

„Hast du
keine Angst
zu gehen?“

„Nein, nein,
jetzt nicht
mehr.“

Unschärfen am Ende des Lebens 10

Populismus im Internet 32	Sichere Medikamente ohne Experiment ... 38	Treibhausgase versenken 44
--	---	---

Selbstbestimmt, aber nicht ganz allein

Trauer oder Erleichterung, Lähmung oder Neubeginn: Bei den Hinterbliebenen löst der Tod eines Menschen unterschiedlichste Gefühle aus. Die Gesellschaft schwankt zwischen einer Tabuisierung, die leblose Körper umgehend aus dem häuslichen Umfeld verschwinden lässt, und immer vielfältigeren Wünschen zur Gestaltung des Lebensendes. Dieses neue Spielfeld des modernen Individualismus setzt uns auch im letzten Lebensabschnitt unter Druck: Wir haben nun den Anspruch, das Sterben erfolgreich zu bewältigen, so wie wir unsere Karriere, unsere Work-Life-Balance oder eine Geburt erfolgreich bewältigen – im Wissen, dass Scheitern möglich ist, «bis zum Schluss», wie Daniel Di Falco schreibt (S. 12).

Der Tod ist absolut, unausweichlich, endgültig. Doch wenn wir ihm ins Gesicht schauen, verschwimmen seine vermeintlich klaren Züge. Biologisch gesehen ist das Sterben schwierig festzumachen, denn es handelt sich um einen langen Prozess (S. 15). Diese zeitliche Dimension hat Folgen, insbesondere bei Entscheidungen über Transplantationen.

Die Wissenschaft bietet keine eindeutigen Antworten. Vielmehr wirft jede neue Forschung weitere Fragen auf: medizinische, gesellschaftliche, rechtliche, philosophische. Antworten finden muss jede Gesellschaft selber. Der Tod ist universell, unser Umgang damit aber lokal geprägt, verankert in unserer Kultur, Religion, unserer Haltung gegenüber Individuum und Kollektiv.

Die reichen Länder werden sich mit der Frage auseinandersetzen müssen, wie sie mit dem letzten Lebensabschnitt umgehen. Die Medizin schwankt zwischen ihrer Pflicht, zu heilen, und dem Willen, die Patienten selber bestimmen zu lassen, wann sie die Maschinen abstellen oder auf eine Behandlung verzichten wollen; wann sie das Unausweichliche akzeptieren (S. 21). Diese zutiefst persönliche Entscheidung kann uns überfordern. Die Gesellschaft ist es sich schuldig, uns in dieser Prüfung zu begleiten. Der Entscheid soll selbstbestimmt erfolgen, wenn möglich aber nicht ganz allein.

Daniel Saraga, Chefredaktor

Pascale Hofmeier, Redaktion

horizonte





Valérie Chételat

2. stock süd



Schwerpunkt Lebensende

Wissen und Politik

10

Den Tod erforschen

Nähert sich ein Leben dem Ende, bleiben viele Fragen offen. Wie die Wissenschaft Zugang zur Endlichkeit sucht.

12 **Das unerwartete Comeback des Todes**

Lange Zeit aus unserem Alltag verbannt, wird das Sterben nicht nur wieder sichtbar in der Gesellschaft, sondern zum Projekt.

15 **Bis zur letzten Zelle**

Mediziner und Biologen sind sich nicht ganz einig bei der Frage, wann ein Mensch tot ist.

18 **Särge, Pilze, Dichter und das ewige Leben**

Für die Forschung ist der Tod eine vielfältige Inspirationsquelle. Eine Auswahl.

21 **Bleiben oder gehen?**

In der hochentwickelten Medizin ist sterben oft eine Folge von Entscheidungen. Doch wer fällt diese eigentlich?

◀ Umschlag: Die Zitate sind die Erinnerung einer 65-jährigen ALS-Patientin an das Sterben ihrer dementen Mutter. Sie sind aus einem Interview im Rahmen des Projekts, das auf Seite 11 beschrieben ist.

◀ Umschlag innen: Was bleibt? Das Zimmer ist leer. Der Körper zerfällt. Was bleibt, sind die Erinnerungen.

Bild: Valérie Chételat

24 **Drohnen unter Aufsicht**

Benoît Curdy erklärt, wie die Luftraumkontrolle für Drohnen standardisiert wird.

25 **Forschen im Exil**

Die Integration akademischer Flüchtlinge in Europa geht nur harzig voran.

29 **«Ich habe eine relativ dicke Haut»**

Öffentlichkeitsarbeit gehört zur Arbeit als Wissenschaftler, findet Migrationsforscher Dominik Hangartner

32

Manu Friederich



Kultur und Gesellschaft

32 **Direkter Draht zum «Volk»**

Soziale Medien sind für Populisten ein Traum. Für die Demokratie ist das möglicherweise ein Albtraum.

34 **Mit den Händen gesagt**

Die Gebärdensprachforschung profitiert vom Fortschritt im Multimedia-Bereich.

35 **Alkoholprävention mit dem Smartphone Nebenwirkung der Zweitwohnungsinitiative Geschichte schreiben mit der Gänsefeder**

36 **Heikle Fragen sind ihr Business**

Im Denklabor reflektiert Bioethikerin Effy Vayena Fragen zu Datenschutz, Fairness und Wahlfreiheit.

Im Bild

6
Federn der Stille

kontrovers

8
Brauchen wir ein neues Erdzeitalter?

38

khlungcenter/Shutterstock



Biologie und Medizin

38 **Vergessene Randgruppen**

So werden Medikamente ohne Experimente sicher für Schwangere und Kinder.

40 **Mücken jagen ohne Pestizide**

Im Kampf gegen Dengue, Zika und Malaria suchen Forscher neue Ansätze.

42 **Wer nicht kooperiert, wird bestraft**

Die Mathematik erklärt, warum Strafen für Abweichler sinnvoll sind.

43 **Eisenbiskuits für Kinder Gefährlicher Medikamentenmix Tempomat für den Körper**

Vor Ort

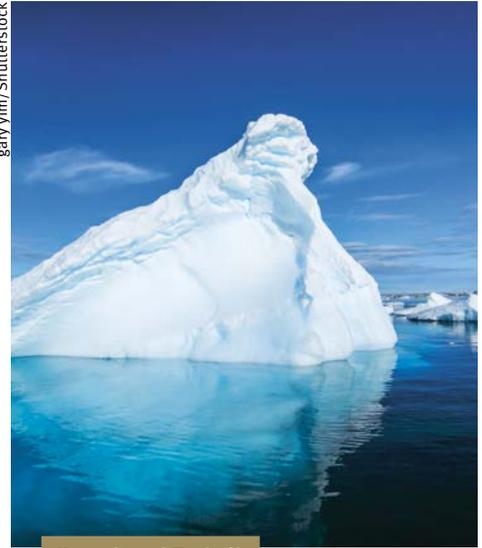
30
Lebensabend im Süden

Wie funktioniert's?

49
Elektroimpulse fördern die Kontrolle

44

gary yim/Shutterstock



Umwelt und Technik

44 **Natürliche Treibhausgasspeicher**

Böden, Wälder und die Meere entziehen der Atmosphäre Treibhausgase. Ob das auch künftig der Fall sein wird, ist unklar.

46 **Mit Billigsatelliten ins All**

Schweizer Forschende entwickeln preiswerte Nano-Satelliten.

47 **Wie Selen auf der Welt verteilt ist**

Das Spurenelement Selen hat jetzt seine eigene Weltkarte.

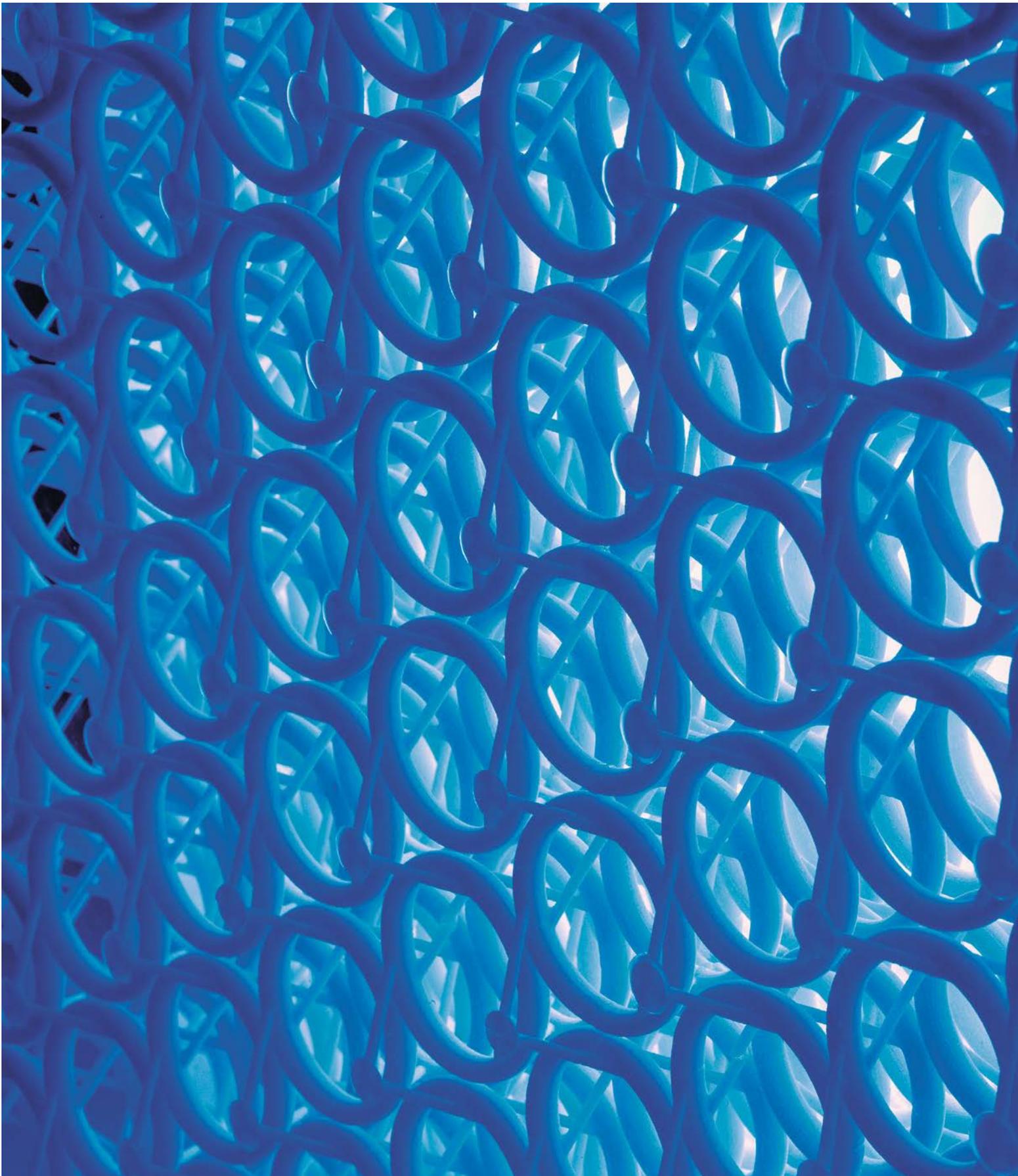
48 **Algorithmen lernen Maya-Schriftzeichen Das Schicksal der Galaxien Krieg in Syrien wirkt sich aufs Wasser aus**

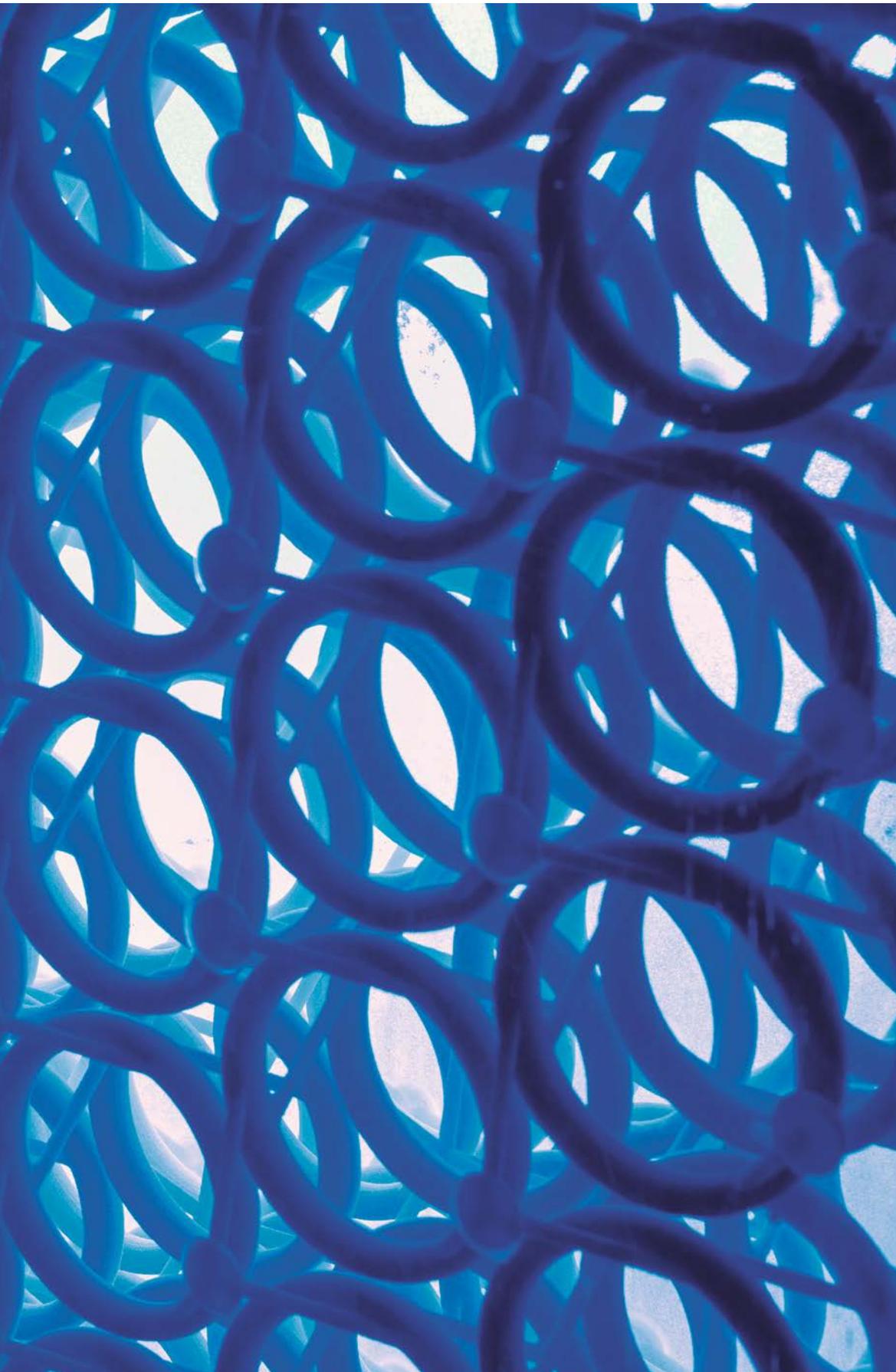
Aus erster Hand

50
Die DNA der Innovation

SNF und Akademien direkt

51
Daniel Scheidegger ist SAMW-Präsident





Federn der Stille

Das futuristische Gebilde aus federartigen Strukturen dient einem Ziel: Lärm zu dämpfen. «Mit einer Grösse von 50 mal 50 Zentimetern könnte es eines Tages in Gebäuden, Fahrzeugen oder Flugzeugen Verwendung finden», erklärt der Erfinder, Andrea Bergamini von der Empa in Dübendorf. Bei diesem Gebilde handelt sich um ein bemerkenswertes Beispiel von phononischen Kristallen: periodische Strukturen, die gezielt so zusammengestellt sind, dass sie Schallwellen absorbieren oder ablenken. «Das ist ein ziemlich neues Forschungsgebiet», sagt Bergamini. Der Name verweist auf Phonone – Schwingungen, die sich in Festkörpern ausbreiten und Analogien zu ihren bekannteren Verwandten aufweisen, den photonischen Kristallen, die Licht blockieren oder umleiten.

Hergestellt wurde die Struktur mit einer 3D-Drucktechnik, dem sogenannten Selektiven Lasersintern (SLS), bei dem Polymerpulver schichtenweise abgelagert und zur Festigung von einem Laser geschmolzen wird. «Wir haben federähnliche Formen gebildet, um die Reaktionsweise der Gesamtstruktur auf eingehende Klangwellen zu verändern. Die vier Zentimeter breiten Ringe bewegen nicht nur nach links, rechts, vorwärts und rückwärts wie kleinste Bälle aus Materie, sondern können sich auch um ihre Symmetrieachse drehen.» Diese zusätzliche Bewegung ermöglichte es dem Forscher, vor der Herstellung mehr Konfigurationen zu erkunden. «Unser Ziel war es, ein Material zu schaffen, das relativ klein und steif ist, damit es belastet werden kann, aber gleichzeitig leicht für Anwendungen im Automobil- oder Luftfahrtbereich. Diese schwierige Kombination ist uns gelungen.» Die Vorrichtung dämpft 99 Prozent der Wellen mit 800 Hertz, was der typischen Frequenz von Vokalen der menschlichen Sprache entspricht.

Das Empa-Team wird seine Struktur in ein Sandwich aus Polymeren einfügen, um es als Raumwand zu testen. Weil die Struktur vorwiegend leer ist, lässt sie das meiste Licht durch. Zwar ist sie mit zehn Zentimetern zu dick für ein Fenster. Sie könnte sich jedoch als Schallsolation eignen, die Räume abtrennt, ohne das Tageslicht abzuhalten. *dsa*

Bild: EMPA/Fotograf Beat Geyer

Ist es sinnvoll, das Anthropozän auszurufen?

Die Spezies Mensch hat einen grossen Einfluss auf den Planeten. Die International Union of Geological Sciences hat deshalb die Einführung der neuen Epoche Anthropozän empfohlen. War das eine gute Idee?

Manu Friederich (Fotomontage)



Ja sagt Flavio Anselmetti von der Universität Bern.

Mit dem Ende der letzten Eiszeit vor 11 700 Jahren beginnt die Epoche des Holozäns. Die Weltbevölkerung wuchs in der Folge stark an und hat in den letzten Jahrzehnten damit begonnen, das System Erde in kurzer geologischer Zeit so einschneidend zu verändern, dass die Grenzen der Lebensgrundlage der Spezies Mensch wohl bald erreicht werden.

Es ergibt deshalb Sinn, mit dem Anthropozän eine neue Epoche auszurufen: Wie viele andere geochronologische Einheiten wird diese Epoche durch ein Massenaussterben eingeleitet, das durch menschliches Zutun bereits begonnen hat. Durch nukleare Experimente wurden Radionuklide freigesetzt, die es in den vorangehenden 4,6 Milliarden Jahren Erdgeschichte nicht gegeben hat. Die Nutzung der Millionen Jahre alten fossilen Brennstoffe führt zu einer Menge an Treibhausgasen, die zwar in der Erdgeschichte nichts Einmaliges ist. Aber sowohl die Geschwindigkeit der Veränderung als auch die Tatsache, dass eine einzige Spezies deren Auslöser ist, bleibt bisher unerreicht. In gewissen Gegenden hat durch die Landwirtschaft bedingte Bodenerosion zur Ab-

lagerung von dicken Tonschichten geführt, die sich eindeutig vom «natürlichen» Sediment unterscheiden. Der «Maya-Ton» im zentralamerikanischen Regenwald reflektiert diesen Einfluss einer Hochkultur eindrücklich.

«Der Mensch wird künftigen Arten als Leitfossil dienen.»

Flavio Anselmetti

Damit alle Wissenschaftler die gleiche Sprache sprechen, muss die internationale stratigrafische Kommission auch diese Epoche genau definieren. Dass es unter den jüngeren geologischen Ablagerungen verschiedene mögliche Anfänge des Anthropozäns gibt, ist wegen der verschiedenen Sediment bildenden Prozesse nicht erstaunlich. Welche charakteristische, durch den Mensch geprägte Schicht und welcher zeitliche Beginn die Kommission schliesslich wählt, ist deshalb sekundär.

Die stratigrafische Markierung des Anfangs des Anthropozäns ist nicht nur sym-

bolisch bedeutsam. Denn die Epoche wird für neue Zustände des Systems Erde stehen, die auch die signifikanten Trends in den Zeitreihen zahlreicher Messgrössen erklären. Die markanten Verschiebungen in den geologischen Ablagerungen zeigen deutlich, dass es sich dabei nicht um ein kurzzeitiges Phänomen handelt. Das Anthropozän wird sich in Bezug auf die Dauer nicht hinter dem Holozän verstecken müssen. Der Mensch wird im Anthropozän eine Schlüsselrolle gespielt haben, und er wird künftigen Arten als Leitfossil der stratigrafischen Einordnung dienen.

Flavio Anselmetti ist Professor für Quartärgeologie und Paläoklimatologie an der Universität Bern. Zuvor war er Leiter der Sedimentologie am Wasserforschungsinstitut Eawag in Dübendorf.



Nein

sagt Jed O. Kaplan
von der Universität
Lausanne.

Das Anthropozän ist ein sinnvolles politisches Konzept. Trotzdem braucht es weder eine formelle Definition noch einen stratigrafischen Referenzpunkt («Golden Spike»). Mit dem allgemeinsprachlichen Begriff «Anthropozän» anerkennen wir den menschliche Einfluss auf die Prozesse im System Erde, der ebenso stark ist wie Veränderungen der Erdumlaufbahn oder die Plattentektonik. Wichtig ist, dass wir uns der globalen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten bewusst sind, die in der geologischen Zeitskala tatsächlich zu irreversiblen Veränderungen in Ökosystemen, Landschaften und beim Klima führen können. Hingegen wäre das «Anthropozän» als offiziell anerkanntes Erdzeitalter ohne den nötigen zeitlichen Abstand nicht nur schwierig zu definieren, sondern vollkommen unnötig.

Die geologische Zeitskala ist eine Errungenschaft des 19. Jahrhunderts. Inzwischen wurde sie in Wissenschaft und Bildung aber weitgehend durch die absolute radiometrische Datierung ersetzt. Ohne Methoden zur absoluten Datierung erdgeschichtlicher Ereignisse mussten frühe Geologen davon ausgehen, dass Gesteins-

schichten mit ähnlichen Fossilien etwa zur gleichen Zeit abgelagert worden waren. Die erste geologische Zeitskala mit den noch heute verwendeten Epochen war 1850 bereits entwickelt. Markiert werden geologische Erdzeitalter an einem Referenzort mit einem «Golden Spike», also sprichwörtlich mit einem Nagel oder einer anderen physischen Kennzeichnung bei den entsprechenden Gesteinsschichten. Die aktuelle Debatte über die Definition eines offiziellen Anthropozäns dreht sich daher zu einem guten Teil darum, wo der «Golden Spike» für den Auftakt unserer Epoche zu platzieren wäre.

«Die geologische Zeitskala wurde weitgehend durch absolute radiometrische Datierung ersetzt.»

Jed O. Kaplan

Es bleibt: Die moderne Fach- und selbst die Populärliteratur bezieht sich in der Regel nicht auf stratigrafische Epochen, wenn

Ereignisse beschrieben werden - ausser vielleicht in einem einleitenden Satz. Abgesehen von Geologiestudenten kennt kaum jemand Reihenfolge und Dauer der verschiedenen geologischen Epochen auswendig. Trotzdem ist für alle offensichtlich, dass das Aussterben der Dinosaurier vor rund 65 Millionen Jahren, lange vor der Entwicklung des modernen Menschen etwa 200 000 Jahre vor unserer Zeit, stattfand.

Abgesehen von der schwierigen Perspektive: Wie können wir eine Epoche definieren, in der wir gerade leben und für die ein klarer Endpunkt fehlt? Das Konzept der Epoche Anthropozän ist in der modernen Wissenschaft völlig überflüssig. Auch ohne Anthropozän können wir den schrittweisen Einfluss der Menschen auf das System Erde von unseren Anfängen bis zur Gegenwart genau bestimmen.

Jed O. Kaplan ist Professor am Institut des dynamiques de la surface terrestre der Universität Lausanne. Er erforscht Umweltgeschichte und Interaktionen zwischen Menschen, Landnutzung und Klima.

Ich möchte gerne,
dass ich einschlafe
und hinüberschlüpfе.
Es ist ja keine Wand
dazwischen, oder?!

Patient, 84 Jahre, Karzinom der Gallenblase, zwei Tage vor seinem Tod

Der letzte Abschied

Er ist unausweichlich und so individuell wie das Leben: der Tod. Die Endlichkeit beschäftigt auch die Wissenschaften. Während Biologie und Medizin über den Zeitpunkt des Todes verhandeln, beschäftigen sich Juristen und Soziologen mit der Frage der Selbstbestimmung.

Die Zitate in diesem Schwerpunkt geben Einblick in die Wünsche und Ängste von Patientinnen und Patienten mit fortgeschrittenen unheilbaren Krankheiten gegenüber dem Tod. Die Aussagen sind aus Interviews, die die Palliativmedizinerin Heike Gudat und ihr Team im Rahmen des Projekts «Sterbenswünsche bei Menschen in

schwerer Krankheit» geführt hat. Befragt wurden 62 Patientinnen und Patienten, ihre Angehörigen sowie das medizinische Personal. Die qualitative Studie ist Teil des Nationalen Forschungsprogramms «Lebensende». Ihr Fazit: Man sollte vorsichtig damit sein, von Menschen zu erwarten, sie sollten ihr Sterben akzeptieren.

Wie aus dem Sterben ein Projekt wurde

Früher war der Tod ein Tabu der Moderne. Heute ist er ein öffentlicher Dauergast und eine Pendenz in der Planung des privaten Lebens. *Von Daniel Di Falco*

Sterben müssen alle. Ob es auch alle können, scheint neuerdings fraglich. «Sterben und sterben lernen», «Die Fähigkeit zu sterben» – so und ähnlich heissen die Bücher, die derzeit problemlos einen halben Laden füllen. Es gibt «Sterben für Anfänger», das «Übungsbuch zur Akzeptanz des Unvermeidlichen» und den «Reisebegleiter für den letzten Weg».

Es geht in solchen Ratgebern um die Patientenverfügung oder die Wohnungsauflösung, um die man sich, so der Rat, «besser früher als später» kümmert – mit «Checklisten für das Abschiednehmen». Aber es geht auch um das Sterben selber. Also darum, «was wir für ein gutes Sterben tun können» oder «wie wir die Angst vor dem Sterben überwinden». Weil Ängste «Blockaden» sind, «die ein Loslassen verhindern». Und weil auch sonst alles im Leben so «gut organisiert, durchdacht und doppelt versichert» ist: «Doch sind wir auch so minuziös auf unsere Vergänglichkeit vorbereitet?»

Es ist offensichtlich: Der Tod steht auf der Agenda. Nicht nur das Leben, auch das Sterben ist ein Gegenstand der Lebensgestaltung geworden. Eine «fundamentale Transformation» im gesellschaftlichen Umgang mit dem Tod, diagnostiziert der Augsburger Soziologe Werner Schneider: Im Übergang vom 20. zum 21. Jahrhundert habe eine «zunehmende Diskursivierung des Lebensendes» angefangen, also eine wachsende öffentliche Auseinandersetzung mit dem Sterben.

Unerwartetes Comeback

Zu erwarten war das nicht. Als eines der Kennzeichen der abendländischen Moderne galt bis vor kurzem die Verdrängung des Tods. Im Lauf des 20. Jahrhunderts sei er «ausgebürgert» worden, schreibt der französische Historiker Philippe Ariès in seiner «Geschichte des Todes»: Das Sterben wurde zunehmend aus den Wohnungen in

die Spitäler verlegt und den Ärzten überlassen. Und es verlor dabei nicht nur seinen kirchlichen Rahmen, sondern auch seinen öffentlichen Wert und wurde zum unsichtbaren, ja «heimlichen» Ereignis.

