

# horizonte

**Siegeszug des Lichts 6**

**Ausgelaugte Urwaldböden 18**

**Staudämme mit Schwachstellen 26**

**Umstrittenes Time-out für Schüler 30**

# Wie Wissen uns verändert

**W**ir sind auf dem Weg in die Wissensgesellschaft», sagte mal ein Freund. Dieser Satz klingt noch in mir nach. Woran machen wir eigentlich fest, dass wir auf dem Weg in die Wissensgesellschaft sind?

Wenn diese eine Gesellschaftsform ist, in der Wissen eine wichtige Grundlage des sozialen und wirtschaftlichen Zusammenlebens ist, dann sind wir eigentlich nicht auf dem



Weg in die Wissensgesellschaft, sondern leben schon lange in ihr. Wobei es nicht nur um technische Innovationen geht. Nehmen wir zum Beispiel die Erfindung von Motoren: Sie hatte revolutionäre Auswirkungen, vor allem auf die Produktivität der Wirtschaft und auf die Mobilität. Zugleich hat sie unseren Blick auf die Mitwelt verändert: So etwa erfahren mit Motorenkraft hergestellte billige

Massenprodukte eine viel geringere Wertschätzung als arbeitsintensive Einzelanfertigungen.

Während wir die Auswirkungen der Erfindung «Motor» bewusst wahrnehmen, bleibt eine andere technische Errungenschaft eher im Verborgenen: Vor fünfzig Jahren hat der Amerikaner Theodore Maiman den Laser erfunden. Mittlerweile hat diese Erfindung in vielen verschiedenen Formen Einzug in Wirtschaft und Gesellschaft gefunden. Dass der CD-Spieler und auch der Scanner an der Kasse im Supermarkt mit Laser funktionieren, mögen viele noch wissen. Weniger bekannt ist, dass es auch Lasertechnologie braucht, damit Meteorologen Bestandteile der Luft oder Physiologen Neuronenaktivitäten bestimmen können. Daher lässt sich im Moment noch nicht ganz klar abschätzen, wie die Lasertechnologie unseren Blick auf die Mitwelt verändert

Werden wir uns künftig beispielsweise mehr Gedanken um Kleinstpartikel in unserer Atmosphäre machen? Gehen wir in Kenntnis, wie ein normales Gehirn funktioniert, anders mit sozial auffälligen Menschen um? Erfassen wir damit wirklich die Realität? Diese und viele andere Fragen müssen wir wohl immer wieder neu beantworten – mit jeder neuen Erfindung auf unserem Weg durch die Wissensgesellschaft.

Regine Duda  
Redaktion «Horizonte»

Star Wars Episode VI – Return Of The Jedi © Lucasfilm-Cinetext



Knut Ehlers

Verfärbt: Zu wenig Phosphor tut dem Mais nicht gut.



18

Hans-Christian Wegfer/ Studios25, LoD

Restituiert: Der Westen soll den Ureinwohnern ihre Kulturgüter



Marhab Ghodds

Erodiert: Wasser bedroht die Stabilität der Staudämme.



26

## 6

Die Macht des Lichts: Wie der Laser unseren Alltag prägt.



zurückgeben.



## 22



## schwerpunkt laser

## 6 Siegeszug der Lichttechnologie

Niemand ahnte vor fünfzig Jahren, als der Laser erfunden wurde, in welchem Mass dieser unseren Alltag prägen würde. Heute misst der Laser im Verkehr die Geschwindigkeit und an der Kasse den Preis, er sagt das Wetter voraus – und ermöglicht Fortschritte im Kampf gegen schwere Krankheiten.

## biologie und medizin

## 18 Wenn der Mais zu spät kommt

Können in Kenia Mikroorganismen den Nährstoffmangel von Maispflanzen beheben?

## 20 Totgesagte leben länger

Mumien geben auch Aufschluss über die Evolution von Infektionskrankheiten.

## 21 Ein Impfstoff gegen jede Grippe

Schleiereulen im Überlebenskampf  
Die Ethnie bestimmt mit, wo wir Fett ablagern

## gesellschaft und kultur

## 22 Das Geistertanzhemd ruht im Depot

Ureinwohner fordern ihr kulturelles Erbe zurück – mit Hilfe der Rechtswissenschaften.

## 24 Graben bei 40 Grad

Archäologische Funde in Mali werfen ein neues Licht auf die Geschichte Westafrikas.

## 25 Wenn Töne Geschichten erzählen

Der Preis des Erfolgs  
Hermann Burger spielte auch Schach

## technologie und natur

## 26 Staudämme mit Schwachstellen

Ein Labor in Lausanne sucht Mittel gegen die Erosion von Staudämmen.

## 28 Was Mücken übers Klima verraten

Auch mit Insektenlarven kann man Klimageschichte schreiben.

## 29 Eisenpulver fürs Müesli

Methanfresser am Meeresgrund  
Erdrückende Hitzewellen

## 4 snf direkt

Millennium-Preis für den Solarzellenpionier Michael Grätzel

## 5 nachgefragt

Was läuft in der Klimadebatte falsch, Herr Gutscher?

## 13 im bild

Galaktische Explosion

## 14 porträt

Thomas Zurbuchen,  
Schweizer Tüftler bei der Nasa

## 17 vor ort

In Tansania untersuchen zwei Biologen das Ökosystem der Savanne.

## 30 im gespräch

Susanne Brügglen: «Time-out-Klassen funktionieren nur teilweise»

## 32 cartoon

Ruedi Widmer

## 33 perspektiven

Dominique Foray zum Wert unabhängiger Forschung

## 34 wie funktioniert?

Der Kompass – immer der Nadel nach

## 35 für sie entdeckt

«Wasserwelten» im Naturhistorischen Museum Freiburg



Umschlagbild oben:  
Rave-Party mit Laserlicht,  
Australien. Bild: Julian Smith/  
Corbis/Specter

Umschlagbild unten: Feuchtigkeitsprofil der Atmosphäre, aufgezeichnet durch den «Lidar», den Licht radar in Payerne. Bild: meteosuisse.ch

## Kino in der Wirbelsäule hilft Leiden lindern

Rückenschmerzen und Verletzungen an der Wirbelsäule sollen bald besser kuriert werden können. In einem Nationalen Forschungsprogramm des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) haben 26 Projektgruppen fünf Jahre nach neuen Ansätzen zur Behandlung des Bewegungsapparats gesucht. Ein Fernsehbeitrag, der in Zusammenarbeit mit dem SNF entstanden ist, zeigt ein revolutionäres bildgebendes Verfahren, an dem ein Team des Institutes für chirurgische Technologien und Biomechanik der Universität Bern mit Spezialisten der ETH Zürich arbeitet. Eine Art 3D-Kino in der Wirbelsäule visualisiert das Zusammenspiel von Bandscheiben, Wirbelkörpern und Wirbelgelenken eines sich bewegenden Menschen in allen Details. Die neue Methode erleichtert nicht nur die Arbeit der Chirurgen; Ziel ist es, damit auch die Entwicklung neuer Implantate wie Bandscheibenprothesen zu fördern. Was heute dank technischen und klinischen Fortschritten möglich ist, zeigen die Fälle einer Bäuerin im Berner Oberland und eines Sägereibesitzers im Luzernischen; dank Operationen wurden sie von ihren Schmerzen befreit.

Film anschauen: [www.snf.ch](http://www.snf.ch) > Aktuell > Filme

## Millennium-Preis für Solarzellenpionier



Matti Rejala / www.millenniumprize.fi

Eine internationale Jury hat Michael Grätzel in Helsinki mit dem Millennium-Technologiepreis 2010 ausgezeichnet. Der Schweizer Forscher erhält den renommierten Preis für seine Arbeiten an den nach ihm benannten Grätzelzellen. Diese Farbstoffsolarzellen, deren Erfinder Grätzel ist, imitieren die Photosynthese der Natur. Vereinfacht gesagt erzeugen sie Energie mit organischen Farbstoffmolekülen und Licht. Weil Grätzels Zellen ein ausgezeichnetes Preis-Leistungs-Verhältnis haben, könnten sie künftig zu einer kostengünstigen regenerativen Energiequelle werden. Dank ihrer neuartigen Technologie wird es zum Beispiel denkbar, billige mobile Solarzellen herzustellen oder Strom liefernde Fenster. Michael Grätzel, Chemieprofessor an der ETH Lausanne und langjähriger Forscher des SNF,

gehört zu den zehn am häufigsten zitierten Forschenden weltweit. Er hat bereits eine ganze Reihe von wissenschaftlichen Auszeichnungen erhalten. Mit dem Millennium-Preis erhält er nun auch den international wichtigsten Technologiepreis. Der Preis ist mit gut einer Million Euro dotiert, davon gehen 800000 Euro an den Gewinner und je 150000 Euro an die beiden anderen Finalisten. Verliehen wird der Preis von der Technology Academy Finland, einer unabhängigen, vom finnischen Staat und von Industrieunternehmen getragenen Stiftung. Finnland ehrt damit Technologie-Entwickler, die das Wohl und die Lebensqualität der Menschen verbessern. Film über Michael Grätzel: [www.snf.ch](http://www.snf.ch) > Aktuell > Filme

## Kurzsichtig und naiv

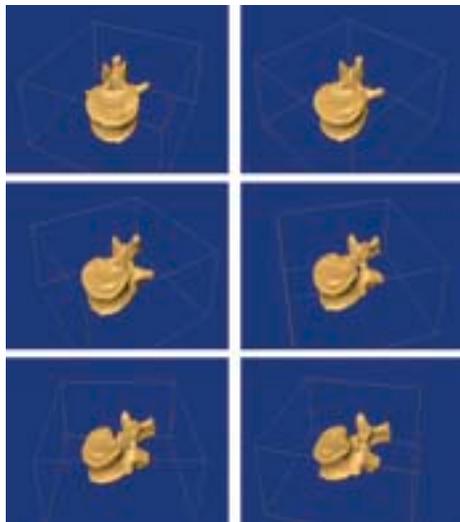
Leserbrief zu «Wenn Ökologie dem Menschen schadet» (Horizonte Nr. 85, Juni 2010)

*Auf Madagaskar ist der weitaus grösste Teil der Primärwälder abgeholzt worden. Die verbleibenden Bestände wie der Masoala-Nationalpark haben eine grosse Bedeutung für die Fauna und die Flora. Die einmalige Biodiversität ist eine Schatztruhe von potenziellen Ressourcen für Nahrung und Medizin. So ist der Tourismus eine der Haupteinnahmequellen dieses bitterarmen Landes. Der Ertrag einer Abholzung solcher Flächen würde primär in die Taschen der Holzmafia und der Abnehmer im Ausland fließen. Der Masoala-Park ist für Reisanbau wenig geeignet. Das Land weist zudem viele abgeholzte, weitgehend ungenutzte Flächen auf, die bewirtschaftet werden könnten. Vollends grotesk wird die Betrachtung, wenn die Kultur eines Volkes in Südamerika oder die Sprache erhalten müssen für die Folgerung, dass eine Nutzung nicht schlimm wäre. Diese Sichtweise ist einseitiger und kurzsichtiger als unsere angeblich koloniale Arroganz. Ich bin erstaunt, dass eine solche naive Betrachtung durch den SNF mitfinanziert wird. Jan Ryser, Langnau i.E.*

### Der SNF in Kürze

Das Forschungsmagazin «Horizonte» wird vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) herausgegeben, der wichtigsten Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Er unterstützt jährlich mit 700 Millionen Franken fast 3000 Projekte, an denen rund 7000 Forschende beteiligt sind. Im Auftrag des Bundes fördert der SNF die Grundlagenforschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen, von Philosophie über Biologie und Medizin bis zu den Nanowissenschaften. Im Zentrum seiner Tätigkeit steht die wissenschaftliche Begutachtung der von den Forschenden eingereichten Projekte. Die in «Horizonte» präsentierten Forschungsprojekte werden in aller Regel vom SNF unterstützt.

www.isfb.unibe.ch



## horizonte

SCHWEIZER  
FORSCHUNGSMAGAZIN

Erscheint viermal jährlich  
auf Deutsch und Französisch.  
22. Jahrgang, Nr. 86, September 2010

Herausgeber  
Schweizerischer Nationalfonds  
zur Förderung der wissenschaftlichen  
Forschung (SNF)  
Presse- und Informationsdienst  
Leitung Philippe Trinchan

Redaktion  
Urs Hafner (uha), Leitung, Geistes-  
und Sozialwissenschaften  
Regine Duda (dud), orientierte Forschung  
Helen Jaisli (hj), Institutionelles  
und Personenförderung  
Philippe Morel (pm), Mathematik,  
Ingenieur- und Naturwissenschaften  
Ori Schipper (ori), Biologie und Medizin  
Anita Vonmont (vo), deutsche Ausgabe  
und redaktionelle Koordination  
Marie-Jeanne Krill (mjk), französische  
Ausgabe

Adresse  
SNF, Presse- und Informationsdienst  
Wildhainweg 3, Postfach 8232  
CH-3001 Bern  
Tel. 031 308 22 22, Fax 031 308 22 65  
pri@snf.ch, [www.snf.ch/horizonte](http://www.snf.ch/horizonte)

Gestaltung und Bildredaktion  
Studio25, Laboratory of Design, Zürich  
Isabelle Gargiulo  
Hans-Christian Wepfer

Anita Pfenninger, Korrektorat

Übersetzung  
Weber Übersetzungen

Druck und Litho  
Stämpfli AG, Bern und Zürich

Auflage  
20150 deutsch, 10850 französisch  
ISSN 1663 2710

Das Abonnement ist kostenlos.

Die Auswahl der behandelten  
Themen stellt kein Werturteil  
des SNF dar.

© alle Rechte vorbehalten. Nach-  
druck der Texte mit Genehmigung  
des Herausgebers erwünscht.



Peter Lauth

# «Wir dürfen keinen Kreuzzug führen»

**Die Klimadebatte muss auf einem höheren Niveau stattfinden, meint Heinz Gutscher, Präsident des Forums für Klima und globale Umweltveränderungen, ProClim.**

## **Der Klimawandel genießt in den Medien grosse Aufmerksamkeit. Freut Sie das?**

Ja, grundsätzlich ist das Interesse an der Thematik erfreulich. Es hilft uns, der Öffentlichkeit das beste aktuelle Wissen über die komplexen Klimavorgänge zu vermitteln, was ja das Hauptziel von ProClim ist. Aber die Debatte ufert aus.

## **Die Debatte sollte anders verlaufen?**

Ja, und zwar aus zwei Gründen. Erstens muss sich die Wissenschaft aus der Politik heraushalten. Aus ihren Messungen und Beobachtungen kann sie nicht ableiten, was sein soll und sein darf. Deshalb sind Klimaziele – wie etwa eine Erwärmung um höchstens zwei Grad – nicht wissenschaftlich. Klimaziele sind politische Wertaussagen. Zwar soll die Wissenschaft als ehrliche Beraterin die Konsequenzen von Entwicklungen sowie Handlungsoptionen aufzeigen, doch welcher Lösungsweg beschritten wird und welche Ziele dabei anzustreben sind, entscheidet nicht die Wissenschaft, sondern die Bevölkerung in einem politischen Prozess.

## **Und was läuft zweitens falsch?**

Die Wissenschaftler dürfen keinen Kreuzzug führen. Es kann nicht darum gehen, Gegner zu bekämpfen. Wenn sich unter

## «Klimaziele sind nicht wissenschaftlich, das sind politische Wertaussagen.»

Beschuss geratene Wissenschaftler heftig verteidigen, anstatt die Argumente mit einer Engelsgeduld auseinanderzunehmen und vor allem die vereinzelt Fehler, die passiert sind, zuzugeben, schadet dies der Wissenschaft: So verliert sie das Vertrauen, das die Bevölkerung in sie setzt.

## **Wie gewinnt sie das Vertrauen zurück?**

Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Vertrauen: Einerseits das Vertrauen in die wissenschaftliche Leistung. Andererseits das Vertrauen in die professionelle und menschliche Integrität der Wissenschaftler. Es nützt nichts, auf die Qualität und Exaktheit der Methoden hinzuweisen, wenn das Vertrauen in die Integrität angeschlagen ist und ein Teil der Bevölkerung die Wissenschaftler verdächtigt, aus Eigennutz Alarmismus zu betreiben, um zu mehr Forschungsgeldern zu kommen. Nur wenn die Forscher der Bevölkerung immer wieder zeigen, dass sie ethische Werte hochhalten, aus echter Besorgnis handeln

und mit grossem Engagement versuchen, Lösungswege aufzuzeichnen, gewinnen sie wieder an Glaubwürdigkeit.

## **Was möchte ProClim hierzu beitragen?**

Wir möchten das Verständnis der Fachjournalisten für Klimaprozesse stärken und hoffen, so die Debatte zu verbessern. In Workshops wollen wir aufzeigen, wie sich wissenschaftlich fundierte von fehlerhaften Argumenten unterscheiden. Dabei geht es nicht selten um unlogische Schlussfolgerungen. Aus der Tatsache etwa, dass es früher auch schon wärmere Zeiten gab, darf man nicht schliessen, die Menschheit habe keinen Einfluss auf die aktuelle Erwärmung; das wäre, wie wenn wir behaupteten, ein Waldbrand könne nie menschverursacht sein, weil es ja auch natürliche Ursachen gibt.

## **Wie sehen fehlerhafte Argumente sonst noch aus?**

Da gibt es immer wiederkehrende Muster. Wer beispielsweise Argumente nur mit einem spezifischen Ausschnitt aus einer Messreihe untermauert, statt die gesamte Zeitreihe zu zeigen, sollte kritische Nachfragen auslösen. Schwache Argumente können sich auch auf lokal begrenzte Phänomene stützen: Der diesjährige Januar fiel in den USA und Europa überdurchschnittlich kalt aus, gehörte weltweit aber zu den wärmsten der letzten zwanzig Jahre. Deshalb ist der Schnee vor der eigenen Haustür kein sicheres Anzeichen dafür, dass es keinen globalen Klimatrend in Richtung Erwärmung gibt. **Interview Ori Schipper** ■

Heinz Gutscher ist Professor für Sozialpsychologie an der Universität Zürich und Präsident der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW). Das von ihm präsierte Forum ProClim wird von der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) getragen.



# Siegeszug der Li



**Mehr als Science-Fiction:** Berühmt geworden durch die magischen «Star Wars»-Lichtschwerter, prägt die Lasertechnologie heute unseren Alltag – beispielsweise in einem Wasserpumpwerk.

Bild: Thomas Ernsting/laif/Keystone

**N**ichts liess den Siegeszug erkennen, welcher der Lasertechnologie bevorstand, als vor 50 Jahren ein amerikanischer Tüftler namens Theodore Maiman einen roten Lichtstrahl aus einem Rubin hervorzauberte. Maiman selbst hielt seine Erfindung für eine «tolle Lösung, für die allerdings noch ein Problem gefunden werden müsse».

