



horizonte

IM TAKT: Der Körper und seine Uhren

SICHER BAUEN: Stahlträger im Hitzetest

STARK UND GUT: Es lockt der cisgene Apfel

FAMILIE: Herausforderung Kinderrechte



SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

Das Fundament des Fortschritts

Die Grundlagenforschung steht unter ständigem Rechtfertigungsdruck. Weshalb soll die Gesellschaft eine Molekularbiologin dafür bezahlen, dass sie ein paar Genabschnitte eines Fadenwurms untersucht? Oder einen Neurologen, der die Anatomie des Rattenhirns studiert? Die Antwort auf diese Fragen fällt nicht immer leicht. Denn Forschung ist komplex, zeitraubend und stets mit



Unsicherheiten behaftet: Eine These zu erhärten gelingt nicht immer – und wenn doch, dauert es oft Jahrzehnte, bis sich ein direkter Nutzen für die Gesellschaft einstellt. So wie beim Prinzip der inneren Uhr, über die wir in dieser Ausgabe berichten: Vor beinahe 40 Jahren entdeckten Forscher im Gehirn von Ratten ein kaum stecknadelgrosses Areal von Nervenzellen, das, wie man später herausfand, bei Tieren anhand des Tageslichts diverse rhythmisch ablaufende

Vorgänge im Körper steuert – vom Schlaf-Wach-Zyklus bis zu Hormonschwankungen. Diese Zusammenhänge machen sich Ärzte und Psychiater heute zunutze, um Menschen, die im Winter in Depressionen verfallen, mit einer einfachen Methode zu behandeln, deren Wirksamkeit wissenschaftlich erwiesen ist: Die Patienten setzen sich jeden Morgen eine halbe Stunde vor eine helle Lampe. Das Licht bringt, vereinfacht gesagt, die rhythmischen Vorgänge im Körper wieder ins Lot und hebt damit auch die Stimmung.

Das Beispiel zeigt: Grundlagenforschung tut not; sie legt das Fundament des Fortschritts. Und die Rezepte, die die Wissenschaft liefern kann, müssen nicht immer derart komplex sein, wie das ausgeklügelte Medikament, das gezielt einen einzelnen Baustein eines Krankheitserregers ausschaltet. Manchmal reicht auch eine einfache Therapie mit Licht. Übrigens: Wie die Titelgeschichte zeigt, sind die Geheimnisse der inneren Uhr noch längst nicht alle gelüftet. Die Wissenschaftler forschen weiter – vielleicht finden sie Grundlagen für neue Anwendungen.

Simon Koechlin
Redaktion «Horizonte»

Derek Li Wan Po



Es werde Licht: auf dem Gesicht und in der Seele. Die Zukunft der Lichttherapie.

www.ed.ac.uk



Butterweich: Grosse Hitze nimmt dem Stahl seine Härte. Wie man die Risiken abschätzen kann.

Photopress/Keystone



Vor Gericht: Der Berner Prozess um ein antisemitisches Pamphlet.

«Das Schweizer Recht privilegiert die Ehe gegenüber anderen Formen des Zusammenlebens.»

Andrea Büchler, Professorin für Privatrecht
Seite 28



Aktuell

- 5 Nachgefragt
«Nur ein einziger Fall von Korruption»
- 6 Wie Platten abtauchen
Die Kraft, ein Atom zu bewegen
Engelgleiche Stimmen
- 7 Im Bild
Ein Blick in die Anfänge des Universums
- 8 Überlebensfaktor für Abwehrzellen
Fitness im Kindergarten
Enzyme vom Reissbrett

Titelgeschichte

- 9 **Der Rhythmus im Körper**
Mit Hilfe des Tageslichts sorgt die innere Uhr dafür, dass viele biologische Vorgänge in unserem Körper nach einem 24 Stunden dauernden Rhythmus ablaufen. Die Wissenschaft hat das komplexe System noch längst nicht entschlüsselt. Klar ist aber: Gerät die innere Uhr aus dem Takt, kann das fatale Folgen für die Gesundheit haben.

Porträt

- 14 «Auch mit 65 Jahren noch auf der Suche nach Exoplaneten»
Der Astronom Michel Mayor ist letztes Jahr in den Ruhestand getreten. Doch der Alltag des leidenschaftlichen Forschers hat sich seither kaum verändert.

Interview

- 28 «Liebe ist Augenblick, Ehe dagegen Ordnung»
Die Pluralisierung der Gesellschaft fordert das Familienrecht heraus. Wichtig sei, die Rechte der Kinder zu schützen, sagt die Juristin Andrea Büchler.

Weitere Themen

- 16 In der Bronzezeit über den Gotthardpass
Nicht erst im Mittelalter verlief ein Handelsweg über den Gotthard. Bereits vor 3500 Jahren lockte der Warenverkehr Bauern in die Leventina.
- 18 Wenn Stahlriesen in Brand geraten
Stahl verändert bei hohen Temperaturen seine Eigenschaften. An der ETH Zürich versucht man, Stahlkonstruktionen brandtauglich zu machen.
- 20 Das hohe Cis im Apfelbaum
Apfelbäume könnten mittels Gentechnik gegen Pilzbefall resistent gemacht werden. Jenseits dieser Methode sucht ein ETH-Forscher neue Wege.
- 22 Verschwörung, Gegenverschwörung
Die «Protokolle der Weisen von Zion» sind eine der wichtigsten Quellen des Antisemitismus. Michael Hagemeister erforscht ihre Entstehung.
- 24 Mit Laser auf Bakterien zielen
Mit kurz gepulsten Laserstrahlen identifiziert ein Genfer Physikerteam Bakterien im Staub. Damit könnten etwa Krankheitserreger bekämpft werden.
- 27 Phantome in der Opera
Ein Experiment des Cern in Genf und des Gran-Sasso-Laboratoriums bei Rom soll künstlich erzeugte Elementarteilchen fassbar machen.
- 31 Vor Ort: Schmarotzern auf den Fersen
Parasiten führen Jennifer Keiser vom Schweizerischen Tropeninstitut in die ganze Welt. Die Pharmakologin sucht nach Medikamenten gegen Tropenkrankheiten.

Ausserdem

- | | |
|----------------------|----------------|
| 4 Meinungen | 34 Nussknacker |
| 4 In Kürze | 34 Exkursion |
| 26 Wie funktioniert? | 34 Impressum |
| 32 Cartoon | 35 Bücher |
| 33 Perspektiven | 35 Agenda |

Philosophie und Nutzen

Nr. 76 (März 2008)

Zum Gespräch mit Professor Gianfranco Soldati: Die Philosophie wird häufig als sinnlos oder nutzlos dargestellt, weil sie die Welt nicht verändert. Spinoza behauptete, dass die Aufgabe der Philosophie in der Suche nach dem höchsten Nutzen besteht: Der höchste Nutzen ist die Aufbewahrung des eigenen Seins. Somit setzt der Wille, die Welt verändern zu wollen, die Kenntnis des höchsten Nutzens voraus. Da die abendländische Philosophie sich häufig mit der Aufbewahrung des Seins des Menschen beschäftigt hat, war sie eher höchst nutzvoll als nutzlos! Die Philosophie wird ausserordentlich nutzlos, wenn sie die Ewigkeit des Seins behauptet. Das geschah mit Parmenides, dessen Wichtigkeit sogar von Einstein unterstrichen wurde.

*Donato Sperduto,
Emmenbrücke*

Auf dem Laufenden

Nr. 76 (März 2008)

Seit Jahren erfreue ich mich an «Horizonte». Ihre interessante Berichterstattung hält mich über die neusten Entwicklungen der Forschung auf dem Laufenden und damit über die Fragen der Gegenwart für die Zukunft.

*William Breginc,
Kato Vervena (GR)*

Zu viele Köpfe

Nr. 76 (März 2008)

Ich habe eben das letzte «Horizonte» fertig gelesen und frage mich: Warum gibt es im Interview mit Hans Peter Hertig gleich sieben Fotos von ihm? Er spricht darüber, wie faszinierend in China die Menschen, wie interessant das Land, die Geschichte und

wie erfolgreich das Projekt seien. Dies alles bleibt einem jedoch beim Betrachten der sieben Fotos fremd. Verwenden Sie doch bitte im nächsten Interview mehr aussagekräftige Fotos.

*Katharina Weyeneth,
Hilterfingen*

Antwort der Redaktion

Die nebeneinander gestellten Fotos sollen die interviewte Person sozusagen im bewegten Gespräch zeigen, redend und gestikulierend. Ab dieser Nummer (Seite 28) präsentieren wir sie etwas zurückhaltender.

Korrigendum

Ein Abschied zu viel ist in die Agenda der Nummer 76 (Seite 35) gerutscht: Dieter Imboden hielt die Abschiedsvorlesung Ende April als ETH-Professor, er bleibt aber Präsident des Forschungsrats des SNF. Wir bitten ihn für den bedauerlichen Lapsus um Entschuldigung.

Da im 1. Kappelerkrieg die Waffen nicht zum Einsatz kamen, müsste es in der Bildlegende auf Seite 23 der Nummer 76 korrekterweise heissen: «Statt der Schlacht die Versöhnung», nicht «Nach der Schlacht die Versöhnung».

Umschlagbild oben:

Die Forscherin Anna Wirz-Justice
Bild: Derek Li Wan Po

Umschlagbild unten:

Das Bakterium *Escherichia coli*
Bild: Zentrum für Mikroskopie der Uni Basel

pri@snf.ch

Ihre Meinung interessiert uns. Schreiben Sie bitte mit vollständiger Adresse an: Redaktion «Horizonte», Schweiz. Nationalfonds, Leserbrief, Pf 8232, 3001 Bern, oder an pri@snf.ch. Die Redaktion behält sich Auswahl und Kürzungen vor.

Acht SystemsX.ch-Projekte

SystemsX.ch, die Schweizer Initiative in Systembiologie, wird in den nächsten vier Jahren acht grosse Forschungs-, Technologie- und Entwicklungsprojekte fördern. 79 systembiologische Forschungsgruppen an zehn Schweizer Hochschulen und Forschungsinstitutionen sind beteiligt. Jedes der acht Projekte wird von einem SystemsX.ch-Partner koordiniert: Die ETH Zürich leitet vier Projekte, die ETH Lausanne zwei, die Universitäten Bern und Zürich je eines. Die Selektion der acht Projekte (aus 30 eingereichten) nahm ein hochkarätiges internationales Gutachter-Panel des Schweizerischen Nationalfonds vor. www.systemsx.ch

SNF: über 530 Mio in Forschung investiert

Als wichtigste Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung investierte der Schweizerische Nationalfonds 2007 insgesamt 531 Millionen Franken in Forschungsprojekte und Nachwuchsförderung. Dies ist dem neu erschienenen Jahresbericht des SNF zu entnehmen. Die Projektförderung der freien Forschung wies 2007 erneut Gesuchszahlen in Rekordhöhe auf. Total waren 2105 Projektgesuche und 1153 Gesuche in der Personalförderung zu behandeln. Für die Periode 2008–2011 stehen dem SNF im Rahmen der von den eidgenössischen Räten bewilligten BFI-Botschaft mehr Mittel zur Verfügung als bisher.

www.snf.ch > Aktuell > SNFinfo

NFS «Sesam»: Einstellung der Kernstudie beantragt

Das Leitungsgremium des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) «Sesam» hat im Frühling beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) die Einstellung der Kernstudie beantragt. Begründet wurde der Schritt mit der ungenügenden Anzahl von Studienteilnehmenden. Der SNF bedauert diesen Schritt und wird auf der Basis der Berichterstattung der «Sesam»-Projektleitung die im Zusammenhang mit dem Antrag erforderlichen Massnahmen prüfen und einleiten. Wichtig sind dem SNF insbesondere gute Nachfolgelösungen für die «Sesam»-Nachwuchsforschenden bzw. -Doktorierenden. Der NFS «Sesam» hatte sich zum Ziel gesetzt, die komplexen Ursachen aufzudecken, die zu einer gesunden psychischen Entwicklung über die Lebensspanne führen. Dafür hätte man insgesamt 3000 werdende Mütter für die Langzeitstudie gewinnen müssen.

Descartes-Preis an Eiskern-Bohrprojekt

Das auch durch Beiträge des SNF unterstützte «European Project for Ice Coring in Antarctica» (Epica) gehört 2008 zu den Gewinnern des Descartes-Wissenschaftspreises. Dieser mit 2,18 Millionen Franken dotierte Preis wird von der EU an europäische Teams für das beste transnationale Forschungsprojekt vergeben.

Epica hat aus antarktischen Eiskernen Klimadaten der Vergangenheit gewonnen, die Aussagen zum heutigen Klimawandel zulassen. Die Resultate sind unter anderem in den aktuellen Uno-Klimabericht eingeflossen.

«Nur ein einziger Fall von Korruption»

Forschende aus Entwicklungsländern erarbeiten im Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) «Nord-Süd» Lösungen für Probleme ihrer Länder, etwa mit Armutskarten, erklärt der Geograf Hans Hurni.



Annette Boutellier

Der Bundesrat schlägt vor, Schwerpunktländer und Spezialprogramme der Entwicklungszusammenarbeit zu reduzieren. Findet auch Ihre Forschung in zu vielen Ländern statt?

Nein. Wir arbeiten zwar mit Partnern in acht Regionen oder rund 40 Ländern zusammen, aber nicht alle Länder sind Schwerpunktländer. Die Forschenden bilden regionale Teams und tauschen dabei ihre Erfahrungen aus. Sie untersuchen zum Beispiel in Hochländern das Problem der Tuberkulose, die Zerstörung der natürlichen Ressourcen, Umwelt- und Armutfragen oder Fragen der Staatlichkeit. Das Phänomen Zentrum-Peripherie, das heisst von Städten, die zu Ballungszentren werden, und dem Umland, das sich entvölkert, stellt sich ähnlich in Thailand, Vietnam, Laos und auch in der Schweiz.

Für Vietnam und nun auch für Laos sind im NFS «Nord-Süd» Armutskarten entstanden. Was muss man sich darunter vorstellen?

Das sind räumliche Darstellungen der besonders armen, entwicklungsbedürftigen Bevölkerungsteile in diesen Ländern. Eigentlich sind die Armutskarten Nebenprodukte von Dissertationen: Wir haben die Armut und ihre Verteilung im Lande untersucht und dann erfahren, dass unsere Partner in Vietnam und Laos stark daran interessiert waren, die Befunde auch räumlich dargestellt zu haben.

Dazu erachten jetzt auch Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit die Karten als nützlich. Aus ihnen geht etwa hervor, dass Armut zwar mehr Personen in den Städten betrifft, dort aber weniger gra-

vierend ist als auf dem Land. Dazu kommt, dass im relativ stark bewaldeten ländlichen Teil von Laos China einen starken Investitionsdruck ausübt, um mit Baumpflanzungen den Naturgummi als Rohstoff zu gewinnen.

Zeigt die Armutskarte auf, wo Regierung und Entwicklungsorganisationen den Investitionsdruck zum Vorteil der armen Landbevölkerung nutzen können?

Die Überlagerung der Armutgebiete mit staatlichen und privaten Entwicklungsprojekten hat gezeigt, dass ein grosser Teil der Bevölkerung von diesen Projekten ausgeschlossen ist. Und zwar jene in den ländlichen Gebieten gegen Burma hin, abseits der Touristenstadt Luang Prabang und abseits der wichtigen Verkehrsachse ins nördliche China. Somit findet die Entwicklung nicht in den isolierten Gebieten statt, wo die Armen seit langem gezwungen sind, ihre natürlichen Ressourcen zu übernutzen, den Tropenwald abzuholzen und Wanderfeldbau zu betreiben.

Gleichzeitig zeigt die Armutskarte aber auch, dass Entwicklung nicht mit Armutsreduktion gleichzusetzen ist. Gerade in Gebieten, wo private Investoren unregulierten Zugang zu Land haben, beobachten wir ebenfalls hohe Armutsraten, verbunden mit Raubbau an natürlichen Ressourcen.

Die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (Deza), Ihre Forschungspartnerin, zahlt die Ausbildung der Studierenden in den

Entwicklungsländern. Ist das auch Entwicklungszusammenarbeit?

Das ist ein wichtiger Teil der Entwicklungszusammenarbeit. Es ist uns gelungen, in den letzten sieben Jahren rund 80 Doktorandenstipendien im Süden zu vergeben. Daneben haben 60 Schweizer Doktorierende profitiert.

Mit unserem Programm bilden wir kompetente Leute im Süden und im Norden aus. Und weil die Leute an der Lösung ihrer Probleme arbeiten, werden sie ihrem Land nicht abtrünnig. Diese Art von Forschungspartnerschaft ist nicht nur für die Schweiz nützlich, die sich Kompetenz für den Süden holt, sondern auch für den Süden selbst. Dies bestätigen uns unsere Partner immer wieder.

Entwicklungshilfe ist Korruptionshilfe, lautet die provokante SVP-These. Was sagen Sie dazu?

In den 35 Jahren meiner Forschungstätigkeit in Entwicklungsländern ist mir nur ein einziger Fall von Korruption bekannt geworden. Ich musste 1982 einem Wohnungsvermittler eine Monatsmiete «Gebühr» bezahlen, damit wir, zwei Familien mit drei Kleinkindern, nach zehn Monaten Wartezeit im Hotel endlich die staatliche Bewilligung erhielten, eine Wohnung mieten zu dürfen. Da haben wir, was ich heute noch bereue, klein beigegeben müssen. **Christian Bernhart** ■

Der NFS «Nord-Süd» ist dem Zentrum für Entwicklung und Umwelt der Universität Bern (CDE) angegliedert. Der Geograf Hans Hurni ist Direktor sowohl des CDE als auch des auf zwölf Jahre angelegten, seit 2001 laufenden NFS.

