

horizonte

Homo scientificus helveticus 6

Der SNF: Seit 60 Jahren für die Forschung 14

Wenn der Kuh das Milchgeben weh tut 18

Irrationales Peer-Review 30

Blaue Seide oder Was Grundlagenforschung nützt

Seit drei Jahren schon beschäftigt sich der junge Literaturwissenschaftler mit – sagen wir mal – dem deutschen Schriftsteller Carl Joachim Friedrich Ludwig von Arnim, schlichter bekannt als Achim von Arnim. Er hat die Romane und Dramen des Vertreters der Heidelberger Romantik vor- und rückwärts gelesen, mehrere Archive aufgesucht, um verschiedene Textvarianten zu vergleichen, und nach zwei schlaflosen Nächten den dritten tiefenpsychologischen Interpretationsversuch der «Melück Maria Blainville, die



Hausprophetin aus Arabien» verworfen. Schliesslich beendet er seine Dissertationsschrift doch noch: ein vierhundert Seiten starkes, in kleiner Auflage gedrucktes Buch, das von der Romantik-Forschung interessiert aufgenommen und kontrovers diskutiert wird.

Die Geschichte wirft mindestens drei Fragen auf: Wer hat die Dissertation bezahlt? Was nützt sie? Und was hat Achim von Arnim

am blauseidenen Mantel gereizt, den Melücks magische Schneiderpuppe nicht mehr hergibt? Einfach zu beantworten sind nur die zwei ersten Fragen. Erstens: Beahlt hat der Schweizerische Nationalfonds. Er finanziert hierzulande die Grundlagenforschung, die hauptsächlich um des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns willen betrieben wird, sei es in der Molekularbiologie, der Teilchenphysik, der Gewaltsoziologie oder der Literaturwissenschaft.

Zweitens: Auch wenn das Buch ausserhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft nicht viele Leser finden wird, die seinen verschlungenen Deutungssträngen folgen mögen: Es nützt der Gesellschaft. Ohne Kultur ist kein Zusammenleben möglich – Kultur im Sinne der menschlichen Fähigkeit, einander zu verstehen, einander zu widersprechen und einander etwas Interessantes mitzuteilen, auf dass man sich bilden und einen neuen Gedanken fassen kann. Auch die Entwicklung der innovativsten Maschine gründet in diesem Humus. Eines seiner Moleküle ist eine Monografie über einen adligen Seidenfetischisten in Preussen.

Urs Hafner
Redaktion «Horizonte»

Susi Lindig/ETHZ EPFZ



Hans-Christian Wepfer/Lab25



Andreas Voegelin/Antikenmuseum Basel



srf.ch





6

schwerpunkt forschungsplatz schweiz

6 Forschen in der Schweiz

Die Schweiz ist traditionell eine Hochburg der Ingenieurwissenschaften. Heute ist sie mit ihren vielen guten universitären Hochschulen ein Magnet für Forschende aller Disziplinen aus der ganzen Welt. Der einheimische Nachwuchs fehlt indes.



biologie und medizin

18 Forschung im Kuhstall

Kühe sind leistungsfähige Milchlieferantinnen – und leiden darunter.

20 Gefährliche Furchtlosigkeit

Aids gilt heute als heilbar. Gerade deshalb nimmt die Zahl der Neuinfektionen zu.

21 Trainieren gegen Autismus

Sozial meckern
Wohlfühlpille Ecstasy



22

gesellschaft und kultur

22 Mit der Zunge gegen böse Feinde

Eretria in Griechenland ist ein Zentrum der schweizerischen Archäologie.

24 Zeitlose Stirnlocke

Comics sind nicht simpel, sondern komplexe Kunstwerke mit Unterhaltungswert.

25 Qualität als gesundheitsmedizinische Floskel?

Moldawien will Forschende zurückholen
Dominantes Deutsch in der Bundesverwaltung



technologie und natur

26 Mut zur Prognose

Bern hat sich als Zentrum der internationalen Klimaforschung etabliert.

28 Tüfteln mit Atomen

Die Kernfusion: Ein alter Traum könnte die Energieerzeugung revolutionieren.

29 Schneller schwimmen mit Sensoren

Quantenkryptografischer Wettkampf
Heilige Bäume als Klimazeugen

4 **snf direkt**

Claire Jacob erhält den Marie Heim-Vögtlin-Preis 2012.

5 **nachgefragt**

Werden die nationalen Forschungsförderer überflüssig, Herr Imboden?

13 **im bild**

Die Unruh, das Herz der Uhr

14 **porträt**

Der Schweizerische Nationalfonds: seit sechzig Jahren für die Forschung

16 **vor ort**

Der Ökologe Lian Pin Koh untersucht auf Borneo, wie sich der Anbau von Ölpalmen auf die Umwelt auswirkt.

30 **im gespräch**

Das Peer-Review funktioniert nicht nach rein rationalen Kriterien, sagt der Soziologe Martin Reinhart.

32 **cartoon**

Ruedi Widmer

33 **perspektiven**

Didier Trono fordert die Begrenzung der Forschungsfreiheit.

34 **wie funktioniert?**

Der Fahrplan der SBB

35 **für sie entdeckt**

Teilchenphysik zum Aufklappen

Verantwortungsvolle Forschung

Annette Boutellier



Dass sich Schweizer Forschende in der Zusammenarbeit mit ökonomisch schwächeren Ländern engagieren, hat eine lange Tradition. Indem sich die Forschungsgemeinschaft weltweit für eine nachhaltige Entwicklung einsetzt, nimmt sie gesellschaftspolitische Verantwortung wahr. Die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit und der SNF haben nun das Swiss Programme for Research on Global Issues for Development (r4d.ch) geschaffen. Das Programm verfolgt das Ziel, in den Entwicklungsländern Kenntnisse und Lösungen zu fördern, mit deren Hilfe globale Herausforderungen bewältigt werden können. Geforscht wird unter anderem zu folgenden Themen: gesellschaftliche Konflikte in schwachen Staaten, Armutsreduktion, landwirtschaftliche Produktionssysteme und Ernährungssicherheit, nachhaltige Nutzung von Ökosystemen sowie Versorgungssysteme im Gesundheitsbereich. Für die Laufzeit des Programms von 2012 bis 2022 stehen 97,6 Millionen Franken zur Verfügung.

Martin Vetterli für Dieter Imboden

Der Nationale Forschungsrat beurteilt jährlich mehrere Tausend dem SNF unterbreitete Projektgesuche und entscheidet über deren Unterstützung. Anfang März hat der Ausschuss des Stiftungsrats des SNF Martin Vetterli für die Amtsperiode 2013 bis 2016 zum Präsidenten des Nationalen Forschungsrats gewählt. Der Ingenieurwissenschaftler ist Professor für Kommunikationssysteme und Dekan der School of Computer and Communication Sciences an der ETH Lausanne (EPFL). Er tritt die Nachfolge von Dieter Imboden an, der diese Position Ende 2012 nach acht Jahren abgeben wird. Als langjähriger Vizepräsident der EPFL und ehemaliges Mitglied des Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierats kennt Martin Vetterli die Schweizer Hochschul- und Forschungspolitik bestens. Für seine eigene Forschung in den Bereichen Elektrotechnik, Computerwissenschaften und angewandte Mathematik wurde er mehrmals national und international ausgezeichnet, unter anderem 1996 mit dem Nationalen Latsis-Preis.

Gabriele Gendotti für Hans Ulrich Stöckling

Der Stiftungsrat des SNF hat den Tessiner Rechtsanwalt Gabriele Gendotti Ende Januar für die Amtsperiode 2012 bis 2015 zu seinem Präsidenten gewählt. Der ehemalige National- und Regierungsrat löst Hans Ulrich Stöckling an der Spitze des SNF ab. Gabriele Gendotti gehört dem Stiftungsrat bereits seit 2003 als Bundesvertreter an. Als langjähriger Erziehungsdirektor ist er mit bildungs- und forschungspolitischen Fragen vertraut. Von 2000 bis 2011 war er Mitglied der Schweizerischen Universitätskonferenz und der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.

Neue MHV-Preisträgerin



Der Marie Heim-Vögtlin-Preis 2012 geht an die Neurobiologin Claire Jacob. Mit dieser Auszeichnung würdigt der SNF die wissenschaftlichen Arbeiten und Karrieren von Forscherinnen. Claire Jacob

widmete sich zuerst insbesondere den Mechanismen chronischer Entzündungen. Später erweiterte sie ihr Forschungsgebiet auf die Neurobiologie. Mit ihren durch MHV-Beiträge unterstützten Arbeiten, die sie nach der Geburt ihres ersten Kindes an der ETH Zürich realisierte, gewann sie neue Erkenntnisse zur Rolle von Chromatinregulatoren (HDAC) für die Myelinisierung der Nervenzellen und das Überleben der Schwann-Zellen. Diese Ergebnisse könnten zu einer besseren Steuerung der Regeneration peripherer Nerven nach einer Verletzung beitragen. Die Neurobiologin führt ihre Forschung als Assistenzprofessorin an der Universität Freiburg fort. Der SNF vergibt seit 1991 MHV-Beiträge an Forscherinnen, deren wissenschaftliche Laufbahn aus familiären Gründen unterbrochen wurde.

Agora: Wissenschaft sucht Dialog

Der SNF finanziert mit dem Programm Agora 17 Kommunikationsprojekte mit insgesamt 2,1 Millionen Franken. Forschende können also ihre Arbeiten präsentieren. Der SNF hat weder bei der Themenwahl, der Form der Kommunikation noch bei den Zielgruppen – Familien, Kinder, Schülerinnen und Schüler, Jugendliche, Fachleute – Vorgaben gemacht. Die bewilligten Projekte regen daher den Dialog über sehr unterschiedliche wissenschaftliche Themen an, wie z.B. die Metaphysik von gewöhnlichen Objekten, die Geschichte der Gleichstellung der Geschlechter oder die sexuelle Fortpflanzung in der Natur.

horizonte

SCHWEIZER
FORSCHUNGSMAGAZIN

Erscheint viermal jährlich
auf Deutsch und Französisch.
24. Jahrgang, Nr. 93, Juni 2012

Herausgeber
Schweizerischer Nationalfonds
zur Förderung der wissenschaftlichen
Forschung (SNF)
Abteilung Kommunikation
Leitung Philippe Trinchan

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

ISSN 1663-2710

Redaktion

Urs Hafner (uha), Leitung
Philippe Morel (pm)
Ori Schipper (ori)
Marie-Jeanne Krill (mjk)

Gestaltung

und Bildredaktion
Lab25, Laboratory of Design
Zürich
Isabelle Gargiulo
Hans-Christian Wepfer
Anita Pfenninger, Korrektorat

Übersetzung

Weber Übersetzungen

Druck und Litho

Stämpfli AG, Bern und Zürich

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

Adresse

Schweizerischer Nationalfonds
Abteilung Kommunikation
Wildhainweg 3, Postfach 8232
CH-3001 Bern
Tel. 031 308 21 48
Fax 031 308 22 65
abo@snf.ch



www.snf.ch/horizonte
> facebook.com/
ForschungsmagazinHorizonte

Auflage

24900 deutsch, 12800 französisch

Umschlagbild oben: Die geplanten
Studentenwohnungen der ETH Zürich
(Hönggerberg). Bild: architeklick.ch

Umschlagbild unten: Die Sonne,
aufgenommen von einer Raumsonde
der Esa und Nasa (Januar 2012).

Bild: SoHo/NASA

Der SNF

Das Forschungsmagazin
«Horizonte» wird vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) herausgegeben, der wichtigsten Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Der SNF fördert im Auftrag des Bundes die Grundlagenforschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen. Im Zentrum seiner Tätigkeit steht die wissenschaftliche Begutachtung der von den Forschenden eingereichten Projekte. Der SNF unterstützt jährlich mit 700 Millionen Franken fast 3500 Projekte, an denen rund 8000 Forschende beteiligt sind.



Annette Bouteiller

«Ideen zählen, nicht die Nationalität»

Der europäische Forschungsraum soll nicht nur von oben, sondern auch von unten, von den einzelnen Nationen her, zusammenwachsen, sagt Dieter Imboden.

Herr Imboden, Europas Forschungsraum soll im globalen Wettbewerb gegenüber den USA und China bestehen. Wieso gibt es überhaupt Forschungsblöcke, die gegeneinander antreten?

Dieses Bild kommt aus der Politik, die der Wählerschaft die Investitionen in die Forschung schmackhaft machen muss. Das geht besser, wenn sie vom Erhalt von Arbeitsplätzen sprechen kann, die von internationaler Konkurrenz bedroht sind. Doch das Bild entspricht nicht der Realität der Forschenden. Wenn sich Wissenschaftler zu einem Team zusammenschliessen, zählen Ideen und Fachwissen, nicht ihre Nationalität.

Trotzdem: Hat Europa gegen China mit seinen immensen Mitteln eine Chance?

Auch in der Forschung kommt Qualität vor Quantität. Die besten chinesischen Wissenschaftler haben zumindest einen Teil ihrer Ausbildung im Ausland genossen. China investiert zwar enorme Summen, doch das Schulsystem fördert Fleiss und Auswendiglernen. Das kritische Denken, das Hinterfragen von momentan gültigem Wissen kommt zu kurz. Dieser Herausforderung muss sich China noch stellen.

Nun will Europa mit den sogenannten Flaggschiff-Projekten klotzen.

Ob der Kaiser wirklich Kleider trägt und dies der richtige Weg ist, den Stern der europäischen Forschung heller erstrahlen zu lassen, wird sich zeigen.

Wie kann die Forschung die nationalen Grenzen in Europa überwinden?

Einige Hürden, zum Beispiel solche arbeitsrechtlicher Natur, muss die Politik beseitigen. Andere Hindernisse können wir mit unsern Schwesterorganisationen selber aus dem Weg räumen. Beispielsweise sprechen wir schon seit vier Jahren Fördergelder für Projekte mit Schweizer Beteiligung, die eine andere Forschungsförderungsorganisation geprüft und für gut befunden hat. Die Ausweitung des sogenannten Lead-Agency-Verfahrens gehört zu den Zielen von Science Europe: Der europäische Forschungsraum soll nicht nur von oben, von der EU, sondern auch von unten, von den einzelnen Nationen her, zusammenwachsen.

Die EU schiesst immer mehr Geld in die Forschung ein und der europäische Forschungsraum wächst immer enger zusammen. Werden die nationalen Forschungsförderer überflüssig?

Nein, die europäische und die nationale Forschungsförderung ergänzen sich. Der Schweizerische Nationalfonds kennt beispielsweise keine Advanced Grants für erfahrene Forschende wie der europäische Forschungsrat. Dafür kann der SNF beispielsweise gezielt die klinische Forschung in der Schweiz fördern, wenn er will.

Verglichen mit dem Europäischen Forschungsrat, dem ERC, bewilligt der SNF eine höhere Quote der eingereichten Projekte. Gibt er sich mit dem Mittelmass zufrieden?

Nein, eine tiefe Bewilligungsquote ist kein Beweis für gute Qualität. Beim ERC geben im Verhältnis zu den verfügbaren Mitteln viel mehr Forschende ein Gesuch ein. Dadurch sinkt die Effizienz des Systems,

«Ob der Kaiser wirklich Kleider trägt, wird sich zeigen.»

denn die vielen Forschenden, die kein Geld bekommen, haben beim Verfassen ihres Gesuchs trotzdem einen beträchtlichen administrativen Aufwand betrieben. Deswegen kämpft der SNF für vernünftige Erfolgsquoten. Dass die Qualität nicht darunter leidet, zeigen Beispiele von Forschenden, die bei uns scheitern und später beim ERC mit ihrem Projekt durchkommen. Natürlich kommt auch das Umgekehrte vor. Interview ori ■

Dieter Imboden ist Professor für Umweltphysik an der ETH Zürich und steht seit 2005 dem Nationalen Forschungsrat des SNF vor. Er war Ende 2011 massgeblich an der Entstehung von Science Europe beteiligt, dem Zusammenschluss europäischer nationaler Forschungsförderungsorganisationen.