Tatsächlich erwiesen sich die militärischen Probleme, welche die Medien in den Anfangszeiten des Lasers mitten im Kalten Krieg beschworen, als ungeeignet. Die damals prophezeiten Todesblitze aus Laserkanonen sind bis heute ausgeblieben. Im militärischen Bereich schuldet der Laser immer noch seinen Nützlichkeitsbeweis – trotz milliardenschweren Investitionen in das «Star Wars»-Programm der Reagan-Ära. Und auch die magischen Lichtschwerter der mächtigen Jedi-Ritter gibt es bisher nur in Science-Fiction-Filmen.

# chttechnologie

Im zivilen Leben hingegen haben die gebündelten Lichtstrahlen unseren Alltag durchdrungen. Wie vielfältig die Anwendungen heute sind, zeigen wir in diesem Schwerpunkt bildlich an einzelnen Beispielen. Und ausführlicher schildern wir, wo Laser in der Forschung neue Perspektiven eröffnet: So verbessert Laserlicht die Wetterprognosen, und es wird hoffentlich bald helfen, Krankheiten wie die rheumatoide Arthritis zu heilen. **ori** ■



# Ein Laser erkundet die Atmosphäre

Die aerologische Station von MeteoSchweiz in Payerne setzt ausser Wetterballonen auch einen optischen Radar ein. Als ein isländischer Vulkan in diesem Frühjahr Asche spuckte, leistete das High-Tech-Gerät einen Sondereinsatz.

VON PHILIPPE MOREL

**O**berhalb der Broye-Ebene führt ein schmaler Landwirtschaftsweg zu einem Gebäude, das inmitten merkwürdiger, geheimnisvoller Instrumente steht: zur aerologischen Station von Payerne. Die Station bildet das Nervenzentrum von MeteoSchweiz, die hier ihre gesamten meteorologischen Oberflächendaten und Werte zur Atmosphäre sammelt.

Das Abenteuer begann in den vierziger Jahren, und auf Payerne fiel die Wahl nicht zufällig. Meteorologische Daten galten damals als strategisch wichtig, und die Wetterballone mit den Informationen aus der Atmosphäre sollten unbedingt auf Schweizer Gebiet niedergehen. Studien ergaben, dass Payerne aufgrund der vorherrschenden Winde diese Anforderung am besten erfüllt. 70 Jahre später bestätigen die Statistiken dies.

## Im Rhythmus der Ballone

Noch heute bestimmen die Ballonsonden den Lebensrhythmus der Station. Diese gehört zum Messnetz der Weltorganisation für Meteorologie, das rund 700 Stationen umfasst. Zweimal pro Tag lassen diese Stationen um null und zwölf Uhr mitteleuropäischer Zeit gleichzeitig eine Ballonsonde steigen. Die Wind-, Druck-, Temperatur- und Feuchtigkeitsprofile, die von den Ballonen bis über 30000 Meter Höhe gemessen werden, liefern die Grundinformationen für Wetterprognosen auf der ganzen Welt.

Für Bertrand Calpini, Leiter der Station, «erfüllen diese Ballone ihre Aufgabe gut, sie sind aber nicht in der Lage, konstant Messungen zur Atmosphäre zu liefern». Aber es gibt für dieses Problem eine Lösung: In einem Hangar am Rand der Station steht ein

## Geschwindigkeit

Sogenannte Laserpistolen messen mit kurzen Infrarot-Lichtpulsen, die von Skifahrern auf der Piste zurückgestrahlt werden, deren Geschwindigkeit. Seit Mitte der 90er Jahre kommt dieselbe Technik auch zur Überwachung des Strassenverkehrs zum Einsatz. Daher gilt heute – zum Leidwesen einiger Autofahrer – eine tiefere Toleranzgrenze bei Geschwindigkeitsüberschreitungen.

Urs Fföleler/Keystone

**Der Radar im Hangar:** Das Gerät im Container sendet kurze Laserimpulse in die Atmosphäre. Von dort wird ein Teil des Lichts reflektiert und auf dem Dach des Radars (ganz rechts) in ein elektrisches Signal umgewandelt. So lässt sich der Gehalt an Wasserdampf und Aerosolen in der Luft genau bestimmen. Illustration: Andreas Gefé

Lidar-System (LIght Detection And Ranging), ein Lichtradargerät, das ein Team der ETH Lausanne unter Hubert van den Bergh und Valentin Simeonov für MeteoSchweiz entwickelt hat. Der Radar kam im August 2008 nach Payerne und ist vom experimentellen zum voll einsatzfähigen Instrument gereift. Tag und Nacht liefert er alle 30 Minuten Profile über den Wasserdampf- und den Aerosolgehalt der Atmosphäre über Payerne. Mit diesen Daten lassen sich die Modelle ständig anpassen und die Prognosen verbessern.

Im Innern des Hangars erklärt Valentin Simeonov, derzeit Verantwortlicher der Gruppe Lidar an der ETH Lausanne, wie dieser funktioniert: «Der Radar schickt sehr kurze Laserimpulse in die Atmosphäre. Die Moleküle und Partikel in der Atmosphäre interagieren mit diesem Lichtstrahl. Ein winziger Teil des Strahls wird zum Boden zurückgeworfen, wo ein Teleskop ihn auffängt und einem Lichtdetektor zuführt. Das vom Lichtdetektor erzeugte elektrische Signal kann dann ausgewertet werden.»

### Licht prallt auf Materie

Dieses Laserlicht trägt Informationen über die Materie, mit der es zusammengetroffen ist. Die einfachste Interaktion wird als elastisch bezeichnet: Wenn ein Photon auf einen Partikel oder ein Molekül trifft, prallt es daran ab wie ein Ball von einer Mauer. Aus der bekannten Geschwindigkeit des Lichts und der Zeit, die zwischen Aussendung und Rückkehr des Lichtstrahls verstreicht, lässt sich die Entfernung des Partikels oder Moleküls berechnen. Der Vibrations-Raman-Effekt (benannt nach Sir Chandrasekhara

Venkata Raman, dem indischen Entdecker dieses Effekts) beschreibt eine weitere Interaktion: Das Licht und das getroffene Molekül tauschen Energie aus, wodurch sich die Wellenlänge des Lichts verändert. Die Veränderung hängt dabei von der Art des getroffenen Moleküls ab: Dieses hat dem Licht sozusagen seinen Stempel aufgedrückt. Da Stickstoff in der Atmosphäre in einer konstanten Konzentration vorkommt, lässt sich aus den Intensitäten des zurückgeworfenen Lichts bei den für Wasser bzw. Stickstoff charakteristischen Wellenlängen der Wasserdampfgehalt in verschiedenen Höhen feststellen. Weitere Interaktionen wie der Rotations-Raman-Effekt oder der Doppler-Effekt geben Aufschluss über Temperatur- oder Windprofile.

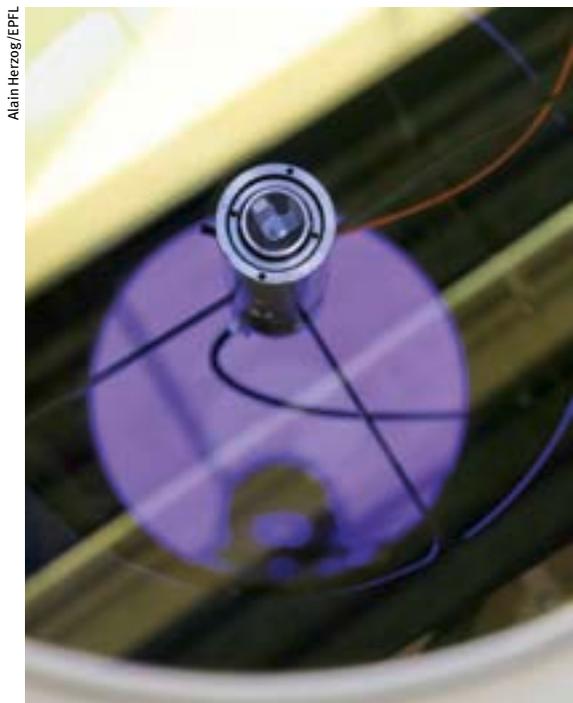
### Wetterprognose der Zukunft

Weshalb also kommen überhaupt noch Ballonsonden zum Einsatz? Die Antwort von Bertrand Calpini ist klar: «Erstens handelt es sich bei unserem Lidar-System um einen Prototypen, und es ist nicht realistisch, dass jede aerologische Station mit einem solchen Gerät ausgerüstet wird. Zweitens funktionieren die Ballone bei jedem Wetter, und sie steigen bis auf über 30000 Meter auf.»

Ein Lidar-Laser dagegen ist bei einer niedrigen Wolkendecke nicht benutzbar, und die gelieferten Daten beschränken sich auf die ersten zehn Kilometer der Atmosphäre. Heute ist das aktuelle System nur während 50 Prozent der Zeit einsatzfähig. Doch der Leiter der aerologischen Station in Payerne ist überzeugt: «Die Lidar-Technologie ist zweifellos ein Schritt hin zur Meteorologie von morgen.» ■



Phil Morel



Alain Herzog/EPFL



DLR.de

### Aschewolke über der Schweiz lokalisiert

**Donnerstag, 15. April 2010:** Der Vulkan unter dem isländischen Eyjafjöll-Gletscher beginnt, Asche in die Atmosphäre zu spucken. Im Laufe der folgenden Stunden werden die Luft Räume über Europa einer nach dem andern geschlossen. Sofort legen sich die Teams von Bertrand Calpini und Valentin Simeonov auf die Lauer, um die berühmte Aschewolke mit dem Lidar-System ins Visier zu nehmen. «Die Zivilluftfahrtbehörden wollten unbedingt Daten über diese unsichtbare Wolke – vor allem über Höhe, Dicke und Konzentration ihrer Asche»,

erklärt Bertrand Calpini, der Leiter der aerologischen Station in Payerne.

**Freitag, 16. April 2010, 23 Uhr:** Das Lidar-System registriert die Ankunft der Wolke vertikal über Payerne in 6500 Meter Höhe. Der Laser verfolgt, wie sie in der Atmosphäre langsam absinkt und dann verschwindet. Diese wichtigen Informationen werden dem Bundesamt für Zivilluftfahrt übermittelt. Da ihr Lidar-System eigentlich nicht zur Untersuchung einer solchen Wolke entwickelt wurde, sind Valentin Simeonov und Bertrand Calpini besonders stolz über den erfolgreichen Ein-

satz und die verheissungsvollen Möglichkeiten, die sich damit eröffnen. Der Leiter der Station dämpft jedoch den Enthusiasmus etwas: «Dieses Gerät ist kein Forschungsinstrument. Wollen wir bei einem nächsten Ausbruch professionelle Daten liefern, müssen wir sicherstellen, dass wir sie zuverlässig sammeln und interpretieren können. Diesmal haben uns Zufall, Begeisterung und guter Wille hervorragende Ergebnisse beschert. Es steht jedoch punkto Sicherheit und Finanzierung enorm viel auf dem Spiel, daher reicht Improvisation nicht aus.»



# Vom Durchblick zum Lichtblick

Biologen durchleuchten Mäuse mit Laserstrahlen und machen so bisher verborgene molekulare und zelluläre Prozesse sichtbar. Gleichzeitig entwickeln sie auf diese Weise neue Therapieformen – zum Beispiel für die rheumatoide Arthritis.

VON STEFFI LEHMANN

**W**ir begegnen ihm überall. Oft bleibt er dabei jedoch unbemerkt. Im Büro am Drucker, an der Kasse im Supermarkt, in der Disco, auf der Baustelle vor dem Haus. In den 50 Jahren seit seiner Erfindung ist der Laser Teil unseres Alltags geworden.

Aber auch von der modernen biomedizinischen Forschung ist er nicht mehr wegzudenken. Denn hier hat der Laser nicht nur zu neuen therapeutischen Möglichkeiten wie der Korrektur von Kurzsichtigkeit geführt. «Er ist auch für die Grundlagenforschung unabdingbar, ja geradezu essenziell», sagt Fritjof Helmchen, Professor für Neurophysiologie an der Universität und der ETH in Zürich.

Mit seinem Team untersucht er, wie Nervenzellen miteinander kommunizieren, wenn sie äussere Reize verarbeiten.

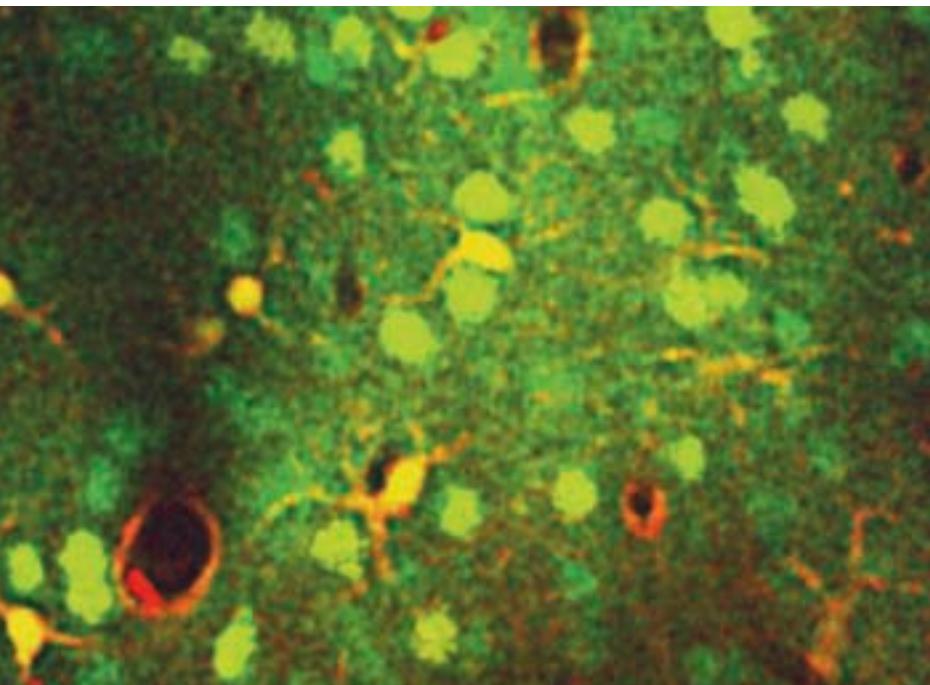
## Neuronen beim «Feuern» zusehen

Für ihre Experimente nutzen Helmchen und seine Mitarbeiter fluoreszente Farbstoffe, die in einer bestimmten Farbe leuchten, wenn man sie mit sichtbarem oder infrarotem Licht bestrahlt. Helmchens Farbstoffe leuchten zudem um ein Vielfaches heller, wenn sie an Kalziumionen binden, die jeweils in eine Nervenzelle einströmen, wenn sie durch einen Reiz aktiviert wird. Mit einem Zwei-Photonen-Mikroskop verfolgen die Forscher diese Intensitätsänderungen in Echtzeit und schauen sozusagen einzelnen Neuronen im intakten Gehirn beim «Feuern» zu.

## Einkaufen

Es piepst und piepst ohne Unterlass. Eine rasche Handbewegung über den am Kassentisch installierten Laser – und schon ist der Strichcode gescannt. Aus der Sequenz von schwach reflektierenden, mehr oder weniger breiten schwarzen Streifen und stärker reflektierenden, hellen Lücken schliesst das System, welches Produkt zu welchem Preis in den Einkaufskorb wandert.

William Whitehurst/Corbis/Specter



**Zellen bei der Arbeit:** Fluoreszente Farbstoffe und infrarotes Laserlicht ermöglichen es, die Aktivität von Zellen im Mäusehirn sichtbar zu machen. Die aktiven Zellen leuchten grün. Bilder: Alexander Tsiaras/SPL/Keystone; www.hifo.uzh.ch

Ermöglicht hat dies der Laser: denn die Zwei-Photonen-Mikroskopie, die als einzige Mikroskopietechnik auch Einblicke in die tieferen Schichten der Hirnrinde gewährt, nutzt infrarotes Laserlicht, um das Gewebe zu durchdringen und die Farbstoffe anzuregen.

In ihren Studien setzen Helmchen und sein Team Versuchstiere äusseren Sinnesreizen aus. Zum Beispiel stimulieren sie die Schnurrhaare, ein für Mäuse wichtiges Sinnesorgan, indem sie diese leicht biegen. Das führt zur Aktivierung bestimmter Gruppen von Nervenzellen in der Grosshirnrinde, welche die Forscher nun genau lokalisieren können. «Zu verstehen, wie solche neuronalen Netzwerke im gesunden Gehirn funktionieren», so Helmchen, «wird es uns erleichtern, den Ursachen von Fehlfunktionen der Hirnaktivität in verschiedenen Krankheiten nachzugehen.»

Auch Markus Rudin, Professor für molekulare Bildgebung an der Universität und der ETH in Zürich, macht Gebrauch von Lasern und fluoreszenten Farbstoffen, um verborgene biologische Prozesse sichtbar zu machen. Ihn interessieren die molekularen Veränderungen, die einer Krankheit zugrunde liegen.

### Alzheimer-Plaques im Visier

Einer der Farbstoffe, die Rudin und sein Team verwenden, bindet spezifisch an die sogenannten Plaques, Proteinablagerungen, die sich im Gehirn von Alzheimer-Patienten ansammeln und die Funktion von Nervenzellen stören. Die Forschenden injizieren diesen Farbstoff in gentechnisch veränderte Mäuse, die an Alzheimer erkranken. Wenn sie die Tiere mit rotem Laserlicht bestrahlen, beginnt der Farbstoff zu leuchten und macht die Plaques sichtbar.

Rudin und seine Mitarbeiter können so die molekularen Veränderungen im Gehirn von Alzheimer-Mäusen über Wochen und Monate verfolgen. Und gleichzeitig neue Behandlungsmethoden testen. Beispielsweise hat Rudins Team gezeigt, dass ein Antikörper, der an die Proteinablagerungen von Alzheimer-Patienten bindet, schliesslich zu deren Zerstörung führt: Die Gehirne von Alzheimer-Mäusen, die über mehrere Wochen mit dem Antikörper

## Augenchirurgie

In der Medizin haben sich Laser in den letzten zwanzig Jahren zum Lichtblick für fahrsichtige Brillenträgerinnen oder Kontaktlinsenträger entwickelt. Indem der Laser hauchdünne Hornhautschichten abträgt, korrigiert er die Brechkraft des Auges und verbessert das Sehvermögen.

SwissLaski/Photopress



## Internet

Der Kernbereich des Internets, das sogenannte Backbone-Netzwerk, besteht schon seit zwanzig Jahren aus Glasfaserkabeln. Jetzt erobern diese Kabel zusehends die letzte Meile zu den Haushaltanschlüssen in den Städten. Verschiedenfarbiges Laserlicht erhöht die Bandbreite und sorgt dafür, dass jede noch so belanglose E-Mail in Lichtgeschwindigkeit durchs Internet flitzt.