Wie Platten abtauchen

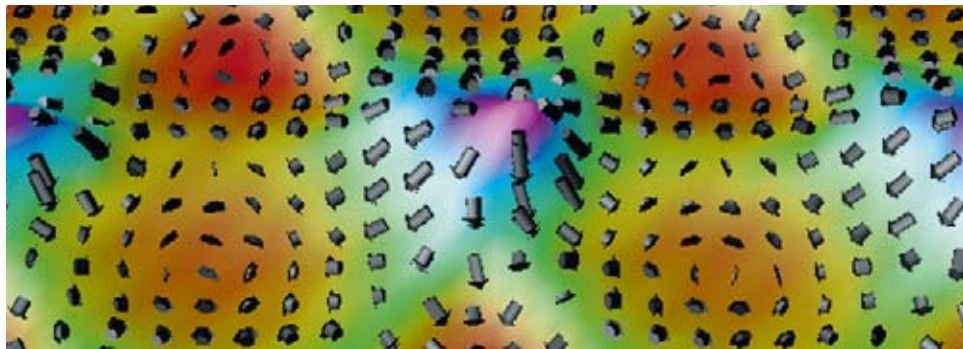
Es ist ein zentraler Mechanismus der Plattentektonik: Wenn eine ozeanische Platte sich unter eine andere schiebt, werden die Gesteine der abtauchenden ozeanischen Platte tief in den Erdmantel geschoben. Was mit ihnen dort genau geschieht, darüber rätseln die Geologen immer noch. Aufgrund von geophysikalischen Studien weiss man, dass ozeanische Platten meist bis in eine Tiefe von 400 bis 700 Kilometern abtauchen. Dort ändern sich die Umgebungsbedingungen: Die Gesteine des umgebenden Erdmantels werden dichter und können weniger leicht verformt werden. Deshalb wird die abtauchende Platte in der Regel horizontal abgelenkt. Diesen Mechanismus konnte Saskia Goes nun im Rahmen ihrer SNF-Förderungsprofessur an der ETH Zürich zusammen mit ihren Kollegen

mit einem dynamischen Modell nachbilden. Die Geschwindigkeit, mit der sich die abtauchende Platte im Modell bewegt, stimmt dabei gut mit den tatsächlich gemessenen Werten überein. Zuweilen jedoch bewegt sich die abtauchende Platte wesentlich schneller. Saskia Goes konnte nun mit ihrem Modell zeigen, warum dies so ist: Die abtauchende Platte ist in diesen Fällen häufig noch relativ jung und lässt sich deshalb in der Tiefe leicht verbiegen. Am kritischen Übergang wird sie daher nicht abgelenkt, sondern sie verfaltet sich und wird zusammengestaucht. Dadurch wird sie dicker und schwerer und kann in tiefere Bereiche abtauchen. Dies wiederum führt dazu, dass sich die Platte schneller bewegt.

Felix Würsten

Nature, Band 451, Seiten 981–984

Die Kraft, die es braucht, um ein Atom zu bewegen



Grafische Darstellung der Kräfte (Pfeile), die auftreten, wenn ein Kobaltatom über eine Kupferoberfläche gezogen wird

Seit 25 Jahren können Wissenschaftler einzelne Atome auf einer Oberfläche verschieben. Doch welche Kraft es für eine solche Manipulation braucht, hat erst jetzt Markus Ternes von der ETH Lausanne mit seinen Forscherkollegen herausgefunden. Der Physiker, der bei IBM in Kalifornien als Post-Doktorand arbeitet, verband dazu zwei Techniken: Die erste ist das Rastertunnelmikroskop (STM), das auf quantenmechanischen Effekten beruht: Es fließen Elektronen durch einen virtuellen Tunnel, der das äusserste Atom einer abtastenden Spitze mit der untersuchten Oberfläche verbindet. Indem der dabei fliessende Strom konstant gehalten wird, kann der Verlauf der Oberfläche festgestellt werden. Oder es lässt sich ein einzelnes Atom verschieben, indem mit der Spitze ein Weg erzwungen wird. Unbekannt war dabei aber bisher die dazu erforderliche verti-

kale oder seitliche Kraft. «Um diese zu bestimmen, setzten wir zusätzlich ein Rasterkraftmikroskop (AFM) ein», erklärt Markus Ternes. Auch dieses Mikroskop bildet mit Hilfe einer Spitze die Topografie einer Oberfläche ab, es beruht aber auf der anziehenden Kraft der Atome, wenn sie sich sehr nahe gebracht werden. Wie es sich zeigte, bewegt sich die fragliche Kraft in der Grössenordnung von einigen Pico-Newton (Millionstel eines Millionstel-Newtons). Doch was nützt uns diese Information konkret? «Seit Jahrhunderten werden Brücken gebaut. Für eine grazile Konstruktion müssen die beteiligten Kräfte jedoch möglichst genau bekannt sein», so Ternes. Wertvoll seien die Arbeiten vor allem auch für die Mikrotechnik, da sie die Reibungskräfte auf atomarer Ebene beschreiben. **Olivier Dessibourg**

Science, Band 319, Seiten 1066–1069



Die Partitur des «Agnus Dei Angelicum»

Engelgleiche Stimmen

Das Kloster ist eine Gegenwelt. Während die Menschen sich mit ihresgleichen vereinigen und den Bauch vollschlagen, üben Mönche und Nonnen sich abgeschieden in stiller Andacht. Doch auch Klosterinsassen sind Menschen mit Sinnen. Was wäre der Dienst an Gott etwa ohne die herzerweichende Macht der Musik?

Doch welche Musik hörten sich Nonnen und Mönche an? Die vor dem 20. Jahrhundert entstandene klösterliche Sakralmusik wurde bislang kaum erforscht. Sie steht noch immer im Schatten der gregorianischen Renaissancegesänge, des deutschen protestantischen Barocks und der in den katholischen Zentren Venedig, Mailand, Wien und München komponierten Klänge. Das vom Freiburger Musikwissenschaftler Luca Zoppelli geleitete Forschungsprojekt «Musik aus Schweizer Klöstern» untersucht nun bislang unberührt hinter Mauern ruhende Dokumente und Partituren des 17., 18. und 19. Jahrhunderts.

Laut Luca Zoppelli war der Graben zwischen profaner und sakraler Musik viel weniger tief als angenommen. Die klösterlichen Komponisten griffen gar auf bestehende profane Weisen zurück, die sie den liturgischen Zwecken anpassten. Zudem entstand ihre Musik in einem regen Austausch mit den europäischen Zentren katholischer Musik. Erstaunlich ist auch die Qualität der Werke, deren Stilistik sich auf der Höhe der Zeit bewegt. Ein Beispiel dafür ist das von einem Pater des Klosters Einsiedeln im 18. Jahrhundert anlässlich der «Engelweihe» komponierte, nun in einer kritischen Edition vorliegende «Agnus Dei Angelicum». Das Werk entstand auch zu Ehren des Bischofs, der vor der Weihung des Klosters im Jahr 948 engelgleiche Stimmen vernommen hatte. **uha**

Veranstaltungen siehe Agenda, Seite 35



Ein Blick in die Anfänge des Universums

Was genau geschieht, wenn zwei extrem hoch-energetische Protonen zusammenstossen? Je nachdem, wie sie kollidieren, entstehen neue Teilchen, die sofort wieder zerfallen. Einige Physiker sagen sogar die Erzeugung von kurzlebigen kleinsten schwarzen Löchern vorher. Die Illustration zeigt, wie sich die Physiker diesen Vorgang auf Grund von Modellrechnungen vorstellen: Aus der Kollisionszone im Zentrum (roter Bereich), wo sich das mikroskopisch kleine schwarze Loch bildet, fliegen als Zerfallsprodukte niederenergetische Teilchen (grün) und hoch-energetische Teilchen (rote Linien) nach allen Seiten. Letztere zerfallen kurz darauf zu Teilchenschauern (gelbe Zonen aussen). Mit dem neuen

Large Hadron Collider (LHC) am Cern in Genf, der vom Schweizerischen Nationalfonds mitfinanziert wird, können die Wissenschaftler ab Sommer 2008 ihre Voraussagen nun experimentell überprüfen. Im Rahmen des ATLAS-Experiments beispielsweise werden sie Prozesse nachbilden, die sich nach dem Urknall in den ersten Sekundenbruchteilen abgespielt haben. 2100 Physiker aus 37 Ländern beteiligen sich an diesem Experiment. Sie erhoffen sich unter anderem Erkenntnisse über die kleinsten Bausteine der Materie und mögliche supersymmetrische Teilchen, die als Kandidaten für die dunkle Materie in Frage kommen. **Felix Würsten** ■

Bild Cern

Wie Abwehrzellen überleben

T-Zellen gehören zu den wichtigsten Abwehrzellen des Körpers gegen Infektionen. Sie entstehen im Knochenmark und reifen im Thymus, einem Organ des Lymphsystems. Danach patrouillieren sie in einer inaktiven Form in Lymphe und Blut. Attackieren Viren oder Bakterien den Organismus, aktivieren andere Abwehrzellen diese «naiven» T-Zellen, indem sie ihnen Teile der Krankheitserreger präsentieren. Bisher verstanden die Forscher aber kaum, wie der Vorrat an naiven, im Körper zirkulierenden T-Zellen auf einem hohen Niveau gehalten wird – im Alter lässt die Fähigkeit des Thymus, neue naive T-Zellen zu produzieren, nämlich drastisch nach.

Die Forschungsgruppe um Jean Pieters vom Biozentrum der Universität Basel hat nun ein Eiweiss entdeckt, das den naiven T-Zellen ein Überdauern im Körper ermöglicht. Konkret sorgt das Eiweiss namens Coronin1 dafür, dass die Zelle auf ein Signal hin Kalzium ins Zellplasma entlässt. Dieses löst dann eine biochemische Reaktionskette aus, die zum Überleben der T-Zellen führt. Fehlt Coronin1, wird die Signalkette unterbrochen – die T-Zellen sterben ab. Wie Pieters bereits früher gezeigt hatte, kann Coronin1 auch missbraucht werden: Tuberkulosebakterien benutzen es, um in Fresszellen des Körpers, so genannten Makrophagen, zu überleben. Die Entdeckung des Überlebensfaktors für T-Zellen könnte laut Pieters einen Ansatz liefern, um beispielsweise Stoffe zur Behandlung von Autoimmunerkrankungen zu entwickeln. **koe**

Nature Immunology, Band 9, Seiten 424–431



Schlemmen in der Schnellimbisskette: Zu oft ist oft zu viel.

Fitness im Kindergarten

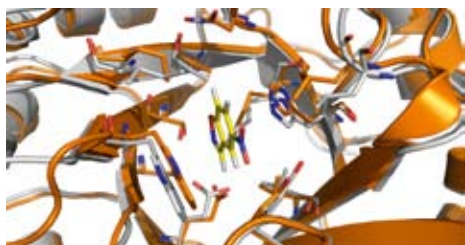
Rund jedes vierte Schulkind ist hierzulande übergewichtig. Was dagegen getan werden kann? «Grundsätzlich gilt: Je jünger ein Kind ist, desto effektiver lässt sich sein Verhalten beeinflussen», sagt Susi Kriemler vom Institut für Sport- und Sportwissenschaften der Universität Basel. Ihr Forschungsteam hat im Rahmen der «Kinder- und Jugendsportstudie» (Kiss) gezeigt, dass zusätzliche körperliche Aktivität – schon ab einem Umfang von fünf statt drei Turnstunden pro Woche – bei Primarschulkindern die Fitness erhöht und das Körpergewicht reduziert. Eine zweite Studie wird diesen Sommer in Kindergärten die Effekte von mehr Bewegung und einer gezielten Ernährungsinformation untersuchen.

40 zufällig ausgewählte Kindergartenklassen sollen dafür während eines Jahres beobachtet werden, je die Hälfte in St. Gallen und Lau-

sanne. Geplant ist beispielsweise eine tägliche Bewegungsstunde, in der spielerisch Koordination, Ausdauer und Kraft gefördert werden. Die Prävention soll laut Kriemler auch zu Hause greifen: «Eine Bewegungsaufgabe könnte sein, beim Zähneputzen auf einem Bein zu stehen und zu schauen, wie lange dies möglich ist.» Kärtchen mit wichtigen Botschaften zur Ernährung sollen anregen, das Ess- und Trinkverhalten zu ändern; beispielsweise statt Süssgetränken Wasser zu trinken.

Kinder von Migranten werden speziell angesprochen, da die Gesundheit in dieser Bevölkerungsgruppe einen höheren Stellenwert erhalten sollte. Einfach ist ein solcher Wandel nicht. Dennoch: Die Tendenz zur Tagesstruktur an den Schulen stimmt die Forscherin optimistisch. **Daniela Kuhn**

Enzyme vom Reissbrett



Computerisiertes Enzym: Die tatsächliche Struktur (grau) weicht nur wenig vom Modell (orange) ab.

Enzyme sind die Motoren des Lebens. Sie beschleunigen nahezu alle chemischen Reaktionen im Körper. Doch in der unbelebten Natur laufen viele wichtige Umwandlungen – etwa das Rosten eines Nagels – langsam ab, weil

keine Enzyme dafür existieren. Die Biochemikerin Daniela Röthlisberger hat nun gemeinsam mit Kollegen von der University of Washington in Seattle ein Enzym für eine solche Reaktion entwickelt. Die Forschenden entwarfen dazu am Computer Modelle von 59 Eiweissen, von denen sie aufgrund theoretischer Überlegungen annahmen, sie könnten die Reaktion schneller machen. Und tatsächlich: Das beste dieser künstlich hergestellten Proteine beschleunigte die Reaktion um mehrere tausend Mal. Verglichen mit der Effizienz natürlich vorkommender Enzyme ist das aber noch immer wenig. Forscher des israelischen Weizmann-Instituts entwickelten des-

halb den Enzym-Rohling weiter mit einer der Natur entnommenen Methode, der künstlichen Evolution: Im Reagenzglas fügten sie im Enzym zufällige Mutationen ein und wählten danach jene Variante aus, die am effizientesten war. Nach nur sieben solcher Evolutionsrunden lief die Reaktion eine Million Mal rascher ab als in natura. «Für die künstlichen Enzyme gibt es eine ganze Reihe von möglichen Anwendungen», sagt Daniela Röthlisberger. So könnten die winzigen Erfindungen künftig Umweltgiftstoffe abbauen oder dafür sorgen, dass Medikamente nur im gewünschten Gewebe aktiviert werden. **koe**

Nature (2008), Band 453, Seiten 190–195



Der Rhythmus im Körper

Mit Hilfe des Tageslichts sorgt die innere Uhr dafür, dass viele Vorgänge in unserem Körper im Takt ablaufen. Bringen wir den Rhythmus durcheinander, kann das fatale Folgen für die Gesundheit haben. Text: Simon Koechlin; Bild oben: Peter Ginter/Bilderberg/Keystone; Bild unten: Alessandro Della Bella/Keystone



So tickt die innere Uhr

Viele biologische Vorgänge im Körper verlaufen nach einem Rhythmus, der sich alle 24 Stunden wiederholt. Das komplexe System, das den Takt vorgibt, birgt noch viele Geheimnisse. Forscher der Universitäten Genf und Freiburg sind einigen davon auf der Spur.

Tag und Nacht sind allgegenwärtig in unserem Leben. Das Wechselspiel von Licht und Dunkel ist so einschneidend für die meisten Lebewesen, dass es seine Spuren sogar in den Genen hinterlassen hat. Eine Art Uhrwerk – die so genannte innere Uhr – sorgt dafür, dass unser Körper eine Vielzahl von Vorgängen in einem Rhythmus von etwa 24 Stunden an- und abschaltet. Der offensichtlichste dieser «circadianen» Rhythmen ist unser Schlaf-Wach-Zyklus.

Die innere Uhr misst die Dauer eines Tages nur ungefähr; beim einen Menschen ist der Zyklus etwas länger, beim anderen etwas kürzer. Um im Takt mit der geophysikalischen Zeit zu bleiben, die durch die Rotation der Erde um die eigene Achse bestimmt wird, muss die Uhr mit Hilfe von Lichtsensoren jeden Tag von neuem geeicht werden.

Das geschieht in einem kleinen Gehirnnareal, dem so genannten suprachiasmatischen Nucleus (SCN). Der SCN liegt etwa auf der Höhe der Nasenwurzel, an der Stelle, an der sich die Sehnerven kreuzen. Über feine Nervenfasern empfängt er Sig-

Reagenzglas, laufen die Uhren in den einzelnen Zellen autonom weiter. Allerdings beginnen ihre Rhythmen langsam, aber sicher voneinander abzuweichen. «Ohne den SCN geraten die Zelluhren also aus dem Takt», sagt Ueli Schibler von der Universität Genf.

Schibler untersucht in einem vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Projekt, wie die Arbeitsteilung zwischen dem Taktgeber SCN und den Zelluhren funktioniert. Er fand in der Leber von Mäusen nicht weniger als 350 Gene, die im Tagesrhythmus gebildet werden. Viele der Gene sind verantwortlich für Entgiftungsvorgänge oder für den Energie- und Fetthaushalt im Körper. Für Schibler ist das einleuchtend: Tagsüber, wenn nach dem Essen ein Überangebot an Kohlenhydraten im Körper herrscht, bauen Leberzellen beispielsweise zur Speicherung den Vielfachzucker Glycogen auf. In der Nacht wird das Glycogen dann wieder zum Energieträger Glucose gespalten und dem Körper zur Verfügung gestellt. Auch Entgiftungsgene dürften nicht permanent angeschaltet sein, sondern nur so lange

Praktisch jede Körperzelle hat ihre eigene innere Uhr. In der Leber etwa werden so Entgiftungs- und Energiespeichervorgänge im Takt gehalten.

nale von den Lichtsinneszellen der Augen und gibt sie weiter. Wird es dunkel, kurbelt er so zum Beispiel die Produktion des Hormons Melatonin an, das uns schläfrig macht.

Daneben sendet der SCN diverse andere Signale in den ganzen Körper aus. In praktisch jeder einzelnen Körperzelle existiert eine eigene innere Uhr, die dafür sorgt, dass gewebespezifische Vorgänge rhythmisch ablaufen. Der SCN synchronisiert die Zelluhren: Entnimmt man einer Maus ein Gewebestück und steckt es in ein

auch wirklich Giftstoffe im Körper seien, erklärt Schibler. Andernfalls wandeln die entsprechenden Enzyme nämlich Sauerstoff in giftige Radikale um.

Rund 90 Prozent der 350 zyklischen Gene in der Leber wurden nicht mehr hergestellt, sobald Schibler und sein Team die zellulären Uhren in der Leber der lebenden Mäuse ausschalteten. Die restlichen 10 Prozent hingegen oszillierten unbeirrt weiter. «Diese Gene werden also wohl vom SCN über Körpersignale wie Hormone oder Nervensignale reguliert», folgert





Dass die innere Uhr den Körper beim Eindunkeln müde macht, hindert den Menschen nicht daran, immer öfter die Nacht zum Tag zu machen (links: Motorrad-Grand-Prix von Doha, Katar). Uhren-Gene haben auch ihre Finger im Spiel, wenn gegen Mittag der Magen knurrt (unten).

Bild oben: Moto GP/AP/Keystone; Bild unten: Gunnar Knechtel/laif

Schibler. Wie komplex das Zusammenspiel zwischen SCN, Zelluhren und Umweltfaktoren ist, zeigt das Beispiel der Essenszeiten. Weil er uns abends müde macht, legt der SCN zwar fest, dass wir irgendwann tagsüber essen. Doch dass uns stets ab just halb zwölf Uhr der Magen knurrt, liegt daran, dass sich unser Körper an das vom Arbeitsalltag vorgegebene tägliche Mittagessen gewöhnt hat. Ähnlich geht es den Raubtieren im Zoo: Tag für Tag zur gleichen Stunde gefüttert, ahnen sie das Auftauchen des Wärters bald voraus und erwarten ihn ungeduldig.