Forschen in der Schweiz



Hey Studio



Fachhochschulen:

- Westschweiz (HES-SO)
- Bern (BFH)
- Zürich (ZFH)
- Zentralschweiz (FHZ)
- Nordwestschweiz (FHNW)
- Ostschweiz (FHO)
- Italienische Schweiz (SUPSI)

▲ Forschungsinstitute
ETH-Bereich

Forschungsplatz Schweiz: Das ist ein dichtes Netz von zwölf universitären Hochschulen, vier Instituten, die zum ETH-Bereich gehören, und sieben Fachhochschulen, das sind der Schweizerische Nationalfonds und die Kommission für Technologie und Innovation, das sind viele Labors privater Unternehmen aus der Schweiz und der ganzen Welt, das ist das internationale Cern in Genf. Forschungsplatz Schweiz, das sind viele eindrückliche Zahlen: rund 16 Milliarden Franken jährlich für Forschung und Entwicklung, der erste Platz des Innovation Union Scoreboard, der erste Platz punkto eingereicherter Patente, eine sehr hohe Anzahl Publikationen pro Einwohner.

Forschungsplatz Schweiz: Das sind die aufstrebende Romandie und das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos, das sind aber auch Mythen und Mängel. Nicht nur die Schweiz, auch die meisten westlichen Länder und sowieso das aufstrebende China sehen sich mittlerweile als Forschungsnationen. Verdankt die Schweiz ihren Reichtum dem Rohstoff Bildung? Was tut sie, um das Fehlen des akademischen Nachwuchses aufzufangen? uha ■

Ländliche Folklore vor industrieller Infrastruktur: Als Säumer verkleidete Wanderer am Speichersee im Grimselgebiet (2003). Bild: Urs Flüeler/Keystone



Bauernland in Ingenieurshand

Der Forschungsplatz Schweiz zeichnet sich durch hohe privatwirtschaftliche Investitionen und eine tiefe Hochschulabsolventen-Quote aus. Ohne Akademiker-Immigration hätte das Land ein grosses Problem. *Von Urs Hafner*

Ein Land ohne Rohstoffe und Bodenschätze ist auf Bildung und Wissen angewiesen, um seinen Wohlstand mehr zu können. Der Satz hat sich unter den westlichen Nationen als Topos etabliert. Auch die Schweiz führt ihn gern ins Feld. Kultivierte sie im 19. und noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts das Bild des selbstgenügsamen Bauernlands, sieht sie sich heute als Forschungsnation.

Vielleicht aber verhält es sich gerade umgekehrt – vielleicht ist die Schweiz nicht wohlhabend, weil sie mehr Gelder als Deutschland, Frankreich und England in die Forschung investiert, sondern weil sie sich als wohlhabendes Land den Ausbau dieses Sektors leisten konnte? Dieser Ansicht ist der Historiker Jakob Tanner von der Universität Zürich. «Die moderne Schweiz ist nicht aus Kargheit geboren. Sie hatte die Ressourcen für ihre frühkapitalistische Viehexportwirtschaft und die protoindustrielle Textilproduktion.»

Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts besass die republikanische Schweiz kaum Akademien und mit Basel nur eine Universität, die zudem als eine Art Familienbetrieb geführt wurde. Die umliegenden

Monarchien waren punkto Wissenschaften besser aufgestellt. Doch seit dem liberalen Aufbruch der 1830er Jahre entstand ein dichtes Netz von föderal gestützten Universitäten – und natürlich die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Sie ist heute die renommierteste Schweizer Hochschule.

Im Kindergarten anfangen

Dass sich der junge Bundesstaat ein Technikum leistete, ist bezeichnend. Erst war von der liberalen Elite eine Nationaluniversität geplant, doch diese hatte gegenüber der anwendungsorientierten ETH das Nachsehen. «Die aufstrebende Industrienation mit ihren Bergen, Tälern und Seen rief geradezu nach kühnen ingenieuralen Konstruktionen, nach neuen Brücken, Eisenbahntunnels und Stau-mauern», sagt Jakob Tanner. Die schweizerische Forschung und die Wissenschaft sind stark durch den Industriegeist geprägt.

Das lässt sich an der Forschungsförderung ablesen. «Der hohe Anteil unternehmensfinanzierter Forschung ist ein Spezifikum des Forschungsplatzes Schweiz. Man kann dies als Dominanz

privatkapitalistischer Verwertungsinteressen oder aber als hohe Marktflexibilität der Schweizer Forschung bezeichnen – je nach Standpunkt», sagt Tanner. Fast siebenzig Prozent der Aufwendungen für die Forschung stammen aus der Privatwirtschaft, knapp fünfundzwanzig Prozent vom SNF, der fast ausschliesslich Grundlagenforschung fördert. In Europa liegt der staatliche Anteil an der Forschungsfinanzierung im Schnitt um zehn Prozent höher.

Trotz dem dichten Netz ihrer zwölf universitären Hochschulen leidet die Schweiz unter dem im internationalen Vergleich tiefen Anteil an Hochschulabsolventen. Diesen macht sie zurzeit wett mit dem günstigen Import hochqualifizierter Arbeitskräfte vor allem aus Deutschland. Auf die Dauer ist das jedoch keine Lösung. Der neuste Bericht des Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierates empfiehlt denn auch, den wissenschaftlichen Nachwuchs besser zu fördern. Die Förderung müsse bereits im Kindergarten und in der Volksschule anfangen. Schon hier würden Kinder aus unterprivilegierten und bildungsfernen Milieus benachteiligt. ■

Auf der Poleposition

Die universitären Hochschulen der Westschweiz haben in den letzten zehn Jahren ihre Zusammenarbeit intensiviert. Eine Erfolgsgeschichte? *Von Xavier Pellegrini*

Die Entscheidungsträger sind sich fast einig, zumindest auf der westlichen Seite der Saane: Die Zusammenarbeit zwischen der Universität Lausanne, der Universität Genf und der ETH Lausanne – mit ihrem charismatischen Präsidenten Patrick Aebischer, der die Unterstützung multinationaler Unternehmen wie Nestlé, Logitech oder Rolex gewinnen konnte – ist eine Erfolgsgeschichte. Wie hat sie begonnen?

Forschung als Wachstumsmotor

In den 1990er Jahren war die Rede vom «Projet triangulaire lémanique»: Nach einer langen Wirtschaftskrise und entsprechend knappen staatlichen Ressourcen wollten die Kantone Genf und Waadt sowie der Bund ihre universitären Hochschulen zum Sparen bringen, indem diese gewisse Fakultäten oder Disziplinen auf einen Standort konzentrierten. Das Ergebnis war wenig berauschend: Die akademischen Kreise sträubten sich mit Haut und Haar.

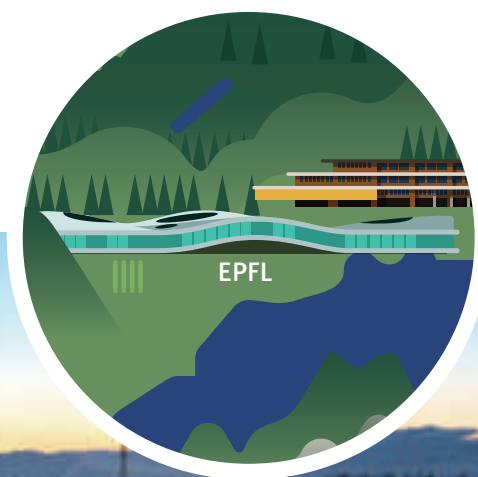
In den 2000er Jahren änderte sich dies radikal: Nun war Zusammenarbeit Trumpf; die Hochschulbehörden und Professoren überboten sich gegenseitig, als es darum ging, mit Vertretern anderer Hochschulen Kontakte zu knüpfen.

Weshalb dieser Gesinnungswandel? Eine neue Studie («Gouverner les universités. L'exemple de la coordination Genève-Lausanne», Lausanne 2012) spricht von einem «günstigen Zeitfenster zwischen 1998 und 2002»: Einerseits hatten sich die öffentlichen Finanzen wieder etwas erholt, andererseits vollzog sich auf europäischer Ebene ein Paradigmenwechsel – das Konzept der Wissensgesellschaft setzte sich durch. Plötzlich waren sich alle Akteure einig, auch die für Bildung und Forschung zuständigen Bundesbehörden, dass Lehre und Forschung gefördert werden müssten, weil sie Wachstumsmotoren seien. Seither gilt es nicht mehr zu sparen, sondern im Gegenteil zu investieren, zumindest in gewissen strategischen Disziplinen, was in vielen Fällen die Zusammenarbeit zwischen den Universitäten bedingt. Anklang hat der neue Ansatz besonders in der Genferseeregion gefunden.

Weshalb sind die Region Zürich mit ihrer Technischen Hochschule und ihrer Universität sowie die Universitäten Basel und St. Gallen dem Beispiel nicht gefolgt? Laut Jean-Philippe Leresche, Politologe an der Universität Lausanne und Mitautor von «Gouverner les universités», liegt einer der Gründe darin, dass die Deutsch-

schweiz stark vom Humboldtschen Ideal der Unabhängigkeit von Bildungsinstitutionen geprägt sei, während die Universitäten der Romandie in der Tradition napoleonischen Gedankenguts empfänglicher für politische Einflüsse seien. Die akademische Welt der deutschsprachigen Schweiz zeige sich auch skeptischer gegenüber einer Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Schliesslich: «Zürich sieht sich als Wissenschaftszentrum der Schweiz. Deshalb ist die Region weniger motiviert, etwas zu ändern.»

Ist also das «Projet triangulaire lémanique» eine Erfolgsgeschichte? Vorderhand ist das schwierig abzuschätzen. Jean-Philippe Leresche: «Die Euphorie der Westschweizer Medien scheint mir manchmal etwas übertrieben, doch die Signale sind positiv. Es sind keine kritischen Stimmen mehr zur Zusammenarbeit zu vernehmen, und diese wird weiter ausgebaut und langfristig ausgerichtet.» ■



Westschweizer Morgenröte? Das Rolex-Learning-Center der ETH Lausanne, entworfen vom japanischen Architekturbüro Sanaa (2010). Bild: Alain Herzog/EPFL





Im Bann der Sonne

Das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos ist weltweit führend in der Messung der Sonnenstrahlung. Es untersucht ihren Zusammenhang mit dem Klima. *Von Philippe Morel*

Das Licht ist gleissend hell. Es ist noch nicht Mittag, und doch brennt die Frühlingssonne bereits vom Himmel. «Wenn Sie den Zeigefinger vor die Sonne halten, sehen Sie keinen Halo-Effekt. Dies weist auf eine klare Atmosphäre hin, die für die Messung der Sonnenstrahlung ideal ist. Im Moment liegt die Intensität wohl bei einem Kilowatt pro Quadratmeter», erklärt der Astronom Werner Schmutz. Er leitet das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos seit 1999.

Auf dem Dach provisorischer Baracken, in denen das Observatorium während der Renovation untergebracht ist, steht ein ganzes Arsenal von Instrumenten. Sieben Radiometer sind auf die Sonne gerichtet. «1971 hat die Weltorganisation für Meteorologie das Observatorium Davos zum World Radiation Center bestimmt. Die sieben Radiometer, die wir als Standardgruppe bezeichnen, sind die Referenz im Bereich der Sonnenstrahlung schlechthin. Sie dienen als eine

Art Eichmass und werden zur weltweiten Kalibrierung von Instrumenten verwendet», sagt der Astronom. Der Unterhalt und die Bewirtschaftung dieser Standardgruppe mit ihrer alternden Elektronik stehen im Mittelpunkt der Tätigkeit des Observatoriums, das gleichzeitig an der Entwicklung der zweiten Generation Geräte arbeitet.

Tuberkulose und Wissensdurst

Das Abenteuer Sonne begann in Davos Anfang des 20. Jahrhunderts. Damals wütete vielerorts die Tuberkulose. Carl Dorno, ein deutscher Geschäftsmann, brachte seine kranke Tochter in das Bündner Dorf, einen renommierten Kurort. Als begeisterter Anhänger der Naturwissenschaften fragte er sich, was die Gründe für das heilsame Klima sein könnten. Er interessierte sich insbesondere für die Sonnenstrahlung. Mit eigenen Mitteln gründete er 1907 das Physikalisch-Meteorologische Observatorium. 1908 führte er erste Messungen durch, die er 1909 publi-

zierte. Seine Arbeit befasste sich im Wesentlichen mit der ultravioletten Strahlung, die während einiger Zeit sogar Dorno-Strahlung genannt wurde.

1926 wurde das Observatorium Teil des Schweizerischen Forschungsinstituts für Hochgebirgsklima und Medizin, dessen Finanzierung die Gemeinde Davos originellerweise mit einem Teil der Kurtaxe sicherstellte. «Die Wissenschaft spielt in Davos seit jeher eine wichtige Rolle. Die Kleinstadt mit 13000 Einwohnern beherbergt fünf Forschungsinstitute, die rund 300 Mitarbeitende beschäftigen. Trotz gesundem Klima, Postkartenlandschaft und Skifahren ist es jedoch nicht immer einfach, Mitarbeitende zu finden», meint Werner Schmutz. Wäre es in unserer Zeit der Informatiknetzwerke nicht zweckmässiger, sich einem grossen Universitätszentrum anzuschliessen und Fernmessungen vorzunehmen? «Nach allem, was ich bisher inner- und ausserhalb der Schweiz beobachten konnte, ist das keine ideale Lösung. Das Interesse für die Inst-

Weltraumforschung im Kurort: Links das Herzstück des Davoser Observatoriums, ein Gerät zur Messung der Sonnenstrahlenintensität, geprüft von Werner Schmutz (März 2004). Unten: Mitarbeiter des Observatoriums in den dreissiger Jahren (rechts Wilhelm Gustloff, NSDAP-Mitglied, der 1936 in Davos erschossen wurde).
Bilder: Arno Balzarini/Keystone (links), Dokumentationsbibliothek Davos

umente erlischt schnell, und die Qualität der Messungen leidet darunter», ist Schmutz überzeugt. Die Sonnenstrahlung ist bei Weitem die wichtigste Energiequelle der Erde und ein Schlüsselfaktor des Klimas. Bei einer gegebenen Oberfläche verändert sich dieser Energiefluss jedoch; zu regelmässigen Schwankungen kommt es durch die Exzentrizität der Erdumlaufbahn sowie durch die Neigung der Erdrotationsachse und deren Präzession (Kreiselbewegung). Diese Phänomene waren für die Eiszeiten während der letzten Million Jahre verantwortlich. Ausserdem kommen mehr oder weniger grosse Schwankungen auch von der Sonne selbst; das bekannteste Beispiel dafür sind die in einem elfjährigen Zyklus wiederkehrenden Sonnenflecken.

Die Veränderungen werden aber auch von den Gliedern am anderen Ende der Kette verursacht: von der Erde und ihrer Atmosphäre. Die Temperatur auf der Erdoberfläche hängt von der Strahlenbilanz ab. Diese ergibt sich aus der Menge der absorbierten und der ins All zurückgeworfenen Energie. Ist die Bilanz Null, bleibt die mittlere Temperatur der Erdkugel stabil. Wenn jedoch die Sonne etwas intensiver brennt, ein Vulkan einige Kubikmeter Aerosole in die Atmosphäre

spuckt oder die Menschheit riesige Mengen fossiles CO₂ freisetzt, verändert sich diese Bilanz – und somit die Erdtemperatur. «Am Boden messen wir nur die Strahlung, welche die Erdoberfläche erreicht. Wenn wir uns über die Atmosphäre und ihre Filterfunktion gegenüber der Sonnenstrahlung ins Bild setzen wollen, müssen wir höher hinaus», erklärt Werner Schmutz. Seit Ende der 1970er Jahre sind die Instrumente des Observatoriums an Bord von Ballonen, Raketen und Satelliten ins Weltall vorgedrungen. «Diese Umgebung stellt enorme Ansprüche ans Material: Es muss äusserst robust und zuverlässig, aber auch leicht und platzsparend sein. Der Wissenstransfer zwischen Instrumenten für den Einsatz auf der Erde und solchen für das All ist bereichernd», sagt Schmutz.

Apokalyptische Explosion

Zur grossen Freude des Astronomen und seines dreissigköpfigen Teams gehört das Observatorium zu den wenigen Laboratorien, die ein Weltraumexperiment von A bis Z selbst planen und durchführen können. Das letzte Experiment fand 2010 an Bord des europäischen Satelliten Picard statt, der die Variabilität der Sonne und ihrer Wirkung auf das Erdklima

untersucht. «So offensichtlich ein Zusammenhang zwischen Sonnenstrahlung und Klima auch ist, so schwierig bleibt er zu quantifizieren», gibt Werner Schmutz zu bedenken. Ende des 17. und Anfang des 19. Jahrhunderts traten beispielsweise zwei Phasen mit geringer Sonnenaktivität auf, die als Maunder- und Daltonminimum bezeichnet werden. Sie gingen jeweils mit einer Abkühlung des Weltklimas einher. Die Rolle des Gestirns ist jedoch schwierig zu bestimmen, da keine direkten Messungen seiner Strahlung vorliegen. Die Wissenschaft verfügt für diese Zeiträume nur über indirekte Messungen, beispielsweise die Anzahl Sonnenflecken. Überlagert wird das Bild ausserdem durch die apokalyptische Explosion des Vulkans Tambora im Jahr 1815. Auf der Grundlage aktueller Veränderungen und anderer Indikatoren versuchen die Wissenschaftler in Davos, die Geschichte der Sonne zu rekonstruieren und die Klimamodelle darauf abzustimmen.

