

Grenzen der Wissenschaft 10

Tsunamis im Genfersee 30

Ein Studium: Nur für Gutbetuchte? ... 36

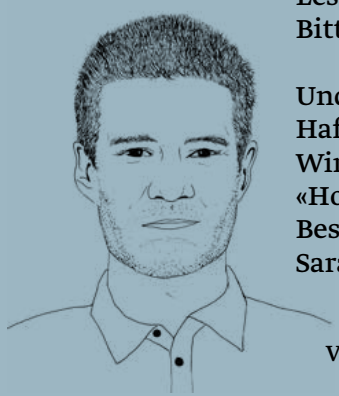
Der Umgang mit Brustkrebsrisiko 44

Verehrte Leserin, lieber Leser

Endlich haben wir Sie vor Augen: Sie sind ein 58-jähriger Mann aus der Deutschschweiz. Das sagt zumindest der Durchschnittswert aus der Leserbefragung, wofür wir uns bei den 2349 Teilnehmenden herzlich bedanken. Sie sind oder waren mehrheitlich in Technik, Naturwissenschaft oder Medizin aktiv, lesen gern Artikel, die inhaltlich in die Tiefe gehen, und geben uns freundlicherweise die Gesamtnote «gut». Wir werden Ihre Antworten weiter analysieren und uns bemühen, Ihnen erst recht eine anregende Lektüre zu bieten, wenn Sie keine Durchschnittsleserin sind.

Besonders wertvoll sind natürlich Ihre kritischen Kommentare – wobei wir nicht verschweigen möchten, dass Ihre Bedürfnisse trotz aller Bekenntnisse zur interdisziplinären Zusammenarbeit teilweise recht weit auseinandergehen. Einig sind Sie sich offenbar im Wunsch nach mehr kritischen und selbstkritischen Artikeln. Wir versuchen, dem Folge zu leisten: Auf Seite 38 finden Sie eine Rede des ehemaligen Direktors der Kulturstiftung Pro Helvetia, Pius Knüsel, die er im September am Kongress der Wissenschaftskommunikation ScienceComm hielt. Pius Knüsel verursachte unter den anwesenden Fachleuten einige Aufregung, denn er empfahl im Grunde, zum Wohle der Wissenschaft mit der Wissenschaftskommunikation aufzuhören, vor allem auch mit der in Forschungsmagazinen.

Nicht zuletzt wünschen sich einige Leser eine ganze Seite nur für Leserbriefe. Liebe Leserin, lieber Leser: Das wünschen wir uns auch! Bitte schreiben Sie uns unter *horizonte@snf.ch*



Und noch eine weitere Mitteilung in eigener Sache: Chefredaktor Urs Hafner sowie Ori Schipper und Philippe Morel verlassen die Redaktion. Wir danken den Kollegen, die über lange Jahre das Forschungsmagazin «Horizonte» geprägt haben, und wünschen ihnen für die Zukunft das Beste. Im Lauf des nächsten Jahres wird der neue Chefredaktor Daniel Saraga mit einem teilweise erneuerten Team die Arbeit aufnehmen.

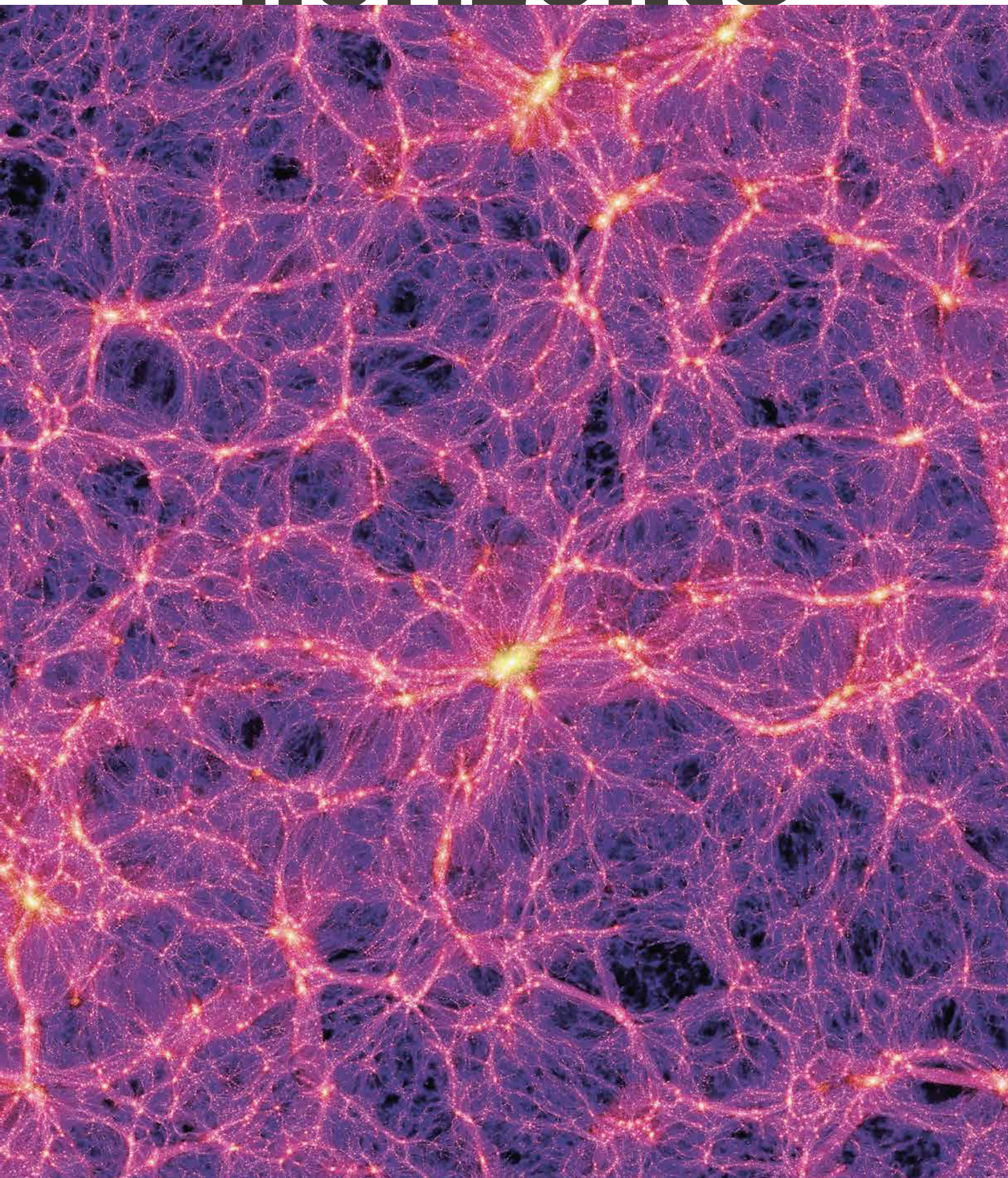
Valentin Amrhein, Redaktionsleiter (ad interim)

FNSNF
Schweizerischer Nationalfonds
zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

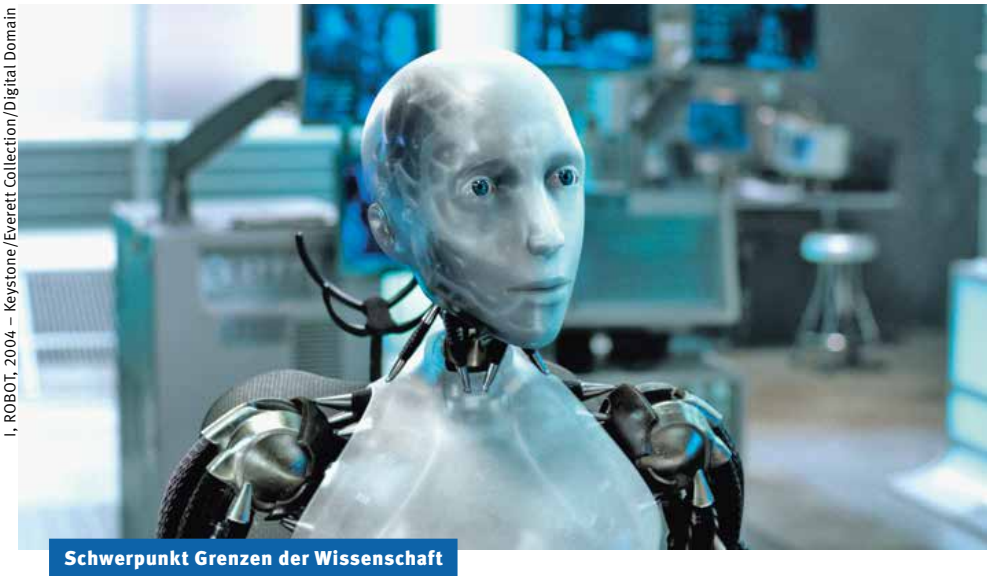
Akademien
der Wissenschaften Schweiz

Horizonte – Das Schweizer Forschungsmagazin Nr. 103, Dezember 2014

horizonte

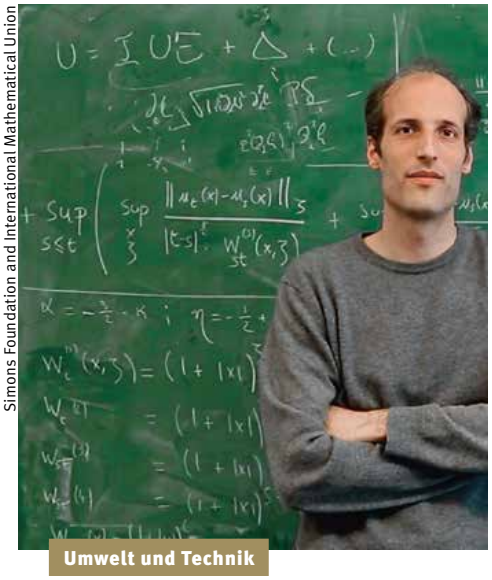


Inhalt



I, ROBOT, 2004 – Keystone/Everett Collection/Digital Domain

Schwerpunkt Grenzen der Wissenschaft



Simons Foundation and International Mathematical Union

Umwelt und Technik

10 Grenzen der Wissenschaft

Was können wir wissen? Und wollen wir alles wissen, was wir wissen können? Über die Grenzen der Erkenntnis, über die ethischen Grenzen der Forschung, und was fünf Wissenschaftlerinnen in den nächsten 20 Jahren für Grenzüberschreitungen erwarten.

13 **Wissen wir, was wir nicht wissen können?**

16 **Überschrittene und zu überschreitende Grenzen**

21 **Ethische und rechtliche Grenzen der Wissenschaft**

26

26 **Der Gleichungen-Bändiger**
Martin Hairer gibt unmöglichen Gleichungen einen Sinn. Dafür hat er eine der höchsten Auszeichnungen in der Mathematik erhalten: die Fields-Medaille.

28 **Mit Schwingungen in die Quantenwelt**
Kaum volljährig, bastelte Tobias Kippenberg ein Gerät zur Erkennung von Glatteis auf Strassen. Heute untersucht er Quantenoszillationsphänomene bei Mikroresonatoren.

30 **Tsunamis im Genfersee**
Fünfmal in den vergangenen 4000 Jahren gab es am Genfersee bis zu sechs Meter hohe Flutwellen.

31 **Schweizer Kreuz aus 20 Atomen**
Zurück in die Kindheit des Sonnensystems
Monsun verhindert Selenmangel

◂ Computersimulation der Verteilung Dunkler Materie in einem Ausschnitt des Universums (Durchmesser 824 Millionen Lichtjahre). Dunkle Materie ist nicht für unsere Teleskope sichtbar, weil sie keine Strahlung aussendet. Sie macht vermutlich etwa 25 Prozent der Masse des Universums aus, und ihre Zusammensetzung ist eine wichtige offene Frage der Kosmologie.
Bild: Keystone/Science Photo Library/Volker Springel/Max Planck Institute for Astrophysics

Umschlagbild hinten: Sternbild des Schwans (links oben) mit dem roten Gasnebel NGC 7000 («Nordamerikanebel»). Vor dem hellen Band der Milchstrasse ziehen sich von links oben nach rechts unten dunkle Wolken aus Gas und Staub, die dahinter liegende Sterne verdecken und von blossem Auge gut sichtbar sind. In solchen Dunkelwolken werden neue Sterne geboren.
Bild: Keystone/Science Photo Library/Eckhard Slawik.

32



Wikimedia Commons/Shiny Things

Kultur und Gesellschaft

36



Keystone/Marcel Bieri

Wissen und Politik

42



Christian Rellstab, Eawag

Biologie und Medizin

32
Der Weltbank laufen die Kunden davon
Viele Schwellenländer steigen auf Entwicklungsbanken um, hinter denen nicht hauptsächlich die westlichen Industriestaaten stehen.

34
Organspende: Wo helfen nicht ausreicht
Die Rolle von Patientenorganisationen in der Debatte über miserable Schweizer Spendestatistiken.

35
Wissenschaft als Beruf
Als die Basler Zeitung liberal war
Afrika altert schnell

36
Die Universität als Veranstaltung der Ober- und der Mittelschicht
Das Schweizer Stipendienwesen ist ein föderalistisches Gestrüpp. Wie kann man erreichen, dass bei der Bildung Chancengleichheit gilt?

38
Schaulaufen schadet der Wissenschaft
Die meiste Wissenschaftskommunikation ist Propaganda, sagt Pius Knüsel. Es vergräme die Menschen, wenn man ihnen die Bedeutung der Wissenschaft vorkaue.

41
Technik bleibt Männersache
Naturwissenschaftliche und technische Berufszweige haben Nachwuchsprobleme. 3500 Schülerinnen und Schüler gaben Auskunft, warum das so sein könnte.

42
Für immer verlorene Vielfalt
Trotz verbesserter Wasserqualität vieler Seen: Warum die ursprünglichen Wasserfloh-Arten nicht zurückkehren werden.

44
«Die Brüste werden zu einer Bedrohung»
Die Soziologin Maria Caiata Zufferey erforscht, wie Frauen mit einem erhöhten genetischen Risiko umgehen, an Brust- und Eierstockkrebs zu erkranken.

47
Wie entwickelt sich das Aids-Virus?
Durch seine Rekombinationsfähigkeit sorgt das HIV in der Aids-Forschung für Kopfzerbrechen.

48
Ohrwürmer: Die Chemie muss stimmen
Krankheitsrisiko im Erbgutmüll
Gentechnik gegen Parkinson

Im Bild
6
Wandelnder Leuchtstift

kontrovers
8
Staatliche Förderung für die Medien?

Vor Ort
24
Das Rennen gegen die Uhr

Wie funktionierts?
49
Der kleine Höhenunterschied

Aus erster Hand
50
Nur internationale Wissenschaft kann universell gültig sein





Wandelnder Leuchtstift

Wie Obelix in den Zaubertrank scheint der hier abgebildete grosse Taggecko als kleines Kind in ein Fass voll Textmarkerfarbe gefallen zu sein. Im tropischen Regenwald Madagaskars, wo die bis zu 30 Zentimeter grosse Echse beheimatet ist, spielt die Leuchtkraft ihrer schuppigen Haut eine Rolle bei der Partnerwahl. Doch wie kommt diese Farbenpracht – von Gelb über Erbsengrün bis zu fast blau strahlendem Türkis bei einigen Individuen – überhaupt zustande? Zur Klärung dieser Frage haben sich Biologen und Physiker in einem Projekt namens «United Living Colors» zusammengetan. Unter der Leitung von Michel Milinkovitch von der Universität Genf haben die Forschenden mit aufwändigen Untersuchungen und mathematischen Modellen der optischen Eigenschaften der verschiedenen Hautzellschichten aufgezeigt, dass nicht nur verschiedene Pigmente, sondern auch durchsichtige winzige Kristalle in der Haut zu den Farbeffekten beitragen.
Während die gelben und roten Pigmente einen Teil des Lichtspektrums absorbieren, streuen die präzis angeordneten Nanokristalle die einfallenden Lichtstrahlen und sorgen mit der Interferenz – dem physikalischen Prinzip, das auch Schmetterlingsflügel oder Seifenblasen schillern lässt – für die blauen Töne. So orchestriert der Taggecko eine wahre Sinfonie der Farben, wenn er als wandelnder Leuchtstift durch den Dschungel streift. *ori*

S. V. Saenko et al. (2013): Precise colocalization of interacting structural and pigmentary elements generates extensive color pattern variation in *Phelsuma* lizards. BMC Biology 11: 105.

Bild: Michel C. Milinkovitch/LANE

Staatliche Förderung für die Medien?

Die Medien stecken in der Krise. Wie soll der Staat ihnen unter die Arme greifen? Otfried Jarren findet, was in der Wissenschaft funktioniert, wird auch den Medien helfen, und fordert einen Nationalfonds für Qualitätsjournalismus. Felix E. Müller warnt hingegen vor dem staatspolitischen Sündenfall.



Valérie Chételat (Fotomontage)

Wissenschaft wie auch Medien bedürfen der Freiheit. So sind Wissenschafts- wie Medienfreiheit fester Teil der modernen Verfassungen in demokratischen Staaten. Universitäten, Fachhochschulen oder Forschungseinrichtungen sind im hohen Mass zur Finanzierung auf staatliche Mittel angewiesen. Die Forschung in der Schweiz wird im Kern durch Staatsbeiträge finanziert. Der Schweizerische Nationalfonds (SNF), verfasst als Stiftung, verfügt über eine komplexe Governance, damit die staatlich bereitgestellten Mittel sachlich wie fachlich adäquat verteilt werden – ohne unmittelbare politische Einflüsse. Das ist gut so. Das funktioniert. Die Vergabe wird von aktiven Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern durchgeführt: Peers entscheiden über Eingaben von Peers. Das Peersystem hat immer auch Diskussionen ausgelöst, zum Beispiel wenn zu viele disziplinäre und zu wenig interdisziplinäre Projekte gefördert wurden. Aber es gibt im SNF interne Diskurse und externe Evaluationen, welche die Qualität der Vergabepraxis sichern.

Auch in den Medien agieren Peers, in Form der Journalisten. Als professionelle Rollenträger verfügen sie über fachliche Standards; so leiten sie die Nachrichtenwerte bei der Selektion von News. Qualitätsstandards variieren zwar, aber es gibt medien- wie gattungsspezifische Regeln. Ombudsstellen, Presserat oder die Unabhängige Beschwerdeinstanz für Radio und Fernsehen (UBI) diskutieren und rügen Fehler.

Peerevaluation und Peerkontrolle sind im Mediensektor noch nicht so etabliert und institutionalisiert wie in der Forschung. Das hat Gründe, die auch in der Medienfreiheit liegen – und das ist gut so. Medien werden im Unterschied zur Wissenschaft nicht staatlich finanziert. Wohl aber haben staatliche Instanzen zahlreiche Förderbedingungen geschaffen: Gebühren für den Service public, reduzierte Mehrwertsteuersätze, Posttaxenreduktion für Tageszeitungen, die Finanzierung von Agenturprodukten. Im demokratischen Staat soll es keine direkte Medienförderung geben. Indirekte Massnahmen gibt es aber seit langem. Die Förderung wäre dann problematisch, wenn sie mit Behördenentscheiden verbunden ist, die einen Einfluss auf die Medieninhalte haben könnten.

> «Die Repräsentanten der Branche sollen mitwirken bei Fördermassnahmen.»
>
> Otfried Jarren

Jeder demokratische Staat schafft eine Medienordnung und gestaltet diese aus, um demokratiepolitische Zielsetzungen gesichert zu wissen. In der mehrsprachigen Schweiz mit ihrer direkten Demokratie, die Abstimmungen kennt, kommt den Massenmedien eine besondere intermediäre Funktion zu. Pressekonzentration, Medienmonopole auf der Gemeinde- oder Kantonsebene, mediale Versorgungsdefizite, die sich verschärfende in- wie ausländische Konkurrenz im Print- wie im Fernsehmarkt haben Folgen. Die Finanzierungskrise der überlokalen Tagespresse ist offenkundig. Die Eidgenössische Medienkommission (EMEK) hat eine wissenschaftlich basierte Analyse der Situation vorgenommen und eine Reihe von Massnahmen angeregt. Im Kern geht es um einen Politikwechsel: Statt staatlich dominierter Medienpolitik, also Government, wird für eine Medienpolitik durch Peerbeteiligung plädiert, also für Media Governance. Die Repräsentanten der Branche sollen mitwirken bei Fördermassnahmen. Als zentrales Gefäss bietet sich eine staatsferne Stiftung an. Die EMEK sieht den SNF als ein Vorbild für eine zu etablierende Medienstiftung Schweiz an.

Otfried Jarren präsidiert seit 2012 die vom Bundesrat eingesetzte Eidgenössische Medienkommission (EMEK). Er ist Professor für Publizistikwissenschaft am IPMZ – Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung der Universität Zürich (UZH) und als Prorektor Geistes- und Sozialwissenschaften Mitglied der Universitätsleitung der UZH.



Vor kurzem hat die vom Bundesrat eingesetzte Medienkommission (EMEK) Vorschläge publiziert, wie der krisengebeutelten Medienbranche zu helfen wäre. Das ist grundsätzlich ein lobenswertes Unterfangen, zumal diese Branche in einer fundamentalen Strukturkrise steckt. Gleichzeitig ist gerade eine direkte Demokratie wie die Schweiz auf ein Mediensystem angewiesen, das im Interesse der Information des Stimmbürgers eine verlässliche Informationsleistung erbringt. Als Lösung schlägt die Kommission vor, den Medien mit staatlichen Finanzmitteln unter die Arme zu greifen. So regt die Kommission an, dass der Bund die Nachrichtenagentur SDA finanziell unterstützt – ein nur in Grenzen tauglicher Ansatz, weil davon vor allem die Gratismedien profitieren würden. Weiter soll eine neue, mit Bundesgeldern dotierte Stiftung zur Förderung des Qualitätsjournalismus geschaffen werden.

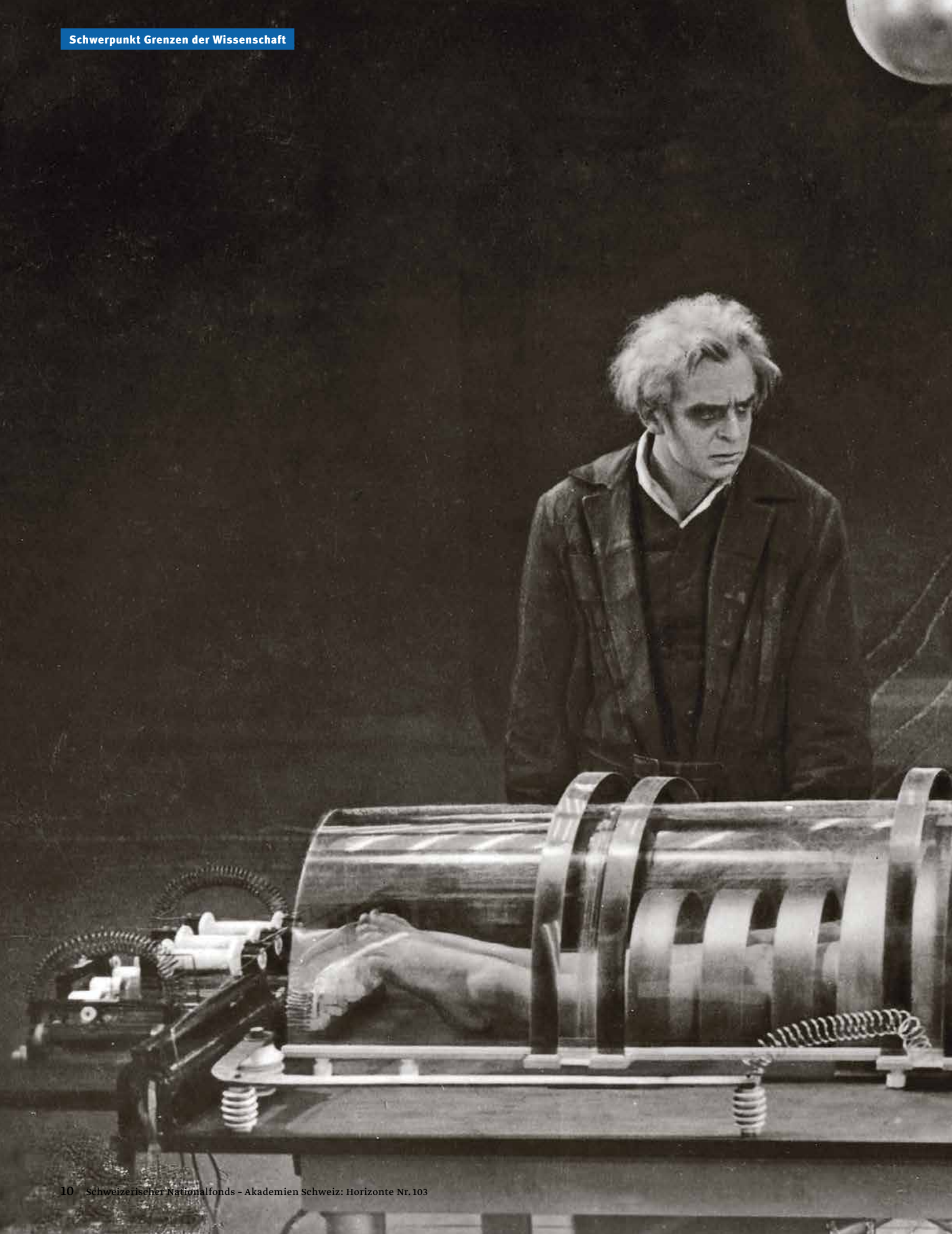
Diese Vorschläge bestätigen das alte Diktum, dass nicht alles, was gut gemeint ist, auch gut ist. Denn es gibt keine wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnis, wann ein Artikel «gut» ist und wann «schlecht». Sicher gibt es gewisse minimale handwerkliche Standards, die im Journalismus einzuhalten sind. Aber daneben spielen politische Überzeugungen und auch Emotionen eine Rolle. All das entzieht sich einer wissenschaftlichen Objektivierung in einem so starken Masse, dass sich auf dieser Basis nicht ernsthaft Subventionen sprechen liessen.