Der Walliser Ethnologe und Soziologe Bernard Crettaz, der sich ein halbes Forscherleben mit dem Tod beschäftigt hat, spricht heute im Rückblick von der «Marginalisierung» des Sterbens. Und er macht sie vor allem in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg fest: in der Ära der Konsumgesellschaft und der Wirtschaftswunderjahre. Vor allem der tote Körper sei damals von der Bildfläche verschwunden, schreibt Crettaz: «Er wurde beseitigt, jeweils so rasch wie möglich.»

Nach der Ausbürgerung des Todes kehrt er zurück in den Alltag.

Allerdings hatte Philippe Ariès schon im späten 20. Jahrhundert Anzeichen dafür bemerkt, dass sich an unserem Verhältnis zum Sterben womöglich etwas änderte; bei den Psychologen beispielsweise, die die Unterdrückung des Trauerns in der Öffentlichkeit kritisierten. Mittlerweile ist es zur Gewissheit geworden: «Die Veränderungen sind dramatisch», schreibt der Berliner Soziologe Hubert Knoblauch. Er stellt eine «zunehmende Popularität des Todes» fest. Den Anfang dieser Entwicklung sieht Knoblauch bei jenen sozialen Bewegungen, die seit dem Ende der 1960er Jahre das Sterben zunehmend zum öffentlichen Thema gemacht haben: von der «Death Consciousness» und der «Natural Death» über die Aids- bis zur Sterbehospiz- beziehungsweise Hospizbewegung. Mittlerweile zeige sich die «Präsenz des Todes» nicht nur in den

gehäuften Debatten über die Sterbehilfe, die Palliativmedizin oder den Hirntod, sondern auch mitten in der Alltagskultur. Also in einer Ausweitung des Totengedenkens, in einer neuen Vielfalt der Bestattungsformen, in der wachsenden Ratgeberliteratur oder auch in der allabendlichen Leichenschau in Fernsehserien wie «Six Feet Under», «Bones» oder «Der Bestatter».

Medialer Unterhaltungswert

Die Ära der Todesverdrängung scheint also vorbei, und mit diesem Befund ist Knoblauch nicht allein. Von einer «neuen Sichtbarkeit des Todes» spricht etwa der Kulturphilosoph Thomas Macho, von seiner «Rückkehr» der Soziologe Klaus Feldmann: Das Sterben sei zwar aus dem Alltag der meisten Menschen «ausgliedert», doch über die Medien komme es zu ihnen zurück.

Das Sterben der Engländerin Jade Goody beispielsweise, die zuerst ihr Leben zur Fernsehsendung machte, als Insassin des «Big Brother»-Containers, dann aber auch dessen Ende. Die 27-jährige Zahnarztgehilfin hatte Gebärmutterhalskrebs, und Millionen waren live dabei, als sie den Befund bekam. In den Medien zeigte sie dann auch, wie ihr die Haare ausfielen und wie sie immer schwächer wurde. Die «Sauerstoffmaske auf dem gemarterten Gesicht» (Die Zeit) und die Küsse ihres Ehemanns, ihre Angst vor dem Ende und ihre Tränen, die Sorge um die beiden Söhne und das Flehen um die «Todespille»: Das waren Bilder im Fernsehen und auf den Titelseiten. Nur ihren letzten Atemzug, den sie eigentlich dem Bezahlsender «Living TV» verkauft hatte, tat Goody in den frühen Stunden des 22. Septembers 2009 dann doch privat.

Umgekehrt kann das Sterben selber heute Unbekannte zu öffentlichen Figuren machen. So wie Norma Bauerschmidt. Die Amerikanerin bekam mit 90 Jahren die

«Der Tod ist ein herausragender Moment sozialer Bindung.»

Bernard Crettaz

Diagnose Krebs. Sie trat aber keine Therapie an, sondern die «Reise ihres Lebens» (Der Spiegel): quer durch die USA, im Wohnmobil mit Sohn und Schwiegertochter. Auf Facebook gab es das Tagebuch aus dem Alltag einer Sterbenden, und je länger Bauerschmidt unterwegs war, desto bekannter wurde sie via Presse und Fernsehen. 21 000 Kilometer und 450 000 Facebook-Fans waren es am Ende. Nach einem Jahr machte ihr Zustand die Weiterfahrt unmöglich; ein Sterbehospiz am Pazifik wurde im Herbst 2016 zu ihrer Endstation.

Individueller Abschied

Jade Goody und Norma Bauerschmidt sind Medienphänomene für ein Medienpublikum. Das gilt wohl auch für «Online-Begräbnisse», also Übertragungen von Trauerfeiern per Livestream, die Bestattungsunternehmen in den USA ihren Kunden bieten.

Die neue Sichtbarkeit des Todes reicht aber viel weiter. So übernehmen Angehörige und Familien Aufgaben von den Experten des «ärztlich-therapeutisch-sozialen Bereichs», so die Beobachtung von Bernard Crettaz: «Der Tod wird dem technokratischen Zugriff etwas entzogen, er rückt stärker in die Lebenspraxis der Menschen ein.» Ein Beispiel ist das Leichenmahl, das wieder an Bedeutung gewinnt: als Anlass, an dem Verwandte, Freunde und Bekannte zur Gemeinschaft würden, die Trost in der Trauer bieten. Der Tod ist eben auch, laut Crettaz, ein «herausragender Moment sozialer Bindung».

Das stellen auch die Bestatter fest. In der Branche bemerkt man einen wachsenden Willen der Hinterbliebenen, manche Aufgaben selber zu übernehmen, etwa die Gestaltung von Sarg und Urne, die Rede beim Begräbnis oder auch die Formalitäten mit den Ämtern. Und das nicht etwa nur aus Kostengründen - da geschieht auch eine Rückkehr des Persönlichen. «Die Angehörigen möchten wieder etwas tun. Sie formulieren immer häufiger auch Forderungen im Zusammenhang mit dem Begräbnis», schreibt Crettaz. «Viele Bestattungsinstitute ermöglichen heute Rituale, auch im Umgang mit dem Körper des Verstorbenen: Angehörige können ihn waschen, kämmen, anziehen.» Dabei war es gerade

der leibliche Tote, der in der traditionellen Moderne mit Berührungsängsten besetzt wurde. Aber: «Das Bewusstsein, dass der Körper ein wichtiger Teil des Todesschauspiels ist, ist wieder gewachsen.»

Neuer Zwang: «gut» sterben

Nach der Ausbürgerung des Todes kehrt er also zurück in den Alltag. Auf die Delegation an die Funktionäre folgt die Selbstbestimmung, wenn es ums Sterben geht. Der epochale Drang zur Individualisierung hat damit das Lebensende erreicht. Das ist in seinen Konsequenzen allerdings ebenso ambivalent wie jeder solche Schritt im Programm der Moderne: Die Selbstbestimmung ist stets auch eine Selbstverpflichtung. Und das gilt auch für die Sterbenden.

Scheitern ist möglich, auch noch auf dem Sterbebett.

Werner Schneider hat die aktuellen Debatten über Patientenverfügungen und Organspenden untersucht. In der Art, wie der Tod heute dort verhandelt wird, sieht er eine neue Norm, «nach der es das eigene Sterben vorsorglich zu planen, zu organisieren, zu bewältigen gilt». Der Tod ist zum Projekt für das Diesseits geworden. Auch die aktuelle Ratgeberliteratur vertritt dieses Gebot, und auch sie bewertet die Möglichkeiten des Sterbens zwischen Scheitern und Gelingen. «Wann und wie werde ich sterben? Wie kann ich den Angehörigen die Trauer erleichtern? Wohin mit den «Schätzen» des Lebens? Darf gelacht werden?» Lauter Fragen, die geklärt sein wollen, gemäss dem Buch eines Psychotherapeuten und Hospizvereinsvorsitzenden. Wer also einen «gelassenen und angstfreien Umgang mit dem Lebensende» will, der braucht heute «ein klares Konzept und eine bewusste Haltung» angesichts des Todes.

Schneider erkennt einen neuartigen «Zwang zur sozialverträglichen Bekümmernis um die letzten Dinge», eine gesellschaftliche «Vereinnahmung» und «Re-Moralisierung» des Sterbens. Und er hinterfragt diese neue Norm: «Muss jeder

wirklich entscheiden wollen, ob er sich als Hirntoter tot genug für eine Organspende sieht? Muss jeder seinen Angehörigen Entscheidungen abnehmen wollen? Muss jeder ihnen, den Ärzten, der Gesellschaft Unannehmlichkeiten ersparen wollen? Wer kann hier noch fragen, ob er wirklich jenes freie Subjekt sein möchte, ohne die Dinge, auch die letzten, mal so, mal so sehen zu dürfen?»

Schicksal ist aus der Mode

Die Frage spitzt sich zu, wenn es ernst geworden ist. «Früher war der Tod Inbegriff der Erfahrung eines fremdbestimmten Schicksals», schreibt der Zürcher Ethiker und Seelsorger Heinz Rügger. Heute sei er durch die verlängerte Lebenserwartung und die medizinischen Möglichkeiten zu einer Frage von Entscheidprozessen geworden (siehe Seite 21).

Es gehöre zweifellos, so Rügger, zur «Würde jedes Menschen», ausser seinem Leben auch sein Lebensende möglichst nach seinen Vorstellungen zu gestalten. Zugleich hat er ähnliche Bedenken wie der Soziologe Schneider. Ein möglichst rascher, schmerzfreier Tod etwa, bei geistiger Klarheit, im Besitz der sozialen und körperlichen Selbstkontrolle, ohne Abhängigkeit von Fremdpflege - ein solcher Anspruch birgt nach Rügger die Gefahr eines «gesellschaftlichen Drucks», der das «würdige» Sterben zur Verantwortung des Einzelnen macht; zu seiner Schuld den Angehörigen und der Allgemeinheit gegenüber. Die gängige Idealisierung der Selbstbestimmung auf dem Sterbebett zeigt damit ihre Kehrseite: So «verkommt, was als Befreiung gedacht war, zu einem neuen Zwang, der den Einzelnen überfordern kann und ihm die Würde abspricht, wenn es ihm nicht gelingt, ein «gutes» Sterben zu realisieren». Anders gesagt: Die fortgeschrittene Moderne ist gerade daran, die Prüfung des erfüllten Daseins zu verlängern. Und Scheitern ist möglich, bis zum Schluss.

Daniel Di Falco ist Historiker und Journalist bei «Der Bund» in Bern.

Ich warte jetzt schon
so lange auf den Tod.
Ich möchte nur noch
hinüber schlafen.

Sie weiss es zwar,
aber für sie ist es
wahnsinnig.

Wenn ihre Liebe
nicht so gross wäre,
hätte ich keine Chemo
gemacht.

Patient, 77 Jahre, Lungenkarzinom, 11 Tage vor seinem Tod

Die Unschärfe am Ende

Der genaue Zeitpunkt des Todes lässt sich nicht eindeutig festlegen. Doch die Gesellschaft braucht ein klares Todeskriterium – zum Beispiel für Organspenden.

Von Yvonne Vahlensieck

Egal, ob wir früh bei einem Unfall ums Leben kommen oder ob wir ein biblisches Alter erreichen – irgendwann bleibt unser Herz endgültig stehen. Irgendwann hören wir auf zu atmen. Irgendwann funktioniert unser Gehirn nicht mehr.

«Es kann bis zu einer Woche gehen, bis die letzte Körperzelle abgestorben ist», erklärt Stephan Marsch. Auf die Frage, wann genau das Leben in den Tod übergeht, kann auch der Chefarzt der Medizinischen Intensivstation des Universitätsspitals Basel keine definitive Antwort geben. «Biologisch gesehen ist der Tod ein Prozess.» So kann zum Beispiel die Hornhaut der Augen noch drei Tage nach dem Tod erfolgreich transplantiert werden, und es ist bis zu einer Woche nach dem Tod noch möglich, dem Körper bestimmte Zellarten – wie etwa Knorpel – zu entnehmen und zu kultivieren.

Irreversibilität ist entscheidend

Doch legale und gesellschaftliche Anforderungen verlangen nach einer scharfen Grenze. «Wir können nicht sagen, die Person ist ein bisschen tot oder sie lebt noch ein bisschen», sagt Marsch. Nur lässt sich dieses binäre Ja/Nein nicht so einfach mit einem biologischen Prozess vereinbaren. Deshalb behelfen sich die Fachleute mit dem Kriterium der empirischen Irreversibilität. «Wenn ein Mensch gemäss gängiger Erfahrung nicht mehr ins Leben zurückkommen oder zurückgeholt werden kann, gilt er als tot.»

Die Meinung darüber, wann dieser Punkt erreicht ist, hat sich im Laufe der Medizingeschichte allerdings schon mehrfach geändert: Bis ins 19. Jahrhundert waren die Menschen auf ihre Beobachtungen angewiesen. Im Zweifelsfall wurde gewartet, bis nach einigen Stunden die Toten-

starre einsetzte. Erst nach der Erfindung des Stethoskops erkannte die Medizin den Zusammenhang zwischen einem schlagenden Herzen und dem Leben. Obwohl – ganz sicher war man sich doch nicht. Medizinhistoriker berichten von teils rabiaten Methoden, mit denen Ärzte sicherstellten, dass ihre Patienten wirklich tot waren: Sie schoben ihnen Nadeln unter die Fussnägel und liessen heisses Wachs auf die Stirn tropfen. Dank besserer Stethoskope setzte sich der Herzstillstand aber bald als zuverlässiges Todeskriterium durch.

Der Hirntod löst den Herztod ab

Die rasante Entwicklung der Intensivmedizin in den 60er Jahren stellte jedoch die Gültigkeit des Herztods in Frage: Durch die neue Technik der künstlichen Beatmung konnten plötzlich Menschen am Leben gehalten werden, bei denen der Ausfall der Spontanatmung ansonsten zu einem raschen Herztod geführt hätte. Und bei einigen dieser Patienten war auch die Hirnfunktion vollständig erloschen. Waren diese Personen nun lebendig oder tot? Etwa zur gleichen Zeit feierte auch die Transplantationsmedizin ihre ersten Erfolge – und gerade diese künstlich beatmeten Patienten eigneten sich besonders als Organspender, da Herz, Nieren und Lunge noch voll funktionstüchtig waren. So wuchs der Druck, für diese Fälle ein neues, zuverlässiges Todeskriterium zu finden. Im Jahr 1968 schlug ein Komitee der amerikanischen Harvard Medical School erstmals den Hirntod dafür vor.

Der Hirntod ist in der Schweiz definiert als der irreversible Ausfall der Funktionen des Hirns einschliesslich des Hirnstamms. Der Hirnstamm gilt als der widerstandsfähigste Teil des Gehirns und ist der Sitz des Atemzentrums. Fällt der Hirnstamm aus, stoppt die Atmung, und das Herz erhält

keinen Sauerstoff mehr. Ohne künstliche Beatmung kommt es unweigerlich zum Herzstillstand. Umgekehrt führt auch ein Herzstillstand in kürzester Zeit zum Hirntod: Wird das Gehirn nicht mehr durch den Blutkreislauf mit Sauerstoff versorgt, so ist nach etwa zehn Minuten keine Hirnaktivität mehr festzustellen.

Der gleiche Tod für alle

In der Schweiz wurde mit dem Inkraftsetzen des Transplantationsgesetzes im Jahr 2007 erstmals der Hirntod als einziges und für alle gültiges Todeskriterium festgelegt. Die Verordnung zum Gesetz verweist auf die Richtlinien der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW). Diese legen fest, welche klinischen Zeichen für einen Hirntod vorliegen müssen und wie dieser festzustellen ist: Dazu gehören unter anderem das Fehlen von bestimmten Reflexen, starre Pupillen und das Aussetzen der Atmung nach dem Abschalten der Beatmungsmaschine.

«Biologisch gesehen ist der Tod ein Prozess.»

Stephan Marsch

Der Chefarzt Transplantationsimmunologie und Nephrologie am Universitätsspital Basel, Jürg Steiger, hält Definition und Diagnose des Hirntods in der jetzigen Form für sicher und zuverlässig. Als Präsident der Zentralen Ethikkommission der SAMW und Leiter der Subkommission zur Revision der Richtlinien beschäftigt er sich schon seit vielen Jahren mit dem Thema: «Die Kriterien sind seit 20 oder 30 Jahren unverändert geblieben. Es gibt keinerlei Anhaltspunkte dafür, dass man etwas

ändern muss.» Dennoch kann er gut verstehen, dass das Konzept des Hirntods für viele Menschen schwierig zu fassen ist: Tritt man an einen hirntoten Menschen heran, so sieht man, dass er atmet, wenn auch künstlich. Und er ist warm.

Ein Rest an Hirnaktivität

Zweifel an der Gültigkeit des Hirntods gibt es allerdings nicht nur aufgrund dieser äusserlichen Wahrnehmungen: Hirntote können auch noch viele Stoffwechselfvorgänge selbständig aufrecht halten: Sie verdauen, regulieren ihren Hormonhaushalt und bekämpfen Infektionen. In einigen Fällen haben hirntote Frauen auch schon lebensfähige Kinder geboren. Kritiker des Hirntodkonzepts weisen zudem darauf hin, dass auch nach dem Ausfall des Stammhirns manchmal noch eine Restaktivität in einzelnen Zellen der Hirnrinde nachweisbar ist. Umstritten ist auch, ob ein Organspender möglicherweise noch Schmerz empfindet. Dass die Richtlinien der SAMW eine Anästhesie während der Organentnahme vorschreiben, hat damit jedoch nichts zu tun. Mit der Narkose sollen Reflexe unterdrückt werden, die über das noch intakte Rückenmark laufen.

Für Steiger bleibt das Gehirn das entscheidende Organ - auch aufgrund persönlicher Erfahrungen mit Sterbenden und Toten: «Das Herz ist nur eine Pumpe, die man notfalls durch ein mechanisches Gerät ersetzen kann. Für mich spielt sich das Leben im Kopf ab: Schmerz, Liebe und Hass.» So kann trotz eines amputierten Beins ein Schmerz im Zeh verspürt werden - ein klares Zeichen, dass der Schmerz im Hirn und nicht im Rest des Körpers wahrgenommen wird. «Wenn das Hirn nicht mehr funktioniert, verschwindet auch ein zentraler Teil der Persönlichkeit.»

Das Todeskriterium selber wählen?

Über den Sitz der Persönlichkeit und ob diese mit dem Hirntod erlischt, wurde in der Schweiz bei der Einführung des Gesetzes allerdings wenig diskutiert. Ethische Diskussionen drehten sich hauptsächlich

um Aspekte wie Einwilligung zur Organentnahme und gerechte Verteilung der gespendeten Organe. Der Rechtswissenschaftler Pascal Lachenmeier hat im Rahmen seiner Doktorarbeit an der Universität Basel die Festlegung des Todeskriteriums im Transplantationsgesetz genauer analysiert: «Die Einführung des Hirntodkonzepts hat in der Bevölkerung keine grossen Wellen geworfen. Die Menschen beschäftigen sich nicht gerne mit dem eigenen Tod und haben in diesem Fall darauf vertraut, dass die Naturwissenschaft eine sichere Methode liefert.» Er bedauert, dass das Todeskriterium vom Gesetzgeber als rein technischer Aspekt an eine Institution wie die SAMW delegiert wurde und keine grössere gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema stattgefunden hat.

«Mit dem Gehirn verschwindet ein zentraler Teil der Persönlichkeit.»

Jürg Steiger

Die Tatsache, dass das Hirntodkriterium mittlerweile in fast allen Ländern gilt, bedeutet jedoch nicht, dass es unumstösslich ist. So gab es etwa in den USA einzelne Vorschläge, schon den Verlust der kognitiven Fähigkeiten - also den Ausfall des Grosshirns - als ausreichendes Kriterium für den Tod zu betrachten. Lachenmeier hingegen schlägt ein grundsätzlich anderes Konzept vor. Und er stellt in Frage, ob eine Gesellschaft den Tod überhaupt allgemeingültig definieren kann und muss. Um die unterschiedlichen Auffassungen über den Todeszeitpunkt zu berücksichtigen, solle stattdessen jeder Mensch selbst entscheiden dürfen, wo für ihn persönlich die Grenze zwischen Leben und Tod liegt - sofern die Irreversibilität wie beim Hirn- oder Herztod gewährleistet ist.

Yvonne Vahlensieck ist freie Wissenschaftsjournalistin in der Nähe von Basel.

Der Zeitpunkt des Mordes

Bei der Aufklärung von Verbrechen ist der Todeszeitpunkt eine wichtige Information. Liegt die Tat erst ein oder zwei Tage zurück, können Rechtsmediziner den Zeitpunkt des Ablebens bis auf wenige Stunden genau eingrenzen. Hierzu untersuchen sie die Leichenflecken, den Grad der Totenstarre und die Körpertemperatur. Ausserdem stimulieren sie die Muskeln um Auge und Mund mit leichten Elektroschocks und beobachten, wie stark diese noch kontrahieren.

«Liegt der Tod allerdings länger zurück, können wir nur noch grobe Schätzungen abgeben, je nachdem auf Wochen, Monate oder Jahre genau», erklärt Silke Grabherr, Direktorin des Centre universitaire romand de médecine légale, Lausanne/Genf. Wichtiger Anhaltspunkt ist dann der Fortschritt der Verwesung, die sich von der Darmflora aus über die Blutgefässe im Körper ausbreitet. Einen weiteren Hinweis gibt die Beschaffenheit einer wachsartigen Substanz, die sich bei sogenannten Wachsleichen unter Luftausschluss aus dem Körperfett bildet.

Die Analyse von Fliegen und Maden, die sich auf einer Leiche ansiedeln, hält Grabherr dagegen meist für unzuverlässig: «Man weiss zum Beispiel selten sicher, ob es sich dabei um die erste Generation der Insekten handelt.» Noch in der Entwicklungsphase sind Methoden, die den Todeszeitpunkt anhand der Konzentration von Stoffwechselprodukten in Körperflüssigkeiten bestimmen.

Ich war schon halbwegs
da oben. Und als ich
zurückgekommen bin,
da hat mir jemand die
Hand gehalten. Da habe
ich gesagt:
«Sind Sie Pfarrer?»
Nein, er sei Student.

Jeh, da habe ich
angefangen zu heulen.
Wissen Sie warum?
Weil ich noch hier
sein darf. Wollte mich
noch nicht.

Patient, 58, Morbus Crohn, Morbus Bechterew, chronisch obstruktive Lungenkrankheit, fünf Monate vor seinem Tod

Der Tod und die Forscher

Von der Philosophie über die Biologie bis zur Materialforschung:
Das Ende des Lebens beschäftigt die Wissenschaften weit über die Medizin hinaus.
Von Roland Fischer (rf) und Luzia Budmiger (lb); Illustration: Christoph Frei



Was wir mit dem Tod verlieren

Der Tod unserer Liebsten lässt uns aus guten Gründen traurig oder gar verzweifelt zurück. Doch wie sieht es aus in Bezug auf uns selbst? Es ist nicht immer irrational, den eigenen Tod zu bedauern, so der Philosoph Federico Lauria von der Universität Genf. Mit seinem Forschungsprojekt *Death and Powers* entwickelt er einen eigenen Ansatz zur Begründung dieser These. Inspiration findet er derzeit beim interdisziplinären *Immortality Project* an der University of California. Der Tod beraube uns der Fähigkeit, die Vorzüge des Lebens zu geniessen, so Lauria. Deshalb hätten wir guten Grund, ihm traurig entgegenzublicken. Laurias Forschung zielt darauf ab, unser Gefühl der Trauer angesichts unseres eigenen Todes zu rechtfertigen. Sie gibt uns aber auch Orientierung in Bezug auf die andere Seite der Medaille: Ist es irrational, uns die eigene Unsterblichkeit zu wünschen? *lb*



Der Zerfalls-Turbo

Nach dem Tod hört die Auseinandersetzung mit dem Sterben noch nicht auf. Die Humanpathologen versuchen den Verfall des Körpers möglichst lang aufzuhalten. Der Empa-Baumpathologe Francis Schwarze dagegen nutzt seine Expertise, um den Verfall zu beschleunigen. Er arbeitete schon früh in seiner Forscherkarriere als Sachverständiger für die Zustandsbeurteilung von Bäumen in Städten und dabei vor allem für Pilz-Erkrankungen. Dieses Wissen wendet er nun seit gut zehn Jahren in einem Start-up an, das einen besonderen Pilzmix ausgetüfelt hat. Mit diesem versehen gehen Säрге – und damit auch die darin enthaltenen Leichen – um einiges rascher ins stoffliche Jenseits über. *rf*



Vom Zelltod lernen

In unserem Körper werden täglich Milliarden von Zellen entsorgt. Damit dieser Prozess gut funktioniert, ist den Zellen so etwas wie ein «Suizidprogramm» eingeschrieben, das durch Signale von innen wie von aussen ausgelöst werden kann. Diese sogenannte Apoptose kommt in komplexen und in einfachen Organismen vor. Die molekularbiologischen Grundlagen seien dabei erstaunlich ähnlich, sagt Michael Hengartner von der Uni Zürich. Um die Vorgänge beim Menschen besser zu verstehen, untersucht seine Gruppe die Apoptose beim Fadenwurm *C. elegans*. Wie genau «merkt» eine Zelle, dass sie unrettbar verloren ist – zum Beispiel weil ihre DNA beschädigt ist? Und welche Signalwege führen dann zu ihrem Tod und dazu, dass sie von Nachbarzellen eliminiert wird? Für die genauen Vorgänge beim Modellorganismus interessieren sich auch die Mediziner – beim Krebs würden sie die Apoptose gern ankurbeln, beim Hirnschlag dagegen hemmen. *rf*



Ungleich bis ins Grab

Weil wir heute meist erst im hohen Alter sterben, sind wir vor dem Tod alle gleich: gebrechlich. So die gängige Meinung. Dieses homogene Bild des Todes entlarvt die Soziologin Marthe Nicolet vom interfakultären Zentrum für Gerontologie der Universität Genf als Täuschung. Neue Impulse hierzu erhält sie derzeit am Nationalen Institut für demografische Studien in Paris. Anhand von Todesanzeigen aus der Schweiz erforscht sie familiäre, ökonomische und medizinische Rahmenbedingungen am Lebensende. Insbesondere die Dankesworte der Hinterbliebenen machen deutlich: Ungleichheiten prägen den letzten Lebensabschnitt. Nicolets Dissertationsprojekt «Annoncer la mort» schärft nicht nur unseren Blick dafür, wie wir sterben, sondern auch, wie wir altern. Und zeigt uns damit, in welcher Gesellschaft wir heute leben. *lb*



Urne verdrängt den Sarg

Die Moderne macht vor dem Sterben nicht halt. Vor 30 Jahren wurden in Taiwan nur wenige Tote verbrannt – heute zählt Taiwan zu den Ländern mit der höchsten Rate an Kremationen weltweit. Nicht einmal mehr zehn Prozent der Toten werden begraben. Der Umbruch wird auch von staatlichen Stellen vorangetrieben, die vor allem raumplanerisch und ökonomisch argumentieren. Taiwan folgt dabei einem globalen Trend. Es gibt im Kulturwandel der Bestattungspraxis jedoch auch regionale Besonderheiten, wie der Religionswissenschaftler Urs Weber bei ausgiebigen Feldforschungen und Gesprächen mit Behörden, Bestattungsunternehmen und Ritus-Verantwortlichen herausgefunden hat. So spielen nicht nur weltliche, sondern auch religiöse Umwälzungen eine Rolle. Buddhisten bevorzugen die Feuerbestattung, und ihr Anteil an der Wohnbevölkerung ist seit den 1980er Jahren auf über das Fünffache angestiegen. *rf*



Dialog der toten Dichter

Lesen ist so etwas wie ein stiller Dialog mit dem Autor. In Bibliotheken finden Stimmen von Autoren unterschiedlichster Zeiten in einem Raum zusammen. Es ist gewissermassen ein Totenreich der Dichter und Denker. Solche Vorstellungen ziehen sich durch die Literaturgeschichte, wie die klassische Philologin Rebecca Lämmle betont: Immer wieder wurden Unterwelten imaginiert, in denen längst verstorbene Autoren wieder das Wort ergreifen, sich miteinander unterhalten oder einem Besucher aus dem Diesseits Red und Antwort stehen. Solche «Totengespräche» zwischen den Grossen verschiedener Zeiten und Epochen bieten sich für Lämmle als alternative Form der Literaturgeschichtsschreibung an. Wenn die Dichter und Denker der Vergangenheit wieder lebendig werden, werden Tradition und Erneuerungen verhandelt, in einem Dialog über Epochen hinweg. *rf*



Fingerabdruck der Verwesung

Wenn ein Kadaver in der Natur verwest, dann siedelt sich an der Stelle so etwas wie eine mikrobielle Oase an, die über Jahre bestehen bleibt. Ein toter Körper bedeutet neues Leben – eine biologische Binsenwahrheit. Wie vielfältig dieses neue Leben allerdings ist, das hat auch den Bodenökologen Edward Mitchell von der Universität Neuenburg überrascht: «An solchen Stellen finden wir eine sehr charakteristische Population von Mikroorganismen – darunter sind auch sehr seltene oder noch gar nicht bekannte Spezies.» Für diesen «Fingerabdruck» im Boden interessieren sich nicht nur Biologen, sondern auch Forensiker. Die Analyse dieser Mikroorganismen verspricht die Fortsetzung der Insektenanalyse zu werden, die bei Kriminalfällen schon zum Standard gehört. Auch daran arbeitet Mitchells Gruppe. «Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis sich diese Methode im Gerichtssaal etabliert hat», sagt Mitchell. *rf*



Sterben? Nein Danke.

