



# horizonte

## Risikoforschung als Chance

Bedrohte Artengemeinschaften

Gefängnisärzte im rechtsfreien Raum

Weshalb Bauern sich mit Pestiziden vergiften

# Wer wagt, gewinnt?

**D**ie Wissenschaft als Innovationsquelle – diese Rolle hat ihr unsere Gesellschaft zugedacht. Wissenschaftliche Innovationen haben wesentlich zu unserer heutigen Lebensqualität beigetragen, zumindest im Westen. Manchmal bürden sie uns aber auch neue Probleme und Verantwortungen auf. Bilanz zu ziehen ist schwierig. Immerhin ist die heutige (westliche) Generation so reich wie keine zuvor, und noch nie in der gesamten Menschheitsgeschichte war



die Lebenserwartung so hoch. Trotzdem rufen Innovationen Ängste hervor, etwa gentechnisch veränderte Organismen (GVO) oder die Nanotechnologie. Nur die Launen eines verwöhnten Kindes? Oder nicht mehr als gesundes Misstrauen?

Innovationen bergen stets auch ein Risikopotenzial. Drohenden Gefahren können wir auf verschiedene Arten begegnen:

Wir können das, was mögliche Risiken – und Chancen – beinhaltet, ablehnen (Verweigerungsprinzip), oder wir können zuwarten, bis sich das Risiko bewahrheitet, und uns erst dann damit auseinandersetzen (Tatsachenprinzip). Zwischen diesen beiden Polen liegt das Vorsichtsprinzip. Es besteht darin, mögliche gravierende Risiken wissenschaftlich zu identifizieren, zu untersuchen und dann zu entscheiden. Doch das so gewonnene Wissen wird stets mit Unsicherheiten behaftet sein. Umso mehr, als es einfacher ist, das Vorhandensein als das Fehlen eines Risikos zu belegen. Wenn man sich dessen nicht bewusst ist, rückt das Vorsichtsprinzip in die Nähe des Verweigerungsprinzips, das nur ein Nullrisiko zulässt.

In der Schweiz gilt für den Anbau von GMO ein Moratorium, das die Forschung ausklammert. Trotzdem gibt es Kreise, die – ob aus Angst oder aus ideologischen Gründen – alle Forschung an GMO verbieten wollen, selbst Forschung über potenzielle Risiken. Weshalb sollten wir uns aber neue Erkenntnisse entgehen lassen, die zur laufenden Debatte darüber beitragen, ob der Einsatz zu hoch ist oder nicht?

Als Gedankenanstoss schlage ich Ihnen ein Zitat des Philosophen Lanza del Vasto vor: «Es gibt keine Freiheit ohne Risiko, deshalb ist es weise, etwas zu wagen.»

Philippe Morel  
Redaktion «Horizonte»



R. Weibezahl/alg-images

## Gefährdet: Die Beziehungen von Pflanzen und Insekten



18

Anahí Espínola

## Erinnert: Individuelles gegen kollektives Gedächtnis in Russland



Yevgenii Khaldai/Camera Press/Keystone

## Traditionsverhaftet: Warum Bauern sich mit Pflanzenschutzmitteln verhalten



Regina Schnell

26



**6**  
In der Risiko-  
gesellschaft  
wächst der  
Wunsch nach  
Absolution.



**22**

In vergiften



**schwerpunkt risiko**

**6 Der Preis ist heiss**  
Wir leben heute in der Risikogesellschaft. Die Menschheit hat die Möglichkeit, sich selbst zu vernichten. Doch nicht jede Gefahr wird als Risiko wahrgenommen. Und Risiken bergen auch Chancen, mit denen man Gefahren bannen kann.

**biologie und medizin**

- 18 Nie ohne meine Mücke**  
Die Klimaveränderung gefährdet die Beziehungen zwischen Insekten und Pflanzen.
- 20 Kinderlos lebts sich länger**  
Fruchtbarkeit löst Stoffwechselprozesse aus, die das Leben verkürzen.
- 21 Matrix reloaded, in Zellen**  
Mit künstlichem Blut Leben retten  
Darwin und die Dinosaurier, versöhnt

**gesellschaft und kultur**

- 22 Der Kampf um die Erinnerungen**  
In Russland folgen nicht alle Kriegserinnerungen der offiziellen Gedächtniskultur.
- 24 Referendum als Damoklesschwert**  
Die direkte Demokratie hat wenig Einfluss auf den Minderheitenschutz.
- 25 Umsteigen aufs Tram ist nicht einfach**  
Integration und Ausschluss  
«Greis (80) verursacht Unfall»

**technologie und natur**

- 26 Gefangen in der Tradition**  
Warum sich Bauern beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln vergiften.
- 28 Superkritisches Wasser**  
Jauche, stark erhitzt und unter hohem Druck, lässt sich leicht in Methan umwandeln.
- 29 Empfindliche Solarzellen nehmen mehr Licht auf**  
Klimawandel in der Steinzeit  
Terrestrischer Exoplanet, neu entdeckt

- 4 snf direkt**  
Die Ausstellung «Science suisse»
- 5 nachgefragt**  
Wieso muss man die Forschung am Menschen regeln, Frau Clarke?
- 13 im bild**  
Die erste Karte der Eidgenossenschaft
- 14 porträt**  
Mirjam Christ-Crain, Medizinerin und Latsis-Preisträgerin
- 17 vor ort**  
Im Regenwald untersucht ein Bioingenieur den Flug der Geckos.
- 30 im gespräch**  
Strafrechtlerin Brigitte Tag:  
«Der Strafvollzug ist eine Blackbox.»
- 32 cartoon**  
Ruedi Widmer
- 33 perspektiven**  
Denis Duboule über Tierversuche
- 34 wie funktioniert?**  
H<sub>2</sub>O, die blaue Kraft
- 35 für sie entdeckt**  
Die geheime Geschichte der biologischen Waffen



**Umschlagbild oben:**  
Nach einem Tornado, Illinois (USA), August 2009.  
Bild: Ted Schurter/SJ-R/AP/Keystone

**Umschlagbild unten:**  
Ausbruch des Kliuchevskoi-Vulkans, Russland 1994. Bild: Nasa

## Erfolgreiche Schweizer Jungforscher

Drei Schweizer Forscher haben im September 2009 beim Jungforscherwettbewerb der Europäischen Kommission (European Union Contest for Young Scientists) in Paris sehr gut abgeschnitten. Thomas Steinacher, Fabian Gafner und Damian Steiger gewannen neben verschiedenen Preisen auch die Nationenwertung und setzten sich somit am besten in Szene. Die drei Jungforscher hatten zuvor beim 43. Nationalen Wettbewerb der vom SNF mitfinanzierten Stiftung Schweizer Jugend forscht einen Sonderpreis gewonnen, der ihnen die Teilnahme in Paris ermöglicht hatte. Weitere Informationen: [www.sjf.ch/index.php?id=18&L=O](http://www.sjf.ch/index.php?id=18&L=O).

## Ausstellung «Science suisse»

Die internationale Wanderausstellung «Science suisse» führt in die faszinierende Welt der Wissenschaften. Sie bietet einen Überblick über den Forschungsplatz Schweiz und zeigt, womit sich hochstehende Forschung heute befasst. Die



Andri Pol

Palette reicht von Jugendgewalt über Klima und Genetik bis zur Hirnforschung. In der vom SNF lancierten Ausstellung porträtiert der Schweizer Fotograf Andri Pol 25 herausragende Forschende, die sich mit ihrer Arbeit über die Landesgrenzen hinweg einen Namen gemacht haben. Die Ausstellung läuft bis zum 6. Februar 2010 im Käfigturm in Bern. Programm mit Diskussionsrunden zu «Tierversuchen» und «Alternativenergien»: [www.kaefigturm.ch](http://www.kaefigturm.ch).