Salvatore Di Nolfi/Keystone



**Mehr wissen über Alzheimer:** Das Laserlicht zeigt im Mikroskopbild krankhafte Proteinablagerungen (oben und Mitte, rot eingefärbt) im Gehirn der Versuchsm Maus (unten). Bilder: www.biomed.ee.ethz.ch; Peter Lauth



**Arthritis lindern:** Die fotodynamische Therapie nutzt Laserlicht, um in entzündeten Gelenken Zellen abzutöten. Im Tierversuch erfolgreich, könnte diese Behandlung künftig auch bei Menschen zur Anwendung kommen. Bild: CNRI/SPL/Keystone

sind jedoch resistent gegen diese Behandlungsart. Bei ihnen müssen Ärzte das entzündete Gewebe mit einem chirurgischen Eingriff oder durch Bestrahlung entfernen. Das sind Behandlungen mit gefährlichen Nebenwirkungen, die sich nicht beliebig oft wiederholen lassen.

### Neuer Therapieansatz

Für solche Patienten haben Nathalie Busso, wissenschaftliche Mitarbeiterin des Universitätsspitals in Lausanne, und Norbert Lange vom Institut für pharmazeutische Wissenschaften an der Universität Genf eine alternative Therapieform gesucht und sie gefunden in der sogenannten Fotodynamischen Therapie. Diese Methode nutzt Laserlicht, um eine chemische Reaktion auszulösen zwischen einer an sich harmlosen Substanz, die Patienten ins Blut gespritzt wird, und Sauerstoff, der im Gewebe vorhanden ist. In der Folge entstehen giftige Sauerstoffverbindungen, welche die Zellen in ihrer unmittelbaren Umgebung abtöten. Um zu verhindern, dass diese Gifte an einem falschen Ort im Körper entstehen, haben Busso und Lange mehrere Moleküle der Substanz durch Eiweisse miteinander verknüpft. Solange die Moleküle verbunden sind, können sie nicht durch Licht aktiviert werden. Nur in den betroffenen Gelenken aktiviert die Entzündungsreaktion passende Proteasen, molekulare Scheren, welche die Eiweisse zerschneiden und die Substanz dadurch lichtempfindlich machen. Gezielt werden so ausschliesslich Zellen in den entzündeten Gelenken eliminiert.

«Diese Therapie ist sehr spezifisch und sollte keine weiteren Nebenwirkungen verursachen», meint Lange optimistisch. Zusammen mit Busso hat er die neue Behandlungsmethode in gentechnisch veränderten Mäusen, die unter rheumatoider Arthritis leiden, erstmals getestet – mit Erfolg.

So hoffen die beiden, dass der Laser, neben seinen vielen anderen Aufgaben, bald auch das Schicksal von Arthritispatienten verbessern wird. ■



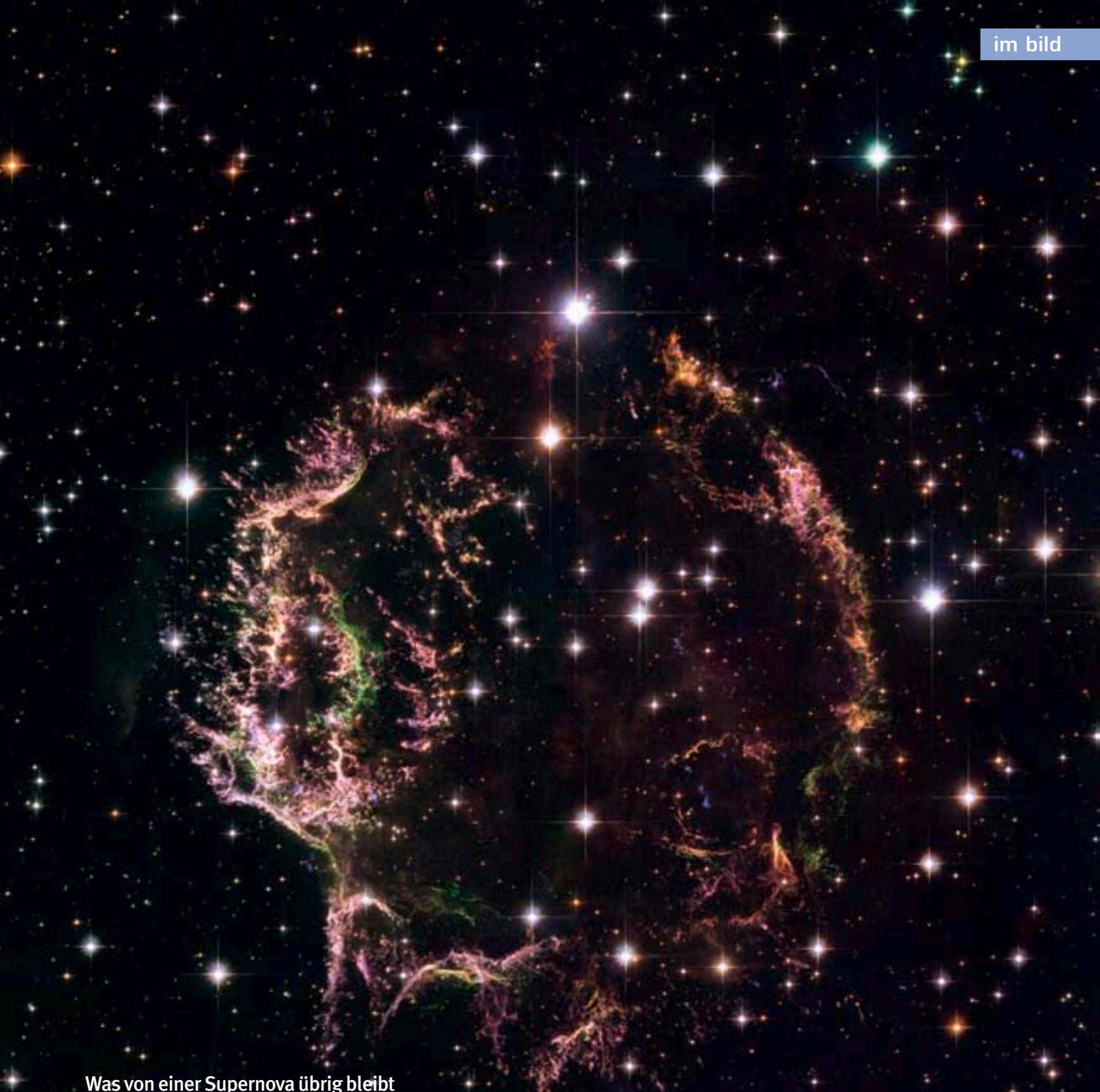
Norbert Emter/laif/Keystone

### Schweissen

Das hochenergetische Licht von Lasern, wie sie beispielsweise die Automobilindustrie verwendet, kann Werkstoffe sauber verschweissen. Optische Linsen richten das Licht auf den Brennpunkt, wo es Kunststoffe und Metalle über den Schmelzpunkt erhitzt.

behandelt wurden, leuchteten nämlich weniger stark.

Obschon rotes oder infrarotes Laserlicht die Schädeldecke von Mäusen durchdringen kann, funktioniert das nicht bei Menschen. Viel zu dick sind unsere Haut und Schädelknochen. Deshalb ist die klinische Anwendung beim Menschen vorerst nicht möglich. Den Sprung zur klinischen Anwendung schaffen könnte dagegen eine neue Therapieform für Patienten mit rheumatoider Arthritis, einer Autoimmunkrankheit. Sie verursacht Entzündungen in den Gelenken, insbesondere in der inneren Schicht der Gelenkkapsel. Dabei kommt es zu einer krebsartigen Ausdehnung des Gewebes in der Kapsel, die das Gelenk zerstört. In der Mehrheit der Fälle bringen entzündungshemmende Medikamente die Symptome unter Kontrolle. 30 Prozent der Patienten



## Was von einer Supernova übrig bleibt

Vor etwa 330 Jahren explodierte 11 000 Lichtjahre von uns entfernt ein Stern – zwanzigmal massereicher als unsere Sonne – als Supernova. Auf dem Bild ist Cas A, der Überrest der Explosion, zu sehen.

In diesem Bereich hat sich das ausgesonderte Material mittlerweile über einen Himmelsabschnitt von ungefähr zehn Lichtjahren aus-

gedehnt. Mit einem Teleskop wie Hubble kann man in Cas A extrem heisse Gasgebilde erkennen. Doch entdeckt man auch Staubpartikel und Moleküle, die in solch rauer Umgebung entstanden sind.

Supernovae sind äusserst gewaltvolle Ereignisse, die gleich viel Energie aufs Mal freisetzen, wie unsere Sonne in ihrer ganzen

Lebensdauer erzeugen wird. Für den Lebenszyklus der Sterne in unserem Universum sind Supernovae entscheidend. Man vermutet nämlich, dass die ersten Sterne sehr massereich waren und daher als Supernovae explodierten. Dadurch reicherte sich das interstellare Gas mit schweren Elementen wie Silizium und Schwefel an, was für die

Planetenbildung und die Entstehung von Leben grundlegend ist. Nur so konnten sich weitere Generationen von Sternen herausbilden.

**Isabelle Cherkneff-Parrinello** ■

Isabelle Cherkneff-Parrinello ist Astrophysikerin an der Universität Basel und wurde vom Schweizerischen Nationalfonds mit dem Marie-Heim-Vögtlin-Preis 2010 geehrt.

Bild: Nasa/Esa/Hubble Collaboration

# Ein Schweizer Tüftler bei der Nasa

VON SIMON KOECHLIN

BILDER ANNETTE BOUTELLIER

**Als junger Forscher ging Thomas Zurbuchen in die USA. Heute baut der Berner Geräte für die Weltraummissionen der Nasa und sorgt an einer der grössten Universitäten des Landes dafür, dass aus den Ideen der Forscher praktische Anwendungen entstehen.**

**E**s ist das erste Mal seit 14 Jahren, dass Thomas Zurbuchen wieder ein paar Monate am Stück in der Schweiz verbringt: Für sein Sabbatical hat sich der Professor für Weltraumforschung und Raumfahrttechnik der US-Universität Michigan das Internationale Institut für Weltraumforschung (ISSI) in Bern aus-

«Weil ich etwas lernen wollte, fragte ich die zwei Spitzenforscher, ob ich mich dazusetzen dürfe.»

gesucht. Und obwohl Zurbuchen aus dem Kanton Bern stammt, ist diese Wahl nur teilweise dem Heimweh zuzuschreiben. Denn im unscheinbaren ISSI geht die Crème de la Crème der Weltraumforschung ein und aus. Als der Journalist eintrifft, sitzt in Zurbuchens kleinem Büro gerade Ed Stone, eine Legende auf dem Gebiet: Stone war zehn Jahre lang Direktor des Jet Propulsion Laboratory im kalifornischen Pasadena und ist Forschungsleiter der beiden berühmten Voyager-Raumsonden.

Als Voyager 1 und 2 im Spätsommer 1977 auf ihre Reise geschickt wurden, die sie inzwischen bis an den Rand unseres Sonnensystems gebracht hat, ging Thomas Zurbuchen noch in die Primarschule im kleinen Bauerndorf Heiligenschwendi über dem Thunersee. Würde die Sonde

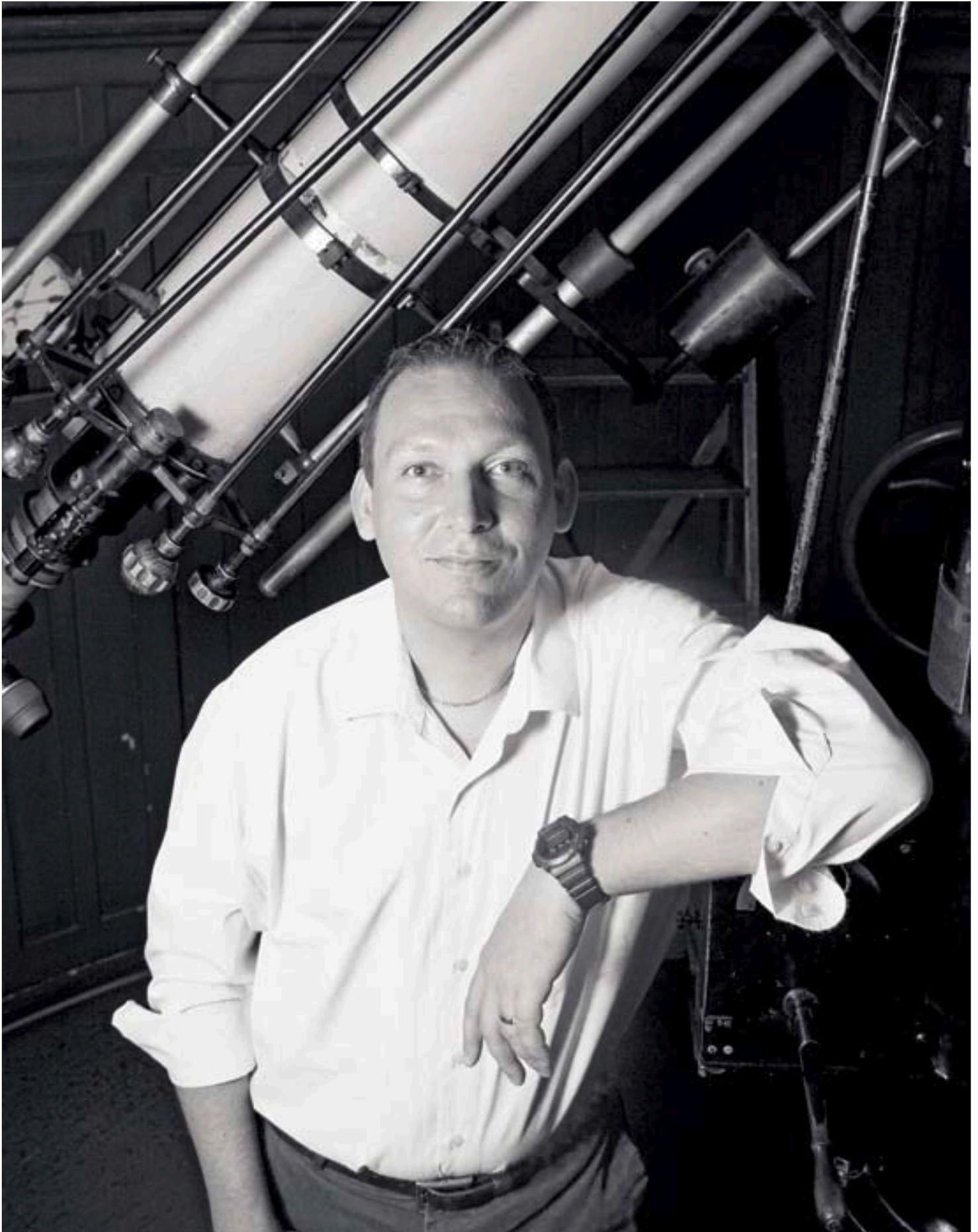
heute geplant, wäre er womöglich selber mit von der Partie. Denn der heute 41-jährige Zurbuchen entwickelt und baut mit seiner etwa 30 Leute umfassenden Forschungsgruppe für die Nasa Instrumente, um den Weltraum zu erforschen. Sein Spezialgebiet ist die Sonne. «Mich interessiert vor allem, wie die Sonne die Planeten und den Weltraum beeinflusst», erzählt Zurbuchen in einem Berndeutsch, dem die vielen Jahre in den USA ein wenig anzumerken sind. Der Forscher untersucht in erster Linie den Sonnenwind, also geladene Teilchen, welche von der äussersten Sonnenschicht in ungeheuren Mengen ins All geschleudert werden. Dieser Teilchenstrom fliegt mit einer Geschwindigkeit von bis zu 900 Kilometern pro Sekunde durch den Weltraum.

## Die Geheimnisse des Sonnenwinds

Auf die Erde vordringen kann der Sonnenwind meist nicht: Das irdische Magnetfeld wirkt wie ein Schutzschild gegen den Teilchenstrom. «Doch die Sonne verändert sich ständig», sagt Zurbuchen. Und wenn sie besonders aktiv ist, weht der Sonnenwind manchmal so stark, dass die Teilchen in hohe Schichten der Atmosphäre eindringen können. Dort rufen sie dann Polarlichter hervor oder stören gar die Satellitenkommunikation oder Radioübertragungen. Welche Prozesse auf der Sonne den Sonnenwind erzeugen, ist aber unklar. Zurbuchens Gruppe versucht, dem

Geheimnis vor allem mit Instrumenten auf die Spur zu kommen, welche die schwereren Teilchen im Sonnenwind messen. Solche Messgeräte müssen äusserst präzise sein, weil der Sonnenwind zum allergrössten Teil aus leichten Teilchen wie Protonen, Elektronen und Heliumkernen besteht. Aus der Zahl und dem Zustand der schweren Teilchen, etwa Sauerstoff, Magnesium oder Eisen, leiten die Forscher eine Menge Wissen ab über die Vorgänge und die Zusammensetzung der Sonne. «Kennen wir zum Beispiel das Mengenverhältnis, die Temperatur und das Tempo der Partikel, können wir abschätzen, woher genau auf der Sonne der gemessene Teilchenstrom stammt», erklärt Zurbuchen.

Insgesamt hat Zurbuchens Gruppe bislang nicht weniger als sieben verschiedene Satelliteninstrumente für Weltraummissionen der Nasa oder ihrer europäischen Schwesterorganisation Esa gebaut. Eines fliegt an Bord des Satelliten «Messenger» zum Merkur. Nächstes Jahr soll «Messenger» in die Umlaufbahn des Planeten einschwenken. «Das wird aufregend», freut sich Zurbuchen. Weil Merkur der sonnennächste Planet unseres Sonnensystems ist, bläst der Sonnenwind dort nämlich besonders stark. Zudem verfügt Merkur über ein viel schwächeres Magnetfeld als die Erde und hat keine Atmosphäre. Die Forscher können deshalb dort untersuchen, was mit einem Planeten geschieht, der nur schwach vor den Teilchen aus dem All geschützt ist. «Auf dem Merkur prallt der Sonnenwind zum Teil bis auf den Planeten und zerstäubt dort Gesteinsoberflächen», erklärt Zurbuchen. Die dadurch aufgewirbelten Teilchen und den Sonnenwind wird Zurbuchens Instrument



messen. Dass Zurbuchen überhaupt in die USA kam, liegt an einer Kaffeepause an der Universität Bern. Zurbuchen hatte in Bern gerade den Dokortitel gemacht, ein Stipendium des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) in der Tasche und suchte eine Stelle. In der Kantine sah er den Doyen der Berner Weltraumforschung, Johannes Geiss, mit dem US-Astronomen Lennard Fisk diskutieren, Professor an der Universität Michigan und damals zuständig für das gesamte Wissenschaftsprogramm der Nasa. «Weil ich etwas lernen wollte, fragte ich, ob ich mich dazusetzen dürfe», erzählt Zurbuchen. «Drei Stunden später hatte ich einen Job.» Das SNF-Stipendium sei dabei «der Schlüssel zum Erfolg» gewesen, weil es das eine der beiden mit Fisk abgemachten Aufenthaltsjahre in Michigan finanzierte. Als Zeichen der Dankbarkeit möchte Zurbuchen nun dem SNF einen Teil des Geldes zurückzahlen. Es soll in einen Fonds fliessen, aus dem junge Forscher unterstützt werden. «Damit auch andere dieselbe Chance bekommen wie ich damals», sagt Zurbuchen.