Suche nach der «Nahrungsuhr»

Im Labor kann der Einfluss der Fütterungszeiten auf die innere Uhr nachgewiesen werden, indem nachtaktive Mäuse nur noch tagsüber Nahrung erhalten. «Nach ein paar Tagen erwachen die Tiere, kurz bevor sie die Nahrung bekommen, und ihre Körpertemperatur steigt in Erwartung des Essens», sagt Urs Albrecht von der Universität Freiburg. Die zyklische Aktivität der Zelluhren in Leber, Pankreas oder Herz richtet sich nach dem Essen aus – und nicht mehr nach den Vorgaben des SCN.

Fehlt den Mäusen aber PER2, ein wichtiges Gen der inneren Uhr, das im ganzen Körper und in verschiedenen Hirnregionen aktiv ist, verschlafen sie den Fütterungstermin glatt, wie Albrecht nachweisen konnte. Weitere Experimente zeigten: Das Signal zum Knurren des Magens gibt nicht die Koordinationsuhr im SCN. «Wir gehen deshalb davon aus, dass sich irgendwo – vermutlich im Gehirn – eine

separate Uhr befindet, die durch die Nahrung eingestellt wird», sagt Albrecht.

Zur Lokalisierung des «Food Entrainable Oscillator», wie er im Forscherjargon heisst, nutzt Albrecht nun Labormäuse, denen mit gentechnischen Mitteln nur in einzelnen Geweben oder Hirnarealen das Uhren-Gen PER2 ausgeschaltet wird. Ist die «Nahrungsuhr» einmal gefunden, könnte sie auch bei der Beantwortung der Frage helfen, wie das innere Uhrwerk mit unserem Gemütszustand zusammenhängt. «Überlebenswichtige Verhalten wie Essen und Trinken sind nämlich an ein psychisches Belohnungssystem gekoppelt», sagt Albrecht. Dieses gewährleistet, dass wir uns auch wirklich anstrengen, genügend Nahrung aufzunehmen.

Noch einer weiteren Frage geht Albrecht in einem vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Projekt nach: Passt sich die innere Uhr auch Temperaturänderungen an? Nagetiere oder Bären zum Beispiel begegnen bekanntlich der Kälte im Winter, indem sie ihren Metabolismus umstellen und sich rechtzeitig zu einem Winterschlaf zurückziehen.

In einem Pilotversuch fand Albrecht Hinweise darauf, dass das Uhren-Gen PER2 für das Überleben bei tiefen Temperaturen eine wichtige Rolle spielt. Bei einer Umgebungstemperatur von vier Grad Celsius sank die Körpertemperatur von Mäusen mit defektem Uhren-Gen rapide; die Tiere mussten sofort in die Wärme gebracht werden. Mit PER2 hingegen konnten Mäuse ihre Körpertemperatur ziemlich lange im grünen Bereich halten – allerdings nur, wenn das Experiment im Winter stattfand. Im Sommer fiel ihr Metabolismus ebenso rasch zusammen wie jener der gentechnisch veränderten Mäuse. «Ob dieses Gen Tieren tatsächlich dabei hilft, sich an die kalte Jahreszeit anzupassen, müssen weitere Experimente zeigen», sagt Albrecht.

Auch für Ueli Schibler ist klar, dass die innere Uhr noch längst nicht alle ihre Geheimnisse preisgegeben hat. Angesichts der enormen Zahl von Genen, die am Uhrwerk beteiligt sind, zweifle er zwar nicht an dessen Bedeutung. «Aber wie wichtig die innere Uhr wirklich ist für den Körper, ist noch eine offene Frage.» ■



Wie ein Thermostat

Inzwischen haben Forscher fast ein Dutzend Gene gefunden, die im zentralen Uhrwerk des SCN für die Rhythmik sorgen. Entscheidend ist dabei ein Rückkopplungsprinzip – ähnlich wie bei einem Thermostat: Uhren-Gene werden über den SNC angeschaltet und beginnen mit der Produktion bestimmter Proteine. Ab einer gewissen Konzentration verbinden sich solche Eiweisse und sorgen gemeinsam dafür, dass die Gene, aus denen sie entstehen, gehemmt werden. Sinkt die Konzentration der Proteine später unter einen bestimmten Schwellenwert, wird die Hemmung der Gene aufgehoben, und der Kreislauf beginnt von neuem.

Heilen mit Licht

Bei depressiven Menschen ist oft auch die innere Uhr gestört. Forschende des Universitätsspitals Basel untersuchen, ob eine Lichttherapie Linderung bringen kann.

Es gibt verschiedene Wege, wie der Mensch seine innere Uhr aus dem Takt bringen kann. Einer ist es, von Europa nach Amerika zu fliegen: Der Sprung über mehrere Zeitzonen führt zu einem Jetlag – der Körper tickt nach der Ankunft immer noch nach dem heimischen Rhythmus und muss sich zuerst umgewöhnen. Einen ähnlichen Effekt hat Schichtarbeit. Wenn der Arbeiter am frühen Morgen müde nach Hause kommt, signalisiert das Tageslicht seinem Körper:

Psychiatrischen Kliniken Basel das Zentrum für Chronobiologie aufgebaut hat. Die Idee für die Lichttherapie brachte sie in den achtziger Jahren von einem Forschungsaufenthalt in den USA nach Basel. «Zuerst standen viele Psychiater der Behandlung skeptisch gegenüber; die Lichttherapie hatte damals einen alternativen Beigeschmack», erzählt sie.

In vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Studien konnten Wirz-Justice und ihre Mitarbeiter aber

Ähnlich wie Antidepressiva erhöht Licht den Spiegel des Glückshormons Serotonin im Gehirn.

Jetzt ist nicht Schlafenszeit. Im Einzelfall verkraftet der Organismus solche Umstellungen problemlos. Bei Menschen, die jahrelang Schichtarbeit leisten oder von Termin zu Termin rund um die Welt fliegen, können aber unter anderem Schlafstörungen und Depressionen auftreten.

Wirksam und nebenwirkungsarm

Auch der Winter kann die innere Uhr vor Probleme stellen. Viele Menschen können sich nur schwer an die kurzen Tage gewöhnen; und einigen gelingt die Umstellung gar so schlecht, dass sie depressiv werden. In der Schweiz leiden schätzungsweise zwei Prozent der Bevölkerung an einer so starken Winterdepression, dass sie ärztliche Behandlung benötigen.

Vom Arzt verschrieben werden in diesem Fall nicht unbedingt Medikamente – Mittel der Wahl ist eine so genannte Lichttherapie. Patienten setzen sich dabei täglich rund eine halbe Stunde vor eine sehr helle Lampe mit einer Lichtstärke von 10000 Lux. Weil die Wirksamkeit der ungewöhnlichen Behandlungsmethode wissenschaftlich erwiesen ist, wird sie in der Schweiz von der Krankenkassen-Grundversicherung bezahlt. Wesentlich dazu beigetragen hat die Forscherin Anna Wirz-Justice, die an den Universitäten

nachweisen, dass Lichttherapie kaum Nebenwirkungen hat und besser wirkt als Placebos wie gedimmtes, nur scheinbar helles Rotlicht. Am besten wirkt die Therapie, wenn sich die Patienten am Morgen früh vor die Lampe setzen.

Wie die Lichttherapie auf molekularer Ebene funktioniert, weiss man noch nicht genau. Klar ist aber: Ähnlich wie Antidepressiva erhöht Licht den Spiegel des Glückshormons Serotonin im Gehirn – auch im suprachiasmatischen Nucleus (SCN), im Zentrum der inneren Uhr. Licht ist der wichtigste Zeitgeber für die innere Uhr; werden Patienten am Morgen damit behandelt, korrigiert es Phasenverzögerungen im Tagesrhythmus. «Dazu gesellt sich die symbolische Kraft des Lichts – wir sprechen von der ›Aufhellung‹ der Depression», sagt Wirz-Justice.

Studie mit Schwangeren

Die Forscherin ist überzeugt, dass Lichttherapie auch bei nichtsaisonalen Depressionen und vielen anderen Krankheiten helfen kann. «Psychiatrische Krankheiten sind oft von Schlafstörungen begleitet», sagt sie. Und immer deutlicher zeige sich, dass viele dieser Schlafstörungen eigentlich Störungen des Schlaf-Wach-Zyklus seien. Alzheimerpatienten etwa haben





Anna Wirz-Justice (Bild oben) hat die Idee zur Behandlung von Winterdepressionen mit Licht in die Schweiz gebracht. In Stockholm ist es gar möglich, sich in einem «Lichtcafé» zum Morgenessen zu verabreden (links). Bild oben: Derek Li Wan Po; Bild links: Claudio Bresciani/Scanpix Sweden/Keystone

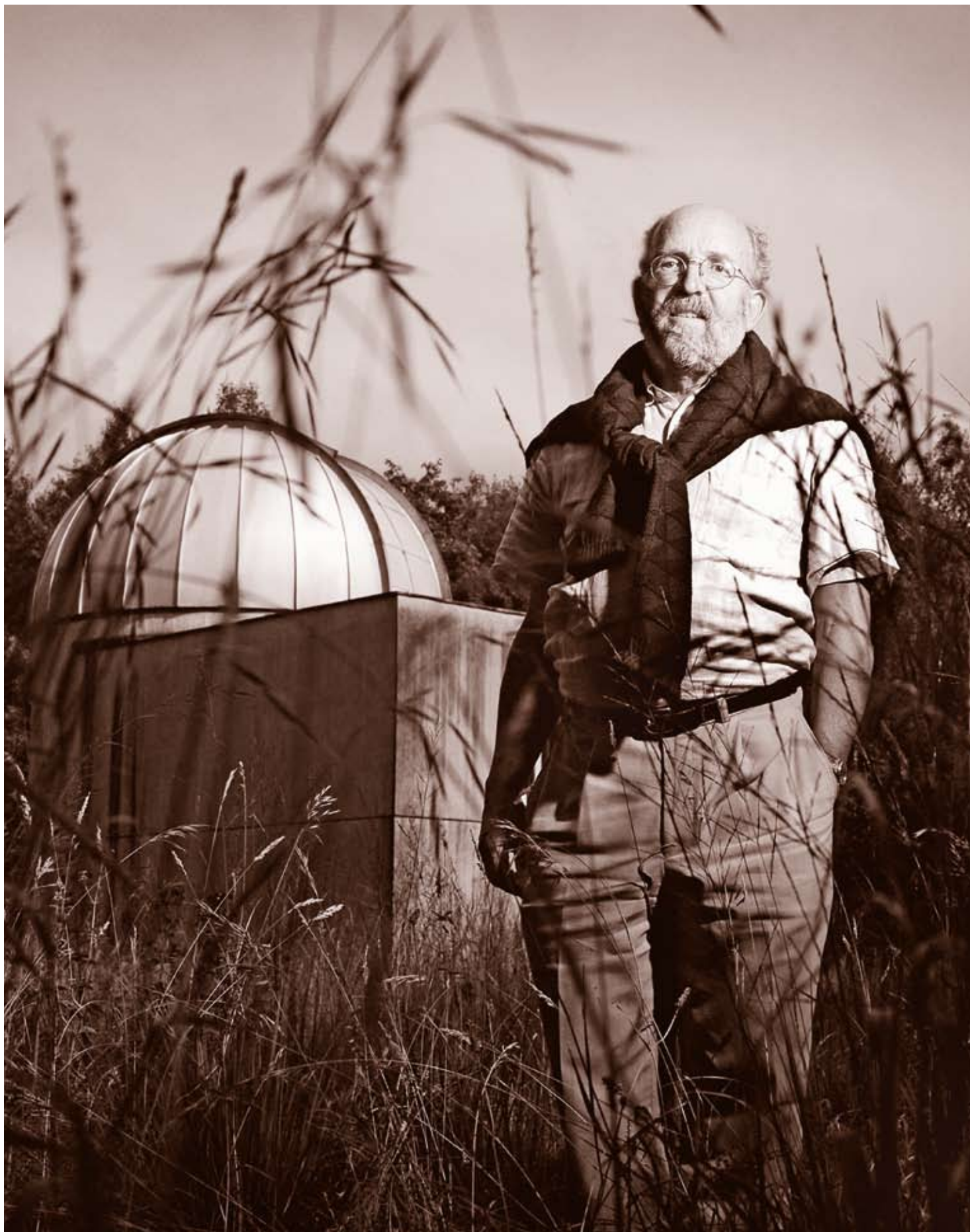
stark gestörte Zyklen und werden gerade deswegen häufig ins Spital eingewiesen. Bekommen die Patienten tagsüber aber viel Licht, schlafen sie nachts besser. Eine holländische Studie konnte kürzlich gar zeigen, dass die Lichttherapie auch den kognitiven Zerfallsprozess bei Alzheimerpatienten verlangsamt. Die Chronobiologen in Basel fanden in noch laufenden Studien zudem Hinweise darauf, dass Schizophreniepatienten bei kognitiven Tests umso schlechter abschneiden, je stärker ihre innere Uhr aus dem Takt geraten ist, und dass Borderlinepatienten mit schlechten Rhythmen stärker zu Selbstverletzungen neigen.

In einem vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Projekt versucht Wirz-Justice momentan, einer anderen Patientengruppe mit Licht zu helfen: Gemeinsam mit Anita Riecher-Rössler von der Psychiatrischen Poliklinik sowie Johannes Bitzer und Irene Hösli von der Frauenklinik des Universitätsspitals Basel wendet sie Lichttherapie bei schwangeren Frauen an, die an einer Depression leiden. Psychische Probleme während der Schwangerschaft sind häufig. Laut einer Studie in Grossbritannien ist jede achte Frau in der 32. Schwangerschaftswoche depressiv, und es gibt Hinweise darauf, dass die Einnahme von Antidepressiva während

der Schwangerschaft einen Einfluss auf die Kinder haben könnte. Deshalb sind Schwangere besonders auf nebenwirkungsarme Behandlungen angewiesen. «Ich finde es wichtig für die Frauen, dass wir untersuchen, ob Licht eine einfache, risikoarme und wirksame Therapie gegen Schwangerschaftsdepression ist», sagt Wirz-Justice.

Licht ist kein Allesheiler

Resultate liegen zwar noch keine vor – die Doppelblindstudie wird erst 2009 abgeschlossen. «Doch in den USA durchgeführte Pilotstudien fanden heraus, dass es den Frauen nach ein paar Wochen Lichttherapie bedeutend besser ging», sagt Wirz-Justice. Ein weiterer Hinweis auf die Wirksamkeit des Lichts: Setzten die Forscher die Therapie ab, verschlechterte sich der Gesundheitszustand der Frauen rasch wieder. Trotzdem: Ein Allesheiler ist Licht auch für Wirz-Justice nicht. «Wir bekommen ja fast alle zu wenig Licht», sagt sie. In einem Büro zum Beispiel betrage die Lichtstärke 100 bis 300 Lux, draussen 10000 Lux, an einem Sommertag gar bis zu 100000 Lux. «Dennoch sind wir nicht alle depressiv; es ist also klar, dass es auch genetische, entwicklungsbiologische und psychosoziale Faktoren für die Krankheiten gibt.» koe ■



Auch mit 65 Jahren noch auf der Suche nach Exoplaneten

VON PIERRE-YVES FREI

BILDER JEAN REVILLARD/REZO

Der Astronom Michel Mayor, der 1995 den ersten Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems entdeckte, ist letztes Jahr nach langjähriger Tätigkeit an der Universität Genf in den Ruhestand getreten. Seither hat sich der Alltag des leidenschaftlichen Forschers jedoch kaum verändert. Noch immer reist er um die Welt.

Wenn er gefragt wird, was sich in seinem Leben seit seiner Pensionierung im Jahr 2007 verändert hat, ist der Astronom Michel Mayor sichtlich ratlos. Stattdessen antwortet seine Ehefrau, mit der er drei Kinder hat, eher unbestimmt: «Vielleicht sehe ich ihn etwas häufiger als zuvor. Besonders an den Wochenenden.»

Damit ist alles gesagt. Oder fast. Das Leben des seit der Entdeckung des ersten Exoplaneten im Jahr 1995 gefeierten Astronomen hat sich seit dem vergangenen 31. Juli kaum verändert. «Wenn man von der wissenschaftlichen Forschung in den Ruhestand tritt, macht man entweder voll weiter oder hört ganz auf. Teilzeitlich weiterzuarbeiten ist sehr schwierig. Nur schon wegen der E-Mails. Ich erhalte so viele, dass ich dadurch unter konstantem Druck bin.»

Als Astronom bei Geologen

Michel Mayor hat sich deshalb entschieden, seinen Beruf zu 100 Prozent weiter auszuüben. Mit kleinen Abweichungen allerdings. Er hat das Szepter des Observatoriums der Universität Genf seinem Arbeitskollegen und Freund Stéphane Udry übergeben, der seither Bekanntschaft mit dem enormen administrativen Aufwand gemacht hat, der mit dieser Ehre verbun-

den ist. Er gibt ausserdem kaum noch Vorlesungen, was er eigentlich bedauert, da er den Kontakt mit den Studierenden sehr schätzte. Womit beschäftigt sich dann aber Michel Mayor im Alltag? «Ich habe viel mehr Zeit für Konferenzen, eine Herausforderung, die ich ganz besonders mag. Ich muss mich jedes Mal auf eine andere Zuhörerschaft einstellen.»

Als nächstes auf dem Programm steht ein Weltkongress in Norwegen für – Geologie. Ein Astronom wird von Geologen eingeladen? Soll der Kongress mit einem exotischen Vortrag aufgelockert werden? «Keineswegs», meint der Genfer Forscher. «Die Geologie interessiert sich mehr und mehr für unsere Planeten. Auch für dieses Fachgebiet bieten sich Planeten als Forschungsgegenstand an, da wir ihre Dichte und damit ihre Beschaffenheit immer genauer einschätzen können.»

Bis heute fast 300 Exoplaneten

Seit der Entdeckung des Exoplaneten 51 Peg b im Jahr 1995 hat dieses Gebiet der Astronomie ohnehin eine stürmische Entwicklung erlebt. Insbesondere in quantitativer Hinsicht: Mit laufend verbesserten Beobachtungsinstrumenten haben verschiedene Forschungsgruppen bis heute fast 300 Exoplaneten entdeckt, einige davon kreisen um dieselben Sonnen. Dann aber auch in qualitativer Hinsicht: Der

inzwischen angesammelte «Planeten-zoo» wirft ein völlig neues Licht auf die Theorie zur Entstehung von Planeten. Zuvor hatten die Forschenden, als ihnen zur Nahrung ihrer Hypothesen nur unser Sonnensystem zur Verfügung stand, ein Modell entworfen, das erklärte, warum sich die Gasriesen wie Jupiter und Saturn in grosser Distanz zur Sonne befinden. Umso erstaunlicher war die Entdeckung, dass 51 Peg b eine vergleichbare Masse wie Jupiter aufweist, dabei aber die Bahn um seine

«Ich habe viel mehr Zeit für Konferenzen, eine Herausforderung, die ich ganz besonders mag.»