## Impulse für die Wirtschaft

Das Parlament hat im Rahmen der Massnahmen zur Stabilisierung der Wirtschaft dem SNF 10 Mio. Franken für den Wissens- und Technologietransfer in den Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS) zugeteilt. Der SNF hat dank dieser Mittel nun 28 zusätzliche Technologietransfer-Projekte für NFS bewilligt, von denen er sich kurz- und mittelfristige Impulse für die Wirtschaft erhofft. In den meisten Projekten geht es darum, Geräte, Systeme oder Methoden weiterzuentwickeln, die an der Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und praktischer Anwendung stehen.

## Forschung am Menschen: Die Position des SNF

Das Parlament hat Ende September den neuen Verfassungsartikel über die Forschung am Menschen verabschiedet. Nun steht hierzu die Volksabstimmung an (vgl. Interview Seite 5). Der

Schweizerische Nationalfonds unterstützt den Verfassungsartikel, denn er schafft eine Grundlage für gesamtschweizerisch einheitliche Bestimmungen zur Forschung am Menschen. Zudem wahrt der Artikel die Forschungsfreiheit und schränkt sie dort ein, wo sie die Würde oder Persönlichkeit der Menschen tangiert. Dies ist im Sinne des SNF, der sich zu einem verantwortungsvollen Umgang mit der Forschungsfreiheit bekennt.

## Korrigenda

Das Bild der in Newcastle tätigen Bioethikerin Jackie Leach Scully in «Horizonte» Nr. 82 (Seite 30) stammt vom Basler Fotografen Derek Li Wan Po, nicht wie angegeben von Severin Nowacki. Und die Berglandschaft auf den Seiten 6 und 7 der gleichen Ausgabe liegt nicht im Engadin, sondern im Berner Oberland.

## Unzeitgemässer Ansatz

Leserbrief zu «Horizonte» Nr. 82 (9. 2009)

*Ich habe mich sehr über den Bericht zum Forschungsprojekt von Christina Klockner gewundert. Dass es in der heutigen Zeit noch möglich ist, als Konklusio lautstark zu verbreiten: «Bitte liebe Frauen, liebe angehende Medizinerinnen, verhaltet euch einfach so, wie das geschlechtsspezifisch (sic!) von euch erwartet wird! Am besten lehren wir euch das gleich nochmals an der Uni, damit es bis in alle Ewigkeit tradiert bleibt.» Das scheint mir nun wirklich kein allzu zeitgemässer Ansatz zu sein. Ich bin keine radikale Feministin. Aber dies als der Weisheit letzten Schluss anzunehmen und nicht zumindest ansatzweise den Anspruch haben zu wollen, die Gesellschaft dahingehend zu verändern, dass diese eines Tages doch Ärzte und Ärztinnen gleichermaßen beurteilt oder meinetwegen von allen – also auch von den Ärzten – gleichermaßen verlangt «zu lächeln, leise zu sprechen oder sich zu den Patienten hinzuneigen», das kann ich fast nicht fassen.*

**Yvonne Mery, Basel**

### 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 rund 7000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, von denen die meisten höchstens 35 Jahre alt 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 besten unter ihnen werden vom SNF jährlich mit insgesamt rund 600 Millionen Franken unterstützt.

## horizonte

SCHWEIZER  
FORSCHUNGSMAGAZIN

Erscheint viermal jährlich  
auf Deutsch und Französisch.  
21. Jahrgang, Nr. 83, Dezember 2009

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 Personalförderung  
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](mailto: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, Korrektratorat

Übersetzung  
Weber Übersetzungen

Druck  
Stämpfli AG, Bern

Auflage  
18 500 deutsch, 10 200 französisch

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.



Pierre-Antoine Grisoni/Strates

# Endlich Transparenz

**Am 7. März kommt der Verfassungsartikel zur Forschung am Menschen vors Volk. Eine wegweisende Abstimmung, findet die Neurowissenschaftlerin Stephanie Clarke, nicht nur für die Forschung.**

## Wieso braucht es einen neuen Verfassungsartikel?

Weil damit schweizweit erstmals die Rechte und Pflichten rund um die Forschung am Menschen einheitlich und lückenlos geregelt werden. Der Verfassungsartikel tut dies in einer guten Balance zwischen dem Schutzanspruch der beteiligten Menschen und dem Recht auf Forschungsfreiheit.

## Die neue Regelung ist auf die Biologie und die Medizin beschränkt, in der Sie selbst ja auch forschen. Stört Sie das nicht?

Mich dünkt dieser Fokus richtig. Denn bei biologischen und medizinischen Untersuchungen an Menschen wird vielleicht Blut entnommen oder es werden technisch aufwändige Messungen durchgeführt. Das ist invasiver als beispielsweise eine sozialwissenschaftliche Erhebung, bei der ein Fragebogen ausgefüllt werden muss.

## Sozialwissenschaftliche Studien sind nie heikel?

Natürlich gibt es Grenzbereiche: Eine sozialwissenschaftliche Erhebung kann auch persönliche Fragen umfassen, die besondere Sensibilität erfordern. Doch insgesamt wird die biologische und die medizinische Forschung am Menschen als heikler wahrgenommen. Hier geht es ja auch um Forschung mit menschlichen

Zellen, Organen oder Daten aus Biobanken, von Verstorbenen oder von Föten und Embryonen. Dies wirft in der Tat ethische Fragen oder auch Datenschutzfragen auf, die unbedingt klar und einheitlich geregelt werden sollen.

## Umstritten ist auch die Frage, ob fremdnützige Forschung an Urteilsunfähigen erlaubt sein soll. Warum finden Sie das richtig?

Nehmen Sie zum Beispiel Patienten im Koma. Sie sind nicht urteilsfähig, können

### Artikel 118 b

Der Verfassungsartikel beauftragt den Bund, Vorschriften zur Forschung am Menschen zu erlassen, wobei einerseits die menschliche Würde und Persönlichkeit, andererseits die Forschungsfreiheit zu wahren sind. Für Forschung in Biologie und Medizin gilt: Der Personenschutz ist bei jedem Forschungsprojekt unabhängig zu überprüfen; die Teilnehmenden müssen über das Projekt aufgeklärt sein und einwilligen; ihre Risiken und Belastungen dürfen nicht im Missverhältnis zum Projektnutzen stehen; mit urteilsunfähigen Personen darf nur geforscht werden, wenn Gleichwertiges mit Urteilsfähigen nicht möglich ist und wenn im Fall von fremdnütziger Forschung die Belastungen und Risiken minimal sind.

nicht antworten. Dennoch ist es wichtig, auch mit ihnen neue Therapien zu erforschen. Sonst gibt es für künftige Kompatienten keinen medizinischen Fortschritt, das ist der springende Punkt. **Verändert der Verfassungsartikel die gängige Forschungspraxis?**

Nein, er schafft vor allem Transparenz und Klarheit. Doch das Bundesgesetz, das – nach einem Ja im März – noch zu diskutieren sein wird, enthält im Entwurf einige wichtige Neuerungen. So beispielsweise soll für Forschungen mit Biobank-Proben nur noch beim ersten Mal und nicht mehr für jede weitere Verwendung eine Einwilligung nötig sein; dies wäre für die Forschenden – und oft auch für die Spender oder ihre Angehörigen – eine enorme Erleichterung. Einen Fortschritt verspreche ich mir vom neuen Gesetz auch im Umgang mit den immer öfter verlangten multizentrischen Studien, die zum Beispiel alle Universitätsspitäler einschliessen. Die heutige aufwändige Begutachtung solcher Studien durch die kantonalen Ethikkommissionen und weitere Prüfstellen soll besser koordiniert werden.

## Soll sich auch die Zusammensetzung der Ethikkommissionen ändern?

Ich finde es wichtig, dass in Ethikkommissionen nicht nur Sachverständige aus dem Gesundheitsbereich, aus Recht und Ethik vertreten sind, sondern explizit auch Forschende. Nur so kann es wirklich eine Diskussion über Möglichkeiten und Grenzen der Forschung am Menschen geben. ■

### Interview Anita Vonmont

Stephanie Clarke, Professorin für Neuropsychologie an der Universität Lausanne und Chefärztin am Lausanner CHUV, präsidiert die Abteilung Biologie und Medizin des Forschungsrats des SNF.