Das erste Jahr in den USA sei hart gewesen, erinnert sich der Forscher. Zurbuchen musste lernen, selbstständig Forschungsprojekte auf die Beine zu stellen. Trotz der Schwierigkeiten habe er selten daran gezweifelt, dass er sich durchsetzen werde, erzählt er. Dieses Selbstbewusstsein war auch ein Hauptgrund, weshalb er in die USA ging. In den USA wird nämlich ein grösserer Teil der Forschungsmittel im freien Konkurrenzkampf verteilt als in der Schweiz. «Das ist zwar hart, aber wenn man gut ist, hat man dafür öfter Chancen, an Geld zu kommen», sagt Zurbuchen. Und Zurbuchen war gut. Er blieb in Michigan, und nach ein paar Jahren erhielt er einen der heiss begehrten, finanziell lukrativen Preise des US-Präsidenten für Jungforscher. «Als erster Schweizer und als einziger Astrophysiker dieses Jahrgangs», wie er stolz sagt. Die Urkunde bekam er im Weissen Haus vom Forschungsminister des Präsidenten überreicht. «Das war schon spektakulär», erinnert er sich.

Zurbuchen erforscht aber nicht nur die Weiten des Alls, sondern hat auch



## «Demokratie und führende Forschung sind gegensätzliche Werte.»

einen Sinn für weltliche Dinge wie Breitenwirkung und praktische Anwendungen der Forschung. Das muss er: Denn an der Universität Michigan, die 40 000 Studenten zählt und von der Forschung her eine der grössten der USA ist, leitet er auch einen grossen Teil des Wissens- und Technologietransfers – von der Quantenphysik bis zur Medizinaltechnik. «Das Wissen an den Universitäten ist nützlich für die Welt», ist er überzeugt. Die Forscher dürften nicht im Elfenbeinturm verharren. Es sei enorm spannend, den Schritt zu machen von der Erfindung hin zu einem Produkt. Zurbuchen wirkt dabei oft als Koordinator, der auftritt, bevor ein Patent angemeldet oder ein Apparat fertig gebaut ist. Vielfach gehe es erst einmal darum, mit Forschern, Studenten und Firmen Ideen zu entwickeln, wozu eine Erkenntnis oder eine Erfindung auch noch genutzt werden könnte.

### Noch etwas Zeit zum Skifahren

Solche Projekte koordiniert Zurbuchen auch von der Schweiz aus. Doch zur Hauptsache nutzt er sein Forschungssemester, um seine Arbeit wieder einmal gründlich zu hinterfragen und ihr neue Impulse zu geben. Daneben freue er sich natürlich,

wieder einmal Freunde und Verwandte treffen zu können, sagt er. Zudem habe er, entlastet von den vielen administrativen Arbeiten an der Uni, endlich wieder einmal Zeit zum Skifahren gefunden. Ein Hobby, das auch seine amerikanische Frau und die beiden Kinder begeistert. Letztere haben ausserdem in dem halben Jahr in Bern kurzerhand Schweizerdeutsch gelernt.

Und was hält Zurbuchen als «Auswärtiger» vom Schweizer Forschungssystem? Die finanzielle Unterstützung – oft längerfristig gewährt als in den USA – gebe Sicherheit, sagt er. Unter diesen Umständen schaue eher mal ein total unerwartetes Ergebnis heraus. Allerdings bestehe die Gefahr, dass die Leute «einschlafen». Wichtig sei, klare Standards zu setzen und mit dem Forschungsgeld die Besten zu unterstützen. Sonst sei das Geld verschwendet. «Demokratie und führende Forschung sind gegensätzliche Werte.» Kann sich Zurbuchen vorstellen, einmal ganz in die Schweiz zurückzukommen? Falls sich eine interessante Stelle finde, schon, antwortet er. Und er hat auch Vorstellungen, wie diese aussehen sollte: Es reize ihn halt schon, nicht nur theoretische Weltraumforschung zu betreiben, sondern auch wirkliche Geräte zu bauen. Doch Zurbuchen weiss selbst, dass die Schweiz auf diesem speziellen Gebiet keine Riesenauswahl bieten kann. Sie ist halt kein Land der unbegrenzten Möglichkeiten. ■

**Fürchten sich auch nicht vor Leoparden:** Die Biologen Werner Suter und Annette Stähli (zweiter und erste von links) erforschen das Ökosystem der Savanne in Tansania. Bilder: Werner Suter



# Feuer, Gnus und Gras

Was prägt die Küstensavannen in Tansania stärker: das Feuer oder weidende Wildtiere? Im Gras steckt die Antwort, sagen die Biologen Werner Suter und Annette Stähli von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

«**E**in Sonnenuntergang über der Savanne oder ein sekundenschneller Blick in die durchdringend blauen Augen eines Leoparden – dies sind die Erlebnisse, die uns für viele Strapazen entlöhnen. Unser Forschungsort in Tansania, der Saadani-Nationalpark, liegt auf Meereshöhe. Es ist feucht, und oft herrschen schweisstreibende 40 Grad.

Die Savanne wird hier von bis zu zwei Meter hohem, nährstoffarmem Gras dominiert. Auf Flächen, wo früher Sisal gepflanzt wurde, gibt es aber auch so genannte «grazing lawns». Dies sind von Gnus und Wasserböcken permanent beweidete Stellen mit nährstoffreichem Gras.

Von den gut erforschten trockenen Savannen wie der Serengeti weiss man, dass Grasfresser wie die Gnus, die dort in riesigen Herden auftreten, die Vegetation bestimmen. Unsere Resultate weisen darauf hin, dass in den von uns erforschten feuchten Hochgrassavannen, die sich auch über weite Teile Westafrikas erstrecken, nicht die Tiere, sondern das Feuer die entscheidende Rolle spielt.

Jährlich werden illegal von Wilderern, aber auch offiziell durch den Nationalpark weite Teile des Parks abgebrannt. Dadurch werden die Tiere für Wilderer und Touristen besser sichtbar, nährstoffreiches Gras wächst nach und die Verbuschung wird gebremst. Das Feuer wird ziemlich willkürlich gelegt – einmal geriet sogar eine benachbarte Lodge in Gefahr.

Kurzfristig hat der Einsatz des Feuers positive Auswirkungen. Langfristig wird der Boden aber noch nährstoffärmer, da beim Abbrennen Stickstoff an die Luft abgegeben wird. Dies sollte im Feuermanagement des Parks berücksichtigt werden.

Jährlich verbringen wir mehrere Wochen bis Monate in Tansania. Die Forschung konzentriert sich auf die Trockenzeit, denn bei Regen verwandeln sich die Strassen in Morast. Auch so bleibt unser Auto gelegentlich stecken, dank dem heutigen Handynetz können wir aber schneller Hilfe holen als noch vor wenigen Jahren.

Obwohl wir während unserer Arbeit gelegentlich Löwen begegnen, haben wir mehr Respekt vor den unberechenbaren Kaffernbüffeln. Bei der Arbeit im hohen Gras hat sich uns einmal unbemerkt eine Herde Büffel genähert. Glücklicherweise erschrakten sie ebenso wie wir und ergriffen die Flucht.

Wir pflegen guten Kontakt zu den Parkverantwortlichen und integrieren auch Studierende einer tansanischen Universität im Projekt. Umgekehrt lernen wir viel von den hilfsbereiten Wildhütern. Unsere Unterkunft sind bescheidene Räumlichkeiten bei der Parkverwaltung. Trinkwasser schöpfen wir wie die Dorfbevölkerung aus metertiefen Löchern in einem ausgetrockneten Fluss. Auch gefiltert schmeckt es leicht salzig und erdig. Elektrizität ist nur morgens und abends vorhanden. Da die nächste Einkaufsmöglichkeit eine Tagesreise entfernt ist, gibt es nur alle drei Wochen frisches Gemüse und Früchte. Unser einheimischer Koch zaubert aber auch mit Reis, Linsen und Bohnen abwechslungsreiche Gerichte auf den Tisch. ■ Aufgezeichnet von Helen Jaisli



# Wenn der Mais den richtigen Moment verpasst

**In Kenia schmälert die Knappheit des Phosphors den landwirtschaftlichen Ertrag. Können Mikroorganismen im Boden den Phosphor aufnehmen und den Nährstoffmangel der Pflanzen beheben?**

VON ORI SCHIPPER

**V**om Phosphormangel violett verfärbte Blätter. Die Maispflanzen reichen kaum bis zum Bauchnabel anstatt weit über den Kopf – und werfen nur kärglichen Ertrag ab. Im Kellergeschoss des Instituts für Agrarwissenschaften an der ETH Zürich schüttelt Knut Ehlers den Kopf: «Das sind unglaubliche Zustände auf den Feldern in Kenia.» Der Westen des Landes, wo Ehlers während dreier Monate für seine Doktorarbeit forschte, wurde in den letzten Jahren immer dichter besiedelt. Deswegen lägen kaum mehr Felder brach und habe der Boden keine Zeit mehr, sich zu erholen, sagt Else Bünemann, Leiterin des Teams, in dem Ehler forscht. Dass die Bauern keine Abwechslung in der Fruchtfolge einplanten, sondern nur immer Mais anpflanzten, verschärfe die Probleme mit der ungenügenden Fruchtbarkeit des rötlichen, lehmigen Bodens zusätzlich.

## **Ausgelaugte Böden im Regenwald**

Im Fachjargon heisst diese Art Untergrund «Ferralsol» – Boden, der viel chemisch verwittertes Eisen (ferrum) und Aluminium enthält. Er ist in tropischen Gebieten weit verbreitet und macht nicht nur den Landwirten in Kenia grosse Sorgen. Überall

dort, wo tropischer Regenwald der landwirtschaftlichen Erschliessung weichen musste, stellt er die Bauern vor grosse Herausforderungen. Denn obwohl pro Quadratmeter nirgends mehr Biomasse entsteht als in den tropischen Regenwäldern, sind die Böden unter den grünen Lungen der Erde ausgelaugt und enthalten fast keine leicht verfügbaren Nährstoffe. Was aus gefallen Blättern und anderen sich zersetzenden Pflanzenteilen frei wird, nimmt der Wald gleich wieder auf – und was trotzdem in den Boden gelangt, wird grösstenteils vom häufigen Regen ausgewaschen.

Übrig bleiben die so genannten Eisen- und Aluminiumoxide. Sie verleihen nicht nur dem Boden die charakteristische rötliche Färbung, sondern sind auch schuld daran, dass sich die Maisblätter auf den Feldern im Westen von Kenia violett verfärben: Sie binden den Phosphor – einen Hauptnährstoff für Pflanzen – und halten ihn zurück. So kann die Pflanze dem Boden nur in unzureichendem Masse Phosphor entziehen, obschon der Gehalt dieses Nährstoffs im Boden relativ hoch ist.

Weil die Eisen- und Aluminiumoxide auch Phosphor binden, der durch Düngung zugegeben wird, scheint der Ferralsol die Pflanzen in eine ausweglose Situation zu versetzen. Aber Ehlers

und Bünemann fragten sich: Wie steht es um die zahlreichen Bakterien und Pilze, die im Boden leben? Leiden auch sie unter dem Phosphormangel – oder schaffen sie es eher als die Pflanzen, den Phosphor loszueisen?

Auf der Suche nach einer Antwort füllen Ehlers und Bünemann verschiedene Töpfe mit kenianischer Erde ab und geben entweder Wasser oder verschiedene Düngertlösungen hinzu. «Wir messen, wie der Boden atmet», sagt Ehlers. Dabei gilt: Je mehr Kohlendioxid dem Boden entweicht, desto schneller vermehren sich die Mikroorganismen und desto intensiver ist deren Stoffwechsel.

In gewässerten Töpfen verharren die Bodenbakterien und Bodenpilze im Ruhezustand, ihre Atmung ist kaum nachweisbar. Dasselbe beobachten Ehlers und Bünemann in Töpfen mit nur phosphorhaltigem Dünger. In Töpfen mit kohlen- und stickstoffhaltigem Dünger hingegen erwacht das unterirdische Leben aus dem Dornröschenschlaf und kurbelt innerhalb weniger Tage den Stoffwechsel an. Das Topfexperiment zeige, dass die Mikroorganismen vor allem auf zusätzlichen Kohlen- und Stickstoff angewiesen seien, um sich zu vermehren, sagt Bünemann. Das Wachstum der Bodenbakterien sei nicht phosphorlimitiert, denn wenn den Mikroorganismen Kohlen- und Stickstoff zur Verfügung stünden, besorgten sie sich das benötigte Phosphor, selbst wenn es nicht durch Düngung beigefügt werde.

### Könnten Bodenpilze helfen?

«Unsere nächste Überlegung war, ob die Pflanzen vom Phosphor profitieren, den die zahlreichen Bodenmikroorganismen in ihrer Nähe offensichtlich aufnehmen können», erklärt Ehlers. Wenn die unsichtbaren unterirdischen Lebewesen den Nährstoff den Pflanzen zum geeigneten Zeitpunkt überliessen, wären die Landwirte ihre Sorgen los.

«In einer Handvoll Boden gibt es mehr Mikroorganismen als Menschen auf der ganzen Welt», sagt Ehlers. Unter der Erde wimmelt es dabei nicht nur von Bodenbakterien und Bodenpilzen, sondern auch von Einzellern und Fadenwürmern, die sich alle von den Bakterien ernähren. Prinzipiell ändert sich das Verhältnis zwischen Kohlenstoff und Phosphor in den verschiedenen Organismen nicht. Weil aber Einzeller und Fadenwürmer einen Teil des mit der Nahrung aufgenommenen Kohlenstoffs veratmen und als Kohlendioxid von sich geben, handeln sie sich mit ihrer Bakteriendiät einen Überschuss an Phosphor ein. Diesen müssen sie loswerden, um ihr Gleichgewicht der Elemente beizubehalten. Von diesem Ausstoss des Übermasses an Phosphor



könnten die Pflanzen profitieren, spekulieren Ehlers und Bünemann.

Aber der in Bodenmikroorganismen gespeicherte Phosphor gelangt auch auf ganz andere Weise zurück in den Boden, wie die Forschenden herausgefunden haben. «Wenn der stark ausgetrocknete Boden wieder nass wird, platzen in unseren Töpfen wegen des osmotischen Schocks viele Mikroorganismen auf», sagt Ehlers. Die Forschenden vermuten deshalb, dass die Bodenbakterien und Bodenpilze auch auf den Feldern in Kenia platzen, wenn der Regen nach einer mehrmonatigen Trockenzeit wieder einsetzt. Da sich in Kenia je zwei Trocken- und Regenzeiten im Jahr abwechselten, führten die platzenden Bakterien zwei Mal im Jahr zu einer regelrechten Phosphorschwemme im Boden. Allerdings dauere diese jeweils nur ungefähr 24 Stunden, dann haften der freigesetzte Phosphor bereits wieder an den Eisen- und Aluminiumoxiden, lasse sich in der Bodenlösung nicht mehr nachweisen und stünde den Pflanzen auch nicht mehr zur Verfügung.

### Zu früh für die Phosphorschwemme

«Dieses kurze Zeitfenster ist ein Problem», sagt Ehlers. Denn zu Beginn der Regenzeit sind die Pflanzen erst ausgesät. Sie befinden sich im Keimlingsstadium und verfügen noch nicht über ausgedehnte Wurzelsysteme. «Die Maispflanzen verpassen also diesen entscheidenden Moment der Phosphorschwemme», sagt Ehlers. Deshalb würden seine Erkenntnisse über die Dynamik des Phosphors in den Bodenmikroorganismen den Bauern in Kenia nicht direkt nützen. Seine Forschungsergebnisse liessen sich nämlich leider nicht in einfache Empfehlungen ummünzen. «So einfach ist die Welt nicht zu retten», sagt Ehlers. ■

**Trügerisches Farbenspiel:** Aufgrund des Phosphormangels haben sich die Blätter der jungen Maispflanze lila verfärbt (oben). Die gedüngten Maispflanzen des Feldversuchs (links) weisen demgegenüber keine Mangelsymptome auf. Bilder: Knut Ehlers

# Totgesagte leben länger

Mumien sind nicht nur von historischem Interesse. Sie geben auch Aufschluss über die Evolution menschlicher Infektionskrankheiten.

VON VIVIANNE OTTO

**E**ine späte Diagnose: Rund 3500 Jahre nach seinem Tod haben Röntgen- und DNA-Analysen ergeben, dass Tutanchamun an Malaria tropica und einer Knochenkrankheit litt. Zu diesem medizinischen Befund passen seine Grabbeigaben – Gehstöcke und Medikamente für das Leben nach dem Tod. Aber nicht nur Malaria tropica, auch Tuberkulose war im alten Ägypten weit verbreitet. Der zur Gattung der Mykobakterien gehörende Tuberkuloseerreger wurde in mehr als einem Fünftel der in Abydos und Theben-West gefundenen Mumien nachgewiesen. Moderne Diagnoseverfahren erlauben es heute, den Überresten längst verstorbener Menschen Informationen über ihre Leiden zu entlocken. Vergleiche zwischen Mumien aus verschiedenen Epochen und Weltregionen geben Aufschluss über die Entwicklung und Verbreitung von Krankheiten.

Als Mumien gelten der medizinischen Forschung nicht nur die kunstvoll einbalsamierten Körper der Pharaonen oder der Inkas des präkolumbianischen Südamerikas. Jeder tote Leib aus vergangenen Zeiten, bei dem ausser dem Skelett auch die Weichteile erhalten sind, wird als Mumie bezeichnet. Die Weichteile können dabei auch durch aussergewöhnliche natürliche Bedingungen, wie sie im Eis eines Gletschers, im heissen Wüstensand oder in den Tiefen eines Moors herrschen, erhalten werden. Für die medizinische Untersuchung von Mumien kommen gleiche Methoden zum Einsatz wie an lebenden Patienten: Röntgenaufnahmen, Computertomografie, Endoskopie und die mikroskopische Untersuchung von Gewebeproben. Besonders aufschlussreich sind genetische Analysen. Sie machen es nicht nur möglich, Verwandtschaftsbeziehungen zwischen verschiedenen Mumien nachzuweisen. Sie erlauben es auch, Krankheitserreger anhand charakteristischer DNA-Sequenzen zu erkennen. «Genetische Analysen sind an Mumien anspruchsvoller als an lebenden Patienten», betont Frank Rühli, Arzt und



Forscher am Anatomischen Institut der Universität Zürich. «Denn die DNA eines toten Organismus zerfällt im Lauf der Zeit in kürzere Fragmente. Antike Genabschnitte korrekt zu identifizieren erfordert ausgefeilte Techniken und grösste Sorgfalt.»