«Die Sonne ist im Moment eher wenig aktiv. Die grosse Frage ist, ob sie ihre Aktivität verstärken und die Klimaerwärmung beschleunigen oder ob ihre Aktivität zurückgehen wird und sie uns mit einigen Zehntelgraden Abkühlung eine Gnadenfrist einräumt», sagt Werner Schmutz. ■



Am Spass arbeiten:
Disney-Research in Zürich (2010).
Bild: Philippe Hollenstein/ETH Zürich



Kluge Köpfe und politische Stabilität

Lang waren es Chemie und Pharma, die in der Schweiz privat finanzierte Forschung betrieben. Warum lässt sich nun die Hightech-Branche hier nieder? *Von Beate Kittl*

Einmal Prinzessin sein ... Kleine Mädchen erfüllen sich diesen Traum im Disney-World in Florida mit 3-D-Modellen, die ein in der Schweiz mitentwickelter Gesichtsscanner erstellt. Hinter der Kinderattraktion steckt eine komplexe Entwicklung der visuellen Informatik. Nur wenige verstehen so viel von dieser Materie wie das Team um Markus Gross von der ETH Zürich, das im Bereich Computergrafik und -animation forscht. Das war für den US-Unterhaltungskonzern vor vier Jahren Grund, eines seiner – weltweit drei – Forschungszentren an der ETH zu eröffnen.

Die Schweizer Forschungselite lockt auch andere globale Hightechfirmen an. Den Anfang machte IBM schon in den 1950er Jahren, als es ein Rechenzentrum in Rüschlikon eröffnete. Dort erfanden die IBM-Forscher Gerd Binnig und Heinrich Rohrer in den 1980er Jahren das Rastertunnelmikroskop. Damit öffneten sie den Zugang zu einer neuen, im Kleinsten verborgenen Welt, die unterdessen so intensiv

erforscht wird, dass IBM und ETH letztes Jahr gemeinsam das «Binnig and Rohrer Nanotechnology Center» gründeten – in der Schweiz das erste von Industrie und Hochschule gemeinsam betriebene Forschungszentrum. Die ETH-Forscher dürfen weiterhin frei ihre Themen wählen und Resultate veröffentlichen, nur die Informationen und Technologien, die IBM gehörten, müssten vertraulich behandelt werden, sagt Nanotechnikprofessor Andreas Stemmer, dessen Gruppe als eine der Ersten ins neue Nanotechnologiezentrum gezogen ist.

Die Art der Zusammenarbeit mit öffentlichen Forschungseinrichtungen ist von Unternehmen zu Unternehmen verschieden. Während beispielsweise Google in Zürich – seinem grössten Forschungs- und Entwicklungsstandort ausserhalb der USA – mit mehreren hundert Mitarbeitenden eigene Netz- und Geo-Produkte weiterentwickelt und nur für gezielte Projekte auf den starken Talentpool an den Hochschulen zurückgreift, betten sich die 40 Disney-Research-Angestellten in

die akademische Gemeinschaft der ETH Zürich ein. Die Firma finanziert Doktorarbeiten mit und ermutigt die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, ihre Resultate in akademischen Fachzeitschriften zu veröffentlichen. «Wir glauben, dass wir von den Ideen und dem Konkurrenzdruck in der freien akademischen Forschung profitieren können», sagt Stephan Veen von Disney Research in Zürich.

Hohe bürokratische Hürden

Die hohe politische Stabilität der Schweiz, ihre Lage mitten in Europa, die gute Infrastruktur mit dem Flughafen und nicht zuletzt auch die hohe Lebensqualität in der Stadt Zürich sorgen dafür, dass die internationalen Topkräfte gerne hierher ziehen. Auch wenn die Firmen oft hohe bürokratische Hürden überwinden müssen, um ausländische Arbeitskräfte anzustellen, wie Stephan Veen als Einziger einräumt, obwohl dieser Negativpunkt auch die anderen stören dürfte: Bei Google Schweiz arbeiten 750 Menschen aus 75 Ländern, bei IBM in Rüschlikon einige hundert Mitarbeiter aus 45 Nationen. «Kluge Schweizer Köpfe allein genügen für diese Stellen nicht», sagt Veen. «Wir buhlen um Topleute in der ganzen Welt.» ■

Perfektionierte Schwingungen

Das Herz einer Uhr ist ihre Unruh. Sie heisst so, weil sie dauernd in Bewegung ist: Sie dreht sich um ihre Achse zuerst in die eine, dann in die andere Richtung und gibt der Uhr damit den Takt an. Dass die Unruh aus speziellem Material gefertigt sein sollte, das sich bei unterschiedlichen Temperaturen weder zusammenzieht noch ausdehnt, hatte schon Charles Edouard Guillaume erkannt. Die von ihm entdeckte Eisen-Nickel-Legierung Invar – der Name steht für invariant gegenüber Temperaturschwankungen – brachte dem Sohn eines Uhrmachers 1920 (ein Jahr vor Einstein) den Nobelpreis für Physik ein.

Die im Bild zu sehende bläulich-violett und goldgelb schimmernde Unruh ist hingegen aus Silinvar gefertigt, aus invariantem Silizium. Dieses ist wesentlich leichter als Invar und lässt sich in einem Ätzverfahren, das ursprünglich für Halbleiter in Computerchips entwickelt wurde, auf den Bruchteil eines Millimeters genau herstellen, wie Tüftler am Centre Suisse d'Electronique et Microtechnique im Auftrag der hiesigen Uhrenindustrie herausgefunden haben. Dank der neuen Unruh laufen mechanische Uhren genauer und zuverlässiger als je zuvor. **ori**

Bild: Patek Philippe

Eine umworbene Selbsthilfeorganisation

Forschung und Politik: Das ist ein mitunter schwieriges Verhältnis, wie die Geschichte des Schweizerischen Nationalfonds zeigt. Und ein fruchtbares. *Von Roland Fischer, Bild Annette Boutellier*

Man kann die Geschichte mit Zahlen beginnen: Der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF) hat derzeit jährlich rund 700 Millionen Franken für die Forschungsförderung zur Verfügung. Vor sechzig Jahren, als er gegründet wurde, waren es zwei Millionen. 2500 Prozent mehr Mittel – und eine dementsprechend grössere Rechenschaftspflicht? So einfach geht die Rechnung nicht. Aber in den Zahlen steckt ein Teil des Dilemmas, das sich wie ein roter Faden durch die Geschichte des SNF zieht: Ist die Stiftung einzig der Forschung, also den Geldnehmern, verpflichtet oder auch beziehungsweise vor allem der Politik, also den Geldgebern?

Die Frage führt zurück vor das Jahr 1952, als die privatrechtliche Stiftung, welche die nach Erkenntnisgewinn strebende Grundlagenforschung finanziert, gegründet wurde. In der «Prähistorie» der Forschungsförderung engagierte sich der Bund kaum. Er gönnte sich zwar nach 1848 das Polytechnikum in Zürich – heute ETHZ –, doch für die Grundlagenforschung waren ausschliesslich die Kantone zuständig. Darum stellte sich auf Bundesebene die Frage nach dem Nutzen von Forschung ohne direkte Anwendung nicht. In den 1930er Jahren begannen sich Forscherkreise für mehr Bundesmittel einzusetzen. Der Bescheid aus Bern: Dafür gibts kein Geld, man müsse einen anderen Topf suchen.

Dieser Topf wurde prompt gefunden. Während des Zweiten Weltkriegs initiierte Bern eine Arbeitsbeschaffungspolitik. Die

Forschergemeinde erhoffte sich einen Anteil an der für die damalige Zeit riesigen Summe von fünf Milliarden Franken. Das Problem: Man handelte sich eine Zweckklausel ein und damit eine Diskussion über den Nutzen der Grundlagenforschung. Die Befürworter des Projekts versuchten zwar aufzuzeigen, wie die Forschung als Arbeitsbeschaffungsmassnahme taugen könne, doch so richtig glücklich mit der Allianz wurde niemand. Zudem sträubten sich die Hochschulkantone gegen eine zentrale Forschungsorganisation. So wurde die Idee 1942 sang- und klanglos begraben.

So forsch wie erfolgreich

Als die Forschergemeinde Ende der 1940er Jahre unter der Führung des Physikers und Mediziners Alexander von Muralt zu einem neuerlichen Versuch ansetzte, entging man der finanzpolitischen Bauchlandung auf erstaunlich offensive Weise: Diskussionen um die Angemessenheit der Mittel sollten von Anfang an vermieden werden, auf welchen Nutzen auch immer bezogen. Stattdessen wurde ebenso forsch wie erfolgreich die Freiheit der Forschung behauptet. Erst wenn man Wissenschaft an keinen Zweck binde, könne sie erfolgreich sein, befand man in den Anfangsjahren des SNF – auch in der Politik.

So konnte Bundesrat Philipp Etter 1952 bei der Gründung des SNF, sozusagen einer Selbsthilfeorganisation der Forschergemeinde, feierlich verkünden: «Wenn auch der Staat die Mittel vor-schiesst – die Wissenschaft soll frei bleiben und nicht eine Dienerin des Staates wer-

den! Die Freiheit ist ihr Lebenselement.» Ein Taufspruch, der nicht allzu lang Gültigkeit haben sollte. In der Folge stiegen die Beiträge für den SNF kontinuierlich an, die Anzahl der Projekteingaben auch. Noch flog man unterhalb des Radars der politischen Aufmerksamkeit. Es waren gewissermassen die unbeschwerten Kindheitsjahre des SNF, bevor der Ernst des Lebens beginnt und man sich mit den von allen Seiten gestellten Ansprüchen herumschlagen muss.

«Die Wissenschaft soll frei bleiben und nicht eine Dienerin des Staates werden!»

Bundesrat Philipp Etter, 1952

In den siebziger Jahren spürte der Nationalfonds das erste Mal Gegenwind. Die Beiträge hatten inzwischen rund hundert Millionen Franken erreicht, doch es war nicht eine überschrittene Budgetgrenze, die den SNF in den Fokus der Politik rücken liess; es war vielmehr eine logische Folge des Erfolgs. Die Grundlagenforschung war zu nützlich geworden, ihre strategische wie wirtschaftliche Bedeutung zu offensichtlich, als dass sich die Politik weiterhin um sie hätte foutieren können. Nun wollten die Parlamentarier ihr Wörtchen mitreden. Es war eine für den Nationalfonds schwierige, doch für die Schweizer Forschungslandschaft entscheidende und fruchtbare Zeit: Nun entfaltete sich überhaupt erst eine Wissenschaftspolitik.

Diese turbulenten und von der Wirtschaftskrise geprägten Jahre führten für den SNF zu einschneidenden Änderungen: Erstens musste er sich vom «Reinheitsgebot» der autonom verwalteten Grundlagenforschung verabschieden. 1975 wurden die Nationalen Forschungsprogramme



Von Forschenden, für Forschende:

Der Forschungsrat der Abteilung Geistes- und Sozialwissenschaften des SNF entscheidet über Gesuche (8. Mai 2012).

(NFP) eingeführt, deren Inhalte von der Politik bestimmt werden und die Lösungen für gesellschaftlich akute Problemfelder liefern sollen. Zweitens mündete die Wissenschaftspolitik 1984 in ein vom Volk akzeptiertes Bundesgesetz über die Forschung, das den Auftrag an den Nationalfonds festschreibt, die Forschung und den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Der SNF ging gestärkt aus den Diskussionen um Sinn und Zweck der Forschungsförderung hervor: Ab 1985 stiegen die Beiträge steil an, bis auf deutlich über 300 Millionen 1993.

Neue Nützlichkeitsbegehren

In den 1990er Jahren bekam es der SNF neuerlich mit «Nützlichkeitsbegehren» zu tun; das New Public Management stellte die Förderpolitik des Bundes unter das Primat des Effizienzgedankens. Ein neues Fördermittel, mit dem die Politik auch auf die Struktur des Forschungsplatzes einwirken konnte, wurde eingeführt: die Schwerpunktprogramme, die heutigen Nationalen Forschungsschwerpunkte (NFS). Heidi Diggelmann, von 1997 bis 2004 Forschungsratspräsidentin, sieht rückblickend in diesen neuerlichen Querelen um den Einfluss der Politik auf die Forschungsinhalte einen Reifungsprozess, und zwar auf beiden Seiten: «Der gegenseitige Respekt hat zugenommen, sowohl auf Seiten der Politiker wie der Forschenden.» Das SNF-Budget stieg nochmals an, aber nicht nur das: Es sieht ganz so aus, als hätte man in den vergangenen sechzig Jahren auch gelernt, konstruktiv über den Nutzen primär «unnützer» Forschung zu streiten.

Und es wird weiter gestritten werden. Für 2013 bis 2016 stehen dem SNF insgesamt 3,65 Milliarden Franken zur Verfügung, was einem Zuwachs von jährlich 3,7 Prozent entspricht. Die «Nachfrage» von Seiten der Forschenden dagegen stieg in den letzten Jahren um durchschnittlich 13 Prozent. Der SNF, der jährlich über 8000 Forschende unterstützt, braucht mehr Geld für die Forschungsförderung. ■

Palmöl aus dem Regenwald

Der Ökologe Lian Pin Koh untersucht auf Borneo, wie sich der Anbau von Ölpalmen auf die Umwelt auswirkt. Mit Drohnen hält er die Veränderungen des Regenwalds aus der Luft fest.

«**D**ie Palmölindustrie auf der Insel Borneo setzt den Regenwald unter Druck. Täglich wird Wald abgeholzt, damit Platz für neue Ölpalmen-Plantagen entsteht. Dabei gehen Lebensräume für Tiere und Pflanzen verloren. Seit mehreren Jahren untersuche ich, wie sich die Landnutzung im indonesischen Teil von Borneo ändert und wie sie die Artenvielfalt beeinflusst.

Es ist nicht einfach, aktuelle Landnutzungskarten herzustellen. Meist geschieht dies aufgrund von Satellitenbildern. Doch in den Tropen kann man Satellitendaten nicht immer auswerten, weil über den Regenwäldern oft eine hartnäckige Wolkendecke hängt, die den Blick auf den Boden versperrt. Deshalb habe ich ferngesteuerte Flugzeuge mit Kameras entwickelt. Gemeinsam mit Naturschutzbiologen nutze ich diese Drohnen zudem für Wildtierzählungen, etwa um in schlecht zugänglichen Gebieten die Zahl der Orang-Utans zu bestimmen. Meine Drohnen haben den Vorteil, dass sie kostengünstig aus Standardteilen gebaut sind. Sie sind daher bestens geeignet für die Arbeit in Entwicklungsländern.

Obschon mir daran gelegen ist, ursprüngliche Lebensräume zu schützen, verteuflte ich den Anbau von Ölpalmen nicht. In Indonesien und Malaysia ist er ein wichtiger Wirtschaftszweig und Devisenbringer. Das Palmöl kommt weltweit als Bratfett und in der Nahrungsmittelindustrie zum Einsatz, etwa in Backwaren, Margarine und Süswaren. Es ist das meistverwendete Pflanzenöl überhaupt. Indonesien und Malaysia produzieren gemeinsam 90 Prozent des Weltbedarfs.

Indonesien will die Palmölproduktion weiter steigern und bis ins Jahr 2020 verdoppeln. Das Land davon abhalten zu wollen ist illusorisch. Aber es ist möglich, die geplante Expansion so zu gestalten, dass der Einfluss auf die Umwelt möglichst gering ist. Dies ist der Fokus meiner



Forschungsarbeit. Wir entwickeln nicht nur Drohnen, sondern auch Computermodelle.