Süsswasserpolyphen haben – obschon klein und unscheinbar – eine Reihe von erstaunlichen Eigenschaften. Manche Forscher halten sie gar für unsterblich. Brigitte Galliot von der Universität Genf formuliert es vorsichtig: Unter idealen Bedingungen sehe man bei den stabförmigen Tierchen praktisch keinen Alterungsprozess. Wie sie das bewerkstelligen, ist noch nicht ganz geklärt. Galliot's Labor erforscht speziell die Rolle der Stammzellen. Diese können jede Körperpartie eigentlich nach Belieben wiederherstellen. Unter Stress wechseln die Polyphen von einer ungeschlechtlichen zu einer sexuellen Fortpflanzung und verlieren dabei auch viel von der Stammzell-Magie. Verbirgt sich da ein Grundprinzip des Alterns? Die Gruppe von Galliot hofft, durch ihre Arbeit auch unser Altern besser zu verstehen. *rf*

Roland Fischer ist Wissenschaftsjournalist.
Luzia Budmiger ist Redaktorin bei den Akademien der Wissenschaften Schweiz.

Es ist mir verleidet.
Wenn ich nur sterben
könnte! Jetzt ist
wieder ein Kollege von
uns gestorben in der
Abteilung. Dann denke
ich: Ja, verdammt noch
mal, hätte es doch besser
mich getroffen! Ich habe
Bilder, dass ich selber
etwas machen würde. Oder
irgendwo runterspringen.
Aber erst musst du mal
irgendwo hochkommen,
nicht, mit dem Rollstuhl.
Ja. Sie dürfen ruhig
lachen.

Mann, 67 Jahre, multiple Sklerose seit der Jugend, vier Monate vor seinem Tod

Der persönlichste Entscheid von allen

Wann und wie wir sterben, ist in der hochentwickelten Medizin nicht mehr nur Schicksal, sondern auch Folge von Entscheiden. Diese werden noch selten bewusst gestaltet.

Von Susanne Wenger

Es dauerte 13 Tage, bis Terri Schiavo starb. Die Ärzte hatten ihr zuvor die Ernährungssonde entfernt. 15 Jahre lang lag die 41-Jährige aus Florida nach einem Herzstillstand mit Hirnschädigung im Wachkoma. Ihrem Tod Ende März 2005 ging eine erbitterte Auseinandersetzung voraus. Der Ehemann wollte seine Frau sterben lassen, die Eltern kämpften dafür, dass die Tochter am Leben bleibt. Beide Parteien gaben an, im Sinne Terris zu handeln. Der Fall Schiavo beschäftigte die US-Justiz und -Politik und fand weltweit grosse Aufmerksamkeit. Er gilt als tragisches Beispiel dafür, wie komplex solche Situationen sein können, vor allem, wenn der betroffene Mensch selbst nichts mehr dazu sagen kann.

So sehr wir von den Erfolgen moderner Medizin profitieren - nur noch zu überleben, weil man «an Schläuchen oder Maschinen hängt», lehnen viele Menschen ab. Zwar kann niemand im Voraus wissen, wie sich ein Koma oder eine Demenz anfühlt. Doch um jeden Preis möchte man nicht am Leben erhalten werden.

Medizinische Entscheide am Lebensende, die den Tod möglicherweise oder wahrscheinlich beschleunigen, sind in der Schweiz häufig und haben zugenommen. Das ergab eine Studie der Universitäten Zürich und Genf. Bei vier von fünf Personen, die 2013 in der Deutschschweiz nicht vollkommen unerwartet starben, gingen Lebensende-Entscheidungen voraus. In der grossen Mehrheit der Fälle wurde die Behandlung abgebrochen, gar nicht erst begonnen, oder es wurden mehr Mittel verabreicht, um Schmerzen und andere Symp-

tome zu lindern. In einem geringen Teil der Fälle schieden die Menschen mit assistiertem Suizid aus dem Leben. Die repräsentativen Daten stammen aus einer Befragung von Ärztinnen und Ärzten.

Schluss mit Paternalismus

Doch über die letzten Dinge bestimmen wir selbst. Die Patientenautonomie ist in den vergangenen Jahrzehnten ein zentrales rechtliches und medizinethisches Prinzip geworden. Sie steht gleichwertig neben der Fürsorgepflicht des Arztes. Das paternalistische Verhältnis - der Doktor weiss es am besten - sollte einem Umgang auf Augenhöhe gewichen sein. Der Patient willigt nach ärztlicher Aufklärung in eine Behandlung ein oder eben nicht. «Informierte Zustimmung» nennen das die Fachleute.

«Wichtig ist, immer wieder nachzufragen. Denn Menschen verändern sich.»

Tanja Krones

Das seit 2013 gültige Schweizer Erwachsenenschutzrecht stärkt die Selbstbestimmung. Erstmals wurde die Patientenverfügung national verankert. Darin legt eine Person fest, welche medizinischen Massnahmen sie akzeptiert oder ablehnt, wenn sie sich nicht mehr selbst äussern kann. Für den Arzt ist das verbindlich. Auch wenn keine Verfügung vorliegt, darf er nicht einfach entscheiden. Vielmehr sind dann die

Angehörigen am Zug. Nicht deren eigene Ansichten sollen den Entscheid prägen, sondern der mutmassliche Wille der erkrankten Person.

Im medizinischen Alltag zeigen sich jetzt Probleme, wie Studien der Universitäten Luzern und Zürich ergaben. Regina Aebi-Müller, Professorin für Privatrecht an der Universität Luzern, redet Klartext: «Die Patientenverfügung, wie sie im neuen Erwachsenenschutzrecht Rechtssicherheit erlangte, ist in dieser Form praktisch nutzlos.» Die Forschenden erhoben in Interviews mit Ärzten und Pflegefachpersonen, wie Entscheide über Behandlungsabbruch oder -verzicht zustande kommen. Demnach haben erst wenige Menschen überhaupt eine Patientenverfügung. In der akuten Situation ist diese oft nicht greifbar oder nicht aktuell. So bleibt unklar, ob der kollabierende Patient auf der Intensivstation reanimiert werden will oder die schwer demenzkranke Heimbewohnerin bei einer Lungenentzündung nochmals ins Spital verlegt und mit Antibiotika behandelt werden möchte.

Was heisst «keine Schläuche»?

Auch sind Ärzte mit widersprüchlichen oder nicht umsetzbaren Entscheiden von Patienten konfrontiert. Aebi-Müller, sie untersucht im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Lebensende» die rechtlichen Aspekte der Selbstbestimmung, verwundert das nicht: «Es gibt mehrere Vorlagen von Patientenverfügungen. Man kann sie aus dem Internet herunterladen und macht dann im stillen Kämmerlein seine Kreuzchen.» Patientenverfügungen

müssten interpretiert werden, doch im Auslegen von Texten sei medizinisches Fachpersonal weniger geschult als die Juristen. Aebi-Müller erklärt an einem Beispiel, wohin das führen kann. Eine terminal krebserkrankte Patientin hatte verfügt, «keine Schläuche» zu wollen. Schon nicht mehr bei Bewusstsein, konnte die Frau ihre Blase nicht mehr entleeren, litt sichtlich. Mit Verweis auf die Patientenverfügung sah die Pflegeverantwortliche von einem Katheter ab. Der Chefarzt bezweifelte, dass die Patientin diesen «Schlauch» gemeint hatte. Nach Schichtwechsel der Pflege legte er den Katheter eigenhändig. Die Frau starb friedlich in dieser Nacht.

«Die Sterbephase zu diagnostizieren ist eine medizinische Herausforderung.»

Milo Puhan

Müssen Angehörige entscheiden, sind sie oft überfordert oder uneins. Sie kennen den Patientenwillen nicht, weil man in der Familie nie von sich aus darüber geredet hat. Das kann Partnern, Töchtern, Söhnen schwer zu schaffen machen: «Jeder Dritte ist nach einem Vertretungsentscheid traumatisiert und weiss nicht, ob er im Sinne des geliebten Menschen entschieden hat», konstatiert Tanja Krones, leitende Ärztin für klinische Ethik am Universitätsspital Zürich.

Fehlende Absprachen

Trotz Patientenautonomie haben Ärzte immer noch Entscheidungsmacht. Für die letzten zehn Jahre lässt sich zwar eine Entwicklung ausmachen, wonach «Patienten tendenziell mehr in Entscheidungen am Lebensende einbezogen werden». Das sagt Milo Puhan, Professor für Epidemiologie und Public Health an der Universität Zürich.

Wenige Ärzte aber handeln in Eigenregie, also ganz ohne Absprache mit dem Patienten, den Angehörigen, und auch ohne Rückgriff auf eine frühere Willensäußerung. In der Zürcher und Genfer Studie war das bei urteilsunfähigen Patienten in acht Prozent der Fälle so. In weiteren zwölf Prozent besprach sich der Arzt nur mit Berufskollegen oder Pflegepersonal. Sogar bei urteilsfähigen Patienten wurde die Lebensende-Entscheidung in acht Prozent der Fälle nicht mit Betroffenen oder Angehörigen besprochen. Eine mögliche Erklärung sieht Puhan in schwer voraussehbaren Krankheitsverläufen: «Die

Sterbephase zu diagnostizieren ist eine medizinische Herausforderung und erfordert viel Erfahrung.» Eine australische Studie zeige, dass die meisten Gespräche über medizinische Entscheide am Lebensende in den letzten drei Lebenstagen stattfänden. Je nach Entwicklung werde der richtige Zeitpunkt verpasst.

Die Forschung legt also Spannungsfelder offen. Rechtswissenschaftlerin Regina Aebi-Müller kommt zum Schluss: «Medizinische Situationen am Lebensende lassen sich nicht so regeln, wie sich das der Gesetzgeber vorstellt.» Eine «absolutistische» Patientenautonomie funktioniert laut der Forscherin nicht. Als realistischer erachtet sie eine «relationale» Autonomie. Gerade am Lebensende, wo man besonders verletzlich ist, Schmerzen, Atemnot und Angst hat, sei man auf Beziehungen angewiesen. Aebi-Müller plädiert dafür, der ärztlichen Fürsorge und Verantwortung wieder mehr Gewicht zu geben, ohne in alte Dominanzmuster zurückzufallen: «Es gibt keinen persönlicheren Entscheid als jenen über medizinische Massnahmen am Lebensende.» Eine partnerschaftliche Arzt-Patienten-Beziehung, in der gemeinsam entschieden wird, kann Menschen darin stützen.

Planen mit Beratung

Am Universitätsspital Zürich wird erprobt, wie die Unterstützung aussehen könnte. «Advance Care Planning» nennt sich das Konzept: gesundheitliche Vorausplanung. Damit sind strukturierte Gespräche mit Patienten und Angehörigen gemeint. Kommunikativ geschulte Behandlungsteams – Ärzte, Pfleger, Seelsorger, Sozialarbeitende – eruieren rechtzeitig die Behandlungswünsche und Wertvorstellungen von Patienten zum Lebensende: Was ist ihnen wichtig für den Fall, dass sie nicht mehr selbst entscheiden können? Wovor fürchten sie sich? Im Unterschied zur Patientenverfügung aus dem Internet findet eine sachkundige Beratung statt. «Die Menschen erhalten evidenzbasierte Entscheidungshilfen», erklärt Medizinerin Tanja Krones. Sie wissen dann konkret: Von 100 Personen, die im Spital einen Herzstillstand erleiden, überleben trotz sofortiger Hilfe durchschnittlich nur 17. Von diesen sind später fünf bis sieben schwer pflegebedürftig.

Die Vorausplanung biete besser Gewähr, dass die Patientenwünsche bekannt und umsetzbar seien, sagt Krones. Das entlastet auch die Angehörigen. Eine Patientenverfügung kann resultieren, muss aber nicht. Krones empfiehlt ein modulares System, das von einem ärztlich unterzeichneten Notfallplan bis zu Vorgaben für den Fall chronischer Urteilsunfähigkeit, etwa

bei Demenz oder nach einem Schlaganfall, reicht. «Wichtig ist, immer wieder nachzufragen. Denn Menschen verändern sich.» Vielleicht wolle jemand mit Diagnose Demenz festlegen, auf lebensverlängernde Massnahmen zu verzichten, sobald er die Angehörigen nicht mehr erkennt. Doch was, wenn das Umfeld dann feststellt, dass der Kranke trotz Einschränkungen zufrieden wirkt, lacht, sich an kleinen Dingen freut? «Solche Fragen gilt es anzusprechen», sagt Krones.

«Advanced Care Planning» ist in der Schweiz noch wenig verbreitet. Krones' Forschung bestätigt Befunde aus dem Ausland, wonach mit der Vorausplanung nicht nur den Wünschen der Menschen besser entsprochen werden kann, sondern auch die Angehörigen weniger traumatisiert sind. Ausserdem kommt es zu weniger Spitaleinweisungen, und die Zahl invasiver Behandlungen – zum Beispiel Operationen – geht zurück. Dass dies Kosten senkt, ist nicht Ziel des Konzepts, scheint aber ebenfalls ein Effekt zu sein. Dies alles, ohne dass die Betroffenen früher sterben.

So versuchen wir, den Tod professionell zu bewältigen – doch ein Stück Geheimnis wird er immer bewahren. In den Worten des Palliativmediziners Ralf Jox: «An der fundamentalen Ungewissheit, die unser Dasein charakterisiert, wird auch die Vorausplanung nichts ändern.» Was sie aber leisten könne: das Vertrauen erhöhen.

Susanne Wenger ist freie Journalistin in Bern.

Alle zitierten Studien sind aus dem Nationalen Forschungsprogramm «Lebensende» (NFP 67); www.nfp67.ch.

Es ist naiv zu
meinen, es müsse
irgendetwas bleiben.
Es bleibt nichts! Es
geht alles vorbei.
Es muss gar nichts
bleiben, das ist
ja der Reiz des
Lebens, der Reiz
der Schöpfung, dass
alles eben wieder
neu wird. Das Werden
und Vergehen ist
sinnvoll.

Patient, 97 Jahre, Polymorbidität im Alter (Frailty)

INTERVIEW

«Wir sind die Einzigen in dieser Nische»

Global UTM Association



Eine im Sommer 2016 in Lausanne gegründete internationale Vereinigung will die Luftraumkontrolle für Drohnen standardisieren: die Global Unmanned Traffic Management Association. Ihr Generalsekretär, der Waadtländer Benoît Curdy, erklärt das Anliegen.

Was ist das Ziel der Vereinigung?

Wir wollen technische Standards zur Regelung des Luftverkehrs von bemannten und unbemannten Luftfahrzeugen festlegen. Betroffen wären professionelle oder kommerzielle Flüge über Distanzen von mehreren Dutzend Kilometern, teilweise über zwei Länder hinweg.

Woran arbeiten Sie konkret?

Es handelt sich um einen extrem komplexen Bereich mit unterschiedlichsten Akteuren. Zuerst werden wir eine Architektur veröffentlichen, die dieses Ökosystem und dessen Herausforderungen beschreibt. Dann werden wir beispielsweise an der Identifikation von Drohnen arbeiten: Welches Format sollen die Nummern haben, wie werden sie registriert und veröffentlicht? Ziel ist es, sowohl die Luftsicherheit zu gewährleisten als auch die technische Kompatibilität.

Wie heben Sie sich von der grossen US-Vereinigung AUVSI ab?

Der Ursprung der AUVSI geht auf die militärische Nutzung von Drohnen zurück, und die Organisation macht vor allem Lobbying. Wir sind ein Branchenverband: Wir wollen zum Marktwachstum beitragen, indem wir gesetzeskonforme technische

Lösungen bringen, und nicht, indem wir Gesetze ändern. Wir arbeiten als Einzige in dieser Nische, sonst hätten wir den Verband nicht gegründet!

Haben Sie die kritische Masse zum Festlegen von Standards?

Wir sind auf gutem Weg: Innert sechs Monaten ist die Mitgliederzahl von 15 auf 40 gewachsen. Vertreten sind die wichtigsten Hersteller von Drohnen und Kommunikationssystemen, die Lieferanten der zur Navigation notwendigen Daten wie Wetterprognosen und Karten sowie die Luftkontrolle und mehrere Regierungen. Wir arbeiten dezentral: Die Regulatoren kommen mit Anliegen, die Hersteller diskutieren über technische Lösungen, und wir suchen einen Konsens.

Weshalb ist Ihr Sitz in Lausanne?

Hier sind mehrere Drohnen-Start-ups ansässig, ebenso der von der EPFL koordinierte Nationale Forschungsschwerpunkt «Robotik». Für unsere ausländischen Mitglieder ist die Schweiz sehr klein. Sie besuchen sowohl Lausanne als auch Zürich.

NEWS

60 deutsche Universitäten boykottieren Elsevier

Das Konsortium DEAL, dem über 60 deutsche Forschungsinstitute angehören, hat seinen Vertrag mit dem Verlag Elsevier für 2017 nicht verlängert. Das Angebot «entspricht nach Überzeugung der Allianz nicht den Prinzipien von Open Access und einer fairen Preisgestaltung». Auch in Taiwan boykottieren seit 2017 drei Viertel der Hochschulen Elsevier. Hingegen hat das britische Konsortium JISC ein Angebot von Elsevier angenommen. doi.org/bwrj bit.ly/2j6ZhLj

Universität Zürich veröffentlicht Register der Interessenbindungen

Die Professorinnen und Professoren der Universität Zürich müssen seit Januar 2017 ihre Interessenbindungen offenlegen, wie Tätigkeiten in Aufsichtsgremien oder Beratungsfunktionen. bit.ly/2hQuVAz

Schweizer Forschung gliedert sich wieder in Europa ein

Die Schweizer Institutionen sind wieder vollwertige Mitglieder von Horizon 2020, dem EU-Forschungsprogramm für den Zeitraum 2014–2020. Die Schweiz war nach der Abstimmung vom 9. Februar 2014 zur Immigration teilweise ausgeschlossen

worden. Den Weg zur Vollasoziation ebnete das Parlament am 16. Dezember 2016 mit der Ratifikation des Kroatienprotokolls, das die Personenfreizügigkeit auf Kroatien ausweitet. bit.ly/2hPCp1N

Online-Forum PubPeer bleibt anonym

Ein Gericht in Michigan hat das Gesuch eines Wissenschaftlers abgelehnt, die Anonymität von Personen aufzuheben, die seine Arbeiten auf dem Online-Forum PubPeer kritisiert hatten. Nach den Kommentaren waren ein Stellenangebot und Zusagen zur Veröffentlichung von Dutzenden seiner Artikel zurückgezogen worden. bit.ly/2hTwx80

Anzahl Zitierungen korreliert kaum mit dem Einfluss eines Artikels

Die subjektive Wahrnehmung des Einflusses eines Artikels korreliert nur schwach mit der Zahl der Zitierungen. Dies ergab eine Studie, in der 1 119 Forschende gefragt wurden, welcher von zwei Artikeln ihres Erachtens in ihrem Gebiet einflussreicher war. Sie wählten in nur 51% der Fälle den häufiger zitierten (50% bedeutet keine Korrelation). Die Forschenden zeigten zudem eine stark positiv verzerrte Wahrnehmung zugunsten ihrer eigenen Artikel. arxiv.org/abs/1612.03962

Springer Nature engagiert sich für Open Data

Mehr als 600 Zeitschriften der Gruppe Springer Nature haben sich verpflichtet, eine der vier Regeln zum Teilen von Forschungsdaten zu befolgen. Diese werden somit von Empfehlungen zu Verpflichtungen. bit.ly/2hsRMPn

Europa lanciert einen Risikokapitalfonds

Die Europäische Kommission und der Europäische Investitionsfonds lancieren einen neuen Fonds zur Unterstützung von Start-ups. Der Privatsektor wird dabei mindestens das Dreifache des auf 400 Millionen Euro plafonierten staatlichen Beitrags bereitstellen. Die Initiative «Start-up and Scale-up» will auch die Gefahr von Konkursen von Jungunternehmen senken und ihre Besteuerung vereinfachen. bit.ly/2j7gRz1

Das zweite Leben abgelehnter Artikel

Lehnt eine Fachzeitschrift einen Artikel ab, wird er gemäss einer britischen Studie häufig anderswo veröffentlicht. Mehr als die Hälfte der 917 Artikel, die das Journal Clinical Otolaryngology zwischen 2011 und 2013 zurückwies, wurden in einer andern Zeitschrift publiziert. doi.org/bwrj

Wissenschaft im Exil

Verschiedene Universitäten in Europa versuchen, akademischen Flüchtlingen zu helfen.

Von Julia Richter

Sie arbeiteten in den Laboren Aleppos, in den Forschungszentren Kabuls; sie waren als Mathematiker tätig, als Biologinnen oder Philosophen. Sie wurden verfolgt, verloren ihre Stelle und wurden in die Flucht gezwungen. Was geschieht mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die ihre Universität, ihre Stadt, ihr Land wegen Krieg und Verfolgung verlassen und nach Europa fliehen mussten?

Universitäten in verschiedenen europäischen Ländern sind zunehmend darum bemüht, geflüchteten Akademikern eine Chance zu bieten. In dieser Hinsicht nimmt Deutschland eine Vorreiterrolle ein. Mit verschiedenen Programmen wird dort versucht, den Zugang zu Forschungseinrichtungen für Akademikerinnen und Akademiker im Exil zu ebnen. Beispielsweise hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft 2015 ein Massnahmenpaket zur finanziellen Förderung geflüchteter Wissenschaftler lanciert. Auch die Humboldt-Stiftung setzt sich mit der Philipp-Schwartz-Initiative für die finanzielle Unterstützung von Wissenschaftlern in Gefahr ein.

Wissen geht verloren

Andere Initiativen zielen auf den Austausch und die Integration von geflüchteten Wissenschaftlern in Deutschland.

Ein Beispiel ist die Plattform *Chance for Science in Leipzig*, die Flüchtlingen die Möglichkeit bietet, mit Wissenschaftlern an deutschen Universitäten in Kontakt zu treten. Denn der Austausch sei von grosser Bedeutung, sagt Carmen Bachmann, Initiatorin der Plattform und Wirtschaftsprofessorin an der Universität Leipzig: «Eine lange Phase der Untätigkeit ist für Wissenschaftler im Exil nicht nur eine zwischenmenschliche Katastrophe. Diese Situation bedeutet mit zunehmender Zeitdauer auch einen Verlust, da Wissen, das nicht angewendet wird, verlorengeht.» Einer ähnlichen Überlegung folgt die Initiative *Academic Experience Worldwide*, mit der sich Studierende der Universität Frankfurt am Main für die Integration von Flüchtlingen in ein akademisches Umfeld einsetzen. Beispielsweise können dort geflüchtete Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Rahmen der Vortragsreihe *Opening Academia* ihre Forschungsthemen der Frankfurter Öffentlichkeit präsentieren.

Im Vergleich zu Deutschland ist die akademische Flüchtlingshilfe in der Schweiz weniger ausgeprägt. Martina Weiss, Generalsekretärin der Rektorenkonferenz der schweizerischen Hochschulen *Swissuniversities*, vermutet, dass dies vor allem auf die tieferen Flüchtlingszahlen in der Schweiz zurückzuführen

(weiter auf Seite 28)

Die Exilwissenschaftler

Aus unterschiedlichsten Gründen und auf komplizierten Routen kommen Forschende nach Europa. Drei erzählen ihre Geschichte.

Den Bomben entkommen, aber ohne seine Familie

MOHAMED ALI MOHAMED (41), GEOGRAF

Die Bilder aus Aleppo sind verheerend. Kaum vorstellbar, dass es dort vor nicht allzu langer Zeit ein funktionierendes Hochschulwesen gab. Mohamed Ali Mohamed kann davon berichten. Er arbeitete bis September 2015 als Dozent für Kartografie am geografischen Institut der Universität Aleppo. Zusammen mit seiner Frau und seinen drei Kindern lebte der 41-jährige in der syrischen Grossstadt, bis die Wohnung der Familie bei einem Bombenangriff komplett zerstört wurde. Er wollte seine Arbeit an der Universität aber nicht unterbrechen –

BERLIN

ALEPPO, SYRIEN

LAUSANNE

Wenn das Paradies zur Hölle wird

GUILAIN MATHE (34), POLITIKWISSENSCHAFTLER

Guilain Mathes akademische Karriere ist anders als andere: Er verbrachte grosse Teile davon auf der Flucht. Sein Einsatz für Menschenrechte und seine Recherchen zu zivilen Massakern während der Bürgerkriege, die die Demokratische Republik Kongo seit 1996 erschüttern, machten ihn in den Augen der kongolesischen Regierung zur Persona non grata. 2008 hat er seine Heimat verlassen. «Wegen meiner Recherchen habe ich ständig Todesdrohungen erhalten», sagt Mathe.

Nach längeren Aufenthalten in Senegal und der Elfenbeinküste erhielt er 2011 an der Universität Lausanne durch die Vermittlung des Netzwerks Scholars at Risk eine Stelle, die vorerst mit einem Stipendium der Schweizer Universität, später mit Unterstützung der deutschen Gerda-Henkel-Stiftung finanziert wurde. 2014 hat Guilain Mathe versucht, in seine Heimat zurückzukehren. «Das war ein Albtraum.» In Kivu wurde er vom Staatssicherheitsdienst verhaftet. Wegen seiner



Recherchen über die Rebellionen des Nationalkongresses zur Verteidigung des Volkes (CNDP) und dessen Nachfolgegruppierung M23 wurde er eingeschüchtert und bedroht. Mathe gelang die Flucht über die ugandische Grenze. Er reiste zurück in die Schweiz, wo er im Mai 2014 ein Asylgesuch stellte, dem 2015 stattgegeben wurde. Unterdessen doktriert Mathe an der Universität Lausanne und möchte seine Dissertation über die Rolle nicht staatlicher Akteure in Peacebuildingprozessen 2017 abschliessen.