**Nach tausend Jahren in die Röhre:** Eine peruanische Mumie wird in einen Magnetresonanztomografen geschoben. Bild: Siemens-Pressbild

## Tuberkulose gabs in Amerika schon vor Kolumbus

Vergleichsweise gut lässt sich die DNA des Tuberkuloseerregers nachweisen. Sie ist aufgrund ihrer Zusammensetzung besonders stabil und zudem durch die dicken, fettreichen Zellwände der Mykobakterien geschützt. Tuberkulosebakterien fand man nicht nur in den sterblichen Überresten der alten Ägypter und Römer. Auch in Mumien aus dem präkolumbianischen Chile und Peru wurden sie nachgewiesen. Dieser Befund widerlegte die alte Theorie, die europäischen Eroberer hätten die Tuberkulose in die Neue Welt eingeschleppt. Über den einfachen Nachweis des Krankheitserregers hinaus zielt die moderne Forschung nun darauf ab, das Genom antiker Tuberkelbakterien zu entschlüsseln. Vergleiche mit den Genomen späterer Bakteriengenerationen können dann aufzeigen, wie sich der Erreger im Verlauf der Jahrhunderte verändert hat. «Solche Informationen können der modernen Medizin helfen, die Entwicklung von Krankheitserregern und deren Wechselwirkungen mit dem Menschen über lange Zeitabschnitte zu verfolgen», betont Rühli. «Und dies kann helfen, auch moderne Epidemien besser zu verstehen und geeignete Therapiestrategien zu entwickeln.» ■

Ab 18. Oktober 2010 ist im Lichthof der Universität Irchel (Zürich) die Ausstellung «Swiss Mummy Project» zu sehen.

## Ein Impfstoff gegen jede Grippe

Wird es bald einen Grippeimpfstoff geben, der gegen alle Arten von Grippe schützt – gegen die saisonale Grippe genauso wie gegen die Schweinegrippe (H1N1) oder die Vogelgrippe (H5N1)? Antonio Lanzavecchia scheint mit seinem Team vom Biomedizinischen Forschungsinstitut Bellinzona auf dem Weg zu einer solchen Impfung zu sein. Normalerweise reagiert der Körper auf einen Grippevirus-Subtyp (bezeichnet mit H1 bis H16, wobei H für eines der beiden Oberflächenproteine des Virus steht), indem er Antikörper gegen den jeweiligen Subtyp bildet. Nun zeigen zwei neuere Studien: «Personen, die einen Impfstoff mit Bruchstücken der für die saisonale Grippe typischen H1- und H3-Viren erhielten, entwickelten auch eine Abwehr gegen andere Grippe-Subtypen

wie H5», erklärt Antonio Lanzavecchia. Mit einer selbst entwickelten Methode ist es seinem Team gelungen, die Antikörper bildenden Immunabwehrzellen unbegrenzt zu vervielfachen. So haben die Forscher entdeckt, warum die mit H1- und H3-Viren geimpften Personen auch gegen andere Viren-Subtypen immun sind: Die Antikörper dieser Personen greifen gewisse Bereiche der Viren an, die in allen Virus-Subtypen vorkommen, normalerweise aber versteckt sind, weil sie unter der Viroberfläche liegen. Zwar sind diese Antikörper weniger wirksam als solche, die sich spezifisch gegen einzelne Viren richten. «Aber die Entwicklung eines Impfstoffs mit breitem Anwendungsspektrum ist nun plötzlich realistisch geworden.» **Olivier Dessibourg** ■



Shit Foto/Corbis/Specter

**Gut gerundet:** Das Geschlecht und die Ethnie bestimmen mit, wo wir Fett ansetzen.

## Mal unter der Haut, mal in der Leber

Nicht alle setzen Fettpolster bekanntlich an den gleichen Stellen an. Übergewichtige Frauen beispielsweise gleichen des öftern Birnen, ihr Körperfett lagert sich direkt unter der Haut ab. Männer dagegen lagern das Körperfett am Bauch und in den inneren Organen ab und gleichen bei Übergewicht eher Äpfeln. Diese männliche Apfelform der Fettleibigkeit ist wegen der damit einhergehenden Organverfettung besonders gesundheitsschädlich. Wie Forscher um die Westschweizerin Kim-Anne Lê an der University of Southern California in Los Angeles nun herausgefunden haben, unterscheidet sich der Fettstoffwechsel nicht nur zwischen den Geschlechtern, sondern auch zwischen den verschiedenen Ethnien. Übergewichtige Schwarze beider Geschlechter lagern Fett häufiger in der harmloseren Form unter der Haut ein als übergewichtige Weisse. Und mit bildgebenden Verfahren konnten die Wissenschaftler zeigen, dass übergewichtige Hispanics – auch Frauen und schon Jugendliche – Fett vermehrt in inneren Organen einlagern. Damit hängt es zusammen, dass Hispanics ein bekanntermassen grösseres Risiko tragen für Diabetes und Leberkrankheiten. Die allgemeinen Ratschläge für Übergewichtige – etwa mehr Sport zu treiben und weniger gezuckerte Getränke zu konsumieren – hält Lê für fettleibige Hispanics daher für besonders zentral. Auf welche genetischen Unterschiede und Umwelteinflüsse die ethnisch unterschiedliche Körperfettverteilung zurückgeht, ist übrigens noch nicht restlos geklärt. Dem möchten die Wissenschaftler nun auf den Grund gehen. **Fabio Bergamin** ■

Amir Ezer



**Schwach auf der Brust?** Von der Färbung der Brustfedern hängt es ab, wie gut sich diese Jungeulen dereinst behaupten.

## Wie Schleiereulen ums Überleben kämpfen

Im Gefieder der Schleiereulen widerspiegelt sich ein evolutionärer Konflikt. Die Chancen der Jungvögel, das erste Jahr nach dem Schlüpfen zu überleben, unterscheiden sich nämlich stark – je nachdem, wie die Spitzen ihrer Brustfedern gefärbt sind. Dies konnte Alexandre Roulin von der Universität Lausanne mit seinem Forschungsteam zeigen. In der Nähe von Payerne untersuchten die Evolutionsbiologen während zwölf Jahren insgesamt 640 Brutgelege einer Schleiereulenpopulation. Sie stellten dabei fest, dass junge männliche Schleiereulen mit kleinen dunklen Flecken im Brustgefieder bessere Überlebenschancen haben als ihre Artgenossen mit

grösseren dunklen Flecken auf der Brust. Bei den jungen weiblichen Schleiereulen ist es umgekehrt: Jene mit grossen dunklen Flecken auf der Brust haben die besseren Karten als ihre hell gefiederten Schwestern. Trotzdem überleben aber auch einige der hell gefiederten weiblichen Schleiereulen. Und zeugen ihrerseits eher hell gefiederten Nachwuchs. Erstaunlicherweise ist dieser vor allem männlich, obwohl eine zufällige Verteilung der Geschlechtschromosomen eine gleich grosse Vertretung der Geschlechter erwarten liesse. Im Moment könne er nur darüber spekulieren, wie diese Abweichung zustande kommt, sagt Roulin. **ori** ■

# Das Geistertanzhemd ruht im Depot

**In westlichen Museen liegen zahllose Kulturgüter und menschliche Überreste der kolonialisierten Ureinwohner. Die Rechtswissenschaft greift deren Forderungen nach der Rückgabe ihres kulturellen Erbes auf.**

VON URS HAFNER

**D**as Nordamerika-Native-Museum (Nonam) in Zürich besitzt ein sogenanntes Geistertanzhemd. Das schlicht bemalte Kleidungsstück war Ende des 19. Jahrhunderts Teil eines Tanzrituals nordamerikanischer Indianer, mit dem sie die Aggressionen der weissen Siedler und Soldaten abwehren wollten. Das Ritual half jedoch nichts. 1890 massakrierte die sich durch die Tänzer provoziert fühlende US-Armee bei Wounded Knee 180 Lakota-Indianer, darunter viele Frauen und Kinder.

## Der Scharlatan, der kein Indianer war

Das Nordamerika-Native-Museum, das bis vor kurzem Indianermuseum hiess, zeigt das Geistertanzhemd nicht – aus Pietät vor dem Schicksal der einstigen Besitzer, wie Denise Daenzer sagt, Museumsleiterin und Ethnologin. Sie würde das Hemd einem Indigenen, der es zurückverlangte, sofort «restituieren, falls er eine enge Beziehung zu dem Stück nachweisen kann». Doch das sei oft eine komplizierte Angelegenheit. Kürzlich habe ein angeblicher Indianer aus Italien Ansprüche auf das Hemd angemeldet. «Nachdem wir den Fall eingehend überprüft hatten, stellte sich heraus, dass der Mann ein Scharlatan war, der mit dem Hemd nur Geschäfte machen wollte.»

Viel hat sich in den letzten zweihundert Jahren im Verhältnis zwischen dem Westen und den autochthonen Völkern verändert. Noch im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert waren die kolonialistischen Nationen der Meinung, die ganze Welt gehöre ihnen. Der Wiener Kongress von 1815 billigte den in Afrika lebenden Menschen gleich viele Rechte zu wie den Tieren, also keine. Die expandierenden Europäer rafften die Schätze, die ihnen in die Hände fielen, zusammen und brachten sie nach Hause, wo sie die Objekte verhökerten oder wissenschaftlich untersuchen liessen. Was nicht materiell wertvoll war, sollte zumindest von der Existenz der minderwerti-



gen und aussterbenden Rassen zeugen. So liegen heute in den westlichen Völkerkundemuseen Tausende von Exponaten aussereuropäischer Herkunft.

Die indigenen Völker und Stämme freilich, die Pygmäen, Aborigines, nord- und südamerikanischen Indianer, die Maori, Mapuche, Maya und viele andere, sie sind nicht ausgestorben. Vielmehr kämpfen ihre engagierten Vertreter zusammen mit Menschenrechtsorganisationen seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts für ihre Rechte und fordern vom Westen ihr kulturelles Erbe zurück. Der erste Meilenstein auf diesem Weg der Emanzipation war die von den Vereinten Nationen vorangetriebene Durchsetzung des – nicht widerspruchsfreien und nicht unumstrittenen – Begriffs des indigenen Volkes. Rechtlich gesehen komme ihm ein «hybrider Sonderstatus» zu, sagt die Rechtswissenschaftlerin Karolina Kuprecht: Indigene seien weder ein Individuum, das von den Menschenrechten geschützt werde, noch ein Staat, der befugt sei, mit anderen Staaten zu verkehren. Mit ihrer völkerrechtlichen Etablierung erhielten die indigenen Völker einen eigenen Status, an den neue Schutzrechte geknüpft sind.

Karolina Kuprecht beschäftigt sich in ihrer Dissertation und in einem vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Forschungsprojekt der Universität Luzern, das von Rechtsprofessor Christoph Beat Graber geleitet wird, mit der «Restitution» und dem Handel von materiellen und immateriellen Kulturgütern indigener Völker. Die Rechtswissenschaftlerin nennt zwei weitere Meilensteine des indigenen Emanzipationswegs: 1993 forderten über 150 Delegierte aus 14 Ländern in der Mataatua-Deklaration von den Museen die Rückgabe menschlicher Überreste und Grabbeigaben. Und 2007 verabschiedeten die Vereinten Nationen eine Deklaration über die Rechte der indigenen Völker – das erste Mal, sagt Karolina Kuprecht, dass deren Rechte mit dem Anspruch auf universelle Geltung festgehalten worden seien. Die Uno-Deklaration – «formell kein verbindliches internationales Recht» – spricht den Indigenen für menschliche Überreste ein ausdrückliches Recht auf Restitution beziehungsweise «Repatriierung» zu. In Bezug auf zeremonielle Gegenstände empfiehlt die Deklaration, den Betroffenen den freien Zugang zu gewährleisten, wenn nötig ebenfalls über die Restitution.

Karolina Kuprecht kommt in ihrer Arbeit zum Schluss, dass die Gesetzgeber im Hinblick auf die Uno-Deklaration und die internationalen Entwicklungen auf nationaler Ebene Rechtssicherheit schaffen sollten. In der Schweiz könne das über die Anpassung

des Kulturgütertransfer-Gesetzes von 2005 erfolgen, das dank der Unesco-Kulturgüterschutzkonvention von 1970 zustande kam. Der Internationale Museumsverband hat zwar ethische Richtlinien erlassen, die den respektvollen Umgang mit Objekten aus fremden Kulturen sowie das Eintreten auf Anfragen von Indigenen empfehlen. Doch im Punkt der Restitution sind die Richtlinien weder klar noch verbindlich. Die Indigenen, sagt Karolina Kuprecht, hätten in der

## Den Schädel würde die Museumsleiterin sofort zurückgeben.

Schweiz kaum eine Chance, ihr kulturelles Erbe wiederzuerlangen. «Nach dreissig Jahren ist jeglicher Anspruch darauf verjährt, und der Schutz des Eigentums ist hier-

zulande sogar auf Verfassungsstufe verankert.» Auch wenn die Museen von sich aus Güter zurückgeben wollten, stünden ihnen häufig rechtliche oder politische Hindernisse im Wege.

Unrealisierbar freilich ist die Restitution nicht. Karolina Kuprecht nennt das Beispiel der Vereinigten Staaten, die 1990 ein Gesetz erliessen, das die bundesstaatlich finanzierten Museen verpflichtete, den Indigenen entgegenzukommen und die Sammlungen zu öffnen. Da die Indianer nicht mit den westlichen Eigentumsrechten aufwarten konnten, suchte der Staat nach neuen Wegen, um den Ansprüchen und kulturellen Unterschieden zwischen Weissen und Indigenen gerecht zu werden. «Als zum Beispiel drei Indianerstämme behaupteten, die Ahnenschilder eines Museums gehörten ihnen, händigte die Institution sie dem Stamm aus, der unter anderem am überzeugendsten und plausibelsten erzählt hatte, welche Bedeutung die Schilder für die Vorfahren hatten.»

### Realisierbare Sammlungsöffnung?

Denise Daenzer, die Leiterin des Nonam, betrachtet die Sammlungsöffnung weder als sinnvoll noch als praktikabel. «Auf dem Feld der indianischen Kultur tummeln sich so viele selbsternannte Gurus und windige Geschäftemacher, dass wir mit der Überprüfung ihrer Ansprüche hoffnungslos überfordert wären.» Denise Daenzer nennt neben dem Geistertanzhemd ein zweites Objekt, das sie sofort zurückgeben würde: den indianischen Schädel, den der Gründer des Museums, der Zürcher Primarlehrer Gottfried Hotz, 1968 in Missouri einem Angehörigen der Arikara für 325 Franken und 50 Rappen abgekauft hatte. Den Schädel wäre sie sogar gerne los, sagt Denise Daenzer. Was einmal in einem Grab gelegen habe, müssten die Museen zurückgeben, ist sie im Einklang mit der Uno-Deklaration der Ansicht. Nur: Bis jetzt habe niemand den Schädel gewollt.

**Dekolonialisierung:** Nordindianischer Totempfahl im Ethnografischen Museum Stockholm. Jetzt steht er wieder in Kanada. Bild: Tony Sandin/etnografiska.se



**Der Wassergeist:** Von ihm erhoffen sich die Einheimischen eine Wiederbelebung ihres traditionellen Glaubens – und Regen. Bild: Katja Remane

## Graben bei 40 Grad

Perlen, Keramiken, Eisenwerkzeuge: Die archäologischen Funde im malischen Dogonland werfen ein neues Licht auf die Geschichte Westafrikas.

VON KATJA REMANE

**G**estern waren Peul da. Sie dachten, dass wir Gold suchten», erzählt Néma Guindo. Die dogonische Archäologin gehört zum Forschungsteam, das unter der Leitung von Eric Huysecom, Professor für Archäologie an der Universität von Genf, Ausgrabungen im malischen Dogonland durchführt. Forschende aus der Schweiz, Deutschland, Frankreich sowie Benin und Mali graben unter glühender Sonne die fünf Siedlungshügel von Sadia aus. Die Schätze, die sie an die Oberfläche bringen, sind Keramiken und Scherben, Mahlsteine, Eisenwerkzeuge, Perlen, Tierknochen und viele Kohlestücke, die der Datierung dienen.

Der neue archäologische Standort von Sadia liegt am Fuss der Felswand von Bandiagara. Die Gegend wurde vorwiegend von zwei Ethnien besiedelt: den Dogon, Landwirten, und dem Hirtenvolk Peul. Die Ausgrabungen begannen im Januar 2010. «Wir haben nach geschichteten Standorten wie diesem hier gesucht, um die kulturelle und ökologische Ent-

wicklung der Gegend zu rekonstruieren. Diese Siedlungshügel habe ich von weitem entdeckt und danach die Keramikscherben an der Oberfläche», erklärt Huysecom, der seit 1979 in Mali forscht. «Wir denken, dass der Standort von Sadia seit dem ersten Jahrtausend vor Christus bis 1500 unserer Ära bewohnt war. Es scheint hier dauerhafte, friedliche, unbefestigte Dörfer gegeben zu haben, die wohl mit dem Nahen Osten Handel trieben. Ein ganz neues Bild von Westafrika.»

Vierzig Arbeiter aus der Gegend helfen den Forschern. Mit traditionellem Landwirtschaftswerkzeug graben sie über fünf Meter tiefe Gräben. Die Sedimente werden in Eimern hochgetragen und dann gesiebt. Pflanzenreste und archäologische Objekte kommen in die sechs Kilometer entfernte Forschungsbasis in Dimmbal und werden dort inventarisiert. Ein Teil davon geht zur Laboranalyse nach Europa.

### Ins Kulturzentrum statt zum Antiquar

Die 1993 gebaute Forschungsbasis wirkt wie eine grüne Oase im Dorf von Dimmbal, wo es weder Strom noch fliessend Wasser gibt. «2002 haben wir den Verein Dimmbal.ch gegründet. So konnten wir Schulen, Brunnen, ein Krankenhaus und ein Kulturzentrum bauen. Dazu gehört auch eine Kulturbank, die den Dörflern Mikrokredite gewährt, wenn sie Kult- und Kunstobjekte – oft seit Generationen in Familienbesitz – zur Ausstellung ins Zentrum bringen. Nach Rückzahlung der Kredite erhalten sie die Objekte zurück», erklärt die Ethnoarchäologin und Vereinspräsidentin Anne Mayor.

