreten. Sie sind auch in den europäischen Projekten präsent, darunter in der kürzlich bewilligten EU-Flagship-Initiative Graphen.

Kein Zweifel, Graphen ist der Stoff, aus dem Physikerträume sind. Nur schon deswegen: Es handelt sich um den ersten bekannten zweidimensionalen Kristall, der bei Raumtemperatur stabil ist. In der Physik galt dies lange als unmöglich. Man ging davon aus, dass eine einzelne Atomschicht immer instabil ist und dass sich diese bereits ab einer sehr kleinen Grösse faltet oder zusammenballt. Graphen hat die Fachwelt eines Besseren belehrt. Das Unternehmen Samsung produziert Graphen bereits seit einigen Jahren quadratmeterweise. Die Qualität ist noch nicht optimal, es werden aber laufend Fortschritte erzielt.

Dünner als ein millionstel Millimeter

Ausserdem profiliert sich der einschichtige Kohlenstoff als Material der Zukunft par excellence. In Sachen Feinheit ist es mit einer Dicke von deutlich weniger als einem millionstel Millimeter konkurrenzlos. Gleichzeitig besitzt Graphen eine hundertmal höhere Reissfestigkeit als Stahl, ist aber auch biegsam und ausserordentlich leicht. Eine Hängematte aus diesem Material könnte das Gewicht einer Katze mühelos tragen und würde dabei nur so viel wiegen wie eines ihrer Schnurrhaare. Das neue Material ist auch ein hervorragender elektrischer Leiter. Die Elektronen sind bis zu hundertmal mobiler als bei Silizium, was für die Betriebsgeschwindigkeit von Transistoren entscheidend ist. Die Aussicht auf Computer, die Dutzende Male schneller sind als heutige Modelle, ist verlockend.

«Eine einlagige Kohlenstoffschicht verhält sich nicht wie ein Halbleiter», relativiert allerdings Alberto Morpurgo, Professor an der Abteilung für Festkörperphysik (DPMC) der Universität Genf. «Es fehlt ihr das, was wir als Bandlücke bezeichnen: Eine Eigenschaft der elektronischen Struktur, durch die sich das Material gezielt in einen Isolator verwandeln und der Stromfluss wie bei klassischen Transistoren kontrollieren lässt.» Der Genfer Forscher, der seit über sechs Jahren mit Graphen arbeitet, hat jedoch 2008 gezeigt, dass sich eine solche Bandlücke öffnet, wenn man zwei Schichten dieses Kristalls übereinanderlegt und ein senkrechtes elektrisches Feld anwendet. Diese Lücke reicht zwar für eine praktische Anwendung in der Elektronik noch nicht aus, ein erster Schritt ist aber getan.



Erst am Anfang: Ein Graphen-Transistor im Rasterkraftmikroskop. Bild: Courtesy of Alberto Morpurgo

«Auch wenn bereits kurz- und mittelfristig erste Anwendungen in Aussicht gestellt werden, steht die Graphenforschung noch ganz am Anfang», sagt Alberto Morpurgo. «Im Augenblick interessiert sich mein Labor zum Beispiel für das elektronische Verhalten des Materials, wenn das Substrat verändert wird, auf welches das Graphen aufgebracht ist. Wir führen auch Messungen an Monolagen durch, die sich ganz ohne Substrat in Lösung befinden.»

Die auf zwei Dimensionen beschränkten Elektronen verhalten sich übrigens überraschend. Die Gleichungen, die ihre Bewegungen beschreiben, sehen identisch aus wie bei Elektronen, die sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. Somit ist es möglich, Eigenschaften dieser Elementarteilchen zu untersuchen, ohne dafür die grossen Cern-Beschleuniger in Anspruch nehmen zu müssen.

Überraschende Optik

Schliesslich überrascht Graphen auch im optischen Bereich. «Es ist praktisch durchsichtig», sagt Alexey Kuzmenko, wissenschaftlicher Mitarbeiter am DPMC. «Es absorbiert lediglich 2,3 Prozent des Lichts. Dieser Anteil ist ausserdem unabhängig von der Wellenlänge. Es ist deshalb denkbar, Graphen in einem breiten elektromagnetischen Spektrum einzusetzen, das vom sichtbaren Licht bis in den hohen Infrarotbereich hineinreicht.»

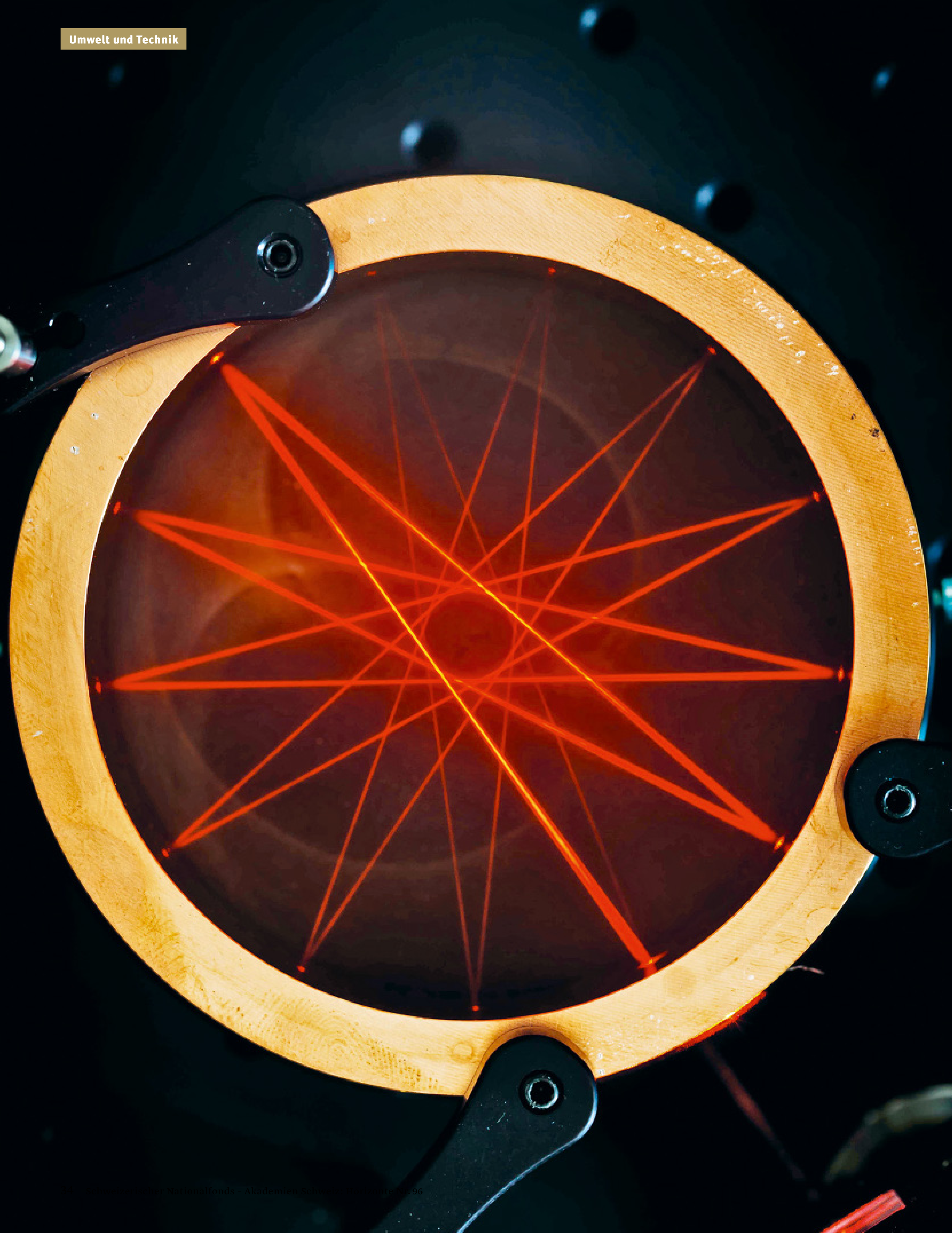
Die Polarisation des Lichts ändern

Alexey Kuzmenko konnte zeigen, dass es möglich ist, die optischen und elektronischen Eigenschaften von Graphen mit elektrischen oder magnetischen Feldern zu verändern. Unter gewissen Bedingungen ändert sich nämlich der Absorptionskoeffizient des neuen Materials für kleine Wellenlängenbereiche. 2011 hat das Team des Genfer Forschers beobachtet, dass Graphen die Polarisation des Lichts ändern kann. Das Ausmass dieses Effekts, der mit anderen Materialien nur schwierig zu erzielen ist, ist beeindruckend. «Die einzigartigen optoelektronischen Eigenschaften öffnen die Türe zu Anwendungen in der drahtlosen Kommunikation, für Laser, Biosensoren und anderes», sagt Alexey Kuzmenko.

Eine erste konkrete Anwendung könnte Graphen jedoch in Bildschirmen finden. Die Schicht, welche die Pixel eines LCD-Bildschirms bedeckt, muss nämlich leiten und transparent sein. Bisher wurde dafür Indiumzinnoxid verwendet. Indium wird vorwiegend in China produziert, ist selten und wird immer teurer. Graphen bietet somit eine interessante Alternative, umso mehr, als es im Gegensatz zu Indiumzinnoxid biegsam ist.

Die Eigenschaften von Graphen sind so vielfältig, dass sich die technischen Wissenschaften Anwendungen in vielen Bereichen erhoffen, die von Photovoltaikzellen über Energiespeicherung, Farbanstriche und Bekleidung bis zur elektrisch leitfähigen Druckertinte reichen. Bisher gibt es allerdings erst ein potenziell vermarktbares Objekt, das Graphen enthält: ein heizbarer Autositz, der von der BASF-Gruppe entwickelt wurde und die hohe Wärmeleitfähigkeit von Graphen nutzt.

Material der Zukunft: Darstellung eines Graphen-Nanobandes; im rechten Bildteil Visualisierung einer Rastertunnelmikroskop-Aufnahme. Bild: Empa



Birgt auch medizinisches Potenzial: Der Laser wird sternförmig an der zylindrischen Oberfläche der Zelle reflektiert. Bild: Empa

Ein Laser als Spürnase

Ein neuartiger Schadstoffdetektor soll erkennen, ob das Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre aus dem Verbrauch fossiler Brennstoffe stammt oder aus dem Speicher der Ozeane. Von Daniel Saraga

Vor knapp zwanzig Jahren entwickelte Jérôme Faist während eines Aufenthalts bei Bell Laboratories in den USA einen neuartigen Laser. Heute will der Genfer Physiker diesen «Quantenkaskadenlaser» zur Herstellung eines tragbaren Geräts für chemische Analysen nutzen, das verschiedene Moleküle gleichzeitig und in sehr geringer Konzentration nachweisen kann.

«Bei der Spektroskopie wird eine chemische Substanz aufgrund ihrer Lichtabsorption identifiziert», sagt der Leiter der Gruppe für Quanten-Optoelektronik an der ETH Zürich. «Jedes Molekül schwingt in einer individuellen Frequenz und absorbiert das Licht einer ganz bestimmten Wellenlänge.» Mit seiner starken Strahlung kann ein Laser Substanzen in wesentlich geringeren Konzentrationen ausmachen als traditionelle Spektrometer, die sich ausserdem nur schwer auf ein Kleinformat reduzieren lassen.