Obwohl sich Mathe in der Schweiz sehr wohlfühlt, vermisst er seine Heimat. Seine Familie fehlt ihm. «Der Kongo könnte das Paradies auf Erden sein.» Leider sei das Land wegen korrupter Führer und der Ausbeutung durch multinationale Konzerne die Hölle im Paradies geworden. «C'est dommage», sagt Mathe.

BUKAVU, DEMOKRATISCHE REPUBLIK KONGO

schliesslich musste er den Unterhalt für seine Familie verdienen. Doch wegen des Bürgerkriegs verlor er seine Stelle. Zudem fürchtete er eine Zwangsrekrutierung zum Militärdienst.

Ende 2015 schaffte er es, illegal in die Türkei einzureisen. Da er von 2004 bis 2010 in Berlin gelebt und an der Humboldt-Universität promoviert hatte, bekam Mohamed dort ab Januar 2016 einen einjährigen Arbeitsvertrag als Gastwissenschaftler und erhielt von der deutschen Botschaft in Ankara ein Visum. Vier Wochen nach seiner Abfahrt erreichte er Berlin. Seit Juli 2016 ist er als Stipendiat der Philipp-Schwartz-Initiative an der Humboldt-Universität



Berlin, wo er seine Forschungsarbeit über geografische Informationssysteme fortsetzt. Seine Familie ist in einem Flüchtlingslager in Syrien – die Grenzen zur Türkei sind geschlossen.

Es fällt ihm momentan sehr schwer, sich auf seine wissenschaftliche Arbeit zu konzentrieren: «Ich bin in ständiger Angst um meine Familie.» Mohamed hofft, dass der Krieg in Syrien bald vorbei ist. Dann will er nach Hause zurückkehren und sich aktiv am Wiederaufbau seines Landes beteiligen.

LAUSANNE

«Scholars at Risk» wegen einer Unterschrift

AYSE DAYI (45),
SOZIOLOGIN

«In Istanbul ist jeder Tag ein kleines Abenteuer», sagt Ayse Dayi. Sie vermisst ihre Heimatstadt – und doch konnte sie dort nicht mehr bleiben. Dayi hatte eine Assistenzprofessur am Departement für Psychologie der Mayıs-Universität in Istanbul, wo sie in den Themengebieten Gender Studies und Gesundheit von Frauen arbeitete.

Im Januar 2016 unterzeichnete sie eine Petition der türkischen Gruppierung Academics for Peace gegen die militärischen Operationen und die Menschenrechtsverletzungen des türkischen Militärs. Viele Forschende, die die Petition unterzeichnet hatten, wurden verhört und verhaftet. Ayse Dayi verlor ihren Job und kam auf eine schwarze Liste. Dies machte es ihr unmöglich, in der Türkei wieder eine Stelle zu finden.



ISTANBUL, TÜRKEI

Über einen Kontakt kam sie im September 2016 an die Universität Lausanne. Diese konnte ihr im Rahmen des «Scholars at Risk»-Programms einen zweijährigen Arbeitsvertrag vermitteln. Dayi ist sehr dankbar, dass sie in der Schweiz sein kann. In Lausanne untersucht sie in einem internationalen Forschungsprojekt die Frage, welchen Einfluss die neoliberale Struktur des Gesundheitsbereichs auf die reproduktiven Rechte der Frauen hat. Ayse Dayi weiss nicht, ob sie nach Istanbul zurückkehren will. In der Türkei hat die Universität aufgehört, ein Ort des kritischen Denkens zu sein, sagt sie: «Die Unterdrückung und Gewalt in meinem Heimatland ist so gross, dass allein die Frage «How are you?» absurd geworden ist.»

«Eine lange Phase der Untätigkeit bedeutet auch einen Verlust, da Wissen, das nicht angewendet wird, verlorengeht.»

Carmen Bachmann

ist. Auch Walter Leimgruber, Professor für Kulturwissenschaft an der Universität Basel und Präsident der Eidgenössischen Migrationskommission (EKM), stellt fest, dass das Thema Flüchtlinge in der Schweiz nicht die gleiche Aufmerksamkeit erreicht hat wie in Deutschland.

Es gibt keine spezifischen Integrationsleistungen für Akademiker in der Schweiz.

Dennoch gibt es auch hier Massnahmen, die verfolgten Wissenschaftlern helfen sollen, sich an einer Universität zu etablieren. So sind elf Schweizer Universitäten Mitglied des Netzwerks Scholars at Risk. Dieses wurde 1999 in Chicago mit dem Ziel gegründet, gefährdete Wissenschaftler zu schützen und sich für die Bewahrung der akademischen Freiheit und die Einhaltung der Menschenrechte einzusetzen. Weltweit sind über 400 Universitäten Mitglied des Netzwerks und engagieren sich auf unterschiedliche Art für dessen Ziele. Beispielsweise kann ein Mitglied des Netzwerks bedrohte Wissenschaftler anstellen oder durch die Organisation von Anlässen und Konferenzen dazu beitragen, Informationen zum Thema zu verbreiten. Die Universitäten Lausanne und Luzern haben bedrohte Wissenschaftler angestellt. Andere Universitäten wie beispielsweise Bern und Zürich haben sich bisher auf Informations- und Sensibilisierungsarbeiten beschränkt.

Bescheidene Berufsperspektive

Trotz dieser Initiativen sind die Möglichkeiten limitiert, als geflüchtete Wissenschaftlerin oder als geflüchteter Wissenschaftler in der Schweiz eine Stelle an einer Universität zu erhalten. Woran liegt das? «Akademische Stellen sind häufig rar und stark umkämpft, was die Sache sicher nicht erleichtert», sagt Christin

Achermann, Professorin für Migration, Recht und Gesellschaft an der Universität Neuenburg und Projektleiterin beim Nationalen Forschungsschwerpunkt «On the move». Der Sprecher des Staatssekretariats für Migration, Martin Reichlin, führt zudem praktische Aspekte ins Feld. Beispielsweise sei es manchmal aufgrund der Flucht nicht möglich, im Ausland erworbene Diplome vorzuweisen.

EKM-Präsident Walter Leimgruber sieht neben sprachlichen Hürden ein weiteres Problem in den grossen fachlichen und qualitativen Unterschieden zwischen den Ausbildungen der einzelnen Herkunftsländer: «Für eine erfolgreiche Integration brauchen Akademiker die Mittel, sich weiterzubilden. Sie müssen adäquate Sprachkurse machen und Zusatzqualifikationen erwerben können.» Hierfür seien nicht die Universitäten, sondern die Kantone zuständig. «Und für die sind die paar Akademiker irrelevant», kritisiert Leimgruber. Er schlägt deshalb eine spezifische Anpassung der Integrationsleistungen für Akademiker vor.

Mehr Möglichkeiten gibt es für die akademische Integration von Studentinnen und Studenten, die als Flüchtlinge in die Schweiz gekommen sind. Der Verband der Schweizer Studierendenschaften VSS engagiert sich mit dem Projekt «Perspektiven - Studium» für die Integration geflüchteter Studierender ins Schweizer Hochschulwesen. Die Verantwortliche des Projekts, Martina von Arx, freut sich sehr darüber, wie stark sich die Studierenden dafür engagieren: «Die grosse Nachfrage und die positiven Rückmeldungen aus den laufenden Projekten zeigen, dass wir auf dem richtigen Weg sind.» An verschiedenen Universitäten – beispielsweise in Basel und Genf – wurden mittlerweile Projekte etabliert, durch die Flüchtlinge als Gasthörer an Vorlesungen teilnehmen können. Ein Nachteil ist jedoch, dass diese Programme bisher keinen Zugang zu einem anerkannten Abschluss ermöglichen und nur einer begrenzten Anzahl von Studierenden offenstehen.

Für die erfolgreiche Integration geflüchteter Forscher gibt es in der Schweiz also noch einige Hürden zu bewältigen. Wie wichtig eine spezifische Fluchthilfe im akademischen Bereich ist, verdeutlicht die historische Erfahrung mit Wissenschaftlern, die vor dem Naziregime flohen. Nicht nur sicherte die Flucht ihr Überleben, mit ihnen kam neues Wissen und Innovation in die Aufnahmeländer. Und manchmal bringen akademische Migranten auch Ruhm und Ehre mit: Von den 21 Schweizer Nobelpreisträgern in den Naturwissenschaften wurden zehn im Ausland geboren.

Julia Richter ist Journalistin in Bern.

Viele Programme, vor allem in Deutschland

- **Philipp-Schwartz-Initiative** der Deutschen Humboldt-Stiftung hilft Wissenschaftlern in Gefahr.
- **Chance for Science** vermittelt Kontakt zu Forschenden an deutschen Universitäten.
- **Council for Assisting Refugee Academics** (Cara) unterstützt geflüchtete Wissenschaftler. Cara wurde 1933 als Reaktion auf die zunehmenden Diskriminierungen in Nazideutschland gegründet.
- **Scholars at Risk** setzt sich für Forschungsfreiheit und Menschenrechte ein.
- **Science4refugees**, eine Initiative der Europäischen Kommission, erleichtert die Integration in europäische Universitäten.
- **Academic Experience Worldwide** setzt sich für die akademische Integration von Flüchtlingen ein.
- **Scholars Rescue Fund** unterstützt Wissenschaftler in Gefahr finanziell.
- **Die Initiative der Deutschen Forschungsgemeinschaft** ermöglicht Projekten, zusätzliche Mittel für die Anstellung eines Wissenschaftlers im Exil zu beantragen.

«Für unangenehme Befunde gibt es keinen optimalen Zeitpunkt»

Seine Forschungsarbeiten zu Einbürgerungen an Gemeindeversammlungen und zur Arbeitsmarktintegration Asylsuchender haben Dominik Hangartner viel mediale Aufmerksamkeit beschert. Der Migrationsexperte nimmt dies relativ gelassen. *Von Pascale Hofmeier*

Wie ist es, als Forscher mit politisch kontroversen Themen in der Öffentlichkeit zu stehen?

Mir ist bewusst, dass wir zu kontrovers diskutierten Themen forschen, zum Beispiel wie lang es bis zur Einbürgerung dauern soll. Andere Policies sind jedoch erstaunlich wenig kontrovers, zum Beispiel wenn es um die positiven Konsequenzen kürzerer Asylverfahren geht. Es ist in einer Demokratie wichtig, politisch unabhängig aufzuzeigen, welche Vor- und Nachteile verschiedene Politiken haben. Wir versuchen mit unserer Forschung in einem emotionsgeladenen Bereich kühle Analysen und Instrumente zur Verfügung zu stellen, um eine faktenbasierte Meinungsbildung zu ermöglichen. Mit der Sichtbarkeit von Migrationsthemen in vielen Ländern in Europa und darüber hinaus ist auch das Interesse an unserer Arbeit in den letzten Jahren gestiegen.

Wie gehen Sie damit um, wenn Ihre Resultate von der Politik vereinnahmt werden?

Als Forscher habe ich zwei Aufgaben. Erstens saubere Analysen zu erstellen, herauszufinden, was Ursache und was Wirkung ist. Wenn wir zum Beispiel ein Asylverfahren um zwei Monate verkürzen, dann beginnen Flüchtlinge früher zu arbeiten, das kostet den Staat unter dem Strich weniger und fördert die Integration. Die zweite Aufgabe ist, dafür zu sorgen, dass die Resultate so verstanden werden, wie wir sie berechnet haben. Nicht nur von Experten, sondern auch von den Laien, die unsere Forschung über ihre Steuergelder finanzieren. Je besser uns das gelingt, desto kleiner ist der Raum für Fehlinterpretationen. Wir können Vorschläge für eine bessere Integrationspolitik machen. Wie diese umgesetzt werden, hängt von Politikern, der Verwaltung und der Stimmbevölkerung ab.

Haben Sie sich auch schon überlegt, Resultate nicht oder zu einem anderen Zeitpunkt zu publizieren, weil sie falsch verstanden werden könnten?

Diese Frage gehört zu den Tabuthemen unter den Forschenden. Für unangenehme Befunde gibt es selten einen optimalen



Manu Friederich

Resultate zu kommunizieren gehört für Dominik Hangartner zur Forschung.

Zeitpunkt. Persönlich war ich noch nie in so einer Situation. Ich denke, ich habe eine relativ dicke Haut.

Dennoch gibt es immer – mehr oder weniger heftige – Reaktionen. Lesen Sie die Kommentare in den sozialen Medien?

Manchmal. Das ist aber nicht unbedingt ein sinnvoller Zeitvertreib.

Wo stehen Sie im politischen Spektrum?

Sicher spielt meine Biografie eine Rolle für mein Interesse an Migrationsthemen. Das hat aber keinen Einfluss auf den wissenschaftlichen Prozess. Ich will verstehen, was funktioniert und was nicht. Die Analyse selbst ist ein neutraler Vorgang. Ich habe keine Anreize, etwas zu beschönigen.

Sollten Sie sich mehr in die öffentliche Debatte einmischen?

Ich forsche mitten in der Gesellschaft. Dazu gehört, die Resultate allen zu kommunizieren, die betroffen sind. In unserem Fall sind dies alle Akteure im Bereich Migration. Wir suchen den Austausch auch gezielt. Die Resultate zur Arbeitsmarktintegration haben wir im Europaparlament präsentiert und den Ländern gezeigt, wie sie Daten für weitere Studien bereitstellen können.

Ihre Projekte sind sehr international. Können Sie dadurch unabhängiger bleiben, obwohl Sie Schweizer sind?

Das hilft sicher. Fest steht aber, dass, was für die Schweiz relevant ist, auch im Ausland interessiert. An den Resultaten zur Beschleunigung der Asylverfahren waren viele europäische Länder interessiert. Wir wurden etwa um eine Einordnung für den finnischen Kontext gefragt. Die Öffentlichkeitsarbeit sorgt für viele Anfragen aus dem

Ausland. Wir können teilweise dabei helfen, Druck aufzubauen, damit Forschende Zugang zu Daten der jeweiligen Länder erhalten, die vorher unter Verschluss waren.

Pascale Hofmeier ist SNF-Wissenschaftsredaktorin.

Die neusten Resultate

- Europäer bevorzugen junge, christliche, weibliche und gut gebildete Flüchtlinge. Muslime hingegen sind eher unbeliebt. Dies hat eine Umfrage bei 18 000 Personen in 15 europäischen Ländern ergeben. *Science* (2016)
- Obwohl Flüchtlinge in der Schweiz während des Asylverfahrens eine Stelle antreten dürfen, verschlechtert eine lange Wartezeit ihren Berufseinstieg. *Science Advances* (2016)
- Migrantinnen und Migranten integrieren sich langfristig besser, wenn sie eingebürgert werden. *PNAS* (2015)

Der Migrationsexperte

Dominik Hangartner wird auf August 2017 ausserordentlicher Professor für Politikanalyse an der ETH Zürich. Er ist Co-Leiter des Immigration Policy Lab an den Universitäten Stanford und Zürich, Leiter des Projekts *Asylum Policy and Refugee Integration* beim Nationalen Forschungsschwerpunkt «On the move» und noch bis im Sommer ausserordentlicher Professor für Methodologie und Politikwissenschaften an der London School of Economics.

Die Rentnerkolonie

Zahlreiche Pensionierte aus Europa sind an die Costa Blanca in der spanischen Provinz Alicante ausgewandert. Die Lausanner Soziologin Marion Repetti untersucht vor Ort die Auswirkungen der geografischen Distanz auf die familiäre Solidarität.



« Ich kam im August 2016 in Javea an, einem kleinen Badeort in der Region Alicante. Hier wohnen viele Pensionierte aus Nord- und Mitteleuropa, besonders aus Grossbritannien. In einem Quartier des Ortes wird ausschliesslich englisch gesprochen, auch die Beschilderungen sind englisch. Es handelt sich um eine Art Kolonie.

Über Javea macht ein Witz die Runde: Bei einer Verhandlung über die britische Enklave Gibraltar soll die frühere Premierministerin Margaret Thatcher erklärt haben: «Ich gebe euch Gibraltar zurück, aber lasst uns Javea!»

Solidarische Generationen

In Europa dominiert ein Gesellschaftsmodell, in dem die Solidarität der Menschen in erster Linie über die Familie läuft und erst danach über den Staat. Von den Pensionierten wird erwartet, dass sie ihre Familie unterstützen, typischerweise, in-

dem sie die Enkel betreuen. Wenn sie dann sehr betagt sind, können sie für ihre eigene Betreuung auf ihre Kinder zählen. In diesem Modell leben die Familienmitglieder geografisch nahe zusammen. Ich habe mich deshalb gefragt, wie sich die Distanz auf die familiäre Solidarität auswirkt.

Ich mache ein Postdoktorat an der University of Manchester und am Virginia Tech in den USA. Auf Javea bin ich durch eine Kette von Zufällen gekommen. Ich befasse mich schon länger mit Fragestellungen zum Alter und wusste, dass in Alicante viele Pensionierte leben. Da ich persönlich niemanden kannte, der in Spanien im Ruhestand lebt, kontaktierte ich mehrere Organisationen und Zentren für Pensionierte, unter anderem eine Schweizer Rentnervereinigung in der Region Alicante. Die ersten Personen, zu denen mir Kontakte vermittelt wurden, leben in Javea. Diese haben mir weitere Pensionierte vermittelt, dann wurde ich in Facebook-Gruppen auf-



Zweimal täglich lädt der örtliche Gesangsverein im spanischen Benidorm an den Levante-Strand zum gemeinsamen Singen von international bekannten Volksliedern ein. Die Postdoktorandin Marion Repetti befragt in den Nachbarstädten Javea und Denia Rentner aus Nord- und Mitteleuropa zu ihren Beziehungen mit den zurückgebliebenen Familienmitgliedern.

Bild: Keystone/DPA/Manuel Meyer

genommen und konnte so mein Netz auf die Nachbarstadt Denia ausdehnen.

Ich bin zuerst eineinhalb Monate geblieben und im Januar 2017 nochmals zurückgekehrt. Mein Mann und meine beiden Kinder haben mich begleitet. Vor Ort konnte ich mit vielen Pensionierten sprechen, die das ganze Jahr oder einen Teil davon in Javea leben. Ich habe sie an öffentlichen Orten getroffen, aber auch bei ihnen zu Hause. Mit ausführlichen Interviews konnte ich analysieren, welche Art von familiären Beziehungen sie aus der Ferne pflegen.

Bindungen nicht kappen

Bei den Personen, die ich befragt habe, spielte der finanzielle Aspekt eine wichtige Rolle beim Entschluss, auszuwandern. Sie kamen zum Schluss, dass sie durch die Migration ihre Lebensbedingungen im Ruhestand verbessern können. Manche befinden sich in einer finanziellen Situation, die ihnen nicht viel Spielraum lässt.

Aufgrund der unterschiedlichen Kaufkraft konnten sich gewisse Pensionierte ein grosses Haus leisten, manchmal mit Swimmingpool. Sie können ausgehen und Restaurants besuchen, was in ihren Heimatländern nicht unbedingt der Fall war. Sie sind sich auch bewusst, dass ihre Anwesenheit der Wirtschaft der Region zugutekommt, was ihren Eindruck bestärkt, hier einen legitimen Platz zu haben. Sie tauschen sich gern über ihre Situation aus und sind stolz auf ihr Projekt. Sie haben nicht mehr das Gefühl, überflüssig zu sein.

In der Fachliteratur zu diesem Thema werden diese Pensionierten im Allgemeinen als Personen betrachtet, die ihre Freiheit in diesem Lebensabschnitt nutzen, auch was die familiären Verpflichtungen betrifft. Ich habe das Umgekehrte festgestellt. Erstens sind die Betroffenen nach Spanien und nicht nach beispielsweise Thailand oder Nordafrika gezogen, damit sie nicht allzu weit weg von der Familie

sind. Sie sind sich einig, dass sie im Notfall verfügbar sein müssen. Wichtig finden sie auch, dass ihre Familie zu Besuch kommen kann. Sie haben das Gefühl, ihren Kindern und Enkeln einen angenehmen Rahmen für Ferien bieten zu können und dass sie dafür geschätzt werden. In gewissen Fällen führte der Entscheid aber auch zu Konflikten mit den Kindern, die im Alltag Hilfe erwartet hätten. In anderen Fällen unterstützte die Familie diesen Entscheid. >>>

Aufgezeichnet von Benjamin Keller.

Die digitale Verunsicherung

Populismus im Web hat auch in der Schweiz das Potenzial, die Demokratie auszuhöhlen. Doch der «digitale Populismus» ist erst mit den Wahlerfolgen in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt - und der Forschung. *Von Martin Zimmermann*

2017 ist in Europa ein «Super-Wahljahr». In den beiden EU-Grossmächten Frankreich und Deutschland sowie in weiteren Staaten wird gewählt. Doch dieses Mal ist alles etwas anders als sonst. Seit Donald Trumps Wahlsieg geht ein Gespenst um in den westlichen Demokratien: der digitale Populismus. Seither wird kontrovers diskutiert, ob zwischen dem Erfolg der Populisten und ihren Kampagnen in den sozialen Medien ein Zusammenhang besteht.

Aus der Forschung kommen dazu vorsichtige Töne: Thomas Häussler vom Institut für Kommunikations- und Medienwissenschaft an der Universität Bern warnt davor, Facebook und andere soziale Medien für die Erfolge der Populisten verantwortlich zu machen. «Natürlich bedienen Populisten, hierzulande vorab die SVP, die sozialen Medien gekonnt», sagt Häussler, der zu politischer Kommunikation und Online-Mobilisierung forscht: «Noch ist es für sie aber nur ein weiterer Kommunikationskanal.»

Klassische Medien haben im politischen Meinungsbildungsprozess noch immer mehr Einfluss, sagt Häussler. In der Schweiz sind dies vor allem Zeitungen, andernorts das Fernsehen. Wenn man Facebook morgen «den Stecker ziehen würde», würde sich die politische Landschaft also nicht automatisch fundamental ändern, erklärt der Medienwissenschaftler; die bereits bestehende politische Polarisierung würde nicht über Nacht verschwinden.

Der direkte Draht zum Volk

Grundsätzlich sind Online-Plattformen und Populismus tatsächlich eine ideale Kombination: «Populisten suchen den direkten Draht zum Volk», erklärt Sven Engesser vom Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung der Universität Zürich (UZH). Er untersucht im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Democracy» Populismus und Massenmedien.

Die Rolle der sozialen Medien für den Aufstieg populistischer Bewegungen sei bislang erstaunlich wenig untersucht wor-

den, sagt Engesser. Die Erforschung des digitalen Populismus wird dadurch erschwert, dass eine allgemein anerkannte Populismus-Definition fehlt. Das liegt auch an der Heterogenität der als populistisch bezeichneten Parteien und Bewegungen.

Online spiegelt «Offline-Populismus»

Engesser und weitere Forschende der UZH haben sich mit den Inhalten befasst, die Populisten aus der Schweiz, Österreich, Italien und Grossbritannien im Internet verbreiten. Gemein sei ihnen, sich als «wahre» Vertreter eines idealisierten Volks zu sehen, das im Dauerkonflikt mit vermeintlich volksfernen Eliten liegt. Inhaltlich spiegelt der digitale weitgehend den «Offline»-Populismus: Während linke Populisten tendenziell die ökonomischen Eliten angreifen, also Grosskonzerne und Banken, beziehen Rechte in Tweets, Posts und Online-Artikeln gegen politische Eliten und Migranten Stellung. Vor allem die Rechte kritisiert zudem die traditionellen Massenmedien.

«In extremis höhlt diese Art zu denken die Demokratie aus.»

Thomas Häussler

Thomas Häussler ortet in dieser Ablehnung der Massenmedien ein wichtiges Merkmal des Populismus im Internet. Sie zeige sich besonders prononciert in der Debatte um die «Lügenpresse» in Deutschland: «Historisch war das öffentliche Ansehen von Journalisten nie besonders gross. In den letzten Jahren ist es noch weiter gesunken.»

Bauchgefühle ersetzen Fakten

Die Medienkritik habe nun eine in Europa lange nicht mehr gekannte, fundamentale Qualität erreicht. Diesen Vertrauensverlust machen sich Populisten zunutze. Häussler: «Sie werfen den traditionellen Medien vor, Teil der Eliten zu sein, die sich gegen

das Volk verschworen haben, um dieses bewusst zu manipulieren.» Dieser Vorwurf steht im diametralen Gegensatz zu den in Journalisten-Codices propagierten Werten wie Unabhängigkeit und der Verantwortung gegenüber der Öffentlichkeit. Nicht von ungefähr fordern viele populistische Parteien - hier in der Schweiz an vorderster Front die SVP -, öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten als vermeintliche Bannerträger der Elite zu verkleinern oder gleich ganz abzuschaffen.

Die Anti-Eliten-Haltung führt jedoch gerade online erst recht dazu, dass sich journalistische Standards zusehends auflösen. Plötzlich geniessen zweifelhafte Formate wie das schweizerische Verschwörungstheoretiker-Portal «Alles Schall und Rauch» den gleichen publizistischen Stellenwert wie eine Neue Zürcher Zeitung. Das Bauchgefühl und der «gesunde Menschenverstand» zählen mehr als Expertise und überprüfbare Fakten. Es fällt daher leicht, sogar falsche Nachrichten - Fake News - zu verbreiten: frei erfundene Online-Beiträge, die in Stil und Layout Texten traditioneller Massenmedien nachempfunden sind. Dahinter vermuten Engesser und Häussler eine bewusste politische Strategie. Verunsicherte Menschen suchen eher Halt bei charismatischen Führungspersonen und einfachen Weltbildern. Und genau dies bieten Populisten an.

Was ist überhaupt noch wahr?

Die Erosion journalistischer Standards kann sich längerfristig negativ auf politische Prozesse auswirken. Unter diesen Umständen können Medien ihre Rolle als vierte Gewalt, ihre Kritik- und Kontrollfunktion, nicht mehr wahrnehmen: Wenn alles relativ ist, wird es immer schwieriger, sich eine faktenbasierte Meinung zu bilden und über Sachpolitik zu debattieren. «Man bleibt in der Meta-Diskussion stecken, ob die von Medien und Experten präsentierten Grundlagen überhaupt wahr sind, ja, ob überhaupt etwas von dem wahr ist, was die Medien berichten», so Häussler. «In extremis höhlt diese Art zu denken die Demokratie aus.»



Unüberprüfbare Behauptungen und Manipulation sind für eine Demokratie ähnlich gefährlich wie ein Hochwasser für die Stadt. Das macht nicht nur Helvetia am Rhein in Basel nachdenklich. Bild: Keystone/Branko de Lang

Sogenannte Echokammern oder Filterblasen können diese Relativierung des Faktischen zusätzlich fördern. Die beiden häufig zitierten Begriffe beschreiben die Tendenz, sich im Internet mit ähnlich eingestellten Menschen zu umgeben und gegenseitig in seinen Einstellungen zu bestärken. Neu ist dieses Phänomen nicht, wenn man an die hierzulande bis in die 1960er dominierende Parteipresse denkt, wie Thomas Häussler sagt: «Um aber zu wissen, dass es andere Meinungen gab als die im Parteiblatt vertretene, musste man damals am Kiosk nur einen Schritt zurücktreten, und schon hatte man die Zeitungen anderer Parteien im Blick.»