Für das Beispiel des Ölpalmanbaus in Indonesien haben wir verschiedene Szenarien und ihre wirtschaftlichen und ökologischen Folgen durchgerechnet. Am meisten Gewinn bringt es, fruchtbare Regenwälder für neue Plantagen zu roden. Eine Alternative dazu ist, die Palmen auf bereits vor längerer Zeit gerodeten Landwirtschaftsflächen anzubauen. Sie konkurriert allerdings die Lebensmittelproduktion. Eine dritte Möglichkeit ist schliesslich, Ölpalmen auf nicht mehr fruchtbarem, ungenutztem Ackerland zu pflanzen. Dafür ist ein höherer Düngereinsatz nötig, was die Wirtschaftlichkeit schmälert. Doch der Druck auf die Regenwälder ist bei dieser Variante am geringsten, und die





Nahrungsmittelsicherheit bleibt ausser Gefahr. Man muss ein Gleichgewicht von Wirtschaftlichkeit und Ökologie finden. Ich anerkenne beide Aspekte. Sie zu vereinen war schon immer mein Ziel. Ich komme aus Singapur, dem am stärksten entwickelten Land Südasiens, und konnte dort die Vorzüge der industriellen Entwicklung geniessen. Doch ich bin mir auch der ökologischen Kehrseite dieser Entwicklung bewusst.

Nach einem Aufenthalt in den Vereinigten Staaten bin ich vor vier Jahren an die ETH Zürich gekommen. Heute bin ich dort als SNF-Förderprofessor angestellt. Diese Stelle bietet mir eine grosse Freiheit. In vielen anderen Ländern hätte ich es mit meiner fächerübergreifenden Forschung wohl schwierig, da die Forschungsfinanzierung dort häufiger als

in der Schweiz an traditionelle Disziplinen geknüpft ist. Der Nachteil meiner Stelle ist, dass sie auf vier bis maximal sechs Jahre befristet ist. Der Weg zu einer Vollprofessur ist nicht vorgespurt. Ich werde mich also nach Ablauf dieser Zeit irgendwo auf der Welt auf einen offenen Lehrstuhl bewerben müssen. Ich finde es gut, dass die Schweiz junge Talente aus dem Ausland fördert. Doch sie tut zu wenig, um sie zu behalten.

Was die geografische Lage der Schweiz betrifft, so ist sie für meine Arbeit ideal, da sie zwischen den USA, wo ich immer noch Kontakte habe, und Asien liegt, wo der Schwerpunkt meiner Feldforschung ist. Bald wird möglicherweise noch Feldforschung in Afrika dazukommen. Ich möchte auch dort meine Drohnen für Wildtierzählungen einsetzen. Heute zählen dort Naturschutzbiologen Tiere, indem sie in bemannten Flugzeugen über die Savanne fliegen, was teuer ist. Mit den Drohnen könnte man das billiger machen. ■

Aufgezeichnet von Fabio Bergamin

Der Preis des Sonntagsbratens:

Mit seiner Drohne (oben im Test über dem Greifensee) kann Lian Pin Koh zeigen, wo der Regenwald für Palmölplantagen gerodet wird (links) und was die Folgen für die Wildtiere sind.

Bilder: Lian Pin Koh





Forschung im Kuhstall

Kühe sind zu leistungsfähigen Milchlieferrantinnen herangezüchtet geworden. Das überfordert oft ihren Stoffwechsel, besonders nach der Geburt eines Kalbes.

Von Ori Schipper

Negative Energiebilanz: Mit schlechter Aura hat das für einmal nichts zu tun. Denn der Fachbegriff aus der Ernährungslehre beschreibt den Sachverhalt, dass ein Organismus manchmal mehr Energie verbraucht, als er mit der Nahrung einnehmen kann. «Viele Frauen hoffen, beim Stillen die in der Schwangerschaft angereicherten Kilos loszuwerden. Kühe dagegen müssen ihren Stoffwechsel umstellen, um nicht abzunehmen. Die ersten Wochen nach der Geburt eines Kalbes sind deshalb für den Stoffwechsel der Kühe sehr belastend», sagt Rupert Bruckmaier.

Seine veterinärphysiologische Forschungsgruppe gehört zwar der Universität Bern an, betreibt aber eine Versuchsstation in Posieux im Kanton Freiburg. Die eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere liegt ziemlich abgelegen: Um einen Parkplatz mitten im Grünen sind die Tierställe, ein Gästehaus und ein grosses Laborgebäude verteilt. In den mit modernen Analysegeräten eingerichteten Laboratorien untersucht die Forschungsgruppe den Energiehaushalt von Milchkühen.

Wenn nach dem Kalben die Milch einschiesst, führt dies bei den Kühen zu einer Unterzuckerung

des Blutes und zu einer fundamentalen Umstellung des Stoffwechsels. Weil der in der Nahrung enthaltene Zucker kaum ins Blut gelangt, sondern von den Bakterien im Vormagen und im Magen der Kühe zersetzt wird, muss die Leber den grössten Teil des Blutzuckers neu herstellen. Dieser ist deshalb oft Mangelware – umso mehr, als der Bedarf in den letzten Jahrzehnten ständig gestiegen sei, weil die Züchtung auf eine immer höhere Milchleistung ziele, erklärt Bruckmaier.

Ein Todesfall

Seiner Forschungsgruppe steht ein Versuchsstall zur Verfügung, der ungefähr dreissig Kühen Platz bietet. «Das sind paradiesische Verhältnisse, um die uns weltweit viele Kollegen beneiden», sagt Bruckmaier. Im Moment steht der Stall jedoch leer. Das letzte Experiment ihrer Versuchsreihe haben die Forschenden abgebrochen, nachdem eine Kuh verstorben war. Bis Klarheit über die Todesursache herrscht, nehmen die Forschenden den Versuch nicht wieder auf. «So ein Verlust geht uns nahe», sagt Bruckmaier. «Wir forschen hier seit vielen Jahren und hatten noch nie einen Todesfall.»

Für die Versuche verabreichten die Veterinärphysiologen sechs Kühen jeweils zwei Tage lang Insulin. Eine Kontrollgruppe von weiteren sechs Kühen erhielt nur eine Salzlösung. Das Insulin senkt den Blutzuckerspiegel. Die Forschenden versetzten dadurch den Stoffwechsel der Kühe in den Zustand, in dem er sich ungefähr zwei bis drei Wochen nach dem Kalben befindet. Das ist nicht einfach, denn die Menge Insulin, die durch einen dünnen Plastikschlauch in die Halsvene tröpfelt, muss kontinuierlich an den Blutzuckerspiegel angepasst werden. Um diesen (und viele andere Werte) zu messen, entnehmen die Forschenden den Kühen alle fünf Minuten eine Blutprobe, rund um die Uhr. «Mehrere Doktoranden wechseln sich ab», sagt Bruckmaier. Damit sie mit den Proben nicht vom Kuhstall zu den Laborräumen der Versuchsstation auf der gegenüberliegenden Seite des Parkplatzes hasten müssen, hat die Forschungsgruppe ein Analysegerät in einer Kammer im Stall installiert. Auch eine Pritsche steht dort. Für die Ruhepause, wenn endlich die Ablösung an der Reihe ist.

Dass die Milchleistung der Kühe mit tiefem Blutzuckerspiegel in den zwei Behandlungstagen absinkt, überrascht nicht. «Wenn die Kuh weniger Zucker im Blut hat, kann sie weniger Milchzucker bilden», sagt Bruckmaier. Schwieriger zu interpretieren sind die molekularbiologischen Messwerte, welche die Forschenden beim Testen des Immunsystems der Kühe erhoben haben. Dieses spielt kurz nach der Geburt des Kalbes eine wichtige Rolle, weil sich dann oft Bakterien in den Euterzitzen der Kühe einnisten. Dadurch entzündet sich die Milchdrüse. Die Forschenden täuschten eine solche Infektion der Milchdrüse vor, indem sie Zellwandbestandteile von Bakterien in das Eutergewebe spritzten. Die darauf-



Im Dienst der Artgenossen – und des Menschen: Die Kuh links hält still für die Entnahme einer Blutprobe, die Kuh oben für die Ultraschallmessung.
Bilder: Hans-Christian Wepfer/Lab25

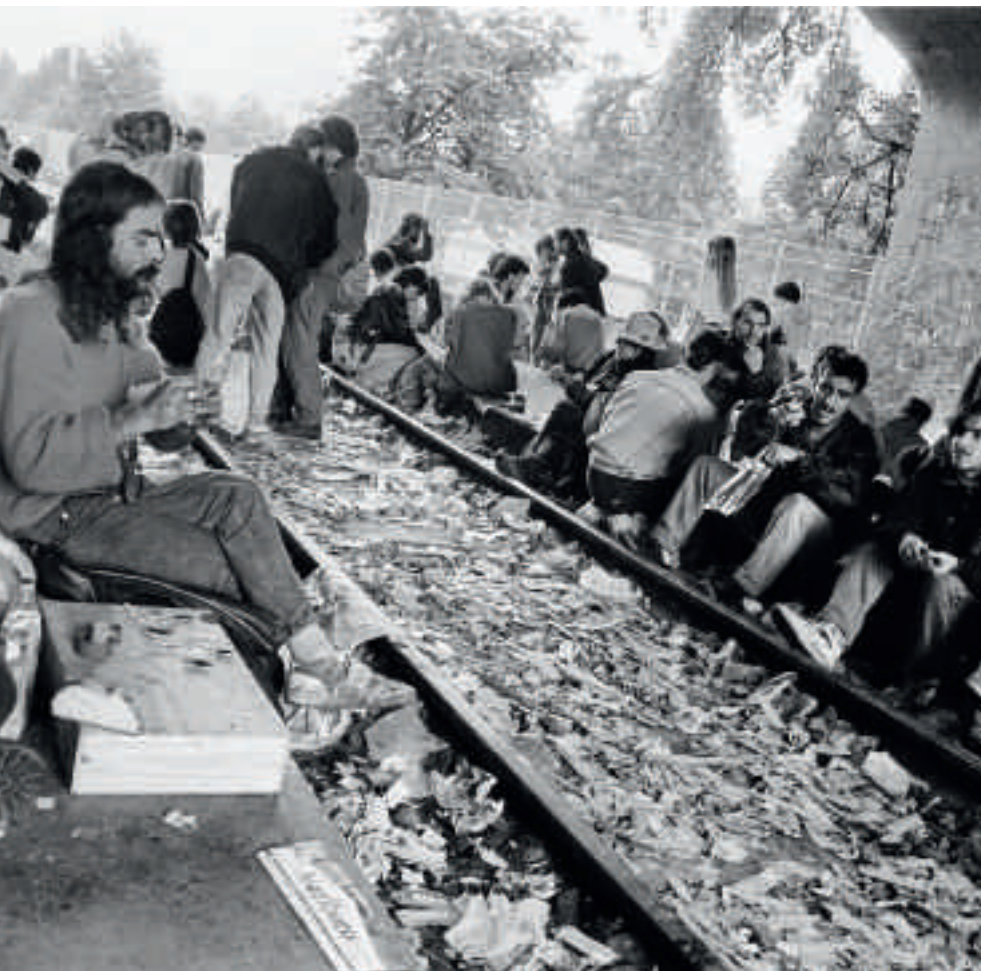
folgende Entzündungsreaktion führte zu einer vorübergehenden Insulinresistenz: Wenn sich die Körperzellen nicht mehr dazu bewegen lassen, den Zucker im Blut aufzunehmen, schiesst der Blutzuckerspiegel wieder hoch. Damit schantz sich das Immunsystem mehr Energie zu für seinen Abwehrkampf gegen die Erreger, vermuten die Forschenden.

Was sie in ihrem Projekt entdeckten, könnten die Landwirte nicht unmittelbar nutzen, es gehe um Grundlagenforschung, sagt Bruckmaier. Die Resultate sollten jedoch längerfristig dazu beitragen, den Stoffwechsel der Kühe zu stabilisieren und die Funktion des Immunsystems gezielt zu beeinflussen. So könne der Einsatz von Medikamenten hoffentlich reduziert werden. Zu diesem Ziel führten verschiedene Wege, sagt Bruckmaier. Erstens liessen sich vielleicht bessere Fütterungsstrategien entwickeln, auch wenn der komplizierte Verdauungstrakt der wiederkäuenden Kühe einfache Lösungen verhindere.

Zweitens könnte die Züchtung vermehrt auf einen anpassungsfähigen Stoffwechsel und ein gut funktionierendes Immunsystem achten. «Mit den heutigen Hochleistungskühen ziehen wir Menschen Profit aus dem Umstand, dass die Kühe in ihrer Evolution schon immer höchste Priorität auf das Überleben ihres Nachwuchses und damit die Milchproduktion gesetzt haben», sagt Bruckmaier. Den Kühen ist zu wünschen, dass sie dies in Zukunft wieder tun können, ohne ihre Gesundheit aufs Spiel zu setzen. ■

Tierversuche der anderen Art

Wer mit Kühen forschen möchte, muss wie bei Versuchen mit Mäusen beim kantonalen Veterinäramt ein Bewilligungsgesuch einreichen. Weitere Ähnlichkeiten sind jedoch kaum auszumachen. Um zu seinen Versuchskühen zu kommen, kauft Rupert Bruckmaier Bauern gesunde Kühe der Rasse Holstein oder Swiss Fleckvieh ab, die zur Schlachtung vorgesehen sind. Anstatt ihr Leben für unsere gedeckten Tische zu lassen, dienen sie der Forschung: Die Kühe kommen nach Posieux in den Versuchsstall, wo sie sich zwei Wochen lang an ihre neue Umgebung gewöhnen, bevor sie als Versuchskaninchen dienen. Nur weil Schlachttiere deutlich preiswerter sind als wertvolle Zuchttiere, kann sich die Forschergruppe Milchkühe als Versuchstiere leisten. **ori**



Gefährliche Furchtlosigkeit

Die HIV-Kohortenstudie ist als Reaktion auf Aids entstanden. Heute hat die Krankheit dank Medikamenten ihren Schrecken verloren. Gerade deshalb nimmt die Zahl der Neuinfektionen zu. *Von Vivianne Otto*

Die Angst war gross. Im Verhältnis zu ihrer Bevölkerung verzeichnete die Schweiz in den 1980er Jahren die meisten HIV-Infizierten in ganz Europa. Die Spitäler konnten den Andrang von Patienten, die an der damals noch unbekannten Krankheit litten, kaum bewältigen. Die Ärzte waren ratlos, was sollten sie tun? Sie starteten die schweizerische HIV-Kohortenstudie, um mehr über das HI-Virus und seine Ausbreitung zu erfahren. Seit 1988 sammeln Infektiologen aller fünf Schweizer Universitätsspitäler sowie der Kantonsspitäler St. Gallen und Tessin Informatio-

Elend am Zürcher Lettensteg: Das Ausleihen der Spritzen unter den Drogenkonsumenten förderte die Ausbreitung von Aids (1993). Bild: Keystone

nen über ihre HIV-Patienten sowie deren Blutproben. Entstanden ist ein weltweit einzigartiger Wissensfundus zu HIV.

Anfänglich waren die meisten HIV-Infizierten Drogenkonsumenten. Das Virus breitete sich dank regem Spritzentausch in der offenen Drogenszene auf dem Zürcher Platzspitz – dem berüchtigten und weltberühmten «Needle Park» – rasch aus. Die zweitgrösste Gruppe der Infizierten waren homosexuelle Männer, dicht gefolgt von Heterosexuellen. Von der Ansteckung bis zum Ausbruch von Aids dauerte es durchschnittlich neun Jahre. Im Schnitt erlagen die Erkrankten innerhalb von zwei Jahren ihrem Leiden.

Sextourismus und Migration

Dies änderte sich 1996, als neue Medikamente verfügbar wurden. In Kombination mit den älteren Wirkstoffen dezimierten diese die HI-Viren so sehr, dass sie im Blut nicht mehr nachweisbar waren. Behandelte Patienten waren kaum mehr ansteckend, ihre Lebenserwartung glich sich der der Allgemeinbevölkerung an. Auch die Prävention mit Kondomen und sauberen Spritzen trug Früchte. Die Zahl der HIV-Neuansteckungen sank deutlich und pendelte sich bei 700 bis 800 pro Jahr ein. Es schien, als hätte man das Virus im Griff.

Doch seit 2000 nimmt die Zahl der Neuinfektionen wieder zu. «Die Leute gehen wieder grössere Risiken ein», sagt Huldrych Günthard, Leiter der Schweizerischen HIV-Kohortenstudie. «Sie brauchen seltener Kondome und sind weniger bereit, sich HIV-Tests zu unterziehen. Deshalb sind auch andere sexuell übertragbare Krankheiten wie Syphilis und Hepatitis C auf dem Vormarsch.»