Sonne in nur gerade fünf Tagen zurücklegt, während unser grösster Planet dazu mehr als elf Jahre braucht. Wenn dieses Objekt doch wenigstens die Ausnahme wäre! Doch weit gefehlt: Inzwischen wurden mehrere Dutzend ähnliche Planeten wie 51 Peg b gefunden. Ist damit die Theorie zur Planetenentstehung endgültig widerlegt? «Nein. Die Gasriesen entstehen tatsächlich in grosser Entfernung von ihrem Gestirn. Bisher wusste man allerdings nicht, dass einige nach ihrer Entstehung mit der Materienscheibe, die sie hervorgebracht hat, in Wechselwirkung treten und dann langsam gegen das Zentralgestirn driften, bis sie plötzlich auf einer sehr tiefen, zentrumsnahen Umlaufbahn zum Stillstand kommen.»

Die Fundobjekte sind kleiner geworden

In den ersten Jahren der Jagd auf Exoplaneten wurden ausschliesslich sehr grosse Objekte entdeckt. Heute sind die Beutestücke zwar wesentlich kleiner, aber



«Unser bester Fang war 2007 der Planet mit dem Namen Gl 581c, der nur fünf Erdmassen wiegt und 20 Lichtjahre von der Erde entfernt ist.»

nicht minder interessant. «Wir haben inzwischen mehrere Planeten mit einigen Erdmassen entdeckt. Und wenn sich diese ebenfalls durch relativ tiefe Umlaufbahnen auszeichnen, werden wir bald, vielleicht in einigen Jahren, auf Schwestern der Erde stossen» – auf Planeten also, die sich punkto Masse und Umlaufbahn gut mit der Erde vergleichen lassen.

Das momentane Flaggschiff der Planetensuchinstrumente heisst Harps. Es handelt sich um einen Spektrografen, der zusammen mit einem 3,60-Meter-Teleskop in La Silla in Chile eingesetzt wird. Er vermag die periodischen Schwankungen eines Gestirns zu messen, die von seinem oder seinen Planeten bei der Umlenkung des Sterns erzeugt werden. Diese Schwankungen sind umso ausgeprägter, je schwerer der Planet ist und je näher er sich bei seinem Stern befindet. «Unser bester Fang war 2007 der Planet mit dem Namen Gl 581c, der nur fünf Erdmassen wiegt und 20 Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Er kreist in 13 Tagen um einen sehr schwach leuchtenden Stern. Auf seinem ebenfalls von uns entdeckten Bruder Gl 581d mit 7,6 Erdmassen und einer Umlaufzeit von 84 Tagen könnte es vielleicht sogar flüssiges Wasser geben.» Jedes Mal,

wenn Michel Mayor von Harps spricht, steht ihm die Leidenschaft ins Gesicht geschrieben. Das Juwel hat die hohen Erwartungen in Bezug auf die Auflösung bereits übertroffen, seine Leistung wird aber durch die Mitarbeitenden ständig so weiter verbessert, dass immer leichtere, immer erdähnlichere Himmelskörper entdeckt werden. «Glücklicherweise kennt die ESO, die Europäische Südsternwarte, kein Pensionsalter. Ich kehre deshalb noch immer jedes Jahr für eine rund zehntägige Beobachtungskampagne nach La Silla zurück. Und solange es meine Gesundheit zulässt, werde ich weitermachen.»

Weltenbummler

Dort und anderswo. Der Astronom und seine Frau sind nämlich richtige Weltenbummler. Sie lassen sich nie eine Gelegenheit entgehen, ans andere Ende der Welt zu reisen. Die Konferenzen im Ausland, an denen Michel Mayor teilnimmt, sind oft auch Anlass für touristische Erkundungen der Umgebung, von denen zahlreiche Souvenirs zeugen. Bei einer Exkursion am Rande einer Konferenz in Kanada besuchte er den Burgess-Schiefer, eine der weltweit ältesten und reichsten Fundstätten von Fossilien. «Direkt unter meinen Füßen waren Fossilien, eines aussergewöhnlicher als das andere, einige von ihnen 545 Millionen Jahre alt. Ich wusste nicht mehr, wo hinschauen. Es war ganz einfach faszinierend.»

Man kann offensichtlich nach Exoplaneten suchen, ohne die Wunder unseres eigenen Planeten aus den Augen zu verlieren. ■

Nicht erst im Mittelalter verlief ein zentraler Handelsweg über den Gotthard. Bereits vor 3500 Jahren lockte der Warenverkehr die ersten Bauern in die Leventina. Ihre Siedlungen belegen weit vernetzte europäische Beziehungen.

VON MANUELA ZIEGLER

Bis vor wenigen Jahren herrschte die Ansicht, der Passweg über den Gotthard sei erst mit dem Bau der Teufelsbrücke im Mittelalter – über die unwegbare Schöllenen Schlucht – zur Handelsader geworden. Nun aber legen Grabungsfunde eines vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützen Projekts eine andere Sicht der Dinge nahe: «Die Siedlungen Mött Chiaslasc in Airolo-Madrano im Süden des Gotthardgebiets und Flüeli in Amsteg im Norden verstärken unsere Annahme, dass der mittelalterliche Verlauf der Gotthardpassstrasse bereits in der Bronzezeit bestanden hat», sagt Philippe Della Casa. Der Professor für Ur- und Frühgeschichte an der Universität Zürich erforscht im Rahmen des interdisziplinären Projekts die Leventina in den zwei Jahrtausenden vor Christus.

Bronzezeitliche Siedlungsreste

Für die neue Datierung der Gotthardpassstrasse spricht, dass die prähistorischen Siedlungsreste von Mött Chiaslasc an derselben Stelle liegen wie die mittelalterliche Burg Chiaslasc, unweit der mittelalterlichen Passstrasse. Eine ähnliche Situation hatten frühere Forschungsarbeiten bereits im Fall von Flüeli aufgezeigt: Auch dort waren die bronzezeitlichen Siedlungsreste in der Nähe der mittelalterlichen Burg und der Passstrasse entdeckt worden. Dass ein prähistorischer Weg über den Gotthard verlief, bestätigen aber auch Radiokohlenstoffdatierungen auf der Alpe di Rodont: Dieser geschützte Lagerplatz unweit der Gotthardpasshöhe wurde mehrmals aufgesucht, erstmals bereits im 8. Jahrtausend vor Christus, aber auch später in der Bronzezeit, und zwar in der



In der Bronzezeit über den Gotthardpass

gleichen Periode, in der die bronzezeitliche Siedlung in Airolo-Madrano existierte. Das ergaben die Datierungen der Holzkohle aus den Feuerstellen des Lagerplatzes. Wie die bronzezeitliche Route genau verlief, lässt sich heute allerdings nicht mit Sicherheit sagen.

Wirtschaftlicher Anreiz

Durch die auf terrassierten Hügeln exponierte Lage der Siedlungen Mött Chiaslasc und Flüeli konnte der Passweg bestens kontrolliert werden. Das spielte für den Handel mit Waren keine geringe Rolle. Dass es einen solchen Handel gegeben haben muss, dafür steht die Siedlung Mött Chiaslasc selbst. «In der eher unwirtlichen Alpengegend ohne Kupfererzvorkommen muss der Handel einen wirtschaftlichen Anreiz geboten haben, sesshaft zu werden», meint Della Casa. In der Siedlung Mött Chiaslasc lebten die ersten Bauern, die in diesem Gebiet bisher als sesshaft nachgewiesen werden konnten. Deren Wirtschaftsweise erforscht die Archäobotanikerin Christiane Jacquat, die im interdisziplinären Projekt mitarbeitet. «Die ausgegrabenen, verkohlten Getreidereste legen nahe, dass die Siedler Ackerbau mit Brandrodung betrieben haben», sagt

Jacquat. Einen weiteren Anhaltspunkt für die Landwirtschaft stellen die Reste von Begleitpflanzen dar, die beim Getreideanbau wachsen. Ergänzt um die Hausgrundrisse, Keramik-, Metall- und Knochenfunde ergibt sich ein Bild von den frühgeschichtlichen Lebensformen, die denen in anderen Alpengebieten wie dem Engadin oder dem Oberwallis ähneln.

Zahlreiche Funde aus Mött Chiaslasc belegen den Nord-Süd-Handel über den Gotthard: Beispielsweise eine Bronzescheibe, Anhänger eines Halsgehänges, das jenen aus der nordalpinen Hügelgräberkultur verwandt ist. In der Bronzezeit reichte ihr Verbreitungsgebiet bis nach Norddeutschland. Ausserdem entdeckten die Forscher blau-weiss gemusterte Glasperlen, wie sie in Tessiner und italienischen Gräberfeldern gefunden wurden. Bernsteinfunde erweitern den Handelsradius auch in Richtung Osteuropa.

Der Alpenraum war zu jener Zeit «ein boomender Wirtschaftsraum», so Thomas Reitmaier, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt. Der Abbau von Erzen im Bergbaubetrieb, vor allem die in der Bronzezeit aufkommende Metallproduktion und der Handel mit Waren verschiedenster

Herkunft haben das Alpengebiet zu einer wirtschaftlich prosperierenden Region gemacht. Zusammen mit den Fundergebnissen des San Bernardino und des Simplongebietes in der gleichen Zeit ergibt sich das Bild eines wirtschaftlich über die Alpenpässe weit verzweigten Handelsnetzes in Europa.

Migrierende Pfahlbauern

Woher die Siedler in der Leventina kamen, ist noch nicht geklärt. Della Casa hält es für wahrscheinlich, dass sie einst als Pfahlbauern an den Voralpenseen nördlich und südlich der Alpen gelebt hatten und dann durch einen nachweislich grossen Kälteeinbruch in jener Gegend zum Zügeln veranlasst wurden. Möglicherweise sei der Umzug aber auch auf einen übergrossen Bevölkerungsdruck im schweizerischen Mittelland sowie in der nördlichen Poebene und eine damit einhergehende Ressourcenknappheit zurückzuführen. Muster von Be- und Entsiedelung finden sich in der Frühgeschichte häufig. «Auch im Fall von Airolo-Madrano gehen wir davon aus, dass Menschen, ähnlich wie heute, Regionen mit günstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Niederlassung gewählt haben», sagt Della Casa. ■



Links: Airolo-Madrano und die Stalvedroschlucht; auf der Erhebung in der Bildmitte der Fundplatz Mött Chiaslasc. Oben: Bronzescheibe aus Airolo-Madrano, ca. 1500 v.Chr. Unten: Grabung auf dem Mött Chiaslasc, 2006. Bilder Philippe Della Casa (2), Giacomo Pegurri



Wenn Stahlriesen in Brand geraten

Der Werkstoff Stahl verändert bei hohen Temperaturen seine Eigenschaften. In brennenden Gebäuden kann das drastische Folgen haben. An der ETH Zürich erforscht man deshalb, wie man Stahlkonstruktionen brandtauglich machen kann.

VON ROLAND FISCHER

Die Geschichte rund um den Terrorangriff auf die Twin Towers hat den Forschungsarbeiten der Gruppe von Mario Fontana zur Brandsicherheit von Tragwerken zu grosser Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit verholfen. Das Fernsehen war da, Fontanas Expertenmeinung war in den Medien weitherum gefragt. Dem Bauingenieur ist anzumerken, dass ihn dieser Fokus auf das World Trade Center ein wenig ärgert. «In der Schweiz haben die Stahlbauer schon in den 50er Jahren zum Thema Stahl und Brand geforscht, und auch wir haben mit unserer Forschung zum Verhalten von Stahlkonstruktionen im Brandfall schon lange vor 9/11 begonnen», erklärt er. «Dank den Forschungsergebnissen konnte ich den Kollaps sehr rasch nachvollziehen.» Die Verschwörungstheorien, wonach das Kerosin gar nicht heiss genug gebrannt habe, um das Stahlgerüst ernsthaft schwächen zu können, wischt er beiseite. Schliesslich habe das Kerosin sofort alles vorhandene brennbare Material entzündet, und zudem sei nicht der Schmelzpunkt des Stahls entscheidend, der Werkstoff verändere seine Materialeigenschaften bereits bei viel tieferen Temperaturen. Genau diesen Veränderungen und ihren Auswirkungen versucht Fontanas Gruppe auf den Grund zu gehen.

Auswirkungen auf die Stabilität

Erhitzt man Stahl, wird er weich, was, sagt Fontana, an sich keine negative Eigenschaft sei, denke man nur an das Schmieden. Doch im Häuserbau wirkt sich das auf die Stabilität aus – dies nicht zu berücksichtigen wäre ein Vabanquespiel. Denn in einem Gebäude kann es immer zu einem Brand kommen. «Jedes Tragwerk ist auf gewisse Szenarien hin bemessen, das war

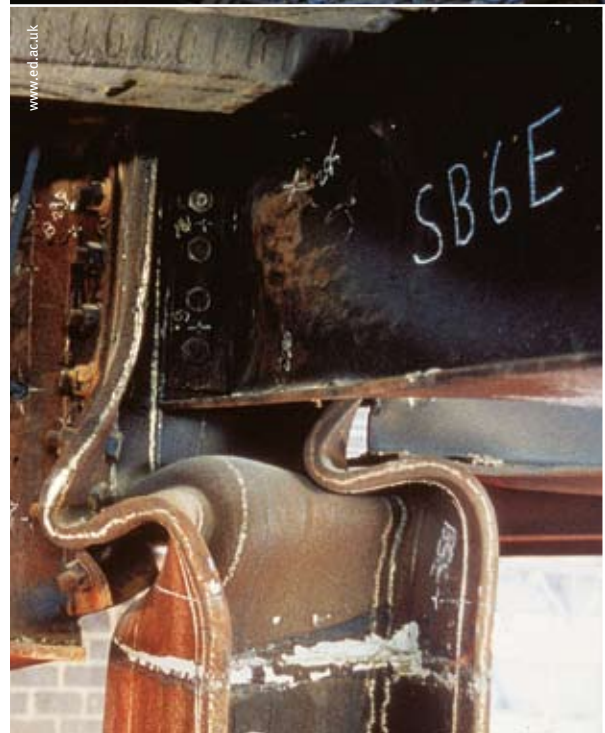
auch beim World Trade Center so», sagt Fontana. Er nimmt an, dass es auch dort hin und wieder zu Bürobränden gekommen sei. Dass man davon weiter nichts gehört hat, dass solche Ereignisse also keine gravierenden Auswirkungen auf die Tragfähigkeit der Konstruktion hatten, bedeutet für den Ingenieur, dass die Szenarien und Berechnungen korrekt gewesen sind.

Zwei Möglichkeiten gibt es, um ein Gebäude brandtauglich zu machen: Erstens eine entsprechend stabile, auch eine Schwächung bei Feuer berücksichtigende Bauweise und zweitens den Schutz der Stahlträger mit Dämmmaterialien. Beides ist teuer, den Bauherren liegt deshalb viel daran, die Vorsorge nicht aufwändiger als unbedingt nötig zu gestalten. Die Waage mit der Wirtschaftlichkeit auf der einen und der Sicherheit auf der anderen Seite wird dauernd neu austariert – insofern war 9/11 durchaus bedeutsam, auch wenn es für die Experten nicht Anlass war, grundsätzlich über die Bücher zu gehen.

Risiken besser einschätzen

Fontana weiss, dass er als Ingenieur nicht alles berechnen kann: «Welche Risiken man als tragbar erachtet, muss die Gesellschaft entscheiden.» Er kann jedoch das Rüstzeug liefern, um die Risiken einzuschätzen und die Konstruktionen entsprechend anzupassen. Indem Fontana und seine Mitarbeiter erforschen, wie Tragwerke sicher und wirtschaftlich gestaltet werden können, betreiben sie aber mehr als bloss nüchterne Analysen. Mit ihren Forschungsergebnissen können sie durchaus mithelfen, Bauten überhaupt zu ermöglichen: Wenn sich Sicherheitsvorkehrungen rationeller treffen lassen, werden auch architektonisch (und finanziell) ambitionöse Projekte eher Realität. Die Forscher bedienen sich sowohl theoreti-

Steve McCurry/Magnum Photos





scher als auch experimenteller Methoden, um das Verhalten des Stahls besser zu verstehen. Fontanas Mitarbeiter Markus Knobloch ist Experte für das Stabilitätsverhalten von Stahltragwerken und das Modellieren dieses Verhaltens im Computer. Wie einzelne Bauteile wie Winkel- oder Vierkantprofile auf Druck bei hohen Temperaturen reagieren, lässt sich rechnerisch gut simulieren. Solche Berechnungen können einen Rechner gut und gern ein paar Tage beschäftigen. Denn Stahlprofile verformen sich auf komplexe Weise, nach einem Brand weisen sie Beulen und Verformungen auf, nicht zufällig verteilt indes, sondern einem Muster gehorchend, das sich mathematisch erschliessen lässt.

Die numerisch ermittelten Resultate müssen aber immer wieder mit der Realität verglichen werden, zu diesem Zweck benutzen die Bauingenieure das Brandlabor der Empa und haben sich ihren eigenen kleinen Brandofen gebaut. Dieser steht in der grossen Versuchshalle an der ETH Höggerberg, wo auch Holz- oder Betonwände mit Hydraulikzylindern durchgeschüttelt werden. In dem gut drei Meter hohen elektrischen Ofen können die Ingenieure Stahlprofile unter realistischen Bedingungen schmoren lassen. «Der Abgleich der Berechnungen mit den praktischen Versuchen ist sehr wichtig, die Computerprogramme sind noch lange nicht vollkommen», sagt Fontana. Das gilt insbesondere für komplexe Konstruktionen; noch vermögen die Computer das Verhalten einer Vielzahl miteinander verbundener Stahlträger nicht zuverlässig zu prognostizieren. Da ist man auf Erfahrungen aus Grossversuchen angewiesen – in England

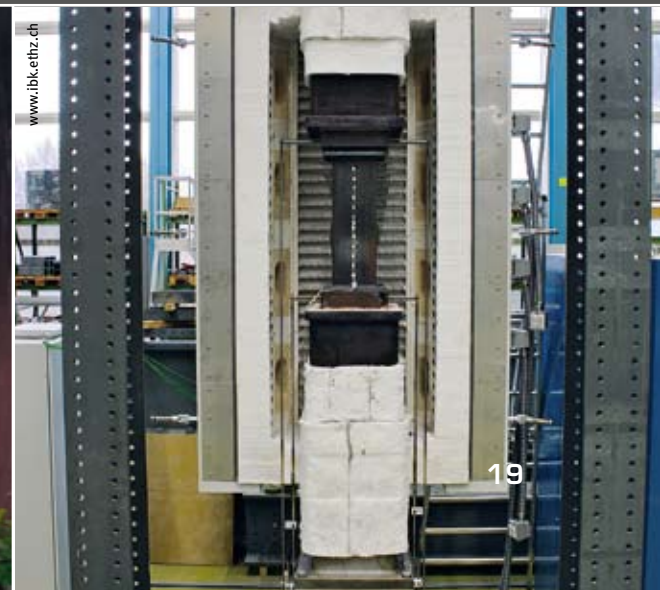
hat man schon mal ein achtgeschossiges Stahlgebäude einzig zu dem Zweck errichtet, es nachher abbrennen zu lassen, um die Schäden am Tragwerk zu studieren.