Ein solches Zurücktreten, eine neutrale Vogelperspektive also, sei im Internet nicht mehr möglich, weil die Nutzerinnen und Nutzer dieses kommunikative Geflecht mit jedem Klick beständig verändern. Algorithmen sorgen aufgrund dieser Aktivitäten dafür, dass die User vor allem Beiträge sehen, die ihrem vermeintlichen Weltbild entsprechen. Und das wird von Mikro-Marketing-Firmen, die sich auf individualisierte Internet-Werbung spezialisiert haben, zusätzlich verstärkt.

Wenn das Internet «überschwappt»

Bisher gibt es keine empirischen Belege dafür, dass Filterblasen im Internet den

Populisten zu Wahlsiegen verholfen hätten. Sowohl Häussler als auch Sven Engesser gehen von einem sogenannten Spillover-Effekt aus: Wie Durchlauferhitzer verstärken traditionelle Medien mit ihrer Berichterstattung die Wirkung von Tweets, Blog- oder Facebook-Beiträgen weit über die sozialen Medien hinaus.

Verunsicherte Menschen suchen eher Halt bei charismatischen Führungspersonen und einfachen Weltbildern. Und genau dies bieten Populisten an.

Denn im Kampf um Reichweite und damit um Werbeeinnahmen, um zu überleben, orientieren sich die klassischen Medien zusehends an den sozialen Medien: «Drama, Emotionen, klare Botschaften – all das, was Populisten in Tweets und Facebook-Posts bieten, sorgt dafür, dass mehr Leute zum Beispiel einen Online-Zeitungsartikel lesen», sagt Engesser. Diese Aussagen halten zwar dem Faktencheck oft nicht stand. Sind sie aber einmal ver-

breitet, ist es schwer, sie zu widerlegen. Obwohl also Populisten und die vermeintlich lügenden Massenmedien über Kreuz liegen, profitieren sie laut Engesser paradoxerweise voneinander: Populisten sorgen mit ihren Tiraden für Klicks, die Massenmedien verbreiten dafür deren Botschaften weiter.

Virulent ist das Problem gerade in politisch stark polarisierten Ländern, in denen vergleichsweise staatstragende – in den Augen von Populisten somit «elitenah» – Medien nicht moderierend wirken. Ein Paradebeispiel sind die USA mit ihren sehr schwachen öffentlich-rechtlichen Sendern: Die US-Massenmedien hätten im Fall der Präsidentschaftswahlen mit ihrer Empörungsbewirtschaftung schlicht versagt, fasst Thomas Häussler zusammen: «Indem sie auf der Suche nach Klicks und Werbung jeden haarsträubenden Tweet Donald Trumps aufgenommen und verbreitet haben, haben sie letztlich auch seine Politik befördert.»

Martin Zimmermann ist freier Journalist in Bern.

S. Engesser et al.: Populism and social media: how politicians spread a fragmented ideology. Information, Communication and Society (2016)

Gebärden, die gesprochene Worte ersetzen

Viele der rund 600 000 hör-behinderten Menschen in der Schweiz kommunizieren mit einer Gebärdensprache. Das interessiert auch die Forschung. *Von Astrid Tomczak-Plewka*

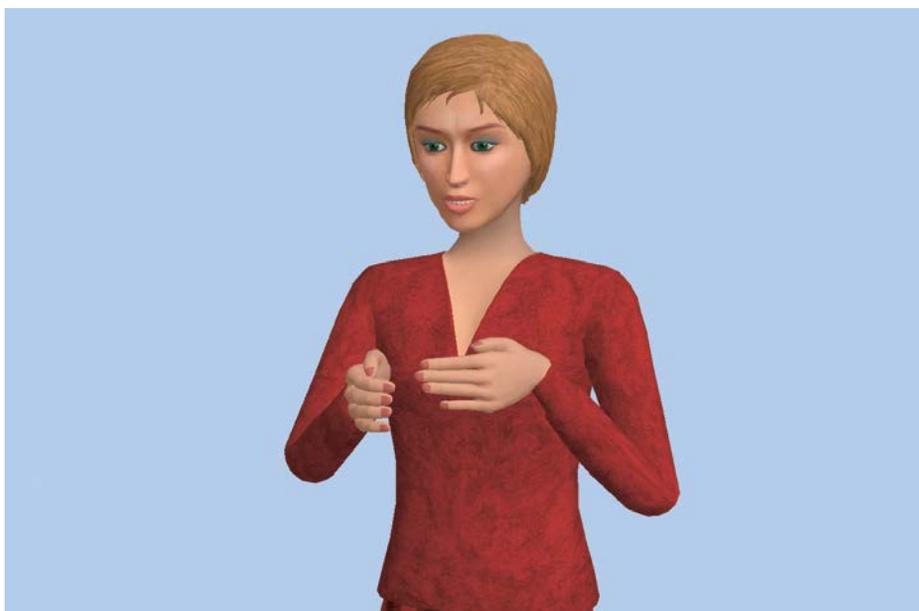
Gebärdensprachen sind natürliche Sprachen. Sie werden in einer Sprachgemeinschaft genauso wie Lautsprachen entwickelt und benutzt. In der Schweiz gibt es drei davon: Deutschschweizer, französische und italienische Gebärdensprachen.

Die Erforschung der Gebärdensprache mit modernen linguistischen Methoden begann in den 1960er Jahren mit Studien in den USA und den Niederlanden. In der Schweiz gründete Penny Boyes Braem 1982 das Forschungszentrum für Gebärdensprache (FZG) in Basel als private, nicht profitorientierte Organisation. «Damals war keine andere Institution in der Schweiz bereit, Forschung über diese teils verpönte Sprache zu fördern», erklärt die Forscherin. «Für Linguisten sind die Beschreibungen von diesen Sprachen, die visuell produziert und wahrgenommen werden, aber sehr interessant, weil sie oft ein neues Licht auf die traditionellen Sprachtheorien werfen.» Zum Beispiel ist in der Gebärdensprache visuelle Ikonizität auf allen Ebenen vorhanden, also ein sichtbares Abbildungsverhältnis sprachlicher Ausdrücke. Dies werfe «starke Schatten» auf das linguistische Prinzip, dass die Beziehung zwischen den sprachlichen Zeichen respektive Wörtern und ihren Bedeutungen in allen menschlichen Sprachen willkürlich seien. So unterscheiden sich zum Beispiel die Wörter für das Konzept «Baum» in nicht verwandten Lautsprachen sehr. Aber in vielen Gebärdensprachen der Welt zeigen die Gebärden für Baum einen bildhaften Aspekt der Form eines Baumes.

Vom Lippenlesen zur Gebärde

Heute wird die Gebärdensprache in der Schweiz an verschiedenen Institutionen untersucht, zum Beispiel an der Interkantonalen Hochschule für Heilpädagogik in Zürich (HfH), an der Universität Zürich (UZH) und an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Winterthur (ZHAW).

In den Projekten braucht es Forschende, die die Gebärdensprache sehr gut beherrschen. Eine von ihnen ist Katja Tissi von der HfH. Sie ist seit Geburt gehörlos



Der Avatar Anna übersetzt Lautsprecherdurchsagen in Bahnhöfen in die Deutschschweizer Gebärdensprache. Bild: University of East Anglia/Universität Zürich, Institut für Computerlinguistik/trainslate

und hat ihre Gebärdensprache von ihrer älteren, auch gehörlosen Schwester gelernt. «Als Kind hatte ich oft ein schlechtes Gefühl, wenn ich die Gebärdensprache benutzte», erinnert sie sich. Bis 1980 konzentrierten sich Fachleute in der Schweiz darauf, Betroffene ins Hör- und Sprachtraining zu schicken. Kommuniziert wurde vor allem übers Lippenlesen. Durch einen Aufenthalt in den USA entdeckte Katja Tissi, dass dort die Gebärdensprache wissenschaftlich erforscht wird: «Zu sehen, dass die Gebärdensprache anerkannt wird, hat mir ganz neue Welten eröffnet und Selbstbewusstsein gegeben.»

Technisch profitiert die Gebärdensprachforschung von den Entwicklungen der Computer und im Bereich Multimedia; zentral ist dabei die Bilderkennung. «Genauso wie Hörende nutzen auch immer mehr Gehörlose das Internet und die Sozialmedien», erklärt Penny Boyes Braem. Um per Internet zu kommunizieren, produzieren Gehörlose oft Videoclips mit Gebärdensprache. Sie können so leicht identifiziert werden – im Gegensatz zu Lautsprache-Nutzern, die in schriftlichen Mitteilungen anonym bleiben können.

Deswegen sind Forscher daran, Techniken zu entwickeln, um Gebärden zuerst auf Video automatisch zu erkennen und dann durch einen völlig anonymen Avatar gebärden zu lassen. Ein erster Schritt in diese Richtung ist das Projekt Smile, das vom Idiap-Forschungsinstitut in Martigny in Zusammenarbeit mit der HfH und der University of Surrey, Grossbritannien, durchgeführt wird. In diesem Projekt wird ein Gebärdenspracherkennungssystem

entwickelt, das Lernenden ein Feedback zu ihrer Produktion der Deutschschweizer Gebärdensprache gibt.

Übersetzer-Avatar leiht seine Ohren

Maschinelle automatische Übersetzung spielt auch in der Doktorarbeit von Sarah Ebling von der Universität Zürich eine zentrale Rolle: Zugansagen an Bahnhöfen sind für Menschen mit einer Hörbehinderung nicht verständlich. Im Projekt wurde ein System entwickelt, das die Zugansagen automatisch von einem Avatar in deutschschweizerischer Gebärdensprache (DSGS) auf einem Smartphone anzeigt.

Weitere Forschungsschwerpunkte sind die Signale der Hände und des Gesichts sowie die kognitiven Prozesse bei der Benützung von Gebärdensprachen. «Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Koordination einer manuellen Gebärde mit einer nicht manuellen Komponente für erwachsene hörende Lernende eine grosse Herausforderung ist. Noch wissen wir aber viel zu wenig darüber, wie dieser modalitätsspezifische Spracherwerb abläuft», erklärt Tobias Haug, Studiengangleiter und Forscher an der HfH. Um dieser Frage nachzugehen, plant die HfH ein Projekt für einen sogenannten Lernerkorpus der DSGS. «Ziel eines Lernerkorpus ist es, Daten von Lernenden über eine gewisse Spanne ihres DSGS-Erwerbs zu erheben, um unter anderem herausfinden zu können, was typische Schwierigkeiten beim Erlernen einer Gebärdensprache sind.»

Astrid Tomczak-Plewka ist freie Journalistin in Bern.

SMS gegen den Koma-Suff

Der 17-jährige Schüler sitzt gerade in einer Kneipe, als eine SMS auf seinem Smartphone eintrudelt: «Hi Mario. Du bist kein Mitläufer, der nur Alkohol trinkt, um bei andern dazuzugehören. Super! Das zeigt Stärke und kann andere beeindruckend!» Die Nachricht soll ihm ablehnen helfen, wenn seine Clique ihn zum Saufen animieren will. Absender ist ein Team um den Psychologen Severin Haug vom Institut für Sucht- und Gesundheitsforschung der Universität Zürich.

Das Programm heisst «MobileCoach Alkohol» und wurde in einer Studie mit gut tausend Mittel- und Berufsschülern in den Kantonen Zürich und Bern erprobt. Projekt-Mitarbeitende gingen in 80 Klassen und liessen die Schüler zunächst auf Tablets Fragen zu ihrem Alkoholkonsum beantworten. Bei der Hälfte der Klassen blieb es dabei, sie dienten als Kontrolle. Bei den anderen erstellte der Computer der Forscher anhand der Antworten sofort eine erste Rückmeldung zum Alkoholkonsum. Und er suchte für jeden Teilnehmer die Kurznachrichten heraus, die er im nächsten Vierteljahr erhielt. «Je stärker sie individualisiert sind, desto eher werden die Informationen gelesen», erläutert Haug.

Das Programm soll vor allem das sogenannte Rauschtrinken eindämmen – den Konsum von fünf – bei Frauen vier – oder mehr alkoholischen Getränken bei einer Gelegenheit. Solch einen Exzess leisteten sich im Monat vor der Teilnahme 47 Prozent der Schüler mindestens einmal, danach noch 41 Prozent. Die Mitglieder der Kontrollgruppe betranken sich dagegen häufiger als zuvor.

Die elektronische Hilfestellung wird jetzt weiterentwickelt und soll auch in anderen Kantonen angeboten werden. Da alles weitgehend automatisch abläuft, kommt das Programm auch bei vielen Teilnehmern nicht teuer. «Es ist letztlich egal, ob man es mit zehn oder zehntausend Jugendlichen macht», sagt Haug. *Jochen Paulus*

S. Haug et al.: Efficacy of a Web- and Text Messaging-Based Intervention to Reduce Problem Drinking in Adolescents: Results of a Cluster-Randomized Controlled Trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* (2016)

Severin Haug



Das Programm erreicht Teenager per SMS dort, wo sie Alkohol trinken: abends an der Party.

Adrian Moser



Die Initiative gegen kalte Betten wirkt unerwartet: Erstwohnungen haben an Wert verloren.

Zweitwohnungsinitiative hat negative Folgen

Seitdem keine neuen Zweitwohnungen mehr in Tourismusorten gebaut werden dürfen, sind Erstwohnungen dort um 12 Prozent billiger geworden, nicht aber in anderen Gemeinden. Diesen überraschenden Effekt haben die Wirtschaftswissenschaftler Christian Hilber von der London School of Economics und Olivier Schöni von der Universität Bern festgestellt. In ihrer Studie haben sie die Wohnungspreise vor und nach der Initiative in der gesamten Schweiz verglichen. «Der Effekt ist erstaunlich robust», sagt Schöni. Es gebe zudem keine Indizien dafür, dass potenzielle Käufer in benachbarte Gemeinden abgewandert sind.

Da die Preiseffekte für Erst- und Zweitwohnungen unterschiedlich sind, folgern die Autoren, dass Erst- und Zweitwohnungen nicht austauschbar sind. Dies ist vermutlich einerseits auf die unterschiedliche Bauweise von Chalets und traditionellen Wohnhäusern zurückzuführen. Andererseits ist die Lage für potenzielle Käufer bestimmend: Während Touristen nahe am Skilift wohnen wollen, brauchen Einheimische kurze Wege zu Schule und Einkaufsmöglichkeiten.

Die Autoren bewerten die niedrigeren Hauspreise in touristischen Gebieten nicht positiv. «Zwar sinken die Mieten, aber nur weil das Verbot die lokalen Arbeitsmärkte und Zukunftsperspektiven negativ beeinflusst», sagt Hilber. Die Berufsaussichten der Einheimischen verschlechtern sich. Das schlägt sich in einer tieferen Zahlungsbereitschaft für Immobilien und schliesslich in einem gesunkenen Vermögen nieder. Die Autoren rechnen langfristig damit, dass viele Einheimische ihre Häuser an Investoren verkaufen werden. Auf diese Weise entstehen dann legal neue «kalte» Betten. *Anne-Careen Stoltze*

C. Hilber & O. Schöni: The Housing Market Impacts of Constraining Second Home Investments. University of Bern & London School of Economics. CRED Research Paper No. 11 (2015)

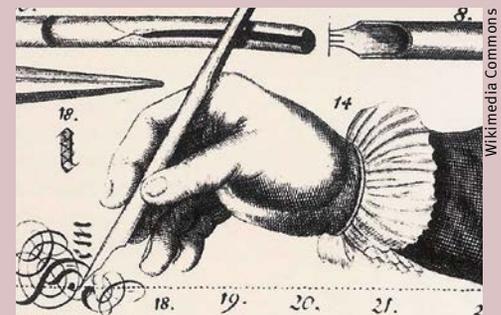
Aus spitzer Gänsefeder

Den Füllfederhalter richtig zu halten, so dass er weder tropft, schmiert noch kratzt, will gelernt sein. Als Schreibinstrument setzte sich die Stahlfeder in Europa im 19. Jahrhundert durch. Vorher wurde über 1000 Jahre lang mit Tierfedern geschrieben – vorwiegend mit Gänsekielen. Diese waren in ihrer Handhabung nicht minder verwickelt. Eine geübte Sitz- und Fingerhaltung und auch das Spitzen der Feder beherrschten nicht alle. So beklagt sich die deutsche Dichterin Annette von Droste-Hülshoff in einem Brief: «Glückselig wer mit Gänsekielen schreiben kann! Ich kann's nicht, denn ich verstehe sie nicht zu schneiden [...]!»

Mit der Geschichte der Gänsefeder vom Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert befasst sich Martina Wernli von der Universität Neuenburg. Die Literaturwissenschaftlerin sucht in unterschiedlichen Quellen nach dem Vorkommen der Feder – etwa in Sonetten des italienischen Renaissance-Dichters Petrarca, in Romanen von Jean Paul oder in der Barock-Lyrik der Catharina Regina von Greiffenberg. Wernli will nicht nur ein literarisches Motiv oder eine metaphorische Bedeutung verstehen: «Ich untersuche die Feder auch als Objekt mit einer eigenen Materialität.» Dazu zieht sie historische Anleitungen zum Spitzen oder Anweisungen zur Körperhaltung beim Schreiben bei.

Die Wissenschaft hat die Feder im Gegensatz zu Tinte, Pergament und Papier bisher vernachlässigt. Auch als archäologischer Gegenstand ist sie meist nicht vorhanden. Sie wurde aufgebraucht oder ist verrottet. Mit ihrer Analyse bringt Wernli nicht nur die Gänsefeder in die Gegenwart zurück, sie verbindet auch zum ersten Mal unterschiedliche Perspektiven zum Schreiben als Kunst, Kultur und Technik. *Kathrin Zehnder*

Martina Wernli: Feder lesen. Eine Literaturgeschichte des Gänsekiels von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert, Habilitationsprojekt



Auch im 18. Jahrhundert brauchte es eine Anleitung, um mit der Gänsefeder zu schreiben.



Mit Ideen experimentieren

Die Geheimnisse unseres Erbguts lassen sich mit einem Klick entschlüsseln und hochladen. Doch wer soll diese Informationen nutzen können - und wofür? Diese schwierigen Fragen beschäftigen die Bioethikerin Effy Vayena. *Von Celia Luterbacher*

Ihr Erwachsenenleben verbrachte Effy Vayena zum Grossteil fernab der griechischen Insel Lefkada, ihrer Heimat. Nach dem Abschluss ihres Geschichtsstudiums in Athen führte ihre Laufbahn sie von den USA über Grossbritannien und Myanmar bis in die Mongolei. Heute lebt sie in Zürich. Und sie nimmt sich noch immer jeden Sommer Zeit, um ihre Familie in Lefkada zu besuchen und mit ihren beiden Töchtern Wasserski zu fahren. «Die Insel ist unglaublich schön und sonnig - wer an einem solch sonnigen Ort geboren wurde, ist wohl natürlicherweise optimistisch», sagt sie.

Optimismus scheint ein nützlicher Charakterzug für eine Wissenschaftlerin, die Antworten auf einige der schwierigsten ethischen Fragen der heutigen Gesellschaft finden soll. Als Professorin für Gesundheitspolitik und Gründungschefin des Health Ethics and Policy Lab an der Universität Zürich befasst sich Vayena mit den regulatorischen Herausforderungen, welche die Fortschritte in der Gesundheits- und Medizintechnologie mit sich bringen.

Sie widmet sich Fragen wie Datenschutz, Fairness und Wahlfreiheit, auf die das Gesetz bisher keine Antwort gibt. Dank Genomforschung und Gensequenzierung können wir zum Beispiel mehr über die Zukunft von Patienten in Erfahrung bringen als je zuvor. «Aber welche Informationen sollen wir an Patienten weitergeben - oder an Dritte?», fragt die Bioethikerin. Und: «Müssen diese Daten privat bleiben oder zum Wohl der Allgemeinheit nutzbar sein?»

Programme entwickeln - und Autos

Vayena war nicht immer an Hochschulen tätig. In die Schweiz kam sie 2000 für eine Stelle bei der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in Genf.

«Ich habe ursprünglich Geschichte und Ideengeschichte studiert. Mit der Zeit verlagerte sich mein Interesse zu ethischen und medizinischen Streitfragen - vor allem im Bereich Reproduktion und Genetik.»

Bei der WHO untersuchte sie die Reproduktionsgesundheit in Entwicklungsländern mit Fokus auf der Unfruchtbarkeit. Dieses Problem wird selten mit den bevölkerungsreichen Entwicklungsländern in Verbindung gebracht. Laut Vayena beeinflusst es aber die Gesundheit und das Wohlergehen dort genauso wie in Industrieländern. Sie erforschte, wie neue Reproduktionstechnologien das Leid der Betroffenen lindern könnten und ob sie auch bei bescheidenen medizinischen Ressourcen ihren Platz haben.

Als Teil dieser Arbeit unterstützte Vayena regionale Gruppen bei der Umsetzung von ethischen Forschungsprogrammen. Am meisten beeindruckte sie dabei der Kontakt mit den Forschenden. «Als ich in Myanmar war, sprachen diese ganz offen über ihre Herausforderungen, fehlende Mittel, ihre ethischen Werte und Menschenrechte», sagt die Forscherin. «Sie inspirierten mich mit ihrer Entschlossenheit, ihre Forschung und ihr Leben zu verbessern und Hindernisse zu überwinden. Sie bauten sich sogar selber Autos zusammen, um mobil zu sein - ich fuhr eines davon.»

Nach der Geburt ihrer ersten Tochter kehrte sie 2008 im Rahmen eines Habilitationprogramms für Bioethik und Gesundheitspolitik an der Universität Zürich in die Wissenschaft zurück.

Ein weiteres ihrer Interessengebiete ist die Citizen Science. Die Bewegung ist nicht neu, dank Smartphones und Internet können Beteiligte aber mehr und schneller Daten austauschen als je zuvor.

Demokratische Citizen Science

Für Vayena ist die Schweiz ein idealer Ort, um Aspekte der Citizen Science zu untersuchen: Wie können wir die Beteiligten und ihre Daten schützen und alle in wissenschaftliche Entscheidungen einbeziehen? «In der Schweiz darüber zu forschen ist wegen der Tradition der direkten Demokratie besonders interessant», sagt sie. «Ich will herausfinden, wie wir mit Normen zur Lösung von Problemen in den Bereichen Ethik, Gesundheit und Daten beitragen können. Und wie legen wir Normen fest? Idealerweise durch Reflexion und demokratische Partizipation.»

«Wer an einem solch sonnigen Ort geboren wurde, ist wohl natürlicherweise optimistisch.»

Vayena kann nun selber mitentscheiden. Sie hat im vergangenen Jahr die Schweizer Staatsbürgerschaft erhalten. Der Zufall wollte es, dass sie gleich bei ihrem ersten Urnengang über Präimplantationsdiagnostik abstimmen konnte - ein umstrittenes Verfahren mit In-vitro-Genests an menschlichen Embryonen, bevor diese in den Uterus einer Frau eingepflanzt werden. Vayena stimmte für die Revision der Schweizer Gesetzgebung, damit dieses Verfahren erlaubt wird. Die Vorlage erhielt am 5. Juni 2016 eine Mehrheit.

Demokratisch organisiert ist auch Vayenas Labor: «Ich schaffe gern eine informelle Atmosphäre ohne viel Hierarchie. Wir arbeiten hart und lachen viel», sagt sie. «In meinem Labor verwenden wir keine Pipetten. Es geht eher um Experimente mit Ideen.»

Nächstes Jahr werden die Bioethikerin und ihr Team ein Projekt in Angriff nehmen, das Big Data, Ethik und Gesundheit kombiniert. Vayena engagiert sich auch an vorderster Front im neuen Swiss Personalized Health Network (SPHN), in einer von der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften koordinierten und mit 70 Millionen Franken dotierten nationalen Förderinitiative. Diese soll die personalisierte Medizin durch harmonisierte Rahmenbedingungen für medizinische Daten in der Schweiz vorantreiben - und nach Möglichkeit darüber hinaus.

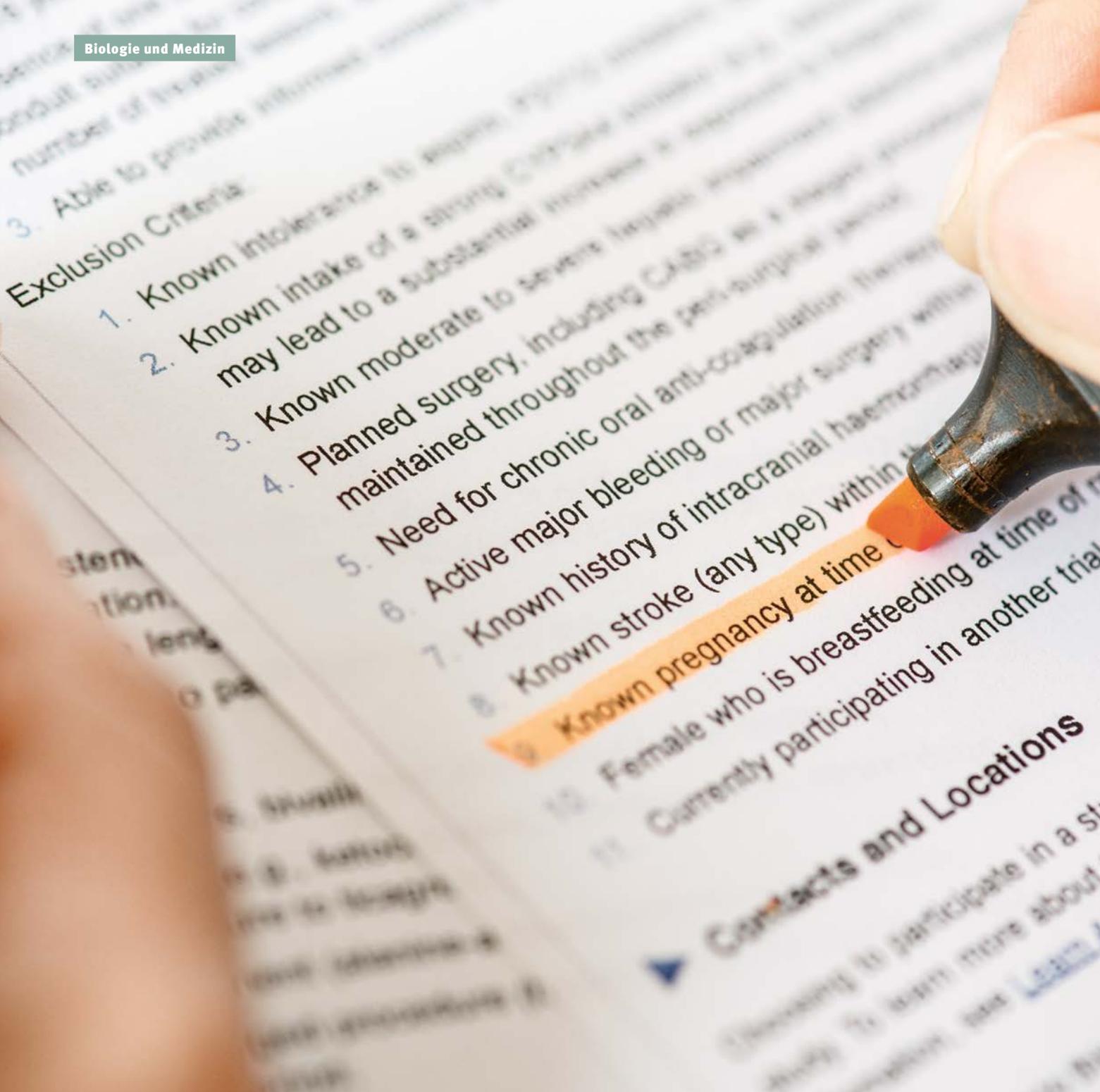
Und wenn ihr dann immer noch Zeit bleibt? Längerfristig möchte Vayena den Einfluss der künstlichen Intelligenz auf medizinische Forschung und das Gesundheitswesen untersuchen.