Aus eigener Erfahrung weiss ich um die Tendenz von Leserinnen und Lesern, einen Beitrag dann gut zu finden, wenn er ihre Auffassungen stützt, während im gegenteiligen Fall der Vorwurf des Boulevards reflexartig erhoben wird. Eine von der Politik eingesetzte Kommission wird sich solchen Mechanismen nicht entziehen können. Sie wird sich vor die Frage gestellt sehen, ob die «Weltwoche» – um ein Extrem zu nennen – Qualitätsjournalismus betreibt. Bundesrat Ueli Maurer ist dieser Ansicht, andere werden da opponieren. Umgekehrt werden sich in Kreisen der SVP nicht viele finden, die der «WOZ» staatliche Gelder zusprechen würden. Auch in einer angeblich unpolitischen Kommission lassen sich solche weltanschaulichen Präferenzen nicht ausmerzen.

> «Es gibt keine wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnis, wann ein Artikel gut ist und wann schlecht.»
>
> Felix E. Müller

Das wird dann rasch auf eine sehr helvetische Lösung hinauslaufen: eine Verteilquote auf Grund politischer oder regionaler Gesichtspunkte. Das Resultat wäre eine strukturelle Zementierung der Medienbranche auf heutigem Niveau. Das ist nicht sinnvoll. Ein aufgeklärter Staat, der auf der Basis der Gewaltenteilung aufgebaut ist, sollte sich also keinesfalls ins Mediengeschäft einmischen und dort zwischen Gewinnern und Verlierern auswählen, und zwar nicht nur aus grundsätzlichen staatspolitischen Überlegungen. Er würde damit auch den laufenden Strukturwandel behindern, der – zugegebenermassen – eine Reise mit unbekannter Destination ist.

Felix E. Müller ist seit 2002 Chefredaktor der «NZZ am Sonntag». Er studierte zuerst Chemie und schloss danach in Germanistik, Musikwissenschaften und Mathematik ab.



Grenzen der Wissenschaft

Was war vor dem Urknall? Wir wissen es nicht. Aber, schreibt der Astrophysiker Hubert Reeves, «das bedeutet nicht, dass vor jenen 13,7 Milliarden Jahren nichts geschah, nur dass wir darüber nichts wissen. Ich möchte sagen, dass der Urknall den Horizont unseres Wissens um die Vergangenheit darstellt. Er ist kein Anfang, er ist ein Horizont. Einer, den die Grenzen unserer Beobachtungen und unserer physikalischen Theorien uns vorschreiben.» So erklärt Hubert Reeves in dem Buch «Wo ist das Weltall zu Ende?» einer seiner acht Enkelinnen eine Grenze unseres Wissens. Der Berner Philosoph Claus Beisbart erörtert im Schwerpunkt dieses Heftes, woher wir eigentlich wissen, wo solche Grenzen liegen. Wie können wir wissen, was wir nicht wissen können?

Weiter antworten uns fünf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf die beiden Fragen: Wo wurde in Ihrem Fachgebiet in den letzten 20 Jahren eine wichtige oder überraschende Grenze überschritten? Was ist eine wichtige Grenze in Ihrem Fachgebiet, deren Überschreitung Sie in den nächsten 20 Jahren für wahrscheinlich oder für dringlich halten?

Und weil die Grenzen der Wissenschaft nicht nur in den Grenzen des Wissens liegen, geht Ori Schipper im letzten Text auf eine geschichtliche Reise zu den ethischen und rechtlichen Grenzen der Forschung.

Hubert Reeves (2012): Wo ist das Weltall zu Ende? Das Universum meinen Enkeln erklärt. Verlag C.H. Beck, München.



◂ Maria in der gläsernen Röhre, von der aus ihre Gestalt auf die Menschmaschine übertragen wird.
METROPOLIS, 1927
Bild: Interfoto/CCI

Beim Beamen wird Materie in ihre atomaren Bestandteile zerlegt, zu einem anderen Ort geschickt und dort wieder zusammengesetzt.
STAR TREK, 1966–69
Bild: Keystone/Rue des Archives/RDA

Wissen wir, was wir nicht wissen können?

«Was kann ich wissen?» – Für Immanuel Kant ist das eine der Grundfragen der Philosophie. Wie können wir sie heute beantworten? Und warum ist sie wichtig?
Von Claus Beisbart

Aus dem Alltag kennen wir die Erfahrung, an die Grenzen unseres Wissens zu stossen. Die Prüferin wiederholt in scharfem Ton die Frage: Wann fand die Schlacht von Waterloo statt? Schweissgebadet muss ich mir als Prüfling eingestehen, dass ich die Antwort nicht weiss. Vielleicht habe ich sie einmal gewusst und vergessen; vielleicht habe ich noch nie von Waterloo gehört; vielleicht weiss ich nicht einmal, ob ich je davon gewusst habe.

Wenn wir wie Kant über die Grenzen des Wissens nachdenken, zielen wir meist nicht auf das Wissen einzelner Menschen. Es geht vielmehr um kollektives Wissen, also um das, was die Menschheit weiss. Dieses Wissen wurde im Laufe der Jahre angesammelt und ist in Büchern aufgeschrieben. Wie das individuelle Wissen, so ist auch das Wissen des Menschen begrenzt, weil wir vieles (noch?) nicht wissen: Wer gewinnt die nächsten Präsidentschaftswahlen in den USA? Die Grenze, die das, was wir wissen, von dem trennt, was wir nicht wissen, nennt man unseren Wissenshorizont.

Im Laufe der Jahre verändert sich unser Wissen, und damit verschiebt sich auch der Horizont. Wir glauben heute, Dinge zu wissen, die früher unbekannt waren. Umgekehrt ist mit der Zeit auch Wissen verlorengegangen. Bei der Suche nach neuem Wissen üben die bisherigen Grenzen oft einen unwiderstehlichen Reiz aus. Wir wollen unsere Grenzen überschreiten und gleichsam die weissen Flecken auf der Landkarte tilgen.

Mit seiner Frage geht Kant noch einen Schritt weiter. Er fragt nicht, was wir wissen, sondern was wir wissen können. Es geht ihm um jenen Wissenshorizont, den wir im besten Fall erreichen können. Im Hintergrund seiner Frage steht die Vermutung, dass unsere Versuche, unser Wissen zu erweitern, an Grenzen stossen könnten. Vielleicht können wir irgendwo nicht mehr weiterkommen: Die Tür bleibt verschlossen, wie sehr wir uns auch bemühen, sie zu öffnen.

Aber ist das so? Lässt sich unser Wissenshorizont nicht beliebig erweitern, bis wir einmal alles wissen? Um über diese Frage nachzudenken, lohnt es sich, kurz den Begriff des Wissens unter die Lupe zu nehmen. Dabei wollen wir uns auf jenes Wissen beschränken, dessen Inhalt wir in «dass»-Sätzen ausdrücken können. Ich weiss in diesem Sinn, dass 3 mal 34 die Zahl 102 ergibt. Wissen dieser Art kontrastiert man gerne mit der blossen Meinung oder Überzeugung, dass es sich so oder so verhält. Als wichtiger Unterschied gilt dabei, dass Wissen begründet ist. Wer etwas weiss, hat gute Gründe dafür und ist daher berechtigt, einen Wissensanspruch zu erheben. Wer dagegen in einer Prüfung die richtige Antwort nur rät, weiss sie nicht wirklich. In den Wissenschaften gehört eine Theorie daher erst dann zum Bestand unseres Wissens, wenn aussagekräftige Belege für sie sprechen.

Die bekannten Unbekannten

Wissen wird dort unmöglich, wo sich keine Gründe mehr finden lassen, wo sich die Belege verflüchtigen. Jenseits unseres Wissenshorizontes können wir vielleicht noch Hypothesen formulieren. Aber uns fehlen die Belege, die diese Hypothesen begründen. Man kann sich dann dieser oder auch jener Überzeugung anschliessen, aber nicht begründet entscheiden, welche richtig ist.

Versuchen wir also, den Horizont dessen zu vermessen, was der Mensch wissen kann. Doch schon die Suche nach den Grenzen des Wissens erscheint paradox. Denn wenn wir nach den Grenzen des Wissbaren fragen, dann wollen wir diese Grenzen ja wohl wissen. Wie können wir aber wissen, wo diese Grenzen verlaufen, ohne zu wissen, was jenseits der Grenzen liegt? Um zu beschreiben, was wir nicht wissen können, so scheint es, müssen wir Dinge wissen, die jenseits des Wissbaren liegen.

Das Paradox ist aber bloss scheinbar. Natürlich können wir nicht in leuchtenden Farben beschreiben, was wir nicht wissen. Wir können uns aber stattdessen mit Fragen ein Stück weit in unbekannte Gefilde wagen. Wenn wir eine Frage formulieren, dann spielen wir nämlich mit Möglichkeiten, ohne uns auf eine Behauptung über die Wirklichkeit festzulegen. Wenn wir zum Beispiel fragen, ob es im Universum blaue Tiger gibt, dann erwägen wir die Möglichkeit von blauen Tigern, lassen aber in der Schwebe, ob es sie wirklich gibt. Die Grenzen des Wissbaren können wir daher durch Fragen ausloten.

Man kann das auch so erläutern: Neben den sprichwörtlichen unbekannten Unbekannten, also jenen Dingen, von deren Existenz wir nicht die geringste Ahnung haben und nach denen wir daher gar nicht fragen, gibt es auch bekannte Unbekannte, also Fragen, die im Raum stehen, aber nicht beantwortet wurden. Wenn wir Fragen identifizieren, die wir nicht beantworten können, dann bestimmen wir Grenzen des Wissbaren.

Wer war Homer?

Eine recht sinnfällige Grenze dieser Art gibt es in der Astrophysik. Dort weiss man, dass wir nur einen Teil unseres Universums beobachten können. Denn alle Signale, die wir aus den Tiefen des Weltalls empfangen können, bewegen sich maximal mit Lichtgeschwindigkeit. Da unser Universum etwa 13,7 Milliarden Jahre alt ist, können wir nur Signale von Gegenden bekommen, die uns so nahe sind, dass Licht genug Zeit hatte, um von ihnen zu uns zu gelangen. Wie es in anderen Gegenden ausschaut, können wir nicht beobachten. Wir können es auch nicht mit unserer Vernunft erschliessen. Daher müssen Fragen, die ferne Teile des Universums betreffen, unbeantwortet bleiben.

In anderen Wissensbereichen ist es viel schwieriger, die Grenzen des Wissbaren zu bestimmen. Einige Fragen, die in der Literaturgeschichte immer noch offen im Raum stehen, betreffen Homer, dem traditionell die «Ilias» und die «Odyssee» zugeschrieben wurden. Aber stammen diese beiden Epen überhaupt aus der Hand eines einzelnen Dichters? Und wenn ja, wer war diese Person? Wie entstanden ihre Werke? Auf diese Fragen gibt es unterschiedliche Antworten, für die sich jeweils gewisse Argumente anführen lassen. Aber es wäre zu viel gesagt, dass wir die Antworten alle schon wüssten. Können wir sie überhaupt wissen? Das hängt davon ab, ob sich eines Tages Quellen finden, die zum Beispiel eindeutig zeigen, dass die beiden Epen von verschiedenen Personen stammen. Vielleicht lässt sich auch durch eine genaue Analyse der Texte zweifelsfrei belegen, dass «Ilias» und «Odyssee» von einer einzigen Person niedergeschrieben wurden. Ob wir hier vor einer Grenze dessen stehen, was wir wissen können, ist damit nur schwer zu beurteilen. Ehrlicherweise müssen wir sagen: Wir wissen derzeit nicht, wo hier die Grenze des Wissbaren verläuft.

Manchmal führt die Frage, was wir wissen können, in philosophische Grundsatzdebatten. Können wir etwa wissen, was die Welt im Innersten zusammenhält und aus welchen Elementarteilchen die uns bekannte Materie aufgebaut ist? Auf den ersten Blick wurden in der Physik bedeutende Fortschritte in diese Richtung erzielt. Es gibt aber auch Menschen, die leugnen, dass wir Wissen über Elementarteilchen gewinnen können. Sie berufen sich auf den Empirismus, eine philosophische Strömung, derzufolge alles Wissen auf der Sinneswahrnehmung beruht. Auf dieser Basis wird argumentiert, dass wir von Elektronen und Quarks nicht wissen können, weil wir diese nicht sehen oder hören können. Diese empiristische Position wird allerdings häufig zurückgewiesen. Denn haben wir nicht sehr gute indirekte Belege dafür, dass es Elektronen gibt? Können wir mithilfe der Quarks nicht hervorragend erklären, was wir sinnlich wahrnehmen? Die Debatte zwischen dem Empirismus und der Gegenseite ist noch heute im Gang. Die entscheidende Frage lautet: Was zählt eigentlich als verlässlicher Beleg für Wissen?

Insgesamt zeigt sich: Die Grenzen des Wissbaren zu bestimmen ist oft ein schwieriges Unterfangen. Es gibt in der Tat Fälle, in denen grundsätzliche Grenzen des Wissbaren behauptet wurden, die später überschritten wurden. Der Versuch, die Grenzen des Wissbaren zu bestimmen, dürfte sich trotzdem lohnen. Denn es wäre sehr vorteilhaft, diese Grenzen zu kennen. Kant glaubte, dass wir erst wissen, was der Mensch ist, wenn wir sagen können, was der Mensch wissen kann. Und wenn wir die Grenzen des Wissbaren kennen würden, dann könnten wir uns künftig viel Zeit und Energie sparen, die wir sonst womöglich für die Untersuchung von Fragen aufwendeten, die wir gar nicht beantworten können. Wir könnten uns dann entspannt im Bereich des Wissbaren bewegen und brauchten uns nicht über Fragen zu streiten, deren Antworten uns verborgen bleiben müssen.



Claus Beisbart ist Professor für Wissenschaftsphilosophie am Institut für Philosophie der Universität Bern.

Am Limit?

Am 18. Februar 2015 hält Claus Beisbart den Einführungsvortrag «Über die Vermessung der menschlichen Erkenntnisgrenzen» in einer öffentlichen Vorlesungsreihe an der Universität Bern. Die Vorträge zu den «Grenzen in den Wissenschaften heute» finden bis Ende Mai immer mittwochs 18.15 bis 19.45 Uhr im Auditorium Maximum, Hochschulstrasse 4, statt; der Eintritt ist frei. www.collegiumgenerale.unibe.ch



Ein Wissenschaftler testet ein auf Basis eines Virus entwickeltes Medikament an Menschenaffen, um ein Heilmittel für die Alzheimer-Krankheit zu finden.
RISE OF THE PLANET OF THE APES, 2011
Bild: Keystone/Everett Collection

Wo wurde in Ihrem Fachgebiet in den letzten 20 Jahren eine wichtige oder überraschende Grenze überschritten oder verschoben?

1994



Christian Körner

«Für mich war einer der grossen Schritte in der Biologie der letzten Jahrzehnte die molekulare Rekonstruktion der Stammesgeschichte. Wir wissen jetzt, welche Organismen miteinander verwandt sind, bis weit zurück an die Basis des Lebens. So gehören zum Beispiel die Pilze zu dem Zweig, der auch zu den Tieren führte – Pilze haben stammesgeschichtlich rein gar nichts mit Pflanzen zu tun.»

Was ist eine wichtige Grenze in Ihrem Fachgebiet, deren Überschreitung Sie in den nächsten 20 Jahren für wahrscheinlich oder für dringlich halten?

2034

«Eine der grössten offenen Fragen in der Botanik betrifft die physiologische Steuerung der Phänologie, des jahreszeitlichen Rhythmus im Pflanzenleben wie etwa des Austriebs im Frühjahr. Pflanzen müssen zum Beispiel gleichzeitig blühen, um sich gegenseitig zu befruchten, sie müssen ihre Blüte über grosse Distanzen und quer durch alle Wetterverhältnisse synchronisieren. Wie funktioniert das?»

Christian Körner ist frisch emeritierter Professor für Botanik an der Universität Basel.



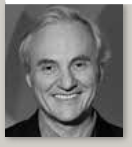
Felicitas Pauss

«2012 ist es gelungen, das Higgs-Teilchen, eines der meistgesuchten Teilchen in der Wissenschaftsgeschichte, am Cern in Genf nachzuweisen. Die Entdeckung des Higgs-Teilchens könnte somit ein Kapitel der Physik schliessen, das vor einem halben Jahrhundert begann. Möglicherweise eröffnet sich damit aber auch eine neue Ära in unserem Verständnis des Universums.»



Katharina Henke

«Bis in die 1990er Jahre galt die Neubildung von Nervenzellen im menschlichen, erwachsenen zentralen Nervensystem als ausgeschlossen. Neuere Untersuchungen weisen nach, dass es bei Menschen und anderen Säugetieren zu einer Vermehrung neuronaler Stammzellen und zur Bildung neuer Nervenzellen bis ins hohe Alter kommen kann. Diese Neubildung hängt von geistiger und körperlicher Aktivität ab. Die jungen Zellen verändern die Informationsverarbeitung in bestimmten Regionen des Gehirns, so zum Beispiel im Hippocampus.»



Ernst Fehr

«Vor 20 Jahren hielt man es nicht für möglich, dass sich Volkswirtschaftslehre und Neurowissenschaften wechselseitig befruchten können. Heute existiert ein Austausch von Ideen und Forschungstechnologien: Ökonomen benutzen nichtinvasive Hirnstimulation und bildgebende Verfahren, um wirtschaftliches Verhalten zu untersuchen. Neurowissenschaftler benutzen von Ökonomen entwickelte Verhaltensexperimente, um das Gehirn und psychiatrische Erkrankungen besser zu verstehen.»



Mirjam Christ-Crain

«Eine wichtige Grenzverschiebung in der klinischen Medizin der letzten 20 Jahren ist für mich der Durchbruch in der Erforschung von HIV und Aids. Innert kürzester Zeit wurde das Virus entdeckt, die Entwicklung der Erkrankung erforscht und eine neue Therapie etabliert. Heute ist HIV eine relativ gut behandelbare Krankheit.»

«Wir erwarten in den nächsten Jahrzehnten Erkenntnisse, die einen ganz neuen Blick auf die Gesetzmässigkeiten unseres Kosmos ermöglichen werden. Dabei werden Antworten auf fundamentale offene Fragen eine Rolle spielen, zum Beispiel: Warum haben sich nach dem Urknall Materie und Antimaterie gegenseitig nicht vollständig vernichtet? Woraus besteht die geheimnisvolle Dunkle Materie in unserem Universum?»

Felicitas Pauss ist Professorin für experimentelle Teilchenphysik an der ETH Zürich.

«Wahrscheinlich wird es in den nächsten Jahren möglich sein, über bildgebende Verfahren Gedanken und Gedächtnisspuren im Gehirn sichtbar und lesbar zu machen.»

Katharina Henke ist Professorin für experimentelle Psychologie und Neuropsychologie an der Universität Bern.

«Eine wichtige Grenzüberschreitung wäre das Verstehen wirtschaftlichen Entscheidungsverhaltens in der Sprache des Gehirns: die Ableitung mathematischer Verhaltensmodelle aus der Interaktion zwischen Populationen von Nervenzellen.»

Ernst Fehr ist Leiter des Department of Economics und Direktor des UBS International Center of Economics in Society der Universität Zürich.

«Die Menschen werden immer älter und sind deshalb immer mehr mit der Alterskrankheit Demenz konfrontiert. Eine erfolgreiche Therapie gegen Demenz wäre für mich eine dringliche medizinische Grenzüberschreitung in den nächsten 20 Jahren.»

Mirjam Christ-Crain ist Leiterin des Departements Klinische Forschung an der Universität Basel und stellvertretende Chefärztin Endokrinologie am Universitätsspital Basel.



«... was es war? Der Fall eines Meteoriten? Der Besuch von Bewohnern der Tiefen des Kosmos? Wie auch immer, in unserem kleinen Land entstand das Wunder aller Wunder – die ZONE. Wir schickten sofort Truppen hin. Sie kamen nicht zurück. Da umzingelten wir die ZONE mit Polizeikordons ... und haben wahrscheinlich recht daran getan ... im übrigen – ich weiss nicht, ich weiss nicht ...» Aus einem Interview mit Nobelpreisträger Professor Wallace.
Vorspann zu STALKER, 1979
Bild: Keystone/United Archives



Vom Affen zum Menschen zum Raumfahrer zum Sternenkind: der Monolith als Sinnbild der Grenzüberschreitung. Um aber Arthur C. Clarke zu zitieren: «Wenn Sie 2001 vollständig verstanden haben, haben wir versagt. Wir wollten viel mehr Fragen stellen, als wir beantwortet haben.» 2001: A SPACE ODYSSEY, 1968
Bild: Keystone/Everett Collection



Am Institut für Kybernetik und Zukunftsforschung wurde der Supercomputer Simulacron-1 entwickelt, der eine Kleinstadt mit menschlichen Identitätseinheiten samt Bewusstsein simuliert.
WELT AM DRAHT, 1973
Bild: Keystone/Everett Collection

Ethische und rechtliche Grenzen der Wissenschaft

Die ersten rechtlichen Vorgaben für die klinische Forschung entstanden in der Folge missbräuchlicher Experimente am Menschen. Heute setzt sich die Wissenschaft teilweise selber Grenzen, noch bevor die Gesetzgeber einen Anlass dafür sehen. *Von Ori Schipper*

Auf Neugierde fusst ein guter Teil unseres Wohlstands. Dem Forschungsdrang haben wir es etwa zu verdanken, dass sich die Lebenserwartung in den letzten hundert Jahren verdoppelt hat. Demzufolge wäre die Menschheit doch gut beraten, wenn sie ihrer Wissbegierde freien Lauf liesse und also der Wissenschaft keine Schranken setzte?

Zahlreiche Missbräuche verunmöglichen ein naives «Ja» als Antwort. Sie haben schrittweise zum komplexen Regelwerk beigetragen, das heute vor allem der klinischen Forschung Grenzen setzt. Deren früheste forschungsethische Leitlinie stammt aus dem Jahr 1900. Einige Jahre zuvor hatte der Dermatologe Albert Neisser einen Versuch durchgeführt, während dem er Prostituierte – ohne ihr Wissen – mit dem Erreger der Syphilis infiziert hatte. Die Debatte, die sich aufgrund dieses Versuchs entzündete, führte zum «Preussischen Erlass über Menschenversuche». Der Erlass hält erstmals fest, dass Probanden in das Forschungsvorhaben einwilligen müssen. Mit dieser Gewichtung des Selbstbestimmungsrechts des Patienten war die Leitlinie ihrer Zeit weit voraus, denn das paternalistische Arzt-Patient-Verhältnis wurde erst viel später durchbrochen, sagt Sabrina Engel-Glatter vom Institut für Bio- und Medizinethik der Universität Basel.

Wohl auch deshalb konnte der Erlass nicht verhindern, dass vor und während des Zweiten Weltkrieges weiterhin menschenverachtende Experimente stattfanden. In einem Brief an Heinrich Himmler etwa beklagt Sigmund Rascher, Mitglied der SS und Arzt im Konzentrationslager Dachau, dass «leider noch keinerlei Versuche mit Menschenmaterial bei uns angestellt werden konnten, da die Versuche sehr gefährlich sind und sich freiwillig keiner dazu hergibt». Ob ihm Himmler nicht ein paar Berufsverbrecher und Lagerinsassen zur Verfügung stellen könne für Experimente, die die Überlebenschancen von Piloten nach Fallschirmabsprüngen – oder nach ihrer Landung im kalten Wasser des Ärmelkanals – ermitteln sollten. Später bat Rascher, nach Auschwitz verlegt zu werden, dort sei das Gelände grösser und die Versuche leichter durchzuführen, weil die Versuchspersonen, die «brüllen, wenn sie frieren», weniger Aufsehen erregten. Seine Unterkühlungsversuche brachten mindestens 80 Personen den Tod.

Nach dem Krieg führte der Gerichtsprozess, den die Vereinigten Staaten gegen die Ärzte anstrengten, die für die Experimente im Nationalsozialismus verantwortlich waren, zum Nürnberger Kodex. In zehn Punkten definiert das Schriftstück von 1947 nicht nur, dass eine Zustimmung ohne Zwang oder Betrug zu erfolgen hat und danach jederzeit widerrufen werden kann. Der Kodex verlangt auch, dass der Versuch «fruchtbare Ergebnisse für das Wohl der Gesellschaft» liefern soll. Die im Kodex aufgeführten Prinzipien hat der Weltärztebund anschliessend verfeinert und 1964 in die Deklaration von Helsinki aufgenommen, die detaillierter als der Kodex zum Beispiel vulnerablen Gruppen eine spezielle Schutzbedürftigkeit attestierte, so etwa Kindern, Gefangenen oder Menschen in Armut.

Entgleistes Forschungsinteresse

Allerdings flossen auch diese Überlegungen erst nach einem weiteren Skandal in die Gesetzgebung ein: Die berüchtigte Tuskegee-Syphilis-Studie untersuchte an mehreren hundert schwarzen Landarbeitern die Langzeitfolgen der Erkrankung. Das US-amerikanische Gesundheitsministerium hatte die Studie 1932 begonnen und beendete sie erst vierzig Jahre später, nachdem sich ein Informant an die Medien gewandt hatte und der öffentliche Druck schliesslich zum raschen Abbruch der Studie führte. Im Glauben, dass die Qualität der Daten mit der Dauer des Versuchs zunehmen würde, gaben die Studienverantwortlichen den Teilnehmern bis zuletzt keine wirksame Behandlung, die in Form von Penicillin eigentlich schon gegen Ende der 1940er Jahre verfügbar gewesen wäre.