«Die Laser in der Telekommunikation sind günstig, ihre Wellenlänge ist aber zu kurz für die meisten wichtigen umweltrelevanten Moleküle wie CO_2 oder Methan, deren Absorption im Infrarotbereich liegt», sagt der Physiker. Der Quantenkaskadenlaser weist die richtige Frequenz auf, die zudem einfach veränderbar ist. Deshalb kann über mehrere Wellenlängen gescannt werden, was für eine Verwendung in der Spektroskopie wesentlich ist. In einem kürzlich in «Nature» erschienenen Artikel zeigt Jérôme Faist zudem, dass sich der Laser wie eine Art Kamm mit Frequenzen in regelmässigen Abständen verwenden lässt, der gleichzeitig mehrere verschiedene Moleküle aufspürt. Der Vorteil: Es braucht nur ein einziges und nicht für jede untersuchte Substanz ein eigenes Gerät.

Sensoren in Bussen

Der Physiker koordiniert ein Konsortium, das im Rahmen von «Nano-Tera» gebildet wurde, einer vom Bund lancierten Initiative zur Entwicklung neuer Nanotechnologiewerkzeuge. Die ETH Lausanne hat einen Vorverstärker für den Laser hergestellt, die Empa eine Interaktionskammer, die das Licht einfängt und dessen Wechselwirkung mit den Gasmolekülen verstärkt, die Universität Neuenburg schliesslich entwickelt die Detektoren. «In einem so konkreten Projekt müssen die einzelnen Komponenten nicht zwingend perfekt sein», sagt der Physiker. «Entscheidend ist das Gesamtergebnis.» Beispielsweise kompensiert der leistungsstarke Laser die niedrigere Effizienz neu entwickelter Detektoren, die ohne umweltschädliche Materialien wie Quecksilber, Kadmium oder Tellur auskommen.

Nun wollen die Forschenden die ersten Prototypen miniaturisieren, und sie arbeiten an einem Schadstoffsensor zum Einbau in öffentlichen Bussen. Ebenfalls nützlich könnte ein solches Spektrometer zur Untersuchung des Treibhausgaseffekts sein, da es unterschiedliche Isotope auseinanderhalten und so die Herkunft des CO_2 in der Atmosphäre erkennen kann. Damit lässt sich feststellen, ob die Moleküle aus dem Verbrauch fossiler Brennstoffe oder aus dem Speicher der Ozeane stammen. Ein Sensor nach diesem Prinzip verspricht auch Fortschritte in der Medizin, denn mit einer Isotopenuntersuchung des CO_2 im Atem könnte eine bakterielle Infektion bei einem Magengeschwür erkannt werden. «Mit den Glasfasern hat die Photonik wesentlich zur telekommunikativen Revolution beigetragen», erklärt der Forscher. «Ich will herausfinden, was die Disziplin in anderen Bereichen leisten kann.»

Urban Mining hat Zukunft: Die acht Millionen ausrangierten Mobiltelefone der Schweiz enthalten 336 Kilogramm Gold (Abfallbunker einer Kehrichtverbrennungsanlage, 2013). Bild: Valérie Chételat

Goldgrube Abfall

In Schweizer Böden schlummern Rohstoffe, die den Abbau lohnen. Noch interessanter sind womöglich die Vorkommen, die bereits in Umlauf sind. Von Roland Fischer

Man kennt das Argument: Die Schweiz hat keine Rohstoffe, also muss sie auf andere Tugenden wie Fachkenntnis und Innovationskraft setzen. Schaut man aber ein wenig genauer hin, dann wird die Sache komplizierter: Nein, Ölfördertürme gibt es keine und auch keine Edelsteinminen. Aber ein Land ganz ohne Rohstoffe? «Die Eisenbergwerk Gonzen AG hat sich gerade die Schürfrechte für weitere 75 Jahre gesichert – da ist also offenbar noch genug Erz vorhanden», sagt der Rohstoffexperte Rainer Kündig von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission. Eisen, Mangan, Gold: Die Schweiz habe durchaus Vorkommen, die einen Abbau lohnten, so Kündig.

Tatsächlich abgebaut werden aber vor allem unspektakuläre Bodenschätze: Steine und Erden für das Bau- und Zementgewerbe begründen die Schweizer Rohstofftradition. Allerdings dürfte sich dort ein Engpass abzeichnen, wobei das Schrumpfen der Reserven weniger ins Gewicht fällt als die Verschärfung von Umweltrichtlinien und die zunehmende Verbauung der Landschaft. So muss bereits heute ein Teil des Bahnschotters aus dem Ausland importiert werden. Dass die vorhandenen Reserven in der Schweiz kaum abgetragen werden, hat mit den hohen und dementsprechend kostspieligen gesetzlichen Hürden zu tun. Allerdings zeichnet sich ab, dass auch bei den Rohstoffen ein «Fairtrade»-Bewusstsein wächst, dass also die Konsumenten bereit sind, höhere Preise für Produkte aus unproblematischen Rohstoffen zu zahlen. Unter solchen Bedingungen könnte auch die Schweiz plötzlich wieder Produktionsland werden.

Milliarden Kubikmeter Erdgas

Für möglich halten Experten die Förderung von Erdgas in der Schweiz. In den letzten Jahren haben zahlreiche Studien substanzielle Vorkommen nachgewiesen; es ist die Rede von 50 bis 100 Milliarden Kubikmetern (der jährliche Verbrauch beträgt derzeit 3,5 Milliarden Kubikmeter). In den nächsten Monaten will das britische Unternehmen Celtique Energie im Val de Travers mit umfangreichen Probebohrungen beginnen. Ob die Ausbeutung dieser Vorkommen politisch vertretbar ist, steht auf einem anderen Blatt. «Derzeit verhindert die umweltpolitische Skrupellosigkeit der USA einen Abbau hierzulande – denn die Gaspreise sinken, und die Förderung in der Schweiz lohnt sich deshalb nicht», sagt Kündig. Das dürfte sich langfristig ändern.

Auf politischer Ebene spielen nicht nur ökonomische Anreize eine Rolle; in letzter Zeit ist wieder ein Reflex spürbar, den man als Rohstoffnationalismus bezeichnen kann – das Bestreben, nicht allzu stark von Importen abhängig zu sein. Sorgen machen dabei die seltenen Erden, die in der Elektronik immer wichtiger werden, die aber in der Schweiz kaum vorhanden sind und hauptsächlich aus China geliefert werden.

Ein neuer Ansatz könnte die Situation allerdings entschärfen: Das Stichwort der Stunde heisst Urban Mining, also Bergbau auf städtischen Gebiet. Gemeint ist damit die Suche nach Rohstoffvorkommen nicht in der Erdkruste, sondern in Abfallhalden und in anderen bereits genutzten Materialreservoirs wie Bauschutt. Die Empa hat unlängst errechnet, dass in den rund acht Millionen ausrangierten Mobiltelefonen in der Schweiz 336 Kilogramm Gold schlummern. Urban Mining ist also nichts anderes als perfektioniertes Recycling; aus den Schlacken der Kehrichtverbrennungen lässt sich noch einiges an wertvollem Material herausholen. Das zeigen Anlagen, die momentan von der Testphase in den Alltagsbetrieb wechseln, so zum Beispiel in der Kehrichtverbrennung Zürcher Oberland. Dort wird man voraussichtlich jährlich fast hundert Kilogramm Gold und mehrere tausend Tonnen Aluminium fördern – ein lukratives Geschäft. Wenn man die Kreisläufe optimiert, könnte die Schweiz für gewisse Stoffe womöglich weitgehend Autonomie erlangen, sagt Patrik Geisselhardt, Geschäftsführer von Swiss Recycling.

Die Schweiz ist Pionierin in Sachen Urban Mining, und sie könnte durch clevere Nutzung der urbanen Minen vielleicht gar zum Rohstoffexporteur werden, wenn sie es versteht, auch nachbarschaftlichen Müll zu Gold zu machen. Die Anlagen sind technisch anspruchsvoll, deshalb sei eine länderübergreifende Perspektive gerade bei seltenen Erden angebracht, sagt Patrik Geisselhardt. Obschon natürlich weiterhin der Grundsatz gilt, dass Abfälle dort verwertet werden sollten, wo sie anfallen.

Herr Kündig, Sie sind als Leiter der Schweizerischen Geotechnischen Kommission der Hüter des Rohstoffwissens in der Schweiz. Braucht es heute noch eine staatliche Rohstoffübersicht?

Mehr denn je. Die Verwendung von Rohstoffen und der daraus gewonnenen Elemente ist komplex. Es gibt immer stärkere Kopplungseffekte. Die Schonung eines Elements kann zum Beispiel bedingen, dass es bei anderen Elementen zu einer Verschlechterung der Situation kommt.

Wie offen teilt die Privatwirtschaft ihre Daten?

Tatsächlich sind die Firmen vor allem bei den fossilen Rohstoffen zuweilen knauserig, was die Bohrdaten angeht. Aber insgesamt können wir uns ein Bild machen – und die Angaben, die wir bekommen, dürften stimmen, was Ort und Menge der Vorkommen betrifft.

Ist der Ausdruck Urban Mining nicht ein Etikettenschwindel? Man geht ja gar nicht ins Erdinnere.

Das zwar nicht, aber geologisches Wissen ist sehr gefragt. In Kehrichtverbrennungsschlacken laufen ähnliche Prozesse wie in vulkanischer Lava ab. Geologen können viel dazu beitragen, um besser an die Elemente heranzukommen.

Wie sehen Sie das Potenzial von Urban Mining? Wird die Schweiz Rohstoffautonomie erlangen?

Die Fachwelt ist gespalten. Manche Experten sehen in Abfällen keinen substanziellen Beitrag für die Rohstoffförderung, andere erklären den Abbau aus der Erdkruste für bald beendet. Die Wahrheit dürfte irgendwo in der Mitte liegen.

Was ändert sich aus wissenschaftlicher Perspektive?

Beide Rohstoffgruppen – die primären, frisch abgebauten Reserven und die sekundären aus Abfällen – sind gleichwertig zu betrachten. Die Frage muss sein: Für welche Anwendung ist welche Rohstoffquelle besser, damit die ökologische und die soziale Bilanz optimal sind?