Tests mit kaltem Alu statt heissem Stahl

Da solche Belastungsversuche unter realen Brandbedingungen allerdings aufwändig und teuer sind, sucht man an der ETH auch nach anderen Wegen, um den Stahl zu studieren. Die Ingenieure in Fontanas Gruppe haben erkannt, dass heisser Stahl ähnliche Eigenschaften hat wie andere Metalle (etwa Aluminium) im kalten Zustand. Im Moment ist man daran, diese Eigenschaften im Detail zu vergleichen. Die Ergebnisse sind vielversprechend – womöglich wird man bald an einfachen Alumodellen wichtige Aspekte zum Brandverhalten von Stahl nachvollziehen können.

Am meisten Sicherheit und Nutzen bringen die Erkenntnisse, wenn sie schon möglichst früh in den Planungsprozess der Architekten einfließen, um die Architekturentwürfe und den Brandschutz in Einklang zu bringen. Exponierte, statisch bedeutende Stahlträger mögen ein ästhetisch reizvolles Element im Innern eines Raumes darstellen, sind sie allerdings von allerlei brennbarem Material umgeben, so braucht es zuverlässige Kenntnisse und Massnahmen, um das Risiko in Grenzen zu halten. «Es geht darum, zusammen mit den Architekten gemeinsam sichere und effiziente Lösungen zu finden», sagt Fontana. Als Ingenieur sei er nicht allein Wissenschaftler, der Probleme analysiere, er müsse auch vernetzt denken und mitunter ein altes Problem ganz neu angehen. ■

Oben: Nach dem Einsturz der Twin Towers im September 2001. Unten: Grossbrand in Steinhausen 2007. Wie instabil Stahlträger bei grosser Hitze werden, kann ein Ingenieurteam der ETH Zürich zum Teil theoretisch berechnen. Die Forscher stützen sich aber auch auf Experimente (unten rechts: Beulversuch in der Versuchshalle der ETH Höggerberg) oder auf Erfahrungen aus simulierten Grossbränden (unten links: Stahlstütze nach einem Naturbrandversuch in einem achtstöckigen Gebäude im englischen Cardington).





Von Bauern gefürchtet: Apfelschorf auf Blättern und Früchten (Bilder 1, 5, 6). Auf züchterischem Weg – durch Einkreuzen mit einem resistenten Wildapfel (*Malus floribunda*, Bild 2) – lassen sich die bestehenden Apfelsorten nicht resistent machen. Mit gentechnischen Methoden gelingt dies jedoch. Gegenwärtig arbeiten die Forschenden aber daran, aus den resistenten Äpfeln ein unerwünschtes Antibiotikaresistenzgen zu entfernen (Bilder 3 und 4: gentechnisch veränderte Apfelzellen und -bäumchen).

Bilder: Plant Pathology IBZ ETH Zürich; Agroscope Changins-Wädenswil ACW (Bild 2)

Das hohe Cis im Apfelbaum

Apfelkulturen sind anfällig für Pilzkrankheiten und werden darum mit Fungiziden behandelt. Mittels gentechnischer Methoden könnten sie gegen Pilzbefall resistent gemacht werden. Doch transgene Lebensmittel sind umstritten. Ein ETH-Forscher sucht neue Wege.

VON BEAT GLOGGER

Kaum haben die jungen Blätter am Apfelbaum ausgetrieben, bekommen sie auf der Oberseite hässliche, braune Flecken, die sich bis in den Sommer kontinuierlich vergrössern. Später bilden sich auch auf den Äpfeln dunkle, oft gezackte Flecken und Risse. Solche Früchte lassen sich nicht mehr verkaufen. Schuld daran ist der so genannte Apfelschorf, eine der am meisten gefürchteten Pilzkrankheiten im Obstbau, die in Plantagen rund um die Welt sehr häufig auftritt.

Dem Erreger, einem Pilz namens *Venturia inaequalis*, ist nur mit Fungiziden beizukommen. So muss ein Bauer bis zur Ernte der Früchte um die zehnmals zur Giftspritze greifen: ein ökologisches Problem.

Langer Weg zur Resistenz

Darum bemühen sich Obstzüchter, unter anderem auch in der Schweiz, Apfelsorten zu züchten, denen der Schorfpilz nichts anhaben kann. Und tatsächlich gibt es heute schorffresistente Sorten. Doch die Topaz, Florina, Rubinola und andere stehen bei den Konsumenten nicht hoch im Kurs, und selbst sie werden ausser im Bioanbau noch zwei- bis dreimal pro Jahr gespritzt. Die auf dem Markt beliebtesten Apfelsorten wie Golden Delicious, Gala oder Gloster sind hoch anfällig. Als mittel anfällig gelten Cox Orange, Gravensteiner oder Jonagold.

«Auf züchterischem Weg ist es nicht möglich, eine bestehende Apfelsorte gegen eine Krankheit resistent zu machen», sagt Cesare Gessler vom Institut für Inte-

grative Biologie an der ETH Zürich. Denn beim Einkreuzen einer Krankheitsresistenz verändert sich der ganze Apfel. Schon nach der ersten Kreuzung ist ein Gala kein Gala mehr. Und wahrscheinlich nicht mal essbar.

Ausserdem ist das züchterische Kreuzen auch ein sehr langer Weg zum «besseren» Apfel. Die erste Apfelsorte, die eine gewisse Resistenz gegen den Schorf hatte, war Florina. Sie entstand aus der Kreuzung der heute nicht mehr gängigen Sorte Morgenduft (Rome Beauty) mit dem Wildapfel *Malus floribunda*, welcher

«Mit Gentechnologie bleibt Gala ein Gala. Denn wir verpflanzen nur gerade die Resistenz.»

natürlicherweise gegen den Apfelschorf resistent war. Bis daraus jedoch eine resistente und erst noch geniessbare Sorte hervorging, wurden zusätzlich Golden Delicious, Starkin und Jonathan eingekreuzt – und es vergingen sage und schreibe sechzig Jahre.

Viel schneller dank Gentechnik

«Mittels gentechnischer Methoden sind wir viel schneller», sagt Cesare Gessler. «Und mit Gentechnologie bleibt Gala ein Gala. Denn wir verpflanzen nur gerade die Resistenz und sonst nichts.»

Tatsächlich stehen in den Gewächshäusern an Gesslers Institut in Zürich

kleine Apfelbäumchen der Sorte Gala, die resistent sind gegen den Apfelschorf. Die Bäumchen sind mittlerweile fünf Jahre alt und enthalten dasselbe Resistenzgen wie alle anderen resistenten Sorten: jenes aus dem *Malus floribunda*, Baum Nummer 821, der vor fast hundert Jahren der Anfang der züchterischen Resistenzbildung von Florina und aller anderen heute schorf-resistenten Sorten war.

Doch trotz Resistenz haben Gesslers Apfelbäumchen einen Schönheitsfehler: sie sind transgen. Das heisst, sie enthalten nicht nur das eigentliche Resistenzgen namens Vf. Wobei V für den Erregerpilz *Venturia* steht und f den Ursprung des Gens in *Malus floribunda* andeutet.

Die Laborbäumchen enthalten neben diesem Apfelgen auch noch ein Gen für eine Antibiotikaresistenz, das so genannte npt-II-Gen. Dieses muss im Laufe des gentechnischen Entstehungsprozesses zwingend eingebaut werden, um die Zellen, bei denen die genetische Veränderung erfolgt ist, bereits im Reagenzglas von solchen zu unterscheiden, bei denen sie nicht erfolgt ist. Dies geschieht, indem alle Zellen auf einem mit Antibiotika versetzten Nährboden aufgezogen werden. Hier überleben nur solche, die das Antibiotikaresistenzgen eingebaut haben, also genetisch verändert sind.

Ist cis- statt transgen die Lösung?

Das Antibiotikaresistenzgen allerdings macht den nunmehr schorffresistenten Gala für viele Konsumenten inakzeptabel. Transgene Lebensmittel finden gemäss den einschlägigen Befragungen auf dem Markt keine Akzeptanz. Und doch besteht ein ökologisches Interesse daran, eine beliebte Apfelsorte so zu verändern, dass sie ohne Fungizide gute Früchte produziert. «Also muss das Antibiotikaresistenzgen raus», sagt Cesare Gessler. «Dann enthält der Apfel nur noch Gene aus dem Apfel. Er wäre also nicht mehr transgen, sondern cisgen.» Das entsprechende Projekt verfolgt Gessler im Rahmen des



nationalen Forschungsprogramms NFP 59 über Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen. So bestechend Gesslers Idee, so schwierig ist deren Umsetzung. «Wir bauen in den genetisch veränderten Pflanzenzellen auch noch ein Stück DNA ein, welches eine enzymatische Schere produziert, die sich selbst und das unerwünschte «Antibiotika-Gen» nach der Selektion der genveränderten Zellen entfernt. Sie sozusagen sauber macht.»

Noch redet praktisch niemand von cisgen anstelle von transgen. Glaubt Cesare Gessler, damit die Vorbehalte vieler Menschen gegenüber genetisch veränderten Pflanzen ausräumen zu können?

«Komplett wird das sicher nicht möglich sein. Aber es würde dabei helfen.» Denn ein cisgener Apfel enthält nur solche Eigenschaften, die auch mittels konventioneller Züchtung übertragen werden, solche also, die auch in einem Bioapfel vorhanden sind. Inwieweit das «cis» genetisch veränderte Pflanzen akzeptabler macht, ist ebenfalls eine Fragestellung in Gesslers Projekt. Sein Team eruiert auch die Meinung von direkt Betroffenen, etwa Obstzüchtern oder Konsumentenvertretern. Dabei hofft Gessler, dass die Diskus-

sion auch weg kommt von der alten Frage: Gentechnologie ja oder nein? «Wir müssen nicht die Technologie diskutieren, sondern deren Produkte», ist Gessler überzeugt. «Gute Produkte bringen allen einen Vorteil und werden darum akzeptiert.»

Als nächstes Feuerbrand im Visier

Ein genetisch veränderter Apfel, der keinerlei fremde Gene enthält, hätte auch einen ganz praktischen Vorteil: Man könnte das Selektionssystem mit dem Antibiotikum für den Einbau eines weiteren Gens verwenden, zum Beispiel einer zweiten Krankheitsresistenz,

Im Visier hat Cesare Gessler den Feuerbrand. Diese bakterielle Infektionskrankheit wird zunehmend zum Problem. Der Feuerbrand hat im letzten Jahr in rund 700 Gemeinden der Schweiz gewütet. Allein im Kanton Thurgau, einer traditionellen Obstbauregion, mussten 177000 Niederstamm- und 21000 Hochstammbäume gefällt werden. Was die Situation aber nur wenig entschärft hat; daher erlaubte das Bundesamt für Landwirtschaft

«Das Antibiotikaresistenzgen muss raus. So wäre der Apfel nicht mehr transgen, sondern cisgen.»

sogar den bisher in der Schweiz nicht zugelassenen Einsatz von Antibiotika, die ab Frühling 2008 grossflächig auf die Obstkulturen gesprüht werden dürfen. Trotz aller möglichen ökologischen Konsequenzen und der Bedenken der Imker, die eine Antibiotikakontamination des Honigs befürchten.

Doch bis es die feuerbrandresistenten Apfelbäume gibt, wird es noch einige Jahre dauern, denn noch ist nicht einmal das Gen identifiziert das für eine solche Resistenz sorgt. Gesslers Arbeitsgruppe ist daran, es zu entschlüsseln. ■

Verschörung, Gegenverschörung

Die berühmten «Protokolle der Weisen von Zion» sind eine der wichtigsten Quellen des Antisemitismus. Nicht weniger verworren als ihr Inhalt ist ihre Entstehungsgeschichte, die der Historiker Michael Hagemester rekonstruiert.

VON URS HAFNER

BILDER ARCHIV FÜR ZEITGESCHICHTE



Dank dem Internet gehören die «Protokolle der Weisen von Zion» zu den am meisten verbreiteten Texten nicht nur des 20. Jahrhunderts, sondern auch unserer Tage: Amerikanische Rechtsextremisten bedienen sich des Schriftstücks ebenso wie islamistische Fundamentalisten, russische Orthodoxe, heidnische Neonazis, Esoteriker, Endzeitpropheten und Verschörungstheoretiker. In Osteuropa, Japan und im arabisch-islamischen Raum liegen die «Protokolle» sogar offen in Buchhandlungen auf und dienen als Vorlagen für Fernsehfilme.

Weltherrschaft im Visier

Die «Protokolle der Weisen von Zion» sind eine der wichtigsten, wenn nicht die wichtigste ideologische Quelle des Antisemitismus. Das rund 60 bis 80 Seiten umfassende Schriftstück enthält eine Rede, die ein jüdischer Führer auf den Sitzun-

gen der so genannten Weisen von Zion, einer jüdisch-freimaurerischen Gruppe von Verschwörern, gehalten haben soll. Diese Gruppe plant angeblich, in Kürze die Weltherrschaft an sich zu reißen und sich die «nichtjüdischen» Menschen untertan zu machen. Die brisantesten Passagen verraten, dass in den U-Bahn-Schächten der Metropolen der Sprengstoff zur Zündung bereit liege. Die Gruppe agiert jedoch nicht nur mit roher Gewalt und der puren Macht des Goldes. Subtilere Mittel für die Herbeiführung des Umsturzes sind die Verbreitung der demokratischen Staatsform sowie der Weltanschauungen des Liberalismus und des Sozialismus.

Die «Protokolle der Weisen von Zion» schafften den globalen Durchbruch nach der Russischen Revolution 1917. Anhänger des zaristischen Regimes brachten sie nach Westeuropa und Amerika, um mit ihnen vor der «jüdisch-bolschewistischen

Gefahr» zu warnen. Auf besondere Resonanz stiessen sie in England, wo ihnen zunächst sogar die «Times» Glauben schenkte. In den USA wurden sie vom Automobilfabrikanten Henry Ford propagiert. Im deutschen Sprachraum erstmals 1919 aufgetaucht, erreichten sie hier alsbald eine Auflage von über 100 000 Stück; 1929 erschienen sie in neunter Auflage im Parteiverlag von Hitlers NSDAP, 1934 wurden sie für den Unterricht an deutschen Schulen empfohlen. Anfang der dreissiger Jahre waren die «Protokolle» bereits in sechzehn Sprachen übersetzt. Heute dürften es noch viel mehr sein. Zum antisemitischen Inhalt der «Protokolle der Weisen von Zion» sowie zu ihrer abenteuerlich-mysteriösen



Ganz links: der Verteidiger der Angeklagten, der Nationalsozialist Ulrich Fleischhauer.
In der Mitte: im Saal des Berner Amtsgerichts.
Unten: Umschlag einer französischen Ausgabe der «Protokolle der Weisen von Zion», um 1934.



fantastische Geschichte ihrer Herkunft, die nicht wenig zum Mythos der «Protokolle» beigetragen hat, rührt zu einem Gutteil vom weltweit beachteten Berner Prozess her, der sich Mitte der dreissiger Jahre mit dem Schriftstück befasste.

Unter dem Motto «Abwehr und Aufklärung» versuchte der Schweizerische Israelitische Gemeindebund (SIG) damals, den nach der nationalsozialistischen Machtergreifung in Deutschland virulenter werdenden Antisemitismus abzuwehren. Die rechtsstaatlichen Prinzipien sollten mit juristischen und publizistischen Mitteln verteidigt werden. Doch das war nicht nur wegen der verbreiteten antisemitischen Stimmung in der Bevölkerung schwierig. Der SIG konnte auf keine verfassungsrechtlichen Instrumente zurückgreifen, mit denen er die Verbreitung antisemitischer Propaganda hätte verbieten lassen können. Im Kanton Bern jedoch bot sich eine günstige Ausgangslage: Als die «Nationale Front» 1933 an einer Kundgebung auch die «Protokolle» verteilte, reichte der SIG zusammen mit der Israelitischen Kultusgemeinde Bern Strafanzeige wegen Verstosses gegen das

Entstehungsgeschichte liegen zahlreiche wissenschaftliche und publizistische Arbeiten vor. Die Mehrzahl stützt sich jedoch auf Angaben, die zweifelhaft sind und einer Überprüfung nicht standhalten. «Bis heute wissen wir nicht, wer die Protokolle wann, wo und zu welchem Zweck verfasst hat. Wir wissen nicht einmal, ob die Protokolle genuin antisemitisch sind oder erst im Laufe der Bearbeitung und Rezeption antisemitisch zugespitzt wurden», sagt Michael Hagemeister. Der sich seit Jahren intensiv mit den «Protokollen» beschäftigende Historiker, der an der Universität Basel forscht, gilt als der wohl beste Kenner ihrer Entstehungs- und Rezeptionsgeschichte.

Wenn man die frühen Fassungen der «Protokolle» aufmerksam lese, realisiere man, dass der Text ursprünglich keine antisemitische Hetzschrift gewesen sei und mit seinem langfädigen und verworrenen Aufbau kaum eine agitatorische Wirkung habe entfalten können. So würden die Nichtjuden nach dem Umsturz nicht ausgerottet, und das errichtete jüdische Weltreich werde nicht als Schreckensherrschaft dargestellt, sondern als ein totalitärer Wohlfahrtsstaat. Der jüdische Herrscher erweise sich gegenüber seinen Untertanen geradezu als wohlthätig und garantiere ihnen Ruhe und Ordnung. «Vielleicht waren die «Protokolle» ursprünglich eine Anti-Utopie oder eine Satire», sagt Michael Hagemeister. Die



Gesetz über das «Lichtspielwesen und die Massnahmen gegen die Schundliteratur» ein. Artikel 14 untersagte das «Inverkehrbringen» jeglicher Schriften, Lieder und Darstellungen, welche «die Sittlichkeit gefährden», das «Schamgefühl verletzen» oder eine «verrohende Wirkung ausüben» könnten.