Als Reaktion auf diese mit öffentlichen Geldern finanzierte Entgleisung der

Forschungsinteressen berief der US-amerikanische Kongress eine «Kommission zum Schutz von Versuchspersonen» ein, die die grundlegenden ethischen Prinzipien benennen sollte, an denen sich die Forschung am Menschen zu orientieren hat. Die Kommission einigte sich 1979 im «Belmont Report» auf vier Prinzipien: Autonomie des Patienten, Fürsorge, Gerechtigkeit und Nicht-Schaden. Über diese Prinzipien erschien im selben Jahr auch das Werk «Principles of Biomedical Ethics», das sich erstmals wissenschaftlich mit dem Thema auseinandersetzte und so die moderne Bioethik begründete.

Seither sind weltweit Gesetze zur Stärkung der Patientenrechte erlassen und später auch Ethikkommissionen eingerichtet worden. Diese Kommissionen prüfen nun vor dem Beginn eines Forschungsvorhabens, ob die Versuchspersonen genügend geschützt sind und ob der Versuch also ethisch vertretbar ist. «In der Schweiz gibt es heute verschiedene Ethikkomissionen. Sie können Auflagen erteilen oder sogar die Studie ablehnen», sagt Engel-Glatter.

Vorauseilende Gesetze

So hat die klinische Forschung erst im Laufe einer leidvollen Geschichte die Grenzen des ethisch und rechtlich Zulässigen bestimmen können. Doch das Wechselspiel zwischen Wissenschaft und Gesetzgebung folgt in der Grundlagenforschung auch zwei anderen Mustern. Erstens: Es gibt vorauseilende Gesetze, die beispielsweise das Herstellen von Mischwesen aus Tier und Mensch oder das Züchten menschlicher Klone untersagen, noch bevor die Forschung in der Lage ist, solche Versuche überhaupt durchzuführen. Zweitens: Wissenschaftler setzen sich selber Grenzen, bevor die Gesetzgeber einen Anlass dafür sehen. Das berühmteste Beispiel ist die von der US-amerikanischen Akademie der Wissenschaften einberufene «Konferenz über gentechnisch veränderte DNA-Moleküle», die 1975 im kalifornischen Asilomar stattfand. Als Forschende Anfang der 1970er Jahre erstmals das Erbgut von Bakterien und Viren umgestalteten, realisierten einige von ihnen wie etwa der spätere Nobelpreisträger Paul Berg, dass sie sich in heikles Gebiet vorwagten. Sie fürchteten, dass gentechnisch veränderte Darmbakterien vielleicht bei einem Unfall aus dem Labor entweichen, Menschen infizieren und dabei etwa Krebs auslösen könnten. Deshalb riefen sie 1974 ein Moratorium aus.

Das Hauptziel der Tagung in Asilomar sei die Klärung der Frage gewesen, ob – und falls ja, unter welchen Auflagen – das Moratorium beendet werden könne, schrieb Berg, der mit einigen anderen die Konferenz organisierte, vor einigen Jahren in der Zeitschrift «Nature». Obwohl die Forschenden weltweit das Moratorium befolgt hätten, gingen an der Konferenz die Meinungen ob der zu erwartenden Risiken weit auseinander. Dabei sei Berg aufgefallen, dass viele Wissenschaftler ihre eigenen Versuche als weniger gefährlich betrachteten als diejenigen ihrer Kollegen.

Ein Durchbruch in den tage- und nächtelangen Verhandlungen habe sich erst gezeigt, als die Idee eines abgestuften Risikos aufgekommen sei: Dass also ein Versuch mit einem Krankheitserreger als grundsätzlich gefährlicher zu gelten habe als etwa ein Experiment mit einem bestimmten Bakterienstamm, der nur im Labor überleben kann. Damit legte die in Asilomar versammelte Zunft die Grundlage für Rechtsnormen, die später weltweit eingeführt wurden.

Gentechnik an Primarschulen

Dank ihres vorsichtigen Auftretens sei es den Wissenschaftlern gelungen, das öffentliche Vertrauen zu gewinnen, ist Berg überzeugt. Mit einer der ersten Anwendungen des Vorsorgeprinzips habe die Forschung sich – und der boomenden Biotech-Industrie – einen Weg gebahnt. «Asilomar 1975: Erbgutveränderungen sichergestellt», lautet denn auch der Titel von Bergs Rückblick. Andere, etwa die Wissenschaftshistorikerin Susan Wright, bemängeln, dass an der Konferenz fast nur Molekularbiologen versammelt waren, so dass sie dem Abschlussbericht einen reduktionistischen, auf technologische Lösungen fixierten Stempel aufdrücken konnten.

Tatsächlich habe sich die Konferenz vor allem aus Zeitgründen auf die Sicherheit in der Gentechnik beschränkt, räumt Berg ein. Heute aber fänden gentechnische Versuche nicht nur in Hochsicherheitslabors, sondern auch an Primarschulen statt. Ironisch wirkt daher im Nachhinein, dass sich die ursprüngliche Angst, die in Asilomar im Fokus stand, weitgehend in Nichts auflöste, während die damals ausgeklammerten religiösen und juristischen Gesichtspunkte zunehmend an Gewicht gewinnen. In aktuellen Kontroversen um die Biotechnologie geht es oft darum, inwieweit Lebewesen oder einzelne Gene unter patentrechtlichen Schutz gestellt werden können oder ob sich prinzipiell Eingriffe in die Schöpfung rechtfertigen lassen.

Auch Forschungsmoratorien werden heute noch ausgerufen. Die Bioethikerin Sabrina Engel-Glatter beschäftigt sich in ihrer Fallstudie etwa mit den Versuchen zur Züchtung von Vogelgrippeviren. Zwei Forschungsgruppen – eine aus den Niederlanden, die andere aus Japan und den USA – gingen dabei der Frage nach, ob die Vogelgrippe so mutieren könnte, dass sie nicht mehr nur im Kontakt mit Vögeln übertragen wird, sondern direkt von Mensch zu Mensch. Die Wissenschaftler stellten Viren her, die sich in der Luft zwischen Säugetieren übertragen – und daher in den Worten des holländischen Forschungsleiters zu den «gefährlichsten Viren, die man machen kann» gehören. Als die Forschenden ihre Resultate vor zwei Jahren veröffentlichen wollten, entbrannten Diskussionen, ob die Erkenntnisse zumindest teilweise geheim gehalten werden sollten, um zu vermeiden, dass das Wissen um Krankheitserreger, die potenziell eine Pandemie auslösen können, in falsche Hände gerät.

Die Wissenschaftler riefen eine freiwillige Forschungspause aus, um, wie sie in den Zeitschriften «Nature» und «Science» schrieben, dem Rest der Welt den Nutzen ihrer Arbeiten zu erklären – und um den Organisationen und Regierungen Zeit zu lassen, ihre Richtlinien zu überprüfen. Die Resultate erschienen schliesslich noch während der einjährigen Forschungspause komplett und unzensiert. Doch die Debatte um Nutzen und Risiken dieser Art von Forschung sei noch lange nicht abgeschlossen, sagt Engel-Glatter. «In Europa beginnt sie erst jetzt.»

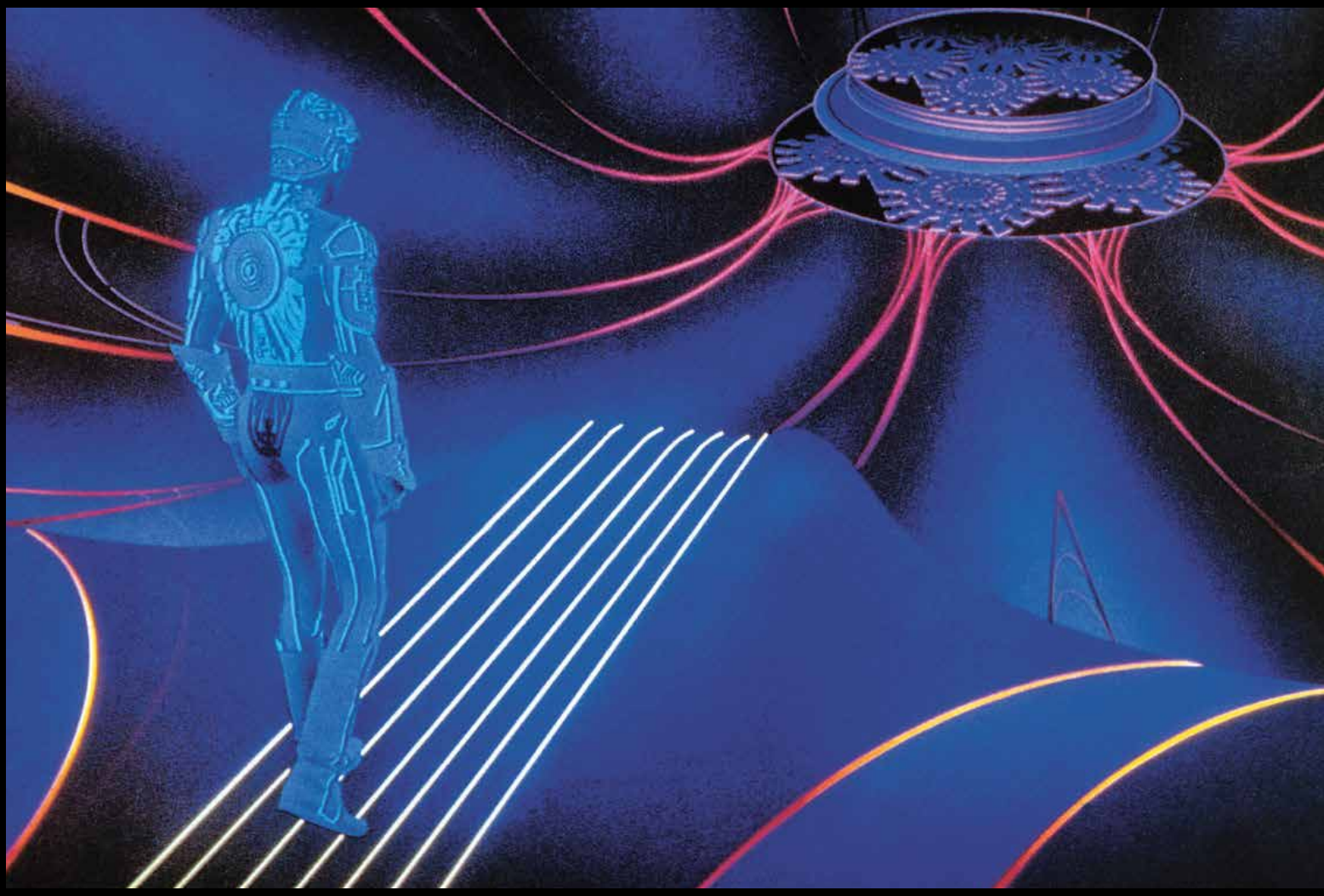
Erst vor wenigen Monaten hat sich die Vereinigung der europäischen Virologen und der deutsche Ethikrat für die Einsetzung einer Biosicherheitskommission ausgesprochen. Engel-Glatter findet, dass sich auch die Organisationen der Forschungsförderung Gedanken machen sollten: Wenn man zum Schluss komme, dass der potenzielle Nutzen eines Forschungsvorhabens dessen Risiken nicht rechtfertige, sei es einfacher, die Forschung von Beginn an nicht zu finanzieren, als später zu versuchen, die Resultate unter Verschluss zu halten.

Ori Schipper war Wissenschaftsredaktor des SNF und geht nun zur Krebsliga Schweiz.

Literatur:

P. Berg (2008): Meetings that changed the world: Asilomar 1975: DNA modification secured. Nature 455: 290–291.

S. Engel-Glatter (2013): Dual-use research and the H5N1 bird flu: Is restricting publication the solution to biosecurity issues? Science and Public Policy, online.



Computerprogramme leben in einer vom Master Control Program beherrschten virtuellen Realität als humanoide Wesen, die ihren Usern ähneln.
TRON, 1982
Bild: Keystone/Rue des Archives/RDA

Das Rennen gegen die Uhr

Was ist die beste Behandlung gegen Bisse von Schlangen mit neurotoxischen Giften? François Chappuis, Leiter der Abteilung für Tropen- und humanitäre Medizin des Universitätsspitals Genf, koordinierte dazu den ersten randomisierten klinischen Versuch in Nepal.





«Unser Dienst arbeitet seit 1998 mit dem B.P. Koirala Institute of Health Science zusammen, einem Universitätsspital im Südosten Nepals. Diese Kooperation umfasst die epidemiologische und klinische Forschung im Bereich vernachlässigter tropischer Krankheiten, zu denen auch Schlangenbisse zählen.

Im Süden Nepals gibt es zwei Schlangenarten, durch deren Bisse Nervengifte in die Blutbahn gelangen, was zu einer fortschreitenden Lähmung mit Atemstillstand und Tod führen kann: die Kobra und der Krait. Der Krait beisst nachts, und zwar oft Leute, die am Boden schlafen. Da sein Biss relativ schmerzlos ist, erwacht das Opfer zuweilen nicht einmal und stirbt im Schlaf. Die Kobra dagegen schlägt bei Tag zu. Besonders oft sind Personen betroffen, die auf dem Feld arbeiten. In jedem Fall aber ist es ein Rennen gegen die Uhr: Zwischen dem Biss und den ersten Symptomen liegt nur eine Stunde. Deshalb muss sichergestellt werden, dass die Behandlung innerhalb dieser kurzen Zeitspanne beginnen kann.

Für unsere erste Studie organisierten wir ein Netzwerk von Freiwilligen, die einen 24-Stunden-Pikettdienst für den Transport der Schlangenbissopfer mit dem Motorrad zum Behandlungszentrum bereitstellten. Dieses Programm bewirkte eine spektakuläre Senkung der Mortalität.

Bei der gerade abgeschlossenen Studie wollten wir die Diagnose und die Behandlung der Opfer in den Zentren verbessern. Wir verglichen dazu insbesondere zwei Antivenin-Dosierungen miteinander. Die erste Dosierung folgt dem für Nepal empfohlenen Behandlungsschema, bei dem eine erste schwache Dosis verabreicht wird, gefolgt von weiteren Dosen in den folgenden Stunden oder Tagen. Die andere Dosierung entsprach den Empfehlungen der WHO mit einer fünfmal höheren einmaligen Dosis. Vor unserer Studie waren die beiden Dosierungen noch nie durch einen kontrollierten randomisierten Versuch verglichen worden.

Unsere Studie schloss etwas mehr als 150 Patientinnen und Patienten ein, die in drei Behandlungszentren erfasst wurden. Das doppelblinde Studiendesign stellte eine grosse Herausforderung dar: In jedem Behandlungszentrum musste eine Krankenschwester die Dosen so vorbereiten, dass weder der behandelnde Arzt noch der Patient wussten, um welche Behandlung es sich handelte. Deshalb erhielten nach der Erstdosis alle Patienten eine Infusion, die aber nur beim nepalesischen Protokoll das Antivenin enthielt.

Eine weitere Schwierigkeit: Die beteiligten jungen Assistenzärzte waren auf der Suche nach einem Weiterbildungsplatz in Nepal. Einige erhielten ein Angebot und brachen ihr Engagement ab. Für diese musste Ersatz gefunden und ausgebildet werden.

Ein weiteres Anliegen war es, nicht nur während der Studie die bestmögliche Behandlung anzubieten, sondern sicherzustellen, dass diese auch nach Abschluss der Studie erhalten bleibt. Vor Studienbeginn betrug die Mortalität bei einem Krait-Biss mehr als 30 Prozent. Im Rahmen der Studie konnte die Sterblichkeit auf 6 Prozent











Während der Arbeit im Reisfeld besteht ein hohes Risiko, von einer Kobra gebissen zu werden. Auch der Indische Krait (*Bungarus caeruleus*) verursacht jedes Jahr zahlreiche Todesfälle.
Unten: Transport eines Bissopfers zum Behandlungszentrum; Schulung für Intubation; Untersuchung einer Bisswunde.
Bilder: François Chappuis, Sanjib Sharma, David Warrell

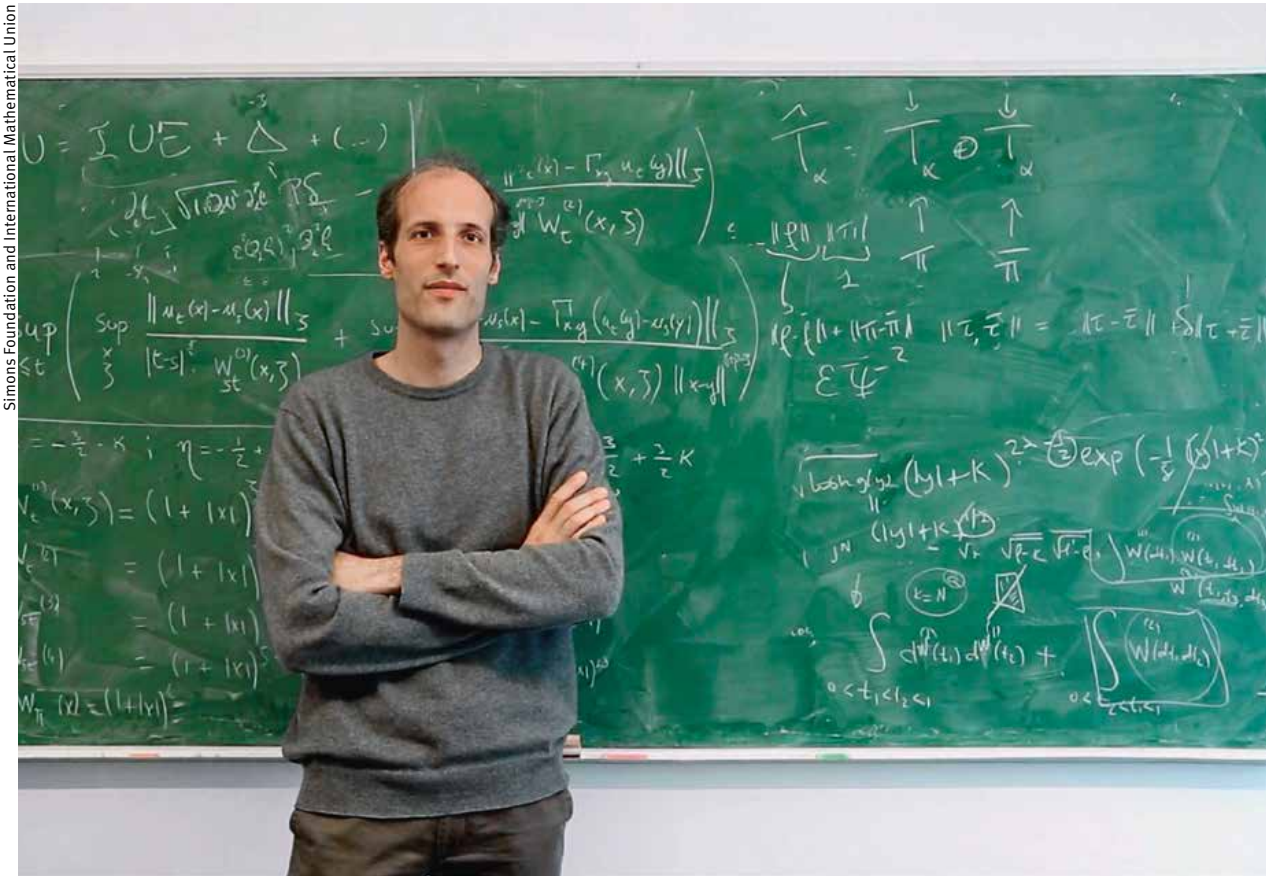
gesenkt werden, weil wir die Prüfärzte in der Reanimation mit Intubation und Beatmung ausbildeten.

Die Studienergebnisse zeigten keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungen. Wir bevorzugen dennoch die hohe Dosierung. Sie ist praktischer, besonders wenn es sich bei den behandelnden Personen nicht um Ärzte handelt und die Behandlung in ländlichen Gebieten erfolgt.

Bei einem Kobra-Biss lassen die Symptome der Neurotoxizität mit der Behandlung schnell nach, beim Krait ist dies nicht der Fall. Wir fragen uns zuweilen, ob die Antivenine gegen den Biss dieser Schlange überhaupt etwas nützen (was aber nicht Gegenstand unserer Studie war). Glücklicherweise ist die hohe Dosierung beim Krait-Biss nicht toxischer und hat deswegen zumindest keine stärkeren Nebenwirkungen. Aufgrund der mangelnden Wirksamkeit ist es jedoch wichtig, das Personal in Reanimation und Beatmung gut auszubilden.

Im ersten Quartal 2015 werden wir einen Workshop mit Teilnehmenden aus dem nepalesischen Gesundheitsministerium und anderen Akteuren durchführen und das Protokoll der Behandlung bei Schlangenbissen aufgrund der Ergebnisse unserer Studie überarbeiten. »

Aufgezeichnet von Catherine Riva, freie Journalistin und Übersetzerin.



Simons Foundation and International Mathematical Union

Der Gleichungen-Bändiger

Martin Hairer gibt unmöglichen Gleichungen einen Sinn. Dafür hat er eine der höchsten Auszeichnungen in der Mathematik erhalten: die Fields-Medaille. ***Von Daniel Saraga***

Ein verbrennendes Blatt, ein sich mit Wasser vollsaugendes Tischtuch: Das scheint ziemlich banal. Wenn Mathematiker diese alltäglichen Phänomene beschreiben wollen, stehen sie jedoch vor unüberwindbaren Hürden.

Das galt zumindest, bis Martin Hairer sein 180 Seiten umfassendes Meisterwerk veröffentlichte: die Theorie der Regularitätsstrukturen. Der 39-jährige Österreicher, der in Genf aufwuchs und studierte, hat neuartige Werkzeuge erfunden, mit denen sich endlich eine ganze Klasse von Problemen lösen lässt, die durch stochastische partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen zeichnen die zeitliche Entwicklung eines mehrdimensionalen Systems nach, das in nichtlinearer Weise von mehreren Faktoren abhängt, wobei einer davon zufällig ist. Für die Lösung erhielt Martin Hairer ein Jahr später die Fields-Medaille, die oft als «Nobelpreis für Mathematik» bezeichnet wird.

«Ich habe seinen Artikel wie *The Lord of the Rings* verschlungen», erinnert sich lächelnd Lorenzo Zambotti von der Universität Pierre und Marie Curie in Paris. «Die Welt der Mathematik hat sofort begriffen, dass diese Arbeit weitreichende Auswirkungen haben wird, auch wenn sie manchmal noch Mühe damit bekundete, alle technischen Details nachzuvollziehen», ergänzt Hendrik Weber von der Universität Warwick in Grossbritannien, wo Martin Hairer seit einem Jahrzehnt lehrt.

«Ich war kein hochbegabtes Kind», meint Martin Hairer. Mit 12 Jahren entdeckte er aber seine Leidenschaft für Mathematik und Informatik. Als 15-Jähriger gewann er einen europäischen Wettbewerb für junge Forschende mit einer Software für die Planung elektronischer Schaltkreise. Im folgenden Jahr erfand er ein Tool, mit dem sich Musik analysieren und verändern lässt. Es wurde die Grundlage für «Amadeus», ein Programm für Mac-Computer, das heute noch von Toningenieuren und DJs verwendet wird.

Brennende Blätter

Anschliessend studierte Hairer Physik an der Universität Genf, wo er bei Jean-Pierre Eckmann promovierte. Mit Unterstützung von zwei Stipendien des Schweizerischen Nationalfonds arbeitete er zwischen 2002 und 2004 als Postdoktorand an der Universität Warwick, einer Hochschule, die besonders wegen ihrer Abteilung für Mathematik hohes Ansehen geniesst. Hier blieb er.

«Ich möchte Ordnung schaffen und verstehen, weshalb die Methode der Physiker funktioniert»

«Vereinfacht gesagt besteht meine letzte Arbeit darin, schlecht definierten Gleichungen einen Sinn zu geben», erklärt Martin Hairer. Solche Gleichungen wurden von Physikern aufgestellt, um Phänomene wie ein brennendes Blatt oder einen Magnet, der seine Magnetisierung verliert, zu beschreiben. Um die Gleichungen zu lösen, scheuten sich die Physiker nicht, sie so lange zu zerkleinern und anzunähern, bis eine Lösung resultiert – ein pragmatischer Ansatz, vergleichbar damit, wie ein Elektriker einen Apparat repariert.

Für einen Mathematiker ist dieses Vorgehen nicht akzeptabel. «Ich möchte Ordnung schaffen und verstehen, weshalb die Methode der Physiker funktioniert. Man muss diesen Gleichungen einen präzisen Sinn geben können», sagt der Preisträger der Fields-Medaille. Vor der Suche nach einer Lösung muss zuerst überprüft werden, ob das Problem richtig erfasst ist.

Die Schwierigkeit liegt im zufälligen Term der Gleichung, der beschreibt, wie sich bei einem brennenden Blatt die Grenze zwischen Feuer und unversehrter Fläche ausbreitet. «Diese Front kann auf kurze Distanz gesehen sehr glatt sein, über eine grössere Strecke betrachtet kann die Richtung aber völlig abrupt wechseln. Aus diesem Grund sind bestimmte Operationen für die Gleichung nicht zulässig, wie zum Beispiel die Ableitung (mit der die Steigung einer Kurve untersucht werden kann, Anm. d. Red.).»

Um diese widerspenstigen Objekte zu bändigen, verallgemeinerte Martin Hairer zuerst die Arbeiten von Terry Lyons von der Universität Oxford, der sich nur mit eindimensionalen Problemen befasst hatte, auf mehrere Dimensionen. Er löste die KPZ-Gleichung, ein Vierteljahrhundert nach deren Formulierung durch Mehran Kardar, Giorgio Parisi und Yi-Cheng Zhang (ein Physiker an der Universität Freiburg). Nun machte er sich daran, eine allgemeine Theorie zu entwickeln, welche die Strukturen erklärt, die sich hinter stochastischen Gleichungen verstecken.

«Lies das hier!»