Fotos wie Karten lesen

Mit einer neuen Software kann man Fotos mit digitalen Kartendaten verknüpfen. So lassen sich geografische Informationen extrahieren, was historische Fotos wertvoller für die Forschung macht. Von Roland Fischer

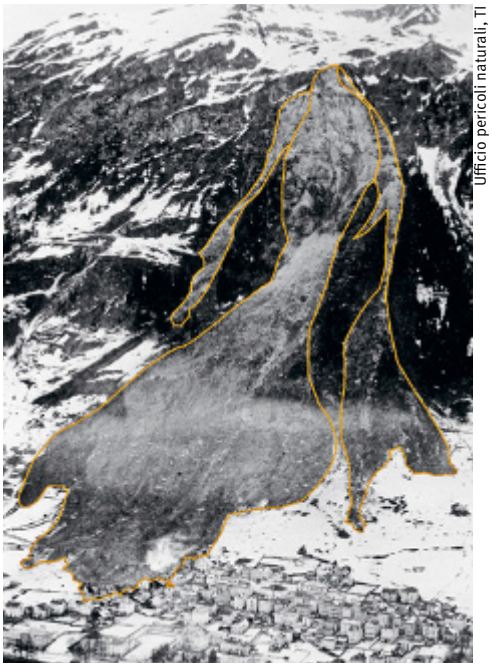
Man kennt das Phänomen aus eigener Erfahrung: Eine Landschaft sieht ganz anders aus, je nachdem, aus welchem Blickwinkel man sie betrachtet. Was den Wanderer für einen kurzen Moment verwirren mag, ist für den Geografen, der Karten erstellt, ein schwieriges methodisches Problem. Ein wichtiges Hilfsmittel sind Fotos – seit den Anfängen der Fotografie wurde die Technik genutzt, um Landschaften geografisch abzubilden. Doch ist es von entscheidender Bedeutung, die Aufnahmen exakt zu referenzieren, also in einen vorhandenen Raster einzupassen. Voraussetzung dafür war bislang das Vorliegen von Stereoaufnahmen aus zwei verschiedenen Blickwinkeln, damit die räumlichen Informationen auswertbar sind. Für heutige Geografen bedeutet das allerdings, dass ein reicher Archivschatz einfacher Landschaftsfotos nicht nutzbar ist, was georeferenzierte Informationen angeht – diese Aufnahmen lassen sich kaum sinnvoll in Kartendaten übersetzen. So lag bisher eine grosse Datenmenge brach, die historische Veränderungen in der Landschaft hätte aufzeigen können.

Mathematisches Modell

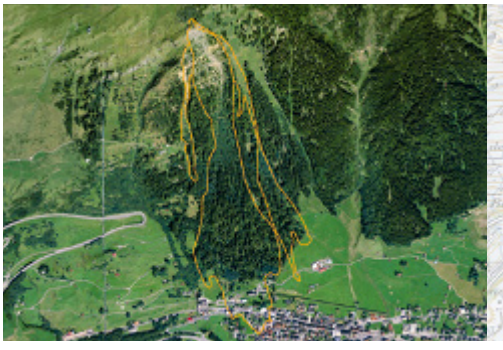
Eine Arbeitsgruppe um Claudio Bozzini von der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Bellinzona hat nun eine Software entwickelt, die das Kunststück fertigbringt, Landschaftsfotos so zu georeferenzieren, dass man sie in Kartendaten übersetzen kann. Auf dem Foto werden dazu auffällige Referenzpunkte gesucht, die mit den entsprechenden digitalen Koordinaten verknüpft werden. Anhand dieser Punkte errechnet der Computer Standpunkt und Orientierung der Kamera und produziert ein mathematisches Modell der Aufnahmeparameter (Kameraart und -einstellungen). Anschliessend werden viele weitere Punkte der Fotografie mit digitalen Koordinaten versehen, das Bild wird gewissermassen auf das Computerkartenmodell aufgezogen. Nun ist es ein Leichtes, die auf dem Foto sichtbaren geografischen Informationen wie Waldgrenzen, Bachläufe oder Wege auf die Karte zu übertragen. Auch Veränderungen in der Vegetation und der Kultivierung des Bodens sind so leicht auswertbar.

Anwendungen für die Technik gibt es viele. Gletscherrückgänge können einfacher und exakter als bisher aus alten Fotos und Postkarten rekonstruiert werden. Sehr wichtig können alte Aufnahmen auch bei der Vorbeugung von Naturkatastrophen sein: Historische Dokumente von Erdrutschen oder Lawinen geben Hinweise auf Gefahrenzonen.

Die Referenzierungssoftware kann nicht nur von Projekten mit historischem Bezug genutzt werden. Derzeit wird untersucht, ob sie auch für eine aktuelle Forschungsarbeit über Gletscherwasserabflüsse anwendbar ist. Um Veränderungen der Wassermenge im Tagesverlauf zu bestimmen, reicht es dank der Software, regelmässig Fotos der Abflüsse zu machen und anschliessend mittels der digitalen Daten die Wasseroberfläche genau zu vermessen. Daraus dürfte sich die Menge des abfliessenden Wassers errechnen lassen.



Ufficio pericoli naturali, TI



swisstopo

Vielgestaltiges Ereignis: Foto des Erdrutsches bei Airolo von 1898 (oben). Daraus ist auf die Ablagerungszone vor dem Rutsch zu schliessen (links), die ferner auf eine aktuelle Pixelkarte (unten rechts) und eine Orthofoto (unten links) aufgetragen wird.

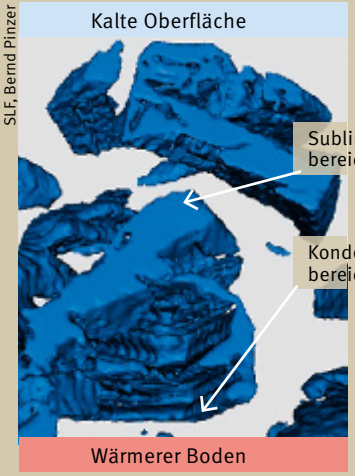
Die sieben Leben der Schneekristalle

Schnee hat hervorragende wärmedämmende Eigenschaften. Deshalb kann der Temperaturunterschied innerhalb einer Schneedecke zwischen der untersten und der obersten Schicht mehrere Dutzend Grad Celsius betragen. Dieser hohe Gradient bewirkt einen beständigen Fluss von Wasserdampf, der aus der Sublimation der Schneekristalle stammt, also aus ihrem Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand. Dadurch verändert sich die Struktur der Schneekörner kontinuierlich.

Bisher herrschte die Ansicht vor, dass manche Kristalle durch die Sublimation schrumpfen und andere durch den dabei frei werdenden Wasserdampf wachsen. Forschende des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung und des Paul-Scherrer-Instituts widerlegten nun diese Theorie. Sie setzten eine Schneeprobe einem Temperaturgradienten aus und untersuchten die Entwicklung der Schneestruktur in einem Computertomografen. Das Resultat: Es wachsen nicht etwa bestimmte Schneekristalle auf Kosten anderer, sondern manche verschwanden ganz und andere entstanden völlig neu, und dies so schnell, dass täglich 60 Prozent der Kristalle ersetzt wurden.

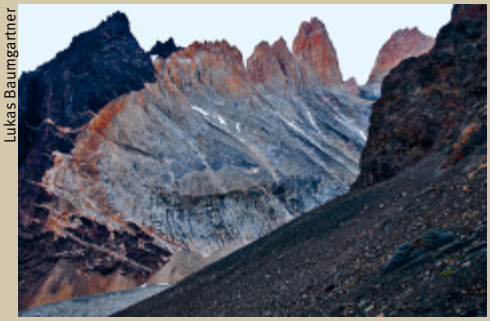
Ein fundiertes Verständnis der Umwandlungsvorgänge in einer Schneedecke ist für ein effizientes Lawinenwarnsystem zentral. Die neu entstandenen Kristalle sind aufgrund ihrer Form nur lose miteinander verbunden. Sie formen deshalb schwache Schichten, auf denen sich gefährliche Schneebretter bilden können. *pm*

SLF, Bernd Pinzer



Kontinuierliche Veränderung: Dreidimensionale Sicht auf Schneekristalle.

Lukas Baumgartner



Im Fokus der Geologen: die Torres del Paine in Chile. Das vorgedrungene Magma ist an der hellen Farbe erkennbar.

Gelöstes Rätsel

Das Gebirgsmassiv Torres del Paine im chilenischen Teil Patagoniens ist ein eindrücklicher vulkanischer Zeuge einer Subduktion – in diesem Fall das Abtauchen der Nazca-Platte unter die Südamerikanische Platte. Erhitztes Gestein aus Magmakammern tritt jedoch nicht immer durch die Eruption eines Vulkans an die Oberfläche, sondern kann so lange in der Tiefe bleiben, bis es eines Tages durch die Erosion freigegeben wird. Auf diese Weise entstanden die Torres del Paine, die seit 1999 regelmässig von Geologen der Universität Lausanne besucht werden. Sie haben das Massiv mit Hilfe von Alpinisten in allen Richtungen durchquert, unzählige Proben gesammelt, die Geochemie akribisch untersucht und Datierungen vorgenommen. So konnten sie Erkenntnisse sammeln zu den Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Gesteinen, zur Chronologie ihrer Entstehung und zu den geometrischen Problemen, die sich stellen, wenn 88 Kubikkilometer Magma in bereits bestehende Gesteinsmassen vordringen. Nun ist es den Forschenden gelungen, die magmatische Geschichte dieses schönen Orts zu rekonstruieren: Vor knapp dreizehn Millionen Jahren bildeten sich zwei erste unterschiedliche Magmen: eines granitisch, das andere eher basaltisch. Später drängten zwei weitere granitische Magmen an die Oberfläche und schoben sich unter die erste Schicht. Schliesslich fand noch ein weiteres basaltisches Magma seinen Weg nach oben, das die erste, noch nicht erkaltete Magmaschicht aufbrach und sich darüber legte. Der gesamte Vorgang dauerte lediglich 150’000 Jahre, erfolgte also im Eiltempo. *Pierre-Yves Frei*