# Der Preis ist

Wir leben heute in der Risikogesellschaft. Die Menschheit hat die Möglichkeit, sich selbst zu vernichten. Doch nicht jede Gefahr wird als Risiko wahrgenommen. Und Risiken bergen auch Chancen, mit denen man Gefahren bannen kann.

# heiss

Is es gefährlich, über ein gespanntes Seil zu gehen? Eigentlich schon, aber es kommt drauf an. Die Frage zieht weitere nach sich: Auf welcher Höhe bewegt sich der Seiltänzer? Welche Distanz muss er zurücklegen? Wie ist der Untergrund beschaffen?

Die Grundfrage gilt einer Aktivität und der damit verbundenen Gefahr: Hinunterfallen. Mit den Rückfragen lässt sich das Risiko einschätzen. Vom Geschick des Seiltänzers hängt die Wahrscheinlichkeit des Sturzes ab. Sie bemisst sich nach der Anzahl Fehlritte pro tausend Schritte. Die Seillänge bestimmt, wie lange er gefährdet ist. Wenn die Sturzwahrscheinlichkeit bei jedem Schritt gleich ist, nähert sich der Seiltänzer statistisch gesehen mit jedem erfolgreichen Schritt dem Fehltritt. Seilhöhe und Untergrund sind entscheidend für die Folgen eines Sturzes.

Sobald ein Risiko identifiziert ist, können Strategien zu seiner Verminderung entwickelt werden: Geschicklichkeit verbessern, Balancierstange zu Hilfe neh-

men (Sturzgefahr senken), Strecke verkürzen (Exposition verringern), sich mit einem Gurt sichern, Matten darunter legen oder Seil tiefer spannen (Sturzfolgen entschärfen).

Der Seiltänzer lebt von seinen Auführungen. Wer wagt, gewinnt. Eine ähnliche Situation ist in dicht besiedelten Vulkangebieten anzutreffen. Zwar droht ein Vulkanausbruch, aber es locken reiche Ernteerträge. Ein unmittelbarer Nutzen steht einer Gefahr gegenüber, die erst morgen, in zehn, vielleicht in tausend Jahren konkret wird. – Dies ist eine von mehreren möglichen Risikodefinitionen. Im Schwerpunkt dieses Dossiers zeigt ein Kulturhistoriker, dass sich die Risikowahrnehmung im Laufe der Zeiten wandelt. Unsere «Risikogesellschaft» ist ein spezifisch modernes Phänomen. Zwei weitere Beiträge beleuchten die Psychologie des Konsumenten bei seinem Risikoverhalten sowie die Chancen und Risiken der Nanotechnologie. pm



**Forschung zwischen Risiko und Chance:**

Genveränderter Monsanto-Mais; Waschmittel mit gentechnisch hergestellten Enzymen; gentechnisch hergestelltes Human-Insulin; Labor der Syngenta (von unten nach oben). Bilder: Orjan F. Ellingvag/Dagens Næringsliv/Corbis/Specter; Studio25, LoD; AJ Photo/SPL/Keystone; Gaetan Bally/Keystone

# Zuerst der Nutzen, dann das Vertrauen

Konsumentinnen und Konsumenten sehen in den bisher entwickelten gentechnisch veränderten Pflanzen keinen Nutzen. Deshalb sprechen sie nur über deren Risiken.

VON ORI SCHIPPER

**E**s klingelt an der Tür. «Guten Tag! Wir möchten Ihre Einstellungen zur Gentechnik in Erfahrung bringen.»

Die Forschenden um Michael Siegrist, Professor für Konsumentenverhalten an der ETH Zürich, scheuten keinen Aufwand, um der Bevölkerung im Norden von Zürich-Affoltern den Puls zu nehmen. Dort ist die Wahrscheinlichkeit am grössten, dass sich viele Leute bereits mit den Chancen und Risiken von gentechnisch veränderten Pflanzen auseinandergesetzt haben. Denn das Versuchsfeld Reckenholz – eines der schweizweit nur zwei Felder, auf denen diese Pflanzen zu Forschungszwecken in der freien Natur wachsen – steht gleich vor ihrer Haustür.

**Vielfältige Anwendungen**

Um herauszufinden, inwiefern die Anwohner von Reckenholz gentechnische Anwendungen akzeptierten und welche Vorbehalte sie diesbezüglich hatten, baten die Forschenden etwas mehr als 700 Personen während der je einstündigen Interviews, 29 vorgedruckte Kärtchen zu ordnen. Auf jedem Kärtchen war eine gentechnische Anwendung aufgeführt, deren Nutzen und Risiko ebenfalls einzuschätzen waren. Die vorgeschlagenen Anwendungen reichten von Insulin herstellenden Bakterien über gentechnisch veränderte Schweine, die menschliche Ersatzorgane liefern sollen, bis zum an der ETH entwickelten, Mehltau-resistenten Weizen, der im Labor Pilzkrankheiten widerstanden hat und nun auf dem Versuchsfeld geprüft wird.

«Wir haben ihnen keinerlei Vorgaben gemacht, ausser dass die Kärtchen am Schluss mehr als eine und weniger als 29 Gruppen bilden müssen», sagt Siegrist.

Trotzdem reihten viele Leute die in vielen Fällen noch nicht realisierten Anwendungen ähnlich ein. So sind – rein aufgrund von Mehrheitsmeinungen – vier plausible Kategorien entstanden:

- Medizinische Anwendungen: Darunter fällt das Insulin aus Gentech-Bakterien genauso wie diagnostische Gentests oder Gentherapien gegen Krebs.
- Anwendungen bei Tieren: Die Schweine für die menschlichen Ersatzorgane fielen zusammen mit gentechnisch verändertem Lachs, der schneller wächst, und mit Kühen, deren Milch laktosefrei aus dem Euter fliesst.
- Landwirtschaftliche Anwendungen bei Pflanzen: In diese Gruppe gehören neben dem in Reckenholz untersuchten Weizen auch herbizidresistente Kulturpflanzen (mit der kommerziell bisher erfolgreichsten Variante, dem «Round-up Ready»-Soja).
- Biotechnologische Anwendungen: In dieser Gruppe landeten schliesslich verschiedene gentechnisch veränderte Organismen, die keinen medizinischen oder landwirtschaftlichen Nutzen aufweisen. Die Anwohner des Versuchsfeldes gruppierten Gentech-Lab zur Käseproduktion mit Pflanzen zur Gewinnung von Bio-Diesel und Bakterien, die Enzyme für Waschpulver liefern.

Erstaunlicherweise widerspiegeln diese Gruppierungen aber nicht, wie riskant die Bevölkerung rund um Reckenholz die verschiedenen Gentech-Anwendungen einschätzt. Damit folgen die Leute offenbar nicht der Logik, welche die öffentliche Debatte prägt, denn in den Medien stehen vor allem die Risiken von gentechnisch veränderten Pflanzen im Fokus. Die Klassifizierungen korrelieren stark mit dem mehr oder weniger grossen Nutzen,



**Entscheidende Gefühlsfaktoren:** Von ihnen hängt die Akzeptanz neuer Technologien ab (Forschende pflanzen im zürcherischen Reckenholz gentechnisch veränderte Weizensetzlinge). Bild Gaetan Bally/Keystone

den die Anwohner des Versuchsfeldes in den verschiedenen gentechnischen Anwendungen sehen. «Die Leute lassen sich nicht von der Angst leiten, sondern scheinen rational mit gentechnischen Anwendungen umzugehen. Wenn sie diese ordnen, orientieren sie sich primär an deren Nutzen», erklärt Siegrist.