Bei den Einheimischen sind die Forscher willkommen – nicht nur wegen der bezahlten Arbeit, die sie bieten: «Das Kulturzentrum hat den Zerfall unserer Kultur aufgehalten. Die Forschungen werden die Dogonkultur wiederbeleben», meint der Dorfchef. «Unser traditioneller Glaube wurde durch das Christentum und den Islam verdrängt», bedauert ein Neunzigjähriger. «Im Museum sind Fetische ausgestellt, die ich, Dorfbalter, noch nie gesehen habe.» Der Bürgermeister von Dimmbal, der auch Ausgrabungstechniker ist, bekräftigt: «Ohne die Kulturbank wären all diese Objekte zu den Antiquaren gewandert. Mein Vater hat den Wassergeist ins Kulturzentrum gebracht. Wenn der Regen zu lange auf sich warten lässt, bringt die Bevölkerung dem Dschinn Opfer und trägt Dogonverse vor. Heutzutage führt der Vertrauensverlust dazu, dass die Fetische ihre Macht verlieren.» ■



**Würdenträger unter sich:** Bundesrat Marcel Pilet-Golaz und Bischof Marius Besson, Freiburg 1934

## Wenn Töne Geschichten erzählen

Die Rede von Bundesrat Marcel Pilet-Golaz 1934 beim Eidgenössischen Schützenfest in Freiburg oder unveröffentlichte Lieder des gemischten Chors von La Tour-de-Trême: Das sind zwei Beispiele für die 6000 Dokumente des Projekts «Audiovisuelles Kulturgut des Kantons Freiburg». Die von mehreren Partnern finanzierte Stiftung wurde 2008 unter der Ägide des Vereins Musica Friburgensis gegründet und verfolgt zwei Ziele. Einerseits das Durchsuchen, Katalogisieren und Digitalisieren des Tonarchivs von Schweizer Radio DRS und Radio Suisse Romande: Berücksichtigt werden französische und deutsche Quellen, da «es wichtig war, die Zweisprachigkeit von Freiburg herauszustreichen», wie Serge Rossier erklärt, Historiker und treibende Kraft des Projekts. Andererseits die Zugänglichkeit für die Öffentlichkeit: 3900 Ton-

dokumente in französischer Sprache stehen bereits in den Kantons- und Universitätsbibliotheken von Freiburg, Waadt und Wallis sowie im Zentrum «Mémoires d'Ici» in Saint-Imier zur Verfügung. Wer will, kann sich die Tonquellen auch im Internet über die Datenbank Memobase des Vereins Memoriav anhören. Die deutschen Dokumente werden 2011 bearbeitet. Diese Archive eröffnen neue Forschungsperspektiven sowohl in der Geschichte als auch in der Soziologie, der Anthropologie und der Musikwissenschaft. Sie beleuchten ganz neue Facetten der Realität des Kantons. Eine Realität, für die heute auch andere ein offenes Ohr haben: Die Kantone Neuenburg und Wallis wollen ebenfalls ein Programm zur Bewahrung ihres audiovisuellen Erbes lancieren. **Dominique Hartmann** ■

## Der Preis des Erfolgs

Während Jahrhunderten stützte der Staat eine Geschlechterordnung, welche die Herrschaft des Mannes legitimierte und Gewalt gegen Frauen tabuisierte. Ab den siebziger Jahren kämpfte die neue Frauenbewegung intensiv gegen diese Ordnung – mit grossem Erfolg. Im Kanton Zürich hat sich der Staat mit dem Inkrafttreten des Opferhilfegesetzes (1993) und des kantonalen Gewaltschutzgesetzes (2007) verpflichtet, bei Gewalt gegen Frauen die Opfer zu beraten und auf polizeilicher und juristischer Ebene zu intervenieren. Die vormals systemkritischen und privat finanzierten Beratungsstellen für gewaltbetroffene Frauen wurden staatlich anerkannt und finanziert. Dieser Erfolg hat freilich seinen Preis, zumindest für die Beratungsstellen, wie die Sozialarbeitswissenschaftler Peter Sommerfeld und Lea Hollenstein von der Fachhochschule Nordwestschweiz zeigen. Wegen der gestiegenen Fallzahlen und der Budgetrestriktionen, die mit den vom Kanton vorgegebenen Leistungsverträgen verbunden sind, kämen die Stellen nur noch begrenzt dazu, ihre einstige Kernaufgabe wahrzunehmen: sich intensiv um die traumatisierten Opfer zu kümmern und die der Gewalttätigkeit zugrunde liegende Problematik zu lösen. Eine quer zur ökonomisch und juristisch geprägten staatlichen Steuerung verlaufende Qualitätsdebatte sei notwendig, betonen die Forschenden. **uha** ■



**Inmitten der Boliden:** der Literat und seine favorisierten Automobile

## Hermann Burger spielte auch Schach

Bis kurz vor seinem Freitod 1989 lehrte Hermann Burger an der ETH Zürich als Privatdozent für neuere deutsche Literatur. Der exzentrische Schriftsteller – wohl einer der grössten Sprachvirtuosen unter den Schweizer Literaten des 20. Jahrhunderts – vereinigte damit zwei Gebiete, die in der Moderne getrennt sind: die Wissenschaft und die Kunst. Freilich: Die Vereinigung war ambivalent, wie einem erstmals publizierten poetologischen Vortrag zu entnehmen ist, den Hermann Burger 1983 in St. Gallen hielt. Der «poeta doctus», schreibt er, sei wie ein Schachspieler, der gegen sich selber antrete und die weissen wie die schwarzen Figuren führe. Seine List «bestünde nun darin, die Kunst der Interpretation zu unterlaufen, so lange zumindest, bis Schwarz in naiver Unbekümmertheit darum,

was Weiss unternehmen könnte, zu Ende gespielt», also sein Werk vollendet hat, ohne sich vom «Verstehen- und Deutenwollen» hemmen zu lassen. Das Opus nähre sich vom Dunkel. Dunkel bleibt auch der Vortrag; Burger will sich nicht auf eine eindeutige Position festlegen. Der Schriftsteller und der Literaturwissenschaftler seien nicht nur Gegner, sondern auch Partner, da sie beide auf die Sprache angewiesen seien. – Burgers Vortrag ist abgedruckt in einem von den Germanisten Magnus Wieland und Simon Zumsteg edierten Sammelband, der die Auseinandersetzung mit Burgers Werk in gediegener Gestaltung primär wissenschaftlich fortführt. **uha** ■

Magnus Wieland, Simon Zumsteg: Hermann Burger – Zur zwanzigsten Wiederkehr seines Todestages. Edition Voldemeer, Zürich u.a. 2010. 323 S.



Mehrab Ghodas

# Staudämme mit Schwachstellen

**Hochwasser und Sedimente sind eine grössere Bedrohung für Staudämme als Erdbeben. Ein Labor in Lausanne berät Ingenieure im Kampf gegen die Erosion.**

VON DANIEL SARAGA

**J**uni 2010. Anton Schleiss, Leiter des Labors für Wasserbau der ETH Lausanne, unterzeichnet einen Vertrag mit der Zambezi River Authority von Sambia. Er verspricht, in sechs Monaten eine Analyse zur Gefahr zu liefern, die einem der grössten Staudämme Afrikas droht: Erosion. Unterhalb der Staumauer haben die Wassermassen, die bei Hochwasser des Sambesi in die Tiefe stürzen, ein bereits mehr als sieben Meter tiefes Loch ausgespült. Wird nichts unternommen, ist die Stabilität des Geländes in Gefahr – und ebenso der Damm.

«Dämme sind stets so angelegt, dass sie den riesigen Wassermengen standhalten, die es für eine maximale Energieproduktion braucht», erklärt der Ingenieur. «Um ein Überlaufen bei starkem Hochwasser zu verhindern, werden Entlastungskanäle angelegt, die genau wie der Überlauf bei der Badewanne funktionieren.» Beim rund hundert Meter tiefen Fall erreichen die Wassermassen Geschwindigkeiten von über hundert Kilometer pro Stunde, wobei die Abflussmenge bis zu zehn Millionen Liter pro Sekunde beträgt, also zwanzig mal mehr als die Kapazität der Turbinen. Die Folge: Das stürzende Wasser gräbt sich unaufhaltsam in den Fels unter-

halb des Dammes. Die dreissig Mitarbeitenden in Anton Schleiss' Labor gehören zu den wenigen Teams, welche die Entwicklung der ausgespülten Löcher abschätzen und mögliche Lösungen realitätsnah testen können. «Theoretische Modelle und Computersimulationen reichen für unsere Arbeit nicht aus. Die Berechnungen müssen mit Hilfe konkreter Experimente kalibriert werden», führt der Professor aus. In einer grossen Halle der ETH Lausanne bauen die Ingenieure verkleinerte Modelle von Staudämmen nach und untersuchen den Fluss des Wassers in den Entlastungskanälen oder die Entstehung von Rissen unter dem ungeheuren Wasserdruck. Mit den grossen Modellen im Massstab 1:30 lassen sich die Sedimente berücksichtigen, die grössten im Massstab 1:10 erlauben Untersuchungen zu den Effekten der Wasserbelüftung.

## Expertenberatung lohnt sich

Die Methode funktioniert, und die Empfehlungen aus Lausanne bewähren sich in der Realität meist. «Oft sparen die Ingenieure dank unserer Überprüfungen Millionen. Allerdings erhalten wir nur in einem von zehn Fällen ein Feedback – sei es positiv oder negativ. Bei den übrigen Fällen gehen wir vom Grundsatz aus No news is good news», schmunzelt Anton Schleiss.

«Die Schweiz hat ihr Wissen, das sie seit den fünfziger Jahren beim Bau sehr hoher Staudämme erworben hat, stets weitergegeben. Ich habe manchmal Mühe, meine besten Diplomanden für ein Doktorat zu behalten, weil sie bereits vor Studienende Stellenangebote spezialisierter Ingenieurbüros bekommen. Ich bin aber glücklich darüber, dass viele Forschende aus dem Ausland zu meinem Team gehören, die mit neuem Wissen in ihre Länder zurückkehren.»

Um die Erosion durch Wasserfälle zu vermeiden, konstruieren die Ingenieure zum Beispiel «Sprungschanzen»: Betonpisten, mit denen das Wasser auf eine hohe Geschwindigkeit gebracht und dann horizontal weggeschleudert wird, damit es weit weg vom Staudamm in die Tiefe fällt. Eine andere Strategie besteht darin, unterhalb des Dammes einen kleinen Hilfsstaudamm zu bauen, damit das Wasser des Überlaufs in ein tieferes Becken fällt und die Erosion abgeschwächt wird. «Man kann das Loch nicht einfach wie bei einer Zahnfüllung mit Beton zugiessen, da dies nur bis zum nächsten Hochwasser halten würde», erklärt er.

### Unerlässliche Versuche im Labor

Für gut einen Drittel der Unfälle sind Hochwasser verantwortlich, insbesondere wenn es sich nicht um Staumauern aus Beton, sondern um aufgeschüttete Dämme handelt. Besonders von diesen Problemen betroffen sind Länder mit einer Regenzeit und mit jährlich wiederkehrendem Hochwasser. In der Schweiz sind die Abflussmengen ausser im Tessin relativ stabil. Trotzdem schreiben die Sicherheitsbestimmungen vor, dass die Wasserbauten einem Jahrtausendhochwasser standhalten können – oder sogar Ereignissen, die nur alle 10000 Jahre auftreten. Weil sich solche Ereignisse in der Praxis kaum beobachten lassen, sind Versuche im Labor unerlässlich.

Eine weitere, schleichende Gefahr bedroht die energieerzeugenden Wasserbauten: Am Grund der Stauseen lagern sich mit der Zeit immer mehr Sedimente ab. «Im Ausland gibt es Beispiele kleinerer Kraftwerke, die nach nur dreissig Jahren Betrieb bereits durch Sedimente lahmgelegt sind», bemerkt Anton Schleiss. «In der Schweiz dürften die Stauseen im Durchschnitt in vielleicht 300 Jahren aufgefüllt sein. Einige werden den Ablagerungen allerdings bereits Ende dieses Jahrhunderts zum Opfer fallen.» Die Sedimente lagern sich am Grund der Seen ab und nähern sich unaufhaltsam der Krone der Staumauer. Dadurch fasst der See immer weniger Wasser, die Energieproduktion sinkt. Schliesslich werden die Leitungen verstopft, die zu den Turbinen

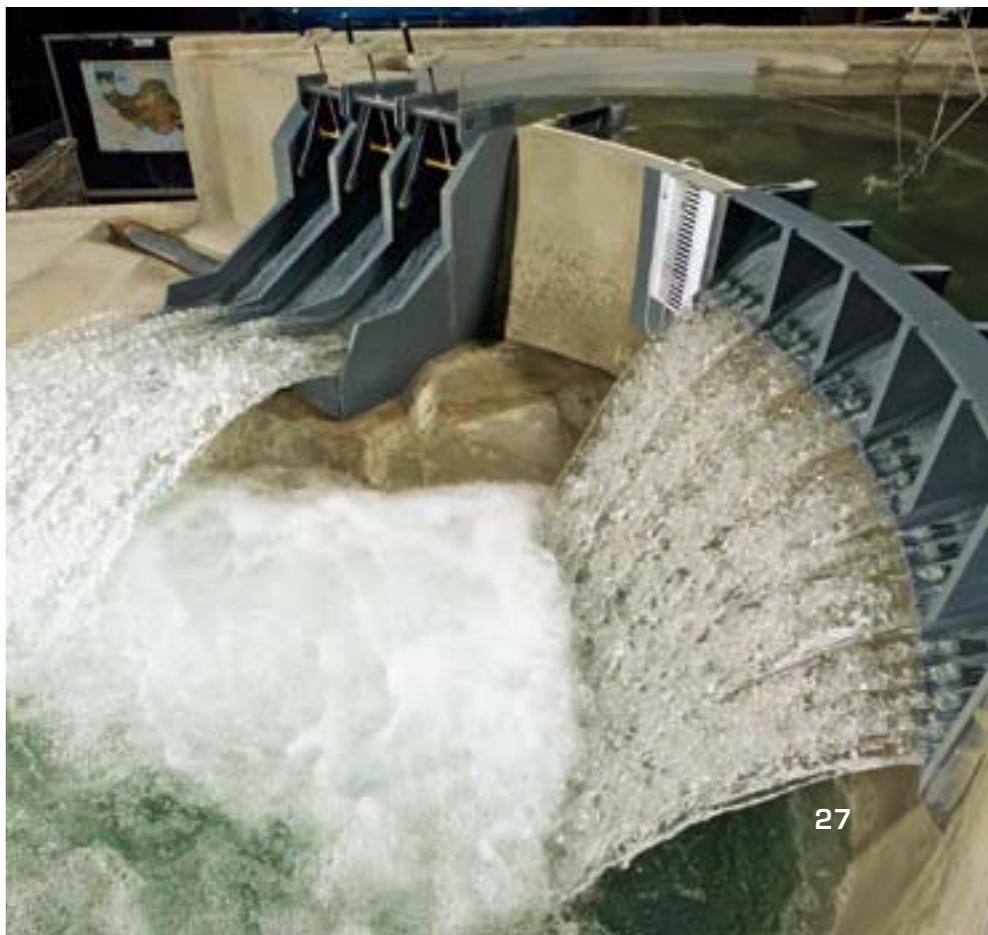
führen – ein langsamer Tod, den es um jeden Preis zu verhindern gilt.

«Die Seen können nicht ausgebaggert werden, da die Sedimentmengen schlicht zu gross sind und die Seen oft unzugänglich liegen. Die beste Lösung sehe ich darin, das Wasser vor den Turbinen aufzuwühlen, damit die Sedimente wie in einem normalen Fluss weggetragen werden», sagt der Wissenschaftler. «Wir untersuchen die Möglichkeit, die ins Reservoir führenden Wasserläufe zu kanalisieren, um das Wasser mit Druck in die Tiefe zu pressen und ständig Turbulenzen zu erzeugen.» Weitere Ansätze: unterirdische Hindernisse, die den Sedimentfluss gegen den Damm stoppen, oder grossmaschige Netze, die eine Ablagerung weiter oben im See verhindern.

«Die Gefahr ist der Wissenschaft bereits seit den fünfziger Jahren bekannt, und doch wird sie beim Dammbau häufig noch immer ausser Acht gelassen. Das ist wirklich schade, da man später plötzlich vor unlösbaren Problemen stehen kann», gibt Anton Schleiss zu bedenken. Durch die Klimaerwärmung wird die Problematik noch verschärft. «Wir sind mit häufigerem und schwererem Hochwasser konfrontiert. Durch den Rückzug der Gletscher steigen ausserdem die Sedimentmengen, welche die langfristige Nutzung der Dämme bedrohen.» Das sind weitere Punkte, die bei der Planung von Wasserkraftwerken zu bedenken sind. Auch bei Staudämmen gilt: Vorbeugen ist besser als heilen.

### Steter Tropfen:

Gestautes und abfliessendes Wasser setzt Staudämme massiv zu (unten ein Modell im Labor der ETH Lausanne, links der Karun-Staudamm im Iran).  
Bild: Alain Herzog/EPFL



# Was Mücken übers Klima verraten

Überreste von Mückenlarven haben sich tausend Jahre lang in den Sedimenten des Silvaplanersees erhalten. Nun helfen sie, die Klimageschichte in dieser Zeitspanne zu rekonstruieren.

VON ANTOINETTE SCHWAB

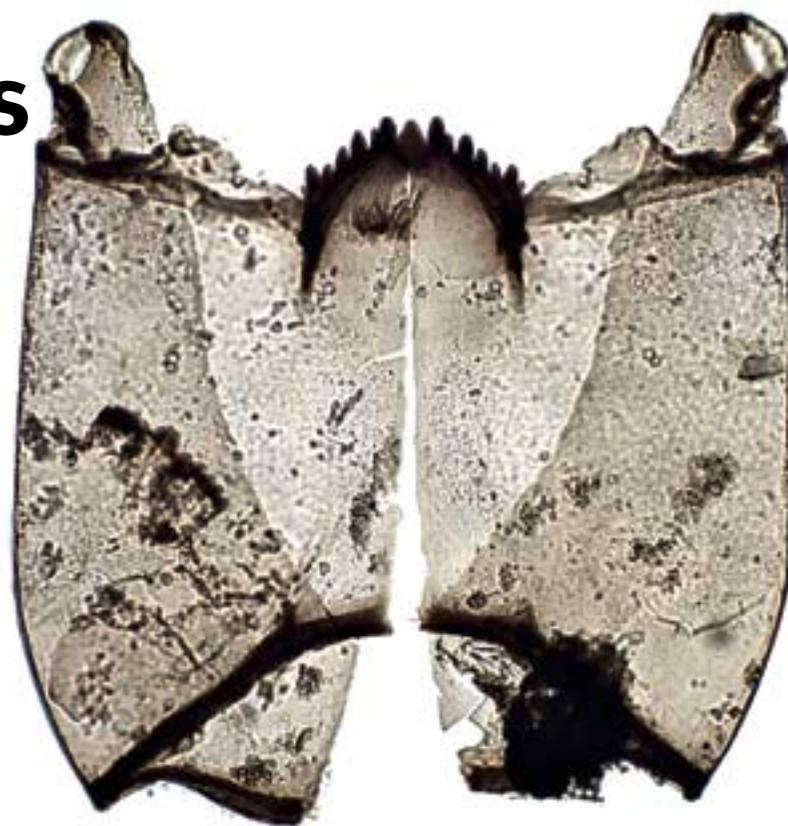
Im Mittelalter war es teilweise ausgesprochen warm. In manchen Jahren sollen die Bäume schon im Januar geblüht haben. Nur heute sei es im Durchschnitt noch wärmer, sagen Studien. Eine Untersuchung von Isabelle Larocque kommt zu einem etwas anderen Schluss. Sie belegt zwar, dass es im letzten Jahrhundert im Durchschnitt etwa gleich warm war wie während der Mittelalterlichen Warmzeit. «Ich habe aber keinen Hinweis dafür gefunden, dass die Temperaturen im letzten Jahrhundert höher gewesen sein sollen als damals.» Die Biologin, die am Oeschger-Zentrum für Klimaforschung der Universität Bern arbeitet, hat im Silvaplanersee im Oberengadin die Larven von Zuckmücken untersucht oder jedenfalls das, was davon noch übrig ist.