Schnellere Diagnose von Brustkrebs

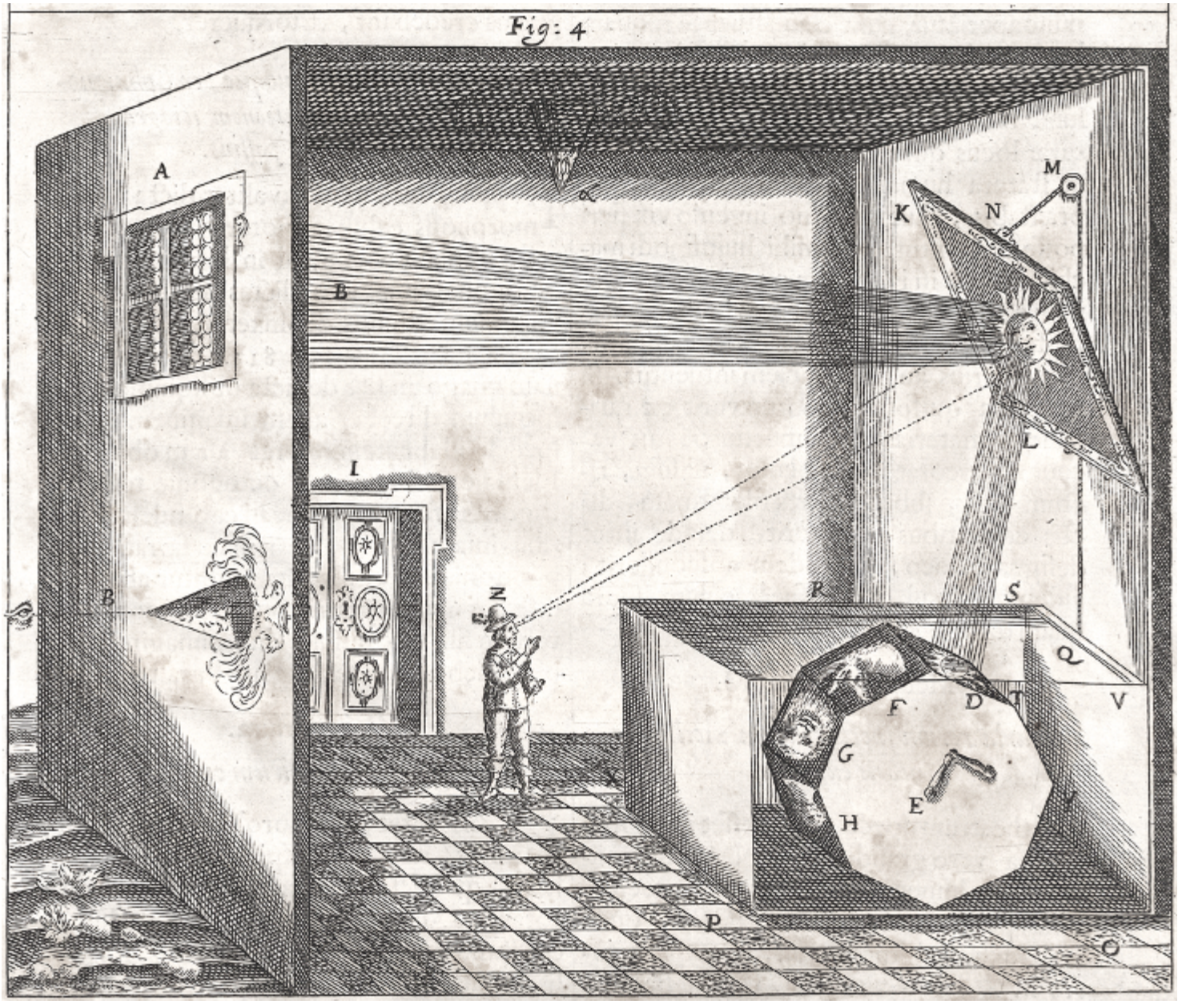
Rund 5500 Frauen erkranken in der Schweiz jedes Jahr an Brustkrebs. Während bei der Behandlung in den letzten Jahren grosse Fortschritte erzielt wurden, ist die frühzeitige und zuverlässige Diagnose nach wie vor schwierig. Marko Loparic, Marija Plodinec und Roderick Lim, Professor für Nanobiologie am Biozentrum der Universität Basel, haben nun in Zusammenarbeit mit der Firma Nanosurf ein Verfahren entwickelt, das die Diagnose vereinfachen und zuverlässiger machen könnte. Es basiert auf der Technik des Rasterkraftmikroskops: Eine nur wenige Nanometer grosse Spitze ertastet bei einer Gewebeprobe an über 10’000 Messpunkten, wie steif die Zelloberflächen sind. Aus der Verteilung der Messwerte lässt sich ermitteln, um welche Art von Gewebe es sich handelt. Während bei gesunden Zellen und bei Gewebe aus gutartigen Tumoren die Messwerte normal verteilt sind, zeigen bösartige Tumore ein auffälliges heterogenes Muster. Für die Diagnose wichtig sind vor allem die weichen Zonen, die man in dieser Form bei gutartigem Gewebe nicht findet. Das neue Messverfahren ist auch deshalb interessant, weil sich mit ihm der Zeitaufwand für eine Diagnose von heute rund einer Woche auf wenige Stunden reduzieren lässt. Die Methode soll nun in einem weiteren Projekt für den praktischen Einsatz weiterentwickelt werden. *Felix Würsten*

Evi Bieler, Marija Plodinec, Rod Lim, Artwork: Martin Oeggerli/Micronaut© 2012

Neues Messverfahren: Die Spitze eines Atomkraftmikroskops misst die Eigenschaften einer Krebszelle.

Der Spiegel stand in der Frühneuzeit im Brennpunkt wissenschaftlichen und religiösen Wissens. Gelehrte bauten Spiegelapparate, die das Publikum ergötzen und bilden sollten.
Von Urs Hafner

Lehrreiche Wundermaschinen



Dunkle Mächte im Spiel? Ob die Metamorphosenmaschine gebaut wurde, ist ungewiss. Nur schon ihre Darstellung dürfte die Zeitgenossen fasziniert haben. Kupferstich aus Athanasius Kirchers «Ars magna lucis et umbrae» (Amsterdam 1671).
Bild: Athanasius Kircher, Ars magna lucis et umbrae, Amsterdam, 1671. Abteilung Alte Drucke, Zentralbibliothek Zürich, Band ZZ 86

Die Besucherinnen und Besucher des spektakulären Schauspiels, das wohl auf einem herrschaftlichen Sitz inszeniert wurde, müssen verblüfft gewesen sein. Blickten sie von einer bestimmten Stelle des Raums in den grossen Spiegel, der schräg unter der Decke angebracht war, sahen sie ihren Oberkörper abwechselnd den Kopf eines Esels, Ochsen oder Habichts tragen: Der Spiegel verwandelte die Anwesenden. Während die einen sich am überraschenden Effekt ergötzten, ängstigten sich die anderen; war hier vielleicht eine dunkle Macht am Werk?

Nach der Vorführung trat der Hausherr vor seine Gäste und erklärte ihnen den Mechanismus seiner «Metamorphosenmaschine». Die in rascher Folge im schräggestellten Spiegel erscheinenden Tierköpfe waren auf eine drehbare Trommel aufgemalt, die in einem auf dem Boden stehenden Kasten verborgen war. Der Spiegel verschmolz also die Gestalt des Betrachters mit dem tierischen Bildnis, indem er beide übereinanderlegte. Erheitert und belehrt dürfte die kleine Gesellschaft über die wundersamen optischen Effekte diskutiert haben; manche Besucher vertieften sich vielleicht sogar in philosophische Erörterungen über den göttlichen Schöpfungsplan, der dem Menschen den Schweinerüssel erspart hatte.

Die Kunst von Licht und Schatten

Ob sich der Anlass tatsächlich ereignet hat, ist ungewiss. Es ist nicht einmal sicher, ob die «Metamorphosenmaschine» tatsächlich existiert hat. Als Kupferstich abgebildet und erläutert findet sie sich in Athanasius Kirchers 1671 publizierter «Ars magna lucis et umbrae», seiner grossen Kunst von Licht und Schatten. Der deutsche Jesuit und Universalgelehrte, der in Rom lebte, beschäftigte sich wie andere seiner Zeitgenossen, etwa Giovanni Battista della Porta, Gaspar Schott und Jean François Niceron, intensiv mit der Katoptrik, also mit der Spiegelkunst oder Spiegelwissenschaft.

Zwischen den beiden Begriffen sei nicht grundsätzlich unterschieden worden, ja die Wissenschaft vom Spiegel habe gerade als eine Kunst gegolten, weil sie schwierig war, sagt Marie Theres Stauffer, Kunsthistorikerin und SNF-Förderungsprofessorin an der Universität Genf. Sie erkundet mit ihren Arbeiten die nahezu vergessene physikalische Disziplin der Katoptrik, die am Anfang der Geschichte des bewegten Bildes steht. Zudem gingen von der Katoptrik viele Impulse aus, die sich in der höfischen Architektur niederschlugen. Sie hat den Spiegelsälen, wie sie etwa im Schloss Versailles gebaut wurden, den Weg geebnet.

Archimedes' Hohlspiegel

Die Katoptrik, ein Teilgebiet der Optik, wurde bereits in der Antike betrieben. Ptolemäus studierte die Brechung und die Farben des Lichts. Legendär sind die Hohlspiegel, mit denen Archimedes das einfallende Sonnenlicht gebündelt auf die römischen Schiffe lenkte, um sie in Brand zu stecken. Im Unterschied zur Physik der Antike jedoch besitzte die Katoptrik, wie sie von Athanasius Kircher und anderen im 16. und 17. Jahrhundert betrieben wurde, sowohl ein ästhetisches als auch ein religiöses Moment, sagt Marie Theres Stauffer. Dadurch unterscheide sich die Katoptrik des Barock auch von der Wissensorganisation der Moderne, die zwischen Kunst, Wissenschaft und Religion trenne; jeder dieser Bereiche folge heute eigenen Erkenntnisgesetzen.

Die grösste Verbreitung fand die Katoptrik in gelehrten Büchern wie Athanasius Kirchers «Ars magna», die hohe Auflagen erzielten. Die Leser konnten dort verschiedene Spiegelmaschinen bestaunen, meist quaderförmige oder polygonale Kisten, deren Inneres mit Spiegeln ausgestattet waren. Steckte man den Kopf hinein und bewegte das im Innern montierte Bild oder den Gegenstand, eröffneten sich wundersame und prachtvolle Ansichten, wie die Zeitgenossen notierten. Manche Apparate wurden nur theoretisch beschrieben, andere tatsächlich gebaut und vorgeführt.

Die Gelehrten betrieben die Spiegelwissenschaft zum einen, um die Reflexionsgesetze auf der Basis der traditionellen Physik weiterzuerkunden. Mit den Maschinen erforschten sie die Naturgesetze gar experimentell. Zum anderen wollten die Gelehrten das Publikum belehren und bilden, indem sie mit den Experimenten dessen Sehen schärften, sowie überwältigen und überraschen; Stauffer spricht vom «aristokratischen Divertissement». Der nicht erwerbstätige Adel kultivierte die Katoptrik im festlichen und geselligen Ambiente der Gelehrtenkabinette als Gruppenspiel, ähnlich wie die Jagd. Bildung und Zerstreuung gingen Hand in Hand.

Schliesslich benutzten die Gelehrten, unter denen sich auffallend viele Jesuiten befanden, die Katoptrik als religiöses Propaganda- und Instruktionsmittel. In Theaterstücken liessen sie mit den Maschinen Szenen aus dem Fegefeuer auf Rauch projizieren, um die Zuschauer in Angst und Schrecken zu versetzen und sie zur katholischen Frömmigkeit zu führen. Diese wurden, anders als das im Kabinett versammelte Publikum, nicht über die Mechanismen der Täuschung aufgeklärt. Doch auch der Adel sollte zumindest zu einer Reflexion über das Verhältnis von menschlichem und göttlichem Schöpfungsakt angehalten werden und zu guter Letzt die Überlegenheit und Allmacht Gottes anerkennen. Wenn der katoptrische Kasten prächtige Gartenbilder in beinahe unendlicher Zahl widerspiegelte, so sollte der Betrachter zum Schluss kommen, dass die vom Menschen geschaffenen Bildnisse ephemer seien im Vergleich zu Gottes Wirken.