Am nützlichsten werteten die Anwohner des Versuchsfeldes die medizinischen Anwendungen; bei gentechnischen Anwendungen in der Landwirtschaft, bei Tieren oder in der Biotechnologie sahen sie keinen Nutzen, von dem sie unmittelbar profitierten. Michael Siegrist, der sich allgemein für die Akzeptanz neuer Technologien interessiert, sieht hierin den Hauptunterschied zwischen der Risikowahrnehmung bei genetisch veränderten Pflanzen und bei elektromagnetischen Strahlungen. Denn der Nutzen beispielsweise von Handys sei offensichtlich und direkt erfahrbar, was die Risiken in den Hintergrund rücke.

Ob neue Technologien akzeptiert werden und sich durchsetzen, hänge vor allem von Gefühlsfaktoren ab, sagt Siegrist. Wer sich in der Debatte um gentechnisch veränderte Pflanzen eine Meinung

macht, muss sich entscheiden, ob er mehr den Argumenten der Agrarindustrie oder den Gegenargumenten kritischer NGOs Gehör schenkt. Letztlich reduziert sich diese Wahl jedoch auf die Frage, wem man mehr vertraut. Siegrist unterscheidet drei Aspekte des Vertrauens, von denen jeder ein wichtiger Faktor für die Akzeptanz neuer Technologien ist: Erstens müsse die Bevölkerung darauf vertrauen, dass die die neue Technologie entwickelnden Leute über das dafür notwendige Wissen und Können verfügen. Zweitens, dass diese Leute die gleichen Wertevorstellungen hätten und sich beispielsweise um Umwelt und Gesundheit sorgten. Und drittens, dass diese Leute ehrlich kommunizierten und beispielsweise nichts verheimlichten.

#### Widersprüchliche Argumentation

Eine widersprüchliche Argumentationsweise sei nicht vertrauensfördernd, sagt Siegrist. «Und gerade hier hat die Agrarindustrie ein Problem.» Denn einerseits beharrten Unternehmen wie Monsanto

oder Syngenta darauf, dass Gentechnik nichts Neues, sondern eine moderne Spielart der Züchtung sei, deren Jahrtausende alte Praxis die heutigen Nutzpflanzen hervorgebracht habe. Andererseits aber patentierten sie ihre Zuchterzeugnisse. «Im Zusammenhang mit geistigem Eigentum bezeichnen die

### Der Nutzen von Handys ist direkt erfahrbar.

Unternehmen ihre gentechnisch veränderten Pflanzen als grundlegend neue Erfindungen», sagt Siegrist. Zudem verkauften die Unternehmen diese

Pflanzen den Bauern nur unter der Auflage, dass diese daraus kein eigenes Saatgut gewannen, sondern es jedes Jahr neu bei den Unternehmen bestellten. Dies komme einer Entmachtung der Bauern gleich, was das Misstrauen vieler Kritiker weiter nähre.

Siegrist ist jedoch überzeugt, dass das fehlende Vertrauen im Vergleich zum fehlenden direkt erfahrbaren Nutzen nur zweitrangig ist. «Sobald gentechnisch veränderte Produkte mit offensichtlichen Nutzen auf dem Markt zu kaufen sind, setzen sie sich durch und beenden die aktuelle Gentechnik-Debatte», sagt er. ■

# Sünde und Strafe

Die Welt wird mehr denn je von Katastrophen bedroht. Mit wissenschaftlicher Hilfe will man die Risiken abwenden. Das ist nicht so rational, wie es scheint.

VON URS HAFNER

Die Welt sieht sich mit immer mehr Bedrohungen konfrontiert: mit Epidemien, Finanzkrisen, Atomsprengeköpfen – und natürlich der Klimakatastrophe. Die meisten sind menschlichen Ursprungs und global. Dadurch unterscheiden sie sich von früheren Gefährdungen menschlichen Lebens: Während beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, an Hunger oder kurz nach der Geburt zu sterben, dank Industrialisierung und medizinischem Fortschritt wenigstens in der westlichen Welt gegen Null gesunken ist,

tangieren die Auswirkungen der Klimaerwärmung heute die ganze Welt.

Der Münchner Soziologe Ulrich Beck gab schon 1986 (im Jahr der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl) zu bedenken, dass die Menschen das erste Mal in ihrer langen Geschichte mit der «Herausforderung der entscheidungsabhängigen, industriellen Selbstvernichtungsmöglichkeit allen Lebens auf Erden konfrontiert» seien. Deshalb lebten wir, wie Beck mit seiner so eingängigen wie erfolgreichen Begriffsschöpfung konstatierte, in der «Risikogesellschaft». Diese beunruhigende Diagnose verlangte und verlangt

mehr denn je nach Massnahmen. Auch wenn Umweltschutzorganisationen der Ansicht sind, die Politik müsste die Probleme viel schneller und entschlossener angehen – zunehmend scheint sich ein vernünftiger Umgang mit den Risiken durchzusetzen. Die Gesellschaft suche durch «rationale Kalkulation», wie der Soziologe Niklas Luhmann 1991 bereits analysierte, als untolerierbar erachtete Schäden beziehungsweise die diese verursachenden Handlungen zu vermeiden, während sie die als tragbar eingestuften weiterhin zulasse.

## Heulende Winde, bebende Erde

Nach Luhmann ersetzt die rationale Kalkulation des Risikos «alle kosmologischen Limitationen, Wesenskonstanten und Geheimnisse der Natur», die in früheren Kulturen Geltung gehabt hätten. Was heute Risiko heisst, war einst die Domäne des Himmels, der heulenden Winde und bebenden Erde. Mit Opfern suchten die

**Gerettet:** Gläubige erhoffen sich von Reliquien den Schutz vor Katastrophen (nach einem Erdbeben geborgene Heiligenstatue, Sizilien 1968). Bild: Philip Jones Griffiths/Magnum



Menschen die gefürchteten Naturmächte zu besänftigen. Noch die Vormoderne deutete Naturkatastrophen und Unglücke wie etwa Stadtbrände theologisch als überweltliche Manifestationen. Während der Protestantismus eher dazu neigte, etwa in einem Erdbeben Gottes Wirken zu sehen, der seine Macht als Herr der Natur demonstrierte, sah der Katholizismus den Teufel am Werk. In beiden Fällen jedoch rief das Unglück in den Augen der Priester nach mehr menschlicher Andacht und Frömmigkeit.

Das ist heute anders. Die Politik schliesst Klimaverträge ab, die eingehalten werden (oder auch nicht). Die Wissenschaften beschäftigen sich vermehrt mit Risikoforschung; so will die ETH Zürich in den nächsten Jahren mit 50 Millionen Franken ein weltweit führendes Zentrum für integrative Risikoforschung und -management aufbauen. Der ökologisch sensibilisierte Bürger schliesslich bemüht sich im Alltag redlich, den Abfall nach vorgegebenen Kriterien zu trennen und im Winter die Raumtemperatur nicht zu hoch ansteigen zu lassen.

Die These des zunehmend rationalen Umgangs mit steigenden Risiken erachtet der Genfer Historiker François Walter jedoch als unplausibel: «Der heutige Umgang mit den sogenannten Risiken erscheint rational, zumal er wissenschaftlich untermauert auftritt, ist aber im Grunde höchst irrational.» Er zieht gleich mehrere Parallelen: Habe man früher auf dem Gebiet der Sexualität gesündigt, indem man bestimmte Gebote und Normen übertreten habe, so vergehe man sich heute auf dem Feld der Ökologie: «Wer seinen Abfall falsch oder gar nicht trennt, lädt eine moralische Schuld auf sich.»