Doch vorerst ist sie zufrieden, wenn sie Zeit mit ihren Töchtern verbringen kann: «Ich spreche viel mit ihnen. Sie wachsen dreisprachig auf - mit Deutsch, Griechisch und Englisch -, und ich beantworte viele Fragen! Jeden Sommer besuchen wir Griechenland. Im Skifahren haben sie mich überholt, aber auf den Wasserskiern bin ich immer noch voraus.»

Celia Luterbacher ist Journalistin bei swissinfo.ch.

Eine Frau, zwei Pässe, vier Abschlüsse

Die griechischstämmige Eftychia «Effy» Vayena, 44, absolvierte einen Bachelor und einen Master in Geschichte und Wissenschafts-, Technik- und Medizingeschichte in Athen und London. Ihre Dissertation schrieb sie über die Sozialgeschichte der Medizin und Bioethik an der Universität Minnesota. Sie ist inzwischen Schweizerin und habilitierte an der Universität Zürich, kurz bevor sie 2015 als SNF-Assistenzprofessorin ans Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention kam.



Valérie Chételat

Kinder und Schwangere, die Vergessenen der Medizinforschung

Niemand will an Schwangeren und Kindern
Medikamente testen, obwohl auch sie sichere
und wirksame Behandlungen brauchen.
Schweizer Forschende suchen nach Lösungen.
Von Alexandra Bröhm

Medikamente sind während der Schwangerschaft tabu. So lautet das Credo. Die Realität ist eine andere: Laut einer internationalen Studie, die 2014 im British Medical Journal erschien, nehmen 80 Prozent aller Frauen während der Schwangerschaft Medikamente. Umso wichtiger ist für das medizinische Personal das Wissen, welche Substanzen für das ungeborene Kind gefährlich sein könnten und welche nicht. Schwangere Frauen sind von medizinischen Studien aber oft ausgeschlossen, weil niemand willentlich die Gesundheit des Fötus riskieren will.

Obwohl niemand bestreitet, dass sich Frauen und Männer grundsätzlich unterscheiden, testen Medizinforschende neue Medikamente und Therapien noch immer hauptsächlich an Männern. Man nimmt einfach an, dass sie für Frauen gleich wirken. Das tun sie aber längst nicht immer.

«Wir wollen auch die kranken Kinder keinen Experimenten aussetzen.»

David Nadal

Der Stoffwechsel von Männern und Frauen verarbeitet Medikamente manchmal anders. In der weiblichen Leber befinden sich teilweise andere Enzyme, die dafür sorgen, dass Medikamente wirken oder eben nicht. Zudem verteilen sich die Substanzen anders im Körper. Frauen sind meist kleiner und haben einen höheren Anteil an Fettgewebe. Gewisse Medikamente sammeln sich dort an, was wiederum deren Wirkung beeinflusst. Die weiblichen Nieren erreichen nur 80 Prozent der Leistung der männlichen Nieren, was beim Ausscheiden der Abbauprodukte eine Rolle spielt. Die Auswirkungen des weiblichen Zyklus sind dabei noch nicht berücksichtigt.

Reaktion auf Contergan-Skandal

Mindestens so schwierig ist die Situation bei Kindern, die in der medizinischen Forschung ebenfalls wenig berücksichtigt werden. Nur wenige Medikamente entwickeln die Forschenden spezifisch für sie. Doch Kinder sind keine kleinen Erwachsenen, bei denen man einfach die Dosis dem Gewicht entsprechend reduzieren kann. Zudem ist die Bandbreite in der Kindermedizin riesengross: Neugeborene lassen sich nicht mit Schulkindern vergleichen, Pubertierende nicht mit Kleinkindern.

In der Schweiz gibt es verschiedene Initiativen, die diesen unhaltbaren Zustand ändern möchten. Alice Panchaud, Pharmakologin am Universitätsspital Lausanne (CHUV), erforscht Methoden, um für Schwangere unbedenkliche Medi-

kamente zu finden. Bis in die 1960er Jahre gab es wenig Bewusstsein für dieses Thema. Dann wurde der Contergan-Skandal in Deutschland aufgedeckt: Kinder mit missgebildeten Armen und Beinen kamen zur Welt, nachdem ihre Mütter während der Schwangerschaft das Beruhigungsmittel Contergan eingenommen hatten, das auch gegen die morgendliche Übelkeit wirkte. Seither versucht man alles, um Schwangere möglichst keinen Medikamenten auszusetzen. «Realistisch ist das leider nicht», sagt Panchaud, die im Moment einen zweijährigen Forschungsaufenthalt an der Harvard School of Public Health verbringt. Es gäbe Krankheiten, die man während der Schwangerschaft behandeln müsse, weil sie für das Ungeborene gefährlicher wären als allfällige Medikamente.

Daten der Einzelfälle sammeln

Auch wenn Schwangere nicht an klinischen Studien teilnehmen, gibt es zwei Arten, trotzdem zu brauchbaren Daten zu kommen: Einerseits nehmen immer wieder Frauen Medikamente ein, ohne etwas von einer Schwangerschaft zu ahnen. Andererseits sind gewisse Frauen aus medizinischen Gründen gezwungen, Substanzen einzunehmen. «Die Daten dieser beiden Gruppen müssen wir unbedingt sammeln und analysieren», sagt Panchaud. So könne man langsam eine Datenbank aufbauen mit Medikamenten, die für Schwangere unbedenklich sind.

In den USA und in Nordeuropa kommt der Aufbau derartiger Datenbanken gut voran. In der Schweiz gibt es in diese Richtung noch zu wenig Anstrengungen, die Situation ist zudem durch die viel bescheidenere Datenmenge erschwert. Nicht nur die Frage, ob ein Mittel unbedenklich ist, muss bei schwangeren Frauen geklärt werden. Auch die Dosis weicht in der Schwangerschaft häufig ab. Frauen nehmen an Gewicht zu und lagern mehr Wasser im Körper ein. Meist müssen die Ärzte die richtige Dosis deshalb erhöhen. Auch diese müssten sie für jeden Fall anhand von Daten bestimmen können. Am CHUV bauen die Zuständigen aus diesem Grund nun eine Biobank mit Blutproben von Schwangeren auf, die Medikamente bekommen.

Kinder haben anderen Krebs

Auch bei Kindern gibt es Anstrengungen, die Situation zu verbessern. Das Forschungsnetz Swiss Pednet, ein Zusammenschluss der Kinderspitäler, setzt sich dafür ein, dass mehr Medikamente und Therapien spezifisch für Kinder entwickelt werden. Das Dilemma ist ein ähnliches wie bei den schwangeren Frauen. Niemand möchte Medikamente an gesunden Kinder testen. Gleichzeitig gibt es viele Situationen, in denen Kinder Medizin brauchen. «Wir wollen auch die kranken

Kinder keinen Experimenten aussetzen», sagt David Nadal, Leiter der Infektiologie am Kinderspital Zürich und Mitinitiant von Swiss Pednet. Deshalb brauche es in der Pädiatrie eine professionelle Forschungsstruktur und die entsprechenden Finanzen, um Daten zu sammeln und zu analysieren. «Das Bewusstsein in der Gesellschaft muss steigen, wie wichtig medizinische Studien allgemein und besonders für Kinder sind», sagt Nadal. Heute würden bereits über 80 Prozent der krebserkrankten Kinder in den Spitälern im Rahmen von Studien behandelt. Besonders bei Krebserkrankungen ist der Bedarf für neue Substanzen gross, die spezifisch den Kindern helfen. Sie erkranken meist an anderen Krebsarten als Erwachsene.

Durch die Initiative verschiedener Forscherinnen hat sich in den letzten Jahren auch gezeigt, dass bei Herzerkrankungen ein klarer Geschlechtsunterschied besteht. «Frauen sterben doppelt so häufig an Herzinfarkten wie Männer», sagt die Kardiologin Catherine Gebhard vom Universitätsspital Zürich. Sie haben zudem nach einem Herzinfarkt schlechtere Überlebenschancen. Trotzdem sind nur 24 Prozent der Testpersonen in Herzstudien weiblich, ältere Frauen sind kaum vertreten. Obwohl inzwischen klar ist, dass sich männliche und weibliche Herzen im Alter anders entwickeln.

«Frauen sterben doppelt so häufig an Herzinfarkten als Männer.»

Catherine Gebhard

«Wir wissen noch viel zu wenig darüber, warum Frauen häufiger an einem Herzinfarkt sterben als Männer», sagt Gebhard. Das Problem fange schon auf der untersten Stufe an. Fast alle Labortiere für die Versuche, die vor den klinischen Studien am Menschen stattfinden, sind männlich. Die Annahme dabei sei: Die Resultate gelten auch für weibliche Tiere. Gebhard leitet nun ein Forschungsprojekt, bei dem sie herausfinden möchte, warum Frauenherzen anders altern. In naher Zukunft sollen herzkranken Frauen genauso wie Schwangere und Kinder gezielter medizinische Hilfe erhalten.

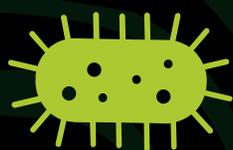
Alexandra Bröhm ist Wissenschaftsjournalistin beim Tages-Anzeiger und bei der Sonntagszeitung.

Kleine Mücke, grosse Anstrengungen

Zika, Dengue und Malaria werden von Stechmücken übertragen. Die Mücken mit Pestiziden zu beseitigen stösst an Grenzen. Neue Forschung verspricht mehr Erfolg.

Text: Florian Fisch

Infografik: CANA atelier graphique



MALARIA UND DENGUE

Kontrolle durch Bakterien

Auch Stechmücken können krank werden. Bakterien wiederum, die in Symbiose mit den Stechmücken leben, können diese vor Parasiten schützen. So wird vermutet, dass *Spiroplasma* die Mücken gegen den Malariaerreger immunisiert. Wird die Mücke nicht krank, kann sie den Erreger auch nicht weitergeben. Dadurch wäre indirekt auch der Mensch geschützt. Nun sollen in Ostafrika Bakterienstämme gesammelt und im Labor an verschiedenen Mückenarten getestet werden. Wenn das Zusammenspiel zwischen Bakterie und Mücke verstanden wird, so die Hoffnung, könnten Mücken gezielt damit infiziert werden.

Jeremy Herren, Centre of Insect Physiology and Ecology in Nairobi, 151932*

Bakterien schützen Mücken auch vor Viren. Zum Beispiel werden *Wolbachia-pipientis*-Bakterien bereits erfolgreich in Tigermücken gegen Dengueviren eingesetzt. Die Mobilität der Menschen und diese Bakterien beeinflussen, welche Virenstämme sich wo befinden. Genetische Analysen der Dengueviren in Asien, Australien und der ganzen Welt sollen nun helfen, die Ausbreitung der Krankheit zu verstehen. Dies erlaubt, bestehende Bekämpfungsmassnahmen auszuwerten und neue zu entwickeln.

Francesca Di Giallonardo, University of Sydney, 151594*

MALARIA

Schnelle Erkennung infizierter Insekten

Bei der Ausrottung des Malariaparasiten ist Effizienz gefragt. Gerade in abgelegenen Malariagebieten fehlen dafür die Labor-Infrastruktur und genügend ausgebildete Insektenkundler. Bereits heute kann mit einem Infrarotdetektor innert einer Sekunde Art und Alter einer Mücke bestimmt werden. Eine neue Methode soll bald auch feststellen können, ob das Insekt mit dem Malariaerreger *Plasmodium* infiziert ist. Ein einziger Detektor könnte so in Zukunft Tausende Mücken pro Tag analysieren und damit neue Ausbrüche und Ausbreitungswege der Krankheit rechtzeitig erfassen, um Gegenmassnahmen einzuleiten.

Maia Marta Ferreira, Universität Basel, 164444*



ZIKA

Gefährliche Mückengene identifizieren

Bisher wurden Mücken als eine homogene Population betrachtet. Doch auch sie sind Individuen. Nicht alle sind gleich gute Krankheitsüberträger. In einer Zusammenarbeit zwischen Forschungsgruppen in der Schweiz und Brasilien soll die genetische Diversität der Mücken untersucht werden. Dafür werden rund 100 reinerbige Laborstämme der Tigermücke *Aedes aegypti* gezüchtet und miteinander verglichen. Dabei wird untersucht, wie sich die Stämme in Langlebigkeit, Fruchtbarkeit, Flugfähigkeit, Riechfähigkeit, Tagesrhythmus, Anfälligkeit auf Krankheitserreger und Resistenz gegen Insektizide unterscheiden. Das Wissen über das Leben der Tigermücken soll deren Bekämpfung verbessern.

Bart Deplancke, EPFL, 164194*

MALARIA Flugrouten nachzeichnen

Die Wirksamkeit von Medikamenten zu studieren ist vergleichsweise einfach. Um herauszufinden, ob Insektizide, Moskitonetze und Fallen die Verbreitung von Malaria tatsächlich eindämmen, sind Modellrechnungen nötig. Um die Erkenntnisse aus lokalen Studien besser auf ganze Regionen hochrechnen zu können, werden nun die Flugrouten der Mücken untersucht. In Bagamoyo (Tansania) und Rusinga Island (Kenia) werden dafür die ausschlüpfenden Mücken mit einer Farbe markiert. So wird nachvollzogen, wo welche Insekten ihre Opfer finden und in welche Pfütze sie ihre Eier legen. So verbesserte Modelle erlauben eine effizientere Prävention.

Sarah Moore, Swiss TPH, Basel, 163473*

ZIKA Laufend aktualisierte Übersicht

Verursacht das Zikavirus zu kleine Köpfe bei Neugeborenen? Wird das Virus auch sexuell übertragen? Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) muss solche Fragen immer wieder beantworten und die Situation neu beurteilen. In systematischen Übersichtsarbeiten werden sämtliche Belege publiziert, die für und gegen solche Hypothesen sprechen. Damit das Sichten und Zusammenfassen schneller geht, soll eine Web-basierte Plattform die Literaturrecherchen automatisieren und Übersichtsarbeiten auf den neusten Stand bringen. Fachleute könnten so beinahe in Echtzeit zu einer Entscheidung über Ursachen und Risiken gelangen.

Nicola Low, Universität Bern, 170069*

MALARIA Diagnose verfeinern

Ausgerechnet die Erfolge bei der Bekämpfung von Malaria machen es noch schwieriger, die Krankheit vollständig auszurotten. Immer mehr Infizierte haben nur wenige Parasiten und zeigen nur schwache oder gar keine Symptome. Mit neuen molekularen Tests wird nun bestimmt, ob Infizierte ohne Symptome den Parasiten überhaupt weitergeben können. Besonders ländliche Gesundheitszentren im Amazonasbecken sind schlecht gerüstet, Malaria mit Symptomen von anderen Ursachen von Fieber zu unterscheiden. Neue, für diese Regionen entwickelte Diagnosemöglichkeiten könnten unnötige Verschreibungen von Antimalariamitteln oder Antibiotika reduzieren.

Ingrid Felger, Swiss TPH, Basel, 164182/159580*

DENGUE Immunsystem gegen Virus

Jede Dengue-infizierte Person produziert ihre eigenen Antikörper gegen das Virus. Manche dieser Antikörper binden besser an den Krankheitserreger als andere. Die Antikörper von Patienten, welche die Krankheit erfolgreich bekämpft haben, sind Kandidaten für die Entwicklung von Impfstoffen und Medikamenten. Sie helfen zu verstehen, was gute von schlechten Antikörpern unterscheidet und worin die Differenzen verschiedener Typen von Dengue bestehen.

Luca Varani, Istituto di Ricerca in Biomedicina, Bellinzona, 138518*

Wenn die Antikörper das Virus nicht neutralisieren, dringt es in die menschlichen Zellen ein und setzt dort sein Erbgut frei. Dieses wird vielfach kopiert, in neue Virenpartikel verpackt und entlassen, sodass es weitere Zellen infizieren und schliesslich zerstören kann. Mit bestimmten Markiermolekülen (RNA-Aptamere) werden die Vorgänge im Zellinnern untersucht, die dem Virus bei seiner Vervielfältigung helfen. Basierend auf dem Verständnis für die Vorgänge könnten neue Medikamente entwickelt werden, welche die Fortpflanzung der Viren unterbinden.

Dominique Burri, Harvard Medical School, 158788*

* Für Information zu den Projekten die **Projektnummer** auf der SNF-Forschungsdatenbank p3.snf.ch eingeben

Bestrafen ist nützlicher als gedacht

Mathematische Modelle der Evolution erklären, wie sich Lebewesen gegen Verräter wappnen. *Von Stefan Stöcklin*

Die Theorie der Evolution stützt egoistisches Verhalten. Das spiegelt sich im Konzept des «selfish gene» sogar bis auf der Ebene der DNA. Da ist es erstaunlich, wie häufig Organismen kooperieren. Ohne gegenseitige Hilfe geht nichts: Vogelpaare investieren zum Beispiel in die gemeinsame Aufzucht. Insekten bilden regelrechte Staaten mit geteilten Aufgaben. Die Entstehung kooperativen Verhaltens wird von Evolutionsbiologen und Genetikern bis zu Spieltheoretikern intensiv erforscht.

Interessante und überraschende Einblicke liefert nun der Theoretiker Matthias Wubs, Doktorand an der Universität Neuenburg. Zusammen mit Laurent Lehmann von der Universität Lausanne und Redouan Bshary von der Universität Neuenburg hat er Bedingungen untersucht, die kooperatives Verhalten in Populationen begünstigen. Grundlage für ihre Forschung ist das berühmte Gefangenendilemma, bei dem zwei inhaftierte Verdächtige entweder zusammenarbeiten und stillhalten oder sich gegenseitig verpfeifen. Kooperieren beide, fahren sie am besten. Pakt einer aus, hat er einen grösseren Vorteil, der andere Verdächtige aber den entsprechend gewichtigeren Nachteil. Verpfeifen beide einander, ist die gemeinsame Strafe grösser als im Fall der Kooperation.

Drei mögliche Strategien

Auf der Basis dieses Dilemmas hat Wubs nun untersucht, welche von drei Strategien zur Förderung von Kooperation sich in einer virtuellen Population durchsetzt: Ein Individuum kann den Verräter entweder bestrafen, verlassen oder es ihm mit gleicher Münze zurückzahlen - wie du mir, so ich dir. In verschiedenen Runden der Interaktion können verschiedene Parameter des mathematischen Modells variiert werden, wie die Populationsgrösse und die Zahl der Interaktionen.

Obwohl das Modell eine Vereinfachung realer Verhältnisse darstellt, kann es biologische Gesetzmässigkeiten realistisch abbilden. Bei grossen Gruppen lohnt es sich, illoyale Mitglieder einfach zu meiden. «Die Strategie des Partnerwechsels ist umso dominanter, je grösser die Gruppe und die Zahl der Interaktionen ist», sagt Wubs. Dieses Resultat ist intuitiv nachvollziehbar: Ein Individuum, das seinen nicht kooperierenden Partner verlässt, hat in einer grossen Gruppe gute Chancen, ein vorteilhafteres Gegenüber zu treffen.



Wenn einer der Weissstorchpartner fremdgeht, muss sich der betrogene entscheiden: bestrafen, verlassen oder heimzahlen? Bild: Marisa Estivill/Shutterstock

Die Alternative der Bestrafung erfordert dagegen einen lebenslangen Aufwand, um den Partner bei der Stange zu halten. Diese Strategie ändert sich mit der Populationsgrösse und der Zahl der Interaktionen.

Die Gruppengrösse ist entscheidend

«In kleinen Gruppen ist es besser, unkooperative Mitglieder zu bestrafen», sagt Wubs. Das kann bei Vögeln zum Beispiel bedeuten, dass dem abtrünnigen Partner eine Feder ausgerissen wird. Das bestrafende Individuum erzwingt so die Zusammenarbeit, was in kleineren Gruppen von Vorteil ist, denn die Zahl möglicher kooperierender Individuen ist klein.

«In kleinen Gruppen ist es besser, unkooperative Mitglieder zu bestrafen.»

Matthias Wubs

Überraschenderweise hat sich die Bestrafung in den Computersimulationen auch in mittelgrossen Populationen mit rund 50 interagierenden Individuen als Mittel der Wahl herausgestellt. Ein Ergebnis, das er nicht erwartet hatte, sagt Wubs. Der theoretische Biologe und

Modellierer Simon Powers, Dozent an der Edinburgh Napier University, streicht dieses Ergebnis hervor: «Es gibt unter Biologen eine lange Debatte darüber, ob die natürliche Selektion die Strategie der Bestrafung nicht kooperierender Individuen favorisieren kann.» Die von Wubs und seinen Kollegen entwickelten Computermodelle zeigten nun, dass sie andere Formen der Partnerkontrolle sogar übertreffen würden, so Powers.

Mit eleganter Mathematik lassen sich also neue Einsichten in die Evolution gewinnen, die nicht offensichtlich sind. Für den theoretischen Biologen liegt der Reiz seines Fachgebiets in diesem Erkenntnisgewinn. «Wir können Hypothesen entwickeln und testen», so Wubs. Die Empiriker können dann nach real existierenden Populationen suchen, die es gemäss dem Modell geben müsste.

Stefan Stöcklin ist Redaktor an der Abteilung Kommunikation der Universität Zürich.

M. Wubs et al.: Coevolution between positive reciprocity, punishment, and partner switching in repeated interactions. Proceedings of the Royal Society of London B (2016)

Biskuits gegen Bleivergiftung

In Europa ist das Benzin seit 17 Jahren bleifrei. Für einige Länder in Asien und Afrika trifft das (noch) nicht zu. In urbanen Gebieten dieser Regionen haben je nach Schätzung 25 bis 75 Prozent aller Kinder im Vorschulalter erhöhte Bleiwerte im Blut. Das sind alarmierende Zahlen: Blei wirkt neurotoxisch und mindert den Intelligenzquotienten.

Bleivergiftungen treten oft in Kombination mit Eisenmangel auf. Viele Forschende sehen darin nicht nur eine Korrelation, sondern auch einen kausalen Zusammenhang: Wenn dem Körper Eisen fehlt, stellt er mehr Eiweisse zur Eisenaufnahme her, die aber auch Blei transportieren können, weil sich die Metalle chemisch ähneln.

Gilt auch der Umkehrschluss? Und lässt sich mit einer verbesserten Eisenzufuhr eine Bleivergiftung vermeiden? Zur Beantwortung dieser Frage haben Forschende um Michael Zimmermann vom Labor für Humanernährung der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit Spezialisten für Umweltverschmutzung aus Marokko eine klinische Studie mit 457 Kindern im Alter zwischen drei und 14 Jahren durchgeführt. Die Kinder erhielten während eines halben Jahrs Biskuits, die entweder mit Eisen angereichert waren oder nicht (Placebo).

Tatsächlich zeigte sich, dass die Kinder mit den eisenangereicherten Biskuits nach Abschluss der Studie niedrigere Bleiwerte im Blut hatten als zuvor. Auf ihre Denkleistung hatte das zusätzliche Eisen allerdings keinen Einfluss. «Das liegt wahrscheinlich daran, dass das Blei im sich entwickelnden Hirn irreversible Schäden hinterlässt», sagt Zimmermann. «Deswegen ist es umso wichtiger, präventiv einzugreifen und Grundnahrungsmittel wie etwa Mehl mit Eisen anzureichern, um auch die Zufuhr von Schwangeren und Kleinkindern zu verbessern.» *Ori Schipper*

R. R. Bouhouch et al.: Effects of wheat-flour biscuits fortified with iron and EDTA, alone and in combination, on blood lead concentration, iron status, and cognition in children: a double-blind randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition* (2016)



Geniessen für die Gesundheit: Kinder profitierten doppelt von eisenhaltigen Biskuits.



Blutungen und Muskelschwund: je mehr Wirkstoffe und Ärzte, desto mehr Nebenwirkungen.

Gefährlicher Cocktaileffekt

Rund ein Drittel der Schweizer Bevölkerung leidet unter mehreren chronischen Krankheiten gleichzeitig, zum Beispiel Diabetes, Nierenschwäche oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Dieser als Multimorbidität bekannte Zustand betrifft vor allem ältere Menschen. Häufig nehmen sie deswegen viele Medikamente parallel ein. Das birgt Tücken, sagt Carole Elodie Aubert vom Inselspital Bern: «Wegen Wirkstoffinteraktionen können sich viele Medikamente gegenseitig in ihrer Wirkung beeinflussen oder in Kombination sogar zu Nebenwirkungen wie Blutungen und Muskelschwund führen.»

Aubert und Kollegen haben in einer Studie die Krankendaten von tausend multimorbiden, über 50-jährigen Patienten in der allgemeinen ambulanten Abteilung von Schweizer Universitäts-Spitälern erhoben. Dann bestimmten sie anhand von Richtlinien für die Betreuung älterer Menschen, wie gut die Patienten medizinisch behandelt waren, unter Berücksichtigung aller eingenommenen Medikamente. Bei einem Drittel waren es fünf oder mehr Medikamente gleichzeitig. Innerhalb dieser stark behandelten Gruppe war der Anteil an unsachgemässen Verschreibungen deutlich höher als insgesamt: knapp zehn gegenüber drei Prozent. Fazit: Die Verschreibungspraxis bei vielen Medikamenten ist nicht optimal.

Dafür sieht Aubert mehrere Gründe. Zum Beispiel würden multimorbide Patienten oft von verschiedenen Spezialisten betreut, die jedoch nur ihren jeweiligen Bereich betrachteten. «Und der Hausarzt, der eigentlich die Übersicht über alle Medikamente hat, traut sich kaum, die Anweisungen der Fachärzte zu kippen», so Aubert. «Eine bessere Kommunikation zwischen den behandelnden Ärzten könnte bereits viele Probleme lösen.» *Stéphane Praz*

C. E. Aubert et al.: Polypharmacy and specific comorbidities in university primary care settings. *European Journal of Internal Medicine* (2016)

Wie ein Tempomat für den Körper

Der menschliche Körper ist mit einer hochkomplexen Maschine vergleichbar. Damit sie fehlerfrei funktioniert, sind Regelsysteme eingebaut. Sie halten beispielsweise die Körpertemperatur immer bei rund 37 Grad Celsius, egal, ob man gerade in einem kalten Raum auf dem Stuhl sitzt oder in einer geheizten Halle Tennis spielt.

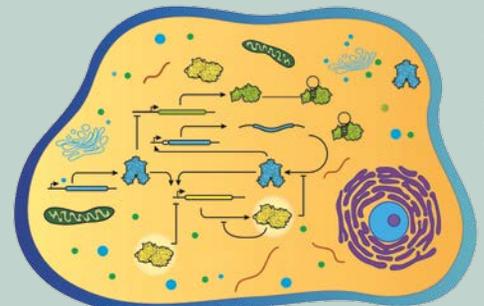
«Das Problem ist, dass diese Regelsysteme kaputtgehen können», sagt Mustafa Khammash, Leiter des Control Theory and Systems Biology Lab der ETH Zürich. Die Folge davon können Krankheiten sein - im schlimmsten Fall sogar Krebs. «Darum haben wir versucht, solche Regelsysteme in menschlichen Zellen künstlich einzubauen. Auf diese Weise hoffen wir, die zerstörte Regelung zu ersetzen.»

Khammash und sein Team lassen sich dabei vom Ingenieurwesen inspirieren, wo sogenannte Proportional-Integral-Derivative-Feedback-Controller eingesetzt werden. Das sind Schaltkreise, die fortwährend einen bestimmten Istwert mit dem Sollwert vergleichen und entsprechend korrigieren. «Das wird beispielsweise beim Tempomaten im Auto eingesetzt», sagt Khammash.