Seine Idee war es, die Lösung in iterativer Weise Stückchen für Stückchen zu erarbeiten, wobei er von der Lösung einer vereinfachten Gleichung ausging. Zuerst musste er allerdings zeigen, dass diese Methode die richtigen Lösungen hervorbringt. «Ich hatte die Intuition, dass sich Wavelets – das sind mathematische Transformationen, die insbesondere für die Bildkompression verwendet werden – als nützlich erweisen könnten, verfügte jedoch nur über begrenzte Kenntnisse. Ich sprach zu Hause mit meiner Frau darüber, die ebenfalls Mathematikerin ist. ‹Lies das hier!›, sagte sie und drückte mir ein Buch in die Hand. Am gleichen Abend noch hatte ich bereits die Hälfte gelesen!»

Seine Theorie stochastischer partieller Differentialgleichungen liesse sich für eine Vielzahl von Anwendungen in verschiedenen Bereichen nutzen. Anwendungen sind jedoch nicht die eigentliche Antriebskraft des Forschers. «Es ist die Ästhetik dieser Forschung. Die Mathematik ist die einzige Wissenschaft, die ein vollständiges und absolutes Verstehen ermöglicht. Sobald man einen festen Rahmen festgelegt hat, gibt es nur noch richtig oder falsch.» Und es gibt die Gültigkeit für die Nachwelt. «Unsere Sicht der physikalischen Welt entwickelt sich ständig weiter. Ein mathematisches Theorem jedoch bleibt ewig wahr.»

«Martin ist keineswegs ein Einzelgänger», versichert Lorenzo Zambotti. «Er ist sehr unkompliziert, sympathisch und immer offen für ein Gespräch.» Auch in seinem Alltag sucht er nicht die Rigidität der Mathematik. Er verbringt seine Freizeit mit Kochen und mit Spaziergängen zusammen mit seiner Frau. «Ich kann sehr gut auch ganz abschalten. Es ist für mich kein Problem, zwei Wochen lang nicht an Mathematik zu denken.» Schliesslich hat auch Forschung, die ewige Wahrheiten hervorbringt, ein Recht auf Ferien.

Daniel Saraga ist Chefredaktor des Wissenschaftsmagazins «Technologist».

Die höchste Auszeichnung in der Mathematik

Die von der Internationalen Mathematischen Union verliehene Fields-Medaille gilt als höchste Auszeichnung für aussergewöhnliche mathematische Leistungen. Sie wird oft mit dem Nobelpreis verglichen, wird im Gegensatz zu diesem jedoch alle vier Jahre an zwei, drei oder vier Forschende unter vierzig Jahren vergeben. 2010 war der russische Mathematiker Stanislav Smirnov von der Universität Genf damit geehrt worden.

Martin Hairer

Nach dem Studium und einer Dissertation an der Universität Genf wechselte Martin Hairer 2002 an die Universität Warwick (Grossbritannien). Hier arbeitete er als Postdoktorand, Dozent, Professor und seit April 2014 als Regius Professor. 2009 war er Associate Professor am Courant Institute of Mathematical Sciences der Universität New York. Er wurde mit dem Fermat-Preis (2013), dem Fröhlich-Preis (2014) und der Fields-Medaille ausgezeichnet (2014) und zum Fellow of the Royal Society ernannt. Der Österreicher kam 1975 in Genf als Kind eines Mathematikers und einer Lehrerin zur Welt. Er lebt mit seiner Frau Xue-Mei Li, die ebenfalls Mathematikerin ist, in Kenilworth, einem kleinen Dorf in der Nähe von Warwick.


Valérie Chételat

Mit Schwingungen in die Quantenwelt

Tobias Kippenberg untersucht Quantenoszillationsphänomene bei Mikroresonatoren – von Auge nicht sichtbare Objekte, die Licht auf kleinstem Raum speichern können. Für diese Arbeiten, die die Entwicklung ultrapräziser Messgeräte ermöglichen, wurde er mit dem Latsis-Preis 2014 ausgezeichnet. *Von Anton Vos*

An einem Wintermorgen im Jahr 1994 schwingt sich der junge Tobias Kippenberg in Bremen an der deutschen Nordseeküste auf sein Fahrrad. Es ist kalt, aber die Strasse scheinbar nicht gefroren, deshalb fährt er zügig los. Plötzlich gerät er unerwartet doch auf Glatteis und wird unsanft auf den Asphalt geschleudert. Schimpfend steht der Schüler wieder auf, nicht ahnend, dass dieser kleine Unfall noch glückliche Folgen haben wird: Er wird ihn in die Welt der Wissenschaft führen – zuerst ans California Institute of Technology (Caltech), dann ans Max-Planck-Institut und schliesslich an die Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (ETHL).

«Nach diesem Unfall fragte ich mich, ob es nicht möglich wäre, ein Gerät zu konstruieren, mit dem sich der Strassenzustand messen lässt, und insbesondere, ob die Oberfläche nur nass oder gefroren ist, was sich von Auge oft nicht erkennen lässt», erinnert sich Tobias Kippenberg. Er ist heute Professor am Labor für Photonik und Quantenmessung der ETHL und wurde kürzlich für seine optomechanischen Arbeiten mit dem nationalen Latsis-Preis 2014 ausgezeichnet.

Schon damals ganz Forscher, gibt sich der zukünftige Wissenschaftler nicht mit dem blossen Traum zufrieden, wie die Welt (und er selbst) von einer solchen Erfindung profitieren könnte. Unverzüglich macht er sich an die Arbeit. Er stöbert in der Bibliothek ein Buch auf über die Wechselwirkungen von Licht und Materie und ein weiteres Werk eines amerikanischen Autors (vom Caltech) über die Untersuchung des Polareises mit Hilfe der Radartechnik. Inspiriert von diesen Werken und mit viel Erfindungsgeist bastelt er eine experimentelle Vorrichtung mit einer Mikrowellenquelle und einem Infrarotlaser. Sein Gerät, das er «Infrared-microwave radiation ice condition sensor for cars» tauft, eignet sich hervorragend für die Detektion von Glatteis. Mit dieser Erfindung gewinnt Tobias Kippenberg den deutschen Wettbewerb «Jugend forscht» und 1996 den ersten Preis beim achten EU-Wettbewerb für junge Wissenschaftler.

Nun scheint der Weg des jungen Mannes, Sohn eines Professors für vergleichende Religionswissenschaften, vorgezeichnet zu sein. Er studiert in Aix-la-Chapelle Physik und Elektrotechnik und erhält dort 1998 seinen Bachelor. Dann reist er in die USA, wo er am Caltech in Pasadena aufgenommen wird.

12 Mikrometer Fahrradreifen

Hier entwickelt er seine ersten mikroskopischen Strukturen (Mikroresonatoren), die Photonen speichern können, und zwar für mehrere Mikrosekunden – eine für diese Lichtteilchen beträchtliche Zeitdauer, in der sie fast einen Kilometer zurücklegen. Dieses Gebiet fasziniert ihn bis heute.

2005 kehrt er nach Deutschland zurück und übernimmt die Leitung einer Forschungsgruppe am Max-Planck-Institut



«Infrared-microwave radiation ice condition sensor for cars»

in Garching, wo er Theodor Hänsch kennenlernt, Nobelpreisträger für Physik. Seine Habilitation erhält er an der Ludwig-Maximilians-Universität München. 2008 wird er als Assistenzprofessor an die ETHL berufen, 2013 wird er hier zum ordentlichen Professor ernannt.

Gegenstand der Forschung, für die er 2014 den Latsis-Preis erhielt, ist die Entwicklung eines winzigen Oszillators aus Glas in der Form eines Reifens und mit einem Durchmesser von nur 12 Mikrometern. Dieser Resonator ist gleichzeitig optischer und mechanischer Natur. Das Licht kreist im ringförmigen Teil der Struktur, dessen Aussehen sich mit einem Fahrradreifen vergleichen lässt.

In einem 2012 in der Fachzeitschrift «Nature» publizierten Experiment wurde der Resonator auf ein halbes Grad über dem absoluten Nullpunkt gekühlt. Tobias Kippenberg und sein Team konnten nun zum ersten Mal zeigen, dass die Temperatur weiter gesenkt werden kann, indem Photonen in den Resonator injiziert werden und ein genau kontrollierter Strahlungsdruck erzeugt wird. Bei diesem Vorgang entsteht eine so enge Kopplung zwischen dem Licht und den mechanischen Bewegungen, dass sich die optischen und mechanischen Eigenschaften der Struktur nicht mehr trennen lassen.

Begeisterung für Anwendungen

Der Oszillator wird dabei so kalt, dass er sich grösstenteils in einem sogenannten Fundamentalzustand befindet. Dieser Zustand mit minimalen Schwingungen lässt sich nur mit der Quantenmechanik beschreiben. Nach dieser Theorie ist ein Objekt nie vollkommen unbeweglich, nicht einmal bei der Temperatur des absoluten Nullpunkts.

«Damit gelang es uns, ein Objekt aus Milliarden von Atomen auf so tiefe Temperaturen abzukühlen, dass wir Quantenphänomene beobachten konnten», erklärt Tobias Kippenberg. «Wir haben uns damit in die Grundlagenforschung begeben und möchten die Arbeiten in dieser Richtung weiterführen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass wir uns ganz von möglichen Anwendungen unserer Forschung abwenden. Im Gegenteil: Meine Begeisterung für die Wissenschaft schloss immer beide Aspekte ein.»

Interessante Anwendungen verspricht eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft der Mikroresonatoren, die er bei seinem Aufenthalt am Max-Planck-Institut entdeckte: Durch das Licht eines Laserstrahls, der über eine feine optische Faser an einen Mikroresonator gekoppelt ist, kann ein sogenannter Frequenzkamm erzeugt werden. Solche Frequenzkämme werden für die ultrapräzise Kalibrierung von Spektrometern der Astronomie oder in Atomuhren eingesetzt. Problematisch war bisher, dass die Generatoren für diese Frequenzkämme so gross wie ein Tisch, sehr teuer und äusserst komplex waren. Jene von Tobias Kippenberg dagegen sind winzig klein und werden mit denselben Methoden wie Computerchips hergestellt. Ein erstes Patent wurde 2007 angemeldet, dann ein zweites 2013 durch die ETHL. Diese Erfindung, für die der Forscher 2009 mit dem «Helmholtz-Preis für Metrologie» geehrt wurde, ist nicht mehr allzu weit von einer Vermarktung entfernt. Tobias Kippenberg will diesen letzten Sprung nunmehr mit der Lancierung eines Startups wagen.

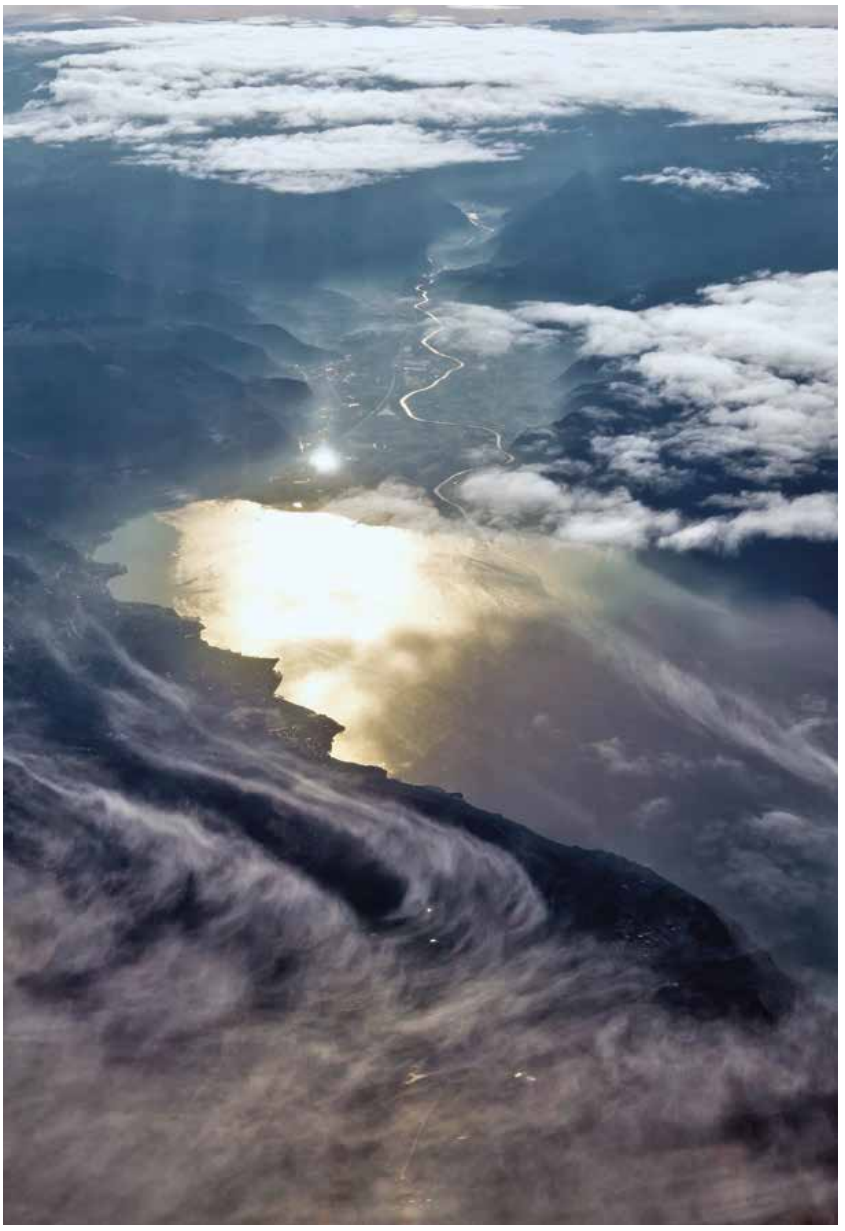
Anton Vos ist Wissenschaftsjournalist, insbesondere für die Universität Genf.

Tobias Kippenberg

Tobias Kippenberg wurde 1976 in Berlin geboren und verbrachte seine Kindheit in Groningen in den Niederlanden und in Bremen. Seinen Bachelor in Physik erwarb er in Aix-la-Chapelle. Master (2000), Doktortitel (2004) und Postdoc machte er am Caltech in Pasadena, Kalifornien. Nach einigen Jahren als unabhängiger Forscher am Max-Planck-Institut in Deutschland wechselte er an die ETHL, wo er 2013 zum ordentlichen Professor ernannt wurde.

Tsunamis im Genfersee

In der Genferseeregion kam es in den vergangenen 4000 Jahren wiederholt zu Flutwellen, wie Studien am Genfer- und Bielersee ergeben haben. *Von Pierre-Yves Frei*



Im Jahr 563 löste ein Bergsturz im Rhonedelta eine riesige Welle aus.
Bild: Keystone/Alessandro Della Bella

Manchmal fallen die ursprünglichen Ziele einer Studie ins Wasser. Das kann zum Beispiel daran liegen, dass das Studienobjekt unauffindbar ist oder sich nicht nachweisen lässt. Bei den Forschungsarbeiten von Stéphanie Girardclos am Departement für Erdwissenschaften und am Institut für Umweltwissenschaften der Universität Genf trat der zweite Fall ein.

«Wir wollten das Rätsel der Hochwasser von Genfer- und Bielersee während der letzten Jahrtausende ergründen und prüfen, wie sich die Kanalisierung der Rhone und die Umleitung der Aare auf das Auftreten von Hochwassern auswirkten.» Die Forschung gründete teilweise auf dem Ansatz, das Ausmass drohender Naturgefahren aufgrund vergangener Sedimentationsereignisse abzuschätzen.

Schliesslich entdeckten die Genfer Forscherin und ihr Team aber etwas ganz anderes. Sie mussten schon bald feststellen, dass die Spuren der Hochwasserepisoden nicht als zuverlässige Zeugen in den Sedimenten erhalten waren, weil sie im Laufe der Zeit stark verwischt wurden. Die Enttäuschung über diese Einsicht wich jedoch bald der Freude über eine erstaunliche Entdeckung.

Ende der Pfahlbausiedlungen?

Als die von Stéphanie Girardclos betreute Doktorandin Katrina Kremer die Sedimente am Grund des Genfersees mit der Methode der Reflexionsseismik kartografierte, stiess sie auf eine ungewöhnliche Schicht, die an eine Unterwasserlawine beträchtlichen Ausmasses erinnerte. «Wir vermuteten einen Zusammenhang mit dem Tauredunum-Ereignis, das bisher erst in den Annalen festgehalten war. Bei dieser Begebenheit durchquerte im Jahr 563 eine riesige Welle den Genfersee, ausgelöst durch einen mächtigen Bergsturz im Rhonedelta. Dabei kam es zu einer gewaltigen Verschiebung des überfluteten Teils des Deltas.»

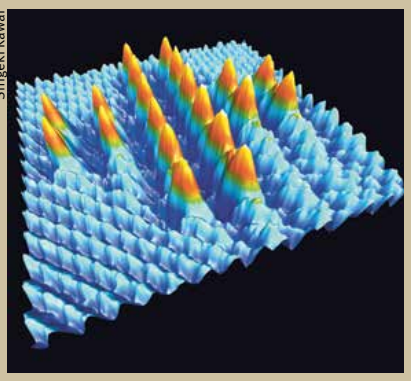
Folglich machte sich das Team auf die Suche nach weiteren Katastrophen, die in der Vergangenheit einen Tsunami verursacht hatten. Sie fanden fünf Flutwellen, verteilt über die letzten 4000 Jahre, die teilweise durch Erdbeben ausgelöst worden waren. Eine davon muss in der Bronzezeit im Zeitraum zwischen 1872 bis 1608 vor Christus stattgefunden haben. Und tatsächlich: In den Archiven der Archäologen verlieren sich die Spuren von Pfahlbausiedlungen bestimmter Uferregionen des Genfersees im Jahr 1758 vor Christus. War dafür die Verwüstung durch eine schätzungsweise 2 bis 6 Meter hohe Flutwelle verantwortlich? Darüber lässt sich heute spekulieren.

Gab es auch im Bielersee Flutwellen? «Wir stellten Nachforschungen an, allerdings erfolglos», sagt Stéphanie Girardclos. «Die Sedimente des Bielersees enthalten so viel Gas, das beim Abbau des organischen Materials entsteht, dass wir die Methode der Reflexionsseismik nicht anwenden können. Das ist vermutlich eine der Folgen der Umleitung der Aare.» Durch die beschleunigte Sedimentation wurden alle physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bielersees durcheinandergebracht.

Mit ihren Arbeiten haben die Forschenden einen gerade erst spriessenden Wissenschaftszweig genährt: die Einschätzung der Naturgefahren, die von Seen ausgehen. Denn die stillen Wasser werden offenbar zu Unrecht meist für völlig harmlos gehalten.

Pierre-Yves Frei ist freier Wissenschaftsjournalist.

Shigeki Kawai



Neue Atom-Manipulations-Technik bei Raumtemperatur.

Schweizer Kreuz aus 20 Atomen

Forscher untersuchen und verändern Materialien mit einer Genauigkeit, die Laien schwindlig werden lässt. Nun ist Physikern um Ernst Meyer von der Universität Basel gemeinsam mit Kollegen aus Finnland und Japan ein neuer Erfolg in dieser Miniaturwelt gelungen: Erstmals haben sie bei Raumtemperatur einzelne Atome auf einer elektrisch isolierenden Oberfläche bewegt und neu positioniert. Mit Hilfe der Spitze eines Rasterkraftmikroskops ersetzten sie dabei 20 Chloratome durch Bromatome und formten mit diesen das wohl kleinste jemals erschaffene Schweizer Kreuz. Es ist gerade einmal 5,6 Nanometer breit, also etwa 10 000 Mal dünner als ein Haar.

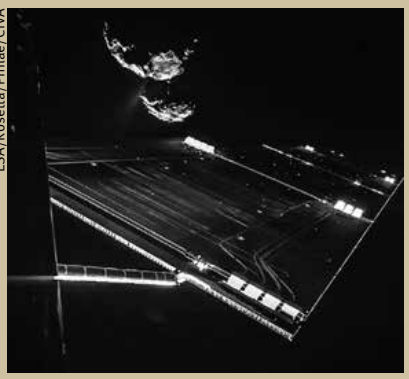
Bislang waren solche Verschiebungen einzelner Atome hauptsächlich bei Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt und auf leitenden Oberflächen durchgeführt worden. Bei Raumtemperatur waren gezielte Veränderungen von atomaren Oberflächenstrukturen bisher regelmässig gescheitert, weil sich die Teilchen mit zunehmender Wärme stärker bewegen. Zudem haben leitende Oberflächen wie Metalle verglichen mit Isolatoren für viele Anwendungen den Nachteil, dass sie die Eigenschaften von darauf platzierten Materialien verändern, sagt Ernst Meyer. Die neue Atom-Manipulations-Technik ist ein wichtiger Schritt hin zu einer neuen Generation von winzig kleinen Elektronikteilchen. Detektoren, Schaltkreise oder Speicher: All dies kann vielleicht dereinst in atomaren Dimensionen gebaut werden. *Simon Koechlin*

Zurück in die Kindheit des Sonnensystems

Die Raumsonde «Rosetta» startete in schwieriger Mission: Sie sollte sich auf die Umlaufbahn um einen grossen Gesteinsbrocken begeben, der mit mehr als 100 000 km/h durch den Weltraum jagt. Nach rund zehnjähriger Reise mit einigen Ablenkungen durch die Gravitationskräfte von Erde und Mars und zweieinhalbjährigem Winterschlaf hat die Sonde der Europäischen Weltraumorganisation nun den ersten Teil ihrer Mission erfüllt. Am 6. August kam es zum lange ersehnten Rendezvous mit dem Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko – eine Premiere in der Geschichte der Raumfahrt. Während zweier Jahre wird «Rosetta» ihren Partner umkreisen und dessen Veränderungen unter dem Einfluss der Sonnenwärme beobachten sowie Gas- und Staubproben sammeln. Am 13. August 2015 werden sich die beiden Körper auf ihrer elliptischen Flugbahn der Sonne auf die minimale Entfernung von 186 Millionen km annähern.

Am 12. November entsandte die Sonde ausserdem den kleinen Lander mit dem Namen «Philae», der auf dem Kometen landete. «Philae» nahm bis zu 30 cm tiefe Bohrungen für Proben vor, mit denen sich die Zusammensetzung des Himmelskörpers analysieren lässt. Die Forschung interessiert sich für Kometen, weil sich diese aufgrund ihrer geringen Grösse seit der Entstehung des Sonnensystems vor 4,6 Milliarden Jahren praktisch nicht verändert haben. Daher bergen sie noch immer das ursprüngliche Material des Urnebels. *Anton Vos*

ESA/Rosetta/Philae/CIVA



Solarflügel von «Rosetta», aufgenommen vom Lander «Philae». Links oben der 16 Kilometer entfernte und 4 Kilometer grosse Komet 67P.

Lenny Winkel



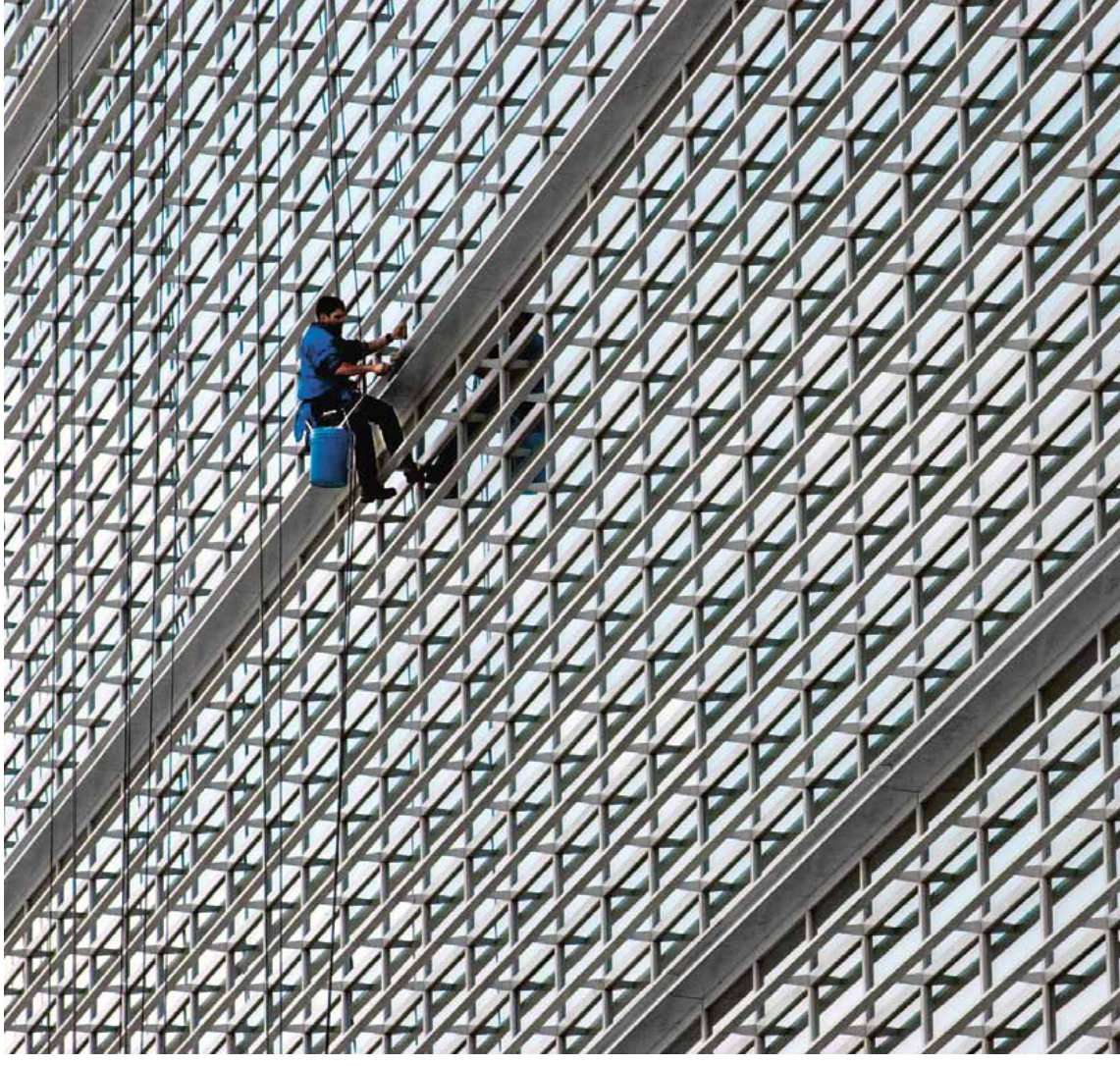
Lössplateau in Nordchina: Verschiedene Schichten aus verschiedenen Klimabedingungen.