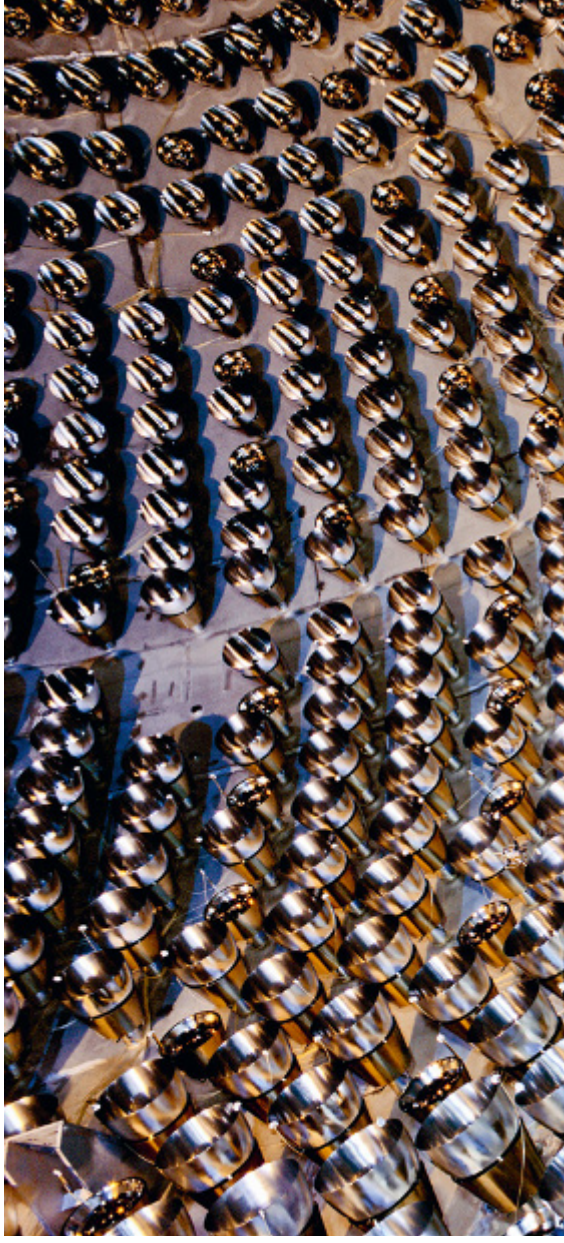
Jesuitische Propaganda

Die religiöse Grundierung der Katoptrik, wie sie die Jesuiten betrieben, komme in ihrer Konzeption des Spiegels zum Ausdruck, sagt Marie Theres Stauffer. Auf dem Frontispiz von Athanasius Kirchers «Ars magna» reflektiert ein Spiegel, der vom anthropomorphen Mond gehalten wird, das Sonnenlicht. Der Kupferstich erklärt mehr als nur das luminöse Zusammenspiel von Sonne und Mond. Weil das Sonnenlicht göttlichen Ursprungs ist und der Spiegel dieses Licht weiterleitet, eignet ihm ebenfalls eine göttliche Qualität. Zudem galt der Spiegel mit seiner gläsernen Reinheit in der katholischen Kultur als ein Symbol der heiligen Maria.

Wenig erstaunlich fanden sich die Gegner der Katoptrik oft in protestantischen Reihen. Ihnen waren der Bildzauber wie die vergnüglich-rätselhaften Spiele ein Dorn im Auge. Sieht man sich die heutige Organisation der Wissenschaften an, besteht kein Zweifel, dass sie sich durchgesetzt haben.

Unsicherheit ist keine Schwäche

Neutrinos schneller als Licht? Die Sensation galt als Flop, Kritiker monierten einen immensen Schaden für die Wissenschaft. Dabei bräuchte es mehr solcher Einblicke in ihre Mechanik. Von Marcel Falk



Die allzu schnellen Neutrinos, die vermeintlich nicht nur das Licht – und damit Albert Einstein – überholt hatten, regten im letzten Jahr die Fantasie von Journalistinnen und Lesern an. Stand die Revolution eines wissenschaftlichen Paradigmas an? Doch die Träume platzten unversehens: Neutrinos sind nicht schneller als Licht. Nach monatelanger Detektivarbeit entdeckten die Forschenden, dass der Ansatz ihres Projekts korrekt, aber ein Kabel nicht richtig festgeschraubt war.

Von Top zu Flop

«Die Leute wollen glauben», sagt Antonio Ereditato. Der Physiker der Universität Bern war Sprecher des «Opera»-Experiments und damit das Gesicht der überlichtschnellen Neutrinos. Er kommunizierte im September 2011 erst die entdeckte «Anomalie», im November deren vermeintliche Bestätigung und im Februar die aufgedeckten Fehler, darunter das nicht festgeschraubte Kabel. So sehr er sich öffentlich weigerte, über eine neue Physik zu spekulieren, und stattdessen die Wichtigkeit der Überprüfung der Resultate betonte: Die Öffentlichkeit berauschte sich am Duell gegen Einstein. «In den Medien gehst du direkt von Top zu Flop, differenzierte Einschätzungen fehlen», sagt Ereditato. Einen Tag nach Bekanntgabe der Messfehler trat er von seinem Posten als Sprecher zurück.

Hatten die Forschenden vorschnell kommuniziert? Schadet die Episode der Wissenschaft? Die Forschenden hatten während dreier Jahre im Felslabor Gran Sasso nahe bei Rom das Eintreffen von Neutrinos gemessen, die vom 730 Kilometer entfernten Cern bei Genf losgesandt worden waren. Im März 2011 hatten sie die Daten analysiert, sagt Ereditato: «Wir waren überrascht, reagierten aber nüchtern und setzten eine Task-Force ein, um Fehler zu finden.» Diese fand keine. Darauf entschieden die über 150 «Opera»-Forschenden per Abstimmung, die Befunde zu publizieren: Wissenschaftler weltweit sollten in die Fehlersuche miteinbezogen werden. Physiker schlugen mögliche Fehlerquellen vor, Theoretiker entwickelten Interpretationen, Und Journalisten setzten die Geschichte auf fast jede Titelseite der Welt.

Caren Hagner von der Universität Hamburg hatte gegen die Publikation gestimmt. «Es gab einfach noch zu vieles, was wir nicht überprüft hatten», sagt sie. War die Publikation also ein Fehler? «Für mich kam sie zu früh. Die Stimmung war aufgeheizt, und viele wollten einfach schnell sein. Aber es war kein Fehler. Schliesslich hatte die Mehrheit dies entschieden», sagt Hagner. Auch Ereditato bleibt dabei: «‹Opera› ist sehr erfolgreich und setzt methodisch Massstäbe. Und das Vorgehen war korrekt.»

Offenheit tut not: Ein Forscher kontrolliert ein Photomultiplier des Detektors im Felslabor Gran Sasso.
Bild: Volker Steger/Keystone/Science Photo Library

Wissenschaftler stehen oft vor der Frage, ob sie Hinweise auf spektakuläre Resultate an Konferenzen vorstellen sollen. Schliesslich sitzen da nicht nur konkurrierende Kollegen, sondern auch Bloggerinnen und Journalisten. Dürfen also Wissenschaftler im heutigen Medienumfeld Resultate nur noch veröffentlichen, wenn sie «sicher» sind? Die wissenschaftliche Methode basiert auf dem Produzieren von Tatsachen. Wissenschaftliche Tatsachen sind jedoch nicht einfach Fakten, die in der Welt existieren und nur entdeckt werden müssen. Ihnen wohnt stets eine Unsicherheit inne. Sie werden sozial produziert: Nur in der Öffentlichkeit der Gelehrtengemeinschaft werden Beobachtungen zu wissenschaftlichen Tatsachen.

Weniger Erfolgsgeschichten

Antonio Ereditato hat recht, wenn er sagt, die Gesellschaft müsse lernen, mit der Unsicherheit in der Wissenschaft umzugehen. Aber wie? Durch Erfahrung. Die Gesellschaft soll alltäglich erleben, dass Unsicherheit nicht eine Schwäche der Wissenschaft ist, sondern der Umgang mit Unsicherheit gerade ihre Stärke. Absolute Sicherheiten verkünden nicht Wissenschaftler, sondern Missionare und Demagogen. Wir brauchen also mehr Debatten und Berichte über den wissenschaftlichen Prozess und weniger Erfolgsgeschichten über wissenschaftliche Heldinnen. Diese Erkenntnis ist nicht neu; wirkliche Offenheit in der wissenschaftlichen Kommunikation ist jedoch selten und meist unfreiwillig. Anreize für Wissenschaftler fehlen offensichtlich. Solche zu schaffen wäre nicht nur für künftige Entdecker von vermeintlich überlichtschnellen Neutrinos wichtig. Auch wer beispielsweise mit Risiken wie dem Klimawandel umgehen muss, würde profitieren, sprich: die Gesellschaft insgesamt.

Die Übersetzungsmaschinisten

Coca, Lama, Pampa: Quechua hat Spuren im Deutschen hinterlassen. Doch die Verbreitung der südamerikanischen Sprache nimmt ab. Von Martin Bieri

Zweisprachigkeit im peruanischen Cusco: Das Hotel «Verstecktes Haus» einmal in Spanisch, einmal in Quechua angeschrieben. Bild: Martin Volk

Quechua ist eine Familie autochthoner Sprachen Südamerikas, die heute noch von etwa zehn Millionen Menschen im Andenraum gesprochen werden. «Langfristig ist Quechua bedroht», sagt Martin Volk, Professor am Institut für Computerlinguistik der Universität Zürich, «es ist die prestigearme Sprache der ländlichen Unterschichten.» Viele Kinder wachsen bilingual auf: Quechua ist die Sprache ihrer Eltern und Grosseltern, Spanisch die Medien- und Unterrichtssprache. Sozialer Aufstieg setzt Spanisch voraus. Volk und sein Team wollen die Grenzen der beiden Sprachwelten durchlässiger machen und damit das indigene Idiom stützen. Sie arbeiten an einem Computerprogramm zur automatischen Übersetzung von Spanisch nach Quechua in Form einer Internetseite, die in der Anwendung ähnlich wie Google-Translate funktionieren und beispielsweise im Journalismus Verwendung finden soll.

Mehr Texte, besseres Programm

Geschrieben wird Quechua erst seit der spanischen Eroberung Südamerikas, noch heute existiert wenig Literatur, weil sich kein Sprachstandard hat durchsetzen können. Das aber wäre für den Erhalt der Sprache sehr wichtig, sagt Volk. Das Team der Universität Zürich macht das Quechua der peruanischen Provinz Cusco zur Grundlage seiner Forschung, weil es die am besten dokumentierte Varietät und die gleichnamige Stadt ein kulturelles Zentrum ist.

Maschinelle Übersetzungssysteme basieren heute oft auf statistischen Methoden. Sie bestimmen sprachübergreifende Wortfolgen nach der Häufigkeit ihres Vorkommens. Dafür braucht es zwei grosse Textsammlungen, die miteinander verglichen werden. Dem gegenüber stehen regelbasierte Systeme. Sie analysieren grammatische Strukturen, erkennen Muster und stellen sie in so genannten Syntaxbäumen dar. Diese werden dann von der Ausgangs- in die Zielsprache transferiert. Für die Übersetzung von Spanisch nach Quechua kommt nur ein regelbasiertes Verfahren in Frage, weil es zu wenig Paralleltexte in den beiden Sprachen gibt. Doch das Zürcher Team baut die Statistik als nachträgliches und erweiterbares Kontrollinstrument ein, womit eine neuartige Kombination der beiden Ansätze entsteht. Dem Sprachenpaar Spanisch-Quechua stellt es zudem das typologisch ähnlichere Spanisch-Deutsch gegenüber, um die Verbesserung der Übersetzungsqualität bei höherer statistischer Vergleichbarkeit vorauszusagen. Je mehr Texte vorliegen, desto besser wird das Programm. Die Zürcher Computerlinguisten arbeiten eng mit Wissenschaftlern in Cusco zusammen, denen sie das System zur Weiterentwicklung übergeben werden.

Ein zusätzliches wichtiges Produkt des Projekts ist eine Ausgangssammlung von Texten, die von Menschen übersetzt und ebenfalls über das Internet zugänglich gemacht werden. «Wir zeigen die Sprache in ihrer Verwendung», sagt Volk. Ein bestimmtes Wort wird nicht nur übersetzt, sondern auch in seinen verschiedenen Flexionsvarianten gezeigt. Der Computer nähert sich so menschlicher Sprach- und Übersetzungskompetenz, die der maschinellen nach wie vor überlegen ist. Martin Volk glaubt nicht daran, dass sich das bald ändern wird. Trotzdem kann die Sprachtechnologie schon jetzt dazu beitragen, eine Sprache durch ihre Verknüpfung mit anderen zu stärken.