Um die Seele zu entlasten, greife man gar auf das bewährte vorreformatorische Mittel des Ablasses zurück: Wer fliegen, sich aber nicht schuldig machen möchte, kaufe sich vorher das Zertifikat der CO<sub>2</sub>-Neutralität, sagt Walter. Die wissenschaftliche Expertise habe die Astrologie abgelöst, die Versicherungsprämie das Opfer, an die Stelle der Propheten seien die Naturwissenschaftler getreten: «Wir leben heute im Zeitalter des Ökopessimismus, in

## Klimaforscher warnen vor dem Wachstum der Gletscher.



**Kann gegen ein schlechtes Gewissen helfen:** Ablasshandel – früher für den Vatikan (kolorierter Holzschnitt, 1510), in moderner Form etwa für klimaverträgliche Flüge. Bild: akg-images

einer Ära der Angst vor Naturkatastrophen.» In diesem Punkt würden wir uns kaum von den Gesellschaften unterscheiden, die sich um das Jahr 1000 vor dem Weltende und dem göttlichen Gericht fürchteten. In der Klimaerwärmung sieht François Walter einen weiteren Beleg dafür, dass wir keineswegs in einer aufgeklärten Zeit leben: «Die Klimaerwärmung hat den Status eines theologischen Dogmas inne.»

Wer nicht an sie als eine unwiderrufliche Tatsache glaube, sei ein Häretiker. Dabei gebe es in der Wissenschaft keine absoluten Wahrheiten; jedes Wissen sei immer nur ein vorläufiges. Man dürfe die wissenschaftlichen Hypothesen nicht mit der Realität verwechseln. Der Historiker erinnert an ein Phänomen, das sowohl die Naturwissenschaften als auch die Medien schlicht vergessen hätten: Noch in den siebziger Jahren habe man sich vor dem «global cooling» gefürchtet.

Damals kamen Klimaforscher zum Schluss, dass anthropogene Aerosol-Emissionen eine globale Abkühlung des Klimas verursacht hätten und weiter verursachen würden. Manche prognostizierten das Absinken der globalen Durchschnittstemperatur um drei Grad Celsius und warnten vor einer neuen Eiszeit. Waren diese Hypothesen innerhalb der Wissenschaftswelt umstritten, griffen die Medien diese apokalyptischen Szenarien um so begieriger auf. Der «Spiegel»

schrieb 1974 von einer «Katastrophe auf Raten» und der «Vereisung in den Alpen» (die Gletscher würden wieder wachsen), 1975 titelte die «New York Times», dass ein «major cooling» unabwendbar sei.

### In Erwartung der Bestrafung

François Walter leugnet die noch nie dagewesene Bedrohung unseres Planeten – sei es durch die Erwärmung der Erdatmosphäre oder nukleare Sprengköpfe – keineswegs. Er ist kein Klimaskeptiker und erachtet die Ergreifung von Massnahmen gegen die Erwärmung als dringlich. Der Historiker ist vielmehr ein Skeptiker, der die wichtigste Aufgabe der Geisteswissenschaften in ihrer aufklärerischen Rolle sieht.

Die «Risikogesellschaft» ist eine Gesellschaft, die sich in nie dagewesenem Masse mit neuen, global drohenden Gefahren auseinandersetzen muss. Aber die «Risikogesellschaft» ist auch eine Gesellschaft, in der religiöse Impulse wie das Tabu und die Sünde wieder an Einfluss gewinnen. In der scheinbar säkularisierten «Risikogesellschaft» werden die Konturen einer spirituellen Gesellschaft sichtbar, in der sich die Menschen nach wie vor in religiösen Dimensionen mit dem Sinn des Lebens beschäftigen, mit der Angst vor der Sünde, mit der Lust an der Übertretung, in Erwartung der Bestrafung. ■

François Walter: *Catastrophes, une histoire culturelle: XVIIe-XXIe siècle*. Editions du Seuil, Paris 2008.



**Die Öffentlichkeit besser informieren:** Ob mit Nanotechnologie hergestellte Sonnencremes gefährlich sind, ist noch umstritten. Bild: Roberto Pfeil/AP/Keystone

## «Nicht die gleichen Fehler machen»

Ab 2010 untersucht ein neues Nationales Forschungsprogramm die Nanotechnologie. Peter Gehr, der Leiter, über Risikoforschung und Lehren, die man aus der Gentechnologie-Debatte gezogen hat.

VON ROLAND FISCHER

Annette Bouteiller



**Herr Gehr, haben Sie keine Angst vor einem Grabenkampf wie in der Gentechnologie – hier die euphorischen Technologen, da die ewigen Kritiker?**

Das wollen wir vermeiden. Das Forschungsprogramm ist explizit so angelegt, dass alle beteiligten Gruppen beides machen müssen, Technologie- wie Risikoforschung. Wer Risikoforschung betreibt, soll auch daran denken, was für Chancen eine Technologie bietet – und umgekehrt. **Eine Lehre aus der ideologisch aufgeladenen Gentechnologie-Debatte?**

Ja, wir versuchen, nicht dieselben Fehler zu machen. Wobei ich auch hoffe, dass die Diskussion weniger aufgeladen sein wird, weil die Nanotechnologie emotional weniger tief berührt als die Gentechnik.

**Haben Sie keine Bedenken, dass ein Forscher, der an einer heissen Idee arbeitet, mögliche Risiken lieber vom Tisch wischt?**

Nein, die Risikoforschung wird seriös gemacht werden, da habe ich keine Angst. Nochmals: Wer an einer Technologie arbeitet, muss auch möglichen damit verbundenen Risiken nachgehen, so sind die Vorgaben des Forschungsprogramms.

**Lässt sich die Frage, ob Nanopartikel gefährlich sind, nach diesem Forschungsprogramm abschliessend mit Ja oder Nein beantworten?**

Es mag im Hinblick auf die limitierten Mittel hoch gegriffen sein, aber das Pro-

gramm sollte wichtige Fakten für eine differenzierte Diskussion über das Gefahrenpotenzial von Nanopartikeln liefern. Nanopartikel sind nicht als solche gut oder schlecht. Sie kommen ja auch in der Natur vor. Das Ziel ist herauszufinden, in welcher Form synthetische Nanomaterialien aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften tatsächlich eine Gefährdung von Mensch und Umwelt bedeuten können.

**Schüren Sie da nicht falsche Erwartungen? Das derzeit laufende Schwesterprogramm zu Chancen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen (GVOs) wird keine abschliessende Antwort zur Gefahrenlage geben können.**

Natürlich wird bei den GVOs nicht jede Frage in letzter Konsequenz und abschliessend beantwortet werden können. Doch wird man mehr wissen und die Öffentlichkeit deshalb besser und vielleicht etwas beruhigender orientieren können. Dasselbe erhoffen wir uns von unserem Forschungsprogramm.

**Für die Freisetzung von GVO gilt in der Schweiz ein Moratorium, solange die Risiken erforscht werden. Wäre es denkbar, ein solches auch über Nanoprodukte zu verhängen?**

Das wäre meines Erachtens nicht sinnvoll. Bei vielen Nano-Entwicklungen geht es nicht um gesundheitliche oder umweltbelastende Aspekte, sondern um rein technologische Fortschritte. Über Risiken muss man sprechen, wenn es um bestimmte Nanomaterialien geht wie kleinste Partikel in Nanomedizin einsetzen will und von denen man weiss, dass sie allenfalls Zellen schädigen können. Da sind vorerst sorgfältige Abklärungen nötig.

**Und die Langzeitriskiken? Heisst es da einfach abwarten und wachsam sein oder gibt es Vorwarnsysteme?**

Tatsächlich entwickeln sich viele Krankheitsbilder, die uns im Zusammenhang mit Nanopartikeln womöglich Sorgen bereiten könnten, in Zeiträumen von mehreren Jahren bis Jahrzehnten. Aber wir haben glücklicherweise experimentelle Möglichkeiten – mit Zellkulturen zum Beispiel oder im Tierversuch –, um auch solche Gefahren vorab zu erforschen. ■

Peter Gehr lehrt am Institut für Anatomie der Universität Bern, dessen geschäftsführender Direktor er ist.