Monsun verhindert Selenmangel

Ein Mangel am essenziellen Spurenelement Selen kann bei Menschen zu gravierenden gesundheitlichen Schäden führen. Besonders stark betroffen davon ist Zentralchina, wo viele Menschen unter deformierten Armen und Beinen sowie geschädigten Herzmuskeln leiden. Warum das Problem gerade in dieser Region so gravierend ist und warum die Menschen südlich davon genügend Selen aufnehmen, war bisher unklar. Denn die Unterschiede lassen sich mit Differenzen in der Beschaffenheit der Böden aufgrund der lokalen Geologie allein nicht erklären.

Eine Forschergruppe um SNF-Förderprofessorin Lenny Winkel von der Eawag in Dübendorf und der ETH Zürich hat nun herausgefunden, dass der Sommermonsun offenbar eine entscheidende Rolle für die Selenversorgung spielt. Basierend auf umfangreichen Analysen von Paläoböden und Klimaarchiven konnte die Forscherin zeigen, dass die Verteilung der Niederschläge und die Selenkonzentration im Boden sehr gut übereinstimmen und entsprechend auch die Selenwerte in der Nahrung beeinflussen.

Dies unterstützt die Hypothese, dass Regen ein wichtiger Faktor für die Selenversorgung ist. Mit dem Monsun werden demnach grössere Mengen des wichtigen Spurenelements vom Meer auf das Land verfrachtet. In den Monsungebieten entlang der chinesischen Küste ist die Selenversorgung deshalb ausreichend, im niederschlagsärmeren Zentralchina hingegen leiden die Menschen unter Mangelerscheinungen. Die Befunde sind auch deshalb brisant, weil sich die Niederschlagsverhältnisse in China und damit auch die Versorgung mit Selen im Zuge der Klimaerwärmung drastisch ändern könnten. *Felix Würsten*



Der Weltbank laufen die Kunden davon

Die Zeit ist vorbei, in der die Weltbank die Vergabe von Krediten an Entwicklungs- und Schwellenländer mit politischen Bedingungen verknüpfen konnte: Viele Schwellenländer haben heute verbesserten Zugang zum Kapitalmarkt. Das wirkt sich auf die Wahl ihrer Entwicklungsbank aus. *Von Oliver Klaffke*

«Viele Schwellenländer brauchen die Weltbank nicht mehr unbedingt», sagt Chris Humphrey vom Institut für Politikwissenschaft an der Universität Zürich. «Sie lassen sich deren Bedingungen auch nicht mehr ohne weiteres diktieren, weil sie wirtschaftlich und finanziell stärker geworden sind.» Das veränderte Kräfteverhältnis schwächt die Rolle der 1945 gegründeten Weltbank bei der Finanzierung staatlicher Entwicklungsprojekte.

Das könnte eine Chance für andere Entwicklungsbanken sein. Hinter denen stehen nicht hauptsächlich die westlichen Industriestaaten, die bei der Weltbank eine Zweidrittelmehrheit haben. Mittlerweile gibt es Entwicklungsbanken, die von Schwellenländern gemeinsam getragen werden. «Schuldnerländer haben einen grösseren Einfluss, wie diese Banken betrieben werden», sagt Humphrey.

In der Vergangenheit haben sich Ökonomen und Politologen hauptsächlich mit den Bedingungen beschäftigt, zu denen die Weltbank Kredite vergibt. Im Jahr 1944 wurde die internationale Finanzordnung für die Nachkriegszeit auf einer Konferenz



Die Weltbank in Washington, D.C.: Ein Fensterputzer seilt sich ab.
Bild: Keystone/AP Photo/Alex Brandon

im amerikanischen Bergort Bretton Woods festgelegt. Die Weltbank spielte als massgebliche Entwicklungsbank eine wesentliche Rolle. Sie koppelt allerdings Kredite oft an politische Forderungen.

Unter der Leitung von Katharina Michaelowa untersuchte Chris Humphrey, mithilfe welcher Entwicklungsbanken die Schwellenländer ihre Projekte finanzieren. Der Forschungsansatz trägt der wirtschaftlichen und finanziellen Leistungsstärke viele Schwellenländer Rechnung, die sich im letzten Jahrzehnt stark verbessert hat. Die Staatsverschuldung von Schwellen- und Entwicklungsländern lag 2010 bei durchschnittlich 40 Prozent ihres Bruttosozialprodukts – in zehn Jahren soll sie nur noch bei 30 Prozent liegen. Vor etwa 25 Jahren machte der Anteil der weltweiten Devisenreserven der Nicht-OECD Staaten nur 30 Prozent aus; 2010 lag er bereits bei 65 Prozent. Vor allem Staaten in Lateinamerika haben sich von armen Ländern, die sie noch vor etwas mehr als einem Jahrzehnt waren, in wohlhabende «middle income»-Volkwirtschaften verwandelt. Kein Wunder, dass die Weltbank oder der Internationale Währungsfonds als Kreditgeber eine immer geringere Rolle spielen. Länder wie Mexiko, Indonesien, die Türkei oder China sind weniger auf die Finanzierung durch die Weltbank angewiesen. China ist heute wichtiger Financier anderer Staaten, wie etwa der USA.

«Angesichts der wirtschaftlichen Stärke der Länder, die sich Geld leihen wollen, nehmen wir an, dass sie sehr genau die Konditionen anschauen, unter denen sie einen Kredit aufnehmen», sagt Chris Humphrey. Für die Staaten, die Finanzierung suchen, ist nicht nur die Frage des Zinssatzes wichtig, zu dem sie das Geld aufnehmen können. Wie Michaelowa und Humphrey herausgefunden haben, spielen auch die Zeitdauer bis zur Vergabe des Kredits eine wichtige Rolle, ebenso eventuelle bürokratische Schwierigkeiten oder politische Aspekte.

Mehr kulturelle Nähe

Deshalb sind Entwicklungsbanken im Aufwind, die ihren Kunden anders begegnen. Humphrey und Michaelowa haben drei Entwicklungsbanken verglichen, die sich darin unterscheiden, wer das Sagen hat: In der Weltbank geben die Industrienationen den Ton an. Über die Development Bank of Latin America (CAF) bestimmen hingegen die Staaten, die Kredite brauchen. In der Inter-American Development Bank (IADB) ist das Machtverhältnis zwischen Schuldner- und Gläubigerstaaten ausgeglichen.

Ein Ergebnis der Untersuchung: Den grössten Unterschied zwischen den Banken gibt es bei den Schwierigkeiten, die sie Kreditnehmern in den Weg legen. Bei der Weltbank braucht es zwischen 12 und 16 Monaten, bis ein Kredit bewilligt ist. Bei der IADB vergehen zwischen sieben und zehn Monate und bei der CAF gar nur zwischen drei und sechs Monate. Wenn das Geld dringend benötigt wird, kann der Prozess auch auf anderthalb Monate verkürzt werden. «Die Unterschiede sind auf die Machtverhältnisse innerhalb der Entwicklungsbanken zurückzuführen», sagt Humphrey. In der CAF, die von Staaten getragen wird, die auch zu den Kreditnehmern gehören, weiss man, dass die Länder eine Finanzierung rasch brauchen, und drückt entsprechend auf das Tempo. Die Weltbank und die IADB stellen eine ganze Reihe von Bedingungen – von Fragen des Umweltschutzes bis hin zur Sozialverträglichkeit –, während die CAF auf solche Bedingungen verzichtet. Sie baut darauf, dass die Staaten ihre eigenen Gesetze einhalten.

Bei der Weltbank müssen Kreditanträge vier verschiedene «country missions» und vier Gremien durchlaufen, und die tonangebenden Länder in der Weltbank verschärfen immer wieder die Bedingungen. «Ein Vice President, der für Lateinamerika zuständig ist, spricht noch nicht einmal Spanisch», bemerkte einer der für die Studie befragten Interviewpartner. Kulturelle Unterschiede machen die Zusammenarbeit nicht leichter, wenn der eher auf persönlichen Beziehungen basierende lateinamerikanische Stil auf den nordamerikanischen und europäischen Stil der strikt ausgelegten Regel trifft. Bei der IADB hingegen stammen fast 70 Prozent der Angestellten aus Nehmer-Ländern. «Dort gibt es mehr kulturelle Nähe», sagte ein Verantwortlicher aus Chile.

Ganz auf die Ansprüche der Kunden ist die CAF ausgerichtet. Kredite unter 20 Millionen Dollar können von einem Vice President bewilligt werden, bis zu 75 Millionen Dollar von einem Executive Vice President. «Wir haben in unserer Untersuchung gezeigt, dass unsere Hypothese stimmt», sagt Chris Humphrey: «Eine Entwicklungsbank, in der die Kreditnehmerländer die Mehrheit haben, bietet Bedingungen, die ihnen sehr entgegenkommen.» Die Ergebnisse des Forschungsprojekts geben Hinweise, wie eine Entwicklungsbank betrieben werden sollte, damit sie von den Schuldnerländern akzeptiert wird. In diesem Jahr wird eine von den BRICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika) getragene Entwicklungsbank ins Leben gerufen. Die Bedeutung von Schwellenländern bei der Entwicklungsfinanzierung nimmt offenbar weiter zu.

Oliver Klaffke ist Wirtschafts- und Wissenschaftsjournalist.

Wo helfen nicht ausreicht

Eine Lausanner Studie untersucht die Rolle von Patientenorganisationen in der Debatte über die Organspende. Vorläufiges Fazit: Ohne starke Allianz ist es schwierig, politisch Einfluss zu nehmen.
Von Irène Dietschi



Gespendete Leber für eine Organtransplantation an der Charité in Berlin.
Bild: Keystone/Laif/Dominik Butzmann

Sie heissen «AGIR», «A Cœur Ouvert» oder auch «PromOrgane»: Patientenorganisationen in der Westschweiz, die sich für die Organspende einsetzen. Patientinnen und Patienten spielen heute in der Medizin eine zunehmend aktive Rolle. Sie treiben die klinische Forschung voran, vernetzen sich mit Partnern aus der Industrie und betreiben politisches Lobbying. Profitieren von diesem Trend auch die Organspende-Organisationen?

Dieser Frage geht eine interdisziplinäre Studie unter der Leitung des Lausanner Soziologen Raphaël Hammer von der Haute Ecole de Santé Vaud nach. Ebenfalls beteiligt sind der Historiker Vincent Barras vom Institut für Medizingeschichte und öffentliche Gesundheit sowie Manuel Pascual vom Transplantationszentrum am CHUV. Die Studie analysiert zum einen anhand historischer Dokumente, wie sich die Organspende in der Schweiz zum sozialpolitischen Anliegen entwickelt hat; die Dokumente stammen aus Spitalarchiven, dem Archiv von Swisstransplant, Ärztezeitschriften und der Publikumspresse. Zum anderen untersuchen die Forscher die Rolle der Patientenorganisationen, wobei sie sich auf die Westschweiz konzentrieren.

Die vorläufigen Resultate fallen eher ernüchternd aus: «Patientenorganisationen scheint es nicht zu gelingen, die Organspende ähnlich wirksam in die Öffentlichkeit zu tragen und dort sichtbar zu machen, wie dies zum Beispiel der ‹Positivrat› für das Thema HIV fertiggebracht hat», sagt Studienleiter Raphaël Hammer. Die 15 Vereinigungen, die für die Studie interviewt wurden, sind zwar alle sehr engagiert: Sie kümmern sich um Betroffene, organisieren Ferienlager, Konzerte und Events, sie verschicken interne Newsletter oder machen an Ständen auf ihre Anliegen aufmerksam. Trotzdem haben sie kaum Einfluss auf die öffentliche Debatte. Die meisten haben sehr geringe finanzielle und personelle Ressourcen, und ihre Aktionen beruhen auf der Initiative weniger Mitglieder.

Zudem: Das Engagement ist lokal beschränkt – Koalitionen kommen nur selten zustande. Die Pläne eines nationalen Dachverbands scheiterten vor Jahren. Hinter solchen Alleingängen stecken häufig die sehr persönlichen Motive und Geschichten der Betroffenen. Der Gründer und Präsident von «A Cœur Ouvert» beispielsweise sagte im Interview mit den Forschern, er wolle mit seinem Einsatz das «Geschenk der Spende» zurückgeben: «Ich hatte Hilfe bekommen, deshalb ist es für mich logisch, anderen zu helfen.»

Miserable Spendestatistiken

Eine ehrenwerte Haltung. Doch auf dem öffentlichen Parkett ist vor allem geschicktes Lobbying gefragt. Raphaël Hammer vermutet, dass zum Beispiel der «Positivrat» deshalb so erfolgreich agiert, weil sich die Community – HIV-Betroffene, unterstützt von der gut organisierten Homosexuellen-Bewegung – geschlossen für ihre Anliegen einsetzt. Anders die Organspende-Organisationen: Ihnen fehlen fast in jeder Beziehung die Voraussetzungen, um unter sich die Reihen zu schliessen. Auch in strategischen Fragen sind sie sich uneins. Manche der Interviewten unterstützen die «Zustimmungslösung», wie sie das Schweizer Transplantationsgesetz vorsieht – Organe dürfen einer verstorbenen Person nur dann entnommen werden, wenn explizit das Einverständnis dazu gegeben wurde. Andere hingegen befürworten die «Widerspruchslösung» – ein Schweigen wird als Zustimmung gewertet.

Ein gemeinsamer Nenner besteht trotzdem: Die meisten Patientenorganisationen haben Mühe mit der neutralen und vorsichtigen Politik des Bundes zur Organspende. Der Leitspruch der aktuellen Kampagne von Swisstransplant – «Haben Sie schon mal über das Thema Organspende nachgedacht?» – geht in ihren Augen nicht weit genug. «Neutralität bedeutet bei der Organspende gar nichts», gab ein Interviewter den Forschern zu Protokoll. Die miserablen Schweizer Spendestatistiken scheinen dem Mann recht zu geben.

Irène Dietschi ist freie Wissenschaftsjournalistin mit eigenem Büro in Olten.

Wissenschaft als Beruf

An der Karriere zu arbeiten und Zeit für Partnerschaft und Familie zu haben: Das wünschen sich auch junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie sich in einer Studie der Soziologin Ulle Jäger von der Universität Basel zeigt, in der sie 40 Interviews aus der Schweiz und Deutschland auswertete. Doch in der Realität, in der für eine wissenschaftliche Karriere Mobilität und uneingeschränkte zeitliche Verfügbarkeit verlangt wird, ist dieses Ziel schwer zu erreichen. «Für mich sind zwei Szenarien denkbar», so Ulle Jäger. Zugespitzt formuliert lautet die erste Zukunftsvision: Der Wissenschaftsapparat läuft weiter wie bisher. Diejenigen Männer und die geringere Anzahl an Frauen, denen privat «der Rücken frei gehalten» wird, können Professuren leichter besetzen als ihre Kolleginnen und Kollegen in egalitären Partnerschaften. Im zweiten Szenario stellen zeitliche Verzögerungen in der Karriereplanung, beispielsweise durch eine Familiengründung oder die Pflege älterer Familienmitglieder, keinen Nachteil dar.

Damit das zweite Szenario annähernd Realität würde, müssten heutige Anforderungen stärker reflektiert und hinterfragt werden: Ist ein Auslandsaufenthalt tatsächlich für alle Positionen in der Wissenschaft unverzichtbar? Wie wichtig ist die Anzahl der Publikationen für eine Lehrtätigkeit? Ulle Jäger: «Statt nur um Exzellenzkriterien sollte es darum gehen, die beruflichen Ansprüche so zu gestalten, dass eine Person ‹gut genug› sein kann und nicht über ihre Grenzen gehen muss, wenn sie Berufliches und Privates miteinander in Einklang bringen möchte.» *Nora Heiniche*



Photographee.eu/Shutterstock

Einklang zwischen Beruflichem und Privatem?



Universitätsbibliothek Basel

National-Zeitung

Organ für Handel und Industrie – Anzeigeblatt der Stadt Basel

Das politische Gespräch zwischen den englischen und italienischen Staatsmännern abgeschlossen

Statik und Dynamik in der Weltpolitik

Die «National-Zeitung» aus Basel: «Das letzte freie Wort in deutscher Sprache».

Als die Basler Zeitung liberal war

«Kein Blatt wird in den Prager Cafés jetzt eifriger verlangt als ihre Nationalzeitung, auch auf der Strasse wird ihr Blatt viel gekauft. Als das letzte freie Wort in deutscher Sprache hat es eine Sonderstellung.» Diese Zeilen schrieb Max Brod im Winter 1939 an den Feuilletonredaktor Otto Kleiber in Basel. Während mehr als drei Jahrzehnten leitete Kleiber von 1919 bis 1953 das Feuilleton der Basler «National-Zeitung» und bot der deutschen Exilliteratur im Nationalsozialismus einen sicheren Hafen. Bekannte Leute wie Bertolt Brecht und Erika Mann, aber auch unbekannte Publizisten veröffentlichten in der Rubrik «Unter dem Strich» ihre Texte, die sie in Hitler-Deutschland nicht publizieren konnten.

Die Literaturwissenschaftlerin Bettina Braun von der Universität Zürich hat vor drei Jahren begonnen, die noch weitgehend unbekannte Bedeutung der «National-Zeitung» für die Exilliteratur zwischen 1933 und 1940 aufzuarbeiten. Die Durchsicht von rund 5000 Ausgaben – damals erschienen die Tageszeitungen noch in einer Früh- und einer Spätausgabe – ergab rund 3500 Veröffentlichungen von Exilanten. Braun hat die Texte in einer Datenbank erfasst, die der Forschung zugänglich gemacht werden soll. Die Textsammlung bildet die Grundlage ihrer Dissertation zur Gattungsgeschichte des Feuilletons in der Schweiz während dieser Zeit. Als Adresse für Exilliteratur sticht die «National-Zeitung», die 1977 mit den «Basler Nachrichten» zur «Basler Zeitung» fusioniert wurde, heraus: Die Zürcher «NZZ» wollte damals die kritischen Texte der Exilanten nicht abdrucken. Liberal war damals die Basler Zeitung. *Stefan Stöcklin*

B. Braun (2012): Das literarische Feuilleton des Exils in der Schweiz – Die Basler «National-Zeitung». Zeitschrift für Germanistik, Heft 3/2012: 667–669.

Afrika altert schnell

Die demografische Entwicklung beschäftigt nicht nur Industriestaaten, sondern auch Entwicklungs- und Schwellenländer. Ein Forschungsteam vom Ethnologischen Seminar der Universität Basel hat das Älterwerden in Afrika am Beispiel von Tansania untersucht. Wichtigste Erkenntnis: «Altwerden in Afrika ist mit vielen Unsicherheiten verbunden», sagt Studienleiterin Brigit Obrist. Formelle Unterstützungssysteme wie eine staatliche Altersvorsorge oder öffentliche Pflegeheime gibt es kaum, dabei leiden auch in Afrika alternde Menschen zunehmend an chronischen Krankheiten und werden vermehrt pflegeanfällig. Die wichtigsten Stützen sind Familie, Verwandtschaft und die Gemeinschaft, doch diese traditionellen Netzwerke sind «brüchig und durchlässig» geworden, so Projektleiter Piet van Eeuwijk. Allmählich entstehen als zusätzliche Absicherung auch neue Beziehungsmuster, etwa durch Sozialkontakte mit Mobiltelefon, durch Geldüberweisungen von im Ausland lebenden Kindern oder durch Mitgliedschaften in Altersvereinigungen.

Trotz vieler Unsicherheiten streben Afrikanerinnen und Afrikaner ein Altern in Würde an. Die meisten von ihnen, insbesondere die Männer, arbeiten, solang es geht. Wer keiner Erwerbsarbeit mehr nachgeht, hat oft noch Aufgaben und Funktionen in der Familie und im sozialen Umfeld. Brigit Obrist: «Auch wenn junge Generationen heute nach anderem Wissen streben, gelten die Alten noch immer als einflussreiche Instanzen im privaten und öffentlichen Leben.» So seien alte Menschen eine wichtige soziale und politische Stütze für die Gesellschaften Afrikas. *Irène Dietschi*



Sandra Staudacher-Preite

Eine Studienteilnehmerin aus Sansibar zusammen mit der Frau ihres Enkels und der Urenkelin.

Die Universität als Veranstaltung der Ober- und der Mittelschicht

Wie kann man am besten erreichen, dass bei der Bildung Chancengleichheit gilt und sich nicht nur Gutbetuchte ein Studium leisten können? Die Frage ist von einiger Brisanz, doch erforscht ist sie noch kaum. *Von Roland Fischer*



Einreichung der Stipendieninitiative der Schweizer Studierendenschaften (VSS) am 20. Januar 2012.
Bild:Keystone/Marcel Bieri

Es ist etwas faul im Staate Schweiz – zumindest was die Unterstützung von Studierenden aus finanziell schwächeren Familien betrifft. Kurz gesagt: Das Stipendienwesen ist ein gehöriges föderalistisches Gestrüpp. Es gibt 26 unterschiedliche Regelungen, das lässt ein Gesuch um Unterstützung zuweilen zum geografischen Glücksspiel werden. «Die heutige Regelung ist unfair, weil die Nidwaldner Studentin eine viel kleinere Chance auf ein Stipendium hat und viel weniger Unterstützung bekommt als der Waadtländer Student, auch wenn sie an der gleichen Berner Fachhochschule studieren und ihre Familien gleich wenig Geld haben», schrieb der Verband der Schweizer Studierendenschaften (VSS) unlängst als Reaktion auf den Entscheid des Ständerats, der sich zum wiederholten Mal weigerte, Schritte hin zu einer Harmonisierung der Regelungen zu unternehmen (siehe Kasten). Beispielsweise bekommt im Bündnerland einer von 74 Einwohnern ein Stipendium, im Kanton Glarus ist es nur gerade einer von 285. Und auch die Höhe der Unterstützungsbeiträge variiert stark: Auf Hochschulstufe gibt es im Kanton Neuenburg im Schnitt nur 4000 Franken im Jahr, im benachbarten Kanton Waadt ist es fast dreimal so viel. Ganz grundsätzlich gilt: Nur in den wenigsten Kantonen ist genug Geld vorhanden, um alle Studienwilligen so zu unterstützen, dass das Ideal der Chancengleichheit unabhängig von Herkunft und Familienverhältnissen erfüllt wäre.

Die Stipendienmisere ist die Folge einer eigentlich positiven Entwicklung: In den 1960er Jahren begannen die Studentenzahlen anzuwachsen, ein bis heute ungebrochener Trend. Bis dahin war ein Hochschulstudium ganz selbstverständlich nur etwas für Gutbetuchte. Insgesamt studierten 1960 an den acht kantonalen Universitäten und der ETH etwa 14 000 Personen, was einer Hochschulstudentenquote von nur drei Prozent entsprach – Stipendien waren da schlicht kein Thema. Dann kam die Bildungsexpansion, und mit ihr 1965 ein eigentliches Stipendien-Bundesgesetz, das sicherstellen sollte, dass «auch Kinder aus wenig bemittelten Familien den ihren Fähigkeiten und ihren Charaktereigenschaften entsprechenden Beruf wählen können», wie Bundesrat Tschudi damals schrieb. Und in den Anfängen des Schweizerischen Stipendienwesens erreichte man dieses hehre Ziel auch gut.

Sinkende Stipendien-Quoten

Zwischen 1960 und Mitte der 1970er Jahre verdreifachte sich die Zahl der Studentinnen und Studenten in der Schweiz – bis heute sind die Studentenzahlen stetig weiter gestiegen. Die Stipendienausgaben allerdings sind seit 1980 kaum mehr gewachsen, was die Quote kontinuierlich sinken liess: Bekamen 1980 noch 16 Prozent der Personen, die eine nachobligatorische Ausbildung machten, ein Stipendium, waren es 2013 nur noch etwas über 7 Prozent. Der Bund engagiert sich dabei kaum mehr: 25 von den insgesamt 300 Stipendienmillionen kommen aus seiner Kasse. Damit gilt offenbar wieder, dass man sich eine höhere Bildung auch leisten können muss. «Die Universität ist nach wie vor eine Veranstaltung der Ober- und der Mittelschicht», wie Charles Stirnimann sagt, Chef des Basler Amts für Ausbildungsbeiträge und Präsident der Interkantonalen Stipendienkonferenz.

Aus gesamtgesellschaftlicher Sicht noch interessanter ist die Situation bei den Fachhochschulen. Diese hätten ein ungleich grösseres Potenzial, auch Menschen aus bildungsfernen Schichten einen Hochschulabschluss zu ermöglichen, die soziale Durchlässigkeit sei da viel grösser, sagt Stirnimann. Die Fachhochschulen müssten dementsprechend auch eine höhere Stipendienquote als die Universitäten aufweisen – tatsächlich bewegen sich die Quoten aber etwa auf gleichem Niveau, wie die kürzlich erschienene Stipendienstatistik des Bundesamts für Statistik zeigt. Für den Historiker und Experten des Schweizer Stipendienwesens ein schönes Beispiel dafür, dass Stipendien «nicht einfach eine Sozialleistung, sondern auch eine bildungspolitische Leistung» seien (oder vielleicht besser: sein sollten) – mit der richtigen Steuerung könne man «das vorhandene Potenzial der Gesellschaft optimal nutzen» und auch auf gesellschaftliche Veränderungen hinwirken. Ein Argument, das insofern wieder aktuell wird, als die Schweizer Arbeitgeber einen Fachkräftemangel beklagen.