Um einen solchen Regelschaltkreis in eine Zelle einzubauen, muss sie gentechnisch verändert werden. Dabei wird das Erbgut so geschickt umgebaut, dass es eine genau festgelegte Abfolge von drei neuen Proteinen erzeugt, die miteinander als Regel-Schaltkreis interagieren. Khammash und seinem Team ist dies nun in menschlichen Nierenzellen geglückt.

Der nächste Schritt ist nun die Verpflanzung von programmierten Zellen in einen Modellorganismus. Dort könnten sie beispielsweise verschiedene Blutwerte überwachen und bei Bedarf Moleküle produzieren, um die Blutwerte im Normbereich zu halten - ganz in der Manier eines Tempomaten. *Atlant Bieri*

C. Briat et al.: Design of a Synthetic Integral Feedback Circuit: Dynamic Analysis and DNA Implementation. *ACS Synthetic Biology* (2016)



Defekte Zellen können mit künstlichen Regelkreisen repariert werden.

Wo die Treibhausgase verschwinden

Meer, Wald und Böden speichern Kohlendioxid und bremsen so die globale Erwärmung. Ob man sich darauf auch in Zukunft verlassen kann, möchten Forschende nun herausfinden.

Von Sven Titz

Fast die Hälfte des Kohlendioxids, das die Menschheit in die Umwelt entlässt, nehmen die Weltmeere und die Biosphäre an Land auf. So wird das Treibhausgas der Atmosphäre teilweise wieder entzogen. Das lindert die globale Erwärmung. Doch geht diese Speicherung auch in Zukunft weiter? Forschende sind nicht sicher. Eine veränderte Ozeanzirkulation, Stressreaktionen von Wäldern sowie deren Rodung könnten die Kapazität dieser Kohlendioxidseen verkleinern.

An Land nehmen Pflanzen und Bäume Kohlendioxid (CO₂) durch die Fotosynthese auf. In Form von Pflanzenmaterial gelangt der Kohlenstoff später in die Böden, wo darum grosse Mengen liegen. Wenn sich das Klima erwärmt, können Böden den gespeicherten Kohlenstoff durch mikrobielle Zersetzung aber wieder abgeben. Antworten auf die Frage, welcher Prozess in Zukunft die Oberhand gewinnt, suchen unter anderem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Schweiz.

Sensible Böden

Wie viel Kohlenstoff steckt im Boden, und wie kann sich das ändern? Das hat Frank Hagedorn an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft in Birmensdorf untersucht. Entscheidend ist die Humusschicht. Sie enthält Kohlenstoff, der besonders leicht abgebaut wird. Ein Team um Hagedorn konnte in einem Projekt zeigen, dass dieser Abbauprozess gerade im Bereich der Waldgrenze relevant ist. Die Forschenden begasten ein Ökosystem an der Waldgrenze oberhalb von Davos mit CO₂. Zur Markierung setzten sie spezielle Kohlenstoffisotope ein. Dadurch konnten sie verfolgen, wie sich die Stoffkreisläufe änderten. Es stellte sich heraus, dass alpine Ökosysteme, deren Böden besonders reich an Kohlenstoff sind,

bei steigender Temperatur entsprechend viel CO₂ freisetzen können. Dieser Vorgang hat mit dem menschengemachten Klimawandel bereits begonnen.

Um europaweite oder globale Schlussfolgerungen über CO₂-Senken zu ziehen, benötigen Forscher standardisierte Messungen. Diese können anhand von Computermodellen auf grössere Gebiete hochgerechnet werden. Im europäischen Verbundprojekt «ICOS-Research Infrastructure» werden derzeit die Messinstrumente und die Datenverarbeitung vereinheitlicht eingerichtet. Offiziell wurde das Vorhaben 2015 ins Rollen gebracht. Nina Buchmann von der ETH Zürich koordiniert das Projekt in der Schweiz (ICOS-CH). Hierzulande sind zwei Messstandorte beteiligt: einer in einem Fichtenwald, ebenfalls bei Davos, einer an der Forschungsstation Jungfraujoch.

Unzuverlässige Wälder

Dass Wälder viel CO₂ aufnehmen, ist durch langjährige Messreihen belegt. Im Wald bei Davos werden CO₂-Flüsse eigentlich schon seit 1997 gemessen, wenn auch mit anderen Geräten, sagt Buchmann: «Das Ökosystem ist im gesamten Zeitraum eine CO₂-Senke gewesen.» Das gleiche gilt aber nicht für jedes Waldstück in der Schweiz: Neuanpflanzungen zum Beispiel können zu Beginn eine Quelle für CO₂ sein, weil der Boden viel Kohlenstoff verliert. Erst wenn die Bäume grösser sind und sich der Bestand schliesst, wird der Wald zur CO₂-Senke. Je älter die Wälder, desto weniger steckt der Kohlenstoff aber im Boden und desto mehr in Holz und Blättern der Bäume, wie im Nationalen Forschungsprogramm «Ressource Boden» (NFP 68) herauskam.

Wird der Wald auch in Zukunft CO₂ speichern? Buchmann sieht grundsätzlich zwei Faktoren der Ungewissheit: den

Klimawandel und die Waldnutzung. Die Speicherfunktion könne durch starke Dürren ebenso beeinträchtigt werden wie durch eine Veränderung der Waldfläche und deren Nutzung.

«Ein Wald bei Davos ist seit 1997 eine CO₂-Senke.»

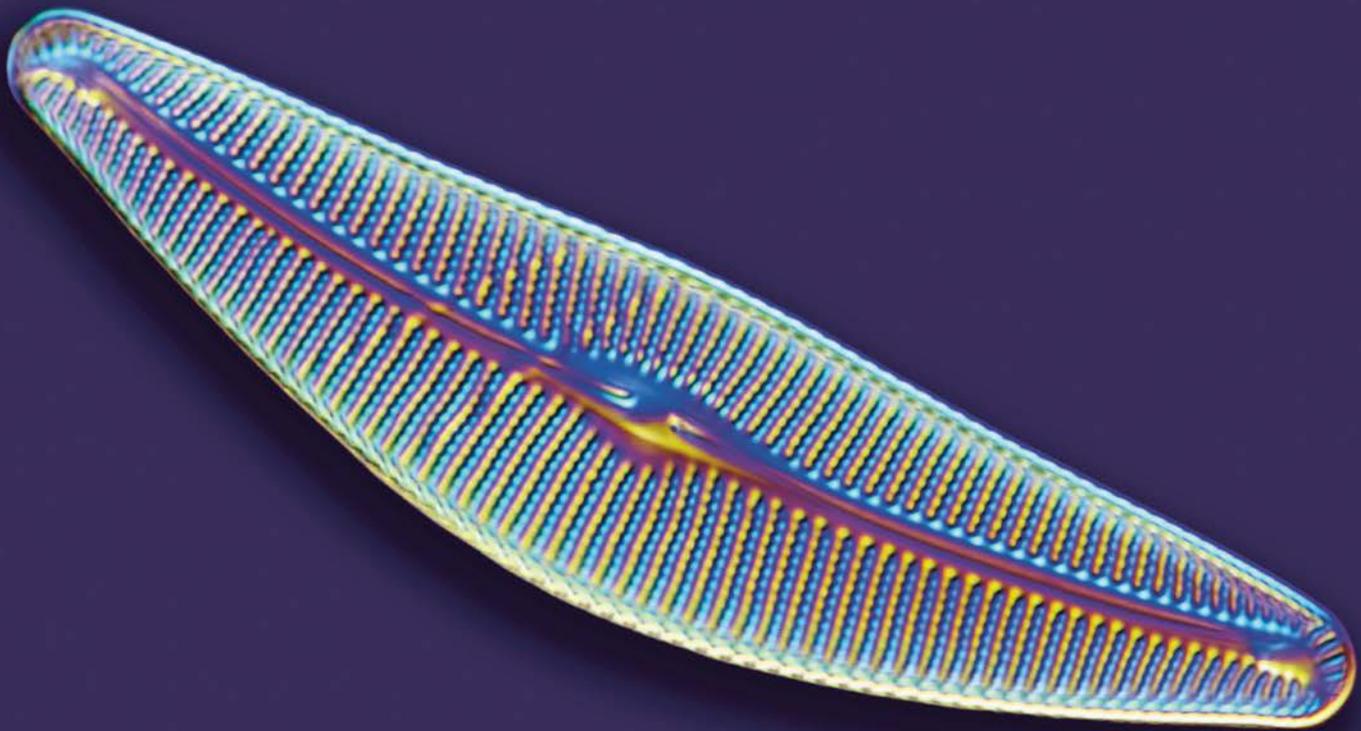
Nina Buchmann

Allerdings sind die Wälder weder die einzige noch die grösste Unsicherheit. Viele Forschende, zum Beispiel bei Agroscope, betrachten die Abnahme der Humusschicht durch die landwirtschaftliche Nutzung mit Sorge. Die sensibelsten Landgebiete mit natürlichen Kohlenstoffspeichern liegen global betrachtet allerdings im hohen Norden. Wie viel Treibhausgase Permafrostböden bei Erwärmung freisetzen - in diesem Fall auch das stark wirksame Treibhausgas Methan -, hängt vor allem davon ab, ob der Temperaturanstieg bei feuchten oder bei trockenen Bedingungen ablaufe, erklärt Hagedorn. Bei grosser Feuchtigkeit werden demnach grössere Mengen Methan frei, bei trockenen mehr CO₂.

Expedition ins Südpolarmeer

Auch die Meere nehmen gewaltige Mengen CO₂ auf. Die wichtigste marine CO₂-Senke ist aktuell der Südliche Ozean, der sich rings um die Antarktis erstreckt. Im Dezember 2016 stach dort ein Schiff unter Leitung des von der EPFL koordinierten Swiss Polar Institute zu einer Forschungsfahrt in See, der internationalen Antarctic Circumnavigation Expedition (ACE).

Ein Projekt der Expedition studiert Kieselalgen. Von der Ernährung dieser Algen hängt die CO₂-Aufnahme des Südlichen



Die charakteristischen Hüllen der Kieselalgen geben Hinweise auf die Windverhältnisse vor Tausenden von Jahren. Bild: Keystone/Science Photo Library/Frank Fox

Ozeans massgeblich ab, denn Kieselalgen benötigen zum Wachsen CO_2 . Wenn sie sterben, sinkt mit ihnen ein Teil des chemisch gebundenen Kohlenstoffs in die Tiefe. Während der Expedition wollen die Forscher, unter ihnen Samuel Jaccard vom Oeschger-Zentrum für Klimaforschung an der Universität Bern, mit Flaschen Wasser aus verschiedenen Tiefen bis 1500 Metern herausholen und die Proben geochemisch im Labor untersuchen. Anhand solcher Daten soll ermittelt werden, wie und wie rasch der Kohlenstoff in die Tiefe verfrachtet wird.

«Bei grosser Feuchtigkeit setzen Permafrostböden mehr Methan frei.»

Frank Hagedorn

Wie viel CO_2 der Südliche Ozean aufnimmt, wird auch vom Wind beeinflusst, der die Meeresströmungen antreibt. Kaltes Wasser speichert CO_2 gut, doch in der Vergangenheit wurde bei bestimmten Windverhältnissen CO_2 -reiches Tiefenwasser an

die wärmere Oberfläche befördert, sodass der Südliche Ozean sogar CO_2 freisetzt. Die natürlichen Schwankungen des Windes sind jedoch kaum bekannt. Um rekonstruieren zu können, wann der Südliche Ozean CO_2 aufnahm oder freisetzte, versucht ein weiteres ACE-Projekt eine Rekonstruktion früherer Windbedingungen. Daran beteiligt ist der Direktor des Oeschger-Zentrums, Martin Grosjean.

Algen verraten den Wind

Während der Forschungsfahrt sollen Projektpartner von Grosjean auf mehreren der Antarktis vorgelagerten Inseln Bohrkerne von Sedimenten aus Seen bergen. Algen, die einst in den Seen lebten und heute als Fossilien in den Sedimenten stecken, verraten Grosjeans Labor, wie stark der Wind im Verlauf des Holozäns wehte.

Zur Rekonstruktion des Windes müssen komplexe Rückschlüsse gezogen werden: So beeinflusst die Windstärke den Salzgehalt der Inselfseen. Kräftiger Wind treibt mehr Gischt in die Luft und Salz in den See als schwacher Wind. Das betrifft die Algen, erklärt Grosjean: «Algen sind unterschiedlich empfindlich gegenüber Salz.» Aus der Artenzusammensetzung der Algen in den

Sedimenten lassen sich also der einstige Salzgehalt im See und schliesslich die damalige Windstärke ermitteln.

In den letzten Jahrzehnten, sagt Grosjean, ist der Wind rings um die Antarktis stärker geworden. Warum das passiert ist, weiss man noch nicht. Es kann am Ozonloch liegen, aber auch mit der globalen Erwärmung zusammenhängen. Insofern ist auch die Prognose schwierig, wie viel CO_2 der Südliche Ozean in Zukunft speichern wird.

Mehrere Studien haben jedenfalls gezeigt, dass dort in den letzten Jahren ein bisschen mehr CO_2 aufgenommen wurde als zuvor. In der Biosphäre an Land übrigens auch. Man kann sich jedoch nicht darauf verlassen, dass es so weitergeht. Um abschätzen zu können, welche Gefahr vom Ende der Speicherung ausgeht, müssen die Stoffkreisläufe noch genauer untersucht werden – sowohl an Land als auch zu Wasser.

Sven Titz ist freier Wissenschaftsjournalist.

Mit Low Cost ins Weltall

Nanosatelliten wiegen ein Kilogramm, kosten nicht mehr als ein Auto und sollen den Zugang zum Weltraum demokratisieren. Forschende und Produzenten aus der Schweiz sind mit dabei.

Von Roland Fischer

Die Raumfahrtszene ist in Aufruhr: Es bahnt sich so etwas wie eine Demokratisierung des Weltalls an – jedenfalls in tiefen Erdumlaufbahnen. Schon seit einigen Jahren wird an zahlreichen Hochschulen mit sogenannten Nanosatelliten experimentiert. In den kommenden Jahren dürften sie den kommerziellen Durchbruch erleben, und die Schweiz spielt dabei eine wichtige Rolle.

Zum Beispiel die Jungunternehmer der Firma Astrocaster aus Lausanne: Sie wollen mit Nanosatelliten zu einem weltumspannenden Datennetz für das Internet der Dinge beitragen. Die geplanten Kleinstbandbreiten von rund einem Kilobyte pro Tag bieten eine entsprechend günstige Technik. Erste kommerzielle Deals sind abgeschlossen, momentan ist man auf der Suche nach einem Partner, der auch Low-Cost-Transporte anbieten kann. Tatsächlich ist die Konstruktion von Kleinstsatelliten schon so weit Routine, dass die Beförderung ins Weltall momentan teurer ist als der Satellit an sich.

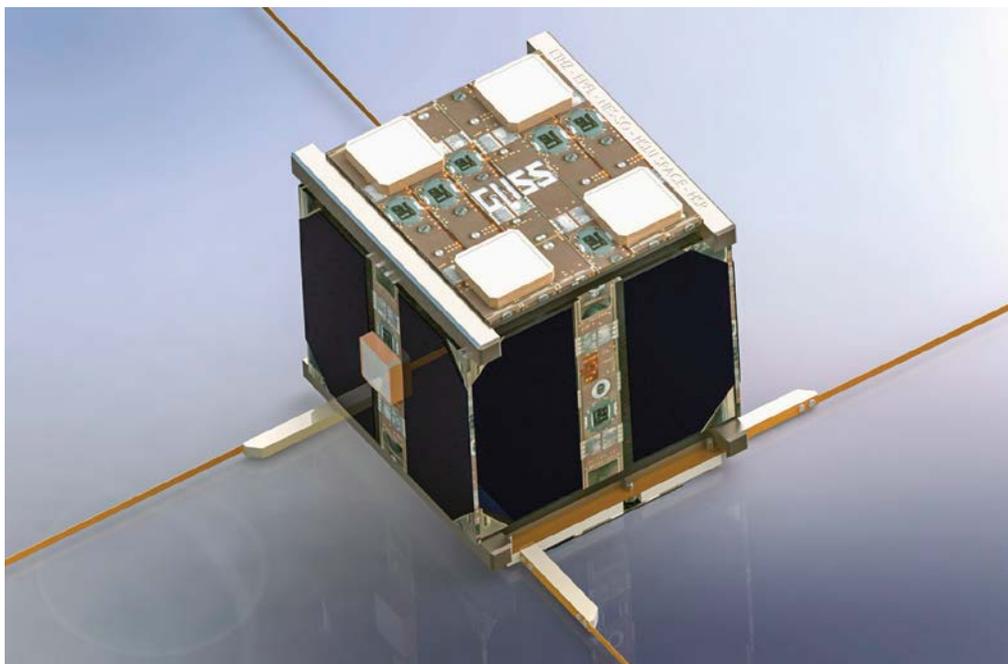
«Heute sind eigene Satelliten für jede Uni realisierbar.»

Markus Rothacher

Low Cost – das ist das magische Stichwort dieses «New Space Movement». «Bis anhin waren Weltraummissionen den grossen staatlichen Agenturen vorbehalten», sagt Markus Rothacher, Professor für mathematische und physikalische Geodäsie an der ETH Zürich. «Heute aber sind eigene Satelliten für jede Uni oder auch für kleinere Unternehmen realisierbar.»

Unabhängiges GPS

Der EPFL-Spin-off Astrocaster stützt sich auf das Know-how des Swisscube. Dieser war 2009 der erste und bis heute einzige von Schweizer Hochschulen lancierte Kleinstsatellit. Eigentlich hätte längst ein



Mit seinen zehn Zentimetern Seitenlänge will der Satellit CubETH die Alternative zum amerikanischen GPS werden. Bild: Reto Wiesendanger, EPFL

Nachfolgesatellit starten sollen, doch das Projekt CubETH der ETH Zürich und der EPFL kommt nicht recht vom Fleck. Geplant war, einen zehn Zentimeter grossen Würfel zu bauen, um ein simples globales Navigationssatellitensystem unabhängig vom amerikanischen GPS zu testen. Dabei handelt es sich nicht um einen speziell für den Weltraum gebauten Empfänger, sondern um Technologie «von der Stange»: Die ETH-Forscher untersuchen derzeit, ob die in Grossserien gefertigten GNSS-Chips der Thalwiler Firma U-Blox für die unwirtlichen Bedingungen im All taugen. Die Vakuumkammer von Ruag Space haben sie schon unbeschadet überstanden, die Strahlungstests am Paul-Scherrer-Institut sind im Gang.

Dieser Chip ist für die Astrocaster-Mission von zentralem Interesse, und er wird 2017 auf den ersten Flügen des Lausanner Spin-off getestet. Astrocaster wird in den nächsten Jahren insgesamt 64 Kleinstsatelliten in eine tiefe Erdumlaufbahn schicken, für eine lückenlose Abdeckung der ganzen Erdoberfläche. «Das Ziel ist primär, kommerzielle Anwender wie Transportunternehmen oder Hersteller von Messsystemen zu gewinnen», sagt CEO Fabien Jordan. Er hofft aber, dass auch Forscher aus einer Vielzahl von Disziplinen von Meteorologie bis Biologie zu den Nutzern der Infrastruktur gehören werden, beispielsweise wenn grossflächig und automatisch Daten aus

Wüsten- oder Eisregionen gesammelt werden sollen. Mit weiteren Sensoren wird sich eine Vielzahl von Anwendungen etwa für Tsunamiwarnsysteme aufbauen.

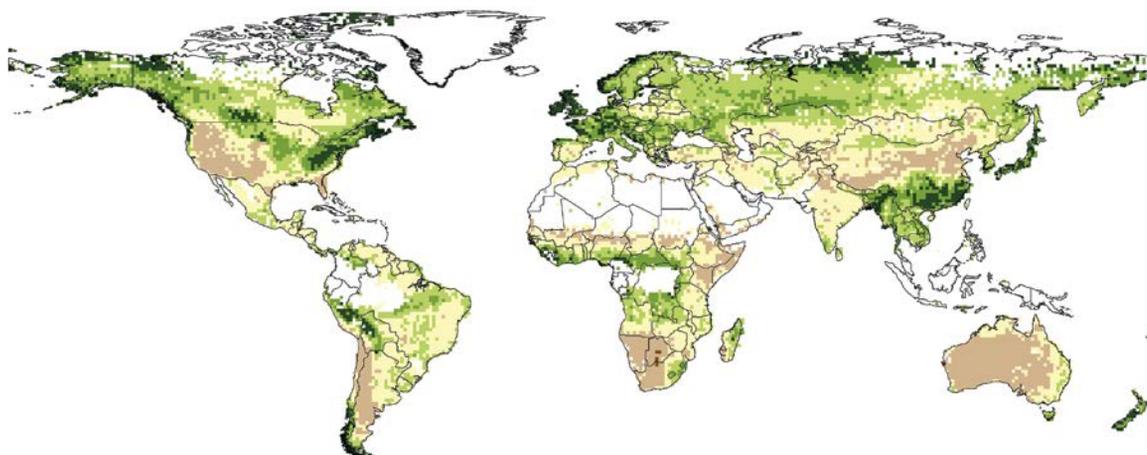
Internet aus dem All

Michael Swartwout von der University St. Louis, der die Nanosatelliten-Entwicklung mit einer Online-Datenbank dokumentiert, sieht noch lange keinen Rückgang des raschen Wachstums, das seit 2014 eingesetzt hat. Schätzungen gehen von Tausenden von Kleinstsatelliten bis ins Jahr 2020 aus, die meisten davon für die Telekommunikation. So will das Unternehmen Oneweb bis ins gleiche Jahr eine Konstellation von 648 Satelliten im All haben, um die ganze Welt mit Internet zu versorgen. Einen ähnlichen Plan verfolgt auch Tesla-Gründer Elon Musk. Im November gab Oneweb bekannt, wer die Satelliten herstellen wird: die schweizerische Ruag. Es ist ein prestigeträchtiger, wenn auch – Low Cost verpflichtet – nicht unbedingt milliardenschwerer Deal. In der Schweiz werden die über 600 Satelliten für gerade mal 20 Millionen Franken gebaut werden. Das sind 33 000 Franken pro Stück: ein Satellit für den Preis eines Mittelklasseautos.

Roland Fischer ist freier Wissenschaftsjournalist in Bern.

Weltkarte eines Spurenelements

Selen ist wichtig für alle Lebewesen. Ein einzigartiges Projekt kartografiert die weltweite Verteilung des Spurenelements und versucht die Ursache seiner Mängel zu verstehen. *Von Alexandra Bröhm*



Selen ist in europäischen Böden relativ hoch (dunkelgrün), in trockenen Regionen eher tief konzentriert (hellbraun).

Bild: Winkel/PNAS (2017)

Es kommt nur in winzigen Konzentrationen vor und ist für Lebewesen doch unverzichtbar: das Spurenelement Selen (Se). Selen bekommt meist weniger Aufmerksamkeit als seine grossen Brüder Eisen, Jod oder Zink, doch auch ohne Selen geht es für Mensch und Tier nicht. Das war für die Biogeochemikerin Lenny Winkel vom Department Umweltwissenschaften der ETH Zürich und der Eawag Grund genug, sich dem Spurenelement ausführlicher zu widmen. Dabei nimmt Winkel nicht nur die molekulare Ebene, sondern auch die grossen Zusammenhänge in den Blick. Mit ihrem Team geht sie den Fragen nach, wie die Verteilung von Selen auf dem Globus aussieht und welche Faktoren sie bestimmen.

Weltweite Mangelerscheinung

«Grundsätzlich wissen wir noch nicht allzu viel über die Verteilung von Spurenelementen», sagt Winkel. Die Selenkonzentration in den Böden unterscheidet sich von Region zu Region stark. Der Mensch nimmt Selen vor allem aus pflanzlichen Lebensmitteln auf. Doch auch der Selengehalt in Pflanzen variiert stark, je nachdem, wo sie wachsen.

Es gibt Schätzungen, wonach eine halbe bis eine Million Menschen weltweit unter einem Selenmangel leiden. In Europa sei weniger die Konzentration in den Böden problematisch, sagt Winkel, sondern die geringe durch Pflanzen aufgenommene Menge. Das bedeute nicht, dass zwingend alle Menschen in der Schweiz einen Selenmangel hätten, da wir uns selten nur von lokalen Produkten ernährten. «Auch wegen der Klimaerwärmung geht die Selenkon-

zentration im Boden global zurück», sagt Winkel. Mit ihrem Team hat sie erstmals eine kürzlich publizierte Weltkarte der Selenverteilung in Böden erstellt. Nicht nur Europa, sondern auch Gebiete auf andern Kontinenten seien betroffen.

Die Selen-Hühner in der Mongolei

In der Mongolei haben die Behörden 2016 ein Programm gestartet und Hühner mit Selen-angereicherter Hefe gefüttert. Mit diesen Eiern könnten Mangelerscheinungen in der Bevölkerung gemildert werden.

Der Mensch nimmt Selen vor allem aus pflanzlichen Lebensmitteln auf.

Verschiedene Klima- und Bodenparameter bestimmen, wie hoch die Selenkonzentration im Boden ausfällt. Als Faustregel gilt: Wenn der Boden trocken ist, liegt meist auch der Selengehalt zu tief. Nicht nur die Menge des Niederschlags bestimmt die Konzentration, auch die Bodenbeschaffenheit spielt eine wichtige Rolle und wie hoch die jeweilige organische Kohlenstoffmenge ist. Das organische Material verbindet sich mit dem Selen und hält es so eher im Boden.

«Lenny Winkels Forschungsprojekt ist sehr wichtig und einzigartig», sagt Markus Lenz, der an der Hochschule für Life Sciences der FHNW ebenfalls zum Thema Selen forscht. Es gäbe nur wenige vergleichbare Arbeiten, die sich mit der globalen Verteilung der Spurenelemente beschäftigen.

Selen sei zudem nicht einfach zu erforschen: es hat eine sehr komplexe Chemie und kommt in der Umwelt in verschiedenen Bindungsformen vor.

Unklar ist noch, inwieweit das Phytoplankton in den Weltmeeren eine Rolle bei der globalen Verteilung des Spurenelements spielt. Auch diesen Aspekt will Winkels Team näher untersuchen. Nur wenn man mehr über die die globalen Verteilungswege des Selen wisse, könne man Massnahmen ergreifen, um den Mangel in gewissen Regionen zu bekämpfen, der durch den Klimawandel verschärft wird.

Alexandra Bröhm ist Wissenschaftsjournalistin beim Tages-Anzeiger und bei der Sonntagszeitung.

G.D. Jones et al.: Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change. PNAS (2017)

Baustein von Aminosäuren

Selen ist für Menschen wichtig, weil es Teil einer Aminosäure ist. Das Spurenelement hilft dabei, Zellschäden vorzubeugen. Auch für das Immunsystem spielt es eine wichtige Rolle, ausserdem ist es an der Bildung des Schilddrüsenhormons beteiligt. Die ideale Dosis Selen für den Menschen liegt in einem relativ kleinen Bereich zwischen 40 und 400 Mikrogramm pro Tag. Unter 30 Mikrogramm spricht man von einem Mangel, Dosen über 900 Mikrogramm sind toxisch.

Ein Algorithmus entziffert Maya-Schriftzeichen

Nur drei stark beschädigte Maya-Handschriften auf Baumrinde, die zwischen 1000 und 1519 verfasst wurden, haben die spanische Eroberung und die Zeit überdauert. Aufgrund des schlechten Zustands konnten die enthaltenen Glyphen bisher nicht direkt in eine Datenbank aufgenommen und automatisch analysiert werden. Dies wird sich nun ändern – dank eines Verfahrens zur Extraktion von Maya-Glyphen, das Forschende am Idiap in Martigny entwickelt haben.