### Als die Rigi in Jerusalem stand

Albrecht von Bonstetten, Dekan des Klosters Einsiedeln, zeichnet 1480 die erste Karte der Eidgenossenschaft. Auf den ersten Blick zeigt sie wenig: drei von einem Streifen Land und einem blauen Meeresband umgebene Berge. Beschriftet ist die Karte mit den vier Himmelsrichtungen (Oriens, Meridies, Occidens, Septentrio), den acht damals die Eidgenossenschaft bildenden Orten (Uri, Schwyz, Unterwalden, Luzern, Glarus, Zürich, Zug, Bern) sowie der Rigi (Regina mons). Die Wissenschaft hat Bonstettens Darstellung, die

in seiner «Superioris Germaniæ Confœderationis Descriptio» erschien, lange wenig beachtet. An der modernen Kartografie gemessen wirkt sie reichlich unbeholfen. Die Historikerin Martina Stercken zeigt nun, dass Bonstetten das heterogene Gebilde der Eidgenossenschaft – primär gegenüber den auswärtigen Mächten – als einheitlichen Raum und politische Grösse in Szene setzt und ihr einen Platz in der Welt- und Heilsordnung gibt, indem er an die Tradition der mittelalterlichen Weltkarten anknüpft. Diese stellen die

bewohnte Welt als Kreis dar, dessen Mitte Jerusalem bildet, das Zentrum der Christenheit. Wenn Bonstetten also Jerusalem durch die dreigipflige Rigi und die Welt durch die Eidgenossenschaft ersetzt, verleiht er letzterer eine heilsgeschichtliche Dimension: Ihre Existenz ist gottgewollt. **uha** ■

Die Karte ist abgedruckt in: Christian Kiening, Martina Stercken (Hg.): *SchriftRäume. Dimensionen von Schrift zwischen Mittelalter und Moderne*, Chronos-Verlag, Zürich 2008.  
Bild: Bibliothèque nationale de France



# Die Entschlüsslerin von Krankheitszeichen

VON ORI SCHIPPER  
BILDER DEREK LI WAN PO

**Die diesjährige Latsis-Preisträgerin Mirjam Christ-Crain misst den Gehalt an Stresshormonen im Blut. Damit kann die Endokrinologin den Verlauf von Lungenentzündungen oder Schlaganfällen vorher-sagen und deren Behandlung anpassen und vereinfachen.**

**M**ira Katan, Assistenzärztin am Universitätsspital Basel, ist von ihrer Mentorin Mirjam Christ-Crain hell begeistert: «Sie ist eine Überfliegerin, clever und unglaublich effizient.» Diese Eigenschaften haben wohl dazu beigetragen, dass Christ-Crain schon mit 34 Jahren eine eigene Forschungsgruppe leitet. Damit ist sie als junge Frau, und dazu noch mit einer Familie, schweizweit eine Ausnahmeerscheinung.

Für ihre Arbeit wurde Christ-Crain denn auch schon früh ausgezeichnet, etwa mit dem Maturapreis ihres Gymnasiums in Basel. Später folgten der Amerbachpreis der Universität Basel für die beste Habilitation der medizinischen Fakultät und verschiedene wissenschaftliche Preise wie die Forschungspreise von Pfizer und Viollier im Jahr 2005 und aktuell der diesjährige Nationale Latsis-Preis, den der Schweizerische Nationalfonds im Auftrag der Latsis-Stiftung vergibt.

## Nur noch halb so viel Antibiotika

Doch Christ-Crain sind diese Erfolge nicht in den Kopf gestiegen. Von Überheblichkeit keine Spur, wie sie in einem kleinen Büro an der Klinik für Endokrinologie des Universitätsspitals Basel ansetzt, um ihre Motivation zu erklären: In ihren Forschungsprojekten suche sie eindeutige Antworten auf klinisch relevante Fragen. Begonnen hat sie damit im Jahr 2002. Sie wollte herausfinden, wann Lungenentzün-

dungen sinnvollerweise mit Antibiotika behandelt werden sollten und wann nicht. Antibiotika töten bakterielle Erreger ab, sind aber gegen Viren wirkungslos. Trotzdem setzten die Ärzte bis vor kurzem zu oft Antibiotika ein, um auf Nummer sicher zu gehen, denn die Symptome von bakteriell oder viral verursachten Lungenentzündungen sind nahezu identisch. Unter der

«Mit einem 100-Prozent-Pensum blieben für die Forschung nur die Abende und Wochenenden.»

Leitung von Beat Müller kam dann Christ-Crain auf die Idee, im Blut solcher Patienten nach Merkmalen zu suchen, mit denen sich bakterielle und virale Atemwegsinfektionen unterscheiden lassen. Sie fand ein bestimmtes Eiweiss (namens Procalcitonin), das der Körper vor allem bei bakteriellen und viel weniger bei viralen Entzündungen ins Blut ausschüttet. Seither sorgt die routinemässige Messung des Procalcitonin Gehalts im Blut dafür, dass nur noch halb so viele Antibiotika eingesetzt werden. «Dies entlastet nicht nur die Krankenkassen, sondern es hilft auch, Nebenwirkungen zu vermeiden und dem Auftreten resistenter Keime entgegenzuwirken», sagt Christ-Crain.

In ihren ersten zweieinhalb Jahren am Universitätsspital Basel erledigte sie ihre

Studien quasi nebenbei: «Mit einem 100-Prozent-Pensum in der Klinik blieben für die Forschung nur die Abende und die Wochenenden übrig. Es war eine sehr intensive, aber auch schöne Zeit.» Danach zog es sie ins Ausland, wo sie sich intensiver mit der Forschung beschäftigen konnte. Am St.-Bartholomew's-Spital in London stiess sie zur Gruppe von Ashley Grossman und untersuchte, inwiefern Stress den Verlauf von Lungenentzündungen beeinflusst.

Sie entwickelte einen Test, um die Konzentration von Stresshormonen im Blut zu messen, und konnte zeigen, dass Patienten mit einem erhöhten Stresspegel einen schlechteren Krankheitsverlauf und ein erhöhtes Sterberisiko aufweisen. «Diese Art Forschung finde ich faszinierend. Aber das Labor kann nicht mein Hauptstandbein sein: Mir würde der Kontakt mit den Patienten zu stark fehlen», sagt Christ-Crain.

Unter der Woche arbeitet sie in London intensiv an ihren Projekten und bereitet ihre Habilitation vor. An den Wochenenden reist entweder sie nach Basel, oder ihr Mann kommt sie besuchen. Wegen seines Architekturbüros, das er in Basel mit einem Partner führt, konnte ihr Mann nicht mit ihr nach London ziehen. So verbringen sie zwei Jahre, bis es höchste Zeit wird, wieder heimzukehren, denn nun geht es Schlag auf Schlag: Christ-Crain habilitiert an der Universität Basel und bringt unmittelbar danach ihr erstes Kind zur Welt.

Heute sind es zwei, ein Junge und ein Mädchen. Christ-Crain spricht von einem Spagat, den sie zwischen ihren familiären und beruflichen Pflichten schaffen müsse. Sie verschweigt auch nicht die Angst, die sie manchmal beschleicht, dass sie beim



Versuch, alles unter einen Hut zu bringen, nichts richtig mache. «Doch wenn man das, was man macht, mit Freude macht, erreicht man manchmal vermeintlich Unmögliches. Ebenso wichtig ist aber auch ein gutes Umfeld», sagt Christ-Crain. Daheim unterstützen sie die Eltern und eine Kinderfrau, und im Spital hat sie inzwischen «ein tolles Team» aufgebaut.

Mit diesem grossmehrheitlich aus Frauen bestehenden Team ist es Christ-Crain gelungen, frühzeitige Aussagen über den Krankheitsverlauf von Patienten mit Lungenentzündung oder mit Schlaganfall zu machen. Diese auf den ersten Blick völlig unterschiedlichen Krankheiten können beide einigermassen glimpflich oder aber lebensgefährlich verlaufen, ohne dass dies aufgrund von äusserlichen klinischen Zeichen ersichtlich wäre. Christ-Crains Team aber wirft einen genaueren Blick auf das Geschehen im Körperinneren.