Plagiat und Fälschung

Der Berner Prozess wurde von beiden Seiten – den jüdischen Klägern und den antisemitischen Beklagten – mit grossem Einsatz geführt. Die Kläger und ihre prominenten Zeugen, darunter mehrere russische Historiker, verfolgten dabei nicht das primäre Ziel, die angeklagten Frontisten möglichst schnell verurteilen zu lassen, sondern sie strebten die gerichtliche Beglaubigung an, dass es sich bei den «Protokollen» um eine Fälschung handle. Der SIG wollte also den Antisemitismus zurückdrängen, indem er ihm die Legitimationsgrundlage entzog. Zunächst ging die Strategie auf: Der Richter kam 1935 zu dem Ergebnis, die «Protokolle» seien ein Plagiat und eine Fälschung. Die Angeklagten und ihr nationalsozialistischer Experte hatten verloren – aber nur vorläufig. Sie legten Berufung ein und wurden 1937 in zweiter Instanz vom Berner Obergericht freigesprochen, das – formaljuristisch korrekt – befand, für die Verurteilung eines Textes als «Schundliteratur» sei die Frage der Echtheit oder Fälschung ohne Bedeutung.

Der Nachweis, dass die «Protokolle» eine Fälschung seien, hatte nur geringe Wirkung, wie deren unverminderte Verbreitung zeigt. Der Berner Prozess war indes auch der Ort, an dem die bis heute tradierte, historisch aber keineswegs haltbare Geschichte ihrer Entstehung konstruiert wurde. So behauptete der Kronzeuge der jüdischen Kläger, der französische Graf Alexandre du Chayla, er habe 1909 in einem russischen Kloster das französische Original der «Proto-

kolle» zu sehen bekommen. Sergej Nilus, ihr Herausgeber, habe ihm gestanden, das Manuskript von Pjotr Ratschkowski erhalten zu haben, dem in Paris lebenden Leiter der Ochrana, der für ihre Fälschungen berüchtigten Auslandsabteilung des russischen Geheimdienstes.

Windige Gestalt

Dass es sich beim Grafen um eine «äusserst windige Gestalt und einen Hochstapler» handelte, war, so Michael Hagemeister, den Klägern sehr wohl bewusst, «doch brauchten sie du Chaylas Geschichte, um die Herkunft der Protokolle aus der Fälscherwerkstatt der Ochrana zu beweisen». Die Kläger gewannen den Prozess nicht zuletzt deshalb, weil sie alles ausblendeten, was dieser Strategie widersprach – und weil sie auf die überrissenen Honorarforderungen du Chaylas, eines ehemaligen Antisemiten, eintraten. Bis heute konnte weder eine Beteiligung der Ochrana an der Produktion der «Protokolle» nachgewiesen werden, noch entsprach der historische Ratschkowski dem im Berner Prozess gezeichneten Zerrbild des dämonischen, intriganten Antisemiten.

Man könnte den Eindruck gewinnen, als habe sich der verworrene und verschwörerische Inhalt der «Protokolle» gleichsam auf ihre bis heute kolportierte Entstehungsgeschichte übertragen. «Der Mythos der jüdischen Verschwörung wurde mit einem Gegenmythos beantwortet, der nicht weniger mysteriös ist», sagt Michael Hagemeister. Er arbeitet weiter an dessen Auflösung. ■

Michael Hagemeister: The «Protocols of the Elders of Zion», in Court: The Bern Trials 1933–1937, in: Roni Stauber, Esther Webman (Hg.): The Protocols of the Elders of Zion – The One-Hundred Year Myth and Its Impact, Tel-Aviv (im Druck).

Michael Hagemeister: The Protocols of the Elders of Zion: Between History and Fiction, in: New German Critique 35 (2008), S. 83–95.

Michael Hagemeister: Der Mythos der jüdischen Weltverschwörung. Die «Protokolle der Weisen von Zion», in: Antifaschistisches Infoblatt 76 (2007), S. 14–17.

Mit kurz gepulsten Laserstrahlen macht ein Genfer Physikerteam Bakterien im Staub der Luft ausfindig. Damit könnten Krankheitserreger in Spitälern oder bioterroristische Anschläge bekämpft werden.

VON ELISABETH GORDON

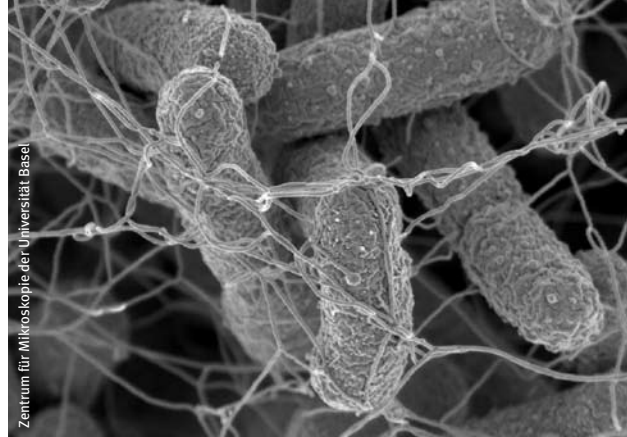
Der Vorfall hatte in den USA für Angst und Schrecken gesorgt: Im Herbst 2001 waren verschiedene Briefe mit Milzbranderregern an Medien und Senatoren verschickt worden. Fünf Personen starben bei diesen Anschlägen. In Zukunft sollte eine solche Notsituation dank der Arbeiten von Jean-Pierre Wolf und der gesamten Gruppe für angewandte Physik (GAP) der Universität Genf einfacher zu bewältigen sein. Die Forschenden entwickeln eine Methode, mit der Krankheitserreger zum Beispiel in einer Poststelle augenblicklich nachgewiesen werden können.

Normalerweise ist das Aufspüren von Mikroorganismen in einem solchen Umfeld sehr anspruchsvoll. Die Luft, die wir einatmen, enthält eine Unmenge von Staubpartikeln unterschiedlichster Herkunft und Grösse. Dabei kann es sich um mineralische Schwebstoffe (natürlichen oder künstlichen Ursprungs), organische Partikel (zum Beispiel aus Abgasen von Fahrzeugmotoren) oder auch biologische Teilchen (Pollen oder Bakterien) handeln.

Bausteine des Lebens

Während sich die erste Kategorie relativ einfach von den beiden anderen unterscheiden lässt, sind Russpartikel und Bakterien aufgrund gewisser chemischer Ähnlichkeiten recht schwierig auseinanderzuhalten. Beide enthalten polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe – Moleküle, die aus mehreren Ringen von Kohlenstoffatomen bestehen. In Mikroorganismen sind diesen Kohlenstoffringen allerdings Aminosäuren angehängt, die elementaren Bausteine des

Kolibakterien, durch ein Rasterelektronenmikroskop betrachtet (rechts). Der Femtosekundenlaser im Einsatz (links).



Mit Laser auf Bakterien zielen

Lebens. Der Unterschied ist aber recht gering, so dass der Nachweis von Bakterien in der Luft bisher chemische Analysen erforderte, die in spezialisierten Labors durchgeführt wurden und mehrere Tage in Anspruch nahmen.

Ultrakurze Impulse

Jean-Pierre Wolf widmet sich deshalb mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds der Entwicklung einer Methode, mit der sich Bakterien schnell und zuverlässig aufspüren lassen. Dazu verwendet er Laser, die ultrakurze Lichtimpulse erzeugen: Sie dauern nur gerade einige Femtosekunden, das heisst einige Millionstel einer Milliardstelsekunde. «Eine Femtosekunde im Vergleich zu einer Minute entspricht in einem anderen Massstab einer Minute im Vergleich zum Alter des Universums», erklärt der Physiker.

Was ist der Vorteil dieser Kürze? Um dies besser zu verstehen, tauchen wir in die Welt der organischen und

biologischen Moleküle ein und nähern uns einem polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffmolekül, eingehüllt in seine Elektronenwolke. Unter der Wirkung der vom Laser ausgehenden Energie werden die Elektronen angeregt. Ihre «Erregung» überträgt sich nach und nach auf den Rest des Moleküls, bis sie die besagten angehängten Aminosäuren erreicht – falls solche überhaupt vorhanden sind.

Auf dieses letzte Wegstückchen richtet sich die Aufmerksamkeit der Forscher. Sie müssen sich dabei allerdings beeilen. «Stellen Sie sich einen Ferrari in voller Fahrt vor», führt Jean-Pierre Wolf aus. «Wenn Sie ein einziges Foto mit langer Belichtungszeit aufnehmen, werden Sie auf dem Bild nur eine lang gezogene rote Spur sehen und nicht einmal die Automarke erkennen. Wenn Sie dagegen eine Reihe von Bildern sehr kurz nacheinander aufnehmen, können Sie die Bewegung des Wagens zerlegen und das Modell sicher identifizieren.» In ähnlicher Weise gehen die Wissenschaftler vor. Sie senden einen

ersten, nur Femtosekunden dauernden Laserimpuls aus, der die Elektronen in Schwingungen versetzt, und lassen diesem gleich einen zweiten Impuls folgen, mit dem sich die Bewegung der Elektronen zerlegen und bestimmen lässt. So können sie feststellen, ob das untersuchte Teilchen Aminosäuren enthält, was wiederum ein sicheres Zeichen dafür ist, dass es sich um einen Mikroorganismus handelt.

Identifikation von Bakterien

«Bereits erreicht haben wir, dass wir jene Partikel, die bei Verbrennungen entstehen, von solchen unterscheiden können, die Bakterien enthalten», sagt Jean-Pierre Wolf. «Wir sind also gut vorangekommen und können heute sehr schnell eine Diagnose stellen», zieht er Bilanz. «Nun wollen wir aber eine noch genauere Bestimmung erreichen.»

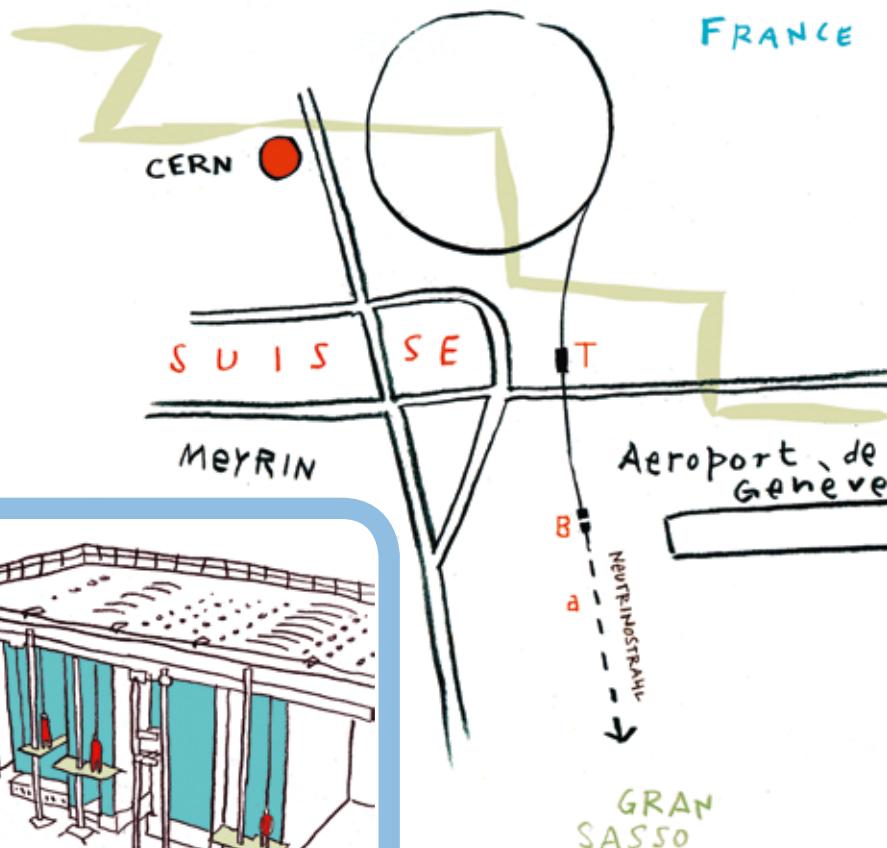
So soll sich mit der Methode künftig auch präzise feststellen lassen, ob es sich bei den Partikeln biologischen Ursprungs tatsächlich um Mikroorganismen handelt oder nicht einfach um Pollenkörner, und schliesslich sogar, ob harmlose oder gefährliche Bakterien vorliegen. Die Physiker der GAP sind nun daran, ihre Technik so weit zu verfeinern, dass sie damit bestimmte für einzelne Bakterienarten spezifische Proteine aufspüren können.

Die Laseranlage beansprucht gegenwärtig noch zwei ganze Räume des Laboratoriums, irgendwann dürfte sie aber in einem grossen Koffer Platz finden. Wenn die Methode weiter ausgereift ist, könnten Schwebeteilchen damit künftig «in situ» untersucht werden, das heisst direkt vor Ort in Spitälern, Flughäfen, Poststellen oder überall dort, wo ein Verdacht auf gefährliche Bakterien besteht. Damit wäre ein schnelles Warnsystem verfügbar, mit dem nosokomiale – im Spital erworbene – Infektionen oder bioterroristische Anschläge sofort erkannt und besser bekämpft werden könnten. ■

Bremsspuren im Blei

Zehn Trillionen – also zehn Milliarden Milliarden – Neutrinos rasen pro Jahr vom Cern aus in direkter Linie unter den Alpen hindurch in Richtung Rom. Im unterirdischen Detektor von Gran Sasso bleibt täglich eine Handvoll Neutrinos hängen. Text: Patrick Roth; Illustrationen: Andreas Gefé

1



2

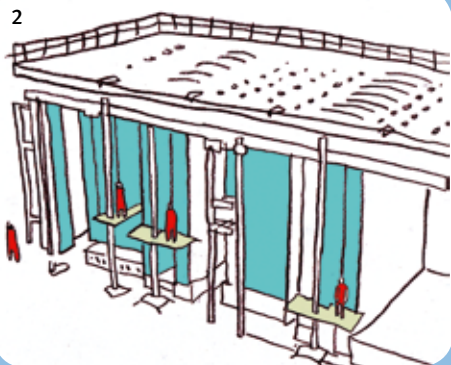


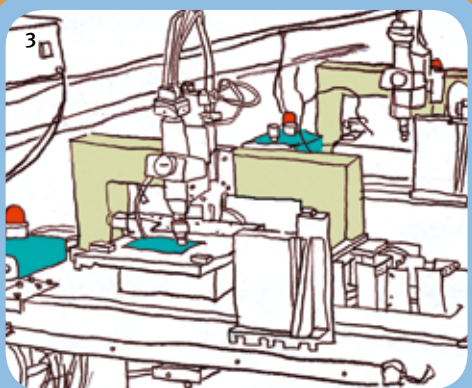
Abb. 1 Im SPS-Teilchenbeschleuniger des Cern werden Protonen mit sehr hoher Energie auf ein Graphittarget (T) geschossen. Dabei entstehen positiv geladene Teilchen: Pionen und Kaonen; sie werden durch ein magnetisches Linsensystem zu einem parallelen Strahl fokussiert und zerfallen in einer 1000 Meter langen, evakuierten Röhre teilweise zu Myon-Neutrinos und Myonen.

Noch in Genf prallt dieser gemischte Teilchenstrahl auf eine Eisen-Graphit-Barriere (B), welche die restlichen Protonen, Pionen und Kaonen absorbiert. Übrig bleibt ein Strom von Myonen und Neutrinos, die ihre Flugrichtung auf das Gran-Sasso-Labor beibehalten. Die nicht direkt messbare Menge der so produzierten Neutrinos wird anhand der (messbaren) Dichte des Myonenstroms berechnet.

Auf der 730 Kilometer langen Reise vom Cern zum Gran-Sasso-Laboratorium bei Rom werden die Myonen nach 100 Metern vollständig vom Gestein absorbiert (a). Die Neutrinos durchqueren dagegen die Alpen, die Po-Ebene und den Apennin in bis zu 11 Kilometer Tiefe praktisch ungehindert. Unterwegs verwandeln sich einige der Myon-Neutrinos aufgrund der Neutrinooszillation (vgl. Seite 27) in Tau-Neutrinos.

Abb. 2 Der in Gran Sasso stehende Neutrinodetektor des Experiments umfasst 150 000 Sensoren, die aus vielen Schichten ein Millimeter dicker Bleiplatten bestehen. Zwischen den Platten befindet sich eine

3



Emulsion, in der sich die Bahnen der bei Reaktionen entstehenden Teilchen abzeichnen. Der 1800 Tonnen schwere Detektor bildet einen 20 Meter langen und je 10 Meter breiten und hohen Block.

Abb. 3 Sensoren, die eine Reaktion anzeigen, werden demontiert und ans Physikalische Institut der Universität Bern geschickt. Dort analysiert ein robotisiertes Computersystem die beschichteten Sensorplatten und sucht im Gewirr der Teilchenspuren nach charakteristischen Signaturen für die Reaktion von Tau-Neutrinos mit dem Detektormaterial.

Eine Falle für den Passepartout

Die elektrisch neutralen Neutrinos gehören zu den experimentell am schwersten fassbaren Elementarteilchen. Da sie praktisch nur mit der schwachen Kernkraft in Wechselwirkung treten, durchqueren sie jegliche Materie fast ungehindert und annähernd mit Lichtgeschwindigkeit. Nur wenn ungeheure Mengen von Neutrinos jahrelang im Dauerbeschuss auf einen Detektor aus dichtester Materie prasseln, verraten einige wenige von ihnen ihre Geheimnisse durch Wechselwirkung mit Atomkernen im Zielgebiet.



Phantome in der Opera

Ein Experiment des Cern in Genf und des Gran-Sasso-Laboratoriums bei Rom soll erstmals die Oszillation künstlich erzeugter Tau-Neutrinos beobachten und diese phantomhaften Elementarteilchen fassbar machen. Schweizer Forschende sind an der Vorbereitung und Auswertung des Projekts beteiligt. Von Patrick Roth

Die elektrisch neutralen Neutrinos gehören zu den Phantomen unter den Elementarteilchen. Obwohl sie bei Kernfusionsprozessen im Inneren von Sternen in Massen erzeugt werden, treten sie nur äusserst selten in Wechselwirkung mit anderer Materie. Pro Sekunde strömen etwa 70 Milliarden Neutrinos durch jeden Quadratzentimeter der Erdoberfläche – dennoch wäre eine Bleiwand von einem Lichtjahr Dicke notwendig, um die Hälfte von ihnen abzufangen. Ihr Entdecker, der österreichische Physiker Wolfgang Pauli, lamentierte im Jahr 1930: «Heute habe ich etwas Schreckliches getan, etwas, was kein theoretischer Physiker jemals tun sollte. Ich habe etwas vorgeschlagen, was nie experimentell verifiziert werden kann.» Paulis Voraussage sollte sich indes nicht bewahrheiten. In den rund 80 Jahren seit seinem Postulat konnte das Neutrino nicht nur experimentell nachgewiesen werden, es entpuppte sich sogar als Chimäre, die in drei Sorten (Elektron-, Myon- und Tau-Neutrino) vorkommt und sich in der so genannten Neutrinooszillation spontan von einer in jede andere Variante verwandeln kann. Die Oszillation einzelner, solarer Neutrinos konnte weltweit mit verschiedenen Detektoren nachgewiesen werden. Das interna-

tionale Experiment Opera (*Oscillation Project with Emulsion Tracking Apparatus*) soll nun die Theorie der Neutrinooszillation durch mehr Messwerte präzisieren. Mit Beteiligung der Universitäten Neuenburg und Bern sowie der ETH Zürich soll Opera im laufenden Jahr das Auftauchen von Tau-Neutrinos erstmals experimentell bestätigen und quantitativ untersuchen.