## Beständige Larvenköpfe

Weltweit gibt es etwa 5000 Zuckmücken-Arten. Ihre Eier entwickeln sich im Wasser zu Larven weiter. Die weichen, wurmförmigen Larvenkörper sind zwar nicht erhalten geblieben. Doch ihre Köpfe sind aus beständigerem Material. Daran kann man sie erkennen und unterscheiden. Und weil die Arten, je nach Temperatur, an einem Standort wechseln, sind sie ideale Kandidaten für die Klimaforschung. Das Klima der Vergangenheit lässt sich also sozusagen an den Larvenköpfen ablesen.

Der Silvaplanersee eignet sich besonders für diese Studie, weil die Sedimente dieses Engadiner Sees im Jahresrhythmus ändern. Diese sogenannten Warven kann man auszählen, ähnlich wie die Jahrringe der Bäume, und erhält so eine Zeittafel für die darin eingebetteten Fossilien.

Im Grossen und Ganzen kommt die Klimaforscherin mit ihrer Methode zu den gleichen Ergebnissen wie andere Studien. Während der Mittelalterlichen Warmzeit zum Beispiel gab es um etwa 1100 einen Vorstoss des Aletschgletschers. Es war also kälter geworden. Um diese Zeit lebten auch



im Silvaplanersee Zuckmückenlarven, die kühlere Temperaturen bevorzugten. Die kältesten Temperaturen liefert diese Methode aber für das Jahr 1659, während der Kleinen Eiszeit, wenige Jahre, bevor der Aletschgletscher seinen Höchststand erreichte. Jahr für Jahr hat die Klimaforscherin ausgezählt und die Larven bestimmt. Bisher hat noch niemand diese Methode in dieser Auflösung angewendet.

## Teil des «Millennium»-Projekts

Warum aber eine weitere Methode der Klimarekonstruktion, wenn sie ja ähnliche Resultate liefert wie die bisherigen? Die Untersuchung ist Teil einer grösseren Studie, und die Antwort liegt in deren Fragestellung: Unter dem englischen Namen «Millennium Project» arbeiten verschiedene Institute in ganz Europa daran, die beste Methode zu finden, um das Klima der letzten 1000 Jahre zu rekonstruieren. Alle haben ihre Vor- und Nachteile. Moorböden etwa haben eine schlechte zeitliche Auflösung, historische Aufzeichnungen weisen meist auf Extremereignisse hin, die Dendrochronologie liefert nur Resultate für die Vegetationsperiode, und ganz generell spielen bei biologischen Methoden neben der Temperatur auch andere Faktoren eine wichtige Rolle, zum Beispiel das Nährstoffangebot, und so weiter. Ein abschliessender Vergleich liegt noch nicht vor, doch ihre Methode schneide sicher gut ab, ist Isabelle Larocque überzeugt: «Für etwas Biologisches sind die Resultate erstaunlich präzise.» ■

**Apart:** Das ist nicht etwa ein Korsett, sondern die Hülle eines Mückenlarvenkopfs. Bild: Nicolas Rolland



**Mangelware:** Das Spurenelement Eisen lässt sich über die Nahrung nicht leicht aufnehmen.

## Eisenpulver fürs Müesli

Eisen – kein anderes Spurenelement fehlt in der Ernährung so oft. Und zwar nicht nur in Entwicklungsländern, sondern auch in Industriestaaten. Müdigkeit, Blutarmut und Entwicklungsstörungen gehören zu den vielen Symptomen von Eisenmangel, an denen insbesondere Frauen und Kinder leiden. Nahrung mit Eisen anzureichern war bisher nicht einfach: Elementares Eisen ist nicht wasserlöslich und wird vom Körper deshalb schlecht aufgenommen. Auch das wasserlösliche Eisensulfat hat sich als suboptimal erwiesen, weil es die Farbe und den Geschmack der Nahrung verändert, der es beigefügt wird. Michael Zimmermann und seine Mitarbeiter vom Institut für Food, Nutrition and Health an der ETH Zürich haben nun eine Entdeckung gemacht, die einen künftigen Ausweg aufzeigt: Eisen, zerkleinert in für das Auge unsichtbare Nanopartikel und mit Zink und Magnesium vermischt, wird vom Körper gut absorbiert. «Normalerweise geschieht die Zerkleinerung zu Nanopartikeln erst im Körper. Wir nehmen sie sozusagen vorweg», sagt Michael Zimmermann. Erfreulich ist auch, dass das Eisen in dieser Kombination und in dieser Form die Farbe der Nahrung nicht verändert. Zink ist ausserdem sinnvoll, weil Zinkmangel oft mit Eisenmangel einhergeht. Das Forscherteam prüft derzeit, ob künftig universale Grundnahrungsmittel wie Mehl und Reis auf diese Weise angereichert werden können. In westlichen Ländern, und somit auch in der Schweiz, könnte das pulverige Gemisch der einst Frühstücksflocken und Kindernahrung ergänzen. **Daniela Kuhn** ■

## Methanfresser am Meeresgrund

Forschende der ETH Zürich sind mit Kollegen vom Marburger Max-Planck-Institut einem bisher kaum erforschten Naturphänomen auf die Schliche gekommen. Am Meeresgrund bauen Mikroorganismen riesige Mengen des dort vorhandenen Treibhausgases Methan ab. Dies ist unter den sauerstofffreien Bedingungen am Meeresgrund alles andere als einfach. Die Forscher konnten nun zeigen, wie die erst kürzlich entdeckten «Methanfresser», die sogenannten ANME-Archäen, vorgehen. Interessanterweise verwenden sie als Katalysator für den Methanabbau ein ganz ähnliches Nickel-Enzym wie die schon länger bekannten Archäen aus dem

Faulschlamm von Süssgewässern, die damit allerdings genau den umgekehrten Prozess katalysieren, nämlich Methan herstellen. «Wir konnten nun die Hypothese der «umgekehrten Methanbildung» erstmals direkt bestätigen», freuen sich die Chemiker Silvan Scheller und Bernhard Jaun vom Team. Der Methanabbau am Meeresgrund ist auch aus klimarelevanten Gründen nicht unwichtig: Man schätzt, dass die Mikroben jährlich zwischen 70 und 300 Millionen Tonnen Methan «fressen» und damit verhindern, dass ein beträchtlicher Teil des extrem potenten Treibhausgases in die Atmosphäre entweicht. **Katharina Truninger** ■



**Kühlen Kopf bewahren:** In Städten wie Rom ist das im Sommer zunehmend schwierig.

## Hitzewellen werden zum Gesundheitsrisiko

Sommerliche Hitzewellen werden in Europa im 21. Jahrhundert häufiger und extremer als bisher angenommen. Dies zeigen Modellrechnungen, die Forschende der ETH Zürich im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts Klima erstellt haben.

Die stärksten Auswirkungen sind im südlichen Europa zu erwarten: Auf der Iberischen Halbinsel und in der Mittelmeerregion wird es im Durchschnitt nicht mehr nur alle drei bis fünf Jahre eine Hitzewelle geben. Vielmehr dürfte es in den zwanziger bis vierziger Jahren des 21. Jahrhunderts durchschnittlich eine Welle pro Sommer sein. Gegen Ende des 21. Jahrhunderts ist sogar mit zwei bis fünf Hitzewellen pro Sommer zu rechnen; die gefühlte Temperatur (bei der auch Feuchteffekte berücksichtigt werden) dürfte dann im südlichen

Europa zehn- bis zwanzigmal häufiger einen kritischen Schwellenwert von 40 Grad überschreiten als heute.

Für die Gesundheit der Menschen hat dieser Temperaturanstieg Folgen: Er kann zu vermehrten Erschöpfungszuständen, Krämpfen, Hitzschlägen oder Todesfällen führen – vor allem, wenn die Luft nach vielen heissen Tagen nachts nicht mehr abkühlt und eher feucht ist. Am stärksten sei das Gesundheitsrisiko für die Menschen in den Flusstälern Südeuropas, etwa in der Poebene, am Unterlauf der Donau und entlang der Mittelmeerküste, halten die Forschenden des ETH-Instituts für Atmosphäre und Klima fest. Betroffen sind Millionenstädte wie Athen, Bukarest, Marseille, Mailand, Rom und Neapel. **vo** ■

# «Das Time-out widerspricht der Bildungspolitik»



**Das pädagogische Instrument der Time-out-Klasse will schwierige Jugendliche zur Vernunft bringen. Seine Anwendung erfolgt jedoch häufig unter intransparenten Bedingungen.**

VON URS HAFNER  
BILD STEFAN SCHAUFELBERGER

**Frau Brügglen, heute kann die Volksschule mit dem Instrument der Time-out-Klasse einen schwierigen Jugendlichen temporär vom regulären Unterricht ausschliessen. Was erhofft sich die Schule davon?**

Man geht davon aus, dass es sogenannte verhaltensauffällige Jugendliche gibt, die den Unterricht stören. Hat man ihre angeblichen Defizite an einem separaten

Ort bearbeitet, sollen die Schüler in ihre Stammklasse zurückkehren. Das Ziel ist die Reintegration.

**Funktioniert diese Strategie?**

Nur teilweise. Nur ein Drittel der von uns untersuchten Fälle kehrte in die Stammklasse zurück, und davon scheiterten einige. Ein weiteres Drittel verblieb zumindest in der Regelschule, die restlichen Jugendlichen wurden in die Sonderschule oder eine psychiatrische Einrichtung überführt oder ausgeschult. Viele sind

frustriert. Das Ausmass ihrer Leiden, die emotionalen Ausbrüche, Streitereien und belasteten Beziehungen rund um das Time-out haben uns überrascht. Offiziell kommt das Instrument den schwierigen Jugendlichen zugute, aber in Wahrheit entlastet es vor allem die Schule.

**Warum klappt die Integration nicht?**

Die Diagnose der Verhaltensauffälligkeit wird der Wirklichkeit nicht gerecht. Die Zuweisung der Jugendlichen hat nur am Rande mit ihrem Verhalten zu tun. Die Konstellationen, die zu Problemen führen, sind sehr verschieden: Es gibt Fälle von Mobbing, von Konflikten zwischen Jugendlichen und Lehrperson oder zwischen Lehrperson und Eltern, überforderte Junglehrer, schwierige Klassen, problematische Elternhäuser, schliesslich die Fachstellen mit ihren unterschiedlichen Zielen, also Vormundschaftsbehörde, Jugendanwaltschaft, Therapeuten und andere.

**Das Instrument des Time-out ist Ihren Ergebnissen zufolge realitätsfremd, wird aber trotzdem in den meisten Kantonen angewandt. Wie erklären Sie sich das?**

Eigentlich widerspricht das Time-out der heutigen Bildungspolitik, welche die Kleinklassen und Sonderklassen abschaffen will. Die integrative Schule möchte alle Kinder – auch lernbehinderte – möglichst lange im gleichen Klassenverband halten. Das erhöht die Anforderungen an die Lehrperson. Mit dem Time-out kann sie sich entlasten, wenn es Ärger mit einem Schüler oder einer Schülerin gibt.

**Wer muss ins Time-out?**

«Müssen» ist leider ein gutes Stichwort: Time-out-Klassen sind räumlich von der Schule getrennt und haben oftmals Zwangs- oder Strafcharakter. Es kommt vor, dass die maximale Aufenthaltsdauer von

drei Monaten überschritten wird, ebenfalls als Strafe. Die Jugendlichen dürfen keine Kontakte zur Stammklasse haben und sich nicht auf dem Schulgelände aufhalten – eine im Hinblick auf die angestrebte Integration äusserst problematische Massnahme. Betroffen sind mehrheitlich männliche Jugendliche aus der Unterschicht mit Migrationshintergrund. Die Gefahr besteht, dass sie durch das Time-out zusätzlich benachteiligt werden: Sie verpassen Lernstoff und kriegen einen Eintrag im Zeugnis, was die Lehrstellensuche erschwert.

## «Die Diagnose der Verhaltensauffälligkeit wird der Wirklichkeit nicht gerecht.»

### Wie verbringen die Time-out-Jugendlichen ihren Schulalltag?

Morgens schulischer Unterricht, am Nachmittag Praktisches wie Garten- oder Holzarbeiten für diverse Auftraggeber oder Ausflüge mit dem Fahrrad. In den Kernfächern sollen die Jungen den Wissensstand ihrer Stammklasse halten können, doch das ist schwierig. Sie kommen aus mehreren Klassen und Schulen mit unterschiedlichen Niveaus und tröpfeln ungleichzeitig rein und raus, die Lehrpersonen haben kaum Kontakt zur Regelschule, die Bücher fehlen, es ist unklar, wer wem was liefern sollte. Ein geordneter Unterricht findet nicht überall statt, im Extremfall wird die Zeit totgeschlagen.

### Wer bestimmt, welche Jugendlichen ins Time-out müssen?

Entscheiden sollten in der Regel die Klassenlehrperson, der Schulsozialarbeiter, der Schulleiter, der Schulpräsident, der die Kosten bewilligt, sowie die Leitung der Time-out-Klasse. Doch die Zuweisung verläuft oft intransparent. Wenn zum Beispiel die Vormundschaftsbehörde Druck macht, kann es ganz schnell gehen, manchmal aber schleppt sich die Sache monatelang dahin. Mal werden die Eltern, mal die Time-out-Lehrpersonen übergangen. Es kommt vor, dass am Montagmorgen plötzlich zwei Jugendliche vor der Tür des

Time-out stehen. Die Lehrer müssen sie aufnehmen, ohne etwas über die Hintergründe zu wissen.

### Sehen Sie Alternativen im Umgang mit Jugendlichen, die in der Klasse Probleme bereiten?

Wie gesagt: Jeder schwierige Jugendliche ist Teil einer komplexen Konstellation, die zu berücksichtigen ist. Grundsätzlich sollte jede Form von Auszeit oder spezieller Förderung an der Stammschule angesiedelt sein. Man sollte zudem die Jugendlichen nicht zu lange aus den Klassen entfernen, nur punktuell. Die Stammschule muss die Verantwortung behalten. Und wenn überhaupt Time-out, dann unterstützend, nicht bestrafend. Bei einem Konflikt zwischen Lehrperson und Jugendlichen beziehungsweise Elternhaus kann ein Schulhauswechsel die bessere Lösung sein – ohne Umweg übers Time-out.

### Werden Schülerinnen und Schüler heute überfordert?

Überfordert ist nicht das richtige Wort. Das Verhältnis von Lehrern, Eltern und Schülern gerät schnell aus dem Lot. Die Jugendlichen bringen nicht immer die erforderlichen Fähigkeiten für die Schule mit und entsprechen damit nicht den Erwartungen der Lehrpersonen. Umgekehrt ist deren Rollenverständnis höchst unterschiedlich. So gibt es Lehrer, die sich ins Privatleben der Kinder mischen, deren Freizeitverhalten kontrollieren und die Eltern erziehen wollen.

## Susanne Brüggén

Susanne Brüggén ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Forschung an der Pädagogischen Hochschule Thurgau sowie Lehrbeauftragte für Soziologie an der California State University Channel Islands. An der Hochschule Thurgau leitet sie das vom SNF unterstützte Forschungsprojekt «Inklusion durch vorübergehenden Ausschluss? Eine qualitative Untersuchung zu Time-out-Klassen». Susanne Brüggén hat zum Thema «Letzte Ratschläge: Eine funktionale Analyse von Soziologie, Beratung und Expertenwissen zum Tod» promoviert.

## Time-out-Klassen

Time-out-Klassen sind eine sonderpädagogische Massnahme, die von den meisten Kantonen angewendet wird. Sie dient der vorübergehenden Beschulung und Abklärung verhaltensauffälliger Schüler und Schülerinnen im Alter von 12 bis 15 Jahren. Das Ziel ist die Reintegration in die Regelschule. Der Aufenthalt in der Time-out-Klasse ist auf maximal drei Monate beschränkt. Offizielle Zahlen zur Anzahl der vom Time-out betroffenen Jugendlichen existieren nicht.

### Sie führen Ihre Forschung in Zusammenarbeit mit kantonalen Behörden und Schulgemeinden durch. Erschwert das Ihre Arbeit?

Das ist eine grosse Herausforderung und zugleich eine Chance. Ohne Praxispartner, also die Schulen, hätten wir keinen Feldzugang bekommen, wir müssen uns also intensiv auf sie einlassen. Freilich können wir die Legitimationsfunktion, die uns zugeschrieben wird, nicht erfüllen: Die Schule erwartet, dass wir ihre Praxis bestätigen und gegenüber der Bildungspolitik rechtfertigen.