## «Wenn man das, was man macht, mit Freude macht, erreicht man manchmal vermeintlich Unmögliches.»

Bei einer Krankheit reagiert der Körper mit der Ausschüttung von Stresshormonen. «Der Stresslevel sollte nicht zu hoch, aber auch nicht zu tief sein», sagt Christ-Crain. Denn ein zu hoher Gehalt an namentlich Cortisol hemmt die Immunantwort des Körpers. Umgekehrt hilft aber ein Mindestmass an Stresshormonen dem Körper, die für ihn sehr belastende Krankheit zu überstehen. «Wenn wir also den Gehalt an Stresshormonen im Blut messen, erhalten wir Aufschluss über den Schweregrad und den Verlauf der Lungenentzündung oder des Schlaganfalls», sagt Christ-Crain.

Damit erarbeitet das Team Entscheidungsgrundlagen für Ärzte. Denn anhand eines beständig hohen oder aber sehr tiefen Stresshormongehalts können Ärzte diejenigen Patienten ausfindig machen, die eine intensive Betreuung und Überwachung benötigen. Die anderen Patienten



genäsen schnell und könnten rasch nach Hause entlassen werden, sagt Christ-Crain.

Dass körpereigene Substanzen Aufschluss darüber geben können, wie sich eine Krankheit entwickeln wird, eröffnet dem Arbeitsgebiet von Christ-Crain, der Endokrinologie oder der Lehre von den Hormonen, neue Perspektiven. Die Ärztin bezeichnet ihr Tätigkeitsfeld denn auch als «erweiterte Endokrinologie», weil sie sich nicht nur für Diabetes oder Schilddrüsenerkrankungen interessiert, mit denen sich Endokrinologinnen typischerweise beschäftigen.

### Mehr Bürokratie

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ärzten aus anderen Fachbereichen – etwa aus der inneren Medizin oder der Neurologie – empfindet sie als bereichernd. Wer klinische Forschung betreiben möchte, müsse begeisterungsfähig sein und auch andere Leute begeistern können, sagt Christ-Crain. «Wenn ich von einer Studie überzeugt bin, fällt es mir leicht, Kollegen zum Mitmachen zu motivieren. Und auch den Patienten erkläre ich den Sinn der Studie sehr gerne.»

Gab es Stolpersteine auf Christ-Crains Weg? Für Forschung, die nicht von den Pharmafirmen ausgeht, fehle oft das

Geld, sagt sie. Zu Beginn musste sie deshalb auf ihre Freizeit ausweichen, um neben der Arbeit als Ärztin auch noch Forschung zu betreiben. Zudem sei die Durchführung von Studien in den letzten Jahren mühsamer und aufwendiger geworden, denn das Umfeld habe sich bürokratisch aufgebläht. Das schrecke den akademischen Nachwuchs von der klinischen Forschung ab. «Das ist schade, denn diese Art Forschung ist sehr wichtig – ohne sie gäbe es keinen Fortschritt in der Medizin», sagt Christ-Crain.

Ihr liege es deshalb am Herzen, ihren Mitarbeitenden zu zeigen, dass sich die Anstrengungen lohnen. Und wenn jemand in ihrer Gruppe ein Forschungsprojekt erfolgreich durchführe und abschliesse und dann das erworbene Wissen weitergebe, freue sie sich doppelt. «Denn das Schöne am Mentoring finde ich, dass es multiplizierbar ist», sagt Christ-Crain.

So orientierte sich denn auch Mira Katan an ihrer Mentorin Christ-Crain, als sie Medizinstudentinnen betreute, die ihr bei ihrem Projekt geholfen haben. «Mirjam findet die Balance. Sie ist fordernd, aber sie hilft auch und gibt einem Zuversicht, wenn man mal steckengeblieben ist. Mich hat sie gelehrt, selbstständig einer Frage auf den Grund zu gehen», sagt Katan. ■



**Nur für Schwindelfreie:** Ardian Jusufi klettert auf eine Forschungsplattform im Regenwald von Singapur. Mit einer Spezialkamera beobachtet er, wie die Geckos von Baum zu Baum springen.

Bilder: Marcus Hwee Aik Chua, Ardian Jusufi, Charlene Yeong



# Wo Geckos durch die Luft segeln

Im indonesisch-malaysischen Regenwald verfolgt Ardian Jusufi, wie Geckos ihren Schwanz zur Steuerung des Gleitflugs einsetzen. Die Erkenntnisse möchte Jusufi für den Bau von Robotern nutzen.

« **M**eine Arbeit ist recht anstrengend. Hier in Singapur kletterte ich mit den Eidechsen, die ich untersuche, auf sieben Meter hohe Plattformen, die an Bäumen im Regenwald befestigt sind. Bei bis zu 38 Grad Celsius und 85 Prozent Luftfeuchtigkeit muss ich dabei 200 Meter Kabel verlegen und aufpassen, dass die Kühlsysteme für die empfindlichen Hochgeschwindigkeitskameras ihren Geist nicht aufgeben.

Mit diesen Kameras filmen wir das Flugverhalten von Geckos in ihrem natürlichen Umfeld, dem südostasiatischen Regenwald. Dieser besteht im Unterschied zum afrikanischen oder südamerikanischen Regenwald aus viel höheren Bäumen und hat auch grössere freie Zwischenräume, weil weniger Lianen von den Bäumen hängen. Das ist sicherlich mit ein Grund, dass hier über dreimal so viele Wirbeltierarten durch die Luft gleiten als anderswo.

An der Universität Berkeley in Kalifornien habe ich letztes Jahr entdeckt, dass Flachschwanzgeckos ihre räumliche Position im Windkanal mit kreisenden Schwanzbewegungen ändern können. Im Unterschied zu beispielsweise Eichhörnchen, die mit ihren Gleithäuten aerodynamische Kräfte zum Segeln nutzen, setzen Geckos mehrheitlich Trägheitskräfte ein, indem sie ihre Körpermasse verlagern. Während meines dreimonatigen Aufenthalts in Singapur untersuche ich, ob das auch zutrifft, wenn sich die

Eidechsen in ihrem Zuhause zwischen den Bäumen im Regenwald fortbewegen. Die Tiere müssen dabei blitzschnell ein Ziel anpeilen und auf engem Raum landen. Das können unsere Flugzeuge nicht, die Natur ist uns auch hier, wie so oft, weit voraus.

Letztlich möchte ich die aus dem Gleitflug des Geckos gewonnenen Einsichten in die Robotik übertragen. Das ist uns bei kletternden Robotern bereits gelungen. Diese verfügen über einen biologisch inspirierten mechanischen Schwanz, der ihnen – genau wie den Geckos – mehr Stabilität beim Klettern verleiht.

Den südostasiatischen Regenwald hätte ich auch in den umliegenden Ländern besuchen können, aber ich habe mich für Singapur entschieden, weil unser Projekt hier geschätzt wird und grosszügige Unterstützung findet. Wildlife Reserves Singapore stellt mir nicht nur ein Labor und Messinstrumente zur Verfügung, sondern die Leute fahren uns auch täglich von der Forschungsstation zur Gleitarena im Dschungel.

Meistens genügt es, wenn ich auf der Plattform mit dem Finger schnipse, um die Geckos zum Abspringen zu motivieren. Andere Studenten helfen mir bei den Feldversuchen und bedienen die Kameras, die 500 Bilder pro Sekunde schießen. Damit lässt sich der nur wenige Sekundenbruchteile dauernde Gleitflug im Detail verfolgen. Dann fangen wir die Geckos an den Landebäumen ein und tragen sie wieder hoch. Dass ich den Gleitflug der Geckos in ihrem natürlichen Umfeld beobachten kann, ist für das Verständnis ihres Verhaltens enorm wichtig. Darum ist mein Aufenthalt hier eine fantastische Erfahrung.» ■

Aufgezeichnet von Ori Schipper



# Nie ohne meine Mücke

Viele Pflanzen knüpfen enge, lebensnotwendige Beziehungen mit Insekten. Diese Netzwerke sind gefährdet, weil sich die Lebensräume bei klimatischen Veränderungen unabhängig voneinander verschieben.