Mit indigenem Kulturerbe handeln

Dieses Buch ist ein internationales Pionierwerk. Erarbeitet von rund 20 Rechtswissenschaftlern, darunter drei Angehörigen indigener Völker, formuliert es konkrete Vorschläge, wie eben diese Völker innerhalb der internationalen Rechtsordnung mit ihren materiellen und immateriellen Kulturgütern Handel treiben und so ihre Existenz sichern können. Handlungsbedarf besteht, weil die Maori, die Aborigines, die nord- und südamerikanischen Indianer, die Inuit und andere höchst benachteiligt in die Moderne gestartet sind. Noch im beginnenden 20. Jahrhundert waren die kolonialistischen Nationen der Meinung, die ganze Welt gehöre ihnen. Heute liegen geraubte Kunstschätze in westlichen Museen, Pharmakonzerne machen mit indigenem Wissen Geschäfte, und Rechtsakte behindern immer wieder den indigenen Handel. So verboten Deutschland und die Schweiz im Jahr 2000 wenig überlegt alle Produkte mit Kava, weil die pflanzliche Substanz, die auf den pazifischen Inseln angebaut wird, angeblich zu Leberschäden führe. Kurz darauf brach der Kavahandel, von dem viele Inselvölker lebten, zusammen.

Der von Christoph B. Graber, Karolina Kuprecht und Jessica C. Lai von der Universität Luzern herausgegebene Band empfiehlt, rechtliche Lösungen vorerst im nationalen Rahmen zu suchen und dabei Indigene miteinzubeziehen; die Welthandelsorganisation einspannen zu wollen sei nicht realistisch, weil die Verhandlungen blockiert seien und die Interessen der indigenen Völker kaum eingebracht werden könnten. Ein vielversprechender Weg seien freiwillige Zertifikationsstandards für indigene Produkte und Markenbezeichnungen. *uha*

C.B. Graber, K. Kuprecht, J.C. Lai (Hg.): International Trade in Indigenous Cultural Heritage. Edward Elgar, Cheltenham, Northampton 2012. 509 S.

Wikimedia Commons

Teil des Alltags: Drei Frauen bereiten auf einer Samoainsel Kava zu (um 1890).

Wikimedia Commons

Emanzipativ: Die polnische Schriftstellerin Eliza Orzeszkowa (Fotografie um 1904).

Geschlecht und Nation

Corinne Fournier Kiss, Dozentin für französische und vergleichende Literatur an der Universität Bern, untersucht in ihrer Habilitationsschrift, wie sich die Frauenfrage und die nationale Frage im theoretischen und literarischen Werk tschechischer und polnischer Schriftstellerinnen (besonders bei Eliza Orzeszkowa und Karolina Světlá) im 19. Jahrhundert manifestieren. Dabei kommt die Autorin zum Schluss, dass der Diskurs über Frauenemanzipation in Polen und in den tschechischen Ländern nicht unabhängig war vom Diskurs über die nationale Emanzipation. «Die aktivsten Frauen im Bereich der Frauenfrage waren auch die patriotischsten», so die Literaturwissenschaftlerin.

Wenn die Frauen eine Chance haben wollten, ihre Rechte in ihren Gesellschaften zu erkämpfen, die unter dem Joch fremder Mächte standen, hatten sie kein anderes Mittel, als dies im Rahmen der nationalen Semantik zu tun. Corinne Fournier Kiss zeigt, dass die «auffallend ähnliche Art» der Schriftstellerinnen, sich zu Fragen zu Gender und Nation zu äussern, ein Resultat ihrer engen Zusammenarbeit ist. «Sie schrieben einander, übersetzten und besuchten sich gegenseitig», sagt Fournier. Einen grossen Einfluss hatte die französische Schriftstellerin und Frauenrechtlerin George Sand auf das weibliche Schreiben jener Region. Ihr Fazit: «Sie standen viel näher an Sands progressiven Standpunkten, als dies ihre Landsleute vermuteten.» *Anna Wegelin*

Eine gemeinsame Sprache finden

Viele Forschungsprojekte haben zum Ziel, Lösungen für praktische Probleme zu liefern. Doch Zahlen und Diagramme zur Dynamik von Lawinen oder Steinschlägen sind oft schwierig zu interpretieren und in Schutzmassnahmen umzusetzen. Worauf müssen Wissenschaftler achten, wenn sie ihre Forschungsergebnisse Praktikern aus der Berufswelt schmackhaft machen wollen? Und woran kann dieser Austausch scheitern?

Laut Nicole Bischof und Martin Eppler vom Institut für Medien- und Kommunikationsmanagement der Universität St. Gallen besteht das Problem häufig darin, dass sich Forschende zu wenig bewusst machen, welche Anliegen und Beweggründe die Praktiker haben. Nur schon der Ort und die Art des Wissensaustausches können von Bedeutung sein. Bei einem Vortrag in einem Hörsaal voller Wissenschaftler stellt kaum je ein Praktiker eine Frage, in einem Seminarraum schon eher – aber am besten finden solche Fortbildungen am Arbeitsplatz der Praktiker selbst statt. Laut Bischof und Eppler wäre es für viele Forschende wichtig, systematisch darauf vorbereitet zu werden, wie sie ihre Resultate so kommunizieren können, dass sie wahrgenommen werden und in der Praxis Verwendung finden. Eine solche Ausbildung gebe es in vielen Wissenschaftsbereichen nicht. *Simon Koechlin*

Valérie Chételat

Wissenschaft kommunizieren: Einfacher gesagt als – gut – gemacht.

Die Universitäten müssen ins 21. Jahrhundert aufbrechen

Martin Vetterli folgt an der Spitze des Schweizerischen Nationalfonds auf Dieter Imboden. Beide sind sich einig: Der akademische Nachwuchs braucht bessere Karriereaussichten. Von Ori Schipper und Urs Hafner

Herr Imboden, Sie standen in den letzten acht Jahren als höchster Forschender im Visier sparwütiger Politiker, sensationslüsterner Medien und kritischer Kollegen. Sind Sie froh, dass Ihre Amtszeit vorbei ist?

Dieter Imboden (DI): Ja, ich bin froh, aber nicht wegen der von Ihnen angegebenen Gründe, sondern weil der Wechsel Routine verhindert und der Institution Nationalfonds gut tut. Meine Strategie gegenüber Politik, Medien und Kollegen war immer, mit offenen Karten zu spielen und den Stier bei den Hörnern zu packen. Für mich war es eine Art Sport, in der Rolle des Forschungsratspräsidenten Dispute auszutragen und die überzeugendsten Argumente zu suchen.

Herr Vetterli, gibt es einen von Dieter Imboden gefällten Entscheid, für den Sie ihm sehr dankbar sind?

Martin Vetterli (MV): Sie meinen, abgesehen vom Entscheid, den Nationalen Forschungsschwerpunkt Mics zu finanzieren, an dem ich beteiligt war? (Lacht.) Das ist eine schwierige Frage, ich kenne nicht alle Beschlüsse der letzten Jahre. Doch mein Eindruck ist, dass der Nationalfonds sehr gut geführt worden ist.

Sie wollen also an der Praxis des Nationalfonds nichts ändern?

MV: Der Nationalfonds hat in seiner sechzigjährigen Geschichte viel Gutes geleistet. Er ist wahrscheinlich die beste Förderorganisation für Grundlagenforschung in Europa. Mir geht es nicht darum, Dinge zu ändern, nur weil ich jetzt der neue Präsident bin. Trotzdem gibt es natürlich gewisse Gebiete, die Nachwuchsförderung beispielsweise, auf denen sich der Nationalfonds in den nächsten Jahren weiterentwickeln wird. Mit den Förderungsprofessuren hat er interessante Vorleistungen erbracht, doch wir sind noch nicht da, wo wir sein sollten.

Der Nationalfonds forciert die Rekrutierung des akademischen Nachwuchses, doch an den Hochschulen gibt es nicht genügend Stellen.

MV: Das sehe ich nicht so. Ich habe soeben an einigen Vorstellungsgesprächen für

Vorgänger und Nachfolger: Dieter Imboden (rechts), Martin Vetterli (links). Bilder: Manu Friederich

Förderungsprofessuren teilgenommen. Die Bewerberinnen und Bewerber haben mich sehr beeindruckt. Wenn wir ihnen während einiger Jahre die Chance geben, sich als eigenständige Forschende zu bewähren, dann finden sie eine Stelle auf dem akademischen Markt. Einige von ihnen sind so gut, dass sie heute schon Juniorprofessuren in den Vereinigten Staaten kriegen könnten. Ich hoffe, dass die Schweizer Hochschulen aus diesem Reservoir schöpfen, wenn sie ihren Nachwuchs aufbauen. Die Förderungsprofessuren passen gut zum Tenure-Track-System, das aber leider noch nicht an allen Universitäten eingeführt ist. Es wird Zeit, dass sie ins 21. Jahrhundert aufbrechen.

Der Nationalfonds kann den Universitäten nicht vorschreiben, wie sie ihre Professoren rekrutieren sollen.

DI: Das stimmt. Doch der Nationalfonds macht seine Aufgabe dann gut, wenn es ihm gelingt, ein gutes Vorbild zu sein und die Hochschulen mit beharrlicher Überzeugungsarbeit in diesem Transformationsprozess zu unterstützen. Das funktioniert nur im Konsens.

MV: Wenn der Nationalfonds einen Pool ausgezeichneter junger Forschender bereitstellt, schiessen sich die Hochschulen ins eigene Bein, wenn sie nicht von diesem Pool profitieren. Denn dann wandern die guten Leute ab. Die Vereinigten Staaten ziehen sehr erfolgreich junge Talente an, und Europa zahlt den Preis dafür. Europa gibt den jungen Leuten keine verlässlichen Karriereaussichten. Das ist inakzeptabel.

> «Meine Strategie war immer, mit offenen Karten zu spielen und den Stier bei den Hörnern zu packen.»
> Dieter Imboden

Was wünschen Sie sich für den Forschungsplatz Schweiz?

MV: Die Schweiz ist ein kleines Land, sie kann nicht auf Quantität, sondern muss auf Qualität setzen. Damit die Schweiz hochwertige Forschung betreiben kann, muss sie sich auch um den Nährboden kümmern und auf allen Stufen – von der Primarschule bis zu den Universitäten und Fachhochschulen – Exzellenz anstreben. Das schweizerische Schulsystem steht im Vergleich etwa mit dem der Vereinigten Staaten sehr gut da. Dieses hohe Niveau müssen wir halten und verteidigen.

DI: Einverstanden. Die Schweiz muss die Qualitätsnische besetzen, auch in der Berufsbildung. Die Schweiz darf nicht der Versuchung erliegen, die Maturaquoten hochzuschrauben, nur weil diese in den Nachbarländern höher liegen.

Grossforschungsverbünde wie etwa die Nationalen Forschungsschwerpunkte geraten immer wieder in die Kritik, weil sie schwerfällig seien und viel Verwaltungskosten verschlängen. Was sagen Sie zu dieser Kritik?