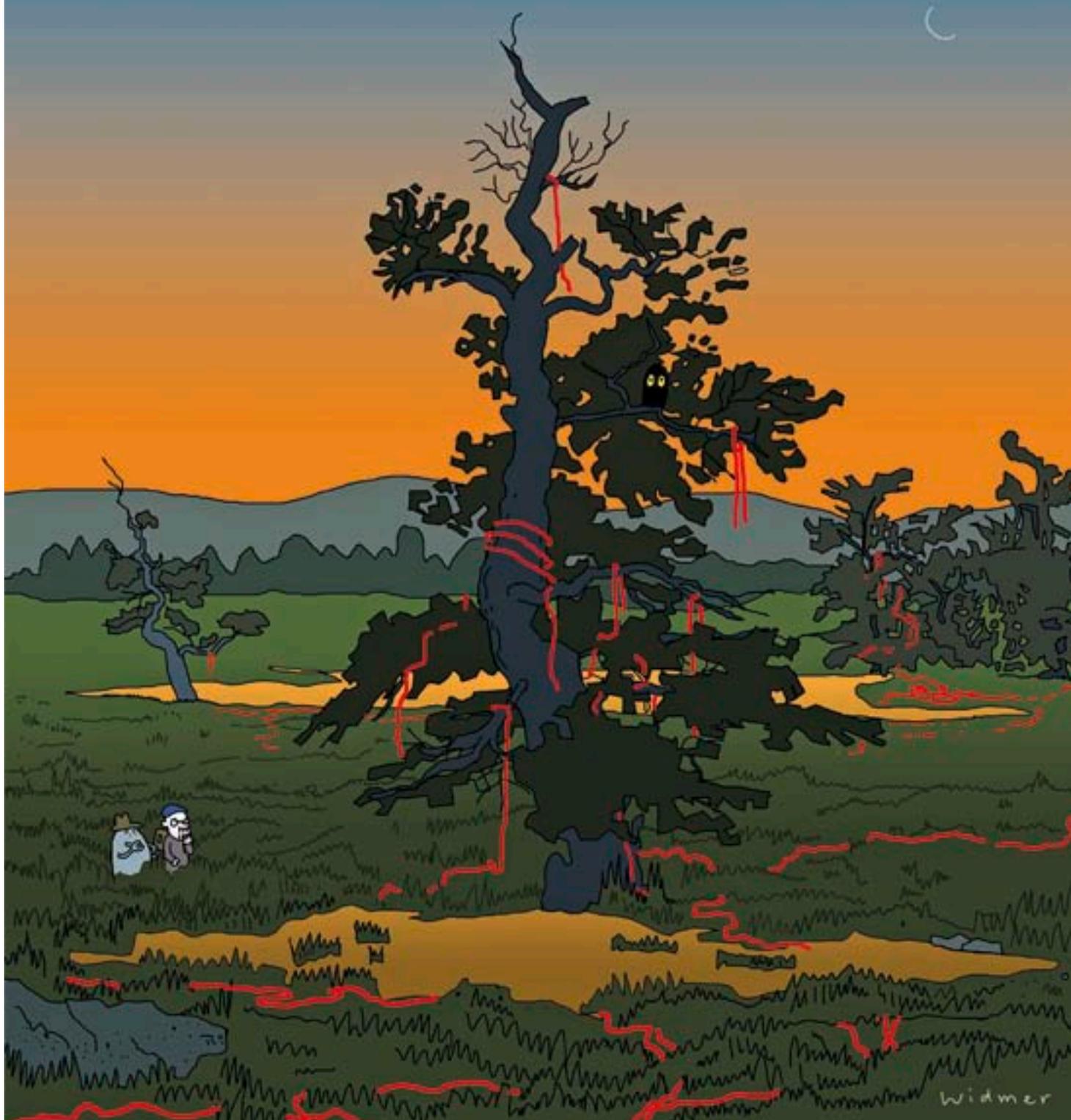
### Wie haben Ihre Praxispartner auf die Resultate reagiert?

Dass die Selektion der Schüler intransparent verläuft, hat sie stark irritiert. Zudem hätten sie gerne klare Handlungsanweisungen erhalten und genau erfahren, welches die Wirkungen des Time-out sind. Aber das kann man – gerade in langfristiger Perspektive – nicht so einfach sagen.

### Die Ergebnisse Ihrer Forschung fliessen also nicht in die Praxis ein?

Doch, durchaus – aufgrund unserer Forschung hat beispielsweise eine Schulgemeinde auf die Einführung eines Time-out mit ausgesprochen strafendem Charakter verzichtet. Bei vielen Schulen stossen wir auf grosses Interesse und bekommen immer wieder Anfragen. Wir können ja immerhin die Schwachstellen benennen. Und wir empfehlen, die Zuweisung künftig kantonal zu regeln, damit Transparenz und Einheitlichkeit gewährleistet sind. So gesehen ist der Nutzen für die Praxis gross. ■

Bevor sie 1960 gezähmt und begradigt wurden, lagen die Laserstrahlen zerknüllt und spaghettiartig in den Landschaften Europas herum (ältere Semester mögen sich noch lebhaft daran erinnern.)



# Der Wert der Unabhängigkeit

Unabhängige Forscherinnen und Forscher müssen nicht unbedingt relevantere Erkenntnisse für die Gesellschaft gewinnen als solche in einem Abhängigkeitsverhältnis. Trotzdem ist die Unabhängigkeit von Forschenden ein wertvolles Gut. Ist es in Gefahr? Und wenn ja: Wie lässt sich die Gefahr abwenden?

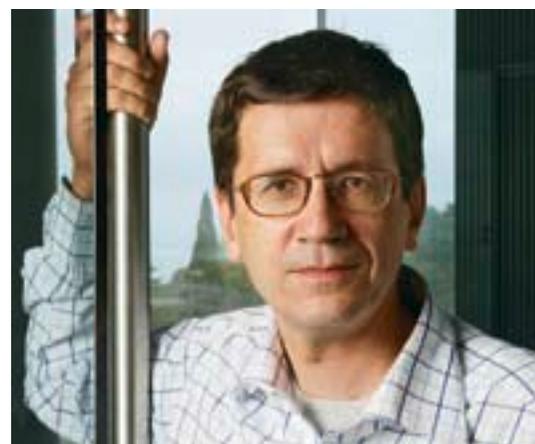
VON DOMINIQUE FORAY

**U**nabhängigkeit hat viele Facetten. Es gibt die Unabhängigkeit bei der Wahl von Studienthemen und Studienentscheiden, es gibt die Unabhängigkeit bei der Verwendung der Forschungsergebnisse, und zu erwähnen ist auch die Unabhängigkeit der Expertenmeinung.

Die Freiheit, ein Studienthema zu wählen, ist vermutlich nicht wesentlich kleiner als früher. Entscheidend ist hier die Art der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Wirtschaft und das Ausmass, in dem die Wirtschaft Einfluss auf die Forschungsagenda nimmt. Seit langem trägt die akademische Forschung auch dazu bei, dass die Industrie Probleme im Bereich der Innovation und Technologie lösen kann. So etwa versteht sich das MIT in den USA als «durchlässige» Hochschule. Es hat Mechanismen dafür geschaffen, dass die Beziehung mit der Wirtschaft funktioniert. Die Wahl der Disziplinen und Themen erfolgt in diesem Rahmen, an der Unabhängigkeit der Forschung ändert sich dadurch nichts Grundlegendes.

Bei der unabhängigen Verwendung von Forschungsergebnissen stellen sich heute eher Fragen. Das intensiv genutzte Konzept des geistigen Eigentums zum Schutz von Forschungsergebnissen scheint einem legitimen Anliegen zu entspringen: Es geht darum, zugesprochene Investitionen mit dem Ziel zu schützen, eine Idee oder ein Verfahren in ein kommerzielles Produkt zu verwandeln. Das Prinzip der Exklusivlizenz schafft ein verlässliches Wirtschaftsumfeld, ohne das die Unternehmen nicht gross in unsichere Projekte investieren würden.

Allerdings kann ein Forschungsteam, das eine Exklusivlizenz vergibt, nicht mehr bestimmen, wo sein «Werk» zirkuliert. Ebenso kann es die erworbenen Erkenntnisse nicht in einem anderen Zusammenhang verwenden, anderen Interessenten oder der Allgemeinheit zur Verfügung stellen. Unter gewissen Umständen blockiert die Privatisierung der Forschungs-



EPFL

methoden und -ergebnisse den wissenschaftlichen Fortschritt. In diesem Fall ist es sicher wünschenswert, in der Forschung rechtlich geschützte «Allgemeingüter» – beispielsweise öffentliche Lizenzen zum Schutz von Forschungsergebnissen vor privater Verwendung – zu schaffen.

Am drängendsten ist das Problem jedoch bei der Expertenmeinung. Traditionell vertritt die akademische Forschung eine unabhängige Meinung, wenn die Gesellschaft vor einer Entscheidung steht, bei der wissenschaftliche Fragen eine Rolle spielen. Es scheinen sich jedoch Fälle zu häufen, bei denen Forschende verdächtigt werden, ihre Unabhängigkeit preisgegeben zu haben, zum Beispiel angesichts der wirtschaftlichen Interessen von Grosskonzernen.

Absolute Transparenz über die Herkunft von Expertenmeinungen und über mögliche Verbindungen zur Wirtschaft sind daher heute oberstes Gebot. Noch wird dem viel zu wenig Rechnung getragen. Sich dafür einsetzen sollten sich aber nicht nur die Akteure, die solche Ergebnisse nutzen wollen – der Staat, internationale Organisationen, Unternehmen. Vielmehr sind auch die Arbeitgeber der Forschenden gefordert – die Hochschulen. Diese müssen ihre Forschenden konsequent unterstützen, auch wenn sie zu Ergebnissen gelangen, die nicht ins Konzept bestehender oder möglicher Geldgeber passen. Auch dies ist keine Selbstverständlichkeit. ■

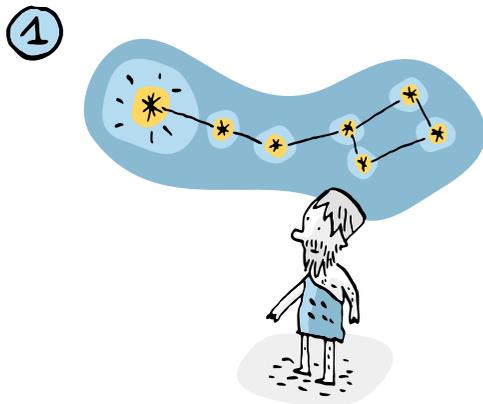
Dominique Foray hat an der ETH Lausanne den Lehrstuhl für Wirtschaft und Innovationsmanagement inne. Er ist Forschungsrat der Abteilung «Orientierte Forschung» des SNF.

# Immer der Nadel nach

VON PHILIPPE MOREL

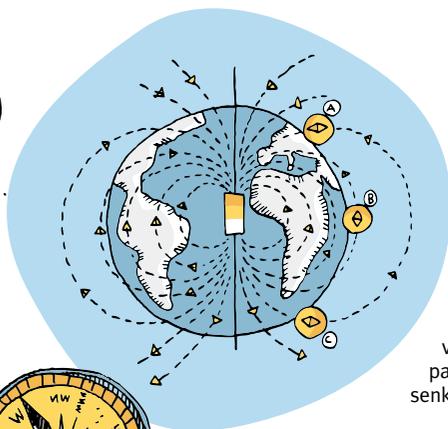
ILLUSTRATIONEN STUDIO KO

1 Es braucht zuverlässige Orientierungspunkte, um den Kurs bis zum Ziel zu halten. Auf unserer Hemisphäre zeigt der Polarstern in klaren Nächten verlässlich Norden an, da er sich in der Verlängerung der Erdrotationsachse befindet. Am Tag lässt sich jeweils einmal aus dem Kulminationspunkt der Sonne ersehen, wo Süden liegt – wenn keine Wolken die Sonne verbergen.

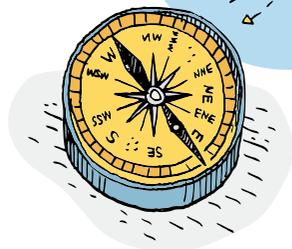


2 Vor mehr als tausend Jahren wurde in China entdeckt, dass sich ein frei drehendes magnetisiertes Stäbchen in der Nord-Süd-Richtung orientiert: Der Magnetkompass – chinesisch wörtlich «der nach Süden zeigende Fisch» – war geboren. Durch diese auch militärisch wichtige Erfindung lassen sich die Himmelsrichtungen Tag und Nacht und unabhängig von der Sicht bestimmen.

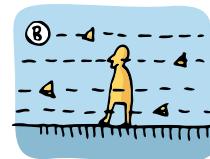
3



Der Kompass nutzt das Erdmagnetfeld, das sich in erster Näherung wie ein Magnet mit zwei Polen verhält. Die Feldlinien gehen vom magnetischen Nord- zum magnetischen Südpol. Sie verlaufen beim Äquator parallel und bei den Polen senkrecht zur Erdoberfläche.

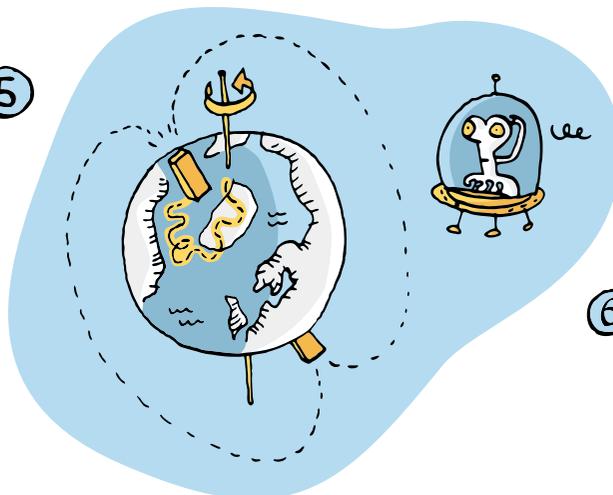


4



Die Magnetnadel richtet sich entlang dieser Feldlinien aus. Da diese nur gerade beim Äquator parallel zum Boden sind, ist ein Ende der Nadel mehr oder weniger stark gegen den Boden geneigt. Das andere Ende muss etwas beschwert werden, damit die Nadel das Zifferblatt nicht berührt. Ein für die Nordhalbkugel gefertigter Kompass funktioniert deshalb auf der Südhalbkugel nicht, da der Ballast auf der verkehrten Seite ist.

5



Die magnetischen Erdpole decken sich nicht mit den geografischen Polen. Heute trennen etwa tausend Kilometer die beiden Nordpole. Und täglich bewegen sich die magnetischen Pole um eine mittlere Position, die wiederum mehrere Dutzend Kilometer pro Jahr wandert.

6

Ausserdem wird der Verlauf der Feldlinien durch Unregelmässigkeiten der Erdkruste verzerrt. Genau genommen weist die Magnetnadel daher weder zum geografischen noch zum magnetischen Norden, sondern ist entlang des Erdmagnetfelds beim momentanen Standort und zum gegenwärtigen Zeitpunkt ausgerichtet. Einmal mehr gilt also: Alles ist relativ – auch die Himmelsrichtungen.

Die Ausstellung «James Cook und die Entdeckung der Südsee» beschäftigt sich mit Navigation im Meer. Sie ist vom 7. Oktober 2010 bis zum 13. Februar 2011 zu sehen im Historischen Museum Bern ([www.bhm.ch](http://www.bhm.ch)).

Diese Seite wurde in Zusammenarbeit mit dem Espace des Inventions Lausanne realisiert.

3. Oktober bis 5. Dezember (sonntags), 14.00 bis 16.00 Uhr

### «Ich seh etwas, was du nicht riechst»

Erleben Sie die Tierwelt mit allen Sinnen – ein Angebot mit Führung und Forschungsaufgaben für die ganze Familie.  
**Zoologisches Museum der Universität Zürich,**  
 Karl-Schmid-Strasse 4, 8006 Zürich  
[www.zm.uzh.ch](http://www.zm.uzh.ch)

13. bis 15. Oktober 2010

### Herausforderung Demokratie

Der neunte Wissenschaftsdialog der Stiftung Academia Engelberg hinterfragt das Selbstverständnis der Demokratie. Was ist gelebte Demokratie? Wie prägt die Globalisierung demokratische Prozesse? Behindern diese Prozesse die Forschung? Experten referieren und diskutieren mit dem Publikum. Anmeldung erforderlich.  
**Kloster Engelberg und Kursaal,**  
 Bahnhofstrasse 16, Engelberg  
[www.academiaengelberg.ch](http://www.academiaengelberg.ch)

15. und 16. Oktober 2010

### Festival des wissenschaftlichen Films



Das Festival «Science et Cité Cinéma» zeigt filmische Abschlussarbeiten von Studierenden aller Schweizer Universitäten. Ein Workshop «Kulturerbe und Film» mit Fachleuten aus Film und Wissenschaft ergänzt diese Plattform für die wachsende audiovisuelle Forschung in der Schweiz.  
**Kino Cinématte, Wasserwerkstrasse 7, Bern**  
[www.science-et-cite.ch](http://www.science-et-cite.ch)

8. und 9. November 2010

### Innovation zwischen Wissenschaft und Wettbewerb

Die Schweiz liegt in den Innovationsranglisten stets in der Spitzengruppe. Was zu tun ist, dass dies so bleibt, darüber diskutieren am Europa-Forum Luzern unter anderen Bundespräsidentin Doris Leuthard, Swatch Group-CEO Nick Hayek, ETH-Präsident Ralph Eichler. Erster Tag (17.30 bis 19.50 Uhr) öffentlich, Symposium auf Anmeldung.  
**KKL Luzern,**  
 Europaplatz 1, Luzern  
[www.europa-forum-luzern.ch](http://www.europa-forum-luzern.ch)

Bis 20. Februar 2011

### «2 Grad – Das Wetter, der Mensch und sein Klima»

Azorenhoch, Regenmacher, Gletscherschmelze: Dies sind die Themen der Ausstellung «2 Grad». Die multimediale Schau greift Fragen der aktuellen und historischen Klimaforschung auf und zeigt, wie der Mensch versucht, das Wetter zu beeinflussen.  
**Kunstfreilager Dreispitz, Florenzstrasse 1, Tor 13, Basel**  
[www.2grad.ch](http://www.2grad.ch)

# Wasserwelten

**S**tatt in ein kühles Schwimmbecken tauchte ich diesen Sommer in eine faszinierende Welt der Forellen, Flussbarsche und Lachse ein – in die Welt des Freiburger Fotografen Michel Roggo, die zurzeit in einer Ausstellung zu sehen ist. Mit meinen zwei kleinen Jungen folge ich dem Künstler und seinen Modellen in Gebirgsbäche, kanadische Flüsse und isländische Seen. In den Landschaften surrealer Farben und Formen treiben sie, organischen Luftschiffen gleich, inmitten schwebender Pflanzeninseln.

So ganz anders als die Geschöpfe aus «Nemo» beschäftigen diese Fische meine Kinder, beunruhigen sie manchmal sogar. «Papa, ist das hier ein Hai?» Auf den grossflächigen Abzügen sehen manche Fische aus Kinderoptik gefährlicher aus als tatsächlich der Fall. Doch auch die ersten Augenblicke ihres Lebens fängt Michel Roggo ein: zauberhafte Bilder von Eiern und Larven. Wenn jene zukünftigen Lachse schon von der gefährlichen Wanderschaft wüssten, die sie erwartet!

Die Musik führt uns zur Tonbildschau. Wir begeben uns auf eine Reise, tauchen in die atemberaubenden Farben einer geologischen Verwerfung ein, dann in ein Moor, mit Karpfen, die durch roten und goldenen Nebel steuern. Die Begeisterung der Kinder, zwei- und dreieinhalbjährig, äussert sich in einer ganzen Reihe entzückter Laute. Am Ende der Vorführung braucht es meine ganze Überredungskunst, um sie wieder aus dem Saal zu bringen.

Wir beschliessen unseren Besuch mit zwei Filmen. Der eine erläutert die technische Seite der Ausstellungsbilder, und der Fotograf berichtet von seiner Faszination für Flüsse, insbesondere für den Fluss Sense. Der andere erzählt davon, wie in der Schweiz Fischarten wie die Nase verschwinden. Dieser Film bekommt hier, am Ort der Ausstellung, einen tieferen Sinn: Durch das Abwasser einer einige Kilometer entfernten Mülldeponie ist die Saane mit PCB (polychlorierten Biphenylen) verseucht; und das Angeln ist teilweise untersagt in jenem Fluss, der gleich unterhalb des Museums durchfließt. **pm ■**

«Wasserwelten!» ist bis zum 3. Oktober 2010 im Naturhistorischen Museum in Freiburg zu sehen ([www.fr.ch/mhn](http://www.fr.ch/mhn)).

Michel Roggo