Darlehen in Skandinavien

Wie würde denn das ideale Stipendiensystem aussehen? Müssten möglichst alle Nachfrager unterstützt werden? In diesem Fall dürfte die Quote in der Schweiz zwischen 20 und 25 Prozent der Studierenden liegen – allerdings variieren die effektiven Zahlen von Kanton zu Kanton stark, weil Reise- und Wohnkosten je nach Nähe zur Universität verschieden sind. Oder sollten gezieltere Förderkriterien bestimmt werden? Die Bildungsforschung weiss darauf nicht wirklich eine Antwort: Die Frage nach der effektiven Wirkung von Stipendien und ähnlichen Unterstützungswerkzeugen ist noch kaum erforscht. Im Jahr 2002 haben die beiden deutschen Forscherinnen Stefanie Schwarz und Meike Rehburg die sehr verschiedenen Stipendiensysteme in Europa einem ersten deskriptiven Vergleich unterzogen. In Skandinavien studieren zum Beispiel 70 bis 80 Prozent der Personen eines Jahrgangs, und viele von ihnen werden mit Darlehen unterstützt. Die Frage, welches System denn nun am besten dazu taugt, möglichst allen Studienwilligen zu der gewünschten Ausbildungskarriere zu verhelfen, war allerdings nicht im Fokus dieser Studie.

In der Schweiz hat sich vor allem der Bildungsforscher Nils Heuberger mit der Thematik befasst. Seit diesem Jahr ist er bei der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren für das Dossier zuständig, davor gab es seine Stelle gar nicht. Seine Forschung hat ergeben, dass die familiären Einkommensverhältnisse nach wie vor einen klaren Einfluss auf die Chancen haben, eine Mittelschule zu besuchen – das wird sich dann wohl auch auf den weiteren Bildungsweg auswirken. Und er betont, dass die Stipendienfrage letztlich auch eine Frage der Bildungskultur ist. Eine Studie, die er für das Hochschulinstitut für öffentliche Verwaltung (IDHEAP) verfasst hat, zeigte grosse Unterschiede zwischen Deutsch- und Westschweiz auf. Das ideale Stipendiensystem wäre insofern nur abhängig vom weiteren bildungs- und sozialpolitischen Kontext zu definieren.

Für Lea Oberholzer, zuständig für das Stipendiendossier beim VSS, ist immerhin klar, dass ein ideales Stipendienwesen Sache des Bundes sein müsste. Und was hält Oberholzer von den lauter werdenden politischen Forderungen, eher Darlehen als Stipendien zu gewähren? «Erfahrungswerte zeigen, dass die Aussicht auf eine jahrelange Schuldenlast für manche Leute zur Folge hat, lieber auf eine Ausbildung zu verzichten, als ein Darlehen aufzunehmen.» Und daraus erwüchse wiederum eine Benachteiligung für genau diejenigen, die auch sonst zu den Unterprivilegierten gehörten. Heuberger verweist diesbezüglich auf Erhebungen des Bundesamtes für Statistik, die zeigen, dass in der Tat nicht alle zur Verfügung stehenden Darlehen in Anspruch genommen werden. Und so bleibt es beim politischen Patt zwischen Bund und Kantonen – und bei einer Menge offener Fragen. Handlungsbedarf auf allen Ebenen: eigentlich eine schöne Vorlage für ein grösseres Forschungsprojekt.

Roland Fischer ist freier Wissenschaftsjournalist.

Stipendieninitiative

Die Stipendieninitiative des Verbandes der Schweizer Studierendenschaften (VSS) will erreichen, dass es bei den Stipendien keine kantonalen Unterschiede mehr gibt. Dazu sollen viele Kompetenzen dem Bund übertragen werden. Der Bundesrat hat mit dem revidierten Ausbildungsbeitragsgesetz einen indirekten Gegenvorschlag zur Initiative vorgelegt. Damit würden Kantone, die eine schweizweite Harmonisierung via Stipendienkonkordat unterstützen, finanziell besser gestellt. Dem Konkordat sind bisher 16 Kantone beigetreten.

Schaulaufen schadet der Wissenschaft

«Die meiste Wissenschaftskommunikation ist Propaganda. Sie darf nicht vom Scheitern reden, nur von Erfolgen. Doch wo Kritik und Distanz fehlen, bröckelt das Vertrauen zuerst.» Das sagte Pius Knüsel, ehemaliger Direktor der Kulturstiftung Pro Helvetia, in einer viel diskutierten Rede am Kongress der Wissenschaftskommunikation ScienceComm. Pius Knüsel spannte den Bogen von der Kulturfinanzierung des Bundes über das Sponsoring von Lehrstühlen bis zu den Forschungsmagazinen, die lauter ausserordentlich nützliche Wissenschaftsprojekte beschreiben würden. Die Herrschaft der Nützlichkeit und die blühende Wissenschafts-PR seien aber letztlich schädlich für die Identifikation der Bürger mit dem Wissenschaftsbetrieb. Für das Magazin «Horizonte» hat Pius Knüsel sein Manuskript leicht gekürzt und überarbeitet.



Pius Knüsel ist Direktor der Volkshochschule des Kantons Zürich und ehemaliger Direktor der Kulturstiftung Pro Helvetia.

Bild: Caroline Minjolle/Pixsil

Seit der Renaissance haben sich Kunst und Wissenschaft zu zwei sehr unterschiedlichen Erkenntnisformen entwickelt. Wissenschaft stellt belegbares Wissen zur Verfügung, Kunst unscharfe subjektive Erfahrung. Dennoch gibt es Gemeinsamkeiten. Eine der auffälligsten betrifft die Kommunikation in den öffentlichen und politischen Raum. Sowohl Kunst als auch Wissenschaft operieren dazu mit Nützlichkeits- und Einmaligkeitsversprechen und nutzen Methoden der Unterhaltungsindustrie. So wird der Blick auf das Wesentliche verstellt.

Ein aktuelles Beispiel aus der Kultur: Die Finanzierungsbotschaft des Bundes für die Jahre 2016 bis 2019 schlägt zugunsten des Bundesamts für Kultur und Pro Helvetia ein Wachstum um 15 Prozent vor, von 759 auf 895 Millionen Franken. Das Problem an diesem Vorschlag ist, dass der 160 Seiten starke Text keine stichhaltigen Argumente anführt. Kultur – erst noch: moderne Baukultur – schaffe sozialen Zusammenhalt, ist da zu lesen. Das lässt sich so wenig beweisen wie das Gegenteil. Und: Kultur überwinde den modernen Individualismus. Tut sie das? Ist sie nicht gerade seine Quelle? Kultur baue soziale Polaritäten ab: Das macht vielleicht die Einheitskultur, aber bestimmt nicht die kulturelle Vielfalt, die in der Botschaft proklamiert wird und die unvermeidlich Polaritäten und Spannungen erzeugt.

Darüber reflektiert die Kulturbotschaft nicht. Sie ignoriert auch die Statistiken, die nachweisen, dass Hochkulturpolitik seit 40 Jahren dieselben Bevölkerungsschichten erreicht: die Gebildeten und die Wohlhabenden. Die Botschaft baut vielmehr auf weltanschauliche Dogmen. Sie fordert einen Ausbau, um die behaupteten Defizite aufzuholen. Der Verdacht liegt nahe, dass die ständige Wiederholung von solchen Botschaften darauf baut, dass die Ziele unerreichbar sind. Der Grund für die Unerreichbarkeit wird aber nicht in einer falschen Zielsetzung gesucht, sondern in einem Mangel an finanziellen Mitteln.

Umgekehrt interpretieren Politik und gefördertes Kunstsystem die Verbreitung nicht geförderter, also kommerzieller Kultur als Katastrophe, die mit mehr geförderter Kunst bekämpft werden muss. Denn könnte man die «wilde» oder sich selbst finanzierende Kulturalisierung der Gesellschaft akzeptieren, müsste man sich Fragen stellen über Ausdehnung und Kosten staatlicher Intervention im Kulturbereich. Das aber bleibt aufgrund der Handlungslogik ausgeschlossen – Wachstum und Ausdehnung des eigenen Zuständigkeitsbereichs dienen der eigenen Legitimierung.

Verweigerung von Selbstkritik, Faktenresistenz und unredliches Argumentieren bewogen mich vor zwei Jahren, mein Amt als Direktor der Kulturstiftung Pro Helvetia niederzulegen. Ich wurde Direktor der Volkshochschule (VHS) Zürich. Die Volkshochschulen kann man als erstes grosses Projekt der Kulturpolitik des frühen 20. Jahrhunderts sehen: soziale Entspannung durch Demokratisierung der Bildung. Die VHS waren sehr erfolgreiche Einrichtungen der Popularisierung der akademischen Bildung. Wissenschaft kommunizierte sich hier eins zu eins. In der Schweiz gibt es heute noch 70 VHS; bildungspolitisch stehen sie im Abseits. Dafür sehe ich zwei Gründe: die Herrschaft des Nützlichkeitsdenkens und die Selbstdarstellungsmanie der Hochschulen.

Karriere-Beschleuniger

Die Zürcher Bildungsdirektion kürzte der Volkshochschule zwischen 2009 und 2011 die Subvention von 1,5 Millionen Franken auf null Franken. Das wichtigste Argument dafür war, dass nur berufsorientierte Weiterbildung politisch relevant sei. Nur eine Weiterbildung, die die Karriere

beschleunigt, ein höheres Einkommen verspricht und zuletzt mehr Steuersubstrat produziert, will und wird der Kanton Zürich noch unterstützen. Dazu hat er über 20 Jahre hinweg eine 10 Millionen schwere vollstaatliche Einrichtung aufgebaut, die Erwachsenenbildung Zürich. Solche auf die Arbeitsfähigkeit ausgerichtete Bildungspolitik nenne ich staatlichen Utilitarismus, der Bildung als Anhäufung technischer Kompetenzen sieht, nicht als kritische Erforschung eines Universums.

Die Herrschaft der Nützlichkeit hat längst auch die Universitäten und Hochschulen erreicht: als Drang, sich selber darzustellen. Im Winter 2013/14 bot die VHS Zürich eine Ringvorlesung mit dem Titel «Utopien für Zürich» an. An sechs Abenden wurden Entwicklungsperspektiven des Metropolitanraums Zürich diskutiert. Auch die Stadtpräsidentin war dabei und sprach über ihr soziales Zürich. Noch während wir an den Details feilten, annoncierte die Stadt eine Ringvorlesung in Zusammenarbeit mit der Universität: «Wachstumsschmerzen», selbes Thema, auch mit Stadtpräsidentin. Beide Reihen liefen gut. Der Unterschied: Die VHS-Abende kosteten die Hörer 30 Franken, die der universitär-städtischen Koproduktion waren umsonst, und bei der VHS war eine kritische dritte Position zu hören, an der Universität nicht.

Kurz darauf stattete die Stadtpräsidentin dem Rektor einen Besuch ab. Die Schlagzeile: «Wir machen weiter! Und wir machen es selbst.» Das liegt im Trend. Universität wie Stadtverwaltung wollen ihr öffentliches Bild selber steuern. Wissenschaft, Forschung, Politik und Planung gehen Hand in Hand. Wissenschaft ist nützlich, Politik gibt sich wissenschaftlich. Niemandem fällt auf, dass aus der Vermittlung von Wissenschaft Wissenschafts-PR wird. Der kritische Mehrwert, den eine unabhängige zivilgesellschaftliche Instanz wie die VHS einbringen würde, zählt nicht.

Gürtel von Vermittlungsangeboten

Die Anekdote illustriert die PR-Kultur, die uns seit etwa 20 Jahren heimsucht. Im Blick auf die nicht ökonomisierten Lebensbereiche Politik, Kultur, Bildung und Gesundheit redet man zwar von «Kommunikation», weil es edler klingt. Seit ich in der Erwachsenenbildung arbeite, stapeln sich auf meinem Pult aber die universitären Magazine. Sie beschreiben lauter ausserordentlich nützliche Forschungsprojekte. Dazu kommen die Einladungen zu Science-Days und -Slams, zu Nächten der Forschung, Tagen der offenen Tür, Kindernachmittagen, Lernfestivals. Es hat sich ein Gürtel von Vermittlungsangeboten an die Wissenschaft angelagert. Die Absicht ist klar: Der Betrieb will der Öffentlichkeit beweisen, wie nützlich er ist. Er will Aufmerksamkeit generieren, Bedeutung suggerieren, Wissenschaft als verführerisches Erlebnis präsentieren, sozusagen als Unterhaltung, die nebenbei Erkenntnis produziert.

Diese blühende PR-Kultur verzerrt, wie jede PR, das Bild dessen, wovon sie spricht: Sie bläst die Bedeutung der Hochschulen auf. Sie reduziert Wissenschaft auf Nettigkeiten. Sie ästhetisiert Forschung zu einer kindertauglichen Schau. Mehr noch: Sie macht aus den Universitäten konkurrierende Brands. Sie macht aus ihnen Firmen, die auf dem Finanzierungsmarkt gegeneinander antreten. Damit stellt diese Art von Wissenschaftskommunikation das allgemeine positive Vorurteil in Frage, dass Bildung und Wissenschaft nützlich und notwendig seien. Sie stellt es in Frage, indem sie dem Zweifel an der gegenwärtigen Entwicklung in der Wissenschaft zuvorkommen will.

Am Wert von Wissenschaft an sich zweifelt aber kein Mensch. Sonst hätten wir nicht das Universitätssystem, das wir haben. Es wurde lange vor Erfindung der Wissenschaftskommunikation errichtet. Wenn Christoph Pappa, Leiter des Generalsekretariats der Universität Bern, in «Horizonte» vom März 2014 sagt: «Im Zeitalter des Bildungswettbewerbs, wachsender Konkurrenz und knapper werdender Mittel müssen Sie den Leuten sagen können, wofür die Uni gut ist, sonst kriegen Sie über kurz oder lang Schwierigkeiten», so formuliert er entweder eine Banalität – alle

«Die blühende PR-Kultur reduziert Wissenschaft auf Nettigkeiten. Sie ästhetisiert Forschung zu einer kindertauglichen Schau.»

«Ich würde die Superlative verbieten und mit der PR aufhören. Was wichtig ist, diffundiert so oder so in die Gesellschaft.»

wissen, wofür die Universität gut ist – oder er fürchtet den kritischen Diskurs rund um den Wissenschaftsbetrieb.

Anlass zu Kritik gibt es nämlich. Hochschulen (wie auch Kultureinrichtungen) müssen sich regional, national, international unterscheiden und auszeichnen, sie entwickeln sich zum Imagefaktor, zum Treiber der regionalen Ökonomie. Die Politik fordert Partnerschaften mit der Wirtschaft, fremdfinanzierte Lehrstühle, Eigenwirtschaftlichkeit, Fakten fürs Politisieren, wissenschaftlich gestützte Utopien. Die Hochschulen, die Fachhochschulen allen voran, folgen freudig. In Kauf genommen werden ein zunehmender institutioneller Egoismus und die stille Privatisierung der gesellschaftlichen Ressource Universität. Die Diskussionen um das Sponsoring des UBS International Center of Economics an der Universität Zürich, um den Swisscom-Lehrstuhl an der ETH Zürich, die Debatte um Sinn und Unsinn des gigantischen, auf politikfähige Versprechungen gebauten Human Brain Project legen von der Politik-Orientierung des Wissenschaftsbetriebs Zeugnis ab.

Wo kleinere Brötchen gebacken werden, gibt sich Wissenschaft gern als lokale Partnerin von Politik. «Forschung für alle Fälle» heisst das Dogma. Wissenschaftskommunikation, so dezent sie sich gibt, ist Teil dieses inneren Kulturwandels der Universitäten und Hochschulen. Sie trivialisiert Wissenschaft zu einem utilitaristischen Konzept. Sie untergräbt die Vorstellung, dass Wissenschaft und Forschung ein eigenes Universum sind und Anspruch haben auf Unverständnis, Irrwege und Irrsinn; dass Wissenschaft ein System ist, das nur als globale kollektive Ressource produktiv sein kann und sich nicht in kompetitive Brands auflösen lässt. Ein lokaler Leuchtturm scheint höchstens bis ins lokale Regierungsgebäude.

Ich fürchte, dass die Identifikation der Bürger mit dem Wissenschaftsbetrieb sinkt, je mehr sich der Betrieb aufs Schaulaufen verlegt. Die vermeintliche Nähe erzeugt Skepsis, Dauervermittlung produziert Bildungsstress. Reife Menschen können die Bedeutung von Wissenschaftsbetrieben und Kultureinrichtungen für die Gesellschaft bestens einschätzen. Dass man ihnen diese Bedeutung vorkaut, vergrämt sie eher. Dass man ihnen die Botschaft auf dem Niveau «Schweizer Illustrierte» vermittelt, ärgert sie.

Der öffentliche Zweifel

Denn nichts stimmt Bürger skeptischer als Propaganda. Die meiste Wissenschaftskommunikation aber ist Propaganda. Sie darf nicht vom Scheitern reden, nur von Erfolgen. Doch wo Kritik und Distanz fehlen, bröckelt das Vertrauen zuerst. Sie verschärft also das Problem, das sie lösen will, indem sie eine wichtige Erkenntnisressource verdeckt: den öffentlichen Zweifel.

Josef Falkinger, Professor für Finanzwirtschaft und Makroökonomie an der Universität Zürich, nennt im Alumni-Magazin «Oec.» vom Juni 2014 drei Faktoren, auf denen Vertrauen in den Wissenschaftsbetrieb gründet: auf fachlicher Kompetenz, auf intellektueller Redlichkeit und auf der Überzeugung, dass es sinnvoll ist, sich des «Verstandes zu bedienen» und «davon öffentlichen Gebrauch zu machen» (Immanuel Kant). «Es geht», schreibt Falkinger, «nicht darum, wer der Beste ist und gewinnt, sondern was am Ende als Erkenntnis oder Technik herauskommt. Vertrauen nimmt mit der Häufigkeit von Superlativen ab.»

Deshalb würde ich die Superlative verbieten und mit der PR aufhören. Was wichtig ist, diffundiert so oder so in die Gesellschaft, und zwar über jene, die die Erkenntnis anwenden, über den Unterricht selbst, über das kritische Interesse der Medien am universitären Betrieb, über die Wirtschaft. Die Kommunikation zwischen den Universitäten ist über den Austausch innerhalb der Wissenschafts-Gemeinschaft gesichert. Wissenschaft braucht die Selbstbespiegelung nicht, die das Showbiz umtreibt. Der bildungspolitische Diskurs findet ohne PR-Abteilungen statt, dafür haben wir die unabhängigen Medien. Dass der Diskurs auch Zweifel ausdrücken darf, ist eine Frage von Redlichkeit. Und letztlich ist Kritik das Kennzeichen von Wissenschaftlichkeit. Nur so kommt die Wissenschaft weiter, im Einzelnen wie als System.

Der vollständige Vortrag ist zu finden unter www.sciencecomm.ch.

Technik bleibt Männersache

Ingenieure, Chemikerinnen, Physiker und Informatikerinnen sind und bleiben trotz vieler Förderinitiativen dringend gesucht. Mit detaillierteren Daten und gründlicheren Analysen soll in Zukunft die Trendwende gelingen. *Von Marcel Falk*



Laut Befragung unter 3500 Schülerinnen und Schülern werden naturwissenschaftliche Berufe zwar als nützlich, aber auch als wenig kreativ bewertet. Bild: Shutterstock/Hurst Photo

Unter Eltern ist es ein beliebtes Gesprächsthema: Jugendliche, Kinder und sogar Babys lassen sich kaum von Smartphones und Tablets trennen. Die Geräte fesseln, Technik scheint zu begeistern. Und dennoch haben alle westlichen Industrienationen das gleiche Problem, seit Jahrzehnten: zu wenig Buben und vor allem zu wenig Mädchen wollen Ingenieure und Naturwissenschaftlerinnen werden. Trotz vieler Initiativen in und ausserhalb der Schule fehlen der Wirtschaft die Fachkräfte.

Das Problem ist offensichtlich vertrackter als angenommen. Bildungsforscher wollen nun die Förderung von Naturwissenschaften und Technik auf eine solide Daten-Grundlage stellen. Das Team von Peter Labudde von der Fachhochschule Nordwestschweiz befragte deshalb über 3500 Schülerinnen und Schüler und verglich die Antworten mit denen von Personen, die ein Studium oder einen Beruf in Naturwissenschaften oder Technik ergriffen haben. Einige der Resultate lassen aufhorchen.

Die Beliebtheit der naturwissenschaftlichen Fächer und von Mathematik variiert stark. Bei Gymnasiastinnen etwa ist Biologie das beliebteste Fach und Physik das unbeliebteste. Insgesamt wenig geliebt wird Mathematik. Den Forschern ist nun aufgefallen, dass der Anteil an ungenügenden Noten - und die Streuung der Noten - in der Mathematik viel höher ist als in anderen Fächern. Bringen die schlechten Noten Jugendliche davon ab, Studiengänge wie Informatik, Ingenieurwissenschaften oder Physik zu wählen?

Die Begeisterung für Themen lässt sich jedoch nicht nur in der Schule wecken. Es fühlen sich sogar mehr Schülerinnen und Schüler in ihrem Interesse für Technik durch die Familie als durch die Schule gefördert. Riesig sind dabei die Unterschiede zwischen Mädchen und Buben: nur 40 Prozent der Mädchen fühlen sich von ihrer Familie in Technik gefördert. Bei den Jungs sind es 64 Prozent. Interessanterweise gibt es diesen Geschlechterspagat in den Naturwissenschaften nicht.

«Unnötige neue Produkte»

Bei der Frage, was sich Mädchen und Buben in Sachen Technik zutrauen, ergaben sich ernüchternde Resultate: Wie erwartet sehen sich die Jungs als kompetente Techniker, und die Mädchen trauen sich wenig zu. Dieses geringe Selbstvertrauen zeigte sich selbst bei Mädchen, die genauso gut gefördert wurden und das gleiche Interesse für Technik zeigten wie Buben. Die Forscher führen dies auf hartnäckige Stereotype zurück: Technik wird von beiden Geschlechtern als Männersache betrachtet.

Für die spätere Berufswahl besonders entscheidend ist das Bild, das sich Kinder und Jugendliche von einem Beruf machen. Die naturwissenschaftlichen und technischen Berufe werden dabei teilweise positiv bewertet, als modern und nützlich; aber auch als wenig kreativ und als eintönig. Die Ingenieursberufe gelten zudem als riskant und werden für die Erfindung «unnötiger neuer Produkte» verantwortlich gemacht.

Für Rudolf Künzli, ehemaliger Direktor der Pädagogischen Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz, schädigen die einseitigen Initiativen, die nur Naturwissenschaften und Technik fördern, gar das Image dieser Berufe: «In der Pubertät steht natürlicherweise das Soziale im Zentrum des Interesses. Wer soziale Themen herabmindert, kann darum nur verlieren. Viel erfolgversprechender wäre es, die Gemeinsamkeiten von Natur- und Geisteswissenschaften zu betonen», sagte Künzli unlängst gegenüber der «Schweiz am Sonntag».

Tatsächlich bleibt das Feld weit offen. Das sehen auch die Bildungsforscher so. Ihr Vorschlag für ein Nationales Forschungsprogramm zum Thema Bildung und Nachwuchsförderung in den Bereichen Naturwissenschaften und Technik wird zurzeit evaluiert.

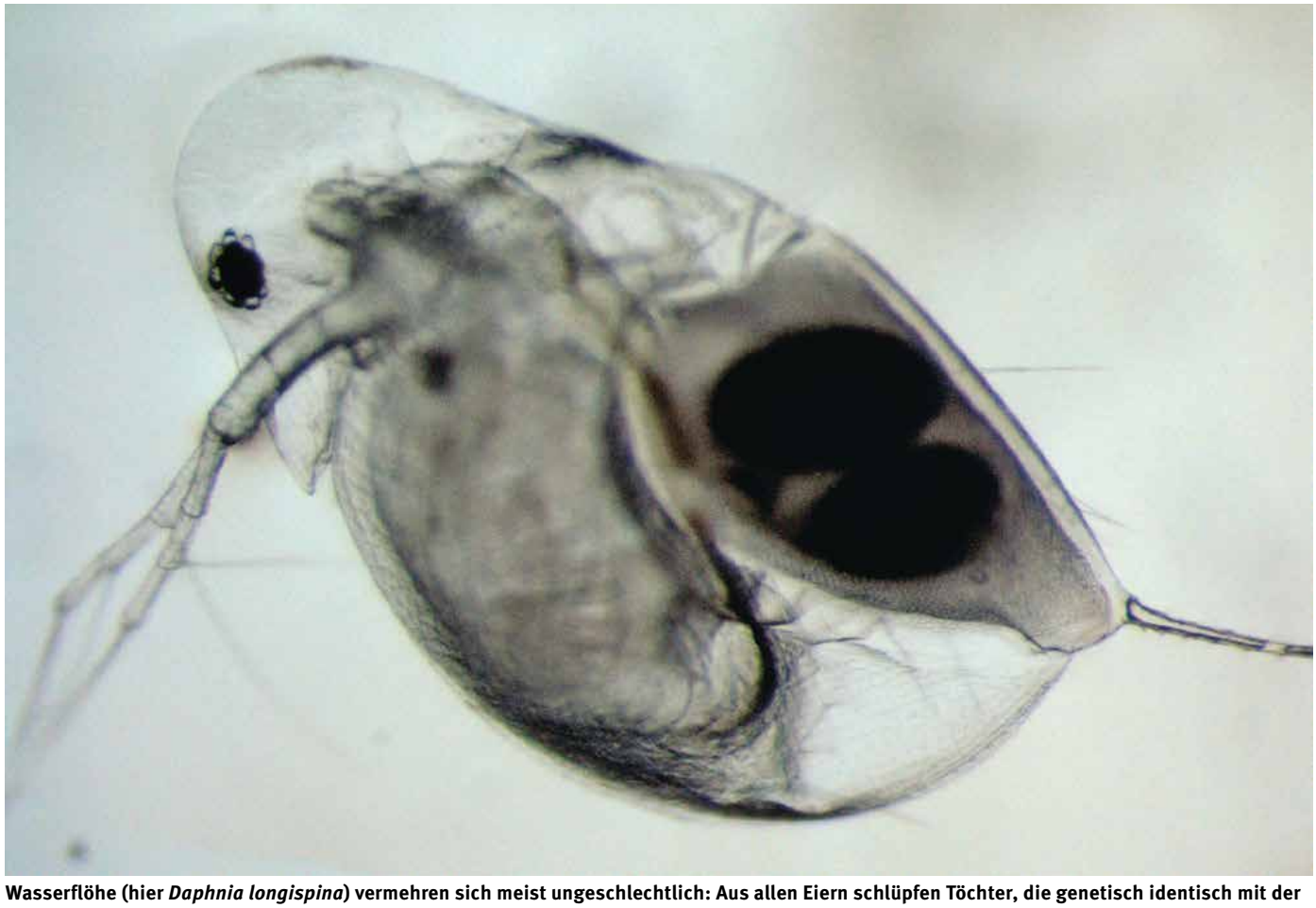
Marcel Falk leitet die Kommunikation der Akademie der Naturwissenschaften.