DI: Der Nationalfonds betreibt für langfristige Investitionen unter dem Strich weniger Aufwand als für die kleinen Projekte. Die Frage ist, ob das Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag auch für die Forschungsgemeinschaft stimmt. Grossforschungsvorhaben sind nicht für alle Gebiete die richtige Methode. Es ist ein Irrtum zu glauben, jedes wissenschaftliche Problem lasse sich lösen, wenn genügend Leute zusammenarbeiten. Die Krebsforschung ist dafür ein gutes Beispiel: Obwohl die Krank-

«Der Nationalfonds ist wahrscheinlich die beste Förderorganisation für Grundlagenforschung in Europa.» Martin Vetterli

heit schon seit Jahrzehnten zuoberst auf der Forschungsagenda steht, ist sie immer noch nicht besiegt. Gerade bei grossen Projekten darf man der Öffentlichkeit nicht zu viel versprechen. Den Bau einer Autobahn oder einer Atombombe kann man planen, die Heilung von Alzheimer jedoch nicht.

MV: Die Atombombe oder auch die Mondlandung waren Ingenieursprojekte, in denen es um die Anwendung von Wissen ging, nicht um den Gewinn neuer Erkenntnisse. Aber die Wissenschaft darf den jungen Leuten nicht das Bild einer Fliessbandforschung vermitteln, wenn sie die originellsten und kreativsten Köpfe anziehen will. Das Kerngeschäft des Nationalfonds sind Einzelforschungsprojekte, und das ist gut so.

DI: Grossforschungsprojekte sind ein heikles Instrument. Denn wenn Sie Gelder für ein bestimmtes Gebiet reservieren, errichten Sie thematische Schranken. Diese behindern die Konkurrenz zwischen den Disziplinen und führen zu Schrebergärten, in denen je der beste Gartenzwerg eines Gebiets gedeiht. Zwar hat auch der Nationalfonds Förderabteilungen, die über getrennte Budgets verfügen, doch die Aufteilung zwischen den zu finanzierenden Forschungsdisziplinen wird jedes Jahr neu festgelegt und nimmt zudem Trends auf.

Eine unter Forschenden weit verbreitete Klage lautet, die Bürokratisierung nehme zu. Was ist dagegen zu tun?

MV: Natürlich macht es niemanden glücklich, wenn der bürokratische Aufwand zunimmt. Doch in der Schweiz jammert man auf hohem Niveau. Im Vergleich mit den Vereinigten Staaten oder den umliegenden Ländern geht es uns hier sehr gut.

DI: Mit der heutigen materiellen Ausstattung eines Lehrstuhls geht zwangsläufig eine gewisse Bürokratisierung einher. Vor fünfzig Jahren hatte mein Vater als Staatsrechtsprofessor kein eigenes Büro an der Universität. Er schrieb seine Bücher daheim. Meine Mutter war seine Sekretärin. Er musste nie ein Formular ausfüllen oder einen Antrag stellen. Der grösste Brocken des bürokratischen Aufwands entsteht überdies nicht wegen der Forschung, sondern wegen der Lehre. Mit der Bologna-Reform wurde die Büchse der Pandora geöffnet.

Welches ist in den nächsten Jahren die grösste Herausforderung für den Nationalfonds?

MV: Die europäische Forschungslandschaft wandelt sich, und die Schweiz ist keine Insel. Damit sie ihre starke Position behält, ist es wichtig, dass sie weiterhin in die Wissenschaft investiert. Das zahlt sich später aus. Diese Erfolgsspirale muss sich weiterdrehen.

DI: Der schwindende Sinn fürs Gemeinwohl macht nicht nur der Politik zu schaffen. Auch der Nationalfonds läuft Gefahr, dass er nicht mehr die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für seinen Forschungsrat gewinnen kann. Es ist wichtig, dass diese es weiterhin als eine Ehre betrachten, sich am Wissenschaftssystem zu beteiligen und es mitgestalten zu dürfen – und nicht nur ihre Forschung betreiben und den Nobelpreis gewinnen wollen.

Martin Vetterli

Seit Anfang 2013 ist Martin Vetterli Präsident des Nationalen Forschungsrats. Der Elektroingenieur wirkte an der Columbia University in New York und der University of California in Berkeley, bevor er 1995 an die ETH Lausanne (EPFL) berufen wurde. Von 2011 bis 2012 war er Dekan der School of Computer and Communication Sciences der EPFL, wo er weiterhin ein Forschungsteam leitet.

Dieter Imboden

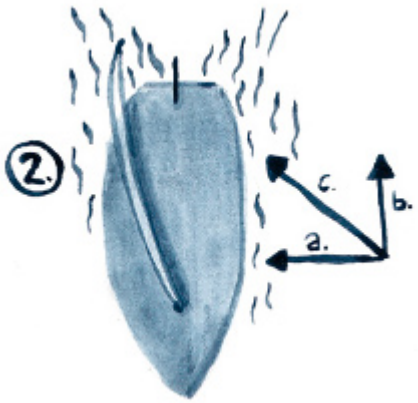
Während seiner achtjährigen Amtszeit, die letztes Jahr zu Ende ging, hat sich Dieter Imboden für eine starke Forschung in der Schweiz und über deren Grenzen hinaus eingesetzt. Der Professor für Umweltphysik an der ETH Zürich war 2011 Gründungspräsident von Science Europe, des neuen Zusammenschlusses der nationalen Förderorganisationen in Europa.

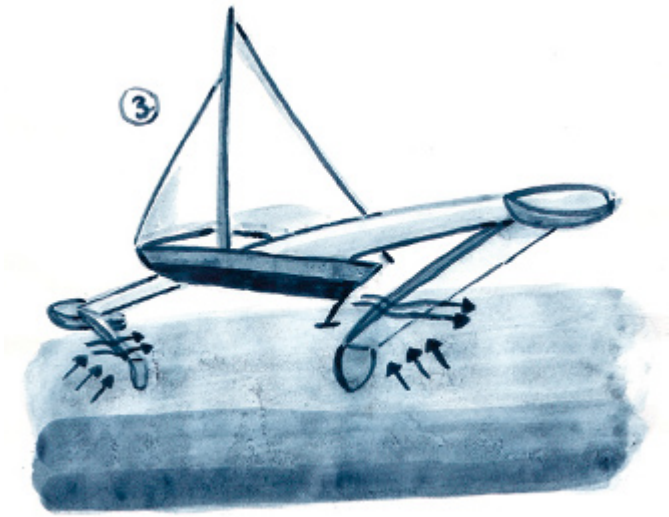
Schneller als der Wind segeln

Von Philippe Morel, Illustrationen Barbara Born, Hochschule der Künste Bern

Nur die einfachsten Segelboote werden vom Wind gestossen. Mit dieser Antriebsmethode lässt sich Aiolos, der Gott der Winde, niemals überholen: Sobald der Fahrtwind, der durch die Bewegung des Boots entsteht, die Geschwindigkeit des primären Windes erreicht, heben sich die beiden Kräfte auf, und das Boot beschleunigt nicht mehr. Wer schneller als der Wind sein will, muss sich paradoxerweise gegen ihn richten und das Segel als Tragfläche einsetzen. Wie ein Flügel teilt das Segel den Luftstrom, der auf der nach aussen gewölbten Seite schneller fliesst als auf der inneren Seite. Dadurch entsteht wie bei einem Flugzeug ein Auftrieb (a), der teilweise in Fahrtrichtung wirkt.

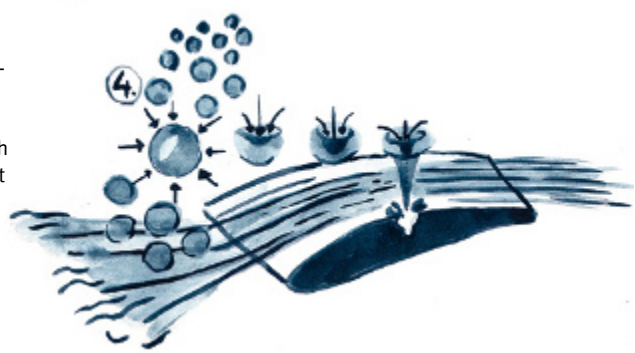
Wenn das Segel so eingesetzt wird, entsteht zwischen der Richtung des primären Windes (a) und der Fahrtrichtung des Bootes ein Winkel – und damit auch zum Fahrtwind (b). Dieser kommt zum primären Wind dazu, woraus der stärkere scheinbare Wind (c) entsteht, der es dem Boot dank der eigenen Geschwindigkeit ermöglicht, schneller zu fahren. Wenn sich das Boot beschleunigt, nimmt jedoch der Reibungswiderstand des Rumpfs mit dem Wasser zu, bis das Segelboot seine Höchstgeschwindigkeit erreicht.





Am besten lässt sich dieser Widerstand verringern, wenn das Boot aus dem Wasser gehoben wird. Dies geschieht mit Tragflügeln, einer Art Unterwassertragflächen: Sie heben beim Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit den Rumpf aus dem Wasser. Dadurch kann das Boot weiter beschleunigen, bis ein neues Gleichgewicht zwischen Widerstand und Antrieb erreicht wird.

Solche Boote können eine dreimal höhere Geschwindigkeit erreichen als der Wind und knapp 100 km/h schnell segeln. Am 24. November 2012 stellte die «Vestas Sailrocket 2» einen neuen Weltrekord für Segelboote auf – mit einer Geschwindigkeit von 121 km/h. Das Schiff stützte sich dabei auf ein anderes Funktionsprinzip, bei dem es durch den Tragflügel im Wasser verankert wird. Die Tragflügeltechnologie hat jedoch ihre Grenzen: Ab einer gewissen Geschwindigkeit ist der Unterdruck auf der Oberseite des Flügels so gross, dass das Wasser dort kleine Dampfbläschen bildet, die schlagartig implodieren. Dieses Phänomen heisst Kavitation. Es verursacht Schwingungen und einen Auftriebsverlust und führt zur Erosion der Oberflächen.



Mehrdimensionale Irritation

Wenn der Ich-Erzähler ein Quadrat ist, kann das Buch nicht von dieser Welt sein. Würden wir im «Flächenland» leben – so heisst die Welt des Quadrats wie das Buch –, schmiegten wir uns an den Erzähler, um seine Winkel zu spüren. Als Adlige genügte uns der stets vorhandene leichte Nebel, um den Winkel zu sehen. Wir würden die ausgewogene Symmetrie geniessen und wüssten anhand des rechten Winkels, dass wir es mit einem Gelehrten zu tun haben, nicht aber mit einem Adligen, einem Polygon oder gar einem Priester, die alle kreisförmig sind.

«Flächenland» ist eine Welt mit nur zwei Dimensionen – und eine bissige Satire auf die strikte Gesellschaftsordnung viktorianischer Prägung, die an heutige Klassenordnungen erinnert. Das vom englischen Lehrer Edwin Abbott Abbott 1884 geschriebene Buch ist aber auch ein berauschendes Spiel mit den Dimensionen. Nicht umsonst wurde es erst Anfang des 20. Jahrhunderts zum Kultbuch, als Physiker in Denkräume fernab jeglicher Alltagserfahrung vorstiessen.

Der Ich-Erzähler gerät in Träumen zuerst ins Linienland und schliesslich ins Punktland. Der punktförmige König berauscht sich an Lobreden über sich selbst – etwas anderes kennt er nicht. Das Quadrat versucht ihn vergeblich von den weiteren Dimensionen zu überzeugen. Der König hält die Worte für seine eigenen Gedanken.