Aufgrund der Gensequenzen, die sich in den Blutproben bestimmen lassen, wissen die Ärzte um Günthard, wie sich die HI-Viren ausbreiten konnten. Die Infektionen der Drogenkranken gehen auf nur wenige infizierte Individuen zurück, welche die anderen ansteckten. Bei den Homosexuellen sind mehr unterschiedliche Virenfamilien in Umlauf. Und bei den Heterosexuellen treten öfter HI-Viren auf, die aus Südostasien oder Afrika stammen – ein Hinweis, dass auch Sextourismus und Migration zur Schweizer HIV-Epidemie beitragen.

Auch die Wirksamkeit und die Nebenwirkungen der Therapie bei unterdessen älteren Patienten, die diese Medikamente schon seit Jahren einnehmen, werden heute erforscht. Die HIV-Kohortenstudie dient somit drei Zwecken: dem medizinischen, die Therapie stetig zu verbessern, dem wissenschaftlichen, HIV und Aids zu erforschen, und einem gesellschaftlichen. «Wenn wir die Kontrolle über HIV verlieren, stehen wir bald wieder vor einer ebenso bedrohlichen Situation wie in den 1980er Jahren», warnt Günthard. ■

Trainieren gegen Autismus

Im Film «Rain Man» spielt Dustin Hoffman eine Person, der – wie allen Autisten – der soziale Instinkt fehlt. Während die Symptome des Autismus bekannt sind, geben die dafür verantwortlichen Mechanismen im Gehirn Rätsel auf. Nouchine Hadjikhani, SNF-Förderungsprofessorin an der ETH Lausanne, versucht sie zu lösen. Ihre Gruppe legte autistischen Versuchspersonen und einer Kontrollgruppe (je rund 20 Personen) Bilder von Gesichtern vor, die Gefühle ausdrücken. Die Forschenden nahmen die Hirnaktivitäten mit einem Computertomografen auf und zeigten, dass Hirnregionen mit Spiegelneuronen, die zum Erkennen von Absichten und Gefühlen anderer wichtig sind, bei Autisten nicht spontan aktiviert werden. Zudem wiesen sie nach, dass die Anomalien der weissen Substanz des Gehirns, die in anderen Studien bei autistischen Kindern bereits vor der Geburt festgestellt wurden, mit dem Alter abnehmen. Autismus entsteht also nicht durch eine «schlechte» Mutter-Kind-Beziehung, sondern ist eine entwicklungsneurologische Krankheit. Die geeignete Behandlung besteht demnach aus kognitiven Übungen und dem Erlernen von Verhaltensmustern. Gemäss Nouchine Hadjikhani sollten diese Übungen individuell so angepasst werden, dass Hirnregionen trainiert werden, die für die Imitation und das Verständnis von Gefühlen wichtig sind.

Anne Burkhardt ■



Christof Sonderegger

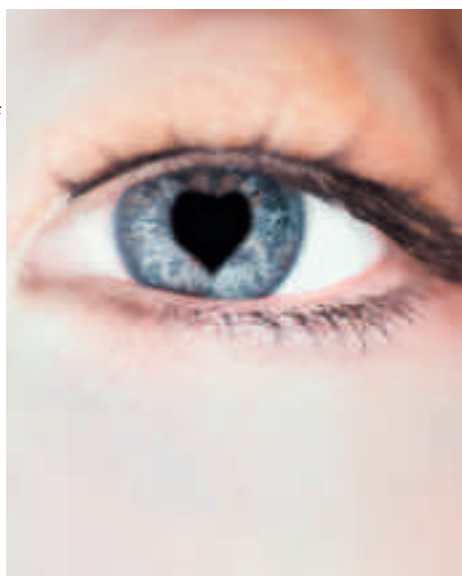
Unterschätzte Kommunikationsfähigkeit: Ziegen gleichen ihre Rufe untereinander an (Sertigtal, 2007).

Sozial meckern

Nach den Walen und den Fledermäusen ist es nun an den Ziegen, die Geheimnisse ihrer Sprache preiszugeben. Im Rahmen eines Postdoktorats an der Queen Mary (University of London) konnte Elodie Briefer zeigen, dass ein Zicklein seinen Akzent der Gruppe anpasst, in der es aufwächst. «Ziegengeschwister geben ähnlichere Laute von sich als Halbschwestern und -brüder, was eine genetische Komponente des Ziegenrufs belegt», sagt die Forscherin. Halbgeschwister jedoch, die in verschiedenen Gruppen aufwachsen, passen ihre Laute den Tieren an, mit denen sie zusammen sind. Junge Ziegen können also ihr Meckern dem sozialen Umfeld anpassen. Die Laute von 23 Zicklein wurden je nach einer Woche und nach fünf Lebenswochen aufgezeichnet. In der

Natur bleiben die Jungen in den ersten Tagen nach der Geburt vor Tieren versteckt, die ihnen gefährlich werden könnten. In dieser Zeit geben sie Kontaktschreie von sich, um ihre Mutter zu rufen. Mit fünf Wochen stossen sie zu Gruppen, die aus mehreren Zicklein bestehen. Ihre Rufe dienen nun der Bindung innerhalb der Gruppe. «Im Lauf der Zeit gleichen sich die Rufe immer mehr an», sagt Elodie Briefer. Bei Ziegen spielt die Verständigung eine wichtige Rolle, da die Tiere in einer komplexen Struktur leben: Sie verbringen den Tag in kleinen Gruppen und kommen am Abend wieder zusammen. Die Anpassungsfähigkeit ihrer Stimme ist ein Evolutionsschritt hin zu feineren sprachlichen Fertigkeiten, wie sie die Menschen besitzen. **Mirelle Pittet** ■

Frank Heinzelmann/prismaonline.ch



Schau mir ins Auge, Kleiner: Unter dem Einfluss von Ecstasy nimmt man das Wohlwollen des Gegenübers besser wahr.

Wohlfühlpille Ecstasy

Wer unter dem Einfluss von Ecstasy steht, nimmt die positiven Gefühle der Mitmenschen um ihn herum besser, die negativen aber schlechter wahr. Im Licht dieser Resultate der Forschungsgruppe um Matthias Liechti vom Universitätsspital Basel ist die rasante Verbreitung der Partydroge in der Rave- und Technoszene gut nachvollziehbar. Die Forschenden verabreichten 48 freiwilligen Probandinnen und Probanden Pillen, die entweder MDMA – die chemische Bezeichnung für Ecstasy – oder Milchzucker, also ein Placebo, enthielten. Anderthalb Stunden später schauten die Versuchsteilnehmer auf einen Bildschirm, von dem ihnen nacheinander 36 verschiedene Augenpartien entgegenblickten. Die zusammengekniffenen oder weit aufgerissenen Augen hatten sie dahingehend zu deuten, was der

Person zum Zeitpunkt der Fotoaufnahme durch den Kopf gegangen war. Die neutralen Mienen konnten beide Gruppen gleich gut einordnen, während die Personen unter Ecstasyeinfluss etwa das Wohlwollen in den Augen besser, aber die Wut schlechter erkannten als ihre nüchternen Kollegen. Ähnliche Beobachtungen machten andere Wissenschaftler bei Versuchen, in denen sie den Teilnehmenden Oxytocin in die Nase sprühten, das Hormon, das beispielsweise die Mutter-Kind-Beziehung chemisch kittet, wenn es von der Mutter beim Stillen freigesetzt wird. Auch das Team um Liechti konnte einen Anstieg des «Kuschelhormons» im Blut der Personen messen, die versuchsshalber Ecstasy konsumiert hatten. Der Schluss, dass die neu entdeckten Wirkungen von Ecstasy durch Oxytocin verursacht werden, liegt nahe. **ori** ■

Mit der Zunge gegen böse Feinde

Eretria in Griechenland ist ein Zentrum der schweizerischen Archäologie. Ihre Grabungen legen die mehrere tausend Jahre alte Geschichte der Stadt frei. *Von Elisa Hübel*

Stein an Stein reihen sich die Grundmauern antiker Gebäude. Wie mit dem Lineal gezogen zieht sich eine freie Schneise durch diese Steinquader. Vor etwa 2400 Jahren befand sich hier eine Strasse. In einer Toreinfahrt kann man sogar eine Steinplatte erkennen, auf der sich die Räder von Pferdekarren mit Rillen verewigt haben. Heute grenzt dieser Ort an das etwa 3000 Einwohner zählende Provinzstädtchen Eretria auf der Insel Euböa. Es liegt etwa 45 Kilometer Luftlinie von Athen entfernt.

Ausgegraben worden ist dieses Areal von der Schweizerischen Archäologischen Schule in Griechenland (Esag). Robert Arndt ist ihr wissenschaftlicher Sekretär. «Eretria ist unsere Vorzeigegrabung», sagt der gebürtige Berliner, der in Luzern aufgewachsen ist. Er steht vor Steinfunden, sein blondes Haar ist kurz geschnitten, er trägt ein lässiges dunkelblaues T-Shirt mit der Aufschrift der Esag. Mit der Hand weist er nach Westen, wo in antiken Zeiten die Stadtmauer stand. Dann zeigt er auf einen kleinen Hügel gen Norden, wo weitere Überreste des einst imposanten Walls das Landschaftsbild prägen. Der 33-jährige Archäologe, der bereits in Jemen, Kambodscha, Tunesien und auf Kreta gegraben hat, erklärt: «Die vier Kilometer lange Mauer begann am westlichen Teil des Stadthafens, lief über den Hügel weiter und endete östlich des Hafens.» Somit besetzte die antike Stadt ungefähr das Territorium, über das sich auch das heutige Eretria erstreckt.

Das luxuriöse Mosaikenhaus

Ein paar Minuten entfernt liegt eine weitere Ausgrabungsstätte. Hier haben die Schweizer Archäologinnen und Archäologen ihren vielleicht bedeutendsten Fund gemacht: das Mosaikenhaus. «Es handelt sich um das luxuriöseste Haus der Stadt, wenn auch nicht um das grösste», meint Arndt, der von 1998 bis 2004 in Bern klassische Archäologie studiert hat. Seinen Namen erhielt das 670 Quadratmeter grosse Gebäude, weil es mehrere kunstvolle Bodenmosaiken aufweist,



für die Meereskiesel verwendet wurden. Abbildungen von Fabelwesen und Pflanzen dominieren. Das Bildnis eines Gorgonenkopfs mit ausgestreckter Zunge soll vor Feinden schützen. Die Mosaiksteine schimmern in ihren Naturfarben weiss, schwarz, rot und gelb.

Direkt neben dem Mosaikenhaus liegt die aktuellste Ausgrabung: römische Thermen. Karl Reber, Professor für klassische Archäologie an der Universität Lausanne und seit 2007 Direktor der Esag, erklärt, dass diese Thermen vor zwei Jahren entdeckt wurden: «Daraus ergeben sich neue Erkenntnisse über das Weiterleben Eretrias in römischer Zeit.» Mit Nachdruck weist er darauf hin, dass die Esag ein gesamtschweizerisches Projekt sei, an dem sich alle Schweizer Universitäten beteiligten. In der Schweiz, so Reber, «arbeitet ein Team von festen Mitarbeitern an der Planung, Realisierung und Dokumentation unserer Forschungsarbeiten». Die Esag, fügt er stolz hinzu, sei das einzige archäologische Institut



Vergangenes in die Gegenwart holen:

Archäologen legen in Eretria eine römische Bäderanlage frei (2010). Rechts eine Preisamphora aus dem Museum, um 360 v. Chr.

Bild: unil.ch/esag, Archäologisches Museum, Eretria

graben. Die Esag legt diese Periode meist auf die Semesterferien der Schweizer Universitäten im Sommer. Dann kommen etwa 15 Studenten, die in Ausgrabungstechnik ausgebildet werden.

Ins Nationalmuseum von Athen

Zwischen den schweizerischen Universitäten und der Esag gibt es in Griechenland noch weitere Kooperationsprojekte, unter anderen auf der Insel Naxos und in der Argolis auf der Peloponnes. In zwei Jahren, wenn die Esag ihr 50-Jahre-Jubiläum feiert, soll ein weiteres Projekt in Angriff genommen werden: ein archäologischer Park, der die bei Eretria verstreut liegenden archäologischen Stätten miteinander verbindet.

Begonnen hat die Geschichte der Esag 1964. Nachdem Amerikaner, die in Eretria seit 1890 aktiv waren, das antike Theater ausgegraben hatten, übernahm die Schweizerische Archäologische Mission die Arbeit. Im Jahre 1975 entstand daraus die Esag. «Seither hat sich kein anderes ausländisches archäologisches Team an den Ausgrabungen von Eretria beteiligt», sagt Arndt. Er verweist darauf, dass die Esag zahlreiche wichtige Publikationen herausgegeben habe, inzwischen über zwanzig Bände, auch in diesem Jahr seien zwei Buchproduktionen vorgesehen.

Die Finanzierung wurde in den ersten 18 Jahren ausschliesslich vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) bestritten. Seit 1982 wird die Esag von der Universität Lausanne geleitet. Seither steuert der SNF jährlich einen festen Betrag bei. 1983 wurde die Stiftung der Schweizerischen Archäologischen Schule ins Leben gerufen, die bis heute die Finanzierung unterstützt. Auch private Stiftungen und Spender, die Universität Lausanne, in Griechenland ansässige Schweizer Firmen und seit einigen Jahren auch der Bund – nur um einige der Geldgeber zu erwähnen – investieren in die wissenschaftliche Arbeit im antiken Eretria. Ein grosser Erfolg war für die Esag, als sie 2010 als erste der insgesamt 17 in Griechenland ansässigen ausländischen Archäologischen Schulen ihre Funde im Archäologischen Nationalmuseum von Athen ausstellen durfte.

Die Rückreise von Eretria führt viele Besucher auf die Fähre. Möwen flattern über den Köpfen der Passagiere, ein kleiner Junge streckt die Hände nach den weissen Meeresvögeln aus. Weil er sie nicht berühren kann, zeigt er ihnen seine Zunge, wie der Gorgone im Mosaikenhaus. ■



der Schweiz mit festem Sitz im Ausland. Bewundern kann der interessierte Besucher die Funde im Museum von Eretria, das Kenner als eines der schönsten griechischen archäologischen Provinzmuseen bezeichnen. Hier ist es kühl, die Augen empfinden den Wechsel von der gleissenden Sonne in das Licht des Raumes als angenehm. Ausgestellt sind Statuen, Grabbeigaben, Urnen, Speerspitzen, Gefässe, Webgewichte, Öllampen und Münzen. «Natürlich sieht man hier nur einen kleinen Teil der Funde. Etwa 90 Prozent der Objekte liegen im Magazin», sagt Arndt.

Hier forschen die Schweizer fast das ganze Jahr über direkt an den Fundobjekten: «Auch Doktoranden von Schweizer Universitäten erhalten während der Wintermonate die Gelegenheit, die Funde aufzuarbeiten», sagt Arndt. Die Grabungszeit im Sommer sei leider sehr knapp bemessen. Archäologische Schulen aus dem Ausland dürfen laut den griechischen Gesetzen lediglich eineinhalb Monate im Jahr



Zeitlose Stirnlocke

Comics sind nicht simpel. Als komplexe Kunstwerke unterhalten sie einen Teil des Publikums – und verschaffen einem andern Teil mittels feiner Anspielungen zusätzlichen Genuss. *Von Rea Brändle*

Seit 1938 ist Superman, als ältester der klassischen Superhelden, Monat für Monat in Action. Er müsste – da seine Abenteuer konsequent in der Jetztzeit spielen – längst in Rente sein. Dies gilt auch für den nur wenig jüngeren Kollegen Sandman, der noch immer in menschlichen Träumen unterwegs ist; eine zeitlose Figur, auch wenn ihm ab und zu von neuen Zeichnern ein verändertes Outfit verpasst wurde, mal mehr Muskeln, mal ein kühnerer Haarschnitt, wie es dem Zeitgeschmack entsprach.

Dennoch behalten die Helden unverwechselbare Merkmale. Bei Superman ist es die Stirnlocke, bei Sandman lustigerweise die Stimme: Wenn er spricht,

geschieht dies immer in weisser Schrift auf schwarzem Grund. Solche Phänomene der Wiedererkennung untersuchen die Amerikanisten Stephanie Hoppeler und Lukas Etter in seriellen Comics aus den Jahren 1980 bis 2010. Ihre Dissertationen entstehen an der Universität Bern.