Literatur:

Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014): MINT-Nachwuchsbarometer Schweiz – Das Interesse von Kindern und Jugendlichen an naturwissenschaftlich-technischer Bildung. Swiss Academies Reports 9 (6).

Für immer verlorene Vielfalt

Landwirtschaft und phosphathaltige Waschmittel führten bis in die 1970er Jahre zur Überdüngung vieler Seen in der Schweiz. Seither hat sich die Wasserqualität merklich verbessert. Doch die Wasserflöhe finden nicht zu ihrer ursprünglichen Vielfalt zurück.
Von Atlant Bieri



Wasserflöhe (hier *Daphnia longispina*) vermehren sich meist ungeschlechtlich: Aus allen Eiern schlüpfen Töchter, die genetisch identisch mit der Mutter sind. Wenn sich die Umweltbedingungen verschlechtern, werden jedoch auch Männchen geboren, die die Eier der Weibchen befruchten. Im Bild ein Weibchen mit zwei befruchteten Eiern; geschützt von einer Hülle können diese Eier auf dem Seegrund Jahrzehnte überdauern.
Bild: Christian Rellstab, Eawag



Bohrkern aus dem Seegrund des Greifensees. Jedes Jahr wird eine helle und eine dunkle Sedimentschicht abgelagert. Bild: Piet Spaak, Eawag

Wasserflöhe zählen mit ein bis zwei Millimeter Körperlänge zu den eher kleinen Bewohnern der Seen. Dennoch gehören sie zu den wichtigsten. Milliarden von ihnen schwimmen durch die Seen und bilden die Hauptnahrung für Jungfische. Nun haben Forscher bei den Wasserflöhen etwas Beunruhigendes entdeckt: Ihre genetische Vielfalt hat sich in den letzten hundert Jahren grundlegend verändert. Schuld daran ist der Mensch.

Piet Spaak, Abteilungsleiter Aquatische Ökologie des Wasserforschungsinstituts Eawag, befasst sich seit 25 Jahren mit dem Schicksal von Wasserflöhen. Für seine Studien greift er auf ein einzigartiges biologisches Archiv zurück: den Seegrund. Auf ihm lagert sich jedes Jahr eine neue Schicht Sediment ab. An den Schichten in Bohrkernen aus dem Sediment lässt sich – wie bei den Jahresringen der Bäume – die vergangene Zeit ablesen.

In den Schichten eingeschlossen sind Dauer-Eier von Wasserflöhen, die lange Zeiten der Trockenheit oder Kälte unbeschadet überstehen. Selbst nach Jahrzehnten können aus ihnen noch Jungtiere schlüpfen. «In der Tiefe des Sees ist das Wasser jedoch immer vier Grad kalt, und es gibt nur selten Sauerstoff», sagt Spaak. «Unter solchen Bedingungen entwickeln sich die Eier nicht.» Nach rund fünfzig Jahren sterben die meisten von ihnen schliesslich ab. Aber selbst nach hundert Jahren können die Forschenden an den toten Eiern noch genetische Analysen durchführen und so bestimmen, was die Arten der damaligen Zeit auszeichnete.

Um in die Vergangenheit vorzudringen, müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bis zu einem Meter tief in den Schlick bohren. Spaak und seine Doktoranden Nora Brede, Cristian Rellstab und Markus Möst haben in zahlreichen Seen der Schweiz und Italiens so viele Proben aus unterschiedlichen Tiefen entnommen, dass sie heute den Werdegang der Wasserflöhe über die letzten hundert Jahre lückenlos dokumentieren können.

Demnach lebte in den Voralpenseen während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem die Wasserflohart *Daphnia longispina.* Sie hat sich auf nährstoffarme Gewässer spezialisiert. In den relativ sauberen Seen von damals vermehrte sie sich nur langsam. Ihre Besonderheit ist, dass sie den Fischen auszuweichen versucht, indem sie nur nachts an die Wasseroberfläche kommt, um dort Algen zu fressen. Tagsüber versteckt sie sich in den tieferen Schichten des Sees.

In den 1930er Jahren begann sich ihre Lage zu verschlechtern, denn aus der Landwirtschaft gelangte immer mehr Jauche in Bäche und Flüsse. Die Industrie und die wachsende Zahl an Haushalten trugen ihren Teil an ungeklärten Abwässern bei. Beides setzte *Daphnia longispina* zu. Die Abwässer wirkten wie Pflanzendünger, und die Algen in den Seen begannen sich rasant zu vermehren. Es kam zu den sogenannten Algenblüten. Nach ihrem Ableben sanken die Algen auf den Grund der Seen, wo sie von Bakterien abgebaut wurden. Dabei verbrauchten die Bakterien den Sauerstoff im Wasser, wodurch die meisten anderen Seebewohner erstickten. Biologen nennen diesen Vorgang Eutrophierung.

Nicht zimperlich bei der Partnerwahl

Der Höhepunkt dieser Phase lag in den 1970er Jahren. Damals intensivierte sich die Landwirtschaft, zudem waren phosphathaltige Waschmittel populär. Der Phosphor wirkte in den Gewässern wie eine geballte Ladung Kunstdünger und regte das Wachstum der Algen zusätzlich an. Während des Nährstoffanstiegs betrat eine zweite Wasserfloh-Art, *Daphnia galeata*, die Bühne. Sie führte bis anhin ein Schattendasein in der Alpenregion und ist im Unterschied zu *Daphnia longispina* auf nährstoffreiche Gewässer spezialisiert. In den überdüngten Seen begann sie sich stark zu vermehren.

Die beiden Wasserfloharten sind nah miteinander verwandt. Und weil Wasserfloh-Männchen nicht gerade zimperlich sind, wenn es um die Partnerwahl geht, ist ihnen ein Weibchen einer fremden Art ebenso recht wie eines der eigenen Art. «Wasserfloh-Männchen versuchen mit allem zu kopulieren. Wenn man eine Pipette ins Glas gibt, werden sie sich an die Pipette hängen», sagt Spaak.

So brachten *Daphnia galeata* und *Daphnia longispina* Hybriden hervor, die an die Bedingungen in den überdüngten Schweizer Seen bestens angepasst waren. «Die Hybriden kombinierten die vorteilhaften Fähigkeiten von beiden Arten», sagt Spaak. Er vermutet, dass sich die Anpassung an die neue Beschaffenheit des Wassers in nur zehn bis zwanzig Jahren vollzog. «Normalerweise schreitet die Evolution durch zufällige Veränderungen des Erbguts voran. Das kann Jahrtausende dauern. Doch der Trick mit der Hybridisierung beschleunigte den Vorgang», so Spaak.

Verbesserte Wasserqualität

Die Hybriden pflanzten sich nun ihrerseits fort und dominierten fortan viele der eutrophen Schweizer Seen. Auch *Daphnia galeata* konnte sich in hohen Konzentrationen halten. *Daphnia longispina* hingegen wurde zu einer Randerscheinung. In den Seen, die bis heute von hohen Düngereinträgen gezeichnet sind, ist die Zusammensetzung der Arten so geblieben. Ein Beispiel ist der Greifensee. Zwar ist dort der Phosphorgehalt in den letzten fünfzig Jahren von 500 Mikrogramm pro Liter auf 70 gesunken, doch das ist immer noch so viel, wie etwa der Bodensee zur Zeit seiner grössten Verschmutzung aufwies. Aus diesem Grund ist der Greifensee bis heute eutroph. Fische wie etwa Felchen können sich nicht aus eigener Kraft vermehren, weil ihre Eier ersticken.

Mit einem Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln in den 1980er Jahren und dem Ausbau der Kläranlagen verbesserte sich aber die Wasserqualität vieler Seen. In der Folge wurden die Hybriden und *Daphnia galeata* wieder seltener. Beispiele dafür sind der Bodensee, der Vierwaldstättersee oder der Walensee: Hier hat *Daphnia longispina* erneut die Herrschaft übernommen.

Bei der Analyse der Gene von *Daphnia longispina* stellten die Forscher jedoch fest, dass die Wasserflohart nicht mehr dieselbe ist wie vor hundert Jahren. Durch die Paarung mit *Daphnia galeata* hat sich ihr Erbgut irreversibel verändert: Die neuen *Daphnia longispina* sind eine Mischform beider Arten. Die alten Wasserfloh-Arten sind also verlorengegangen, die genetische Vielfalt ist gesunken, und damit hat die Biodiversität abgenommen. «Wenn der Mensch in die Umwelt eingreift, sind die Folgen oft unabsehbar», sagt Spaak. «Auch wenn wir die störenden Umwelteinflüsse rückgängig machen, bedeutet das nicht, dass wir danach wieder die ursprüngliche Situation vorfinden.»

Atlant Bieri ist freier Wissenschaftsjournalist.



Valérie Chételat

«Die Brüste werden zu einer Bedrohung»

Seit rund fünfzehn Jahren können Frauen testen lassen, ob sie eine genetische Mutation aufweisen, die das Risiko erhöht, an Brust- und Eierstockkrebs zu erkranken. Die Soziologin Maria Caiata Zufferey erforscht, wie Frauen mit der Diagnose umgehen, nicht krank, aber gefährdet zu sein. *Von Fleur Daugey*

Frau Caiata Zufferey, was bedeutet ein erhöhtes Krebsrisiko für die betroffenen Frauen?
In der Gesamtbevölkerung beträgt das Risiko, vor dem Alter von 70 Jahren an Brustkrebs zu erkranken, zehn Prozent. Bei Frauen mit Mutationen der Gene BRCA1/BRCA2 liegt diese Wahrscheinlichkeit bei 45 bis 85 Prozent. Wenn eine Frau darüber informiert wird, dass sie zur Risikogruppe gehört, erhält sie gleichzeitig Empfehlungen: ab 25 Jahren alle sechs Monate eine Kontrolle, Entfernung der Eierstöcke idealerweise spätestens mit 40 Jahren und allenfalls eine Mastektomie (Brustentfernung). Über diese Massnahmen entscheidet jedoch immer die Frau, Selbstbestimmung ist ein zentraler Grundsatz.

Über diesen eigentlich gesunden Frauen schwebt stets ein Damoklesschwert, und sie müssen Entscheidungen über schwere chirurgische Eingriffe treffen.
Ja, deshalb habe ich mich mit der Frage befasst, wie sie diese Unsicherheit erleben. Wie gehen sie im Alltag und längerfristig mit ihrem Krankheitsrisiko um? Ich habe Lebensberichte von 32 Frauen zwischen 26 und 60 Jahren in der Westschweiz und im Tessin gesammelt, die seit mindestens drei Jahren über ihre Veranlagung informiert sind. Die Befragten machten den Test, nachdem eine nahe Angehörige verstorben war, zum Beispiel ihre Mutter oder Grossmutter.

Wie reagieren die Frauen auf die Neuigkeit?
Sie fühlen sich den erkrankten Angehörigen verpflichtet. Sie empfinden es als Privileg, diese Information zu haben, und glauben, dass sie diesen Frauen aus ihrer Familie etwas schuldig sind, weil diese an Krebs erkrankt sind, ohne dass sie die Chance hatten, es zu verhindern. Sie wollen das Wissen unbedingt nutzen und spüren auch eine grosse Verantwortung gegenüber ihren Partnern und Kindern. Frauen, die Töchter haben, wollen den Töchtern Mut machen und ein gutes Vorbild sein.

Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Patientinnen zwar medizinisch relativ eng begleitet werden, sich bei ärztlichen Fachpersonen aber häufig nicht gut aufgehoben fühlen.
In der Schweiz ist die Betreuung von Personen mit genetischem Risiko noch nicht überall genügend etabliert. Die Präventivmedizin ist eine neue, teilweise noch umstrittene Disziplin. Die Frauen stehen mehreren Gesprächspartnern gegenüber, die untereinander kaum kommunizieren und manchmal verschiedene Meinungen haben: behandelnde Ärztin, Gynäkologin, Radiologe. Manchmal auch ein Chirurg, wenn eine Operation bevorsteht. Die betroffenen medizinischen Fachpersonen müssen nun schrittweise für diese neue Patientengruppe sensibilisiert werden. Wir dürfen nicht vergessen, dass solche Tests noch nicht lange existieren.

Wie verlaufen die Gespräche zwischen diesen Patientinnen und ihren medizinischen Betreuungspersonen?
Im Allgemeinen gibt es drei Muster, wie Betreuungspersonen die Entscheidungen der Patientin begleiten. Eine Frau erzählte mir, dass sie den Eindruck hatte, ihr Gynäkologe engagiere sich zu wenig. Sie wollte seine Expertenmeinung, um eine Wahl treffen zu können, was er jedoch ablehnte.

«Die Frauen stehen mehreren Gesprächspartnern gegenüber, die untereinander kaum kommunizieren und manchmal verschiedene Meinungen haben.»

«Ich gebe Ihnen Informationen, und Sie bilden sich eine Meinung», entgegnete er. Andere Ärztinnen und Ärzte hatten die umgekehrte Haltung und nahmen der Patientin ihre Entscheidungsfreiheit. Ich denke dabei insbesondere an eine 60-jährige Frau, der die Eierstöcke noch immer nicht entfernt worden waren, weil der Gynäkologe der Ansicht war, eine regelmässige Überwachung genüge. Das widerspricht sämtlichen Empfehlungen. Am interessantesten scheint mir die Haltung, dass zwischen Ärztin und Patientin ein echter, konstruktiver Entscheidungsprozess stattfinden soll. Die Ärztin tauscht sich mit der Patientin aus, trägt den individuellen Umständen Rechnung, da jeder Fall anders ist, und gibt dann eine mit Argumenten begründete Meinung ab. Das kann etwa so klingen: «Aufgrund der medizinischen Daten und Ihrer persönlichen Situation scheint mir folgendes Vorgehen am sinnvollsten.» Diese Entscheidungshilfe ist unabdingbar.

Ist im Falle einer solchen Beziehung zur Ärztin die Chance grösser, dass die richtige Wahl getroffen wird?
Ich glaube schon. Die richtige Wahl zu treffen setzt voraus, dass die richtigen Gründe gefunden werden. Dann steht die Patientin hinter ihrer Entscheidung und wird

«Die operierten Frauen sind mit ihrer Entscheidung zufrieden, trotz der damit verbundenen körperlichen und psychischen Schwierigkeiten.»

sie nicht bereuen. Deshalb müssen die relevanten Argumente zusammengetragen und Entscheidungen getroffen werden, die in den eigenen Augen und für andere nachvollziehbar sind. Diese Arbeit kann die Frau nicht allein machen. Sie braucht dabei kompetente Unterstützung. Eine ärztliche Fachmeinung ist unabdingbar, um die Risiken und die in Fragen kommenden Optionen richtig einschätzen zu können. Die Beziehung zum Ehepartner und zu den Angehörigen spielt ebenfalls eine Rolle. Hilfreich wäre es zudem, Erfahrungen mit Frauen auszutauschen, die in ähnlichen Situationen sind. Damit sich Betroffene weniger einsam fühlen, wäre die Schaffung von Gesprächs- und Online-Gruppen wichtig. Betroffene wünschen sich diese Art von Unterstützung.

Auf welche Dilemmas müssen diese Frauen eine Antwort finden?

Am schwierigsten ist es für Frauen zwischen 35 und 45 Jahren, weil sie manchmal noch Kinder haben möchten oder nicht in einer stabilen Beziehung leben. Ich denke an das Beispiel einer 40-jährigen, geschiedenen Frau mit zwei Kindern. Sie wollte eine Mastektomie, doch sie konnte diese Entscheidung nicht mit ihrem Wunsch vereinbaren, einen neuen Partner zu finden. Für sie war es unvorstellbar, nach einer solchen Operation, die sie als Verstümmelung empfand, den Schritt in eine neue Beziehung zu wagen. Solche inneren Konflikte können Frauen davon abhalten, den ärztlichen Empfehlungen zu folgen. Rund die Hälfte der von mir befragten Frauen hielt sich an die Empfehlungen. Viele liessen aber auch die empfohlenen Termine verstreichen, andere unterzogen sich den Operationen früher. Zwei 33-jährige Frauen, die bereits Mütter waren, beharrten darauf, sich die Eierstöcke entfernen zu lassen. Ihre Situation belastete sie so sehr, dass sie lieber die Folgen einer frühzeitigen Menopause in Kauf nahmen.

Betrachten gewisse Frauen ihre Organe als Feinde?

Absolut. Meine Stichprobe ist nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung, ich war aber trotzdem überrascht, dass mehr als die Hälfte der Frauen bereits eine Mastektomie hinter sich gebracht hat oder in nächster Zeit durchführen lassen wird. Die operierten Frauen sind mit ihrer Entscheidung zufrieden, trotz der damit verbundenen körperlichen und psychischen Schwierigkeiten. Eine Frau sprach davon, dass ihr Körper «während Monaten eine Baustelle war». Viele Frauen können sich anfangs einen chirurgischen Eingriff nicht vorstellen, ändern jedoch im Laufe der Zeit ihre Meinung. Wenn sie eine Mammografie anfertigen lassen, zeigt das Röntgenbild manchmal etwas Verdächtiges, und sie müssen sich einer Biopsie unterziehen. Das Warten auf die Ergebnisse ist dann äusserst belastend. Diese Frauen empfinden ihre Brüste zunehmend als Bedrohung. Sie distanzieren sich psychisch langsam von diesem Körperteil, bis sie schliesslich eine Operation wollen und sagen: «Ich will das weg haben!»

Wie erleben die Frauen ihren Zustand als Person, die nicht krank, aber gefährdet ist?

Der Zustand ist komplex. Vorteilhaft ist daran, dass sich jemand um sie kümmert, es kann aber auch schwierig sein. Auch hier verhalten sich Gesundheitspersonen nicht immer ideal. Beispielsweise verzichtete eine Frau auf Mammografien während ihrer Schwangerschaft und Stillzeit. Sie wurde deshalb zwei Jahre lang nicht überwacht. Als sie einen Termin zum Röntgen wollte, musste sie sechs Monate warten – mit der Begründung, sie sei jung und habe sicher nicht Krebs. Gefährdete Frauen werden häufig weniger prioritär behandelt als Kranke. Gleichzeitig verlangen die medizinischen Fachpersonen und die Angehörigen der Frauen, dass diese alles unternehmen, um nicht krank zu werden. Diese Situation wird als schwierig erlebt.

In welche Richtung wollen Sie weiterforschen?

Ich möchte Erfahrungen von Ärztinnen und Ärzten sammeln, denn diese haben eine anspruchsvolle Aufgabe. Ihre Patientinnen konfrontieren sie mit vielen Fragen zu Themen wie Tod, Sexualität, Frausein und Mutterschaft. Solche Aspekte gehen über ihr Fachgebiet hinaus. Auch Berichte von Ehepartnern würde ich mir gern anhören. Wie begleiten sie ihre Partnerin angesichts der Ungewissheit?

Fleur Daugey ist freischaffende Wissenschaftsjournalistin.

Maria Caiata Zufferey

Maria Caiata Zufferey ist in Lugano geboren und aufgewachsen. Sie hat an der Universität Freiburg Sozialwissenschaften studiert und schloss 2004 ihre Dissertation zum Thema des Ausstiegs aus der Drogenabhängigkeit ab. Nach Aufenthalten am CNRS in Paris und am Imperial College in London war sie von 2005 bis 2011 an der Fakultät für Kommunikationswissenschaften in Lugano tätig. Seit drei Jahren forscht sie an der Abteilung für Soziologie der Universität Genf mit Unterstützung eines Ambizione-Beitrags des SNF.

Wie entwickelt sich das Aids-Virus?

Durch seine Rekombinationsfähigkeit sorgt das HIV in der Aids-Forschung für Kopfzerbrechen. Wertvolle Hinweise zu diesem Phänomen liefert nun die Analyse von Virengenomen, die aus breiten Bevölkerungsgruppen isoliert wurden.
Von Fabien Goubet



Ma Ru aus Shangcai in China, sieben Jahre alt, wurde mit Aids geboren.
Bild: Keystone/EPA/Michael Reynolds

Das HIV ist ein Virus mit vielen Gesichtern: Es gibt verschiedene Subtypen, die jeweils charakteristische Gensequenzen aufweisen. Anzutreffen sind diese Subtypen nicht ausschliesslich, aber meistens in spezifischen Weltregionen wie Asien oder Südamerika oder in bestimmten Risikogruppen, beispielsweise bei Personen, die injizierbare Drogen konsumieren oder im Sexgewerbe tätig sind. Um das Ganze noch komplizierter zu machen, kann aus zwei dieser Subtypen ein völlig neuer Subtyp entstehen, genau wie beim Grippevirus. Dies wird als Rekombination bezeichnet, ein Phänomen, das beim HIV erstmals 1996 beobachtet wurde. Seither entdecken die Virologen jährlich mehrere neue Rekombinationen.

Noch ist nicht genau bekannt, in welchem Ausmass die Rekombination die weltweite Entwicklung des Virus beeinflusst. Trägt sie zur Diversifizierung des Genoms bei - oder im Gegenteil zu einer Homogenisierung? Ohne eine breit angelegte Analyse ist diese Frage schwierig zu beantworten. Das Forschungsteam um Séverine Vuilleumier, das an der Universität Lausanne und am Universitätsspital Lausanne tätig ist, hat ein mathematisches Werkzeug entwickelt, um die demografische Geschichte der HIV-Subtypen besser beschreiben und daraus Trends für seine zukünftige Entwicklung ableiten zu können.

Keine Regel ist in Stein gemeisselt

Die Forschenden begannen zuerst damit, die genetischen Sequenzen von in China isolierten Subtypen zu analysieren. Mit ihrer Methode gelang es ihnen, die Geschichte mehrerer Infektionswellen in diesem Land nachzuzeichnen. So konnten die Autoren nachweisen, dass in China die Subtypen B und C, die thailändischen bzw. indischen Ursprungs sind, in den 1980er Jahren zuerst eine Epidemie unter den Drogenkonsumierenden verursachten. «Diese Epidemie fällt mit der Explosion des Drogenhandels in dieser Weltregion zusammen», sagt Séverine Vuilleumier.

Mit der Ausbreitung der Epidemie nahm die Zahl der Rekombinationen zu. In den 1990er Jahren brach dann eine zweite Epidemie mit dem Subtyp CRF01-AE unter den männlichen Homosexuellen aus. Diese Welle war für die stärkste Zunahme der Infektionen in China verantwortlich. Auch heute noch dominieren diese drei Subtypen und zahlreiche Rekombinationen.

«In China scheint also ein enger Zusammenhang zwischen den dominierenden Subtypen und den Risikogruppen und ihren Interaktionen zu bestehen», stellt Séverine Vuilleumier fest. «Diese Regel ist aber keineswegs in Stein gemeisselt. In Südamerika sind es, wie wir zeigen konnten, aufeinanderfolgende Migrationswellen.»

Als Fortsetzung ihrer Analysen untersuchten die Forschenden die Virengenome auf weltweiter Ebene. «Es lässt sich eine zunehmende Homogenisierung der Rekombinationen feststellen», erklärt Séverine Vuilleumier. «Daraus kann man jedoch nicht schliessen, dass es bald nur noch einen einzigen HIV-Typus geben wird. Eine aus dem Nichts auftauchende neue Rekombination kann alles wieder auf den Kopf stellen.» Gegenwärtig beteiligen sich auch der Virologe Amalio Telenti vom Universitätsspital Lausanne und der Populationsgenetiker Jeffrey Jensen von der ETH Lausanne an den Arbeiten. «Die meisten Forschungsarbeiten befassen sich nicht mit den Rekombinationen. Wir konnten nun auch Schnittstellen zu diesen Wissenschaftsteams schaffen. Vielleicht tragen unsere Ergebnisse dazu bei, die wichtigsten Subtypen und Rekombinationen genauer ins Visier gezielter Therapien zu rücken», schliesst die Forscherin.

Fabien Goubet ist Wissenschaftsjournalist bei «Le Temps».

Die Chemie muss stimmen

Quer durchs Tierreich ist das Familienleben von Konflikten geprägt. Wie viel Aufmerksamkeit und Fürsorge sollen Eltern der quengelnden Jungmannschaft geben? Lohnt es sich für ein Jungtier, seinen Geschwistern zu helfen – oder schnappt es ihnen besser das Futter weg? Solche Fragen untersucht der Evolutionsbiologe Mathias Kölliker von der Universität Basel. Als Modellorganismus dient ihm der Ohrwurm.

Ohrwurmmütter kümmern sich rührend um ihre Brut: Sie bewachen die Eier, füttern die Jungen und schützen sie vor Feinden. Es handelt sich um eine ursprüngliche Form der Brutpflege: Ohrwurmjunge sind nicht so stark auf die Eltern angewiesen wie junge Säugetiere oder Vögel. Sie können bereits selber Nahrung suchen, betteln aber ebenfalls um Futter. Sie tun dies allerdings nicht mit ihrer Stimme, sondern mit chemischen Substanzen auf ihrer Aussenhaut.