Genf–Rom in 2,5 Millisekunden

Zu diesem Zweck schiessen die Forscher mit Hilfe des SPS-Beschleunigers des Cern einen Teilchenstrahl – vor allem Myon-Neutrinos – unterirdisch und 730 Kilometer weit auf ein Target im Gran-Sasso-Laboratorium bei Rom. Trotz der extrem kurzen Flugzeit von 2,5 Millisekunden zwischen Genf und Rom rechnen die Forscher mit Neutrinooszillationen der fast lichtschnellen Teilchen. «Etwa zwei Prozent der Myonen-Neutrinos sollten sich unterwegs in Tau-Neutrinos umwandeln», erklärt Jean-Luc Vuilleumier vom Physikalischen Institut der Universität Neuenburg, der an der Planung und Auswertung des Opera-Experiments beteiligt ist. Von der experimentellen Beobachtung der Neutrinooszillation erhofft sich Vuilleumier genauere Angaben zur Masse der verschiedenen Neutrinos. Die

durchschnittliche Masse der Neutrino-varianten ist auch für die Kosmologie von Interesse, denn sie lässt Rückschlüsse auf die Strukturbildung im frühen Universum zu. Letztlich wäre der Nachweis von Tau-Neutrinos im Opera-Detektor aber schlicht der Beweis dafür, dass sich Neutrinos tatsächlich von einer Variante in eine andere verwandeln und somit die Neutrinooszillation nicht das Erscheinungsbild eines noch exotischeren Prozesses darstellt.

Es wird erwartet, dass der aus 7,5 Millionen dünnen Bleiplatten bestehende Opera-Detektor im Gran-Sasso-Labor während seiner Laufzeit rund 40 Kandidaten für Tau-Neutrinos pro Tag melden wird. Das Aussieben der relevanten Messdaten aus der Flut von falschen Signalen erfolgt jedoch nicht mehr in Italien, sondern wieder in der Schweiz. Am Laboratorium für Hochenergiephysik der Universität Bern wird jeder der etwa ziegelgrossen Sensoren, in dessen empfindlicher Emulsion ein Teilchenschauer eingebrannt ist, von einem roboterisierten Mustererkennungssystem untersucht. Jean-Luc Vuilleumier ist zuversichtlich: «In den fünf Jahren Laufzeit des Experiments wird Opera etwa zehn bis fünfzehn Tau-Neutrinos nachweisen.» ■



«Liebe ist Augenblick, Ehe dagegen Ordnung»

Die Pluralisierung der Gesellschaft und die steigende Scheidungsrate stellen das Familienrecht vor grosse Herausforderungen. Wichtig sei, die Rechte der Kinder zu schützen, sagt die Juristin Andrea Büchler.

VON URS HAFNER
BILDER RENATE WERNLI

Was noch vor wenigen Jahrzehnten die Ausnahme war, ist heute der Normalfall: die Ehescheidung. Hat das Recht mit dieser Entwicklung Schritt gehalten?

Mit der 1988 erfolgten Reform des Eherechts, das bis dahin den Mann als Haupt der Familie inthronisierte, und dem neuen Scheidungsrecht im Jahre 2000 hat das Schweizer Recht auf die gesellschaftlichen Veränderungen reagiert. Man muss heute kein Verschulden des Ehepartners wie etwa Ehebruch oder böswilliges Verlassen mehr nachweisen, um sich scheiden lassen zu können. Das

Scheidungsrecht ist «vertraglicht» worden. Ein Vertrag kann im Prinzip sofort und jederzeit einvernehmlich aufgelöst werden. Und einseitig, wenn bestimmte Fristen eingehalten werden.

Das Familienrecht ist also in zwanzig Jahren grundlegend liberalisiert worden. Wie erklären Sie sich diesen rasanten Wandel?

Das ist typisch für die Schweiz. Unsere direkt- und halbdirekt-demokratischen Strukturen haben zur Folge, dass Veränderungen lange und heftig ausgehandelt werden müssen. Doch wenn ein Entschluss einmal feststeht, dann wird er breit getragen. Das demokratische Verfahren legitimiert das Ergebnis.

Wo steht das schweizerische Familienrecht im europäischen Vergleich?

Familienrechtliche Veränderungen treten in der Regel zuerst in Skandinavien und erst am Schluss im deutschen Rechtskreis mit Deutschland, Österreich und der Schweiz auf. Was vor zwanzig Jahren in Skandinavien eingeführt wurde, gibt es jetzt auch hier, etwa die eingetragene Partnerschaft für gleichgeschlechtliche Paare.

Wie wird demnach die rechtliche Situation in dreissig Jahren aussehen?

Das zivilrechtliche Institut der Ehe wird weiter an Bedeutung verlieren. Man wird keine Ehe mehr schliessen müssen, um Wirkungen zu erzeugen, wie sie im Familienrecht vorgesehen sind. Familienrechtliche Bestimmungen werden nicht mehr an die Ehe anknüpfen, sondern beispielsweise daran, dass Menschen zusammenwohnen und/oder gemeinsame Kinder haben.



«Das Schweizer Recht privilegiert die Ehe gegenüber anderen Formen des Zusammenlebens, etwa dem so genannten Konkubinat.»

Wie definieren Sie Familie?

Im geltenden familienrechtlichen System sind ein Partner und eine Partnerin, die nicht verheiratet sind, zwar allenfalls Eltern, aber sie bilden mit ihren Kindern grundsätzlich keine Familie. Einem modernen Verständnis zufolge besteht eine Familie aus dem Zusammensein von einer oder mehreren erwachsenen Personen mit einem oder mehreren Kindern. Die Aufgabe des Familienrechts ist es, die Rechte und Beziehungsnetze des Kindes, die sich nicht in der Abstammung erschöpfen müssen, zu schützen und abzusichern. Im Vermögensbereich soll das Familienrecht für den Ausgleich von unentgeltlichen Leistungen sorgen, die in einer arbeitsteiligen Gemeinschaft erbracht werden, namentlich Kinderbetreuung und Haushaltsführung. Diese Definition kommt also ohne die Worte «Ehe» und «Zusammenleben» aus.

Unter Jüngeren und als Lifestyle erlebt die Ehe ein Revival.

Die Heiratsziffern nehmen jedoch konstant ab, wenn auch nicht massiv. Die Schweiz kennt das Phänomen der kinderorientierten Heirat, das heisst, Paare heiraten, wenn das erste Kind geboren wird.

Weshalb?

Das geltende Schweizer Recht privilegiert die Ehe gegenüber anderen Formen des Zusammenlebens, etwa dem so genannten

Konkubinat. Hat man ein gemeinsames Kind und lebt man die Gemeinschaft arbeitsteilig, ist die Ehe die nahe liegende Absicherung für die Person, welche die Kinderbetreuung übernimmt und dafür auf eigene Erwerbstätigkeit ganz oder teilweise verzichtet. Deshalb hat die Schweiz im Vergleich mit anderen Ländern eine tiefe aussereheliche Geburtenrate. In Schweden wird die Hälfte der Kinder ausserhalb von Ehen geboren, weil zum einen Mütter ihre Erwerbstätigkeit fast nie aufgeben und zum andern das schwedische Recht

Andrea Büchler

Andrea Büchler ist seit 2002 Professorin für Privatrecht an der Universität Zürich. Ihre Forschungsinteressen sind das Schweizer Privatrecht in rechtsvergleichender Sicht, insbesondere das Familienrecht, das Personenrecht und das Medizinrecht. Weiter beschäftigt sie sich mit dem islamischen Recht und mit den Legal Gender Studies. Zurzeit untersucht Andrea Büchler das Phänomen des innerstaatlichen Rechtspluralismus im Globalisierungskontext.

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Kindheit, Jugend und Generationenbeziehungen» (NFP 52) hat Andrea Büchler die Folgen von Ehescheidungen für Kinder untersucht. Das NFP 52 richtet zurzeit im Schweizerischen Landesmuseum eine Ausstellung zum Thema Familie aus (siehe Agenda, Seite 35).

die Ehe nicht in dem Masse privilegiert wie das Schweizer Recht.

Die Ehe verliert also an Bedeutung, hat aber zugleich eine starke Position inne.

Wir haben nicht nur zunehmend eine liberale, urbane, junge Bevölkerung, die sich nicht einmal mehr vorstellen kann, dass das Eherecht noch vor zwanzig Jahren festlegte, dass der Mann das Haupt der Familie ist. Wir haben auch eine Migrationsbevölkerung, die mitunter nach eigenen Rechtsvorstellungen leben will, die ihre religiöse und kulturelle Zugehörigkeit betont, um sich im fremden Land zu behaupten und ihre Identität zu wahren. Viele Migrantinnen und Migranten pflegen traditionelle Vorstellungen von Ehe und Familie.

Wie reagiert das Familienrecht auf diese heterogene Situation?

Die spannende Frage lautet: Wie schafft es das Familienrecht, integrativ zu wirken? Wie kann es einerseits der dreissigjährigen Neurowissenschaftlerin gerecht werden, die in der vierten Beziehung lebt, zwei Kinder von zwei verschiedenen Männern hat, jetzt eine gleichgeschlechtliche Partnerschaft pflegt und den Wunsch nach einem dritten Kind verspürt, und andererseits der Muslimin, die ein starkes Bedürfnis nach Pflege, Wahrung und Tradierung islamischer Rechtsvorstellungen von Ehe und Gemeinschaft hat?

Sind die zwei Typen nicht etwas schematisch?

Natürlich sind diese Zuschreibungen fraglich. Auch das Umgekehrte ist denkbar: die Schweizerin aus der Bergregion mit traditionellen Erwartungen und die urbane iranische Professorin. Die grosse Herausforderung ist die Vielfalt von Lebenskonzepten.

Tangiert diese Herausforderung die nationalen Grenzen eines Rechtsraums?

Auf jeden Fall. Der Globalisierungsprozess hat zwei Ausprägungen: die Bindendifferenzierung über die Migration und die supranationalen Instanzen des internationalen Rechts. Nationale Gren-



«Warum sollen Nordafrikaner nicht islamisch heiraten können, warum müssen sie zivil heiraten?»

zen verlieren an Wirkungsmacht. Das ist für ein nationalstaatlich orientiertes Recht, das einen einheitlichen Rechtsraum propagiert, eine grosse Herausforderung. Man muss sich fragen, ob und wie verschiedene Rechtsvorstellungen in einer pluralen Gesellschaft koexistieren sollen und können.

Auch islamische Rechtsvorstellungen?

Warum sollen Nordafrikaner nicht islamisch heiraten können, warum müssen sie zivil heiraten?

Doch die säkularen Grundlagen des Staates dürften nicht angetastet werden.

Sie dürfen nicht einmal im Ansatz zur Debatte gestellt werden. Die Frage ist: Wo liegt die Grenze zwischen Öffentlichkeit und Privatheit? Sind keine öffentlichen Interessen tangiert, so kann sich eine Gemeinschaft privat organisieren. Das kann die Eheschliessung betreffen, allenfalls auch das Trennungsverfahren, nicht jedoch Grundsätze mit Grundrechtcharakter wie die Gleichberechtigung der Geschlechter oder das Gewaltverbot. Es gilt also jeweils zu überlegen, was auf dem Spiel steht.

Indem der Staat jedoch die Ehe regelt, kümmert er sich auch um die Liebe.

Das ist ein Problem. Liebe ist persönlich, Augenblick, spontan, privat, Ehe dagegen Struktur, Ordnung, Dauerhaftigkeit, öffentlich. Das erzeugt Spannungen.

Aber ist Liebe nicht auf Ewigkeit angelegt? Liebende versprechen sich die ewige Liebe.

Das Versprechen ist eine Augenblicksaussage. Versprechen kann man sich Beistand, finanzielle Unterstützung, aber kein Gefühl. Familien wirtschaftlich zusammenzubringen, gemeinsam für Kinder zu sorgen, einen Betrieb weiterzuführen, Vermögen und Arbeit zu teilen, das kann man vereinbaren, aber Gefühle kann man nicht zum Vertragsinhalt machen. Der Idee der Liebesheirat ist die Gefahr des Scheiterns immanent. Zudem müssen Ehe und Liebe, wenn sie dem Grundsatz der Ewigkeit genügen sollen, aufgrund der immer höheren Lebenserwartung immer länger dauern.

Auch darum sollte die Ehe aus dem Zentrum des Familienrechts verschwinden?

Nochmals: Das Recht soll sich um den Ausgleich von Leistungen, den Vertrauensschutz und die Kinder kümmern. Eltern verpflichten sich, bis zum 18. Lebensjahr und sogar darüber hinaus für das Kind zu sorgen. Das ist eine gemeinsame Aufgabe. Wenn jemand die Kinderbetreuung zum grossen Teil übernimmt, so ist dies auszugleichen, unabhängig davon, ob die Eltern verheiratet sind oder nicht.

Würde sich dadurch die Wahrnehmung der Ehescheidung verändern?

Es gibt heute eine Diskrepanz zwischen der Tatsache, dass die Scheidung statistisch gesehen biografische Normalität darstellt: Fast jede zweite Ehe wird geschieden. Und andererseits wird jede Scheidung vom tief verankerten Gefühl des Scheiterns und der Schuld begleitet. Im kanonischen Recht war und ist die Ehe unauflösbar. Sich davon zu emanzipieren, das braucht Zeit.

Wie versucht das Recht, Scheidung zu normalisieren?

Scheidungsrecht und -verfahren sind heute darauf ausgerichtet, Scheidungen nicht mehr als Scheitern und als krisenhaftes Ende einer Familie zu betrachten, sondern als Reorganisationsprozess, der auch Chancen für konstruktive Veränderungen bietet. Die Parteien werden darin unterstützt, die ihnen zur Verfügung stehende Gestaltungsfreiheit verantwortungsvoll und kreativ zu nutzen. Das Scheidungsverfahren ist heute viel partizipativer gestaltet als früher, auch die Mitsprache der Kinder ist ein Thema, muss aber noch stärker gewährleistet werden.

Haben die vielen Ehescheidungen Auswirkungen auf die vorherrschende Familienform?

Die hohe Zahl von Scheidungen führt zur Pluralisierung von Familienformen und zu einer erheblichen Veränderung des familialen Lebensraums, zu Fortsetzungs- oder Patchworkfamilien und multipler Elternschaft. Teilbereiche von Elternschaft sind heute nicht selten auf verschiedene Personen verteilt, soziale und biologische Elternschaft nicht immer in einer Person vereinigt. Auch die Fortpflanzungsmedizin trägt dazu bei.

Was heisst das für das Recht?

Es muss sich fragen, zu welchen Personen Kindesverhältnisse entstehen und an welche Form der Elternschaft Rechte und Pflichten anknüpfen sollen. Wenn ich meine Studierenden frage, dann sagen sie: an die genetische. Aber es ist komplizierter. Das Abstammungsrecht lässt manchmal der sozialen Vaterschaft vor der biologischen den Vortritt, besonders wenn der Vater der Ehemann der Mutter ist.

Muss sich das Recht auf eine Elternschaft beschränken?

Nein, im Gegenteil: Das Recht muss die gesellschaftliche Komplexität und Vielfalt abbilden. Es geht darum, flexible und offene Systeme familialer Beziehungen rechtlich zu verankern. Schliesslich braucht das Kind sowohl genetische Gewissheit wie soziale Geborgenheit. ■



Jennifer Keiser (links) zieht es in Ägypten nicht nach Gizeh (u. Mitte), sondern in Dörfer der Provinz Beheira (o.l. und u.r.). Sie behandelt hier Menschen, die sich über das Trinkwasser (o. Mitte) mit dem Leberegel infizieren. Einen Drittel der Behandelten konnte sie medikamentös heilen. Der Infektionsgrad lässt sich an Stuhlproben feststellen (u.l.). Fotos Jennifer Keiser



Schmarotzern auf den Fersen

Parasiten wie der Leberegel führen Jennifer Keiser vom Schweizerischen Tropeninstitut in die ganze Welt. Die Pharmakologin sucht nach neuen Medikamenten gegen gefährliche Tropenkrankheiten – mit Erfolg.

Den Leberegel kennen in der Schweiz vor allem die Bauern, denn dieser bis zu drei Zentimeter lange Saugwurm befällt hierzulande oft Schafe und Rinder. In tropischen Ländern kann er aber auch in den Körper der Menschen gelangen, etwa, wenn sie mit seinen Larven verunreinigtes Wasser trinken oder in solchem Wasser Gemüse waschen. Der Leberegel verursacht schwere Leberschäden bis hin zum Tod. Weltweit sind mehrere Millionen Menschen infiziert. Die meisten sind arm, und mit diesem Umstand hängt es zusammen, dass bis anhin keine Medikamente gegen den Leberegel entwickelt wurden: Für gewinnorientierte Unternehmen rechnet sich das nicht.

Im Herbst 2007 konnte ich so gesehen in eine Bresche springen: Als Förderungsprofessorin des Schweizerischen Nationalfonds entwickle ich seither am Schweizerischen Tropeninstitut und am Universitätsspital Basel Medikamente gegen Wurmerkrankungen. Ich suche nicht nur neue Substanzen; oft schaue ich, wie bereits existierende Medikamente gegen Würmer wie den Leberegel wirken. Das spart Kosten und birgt weniger Risiken, weil die Nebenwirkungen schon bekannt sind.