Auf Spielformen der Kontinuität konzentriert sich Stephanie Hoppeler. Dass Superhelden unabhängig von ihren Schöpfern zum Einsatz kommen, überrascht angesichts der Produktionsverhältnisse nicht; so besitzt der Verlag DC Universe die Rechte an sämtlichen im eigenen Imperium lancierten Figuren. Er verfügt somit über unzählige parallel laufende Serien und zudem über die Möglichkeit, einzelne Helden für eine gewisse Zeit als Gastfiguren in anderen Serien auftreten zu lassen. Dies ist nicht ganz einfach, denn in Superheldengeschichten darf es, um die Fans nicht vor den Kopf zu stossen, nie zu eklatanten Unstimmigkeiten zwischen Titel- und Gastrolle kommen. Also müssen einzelne Leute im Verlag stets die Übersicht behalten.

Spiel mit ästhetischen Mustern

Das brachte Stephanie Hoppeler auf die Frage, die auch für andere Populärmedien relevant ist: Wie erreicht man, dass Neueinsteiger jederzeit in eine Serie einsteigen können, ohne dass dies für die treue Fangemeinde langweilig wird? Ihr Ergebnis: Comics weisen die Komplexität von Kunstwerken auf, die einen Teil des Publikums schlicht unterhalten und einem andern Teil mittels feiner Anspielungen zusätzlichen Genuss verschaffen.

Lukas Etter beschäftigt sich mit ästhetischen Fragen anhand alternativer Comics der jüngsten Vergangenheit. Sein Corpus umfasst nur wenige Werke und zugleich eine grosse thematische und formale Vielfalt. Gemeinsam ist ihnen, dass sie je von der gleichen Person getextet und gezeichnet und zuerst ausserhalb des Mainstream-Marktes veröffentlicht wurden. Berühmtestes Beispiel ist das autobiografisch erzählte «Maus» von Art Spiegelman, dem Sohn eines Auschwitz-Überlebenden.

Auch Jason Lutes befasst sich mit Deutschland, genauer, mit dem Berlin der Weimarer Republik. Einen anderen Zugang zur Geschichte hat Chris Ware. Er spielt unter anderem mit ästhetischen Mustern der 1890er Jahre in «Jimmy Corrigan – The Smartest Kid on Earth», einer liebevoll gemachten Antihelden-Geschichte, wovon Teile ursprünglich im «New Yorker» erschienen sind. Für Szenenblätter schliesslich entstand «Dykes to Watch Out For» von Alison Bechdel, was ihr die Freiheit liess, formal zu experimentieren. Lukas Etter hat bei all diesen Comics, die eine unterschiedliche Aufmachung haben, auf der formalen Ebene «Aspekte der Serialität» gefunden. ■

Ausserhalb des Mainstreams: Aus Jason Lutes' «Berlin» (2008).

Illustration: © Jason Lutes/
Image courtesy of Drawn & Quarterly



Heftige Definitionskämpfe: Anders als die Versicherer verstehen die Hausärzte unter Qualität die Lebenswelt ihrer Patienten. (Ohrenspülung im Entlebuch, 2006.)

Qualität als Floskel?

Wenn heute von der Hausarztmedizin die Rede ist, dann meist im Zusammenhang mit zu erhöhender «Effizienz» und zu berücksichtigender «Evidenz», mit notwendiger «Kostenminimierung», «patientenzentrierter Behandlung» und so weiter. Der Kernbegriff, um den diese Ausdrücke geradezu inflationär kreisen, ist die zu verbessernde oder zumindest zu sichernde «Qualität» der Medizin. Die Medizanthropologin Andrea Abraham von der Universität Bern kommt zum Schluss, dass die verschiedenen Akteure des Gesundheitswesens – die Hausärzte, ihre Vereinigungen, die FMH, die Gesundheitspolitiker, die Krankenversicherungen – den Qualitätsbegriff hemmungslos benutzen, darunter aber etwas je anderes verstehen. Andrea Abraham betrachtet Qualität deshalb als Teil einer «rhetorischen Strategie», die zur Legitimation eigener Interessen und Positionierungen dient. Wenn etwa die Versicherer von guter Qualität redeten, meinten sie die tiefen Kosten, während die Hausärzte zusätzlich die Lebenswelt der Patienten im Blick hätten. Der Qualitätsdiskurs ist bereits anfangs des 20. Jahrhunderts in der US-amerikanischen und der japanischen Industrie entstanden, von dort unter neoliberalen Vorzeichen nach England und den Niederlanden gewandert und schliesslich in der Schweiz angelangt. Man stecke viel Zeit, Geld und Erwartungen in Qualitätsprogramme, wie etwa die aktuelle Qualitätsstrategie des Bundes im Gesundheitswesen zeige, obschon der reale Nutzen nur schwer zu definieren sei, sagt Andrea Abraham. **uha** ■

Moldawien will seine Forschenden zurück

Aus der osteuropäischen Republik Moldawien wandern massenhaft kluge Köpfe ab. Heute arbeiten in der ehemaligen Sowjetrepublik noch 5500 Menschen in der Bildung und der Forschung, vier Mal weniger als 1990. Die moldawische Regierung hat den Ernst der Lage erkannt und versucht, Gegensteuer zu geben. In dem vom SNF, von der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit und der moldawischen Akademie für Wissenschaften unterstützten Scopes-Projekt arbeiten auch Forschende der ETH Lausanne mit. Sie untersuchen, ob die hoch qualifizierten Auswanderinnen und Auswanderer dazu beitragen können, der moldawischen Forschung wieder auf die Beine zu helfen. Das Team um Jean-Claude Bolay und Gabriela Tejada machte rund 200 moldawische Emigranten ausfindig und befragte sie. Die

Resultate zeigen, dass die meisten noch immer regelmässigen Kontakt mit der Heimat pflegen. Über 40 Prozent schicken Verwandten Geld, damit diese finanziell über die Runden kommen. Viele der ausgewanderten Forschenden haben auch schon mit Kollegen in Moldawien gemeinsame Projekte durchgeführt oder an Tagungen in der Heimat teilgenommen. Vielen fehlt aber schlicht die Zeit, um mehr für die Entwicklung der Wissenschaft in ihrem Heimatland zu tun. Und viele sind der Ansicht, dass die Regierung mehr für die Forschung unternehmen sollte. Eine Mehrheit würde gerne wieder nach Moldawien zurückkehren – angesichts der prekären finanziellen Lage und der schlechten Infrastruktur im Land glauben allerdings die wenigsten an akzeptable Berufsaussichten. **Simon Koechlin** ■



Keine Rückkehr: Viele moldawische Forschende wandern aus, würden aber gern in ihre Heimat zurückkehren (Staatliche Universität Comrat, 2007).

Dominantes Deutsch in der Bundesverwaltung

Die Schweiz kennt die drei Amtssprachen Deutsch, Französisch und Italienisch sowie die Teilamtssprache Rätoromanisch. Die Mehrsprachigkeit schlägt sich auch in der Rechtsordnung nieder. So müssen die einzelnen Sprachfassungen der Erlasse des Bundes und der vier mehrsprachigen Kantone rechtlich gleichwertig und verständlich sein – keine einfache Aufgabe, wenn man sich nur schon die Eigenheiten der verschiedenen Sprachen und die mit ihnen verbundenen kulturellen Differenzen vergegenwärtigt. Die Aufgabe wird denn auch nur zum Teil zufriedenstellend gelöst, wie eine im Nationalen Forschungsprogramm «Sprachenvielfalt und Sprachkompetenz in der Schweiz» (NFP 56) erstellte

rechtswissenschaftliche Studie besagt, die nun als – selbstredend mehrsprachige – Publikation vorliegt. Das Deutsche nehme häufig eine allzu dominante Stellung ein, besonders wenn die für die Erarbeitung eines neuen Gesetzes zuständige Kommission nur einsprachig arbeite. Die Autoren empfehlen den zuständigen Stellen dringend, die Rückmeldungen der Übersetzer besser zu berücksichtigen und generell das Italienische und das Rätoromanische zu stärken. **uha** ■

Rainer J. Schweizer, Marco Borghi (Hg.): Mehrsprachige Gesetzgebung in der Schweiz – Législation plurilingue en Suisse – Legislazione plurilingue in Svizzera – La legislazione plurilingua en Svizra. Dike-Verlag, Zürich, St. Gallen 2011. 519 S.

Mut zur Prognose

Bern ist auf der Landkarte der internationalen Klimaforschung eine wichtige Adresse. An der Abteilung für Umweltphysik der Universität rekonstruieren Thomas Stocker und sein Team aus uraltem Eis Klimaprozesse. *Von Felix Würsten*

Wir halten im Moment den Weltrekord», sagt der Berner Umweltphysiker Thomas Stocker stolz. 800 000 Jahre alt ist das Eis aus der Antarktis, das er mit seinem Team in den Labors der Abteilung für Klima- und Umweltphysik der Universität Bern analysiert hat. In aufwändiger Arbeit gelang es den Klimaforschern, die Konzentration der Treibhausgase CO₂ und Methan im Eis zu messen und damit einen wichtigen Datensatz für die Klimaforschung zu gewinnen. Die Messwerte zeigen, wie sich der Gehalt der Treibhausgase in der Atmosphäre im Laufe der Zeit veränderte. Und dies wiederum erlaubt wichtige Rückschlüsse, etwa wie sich Kohlenstoffkreislauf und Klima gegenseitig beeinflussen.

Zurzeit ist Thomas Stocker mit seiner Gruppe daran, die Daten aus einem zweiten Eisbohrkern aus der Antarktis auszuwerten. Dieser reicht zwar «nur» 230 000 Jahre zurück; doch da er näher am Atlantik entnommen wurde, liefert er besonders wichtige Daten. «Der Atlantik spielt im globalen Klima eine Schlüsselrolle, denn er prägt die weltweiten Meeresströme», sagt der Umweltphysiker. Die Messdaten bestätigen, dass es im Atlantik tatsächlich eine «Nord-Süd-Klimaschaukel» gibt. Rund 20 Mal habe diese Schaukel im Laufe der letzten Eiszeit hin und her geschwankt und damit immer wieder Klimaveränderungen ausgelöst. Die präzise Analyse von Umweltarchiven ist ein wichtiger Bereich von Thomas

Stockers Abteilung. Sie setzt damit eine erfolgreiche Geschichte fort, spielen die Berner Klimaforscher doch in diesem Gebiet seit langem eine führende Rolle. Das Team, das inzwischen drei Professuren umfasst, entwickelte beispielsweise neue Techniken zur Extraktion von Treibhausgasen aus Eiskernen und erweiterte das Spektrum an chemischen Elementen und Isotopen, die untersucht werden können. Läuft alles nach Plan, werden die Berner Klimaforscher auch mit von der Partie sein, wenn in einigen Jahren mit einer Bohrkampagne 1,5 Millionen Jahre altes Eis in der Antarktis aufgespürt werden soll.

Zur Berner Crew stiess Stocker Anfang der neunziger Jahre allerdings aus einer anderen Richtung. Als Spezialist für Klimamodellierung versucht er, die vielschichtigen Wechselwirkungen des Systems Erde im Computer nachzubilden. Dazu setzt der Klimaphysiker in erster Linie Modelle mittlerer Komplexität ein. Diese können die physikalischen Vorgänge zwar nicht so präzise abbilden wie die grossen Modelle der spezialisierten Rechenzentren. Doch dafür kann man mit ihnen Vorgänge simulieren, die für die grossen Modelle zu aufwändig sind. «Man kann spielen damit», meint Thomas Stocker lachend. «Diesen Aspekt vermisse ich bei den grossen Modellen.» Allerdings müsse man sich beim Spielen stets auch die Grenzen vor Augen halten: «Meiner Meinung nach machen viele Forscher den Fehler, dass sie ihre Modelle überstrapazieren und damit fragwürdige Aussagen produzieren.»

Thomas Stocker ist begeisterter Klimaforscher. Dass er in seiner Abteilung zwei verschiedene Bereiche vereint, empfindet er als grossen Vorteil: «Bei uns arbeiten sowohl Kollegen, die Daten produzieren, als auch Leute, die mit ihren Modellen Hypothesen überprüfen oder Voraussagen machen.» Die enge Zusammenarbeit erleichtert nicht nur den Austausch, sondern fördert auch den gegenseitigen Respekt: Die Modellierer realisieren, wie anstrengend es ist, einen einzelnen Messpunkt zu gewinnen. Und umgekehrt sehen die experimentellen Forscher, dass auch das Modellieren ein anspruchsvolles Handwerk ist.

Offener Review

Was Stocker zurzeit am meisten auf Trab hält, sind jedoch weder Klimamodelle noch Eisbohrkerne, sondern der fünfte Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Als Co-Vorsitzender der Arbeitsgruppe «Wissenschaftliche Grundlagen» koordiniert er nicht nur die Beiträge von über 200 Autoren, sondern hält er auch den Reviewprozess in geordneten Bahnen, an dem sich über 600 Experten beteiligen. Unter Stockers Leitung wurde das Review möglichst weit geöffnet; auch kritische Journalisten



oder Blogschreiber können also ihre Stimmen einbringen. Amüsiert stellt Stocker fest, dass just die lautesten Kritiker des IPCC davor zurückschrecken, sich auf eine ernsthafte Debatte einzulassen. Die Tätigkeit als Vorsitzender der IPCC-Arbeitsgruppe ist zeitintensiv. «Ich kann das neben meiner wissenschaftlichen Arbeit nur bewältigen, weil ich in meiner Gruppe selbständige Mitarbeitende habe und mich ein tüchtiges achtköpfiges Team bei den IPCC-Aufgaben unterstützt.» Bis im Herbst 2013 sollen die Arbeiten am Hauptbericht abgeschlossen sein. Danach muss der Synthesebericht fertiggestellt werden.

Kleine Fortschritte

Der fünfte Sachstandsbericht werde keine fundamental neuen Erkenntnisse bringen, zieht Stocker ein erstes Fazit. «Aber wir werden zu vielen Einzelaspekten bessere Einschätzungen veröffentlichen, etwa zur Rolle der Wolken.» Ein wichtiges neues Element sind die kurzfristigen Voraussagen zum Klimawandel. Auch wenn es aufgrund der grossen Unsicherheiten schwierig sei, konkrete Aussagen über die nächsten zwanzig oder dreissig Jahre zu machen, müsse die Wissenschaft zeigen, was heute zu diesem Thema gesagt werden könne, ist Stocker überzeugt.

Der Berner Umweltphysiker spielt nicht nur im IPCC eine wichtige Rolle, sondern äussert sich auch regelmässig in der öffentlichen Debatte zu Wort. Dass er immer wieder die gleichen Argumente widerlegen müsse, sei zwar ermüdend, gehöre aber zu seinem Job. «Einzig auf beleidigende oder aggressive Anfragen reagiere ich nicht mehr.» Und er hat inzwischen auch gelernt, sich von den zäh erkämpften, aber nur kleinen Fortschritten der globalen Klimapolitik nicht mehr allzu sehr frustrieren zu lassen. «Wenn man die Vereinbarungen der letzten Klimakonferenzen im Detail studiert, sieht man durchaus Fortschritte», sagt Stocker. «Und hält man sich dann noch vor Augen, wie lang es in der Schweiz dauert, bis ein Gesetz verabschiedet ist, darf man sich nicht wundern, dass die Konsenssuche auf internationaler Ebene viel Zeit benötigt.» ■

Rohstoff für die Klimaforschung: Eisbohrkern in einer Station in der Ost-Antarktis (links). Oben: Thomas Stocker (Mitte) an einer Pressekonferenz des IPCC (Kopenhagen 2009).

Bild: Franz Dejon/IISD (oben), Patrik Kaufmann/Uni Bern

Tüfteln mit Atomen

Das Forschungszentrum für Plasmaphysik der ETH Lausanne erforscht die Kernfusion. Diese könnte dereinst die Energieerzeugung revolutionieren.

Von Pierre-Yves Frei

D 1961 gründete der Schweizerische Nationalfonds das Forschungszentrum für Plasmaphysik (CRPP). Die Leitung des Zentrums war fest überzeugt: Die Kernfusion hat Zukunft. Fünfzig Jahre später leistet das CRPP einen wesentlichen Beitrag für Iter, ein internationales Projekt zum Bau eines thermonuklearen Reaktors im südfranzösischen Cadarache, das zeigen soll, dass eine Kernverschmelzung während mehrerer Minuten möglich ist.