Nun haben Kölliker und seine Mitarbeitenden herausgefunden, dass auch die Mütter mit solchen chemischen Signalen den Jungen anzeigen, wie gut es ihnen selber geht. Und genau wie die Mütter auf das Betteln der Jungen, so reagieren die Jungen auf die Signale der Mutter. Sie passen ihr Verhalten an und teilen je nach Situation mehr oder weniger Nahrung mit ihren Geschwistern. Sei die Mutter zum Beispiel in schlechter Verfassung und müsse ihren Nachwuchs bald sich selbst überlassen, lohne es sich für einen jungen Ohrwurm, sich um seine Geschwister zu kümmern, sagt Kölliker. Denn in der Gruppe können sich die Tiere besser gegen Feinde wehren oder effizienter Nahrung suchen. *Simon Koechlin*

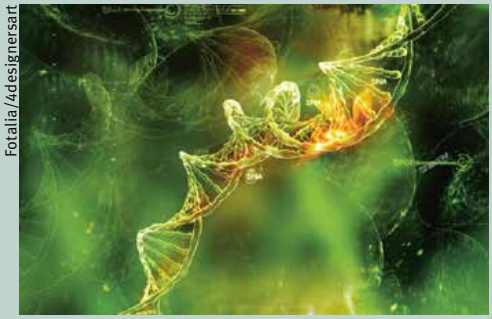
J.W.Y. Wong, C. Lucas & M. Kölliker (2014): Cues of Maternal Condition Influence Offspring Selfishness. PLoS ONE 9: e87214.

Joël Meunier



Ein Ohrwurmweibchen pflegt seine Jungen.

Fotalia/4designersart



Digitale Illustration der DNA.

Krankheitsrisiko im Erbgutmüll

Warum sind einige Menschen krankheitsanfälliger als andere? An den Genen, also den kodierenden Stellen der DNA, liegt es offensichtlich nicht immer, zumindest nicht bei komplexen Krankheiten wie etwa Typ-2-Diabetes. Denn das Erbgut gesunder Menschen unterscheidet sich von demjenigen kranker Personen vor allem an sogenannten nichtkodierenden Stellen, die zwischen den einzelnen Genen liegen und vor wenigen Jahren oft noch als «Junk-DNA» galten, als Erbgutmüll.

Unterdessen ist klar geworden, dass diese variablen Abschnitte bestimmen, wann, in welchen Zellen und wie stark die Gene aktiv sind. Sie spielen in der sogenannten Epigenetik eine wichtige Rolle. Dabei geht es in erster Linie um die Verpackungsdichte des Erbguts. Komplett entrollt wäre die menschliche DNA-Doppelspirale etwa zwei Meter lang, aber in unseren Zellen ist sie um Eiweisse gewickelt und findet so in einer Kugel mit einem millionenfach geringeren Radius Platz.

Die Schweizer Bioinformatikerin Judith Zaugg hat mit Kolleginnen und Kollegen an der Universität Stanford bei 19 verschiedenen Personen aus Europa, Asien und Afrika untersucht, welche Regionen ihres Erbguts besonders dicht verpackt und deshalb inaktiv sind. Dabei hat sie grosse Unterschiede zwischen den Personen gefunden. Zaugg erklärt diese Unterschiede damit, dass sich je nach DNA-Sequenz zusätzliche Eiweisse an die variablen Stellen zwischen den Genen heften können – und so nicht nur die Verpackungsdichte, sondern auch die Aktivität der Gene und letztlich etwa das Diabetesrisiko beeinflussen. *ori*

M. Kasowski et al. (2013): Extensive variation in chromatin states across humans. Science 342: 750–752.

Gentechnik gegen Parkinson

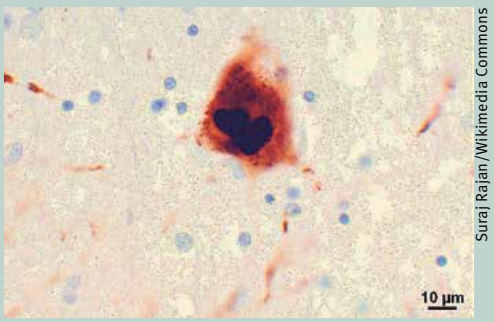
Bei der Parkinson-Krankheit sterben Nervenzellen im Mittelhirn. Ihr Verlust führt zu Steifheit, Zittern und anderen Bewegungsstörungen, die den erkrankten Menschen das Leben schwer machen. Noch gibt es keine Medikamente, die den Verlauf verlangsamen oder rückgängig machen könnten. Doch Roger Nitsch, Professor für molekulare Psychiatrie an der Universität Zürich, setzt seine Hoffnungen nun auf einen gentechnisch veränderten humanen Antikörper. Der Wirkstoff konnte in Versuchen die Parkinson-Symptome von Mäusen abschwächen. Jetzt soll er am Menschen erprobt werden.

Die Ursachen des Nervenzelltodes bei Parkinson sind noch nicht geklärt. Forscher vermuten, dass fehlgefaltete Proteine – krankhafte Varianten körpereigener Eiweisse – daran beteiligt sein könnten. Denn sie kommen in den sogenannten Lewy-Körperchen vor, fasrigen Klümpchen, die sich in den Nervenzellen der Erkrankten ansammeln. Der vom Team um Nitsch konstruierte Antikörper heftet sich gezielt an die fehlgefalteten Eiweisse und neutralisiert sie. Im Tierversuch nahm die Zahl der Lewy-Körperchen nach der Gabe des Antikörpers ab. Nitschs erklärtes Ziel ist es, so das Fortschreiten der Krankheit verlangsamen zu können.

Fehlgefaltete Proteine werden nicht nur mit Parkinson, sondern auch mit Alzheimer in Verbindung gebracht – und mit der amyotrophen Lateralsklerose (ALS), die kürzlich dank der Internet-Spendenaktion «Ice Bucket Challenge» breiter bekannt geworden ist. Das Team um Nitsch forscht auch an Behandlungsmethoden für diese Erkrankungen. *Thomas Pfluger*

M. Hanenberg et al. (2014): Amyloid-β Peptide-specific DARPins as a Novel Class of Potential Therapeutics for Alzheimer Disease. Journal of Biological Chemistry 289: 27080-9.

Suraj Rajan/Wikimedia Commons



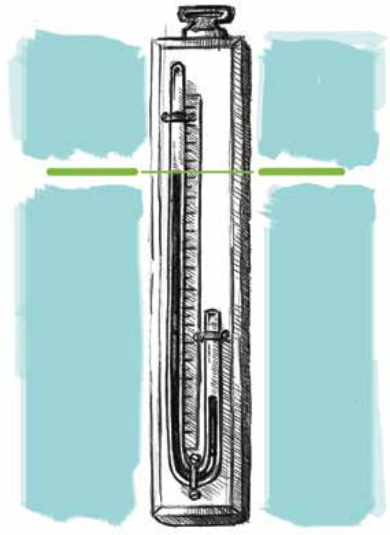
Braun gefärbtes Lewy-Körperchen im Hirngewebe eines Parkinson-Patienten.

Der kleine Höhenunterschied

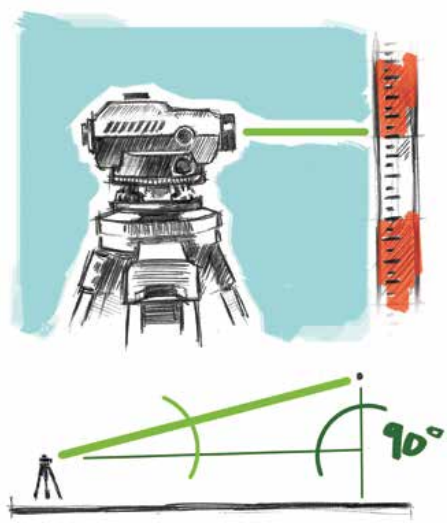
Von Philippe Morel, Illustration Dominik Richard Kurmann

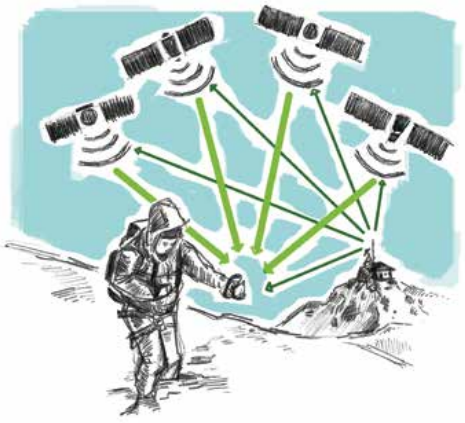


1 Neben dem Längen- und dem Breitengrad ist als dritte Koordinate die Höhe über Meer erforderlich, um die Position eines Standorts exakt festzulegen. Aber wie kann die Höhe gemessen werden? Ende des 18. Jahrhunderts stürmten die Wissenschaftler mit Barometern auf dem Rücken die Berggipfel, um deren Höhe zu messen. Mit zunehmender Höhe nimmt das Gewicht der Luftsäule ab und entsprechend auch der von ihr ausgeübte Druck. Wenn man diesen Druck misst, lässt sich theoretisch ableiten, auf welcher Höhe sich das Barometer befindet. Aber nur, wenn man ausser Acht lässt, dass der atmosphärische Druck in einer bestimmten Umgebung bereits innerhalb weniger Stunden beträchtlichen Schwankungen unterliegt: Wenn schlechtes Wetter – ein Tief – naht, fällt das Barometer, auch wenn es nicht von der Stelle bewegt wird. Diese Methode zur Höhenmessung ist also einfach, aber keineswegs präzis.



2 Eine weitere, aber schwieriger umzusetzende Methode ist das sogenannte Nivellement. Ausgehend von einem bestimmten Punkt mit einer bekannten Höhe über Meer misst ein Geometer mit einer Wasserwaage den Höhenunterschied zu einer Messlatte an einem anderen Punkt. Daraus lässt sich die Höhe des Standorts der Messlatte ableiten. Eine Variante davon ist das trigonometrische Nivellement, bei dem der Höhenunterschied durch Messung des Winkels zwischen den Punkten berechnet wird, allerdings mit einem kleinen Genauigkeitsverlust.





3 Auch wenn es ursprünglich nicht zur Höhenmessung konzipiert wurde, ist das GPS ein unverzichtbares Werkzeug geworden. Zur Bestimmung der Höhe verrechnet das GPS-Gerät das Signal von vier Satelliten. Diese direkte Messung ist aber zu wenig genau. Um sie zu verbessern, wird eine Referenzstation mit genau bestimmter Höhe angelegt und der Höhenunterschied zwischen dieser Station und dem zu bestimmenden Punkt gemessen. Da Referenzstation und Messpunkt nahe beieinander liegen, sind fehlerhafte Abweichungen des GPS-Signals für die beiden Punkte praktisch identisch, und aus der Subtraktion dieses Messfehlers ergibt sich die tatsächliche Höhe.

Philippe Morel ist Wissenschaftsredaktor des SNF, Dominik Richard Kurmann studiert an der Hochschule der Künste Bern.

Nur internationale Wissenschaft kann universell gültig sein

Von Thierry Courvoisier

Wissenschaft und Forschung wird von Männern und Frauen betrieben, die in einer lokalen Kultur verankert sind. Trotzdem ist Wissenschaft universell und zutiefst international.

Dass Wissenschaft sehr stark von lokalen Effekten geprägt ist, wird zum Beispiel durch den Fall der Entwicklung von Halbleitertheorie und Plasmaphysik illustriert. In den dreissiger und fünfziger Jahren dominierten amerikanische und britische Physiker mit Modellen, in denen Elektronen entweder frei oder an die Atome gebunden waren. Es blieb allerdings schwierig, mit solchen Modellen die Eigenschaften von Festkörpern oder Plasmas zu erklären (Plasmas sind Gase, in denen die Teilchen elektrisch geladen sind).


SCNAT

In der Sowjetunion hingegen lebten Physiker in einer Gesellschaft, in der kollektive Bewegungen die soziale Landschaft prägten. Die Physiker haben diese Denkweise in ihre wissenschaftlichen Gedanken überführt und kollektive Effekte eingeführt, die heutzutage als Phononen oder Plasmonen bekannt sind (A.B. Kojevnikov: Stalin's Great Science. Imperial College Press, 2004). Es gibt viele andere Beispiele, die zeigen, dass Forscher stets von ihrem kulturellen und gesellschaftlichen Umfeld beeinflusst werden.

Nur ein langer Weg führt aber von einer Idee oder einer Intuition zu wissenschaftlichen Erkenntnissen. Dieser Prozess umfasst sehr viele Wechselwirkungen mit Forschern, die anders denken, die die ursprüngliche Idee kritisieren und bereichern und sie mit ihrer eigenen Denkweise konfrontieren. Es ist dieser Teil des wissenschaftlichen Entwicklungsprozesses, der zutiefst international ist. Nur Konfrontation mit anderen Milieus kann die Wissenschaft vom Lokalen zum universell Gültigen führen. Im obigen Beispiel waren es die Diskussionen mit den Amerikanern, die die ersten sowjetischen Konzepte zum Blühen brachten.

Wir haben in Europa den immensen Vorteil, eine unglaubliche Dichte von Kulturen auf einem relativ kleinen Raum zu haben. Dies bedeutet, dass die Konfrontation, die im wissenschaftlichen Prozess nötig ist, vor unserer Haustür stattfinden kann. Uns von Europa im wissenschaftlichen Umfeld zu trennen heisst, dass unsere Forschung von den Wechselwirkungen mit anderen Kulturen nicht mehr profitieren kann.

Wer meint, dass die europäischen Kontakte durch interkontinentale Kontakte ersetzt werden könnten, übersieht nicht nur die daraus folgende Verarmung der Wechselwirkungen, sondern auch, dass hohe Hürden im ohnehin schon aufwändigen Prozess der wissenschaftlichen Kommunikation hinzugefügt würden. Schliesslich würde eine Trennung der Schweiz von der europäischen Wissenschaft zur Folge haben, dass die hierzulande entwickelte Forschung nicht mehr den Anspruch erheben kann, universell Gültiges zu schaffen.

Thierry Courvoisier ist Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz und Professor für Astrophysik an der Universität Genf. Dieser Text beruht auf einem Vortrag, den er im Rahmen der Veranstaltung «Es ist unsere Zukunft – Jetzt reden wir» am 2. Oktober 2014 in Bern hielt.
Der vollständige Vortrag ist zu finden unter cap.unige.ch/courvoisier.

16. Januar 2015

Biodiversität und Politik

Wie lässt sich Erhaltung und Förderung von Biodiversität besser im politischen Tagesgeschäft verankern?
Universität Bern

Januar/Februar 2015

Medizin: Ist weniger mehr?

Veranstaltungsreihe zu den Möglichkeiten und Grenzen der heutigen Medizin
Universität Bern

27. Januar 2015

Neue Pflanzenzuchtverfahren

Tagung zur Bedeutung und Praxis der heutigen Pflanzenzüchtung
Universität Bern

Bis 25. Januar 2015

100 % reine Wolle

Ausstellung zu allem, was strickbar ist
Naturhistorisches Museum Freiburg

29. Januar 2015

Nachhaltige Ressourcennutzung

Tagung zu sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschungsansätzen
Universität Basel

Bis 22. Februar 2015

Stammzellen – Ursprung des Lebens

Ausstellung über Stammzellen bei Mensch, Tier und Pflanze
Musée de la main, Lausanne

27. März 2015

Radioaktivität

Was man über die Wirkung von Radioaktivität auf Lebewesen weiss
ZHAW, Winterthur

Leserbriefe

Fast immer bin ich positiv überrascht von der Wahl ihrer Themenschwerpunkte. Die Qualität der Artikel, das gute Layout und oft auch die Aussagekraft der professionellen Porträtfotos begeistern mich immer wieder. Auch beim Vergleich mit dem deutschen Pendant, dem Magazin «Forschung» der Deutschen Forschungsgemeinschaft, schneidet «Horizonte» nach meinem Geschmack deutlich besser ab. Statt allzu oft die Eitelkeit von Wissenschaftsfunktionären zu bedienen, haben Sie Ihre Adressaten im Blick und geben Denkanstösse in verständlicher Sprache.
Ein Hinweis: auf Seite 48 des Heftes 102 ist ein Nagetier abgebildet, das nach der Bildunterschrift eine Bisamratte sein soll. Tatsächlich zeigt das Foto aber eine Nutria. Mein Tipp: Traue bei der Übernahme fremder Tier- oder Pflanzenfotos nie den Bestimmungskünsten der Bildagentur, sondern nur erfahrenen Biologen!
Bisam und Nutria sind übrigens gar nicht eng verwandt. Die äussere Ähnlichkeit ist Ausdruck der gleichen Selektionsfaktoren im Habitat Binnengewässer. Ihr Körperbau spiegelt die amphibische Lebensweise. Invasive Arten sind bei uns ebenfalls beide.
Günter Matzke-Hajek, Alfter, Deutschland.

Ich bedanke mich für Ihren sehr guten Artikel «Die unsichtbaren Leistungsträger», mit dem Sie völlig Recht haben. Es ist höchste Zeit, dass mit Nachdruck auf die Situation und die Zukunftsperspektiven des Schweizer Mittelbaus an den Universitäten aufmerksam gemacht wird.
André Horak, Universität Bern.

«Weltoffenheit für die Schweiz entscheidend»

Der Nationale Forschungsrat des SNF konnte an seinem jährlichen Treffen (Séance de Réflexion) im Kursaal Bern einen prominenten Gastreferenten begrüssen: Ständerat und Präventivmediziner Felix Gutzwiller erläuterte aus seiner Sicht die aktuellen Herausforderungen der Wissenschaftspolitik in der Schweiz. Der Forschungsplatz Schweiz konnte gemäss Gutzwiller bis heute von guten Rahmenbedingungen profitieren: Rechtssicherheit, verlässliche Finanzierung, Zugang zu den weltweit besten Köpfen, internationale Zusammenarbeit. «Dank dieser Faktoren gehört die Schweiz heute zu den konkurrenzfähigsten und innovativsten Ländern der Welt», sagte der ehemalige Forschungsrat des SNF. Die Weltoffenheit sei für den Erfolg des Forschungs- und Innovationsstandorts Schweiz stets entscheidend gewesen: «Diese Offenheit ist

Marco Finsterwald



heute bedroht und muss verteidigt werden!», hielt er mit Nachdruck fest. Die Annahme der Masseneinwanderungsinitiative stelle den Forschungsplatz Schweiz vor grosse Probleme, denn die Rekrutierung der weltweit besten Köpfe sei künftig ungewiss. «Die Stimme der Wissenschaft und der Forschung muss in der Schweizer Gesellschaft vermehrt Gehör finden», so Gutzwiller. Das verstärkte Engagement der BFI-Institutionen und auch der Forschenden sei sehr wichtig: Alle müssten mittel- und langfristig den Kampf für einen offenen Wissens- und Forschungsplatz Schweiz aktiv unterstützen.

Ambizione: 60 junge Forschende unterstützt

Der SNF hat dieses Jahr im Rahmen von «Ambizione» 60 Beiträge an Nachwuchsforschende vergeben. Mit diesem Instrument zur Karriereförderung ermöglicht der SNF talentierten jungen Forschenden den Einstieg in die eigenständige Forschung. Knapp 32 Prozent der Beitragsempfangenden sind Frauen. Die Beiträge umfassen das Salär und die Projektmittel für maximal drei Jahre.

Die Wissenschaftsartikel des Jahres

Für ihre gelungene Wissensvermittlung zeichneten die Akademien der Wissenschaften Schweiz folgende Journalistinnen und Journalisten mit dem Prix Média 2014 aus: Julie Zaugg und Clément Bürge für ihren Artikel zum Thema «Fracking» im Magazin «L'Hebdo», Catherine Riva für

Keystone/Anthony Anex



ihren Text zum Mammografie-Screening in «SEPT.info», Mathias Plüss für seinen Artikel «Dreizehn populäre Irrtümer über Intelligenz» in «Das Magazin» und Nik Walter für seinen in der «Sonntagszeitung» publizierten Einblick in die Forschungspraxis bei Tierversuchen.

Saubere Energie, saubere Luft

Die Umsetzung der Energiestrategie soll mit den Zielen der Luftreinhaltung übereinstimmen, schreiben die Akademien der Wissenschaften Schweiz in einem neuen Faktenblatt. So wirkt sich die Verbrennung von Holz in Kleinstanlagen zwar positiv



auf das Klima aus, führt jedoch zu hohen Feinstaub-Emissionen. Dabei lässt sich die Luftreinhaltung generell gut mit dem Klimaschutz und der Energiestrategie verbinden, weil Treibhausgase und Luftschadstoffe meist aus denselben Quellen stammen. Die Akademien empfehlen deshalb, nur energie- und klimapolitische Massnahmen zu unterstützen, die auch die Luftreinhaltung berücksichtigen (www.akademien-schweiz.ch/factsheets).

Horizonte
Das Schweizer Forschungsmagazin
erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch.
26. Jahrgang, Nr. 103, Dezember 2014
www.snf.ch/horizonte

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

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

Redaktion
Valentin Amrhein (va), Leitung
Marcel Falk (mf)
Philippe Morel (pm)
Ori Schipper (ori)
Marie-Jeanne Krill (mjk)
Mirko Bischofberger (mb)

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

Übersetzung
Weber Übersetzungen

Korrektorat
Anita Pfenninger

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

Auflage
36 839 deutsch, 15 418 französisch

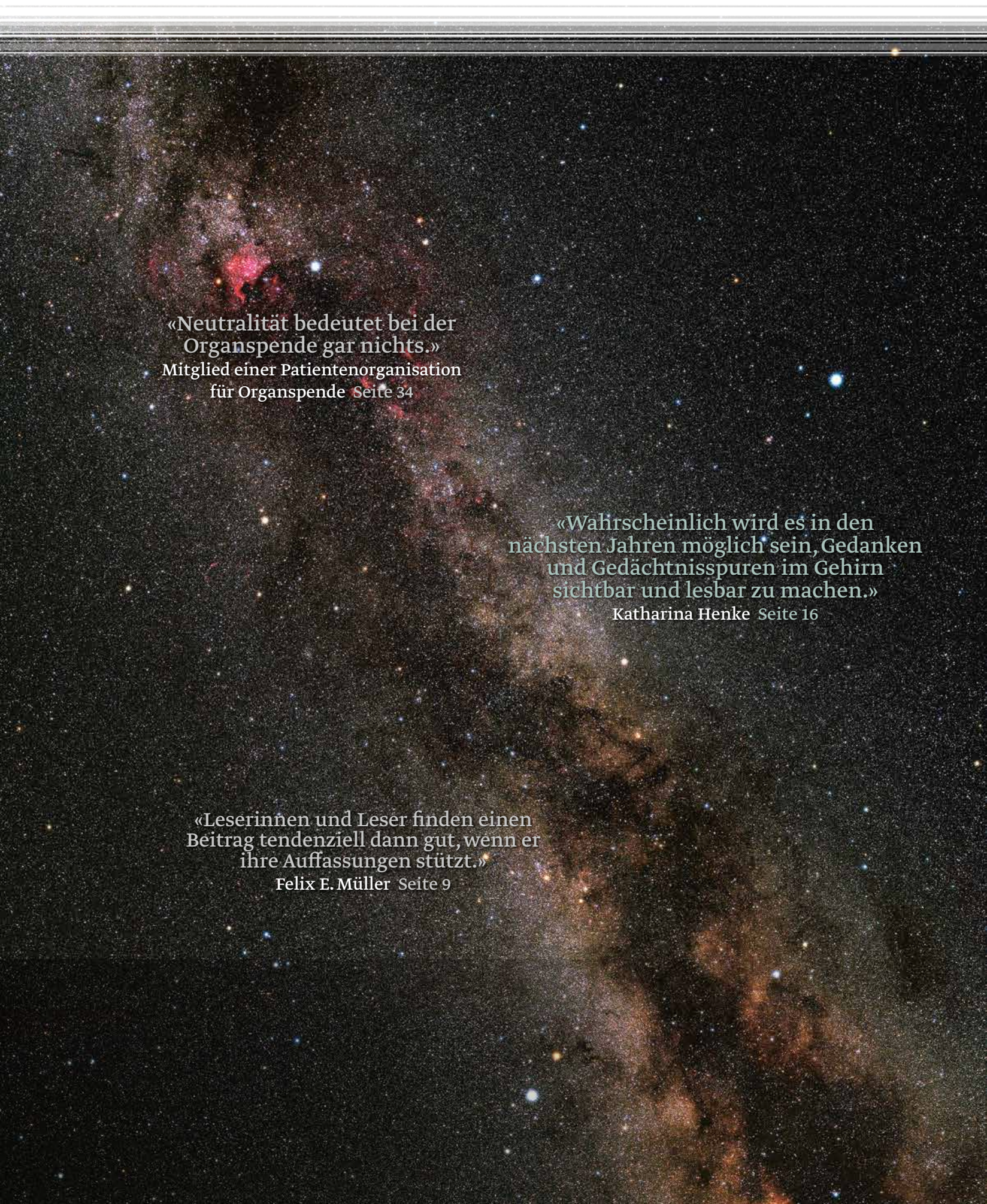
© alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck der Texte mit Genehmigung des Herausgebers erwünscht.
ISSN 1663 2710

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.



«Neutralität bedeutet bei der Organspende gar nichts.»
Mitglied einer Patientenorganisation für Organspende Seite 34

«Wahrscheinlich wird es in den nächsten Jahren möglich sein, Gedanken und Gedächtnisspuren im Gehirn sichtbar und lesbar zu machen.»
Katharina Henke Seite 16

«Leserinnen und Leser finden einen Beitrag tendenziell dann gut, wenn er ihre Auffassungen stützt.»
Felix E. Müller Seite 9