Als vielversprechend hat sich bisher das Malariamedikament Artemether erwiesen. In einer klinischen Studie in Nordägypten vermochte dieses Arzneimittel den Leberegel bei einem Drittel der Patienten vollständig abzutöten. Für jene Studie arbeitete ich mit einer Pharmakologin vom Theodor-Bilharz-Institut in Kairo zusammen. Sie hatte vorab untersucht, wer infiziert war und mitmachen wollte. In

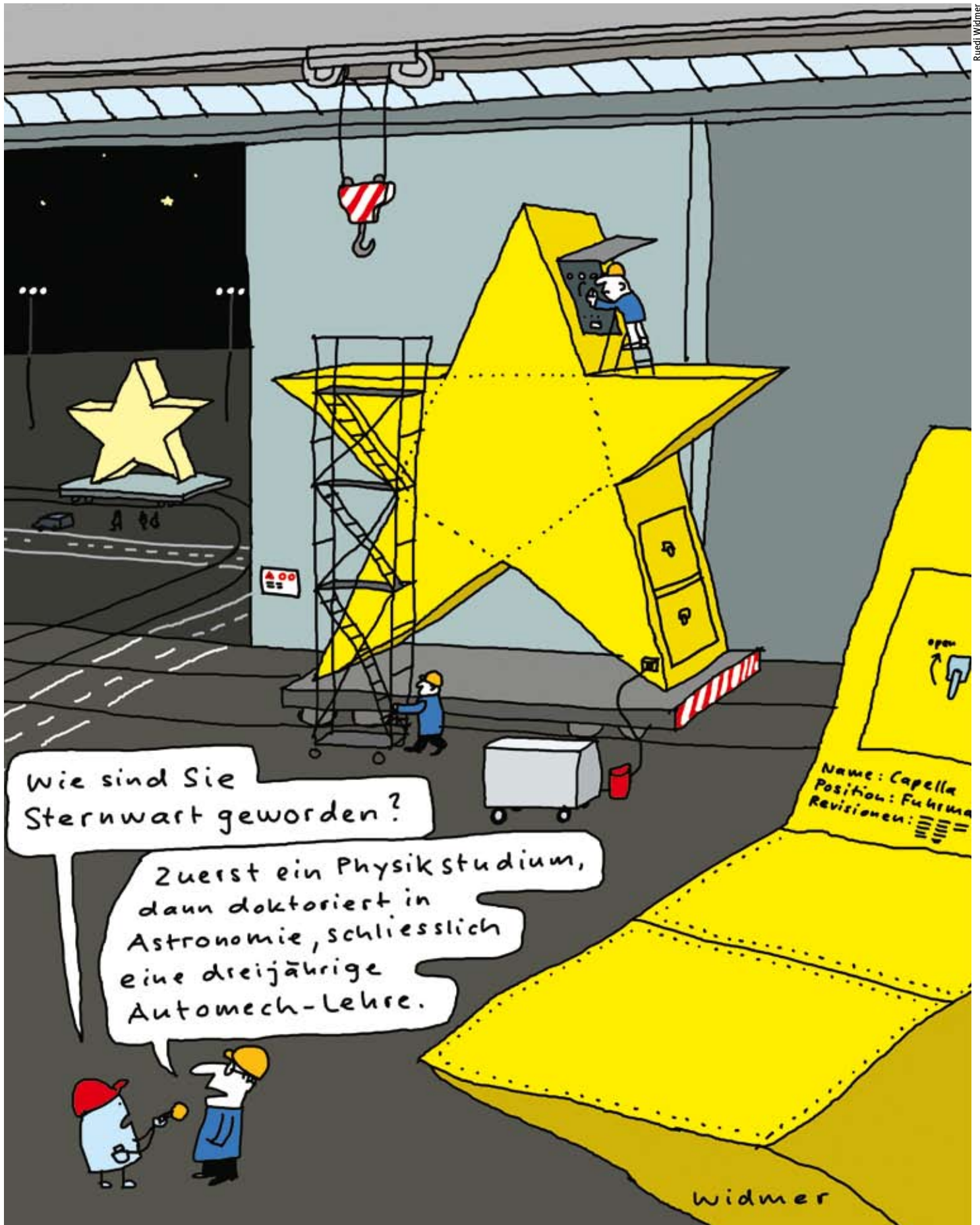
zwei Dörfern führten wir dann gemeinsam die Behandlung durch. Wir gingen von Tür zu Tür und sammelten Stuhlproben ein, denn anhand der Eier im Stuhl lässt sich der Schweregrad des Leberegelbefalls abschätzen; einige Tage später verabreichten wir den Patienten Artemether. Unsere Besuche lösten in den Dörfern grosse Heiterkeit aus. Es wurde viel gekichert. Zugleich machten die Leute aber diszipliniert mit, vor allem auch deswegen, weil meine Kollegin ihre Sprache und Mentalität gut kennt.

Ähnliche Forschungspartnerschaften wie mit ihr pflege ich in Korea, an der Elfenbeinküste, in Australien und anderswo. Das ist das Interessante an meiner Arbeit: Ich begleite die Medikamentenentwicklung von A bis Z – von den ersten Labortests am Schweizerischen Tropeninstitut in Basel bis hin zur Anwendung an den kranken Menschen, die mich in unterschiedlichste Länder führt.

Ich bin gern unterwegs, auch privat. Mit meinem Mann, den ich als Doktorandin am Tropeninstitut kennen gelernt hatte, zog ich nach dem Ph.D. in die USA, wo wir drei Jahre an der Universität von Princeton arbeiteten. Dort kamen unsere beiden heute fünf- und siebenjährigen Buben zur Welt. Wieder zurück in der Schweiz begann ich 2004 mit Unterstützung durch einen Marie Heim-Vögtlin-Beitrag meine heutige Forschung an Wurmparasiten aufzubauen. Natürlich hoffe ich, dass diese Arbeit bald weitere Früchte trägt. Mit meiner ägyptischen Forschungspartnerin werde ich demnächst testen, ob das Malariamedikament in einer höheren Dosierung noch besser wirkt. ■

Aufgezeichnet von Anita Vonmont

In der Sternwarte



Ruedi Widmer

Der Aufstieg des Irrationalen

Bertrand Kiefer ist Chefredaktor der Fachzeitschrift «Revue médicale suisse». Er ist Arzt und Theologe.

Das Irrationale ist der grösste Feind der Vernunft. Was aber, wenn die Vernunft zur Manipulation des Irrationalen benutzt wird?

Nichts liegt mehr im Trend als das Irrationale. Es füllt die Kolumnen von Gratiszeitschriften, steuert das Glücksspiel der Finanzwelt, bestimmt heimlich unser Leben. Aber woraus besteht es? Aus Illusionen, fehlender Logik, unbewussten Trieben, Emotionen oder Aberglauben. Aber auch aus Erzählung, bei der die Vorstellungskraft den Tatsachen ein menschlicheres Gesicht verleiht. Und noch eine wichtige Eigenschaft: Das Irrationale kann überhandnehmen. Es ist unfähig, sich selbst im Zaum zu halten.

Das Gegenüber des Irrationalen ist die Vernunft. Zugegeben eine Haltung, die an Beliebtheit verliert. Immerhin verdanken wir ihr aber die wissenschaftlichen Erkenntnisse und die technologischen Errungenschaften unserer Zeit. Die Vernunft ist verletzlich. Sie will immer weiterkommen. Deshalb hinterfragt sie alles, was ihr unter die Augen kommt, und lotet unermüdlich ihre Grenzen aus. Und wagt sich in unbekanntes Gebiet vor – bis ins Irrationale. Aber ohne sich anzubiedern. Denn echte Vernunft hat keinen totalitären Anspruch. Früher oder später kommt es aber zur Beziehungskrise zwischen dem Irrationalen und der Vernunft: wenn das Irrationale vorgibt, mit der Realität eins zu sein. Wenn der Glaube versucht, bei der Beschreibung der Realität die Stelle der Vernunft einzunehmen.

Dies ist der Fall beim religiösen Fundamentalismus, aber auch bei einer nach guten Absichten duftenden Spiritualität, die sich auf dem nährstoffreichen Boden der Wissenschaft niederlässt. Oder auch bei der Unzahl alternativer Ansätze, die am Fundament der Medizin nagen. Und noch ausgeprägter bei der Postmoderne mit ihren Verirrungen, nach denen die Vernunft nur eine Rationalität von vielen ist. All dies bedroht das eigentliche Fundament der Aufklärung: die Überzeugung, dass der rationale Ansatz die beste Art ist, die Welt zu verstehen. Einen Irrtum gilt



Martine Gaillard

es jedoch unbedingt zu vermeiden: zu glauben, dass es für die Vernunft auch in Zukunft keine grössere Gefahr gibt als diese traditionellen ideologischen Feinde. Denn heute muss die Vernunft sich selbst misstrauen. Sich selbst? Ja: dem, was sie selbst hervorgebracht hat. Denn die Vernunft selbst hat – über eine Fülle von Forschungsarbeiten in Psychologie und Soziologie – eine Wissenschaft hervorgebracht, die das Irrationale mit bemerkenswerter Effizienz manipuliert.

Und genau auf diese Wissenschaft stützen die grossen Akteure der modernen Gesellschaft – Wirtschaft, Parteien, Regierungen – ihre Einflussnahme auf die Bevölkerung. Die Marketinggurus bedienen sich ihrer ohne Unterlass, die politische Kommunikation schwört auf «Storytelling». Statt mit Fakten zu argumentieren oder ein Programm auszuarbeiten, wird eine Geschichte erzählt, welche die Welt zum Lächeln bringt. Man verkauft Gegenstände, Dienstleistungen oder politische Ideen nicht mehr einfach mit Werbung, sondern indem mit aller Kraft ein Universum von Wahrnehmungen oder Bedürfnissen geschaffen wird, mit dem die Meinungen und Verhaltensweisen präzise beeinflusst werden können.

Deshalb muss die Vernunft althergebrachten Überzeugungen auch in Zukunft misstrauen, gerade wenn sie im wissenschaftlichen Deckmäntelchen daherkommen. Tausend Mal mehr muss die Vernunft jedoch ein Produkt der Moderne fürchten: die wissenschaftlich zur Lüge manipulierte Irrationalität. Auf dem Spiel steht dabei nicht nur der Sinn des wissenschaftlichen Abenteuers. Es geht um die Freiheit der Menschheit. Echte Freiheit beruht auf der Realität. Realität ist, was die Menschen nicht beliebig ihren Wünschen anpassen können. Im heutigen Zeitalter der Überheblichkeit findet diese Einsicht nicht allzu viel Anklang. ■

Die in dieser Rubrik geäusserte Meinung braucht sich nicht mit jener der Redaktion zu decken.



Launen der Natur

Warum bekommen nur Männer eine Glatze?

Die Glatzenbildung ist hormonell bedingt: Wenn die Kopfhaut zuviel Dihydro-Testosteron (DHT) enthält, bauen sich die Haarfollikel, aus denen die Haare wachsen, mit der Zeit ab. Das Hormon DHT entsteht aus der Umwandlung des bekannten Sexualhormons Testosteron. Testosteron wiederum kommt zwar



Keystone

bei beiden Geschlechtern vor, bei Männern jedoch konzentrierter und mit anderer Wirkung als bei Frauen. Dies ist auch der Grund, weshalb Frauen und Männer unterschiedlich stark zur Glatzenbildung neigen. Es gibt allerdings Hinweise aus der Forschung, dass bei der frühen Glatzenbildung auch Gene mitspielen, die auf dem X-Chromosom liegen. Der Sohn erbt also in solchen Fällen eine Genvariante der Mutter. Frauen sind von dieser Form der Glatzenbildung weniger betroffen, weil sie zwei X-Chromosomen besitzen und so oft auf einem der beiden Chromosomen eine gesunde Kopie des Gens haben.

Frage und Antwort stammen von der SNF-Website www.gene-abc.ch, die über Genetik und Gentechnik informiert.



Bernisches Historisches Museum

Hallers (G)Arten

Am 16. Oktober 1708 wurde Albrecht von Haller geboren. Der Göttinger Universitätsprofessor und Berner Magistrat gilt als einer der grossen Universalgelehrten. Er begründete nicht nur die experimentelle Physiologie, sondern verfasste auch Gedichte über die Alpen oder erforschte die Flora der Schweiz. Zum 300-Jahr-Jubiläum des wachen Wissenschaftlers und grossen Kommunikators organisieren die Albrecht-von-Haller-Stiftung der Bürgergemeinde Bern, die Universität Bern und



Burgerbibliothek Bern



Sabine Tschäppeler

weitere Partner eine Reihe von Veranstaltungen, um Hallers Leistungen zu würdigen. So etwa läuft ab dem 18. April im Botanischen Garten Bern die Ausstellung «Hallers (G)Arten», die lebende Pflanzen in historischem Kontext zeigt. Fachkundige Führungen ergänzen die Ausstellung. Die Themen reichen vom «Kuss der grünen Fee – Hallers Medizinalpflanzen» über «Die bunten Blumenwiesen» bzw. Hallers Einfluss auf die Landwirtschaft bis hin zu Hallers botanischen Kontroversen, über welche die Führung «Wie man in den Wald ruft, so hallert es heraus» Genaueres verrät. **red**

Veranstaltungen zum Haller-Jahr in Bern und anderswo: www.haller300.ch

horizonte

SCHWEIZER
FORSCHUNGSMAGAZIN

«Horizonte» erscheint viermal jährlich in deutscher und in französischer Sprache («Horizons») und kann kostenlos abonniert werden (pri@snf.ch).

Die Auswahl der in diesem Heft behandelten Themen stellt kein Werturteil seitens des SNF dar.

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

(SNF), Presse- und Informationsdienst (Leitung: Philippe Trinchan)

Adresse: Wildhainweg 3
Postfach 8232, CH-3001 Bern
Tel. 031 308 22 22
Fax 031 308 22 65
E-Mail: pri@snf.ch

Sekretariat: Roman Andreoli
Internet: Nadine Niklaus

Redaktion: Urs Hafner (uha, verantw. Redaktor, Geistes- und Sozialwissenschaften)
Helen Jaisli (hj, Personenförderung)

Simon Koechlin, (koe, Biologie und Medizin)
Philippe Morel (pm, Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften)

Anita Vonmont (vo, extern, Redaktion Heft)

Marie-Jeanne Krill (mjk, extern, franz. Redaktion)

Übersetzungen: Weber Übersetzungen

Gestaltung, Bildredaktion: Studio25, Laboratory of Design, Zürich: Isabelle Gargiulo

Hans-Christian Wepfer
Anita Pfenninger (Korrektorat)

Auflage:
15 600 Exemplare deutsch,
8 500 Exemplare französisch

Litho: Ast & Jakob,
Vetsch AG, Köniz

Druck: Stämpfli AG, Bern

Das Forschungsmagazin «Horizonte» ist im Internet abrufbar: www.snf.ch/horizonte

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



Barbara Flückiger
VISUAL EFFECTS
Filmbilder aus dem Computer

Längst entstehen im Computer nicht mehr nur exotische Monster, sondern ganze Universen. Die Autorin zeigt auf, wie digitale Szenen entstehen, sie diskutiert ästhetische und narrative Aspekte und die historische Entwicklung der digitalen Bildgestaltung in Filmen. Schüren, Marburg, 2008, CHF 64.–



Ákos Moravánszky, Ole W. Fischer (Hg.)
PRECISIONS
Architektur zwischen Kunst und Wissenschaft

Der Band untersucht, welchen Einfluss wissenschaftliche Methoden auf Architektur und Kunst haben. Die Autoren beleuchten das Thema aus verschiedenen Blickwinkeln: von digitalen Entwurfsstrategien im Leichtbau bis zu filigranen künstlerischen Architekturprojekten. Jovis-Verlag, Berlin, 2008, CHF 42.50



Martin Stuber
WÄLDER FÜR GENERATIONEN
Konzeptionen der Nachhaltigkeit im Kanton Bern (1750–1880)

Der Nachhaltigkeitsgedanke hat seinen Ursprung in der Waldwirtschaft des 18. und 19. Jahrhunderts in Mitteleuropa. Am Beispiel des Kantons Bern analysiert der Autor die Theorien und Perspektiven, die hinter der historischen Nachhaltigkeit standen. Böhlau, Köln, Weimar, 2008, CHF 80.90



Thomas Milic
IDEOLOGIE UND STIMMVERHALTEN

Das Buch thematisiert die Funktion der ideologischen Selbstidentifikation der Schweizer und Schweizerinnen im Meinungsbildungsprozess zu Abstimmungsentscheiden. Auch gibt der Autor einen kritischen Überblick über den Stand der Stimmverhaltensforschung in der Schweiz und diskutiert die Rolle weiterer Bestimmungsgründe des Urnenentscheides. Rügger, Zürich, 2008, CHF 56.–



Thomas Fries, Peter Hughes, Tan Wälchli (Hg.):
SCHREIBPROZESSE
Zur Genealogie des Schreibens, Bd. 7

Was prägt den Prozess des Schreibens? Notizen, Vorstufen, verschiedene Druckversionen können Aufschluss geben über die Arbeitsweisen und Denkwege von Schreibenden. Dichter und Philosophen von der Renaissance bis ins 20. Jahrhundert werden untersucht. Wilhelm Fink, München, 2008, CHF 64.–

Bis 14. September 2008

Familien – alles bleibt, wie es nie war

Eine Sonderausstellung des Schweizerischen Landesmuseums, die Ergebnisse des Nationalen Forschungsprogramms «Kindheit, Jugend und Generationenbeziehungen im gesellschaftlichen Wandel» (NFP 52) präsentiert (siehe Seite 28).

Schweizerisches Landesmuseum
Museumstrasse 2, 8006 Zürich
www.landmuseum.ch

15. Juni 2008, 12 Uhr

Roboterfussball – intelligente Roboter

Referat von Peter Kopacek von der Technischen Universität Wien.

Institut für Informatik der Universität Zürich
Binzmühlestrasse 14, 8050 Zürich
www.ifi.uzh.ch/wie_funktioniert_eigentlich/

2. Juli 2008, 20.30 Uhr

Allergie und Ernährung

Referat von Beda Stadler vom Inselspital Bern.
Universität Basel, Vesalianum
Hörsaal, Vesalgasse 1, 4051 Basel
www.ngib.ch

3. Juli 2008, 19.00 bis 20.30 Uhr

Die Rechte von Kindern in der Familie und was passiert, wenn Jugendliche Recht brechen

Vortrags- und Diskussionsabend im Rahmen der Sonderausstellung «Familien – alles bleibt, wie es nie war» mit Hansueli Gürber, leitendem Jugendanwalt des Kantons Zürich, und Heidi Simoni vom Marie-Meierhofer-Institut für das Kind.

Schweizerisches Landesmuseum
Museumstrasse 2, 8006 Zürich

12. Juli 2008, 20.30 Uhr

Musik in Schweizer Klöstern im 18. Jahrhundert

Die Ensembles Capriccio Basel und Capella Murensis spielen Partituren aus Schweizer Klöstern, die an der Universität Freiburg erforscht werden (siehe Seite 6). Um 17 Uhr ist in der Aula des Kollegiums auch ein Vortrag zum Thema zu hören.

Kirche Kollegium St. Michael
Rue Saint-Pierre-Canisius, 1700 Freiburg
www.fims-fribourg.ch

28. August 2008, 19.00 bis 20.30 Uhr

Gibt es in 50 Jahren noch Familien?

Der Zukunftsforscher Georges T. Roos referiert im Rahmen der Sonderausstellung «Familien – alles bleibt, wie es nie war» über die Familie von morgen.

Schweizerisches Landesmuseum
Museumstrasse 2, 8006 Zürich