Eine nicht weniger bedeutende Rolle wird das Schweizer Labor beim geplanten Nachfolgereaktor Demo spielen, der nachweisen soll, dass sich die Fusion wirtschaftlich nutzen lässt. «Unsere Arbeiten tragen zur Entwicklung, Modellierung und Umsetzung dieser Fusionsreaktoren bei», erklärt Minh-Quang Tran, Physikprofessor und seit 1999 Leiter des CRPP. «Der Beitrag und der wissenschaftliche und

technologische Input der Schweiz sind im Vergleich zur Grösse unseres Landes weit überproportional.» Was ist eigentlich Plasma? Das ist der energetische Zustand der Materie, wie er auf der Sonne vorliegt. Dieses Gas aus Deuterium und Tritium – das teilweise aus Lithium entsteht – wird auf die unvorstellbar hohe Temperatur von ungefähr 150 Millionen Grad Celsius gebracht, bei der die Atome ihre Elektronen verlieren. Wenn die Atomkerne dieser Schutzhülle beraubt sind, können sie sich so nahe kommen, dass sie unter gewaltiger Energiefreisetzung verschmelzen.

150 Millionen Grad Celsius

Hitze ist nicht die einzige Voraussetzung. Auch der Druck spielt eine entscheidende Rolle. Das Plasma wird deshalb mit einem ungeheuren Magnetfeld wie in einen Schraubstock gezwängt. «Unsere Physiker haben sich mit ihrem Wissen in der Modellierung der Plasma-Eigenschaften für eine erfolgreiche Fusion einen Namen gemacht», sagt Tran. «Ein Trumpf ist dabei unser Tokamak (TCV). Er erzeugt den Magnetfeldkäfig, der für die Kernverschmelzung erforderlich ist. Dank seiner variablen Geometrie lassen sich verschiedene Plasmaformen und deren Erhitzung untersuchen.»

Anfang Jahr hatte das CRPP erneut Anteil am Erfolg des Unternehmens Fusion. Für die Physiker sind Instabilitäten im Plasma störend, da diese nicht nur den Fusionsvorgang, sondern auch die Komponenten in der Nähe des hyperheissen Gases gefährden. Die Lausanner Forscher haben nun eine «Multifunktionsantenne» entwickelt, die elektromagnetische Wellen aussendet und damit sich anbahnende Instabilitäten «beruhigt». Zur Erzeugung dieser elektromagnetischen Strahlung war die Entwicklung ultraleistungsfähiger Quellen erforderlich.

Diese Erkenntnisse werden Iter zweifellos weiterbringen. Ebenso wie der Test der Supraleiter für Iter und Demo – eine Aufgabe, die dem CRPP vom europäischen Partner anvertraut wurde. «1978 unterzeichnete Bern das Assoziierungsabkommen mit Euratom», sagt Tran. «Die Mitwirkung an Jet gestern, Iter heute und Demo morgen verlieh der Fusionsforschung in der Schweiz entscheidende Impulse. Sie trägt dazu bei, dass der Menschheit vielleicht eines Tages eine erneuerbare, umweltfreundliche Energiequelle zur Verfügung steht.»

Vor dem ersten Fusionsexperiment mit Iter, das etwa für 2027 vorgesehen ist, steht noch viel Arbeit an. «Ich bin sicher, dass wir Fusionsreaktionen während etwa einer Stunde werden beobachten können und nicht nur während einiger Mikrosekunden wie zu Beginn meiner Laufbahn. Dies wird ein neues Zeitalter der Energiegewinnung einläuten», sagt Tran. ■

Wie ein Standbild aus einem Science-Fiction-Film: Der Tokamak (TCV) des Forschungszentrums für Plasmaphysik in Lausanne, von innen gesehen.
Bild: Alain Herzog/EPFL



Technisch unterstützte Koordination: Die Diskussion um die Zulässigkeit der Schwimmanzüge dürfte bald neuen Stoff erhalten (Tenero, 2009).

Schneller schwimmen mit Sensoren

In einem Schwimmwettkampf zählt jede Zehntelsekunde. Die Trainer dürfen bei der Vorbereitung der Athleten nichts dem Zufall überlassen. Ein Hightech-Sensor soll sie nun bei dieser Aufgabe unterstützen.

Das in den Schwimmanzug integrierte System «Physiolog® III» umfasst Beschleunigungsmesser und Gyroskope, deren Signale dem Trainer aufschlussreiche Informationen beispielsweise über die Geschwindigkeit und die Koordination der Bewegungen liefern. Die Forschenden des Laboratoriums für Bewegungsmessung und -analyse der ETH Lausanne und der Universität Lausanne, die das System entwickelten, mussten jedoch einige

Hürden bewältigen. «Im Wasser gibt es keine Stützphase. Modelle für die Fortbewegung auf dem Boden liessen sich deshalb nicht verwenden», sagt Kamiar Aminian, Direktor des Laboratoriums. «Ausserdem mussten die biomechanischen Besonderheiten beim Schwimmen berücksichtigt werden.» Das unter Mithilfe des Schwimmteams «Lausanne Natation» getestete System wird vor der Vermarktung weiterentwickelt. Es könnte sich nicht nur für das Schwimmtraining im Breiten- und Spitzensport als wertvoll erweisen, sondern auch im medizinischen Bereich bei der Rehabilitation im Wasser. **Elisabeth Gordon**

Quantenkryptografischer Wettkampf

Die Quantenkryptografie hat sich ihrer Unangreifbarkeit gerühmt – bis 2010 norwegischen Forschern das Undenkbare gelungen ist: zwei kommerziell angebotene Systeme auszuspielen, von denen eines vom Genfer Start-up IDQuantique vertrieben wird. Die Wissenschaftler nutzten eine Schwäche aus, um zusätzliche Informationen zu gewinnen und den geheimen Schlüssel zu knacken, wie ein Dieb, der einen Pin-Code aufgrund der Geräusche errät, welche die Finger auf der Tastatur des Bankomaten erzeugen. «Die Quantenkryptografie ist zu 100 Prozent sicher, aber nur theoretisch und mit idealen Geräten», erklärt Renato Renner von der ETH Zürich. «In der Praxis ist dies niemals der Fall. Die norwegischen Forscher haben die Tatsache genutzt, dass die verwendeten Fotonendetektoren nicht perfekt sind. Indem sie diese mit einem Laser blendeten, gelang es ihnen, sich unbemerkt zwischen Sender und Empfänger des geheimen Schlüssels zu schleichen.»

Im Januar 2012 zeigte Renato Renner in «Nature Communications», dass ein kryptografisches System tatsächlich zuverlässig sein kann. «Es reicht, wenn die Detektoren ein bestimmtes Mass an Effizienz erreichen», sagt der Physiker. «Dann ist das System sicher, selbst wenn nicht alle anderen Einzelheiten der Geräte bekannt sind.» Einer der Autoren des Artikels, Nicolas Gisin von der Universität Genf, ist besonders daran interessiert, diese Detektoren zu verbessern: Er hat 2001 das Genfer Unternehmen gegründet. **Daniel Saraga**



Können Pflanzen hören? Ein Angehöriger der Maori führt Besucher durch den Waipoua-Wald, ein Musikinstrument spielend (Neuseeland, 2010).

Heilige Bäume als Klimazeugen

Der Kauri ist der grösste Baum Neuseelands. Manche Exemplare erreichen Durchmesser von fünf Metern oder mehr. Der Kauri spielt in der Mythologie der Maori eine wichtige Rolle. Die mitunter mehrere tausend Jahre alten Waldriesen werden als Gottheiten verehrt. Und sie erzählen auch für Klimaforscher äusserst interessante Geschichten. Der Kauri weist charakteristische Jahrringe auf und zeichnet damit die regionalen klimatischen Bedingungen exakt auf. Damit lassen sich Jahrringkalender rekonstruieren, die viele Jahrhunderte zurückreichen und klimatische Schwankungen detailliert aufzeigen. Ein internationales Forscherteam, an dem auch der Waldökologe Jan Wunder von der ETH Zürich beteiligt war, hat diese natürlichen Aufzeichnungen nun auf Zusammenhänge mit dem nur fragmentarisch

entschlüsselten El-Niño-Phänomen untersucht. Dieses Zirkulationssystem von Ozean und Atmosphäre im Pazifikraum – korrekt El Niño/Southern Oscillation (Enso) – sorgt für quasizyklische Veränderungen im Klima und kann verheerende Auswirkungen auf lokaler Ebene haben: Trockenheit mit Ernteeinbrüchen und Waldbränden, Wirbelstürme und Überschwemmungen. Man vermutet, dass die Klimaerwärmung die Enso-Aktivität verstärkt; nachweisen liess sich das bis anhin kaum. Die aus den Kauri-Stämmen gewonnenen Daten lassen nun tatsächlich darauf schliessen, dass das 20. Jahrhundert das Enso-aktivste der letzten 500 Jahre war. Zudem zeigen die Daten, dass mit einer noch stärkeren Enso-Aktivität gerechnet werden muss, wenn die Temperaturen weiter ansteigen. **Roland Fischer**



«Die Note reduziert die Transparenz»

Das Peer-Review funktioniert nicht nach rein rationalen Kriterien – und garantiert damit den Betrieb des Wissenschaftssystems, sagt der Soziologe Martin Reinhart.

Von Urs Hafner, Bild Derek Li Wan Po

Herr Reinhart, das Peer-Review hat in der Wissenschaftswelt einen Fetisch-Status: Die von ihm gutgeheissene Forschung gilt allgemein als gut, die von ihm abgelehnte Forschung als schlecht. Beseitigt die Forschergemeinde mit diesem System Unsicherheiten über die schwierige und manchmal unmögliche Bewertung von Forschung?

Fetisch würde ich nicht sagen, auch wenn das Peer-Review in der Forschungsförderung eine fast unmögliche Aufgabe leistet,

nämlich dem Versprechen des Antragstellers zu glauben, in einem unbekannten Gebiet etwas Neues herauszufinden. Das Verfahren gibt es schon seit über 350 Jahren und in allen Disziplinen und in allen Nationen. Diese Konstante ist erstaunlich für das sich permanent verändernde Feld der Wissenschaften, das sich durch die Entdeckung des Neuen auszeichnet. Das Verfahren verleiht den von ihm akzeptierten Objekten automatisch

eine Validität, unabhängig davon, wie gut es funktioniert. Auch ein schlechtes Peer-Review hat eine grosse soziale Kraft. Allerdings darf es nicht permanent schlecht sein, sonst würde die Wissenschaftlergemeinschaft aufbegehren.

Was ist ein schlechtes und was ein gutes Peer-Review?

Das kann ich nicht sagen. Das Verfahren hat sich seit dem Zweiten Weltkrieg stark formalisiert. Verbreitet ist heute das Modell, wonach es mindestens drei Gutachter aus dem engsten Fachbereich und einen Mehrheitsentscheid braucht. Vorher hat bei manchen Zeitschriften eine Fachgrösse allein über die Publikation eines Artikels entschieden.

Weshalb ist es zu dieser Formalisierung gekommen?

Der Staat steckt viel mehr Geld in Forschung und Wissenschaft als vor 1950. Damals existierte eine Art Sozialvertrag: Die öffentliche Hand sagte, wir geben der Wissenschaft Geld, lassen sie machen, da wir ohnehin nichts davon verstehen, und schauen, was sie an Positivem hervorbringt, das der Allgemeinheit dient. In den 1970er Jahren hat die Öffentlichkeit diesen Sozialvertrag aufgekündigt. Heute muss die Wissenschaft permanent belegen, was und warum sie etwas tut. Das hat zur Professionalisierung der Forschungsförderung und zur Formalisierung des Peer-Review geführt. Sie beschleunigt das Verfahren und erleichtert die Rechenschaftsablegung, weil Noten eine klare Sprache sprechen. Allerdings muss die Öffentlichkeit auch bereit sein, die steigenden Verwaltungskosten zu bezahlen. Ein Teil des Mittelzuwachses fliesst in die Kontrolle.

Bringt die Formalisierung des Peer-Review die Wissenschaften weiter?

Schwierig zu sagen. Das Peer-Review steckt in jeder Ritze des Wissenschaftssystems: Es entscheidet über Publikationen, die Forschungsförderung, die Besetzung

von Stellen und so weiter. Man kann sich gar nicht vorstellen, wie das System ohne Review funktionieren könnte. Ein Problem der Formalisierung ist, dass ihr Gegenstand, die Wissenschaft, schwer formalisierbar ist, weil sie nach Neuem strebt.

Wissenschaft müsste idealerweise herrschaftsfrei funktionieren: Durchsetzen soll sich nicht, wer am meisten Macht besitzt, sondern wer das bessere Argument einbringt. Funktionierte das Peer-Review nach diesem Prinzip?

Zum Teil. Es kann nicht jeder Beliebige Mitglied eines Gremiums werden. Gewöhnlich sitzen dort Leute ein, die sich in ihrem Feld als zentrale Figuren haben etablieren können, die einen guten Ruf und eine grosse Publikationsliste haben, kurzum: die alten Herren. Das heisst aber nicht, dass diese keine rationalen Entscheide treffen.

Neigen diese dazu, Projekte abzulehnen, die der Ausrichtung ihrer Arbeit widersprechen, und so Innovation zu verhindern?

Empirisch belegt ist der Vorwurf des Konservatismus nicht, auch wenn tatsächlich eine Reihe von Nobelpreisträgern Schwierigkeiten hatte, durch die Peer-Review-Verfahren zu kommen, weil niemand das Neue ihrer Arbeit verstanden hat. Es ist verständlich, dass arrivierte Leute nicht einfach alles über Bord werfen, was sie als richtig erachten. Das Peer-Review sorgt für die Balance zwischen Altem und Neuem, die wohl nötig ist für die Stabilität des Systems.

Viele Geisteswissenschaftler reagieren skeptisch auf die Ausbreitung des Peer-Review in ihrem Gebiet.

Man ist schnell zur Hand mit der Aussage, dass Naturwissenschaftler aufgrund ihrer Arbeitsweise kein Problem damit hätten, dass ein Gutachter auf einem Formular

Noten von eins bis fünf verteile, den Durchschnitt berechne und eine Gesamtnote setze – diese Art von Objektivitätsproduktion entspreche ihrem Alltag. Und der Geisteswissenschaftler arbeite demgegenüber mit zusammenhängenden Texten, Argumenten und Ästhetik... Aber: Noch vor 15 Jahren basierten Begutachtungsverfahren in der Biologie und der Medizin nicht auf formalisierten Formularen, sondern auf frei verfassten Texten, zum Teil ist das noch heute der Fall.

Werden Texte der Komplexität eines Forschungsprojekts eher gerecht als ein Formular?

«Einige Nobelpreisträger hatten Schwierigkeiten, durch das Peer-Review zu kommen.»

Nicht unbedingt. In einer Note kann viel Wissen eines guten Gutachters stecken. Er reduziert damit die Komplexität. Aber sie reduziert die Nachvollziehbarkeit und Transparenz des Verfahrens.

Sie haben das Peer-Review des SNF im Bereich Biologie und Medizin untersucht und so Einblicke in möglicherweise brisante Dokumente erhalten. War es schwierig, eine Erlaubnis zu bekommen?

Überraschenderweise nicht. Wir haben es zuerst bei renommierten Journals versucht, sind dort aber nie weiter als in das Vorzimmer gekommen. Weil die Akten des SNF als Teil des Bundesarchivs gelten, sind sie – unter gewissen Bedingungen natürlich – zugänglich.

Vom SNF finanziert haben Sie das Peer-Review des SNF untersucht, und ich befrage Sie nun für das SNF-Forschungsmagazin über Ihre Resultate ... Gehe ich recht in der Annahme, dass Sie herausgefunden haben, dass beim SNF alles in Ordnung ist?

(Lacht.) Der SNF hat nicht die kleinste Beeinflussung unternommen, er hat nicht einmal ein besonderes Interesse an unseren Resultaten bekundet. Wir konnten in Ruhe arbeiten, das war optimal. Unsere Resultate zeigen, dass die Forschungsförderung des SNF im Bereich Medizin und Biologie weder einzelne Universitäten,

Peer-Review

Mit dem Peer-Review-Verfahren steuern die Wissenschaften sich selbst. Die Gutachter – allesamt Fachkolleginnen und Fachkollegen – begutachten anonym Forschungsgesuche und Papers und entscheiden über die Vergabe von Geldern und Publikationsraum.

Sprachregionen noch die Männer oder sonst eine Gruppe bevorzugt. Dieser Teil der Ergebnisse ist für den SNF positiv. Wir haben aber auch herausgefunden, was für jedes Peer-Review gilt: Es funktioniert nicht nach rein rationalen Kriterien, sondern leistet einen Ausgleich zwischen der Produktion gesicherten Wissens und den sozialen Notwendigkeiten des Wissenschaftssystems. Es dient also dessen Selbstregulation, der Verteilung von Macht, dem Eindämmen von Konflikten. Die Doppelfunktion rührt daher, dass es ein kollaboratives Verfahren ist, an dem mehrere Gutachter beteiligt sind.