«Die Rinde der Maya-Kodizes weist oft Flecken auf, die Tintenstriche sind ausgeblieben und unterschiedlich gross», erklärt Rui Hu, Forscherin am Idiap. «Deshalb gelingt es mit der herkömmlichen Binarisierung nicht, die Glyphen korrekt zu erfassen.»

Die Forschenden verwendeten ein regionenorientiertes System zur Bildsegmentierung. Sie entwickelten einen neuen Algorithmus, der jedes Bild mit Superpixeln in verschiedenen Auflösungen darstellt und so die Glyphen vom Hintergrund unterscheiden kann.

2015 erstellten Rui Hu und ihr Projektteam eine Datenbank mit mehreren hundert Maya-Glyphen. «Für die Einträge mussten die Experten für Maya-Schrift dem Kodex die Schriftzeichen manuell entnehmen», erklärt die Forscherin. «Das ist eine Herkulesaufgabe: Rund 30 Minuten pro Glyphe, je nachdem, wie komplex und gut erhalten sie ist.» Der neue Algorithmus zur automatischen Extraktion wird den Experten Zeit sparen. Kombiniert mit Funktionen zur automatischen visuellen Suche wird dies einen schnellen Zugang zu einer grossen Zahl von Glyphen ermöglichen. Dies wird den Forschenden vielleicht dabei helfen, die alten Texte besser zu verstehen und die Bedeutung der zehn Prozent Glyphen zu enthüllen, die noch nicht entschlüsselt sind. *Geneviève Ruiz*

R. Hu et al.: Extracting maya glyphs from degraded ancient documents via image segmentation. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage (2017, im Druck)

Mayan hieroglyphs from the Dresden Codex, manually processed by Carlos Pallán Gayol, based on the 1850 facsimile by Ernst Förstemann



Die Maya-Handschriften des Dresdner Kodex (linke Reihe) digital restauriert.



Supermassenreiche schwarze Löcher entstehen, wenn Galaxien verschmelzen.

Das Schicksal von Galaxien

Sie sind die schwersten Objekte im Universum: Supermassenreiche schwarze Löcher wiegen mehr als eine Milliarde Sonnen. Hunderttausende wurden entdeckt, stets im Zentrum einer Galaxie. Wie sie rund eine Milliarde Jahre nach dem Urknall entstanden, ist weitgehend unbekannt.

Ihr extrem schnelles Wachstum dürfte auf die Fusion von Galaxien zurückzuführen sein. Ein internationales Team fand in drei von sechs untersuchten supermassenreichen schwarzen Löchern verschmelzende Galaxien. «Das sieht nach einer mageren Beweislage aus, ist aber eine wichtige Entdeckung», erklärt der Erstauteur einer neuen Studie, Benny Trakhtenbrot von der ETH Zürich. «Normalerweise stehen Galaxien allein. Die Verschmelzung in 50 Prozent der Fälle weist darauf hin, dass dies der Hauptmechanismus für die Bildung von supermassenreichen schwarzen Löchern sein könnte.»

«Die meisten Galaxien haben mehr als genügend Masse, um ein schwarzes Loch zu füttern», erklärt der Astronom. «Aber das vom schwarzen Loch angezogene Gas muss zuerst seinen Drehimpuls verlieren, indem es um das Loch kreist, wie Wasser um einen Badewannenabfluss. Die benachbarte Galaxie ändert die Gravitationskraft, die auf das Gas wirkt, etwa so, wie der Mond auf der Erde die Gezeiten herbeiführt. Dies trägt dazu bei, dass das Gas rasch und gerade ins Zentrum der Galaxie fällt, wo das schwarze Loch liegt.»

Nicht einmal Licht kann der Gravitationskraft der schwarzen Löcher entfliehen. Astronomen können diese indirekt beobachten: Das hineinfallende Gas erreicht so hohe Geschwindigkeiten, dass es extrem starke elektromagnetische Strahlung abgibt. Das Team nutzte die ALMA-Anlage in Chile, die es mit Dutzenden von Antennen in einer Höhe von 5000 Metern ermöglichte, die benachbarten Galaxien zu entdecken. Das eintreffende Licht war während über 12 Milliarden Jahren unterwegs. *dsa*

B. Trakhtenbrot et al.: ALMA Observations Show Major Mergers Among the Host Galaxies of Fast-growing, High-redshift Supermassive Black Holes. The Astrophysical Journal (2017)

Krieg in Syrien verteilt das Wasser neu

Der Umfang der bewässerten Flächen und der Stauseereservoirs hat sich in Syrien seit 2013 halbiert – seit dem Beginn der kriegsbedingten Migrationskrise. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Forschenden aus den USA und Kanada. Der Krieg in Syrien und der Bevölkerungsexodus haben substantielle Auswirkungen auf die Wasserressourcen der Region. Die Durchflussmenge des Jarmuk, der durch Israel, Syrien und Jordanien fliesst, hat in Jordanien zu-genommen, weil in Syrien weniger Wasser verbraucht wird.

Um in Erfahrung zu bringen, wie stark die bewässerten Flächen und die Wasserreservoirs geschrumpft sind, hat die Forschungsgruppe Satellitenbilder der Nasa verwendet und historische Vergleiche vorgenommen. Dieser Ansatz wurde gewählt, weil Analysen vor Ort in Syrien unmöglich waren. Die genauen Gründe der Entwicklung sind deshalb nicht klar. «Wir wissen zum Beispiel nicht, ob das Niveau der Reservoirs gesunken ist, weil der Wasserbedarf abgenommen hat und deshalb weniger gespeichert wird oder weil sich niemand darum kümmert», erklärt der Hauptautor der Studie, Marc Müller. Der Schweizer ist zurzeit als Assistenzprofessor an der University of Notre Dame in Indiana tätig.

Es ist das erste Mal, dass die Auswirkungen des Kriegs auf die Wasservorräte genauer untersucht werden. «Der Einfluss des Wassers auf die Konflikte ist gut erforscht, das Umgekehrte hingegen deutlich weniger», erklärt Müller. Der Forscher betont, dass Jordanien keineswegs vom Krieg im Nachbarland profitiere: Das Königreich hat Hunderttausende von syrischen Flüchtlingen aufgenommen, deren Bedarf durch die grössere Durchflussmenge des Jarmuk nicht kompensiert wird. *Benjamin Keller*

M. F. Müller et al.: Impact of the Syrian refugee crisis on land use and transboundary freshwater resources. PNAS (2016)



In Syrien hat die Wassernutzung zwischen 2012 (links) und 2015 um 50 Prozent abgenommen.

Data: Landsat 7

Partizipative Behandlung

Ein Lausanner Start-up will die Rehabilitation eines gelähmten Körperglieds verbessern. Die Idee: Der Patient erhält mehr Kontrolle über seine Therapie.

Text: Daniel Saraga

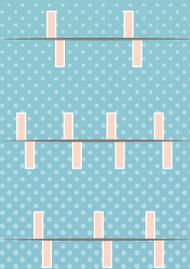
Infografik: ikonaut

1 Schlaganfall und Lähmungen

Bei einem Schlaganfall erhalten gewisse Hirnregionen keinen Sauerstoff mehr, was zur Lähmung eines Körperglieds führen kann. Im Fall einer totalen Lähmung kann der Patient dieses nicht mehr selber bewegen.

2 Muskeln anregen

Mit der funktionellen Elektrostimulation werden die Nerven, welche die Muskeln steuern, mit einer Reihe schwacher elektrischer Impulse angeregt. So werden die Muskeln dazu gebracht, eine vorgegebene Bewegung auszuführen, womit der Patient an Physiotherapie-Übungen teilnehmen kann. Bei schweren Schlaganfällen ist die Wirksamkeit der Methode allerdings umstritten.

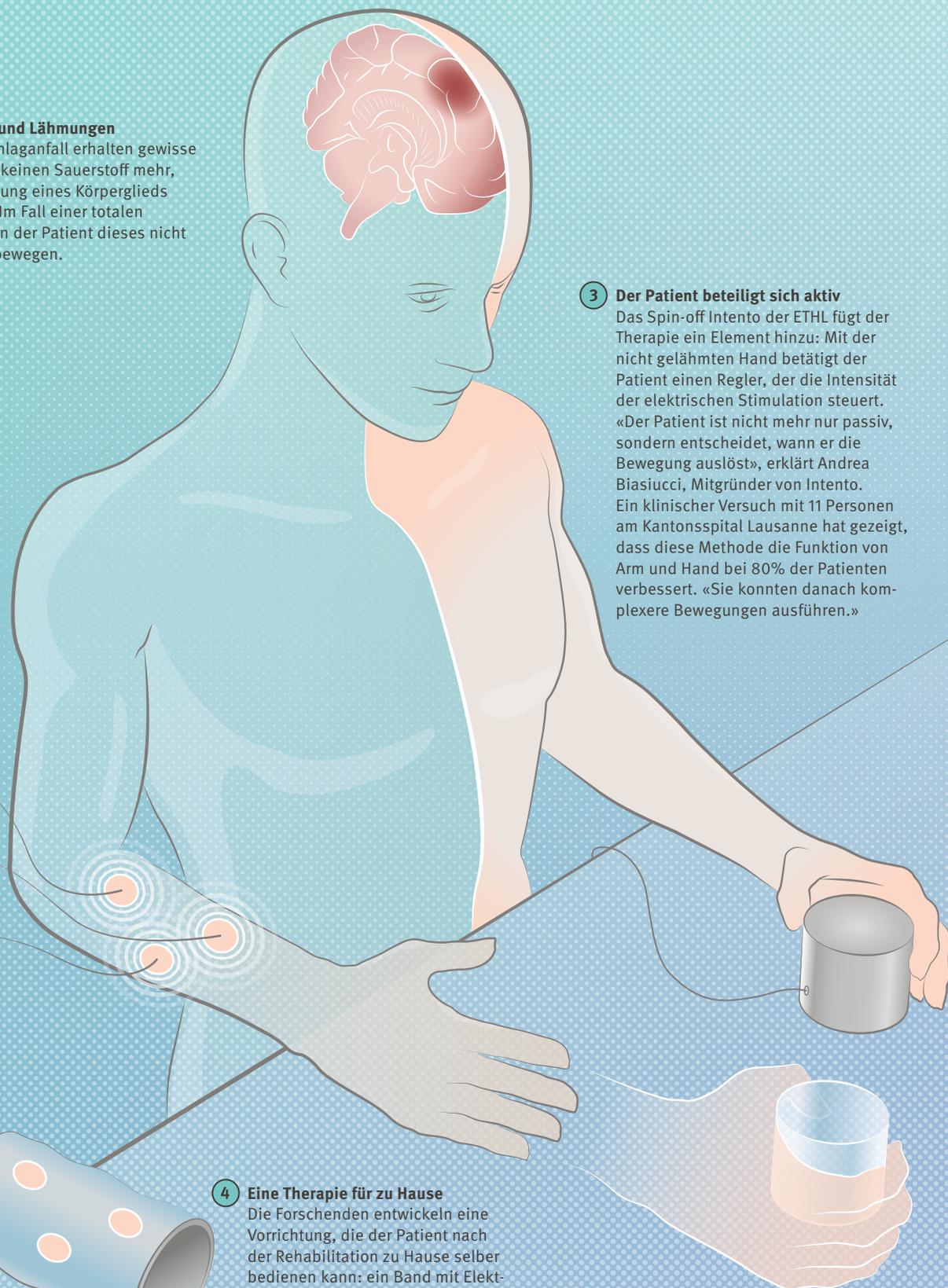
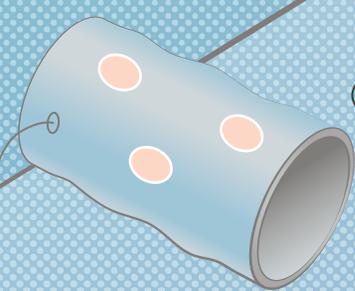


3 Der Patient beteiligt sich aktiv

Das Spin-off Intento der ETHL fügt der Therapie ein Element hinzu: Mit der nicht gelähmten Hand betätigt der Patient einen Regler, der die Intensität der elektrischen Stimulation steuert. «Der Patient ist nicht mehr nur passiv, sondern entscheidet, wann er die Bewegung auslöst», erklärt Andrea Biasucci, Mitgründer von Intento. Ein klinischer Versuch mit 11 Personen am Kantonsspital Lausanne hat gezeigt, dass diese Methode die Funktion von Arm und Hand bei 80% der Patienten verbessert. «Sie konnten danach komplexere Bewegungen ausführen.»

4 Eine Therapie für zu Hause

Die Forschenden entwickeln eine Vorrichtung, die der Patient nach der Rehabilitation zu Hause selber bedienen kann: ein Band mit Elektroden zum Überstreifen.



Das Erbgut für Schweizer Innovation

Von Maurice Campagna

Desoxyribonukleinsäure. 22 Buchstaben für eine ebenso einfache wie komplexe Entdeckung. Lebewesen schreiben ihren Code mit nur vier essenziellen Basen ins Erbgut: Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C). Die Abkürzung dieser Entdeckung ist uns allen geläufig: DNA. Ebenso ihre geometrische Darstellung: die Doppelhelix. Ihr Ursprung liegt in den 1860er Jahren, als der Schweizer Arzt



Valérie Chérelat

Friedrich Miescher entdeckte, die er in einem Extrakt aus Eiter fand. Er nannte sie Nuklein. Erst nach unzähligen Experimenten von zahlreichen Forschenden erhielten James Watson, Francis Crick und Maurice Wilkins 1962 den Nobelpreis für Medizin für die Entzifferung der Molekularstruktur

der Nukleinsäuren und ihrer Bedeutung für die Informationsübertragung in lebender Substanz. ATGC - nicht mehr und nicht weniger.

Das Modell der Doppelhelix inspiriert nicht nur Biochemikerinnen und Biochemiker zur Beschreibung von Prozessen in Lebewesen. Zwei Naturwissenschaftler haben vor nicht allzu langer Zeit gezeigt, dass die Doppelhelix auch zur Datenspeicherung von Büchern, Fotos, Filmen und Musik taugt. Architektinnen und Architekten dient die Spirale der Gene als Referenz für den Entwurf von Hochhäusern. Und Stylisten flechten langes Haar zu Zöpfen mit doppelter Windung.

Auch das Geheimnis von Innovation und erfolgreichem Unternehmertum beruht auf vier grundlegenden Elementen: Dezentralisierung, Offenheit, Kontinuität und Autonomie, kurz DOKA. Gerade in der Schweiz können wir auf diese vier tragenden Pfeiler bauen. Wie wichtig ist eine gesunde Konkurrenz zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in einem kleinräumigen Land, wo auch die Kreativität dezentraler Standorte ein Teil des gesamten Netzwerks ist und Innovationen bottom-up entstehen können? Wie gross der Wert von offenem Austausch innerhalb der Schweiz und über die Landesgrenzen hinaus ist, haben wir bei den Diskussionen um die Beteiligung an den europäischen Forschungsprogrammen wie Horizon 2020 gesehen. Ebenso unterstützt ein kontinuierliches Umfeld den erfolgreichen Verlauf von Forschungsprojekten. Was machen wir, wenn die Kreativität der Forscherinnen und Forscher von einengenden Abhängigkeiten beschnitten wird? Wenn Eigenverantwortung im Sinne von Autonomie wegbricht?

DOKA erklärt auf einfache Art und Weise, wie im offenen Wettbewerb die Philosophie von «think global, act local» in einem Land mit verschiedenen Kulturen, wie die Schweiz es ist, funktionieren kann. Gemeinsame Werte, gemeinsame Ziele und möglichst einfache Steuerungsmechanismen für eine dezentrale Umsetzung: So können wir die vorhandenen Ressourcen effizient einsetzen - solange Offenheit, Kontinuität und Autonomie gegeben sind.

Maurice Campagna ist Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

6. März

In Luzern zum Mars reisen

Das erneuerte Planetarium im Verkehrshaus wird eröffnet. Ein neuer Bereich zeigt die Bilder der Marsmissionen. [Verkehrshaus Luzern](#)

16./17. März 2017

Medien in der direkten Demokratie

Die Rolle der Medien in demokratischen Prozessen sind Thema der 9. Aarauer Demokratietage.

[Kultur- und Kongresshaus Aarau](#)

11. April 2017

Swiss Global Change Day

Zum 18. Mal treffen sich die Klimaforscher verschiedener Disziplinen.

[Freies Gymnasium Bern](#)

bis 30. April 2017

Mumien, Rätsel der Zeit

Die gleichnamige Ausstellung thematisiert die Phänomene, die ermöglichen, dass tote Körper erhalten bleiben.

[Naturhistorisches Museum Basel](#)

10. bis 14. Mai 2017

Biologie, Erfindungen und Citizen Science

Die BioFabbing steht Enthusiasten, Praktikern und Forschern im Bereich Biohacking und Do-it-yourself-Biologie offen. Das Ziel: Erfahrungsaustausch und gemeinsames Lernen.

[Konfuzius-Institut, Genf](#)

bis 1. Juni 2017

500 Jahre nach Luthers Thesen

Die Veranstaltungsreihe «500 Jahre Reformation - Rückblicke und Ausblicke» der Universität Zürich fragt nach deren Wirkung in der Vergangenheit und Zukunft. [Universität Zürich](#)

Leserbriefe

Nichts Neues

Ich habe Ihr Editorial (Horizonte 111, S.2) gelesen. Ich habe einen Master in Tropenmedizin und seit 1994 zusätzlich einen in öffentlicher Gesundheit. Zwischen 1979 und 1985 habe ich in Afrika südlich der Sahara vier Jahre in meinem Beruf gearbeitet - für Sie wahrscheinlich vor sehr langer Zeit. In Ihrem Artikel finde ich aber nichts Neues. Es wird ständig wiederholt, dass lokale Mitarbeiter einbezogen und zu den Methoden und Ergebnissen Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt werden müssen. Das ist bekannt. Ich habe mehr erwartet. *Dr. Virgile Woringe, Lausanne*

Enttäuschendes Bild

Das an sich prägnante Bild anspruchsvoller Wirkungserfassung in der internationalen Zusammenarbeit (IZ) enttäuscht vierfach (Horizonte 111, S. 12). Erstens die Ausgewogenheit: Trotz Betonung grosser Bundesbeiträge an die IZ kommt im Heft keine Deza-nahe Stimme zu Wort. Das Deutsche Evaluierungsinstitut (Deval) und das Zentrum für Entwicklung und Zusammenarbeit der ETH Zürich (Nadel) erläutern wissenschaftsmethodische, aber weniger praxisnahe Aspekte. Zweitens der Methodenstreit: Subventionierte Organisationen können sich teure Wirkungsanalysen mit Kontrollgruppen kaum leisten. Zudem gibt es selten Vergleichsbeispiele ohne

Interventionen. Leitmotiv sind darum gemischte Methoden für optimalen Erkenntnisgewinn mit geringen Mitteln. Drittens die Unabhängigkeit: Auch Deval und Nadel erhalten öffentliche Mittel und sind damit kaum unabhängiger als integrierte Evaluationsabteilungen. Viertens die Kernaussage: Dank Rechenschaftsdruck hat die Entwicklungspolitik hohe Standards entwickelt und fein austarierte Systeme der Wirkungsmessung geschaffen, wie man sie kaum in einem andern Politikbereich findet.

Martin Sommer, selbstständiger Berater IZ, früherer Chef Evaluation Deza (2012-2014)

Netzwerker ist neuer Präsident der SAMW

FotoGraf & Graf GmbH



Daniel Scheidegger ist neuer Präsident der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW). Er übernimmt das Amt von Peter Meier-Abt, der das Präsidium seit 2011 innehatte. Durch

sein Engagement in nationalen Gremien und Institutionen ist Scheidegger im Gesundheitswesen bestens vernetzt. Er war Departementsvorsteher am Kantonsspital Basel und Ordinarius für Anästhesiologie und Reanimation an der Universität Basel.

MHV-Beiträge fördern zum letzten Mal 42 Forscherinnen

Der SNF hat zum letzten Mal Marie Heim-Vögtlin-Beiträge (MHV) vergeben, um hochqualifizierte Forscherinnen zu unterstützen, die ihre wissenschaftliche Tätigkeit aufgrund von familiären Verpflichtungen reduzieren oder unterbrechen mussten. Von 147 Bewerberinnen werden 42 Forscherinnen an 12 Schweizer Hochschulen und Forschungsinstituten gefördert. 83 Prozent der Beiträge geht an Postdocs, 17 Prozent an Doktorierende. Insgesamt wurden 8,7 Millionen Franken bewilligt. MHV-Beiträge werden künftig nicht mehr ausgeschrieben. Auf Herbst 2017 wird das Förderungsinstrument Prima (Promoting Women in Academia) für exzellente Forscherinnen auf Postdoc-Stufe eingeführt.

Studie schlägt pragmatisches Open-Access-Szenario vor

Erstmals hat eine Studie Szenarien für den Umbau des wissenschaftlichen Publikationswesens in der Schweiz hin zu Open Access (OA) erarbeitet. Sie hat die Finanzflüsse analysiert und empfiehlt ein pragmatisches, flexibles Szenario, um die öffentlich finanzierte Forschung künftig ohne Zeitverzug frei und kostenlos zugänglich zu machen. Die Finanzflussanalyse wurde vom SNF zusammen mit dem Programm «Wissenschaftliche Information» (SUK P-2) von Swissuniversities lanciert. Im Rahmen der nationalen Strategie und des Aktionsplans zu OA werden die potenziellen Szenarien für den Umbau des wissenschaftlichen Publikationswesens in der Schweiz diskutiert.

Neun neue Mitglieder in den Forschungsrat gewählt

Der Stiftungsratsausschuss des SNF hat neun neue Forschungsrätinnen und -räte bestimmt. Für die Abteilung Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften wurden Olivier Schneider (EPFL), Aude Billard (EPFL), Joachim Buhmann (ETH Zürich), Karl Gademann (Universität Zürich) gewählt. Anastasia Ailamaki (EPFL), Jan Carmeliet (ETH Zürich), Andreas Mayer (Universität Lausanne), Nicolas Rodondi (Universität Bern) und Uschi Backes-Gellner (Universität Zürich) nehmen neu im Forschungsrat der Abteilung Programme Einsitz.

Fit für die Medien mit den SNF-Trainings und -Kursen

Medienarbeit hat eigene Regeln. In den SNF-Medientrainings und -Schreibkursen können sich Interessierte Kenntnisse für den Dialog mit einer breiteren Öffentlichkeit aneignen. Die SNF-Medienkurse richten sich seit 2008 an Forschende, die mindestens eine erste Forschungserfahrung auf Postdoc-Niveau mitbringen. Die Kurskosten sind reduziert für Personen, die vom SNF oder seinen Partnern – der Kommission für Technologie und Innovation (KTI), der Stiftung Mercator Schweiz oder der Gebert-Rüf-Stiftung – unterstützt werden. Die Termine sind auf der SNF-Webseite aufgeführt.

Das Naturmuseum Wallis erhält den Prix Expo



Musées cantonaux du Valais, Sion. Robert Hofer

Die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) hat das Naturmuseum Wallis für seine Ausstellung «Reiseziel Erde: Leben im Anthropozän» mit dem Prix Expo 2016 ausgezeichnet. Der Mut des Museums, ein sehr umstrittenes Thema ohne jede Effekthascherei zu behandeln, war laut der Jury entscheidend. Diese äusserte sich auch über den multidisziplinären Ansatz und die herausragende Inszenierung begeistert. Die Ausstellung läuft noch bis zum 2. April 2017.

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. 29. Jahrgang, Nr. 112, März 2017
www.snf.ch/horizonte

Herausgeber

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

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Haus der Akademien
Laupenstrasse 7
Postfach
CH-3001 Bern
Tel. 031 306 92 20
info@akademien-schweiz.ch

Redaktion

Daniel Saraga (dsa), Leitung
Florian Fisch (ff)
Pascale Hofmeier (hpa)
Marcel Falk (mf)
This Rutishauser (tr)

Gestaltung und Bildredaktion

2. stock süd netthoevel & gaberthüel,
Valérie Chételat

Übersetzung

Weber Übersetzungen
Chris Walton

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

37 800 deutsch, 16 600 französisch

© alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck der Texte mit Genehmigung des Herausgebers erwünscht.
ISSN 1663 2710

Das Abonnement ist kostenlos. Die Papierversion wird gewöhnlich nur in der Schweiz und an Organisationen im Ausland verschickt.

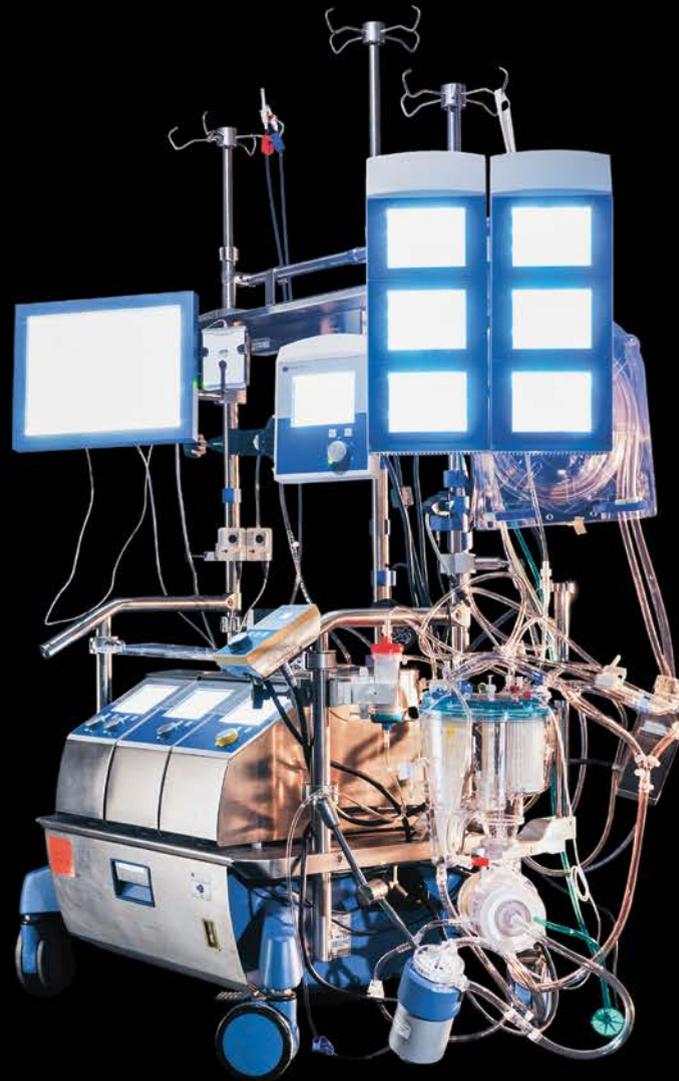
Die Artikel geben nicht die Meinung der beiden Herausgeber SNF und Akademien wieder. Die präsentierten Forschungsprojekte werden in aller Regel vom SNF unterstützt.

Der SNF

Der SNF fördert im Auftrag des Bundes die Grundlagenforschung und unterstützt jährlich mit rund 800 Millionen Franken über 3400 Projekte, an denen 14 000 Forschende beteiligt sind. Er ist damit die wichtigste Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

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.



**Ein Knopfdruck entschei-
det über Leben und Tod:
Die Herz-Lungen-Maschine hält
Menschen im Koma und bei
Operationen am Leben.**

Bild: Reiner Riedler/AnzenbergerAgency

**«Für unangenehme Befunde
gibt es keinen
optimalen Zeitpunkt.»
Dominik Hangartner Seite 29**

**«Wir arbeiten hart
und lachen viel.»
Effy Vayena Seite 36**

**«In kleinen Gruppen ist
es besser, unkooperative
Mitglieder zu bestrafen.»
Matthias Wubs Seite 42**