Zurück in Flächenland erhält der Ich-Erzähler Besuch von einer Kugel und entdeckt bei einem Flug über seine Welt die dritte Dimension. Dies erlaubt ihm, spukhaft in Flächenland zu erscheinen und wieder zu verschwinden. Begeistert beginnt er von 4. und 5. Dimensionen zu sprechen, worauf ihn die Kugel angewidert in Flächenland zurückversetzt. Auch in seiner Heimat zeigen sich die Einwohner und insbesondere die Höhergestellten wenig begeistert von Dimensionen ausserhalb ihrer Welt. Als Aufrührer wird er eingekerkert.

«Flächenland» verwebt elegant mathematische Fiktion und Gesellschaftssatire. Wer wie ich manchmal an Konferenzen Chemikern zuhört, die Kristalle als 3-D-Projektionen aus einer sechsdimensionalen Welt beschreiben, weiss sich von «Flächenland» gut vorbereitet. *mf*

Edwin A. Abbott: Flatland: A Romance of Many Dimensions. Cambridge University Press, 2010.

21. und 22. März 2013

Demokratie und Europäische Union

Nationale Verfassungen und EU stossen gegenseitig an ihre Grenzen.
Kultur & Kongresshaus Aarau
▸ www.demokratietage-zda.ch/de/5_adt_2013

27. März 2013

Grüne Gentechnik

Diskussion von gentechnisch veränderten Pflanzen.
Hotel Ador, Bern
▸ www.akademien-schweiz.ch/agenda

4. bis 6. April 2013

Wasserressourcen im globalen Wandel

Der globale Wandel verändert unser Verhältnis zum Wasser.
Universität Bern
▸ www.kas.unibe.ch/tdh13

8. April 2013

Wem gehört der öffentliche Raum?

Wissenschaftscafé zur Privatisierung des öffentlichen Raums.
Thalia Bücher im Loeb, Bern
▸ www.akademien-schweiz.ch/agenda

6. Mai 2013

Gehen der Schweiz die Ingenieure und Ingenieurinnen aus?

Wissenschaftscafé zum Nachwuchsmangel in den Naturwissenschaften.
Thalia Bücher im Loeb, Bern
▸ www.akademien-schweiz.ch/agenda

Leserbriefe

Darwin am Ende?
(Leserbrief zu «Der Zufall weicht der Notwendigkeit», Horizonte Nr. 95, Dezember 2012)

Genetisch identische Zellen verhalten sich nicht immer gleich. Der Zufall scheint mehr Einfluss zu haben auf Mutation und Selektion, als bislang angenommen wurde. Und die Wissenschaft ist auf dem Weg, dies anzuerkennen. Das bringt sie aber nicht weiter. Es geht nicht darum zu verstehen, wie etwas funktioniert und was passiert. Die einzige Frage, die uns weiterbringt, ist die Frage nach dem Warum. Seit Jahrhunderten versucht die Forschung, alle Probleme auf der materiellen Ebene zu lösen. Aber diese ist immer nur die Wirkungsebene und niemals die Ursachenebene. Zum Glück finden immer mehr Wissenschaftler den Mut, den eingeschlagenen (darwinistischen) Weg als Sackgasse zu erkennen und die seelischen oder feinstofflichen Parameter in ihre Arbeit einzubeziehen.
Daniel Hasler, Praxis für klassische Homöopathie, Thusis

Professorale Königreiche sind die Regel
(Leserbrief zu «Tausend neue Assistenzprofessuren», Horizonte Nr. 95, Dezember 2012)

Antonio Loprieno erwidert auf die «Vision 2020», die Initianten vermittelten ein antiquiertes Bild der Universitäten. Anders als von Loprieno dargestellt sind jedoch die professoralen Königreiche zumindest in den biomedizinischen Wissenschaften immer noch die Regel. An einem meiner Arbeitsplätze leitete ich eine eigene Gruppe, aber der Chef des Departements war Letztautor auf allen meinen Papers, inklusive der Arbeiten, bei denen der von mir betreute Doktorand Erstautor war. Welche Motivation gibt es da noch für uns Nachwuchswissenschaftler?
Professoren könnten ihre Postdocs unterstützen, indem sie die Letztautorschaften denjenigen überlassen, die sie verdienen. Ein Argument der Chefs ist, dass sie diese Autorschaften brauchen, um Drittmittel für ihre ganze Abteilung einzuwerben. Der Schweizerische Nationalfonds könnte hier helfen, indem er bei festangestellten Antragstellern nicht so grossen Wert auf Letztautorschaften legt, insbesondere wenn aufgrund der Autorenliste klar ist, dass die Papers aus den Gruppen der Antragsteller stammen.
Wissenschaftliche Erkenntnisse beruhen zum grossen Teil auf der Arbeit erfahrener Postdocs. Dass diese sich bei uns vor allem damit beschäftigen müssen, nach Ablauf ihrer befristeten Stellen einen Job ausserhalb der Universitäten zu ergattern, ist schädlich für die ganze Wissenschaft.
Nadesan Gajendran, Departement Biomedizin, Universität Basel

Verlangen nach Wissen und Erkenntnis

Im Beisein von Bundesrat Johann Schneider-Ammann hat der Schweizerische Nationalfonds Mitte Januar Jacques Fellay den Nationalen Latsis-Preis 2012 verliehen. Der an der ETH Lausanne forschende Arzt wurde im Berner Rathaus für seine

Valérie Chételat

Arbeiten über die im menschlichen Erbgut enthaltenen Abwehrkräfte gegen virale Krankheiten wie etwa Aids geehrt. In seiner Ansprache zerstreute Schneider-Ammann, seit Anfang Jahr Vorsteher des neuen Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung, mögliche Bedenken, dass mit der Integration der Wissenschaft in sein Departement die Forschung strikt wirtschaftlichen Überlegungen untergeordnet werden könnte. Es wäre ein Fehler, das, was den Menschen ausmache, nämlich sein Verlangen nach Wissen und Erkenntnis, dem Diktat der Wirtschaft unterzuordnen, so Schneider-Ammann.

15 neue Projekte in der Systembiologie

SystemsX.ch, die schweizerische Initiative für Systembiologie, geht 2013 in die zweite Hälfte ihrer Laufzeit. Nun stehen quantitative Modellierungen von biologischen Prozessen und medizinische Fragestellungen im Vordergrund. Zum Auftakt sind von den Expertengruppen von SystemsX.ch und des SNF 15 interdisziplinäre Forschungsprojekte bewilligt worden, die bis 2016 über ein Gesamtbudget von 60 Millionen Franken verfügen. In der Aufbauphase von 2008 bis 2012 stellte der Bund 120 Millionen Franken für die Förderung der systembiologischen Forschung zur Verfügung, für 2013 bis 2016 bewilligte er weitere 100 Millionen. Die Systembiologie versucht, die dynamischen Netzwerke der biologischen Prozesse in Zellen, Geweben und Organismen in ihrer Gesamtheit zu verstehen. Das daraus gewonnene Verständnis ermöglicht unter anderem neue Ansätze in der Medizin.

Neuer Akademien-Präsident

Thierry Courvoisier ist der neue Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz. «Die Wissenschaft muss eine grössere Rolle in den politischen Entscheidungsfindungen spielen», sagt der Professor der Astrophysik von der Universität Genf. Seit 1995 leitet Thierry Courvoisier das Integral Science Data Centre, das die Daten des Gammastrahlensatelliten Integral der europäischen Weltraumorganisation empfängt, archiviert und analysiert. Sein Forschungsschwerpunkt sind die so genannten aktiven galaktischen Kerne, Gebilde etwa von der Grösse unseres Sonnensystems mit einem extrem massereichen schwarzen Loch im Zentrum. Aktive galaktische Kerne sind die stärksten Quellen von Licht und anderer elektromagnetischer Strahlung im Universum. Thierry Courvoisier übernimmt das Amt von Heinz Gutscher, Professor für Sozialpsychologie an der Universität Zürich, der die Akademien 2011 und 2012 präsidierte.

Energiewende nicht auf Kosten der Klimaziele

Die Akademien der Wissenschaften unterstützen die Energiewende. In der Vernehmlassungsantwort zur Energiestrategie 2050 des Bundes betonen die Akademien jedoch, dass die Wende nicht auf Kosten der Klimaziele erfolgen darf. Neben den Ausbauzielen für Strom aus erneuerbaren Quellen müssten auch Ziele für

Valérie Chételat

Heizung, Kühlung und Verkehr formuliert werden, weil in diesen Bereichen meist fossile Energieträger benutzt würden. Für die Zukunft geplante Massnahmen wie die Schaffung von Stromspeichern und einer ökologischen Steuerreform müssten schon heute in Angriff genommen werden. Da die Energiewende nur durch eine gemeinsame Anstrengung von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft realisierbar sei, müsse die allgemeine Akzeptanz der Massnahmen gestärkt werden.

Horizonte
Das Schweizer Forschungsmagazin
Erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch.
25. Jahrgang, Nr. 96, März 2013

Herausgeber
Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF)
Abteilung Kommunikation
Wildhainweg 3
Postfach 8232
CH-3001 Bern
Tel. 031 308 22 22
abo@snf.ch

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Generalsekretariat
Hirschengraben 11
CH-3001 Bern
Tel. 031 313 14 40
info@akademien-schweiz.ch

Redaktion
Urs Hafner (uha), Leitung
Valentin Amrhein (va)
Marcel Falk (mf)
Philippe Morel (pm)
Ori Schipper (ori)
Marie-Jeanne Krill (mjk)

Gestaltung und Bildredaktion
2. stock süd netthoevel & gaberthüel, Valérie Chételat
Umschlagbild: Valérie Chételat
Illustration Editorial: Eliane Häfliger, HKB

Übersetzung
Weber Übersetzungen

Korrektorat
Anita Pfenninger

Druck und Litho
Stämpfli AG, Bern und Zürich
klimaneutral gedruckt, myclimate.org
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt
Typografie: FF Meta, Greta Text Std

Auflage
34'800 deutsch, 15'500 französisch

© alle Rechte vorbehalten. Nachdruck der Texte mit Genehmigung des Herausgebers erwünscht.

ISSN 1663 2710

Das «Horizonte»-Abonnement ist kostenlos. Die Papierversion wird nur in der Schweiz verschickt. Die präsentierten Forschungsprojekte werden in aller Regel vom SNF unterstützt.
www.snf.ch/horizonte

Der SNF
Der SNF ist die wichtigste Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Er fördert im Auftrag des Bundes die Grundlagenforschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen und unterstützt jährlich mit 700 Millionen Franken fast 3500 Projekte, an denen rund 8000 Forschende beteiligt sind.

Die Akademien
Die Akademien der Wissenschaften Schweiz setzen sich im Auftrag des Bundes für einen gleichberechtigten Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ein. Sie vertreten die Wissenschaften institutionen- und fachübergreifend. In der wissenschaftlichen Gemeinschaft verankert, haben sie Zugang zur Expertise von rund 100'000 Forschenden.

«Die Geisteswissenschaften müssen sich nicht völlig neu erfinden, sie haben eine stolze Tradition.»

Virginia Richter Seite 23

«Die Tätigkeit einer Richterin ist nicht nur belastend, sondern oft auch einsam.»

Helen Keller Seite 25

«In der Schweiz jammert man auf hohem Niveau.»

Martin Vetterli Seite 48