Sechs Augen sehen mehr als zwei.

Das ist der Vorteil. Der Nachteil ist die Arbeitsteilung und die zeitliche Ausdehnung. Das heisst, dass nicht zwei oder drei Gutachter die ganze Arbeit prüfen, sondern die einzelnen Reviewer verschiedene Teile. Der eine Reviewer verlässt sich auf den anderen und umgekehrt – und so verlieren sie das Ganze aus dem Blick, was bei der Beurteilung eines Gesuchs zu blinden Flecken führt.

Das Peer-Review existiert sowohl in liberalen Demokratien als auch in autoritären Systemen. Kann es überall bestehen?

Noch Ende des 20. Jahrhundert dachte die Wissenschaftssoziologie, dass sich die moderne Wissenschaft, die unabhängig von konkreten Personen funktioniert, deren Wissen offen kommuniziert und von allen geprüft werden muss, nur in der modernen Demokratie entfalten kann. Aber diese Annahme ist unrealistisch. China hat ein sehr produktives Wissenschaftssystem. Das formalisierte Peer-Review scheint so flexibel zu sein, dass man es überall einsetzen und wohl auch zu anderen Zwecken als wissenschaftlichen benutzen kann. Das ist seine Stärke wie seine Schwäche. ■

Martin Reinhart

Der Soziologe Martin Reinhart arbeitet am Programm für Wissenschaftsforschung der Universität Basel. Auf Herbst 2012 tritt er eine Juniorprofessur an der Humboldt-Universität in Berlin an. Seine Dissertation «Soziologie und Epistemologie des Peer Review. Forschungsförderung im Schweizerischen Nationalfonds» erscheint dieser Tage im Nomos-Verlag.

Umgeben Sie Ihr Kind mit dem richtigen Spielzeug.

Damit Ihr Sprössling nicht Rapper, Model oder Publizistikstudent wird, sondern Chemiker, Physiker oder Ingenieur, sollten Sie schon früh eine wissenschaftliche Erziehung einleiten. Unsere Wissenschaftler-Puppen inspirieren ihr Kind. **WidmerPuppen™**



Die Grenzen der Forschungsfreiheit

Die Experimente, die zur Entwicklung gefährlicher Vogelgrippeviren führten, hätten nicht stattfinden dürfen. Sie zeugen von einer Verantwortungslosigkeit in der Forschung. Nun muss die Forschungsgemeinschaft reagieren, damit beim nächsten Mal rechtzeitig die Alarmglocken läuten.

Von Didier Trono

Zwei Labors, ein europäisches und ein US-amerikanisches, haben kürzlich neue Variationen des Vogelgrippevirus H5N1 entwickelt, die von Säugetieren übertragen werden. Die Entwicklung der möglicherweise pandemischen Erreger – der laut den Beteiligten «wahrscheinlich gefährlichsten Viren, die hergestellt werden können» – hat eine wichtige Diskussion ausgelöst. Einige Forschende weisen darauf hin, dass die wissenschaftliche Unabhängigkeit unantastbar sei und dass solche Versuche nützliche Erkenntnisse liefern könnten. Die Gegner bedauern, dass die Labors wenig Weitsicht gezeigt hätten und offenbar keine Mechanismen vorhanden sind, mit denen man solche Versuche verhindern könnte. Ich teile die Ansicht, dass diese Experimente nie hätten durchgeführt werden dürfen.

Zu ihrer Rechtfertigung wird aufgeführt, dass die vorgängige Kenntnis eines gefährlichen Mutanten seine Früherkennung erlaube, dass man dadurch Impfstoffe und bessere antivirale Mittel entwickeln könne und dass sich ein solcher Mutant früher oder später auch in der Natur entwickelt hätte. Alle diese Punkte sind widerlegbar. Erstens: Es gibt keine globale Strategie zur Überwachung von Grippeviren, nicht einmal für gängige Virenstämme. Zudem ist nicht einmal davon auszugehen, dass hochansteckende H5N1-Mutanten dieselben Sequenzen aufweisen würden wie die im Labor entwickelten Viren. Zweitens: Der Schlüssel zu einem guten Impfstoff liegt in der Identifikation von massgeblichen Antigenen des Virus und nicht in der Kenntnis seiner Virulenzfaktoren. Drittens: Breit einsetzbare antivirale Mittel zielen auf zentrale Funktionen der Viren und nicht auf stamm-spezifische Eigenheiten.

Viertens: Seit mehr als fünfzehn Jahren hat sich der H5N1-Virus milliardenfach in Vögeln vermehrt. Millionenfach sind dabei alle lebensfähigen Kombinationen von Mutationen entstanden. Wieso ist nie ein Mutant mit den Eigenschaften des künstlich erzeugten Virus aufgetaucht? Die gleichzeitige Einführung verschiedener Mutationen mit gentechnischen Methoden ist etwas anderes als die schrittweise



Alain Herzog

Akkumulation von spontanen Mutationen, die in gewissen Kombinationen das Überleben des Virus verunmöglichen. Indem die Forschenden ein unnatürliches Umfeld schufen – nicht einmal in Aesops Fabeln sniffen Frettchen grössere Mengen von Hühnersekreten –, ermöglichten sie Entwicklungen, die unter normalen Umständen niemals stattfinden würden.

Die Befürworter führen zudem auf, dass die Ergebnisse und deren Verbreitung nicht zu einem erhöhten Risiko von Bioterrorismus beitrügen, da die Virusstämme nur in hoch-spezialisierten Labors herangezüchtet werden könnten. Solche Labors sind aber nicht immer sicher, wie die Anthrax-Briefanschläge zeigten, die ein Angestellter eines führenden Forschungszentrums ausgeübt hatte. Zudem ist es in der Vergangenheit zu unbeabsichtigten Freisetzungen von Viren gekommen. Und wie gross wird das Risiko in zwanzig Jahren sein, wenn die molekulare Herstellung von Viren dank einfachen Laienbausätzen und Erbgut-Synthesefirmen trivial sein wird?

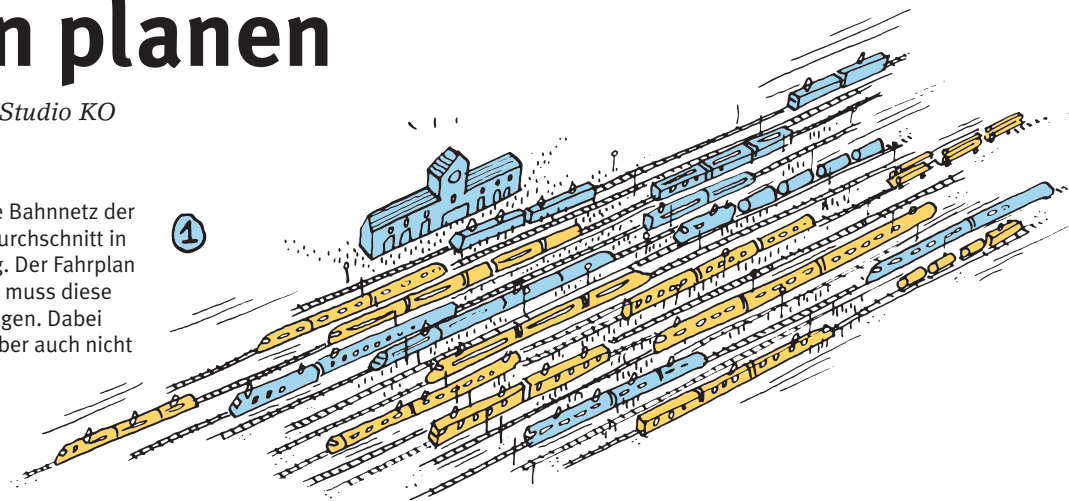
Auch wenn die neuen Virusstämme deutlich weniger tödlich sind als anfänglich angenommen, müssen nun die Forschungsgemeinschaft, die Förderorganisationen und die Aufsichtsbehörden weltweit entschlossen reagieren. Beim nächsten Vorhaben, das einen die Menschheit gefährdenden Krankheitserreger herstellen will, müssen die Alarmglocken läuten. Dass die Diskussion erst beginnt, nachdem die Beschreibungen der Erfolge zur Publikation eingereicht worden sind, zeugt von einer bedenklichen Unreife im Umgang mit dieser Art von Forschung. ■

Didier Trono ist Professor und Dekan der School of Life Sciences der ETH Lausanne. Er ist zudem Forschungsrat der Abteilung Biologie und Medizin des SNF. Er vertritt hier seine persönliche Meinung.

Das Fahren planen

Von Simon Koechlin, Illustrationen Studio KO

Die Schweiz hat das am meisten befahrene Bahnnetz der Welt. Zwischen Olten und Aarau fährt im Durchschnitt in beide Richtungen alle drei Minuten ein Zug. Der Fahrplan der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) muss diese Fahrten reibungslos aneinander vorbeibringen. Dabei dürfen an den Bahnhöfen nicht zu lange, aber auch nicht zu kurze Umsteigezeiten entstehen.



② Die Macher des Fahrplans müssen diverse Ansprüche befriedigen. Bund und Kantone stellen ihre politischen Anforderungen, die beteiligten Eisenbahnunternehmen aus dem Personen- und Güterverkehr äussern ihre wirtschaftlichen Interessen. Auch geplante Neubauten oder Unterhaltsarbeiten, die Streckensperrungen nötig machen, müssen berücksichtigt werden.



③ Erfahrene Planer bauen den Fahrplan auf. Priorität hat in der Regel der nationale Personenverkehr vor dem Transitgüterverkehr und dem Regionalverkehr. Der Planer nimmt Computersysteme zur Hilfe; es gibt keinen Supercomputer, der die Planung automatisch ausführt. Weil nie alle Bedürfnisse befriedigt werden können, suchen die Planer gemeinsam mit den Beteiligten nach Lösungen.



④ Der Planer muss während der Konstruktionsphase ein Auge darauf haben, ob der Fahrplan stabil sein wird. Für schwierige Fälle steht ihm ein Simulationsprogramm zur Verfügung. Die Simulationen sind aufwendig und benötigen viel Zeit. Eine Hauptprobe für einen neuen Fahrplan gibt es nicht. Deshalb sitzen die Fahrplaner am Tag des Fahrplanwechsels wie auf Nadeln: Erst jetzt zeigt sich, ob sich ihre Planung am Reissbrett in der Praxis bewährt.



20. Juni bis 5. August 2012

Jean Moeglé – Berner Fotopionier

Die in Zusammenarbeit mit der Burgerbibliothek Bern realisierte Ausstellung umfasst rund 120 Fotografien – zum grössten Teil Neuabzüge ab Glasplatten – des legendären Berner Porträtfotografen Jean Moeglé (1853–1938).

Er fotografierte unter anderem in den Salons der Herrenhäuser am Thunersee und begleitete Touristen auf Bergwanderungen und Skitouren.

Kornhausforum Bern
www.kornhausforum.ch

Bis 31. Juli 2012

Kickstart – Coffein im Blut

Die Ausstellung thematisiert die Spannungen um die wachmachende Substanz Koffein. Sie zeigt, wie Kaffee und Tee in der westlichen Welt populär wurden, gibt einen Einblick in die Geschichte der Koffeinforschung und rückt aktuelle Phänomene wie Energy-Drink und Cellulite-creme in den Blick.

Pharmazie-Historisches Museum Basel
www.pharmaziemuseum.unibas.ch

Bis 31. Oktober 2012

Kleider in biblischer Zeit

Die Sprache der Textilien wurde auch im Altertum wahrgenommen und interpretiert. Die Ausstellung zeigt, welche Kleidertypen es in biblischer Zeit gab, aus welchen Materialien sie bestanden und welchem Zweck sie dienten.

Bibel + Orient Museum Freiburg i.Ue.
www.bible-orient-museum.ch

Bis 19. August 2012

Beresina 1812

Die Geschichte von Napoleons Russlandfeldzug 1812 und seiner Schweizer Beteiligung: Rund 500 000 Soldaten mit 200 000 Pferden, dazu Ochsen, Kanonen und Karren, sind von Königsberg bis Moskau 1300 Kilometer durch dünn besiedeltes, kaum befahrbare Gebiet unterwegs, marschieren ebenso lange zurück – und werden aufgerieben.

Historisches Museum Luzern
www.historischesmuseum.lu.ch

Bis 2. September 2012

Krankenpflege in Deutschland

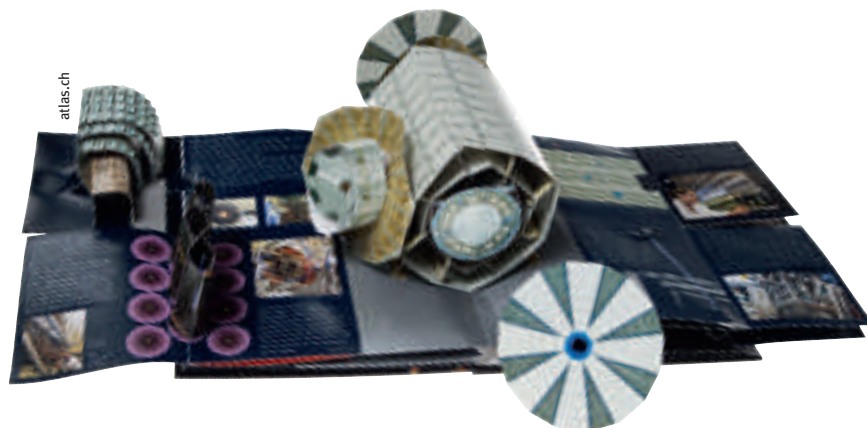
Die Ausstellung «Who cares?» thematisiert die Krankenpflege in Deutschland und zeigt deren lange und verzweigte Entwicklung: Von der Pflege des 19. Jahrhunderts, der Kriegsrankenpflege und der Krankenpflege in den beiden deutschen Staaten bis hin zum stationären Alltag heute.

Medizinhistorisches Museum der Universität Zürich
www.medizin-museum.uzh.ch

Teilchenphysik zum Aufklappen

Der Large Hadron Collider – kurz LHC – des Cern in Genf ist das bislang grösste wissenschaftliche Experiment. In diesem Beschleuniger mit 27 Kilometern Umfang werden zwei gegenläufige Protonenstrahlen beinahe mit Lichtgeschwindigkeit auf Kollisionskurs geschickt, wobei ähnliche Bedingungen entstehen, wie sie in den ersten Sekundenbruchteilen nach dem Urknall geherrscht haben sollen. In «Voyage to the Heart of Matter» tauchen wir mit Anton Radevsky und Emma Sanders ab in die Tiefe des Experiments Atlas, eines 7000-Tonnen-Kolosses des LHC voller ausgeklügelter Technologie. Wo die Kollisionen stattfinden, befinden sich die Atlas-Detektoren. Sie sollen exotische Teilchen «fotografieren», die aus den energetischen Feuerwerken herausschiessen.

Mit dem ersten von vier umfassenden Bildern setzen die beiden Autoren das Experiment Atlas zuerst in den



Kontext des LHC. Im zweiten Bild begeben wir uns hundert Meter unter die Erdoberfläche in die Höhle des Löwen, der im dritten Bild seziert wird, wobei die Detektoren, aus denen Atlas besteht, Schicht für Schicht freigelegt werden. Das vierte Bild befasst sich mit der Entwicklung des Universums – vom Urknall bis heute – und mit den Antworten, die uns Atlas geben könnte. Jedes Bild wird von kurzen, leicht verständlichen Texten zu den verschiedenen Facetten von Atlas begleitet: der Komplexität der Baustelle, der Verarbeitung der ungeheuren Datenmengen, die bei der Kollision der Teilchen anfallen, oder auch der Funktion und Bestimmung der verschiedenen Detektoren.

Die Texte erlauben eine spielerische Lektüre, die von den überraschenden Aufklappbildern begleitet wird. Die Bilder verleihen dem Werk einen Retro-Touch, den man mögen kann oder nicht. Dass die Autoren die Teilchenphysik auf einige Faltkonstruktionen reduzieren, hat aber den wunderbaren Vorteil, dass sie Normalsterblichen zugänglicher wird, vorzugsweise 17- bis 77-Jährigen. **pm** ■

Anton Radevsky, Emma Sanders: Voyage to the Heart of Matter: The Atlas Experiment at Cern. Papadakis Publishers, London 2010.