VON ORI SCHIPPER

**D**er gefleckte Aronstab entspricht nicht gerade dem, was einem spontan unter dem Stichwort Blume einfällt. In den Voralpen und im Jura ansässig, präsentiert er sich als braun-violette Keule, umhüllt von einem einzigen, unten kesselförmig gewickelten Blatt, das sich oben wie eine Tüte entfaltet. Die Keule erhitzt sich während der nur einigen Stunden dauernden Blütezeit, um möglichst viele Geruchsmoleküle zu verströmen. Doch anstatt lieblich zu duften, riecht der Aronstab wie frischer Kuhmist.

Mit diesem Gestank lockt der Aronstab eine bestimmte Art von Mücken an, auf deren Hilfe er für seine Fortpflanzung angewiesen ist und mit der er somit eine enge ökologische Beziehung unterhält. Am Biologischen Institut der Universität Neuenburg untersucht Nadir Alvarez, wie diese und fünf weitere ökologische Partnerschaften

zwischen Pflanzen und Insekten über die letzten zwei Millionen Jahre erhalten geblieben sind.

Im Verlauf dieser Zeit sind die Gletscher in Europa mehrmals vorgestossen und wieder zurückgewichen. Während einer Eiszeit entkommen die Pflanzen den vordringenden Gletschern, indem sie auf Refugien hauptsächlich auf der Iberischen Halbinsel, in Italien oder im Balkan ausweichen. Wenn es wieder wärmer wird, kolonisieren sie dann das von den Eismassen befreite Land neu. Diese zyklischen Verlagerungen der Lebensräume vergleicht Alvarez mit Atembewegungen: «Uns interessiert, wie sich der Atem der Eiszeiten auf die ökologischen Beziehungen auswirkt, also ob die Insekten mit den Pflanzen mitziehen oder aber andere Verbreitungswege einschlagen.»

Der Aronstab unterhält mit der Schmetterlingsmückenart, die er anlockt, eine einseitige Beziehung. Denn während er von der Partnerschaft profitiert, zahlen die Mücken einen Preis, ohne

einen Nutzen daraus schlagen zu können. Der Gestank des blühenden Aronstabs lockt die weiblichen Schmetterlingsmücken an, weil diese eigentlich einen geeigneten Ort für die Eiablage finden wollen: Im Kuhfladen können sich die Mückenmaden gleich nach dem Schlüpfen an den dort reichhaltig enthaltenen Nährstoffen laben. Die Mückenweibchen finden aber auf dem Blatt, das die Keule umhüllt, keinen Halt und rutschen durch ein Netz von feinen Härchen nach unten in den Kessel. Dort, wo auch die Geschlechtsorgane der Pflanze liegen, bleiben sie in Geiselhaft, bis die Härchen am Ende der eintägigen Blütezeit eintrocknen und den Weg nach oben wieder freigeben. Wenn sich die komplett mit Pollen bedeckten Mücken sogleich auf den nächsten stinkenden gefleckten Aronstab stürzen, sorgen sie zwar für dessen Fortpflanzung, opfern aber einen weiteren Teil ihrer begrenzten Lebenszeit, ohne ihre Eier ablegen zu können.

### Verbreitungswege aufgeschlüsselt

Anahí Espíndola, eine Doktorandin in Alvarez' Gruppe, war einige Frühlinge lang in ganz Europa – von Skandinavien bis Süditalien, vom iberischen Gebirge bis zu den Karpaten – unterwegs, um Aronstäbe und Schmetterlingsmücken zu sammeln. Nun weist sie in Neuenburg die genetische Verwandtschaft zwischen den verschiedenen lokalen Vertretern der beiden Arten nach. Aufgrund der Verwandtschaftsmuster schlüsseln Espíndola und Alvarez schliesslich die Wege auf, auf denen die Pflanzen und Insekten nach der letzten Eiszeit das Land zurückerobert haben.

«Weil nur der Aronstab zum Weiterleben die Schmetterlingsmücken braucht, aber nicht umgekehrt, waren wir nicht erstaunt, dass wir eine unabhängige Verbreitung der Arten auffanden», erläutert Alvarez. Der Aronstab ist zwar darauf angewiesen, dass er im Gebiet, in das er auf seiner Rückeroberung des europäischen Kontinents vorstösst, auf schon vorhandene Schmetterlingsmücken trifft. Dies jedoch völlig unabhängig davon, ob die Mücken vom gleichen Refugium aus vorgedrungen sind oder aber aus einem anderen Rückzugsgebiet stammen.

Ähnliche Schlussfolgerungen ziehen die Forschenden um Alvarez auch aus Beobachtungen von drei weiteren einseitigen Pflanzen-Insekten-Beziehungen, auch wenn diese sich durch umgekehrte Abhängigkeiten auszeichnen: also Insekten, die auf das Vorkommen bestimmter Pflanzen angewiesen sind, von denen sie sich exklusiv ernähren.

Schliesslich interessieren sich die Forschenden auch für beidseitige Wechselwirkungen. Solche Beziehungen sind dadurch gekennzeichnet, dass beide Partner



von der Verbindung profitieren, die sie miteinander eingehen. Wenn beispielsweise der Gelbweiderich zwar keinen Nektar, dafür aber spezifische Öle zwischen seinen Blütenblättern absondert, so lockt er damit nur eine einzige Bienenart an. Diese sammelt die Öle, mit denen sie die Waben in ihrem Nest isoliert und schliesslich ihre Larven füttert. Dabei überträgt sie den Pollen von einer Blume auf die nächste. Die mutualistische Beziehung wirkt sich für beide Partner positiv aus. «Wie in einer Schicksalsgemeinschaft sind aber auch beide voneinander abhängig. Wir sind deshalb in diesen Fällen von übereinstimmenden Verbreitungswegen ausgegangen»,

sagt Alvarez. Doch auch hier findet Alvarez unterschiedliche Verbreitungsmuster vor. Und auch wenn die Verbreitungswege einiger Pflanzen in Folge der landwirtschaftlichen Nut-

zung teilweise von Menschen beeinflusst sind, lassen die Daten nur eine Schlussfolgerung zu: Bei sich ändernden Umweltbedingungen wandern die Arten nicht gemeinsam, «vielmehr hat jede Art ihr eigenes Schicksal», sagt Alvarez.

### Heutige klimatische Veränderungen viel schneller

Grundsätzlich sei es schwierig, von den in der Vergangenheit beobachteten Verlagerungen der Lebensräume auf die heutige Situation zu schliessen, meint Alvarez. Das Ausmass und die Geschwindigkeit der aktuellen klimatischen Veränderungen seien hundertfach grösser. Aber dass die Arten sich unabhängig voneinander verbreiten, heisst auch, dass ihre Beziehungen – und damit ihr Fortbestand – zerbrechlich und gefährdet sind. Am neuen Ort müssten die Pflanzen nämlich nicht nur günstige Boden- und Wetterbedingungen, sondern auch die richtige Insektenart vorfinden, um zu überleben. Die Wiederansiedlung hänge also von einem zusätzlichen, unwägbareren Faktor ab. «Im Hinblick auf den Klimawandel und den drohenden Artenschwund wäre ich beruhigter, wenn wir das Gegenteil – eine gemeinsame Verbreitung – nachgewiesen hätten», sagt Espíndola. ■

### Einseitige Abhängigkeit:

Der gefleckte Aronstab ist zum Weiterleben auf die Schmetterlingsmücke angewiesen, nicht jedoch umgekehrt. Die Pflanze lockt ihre Bestäuber (oben) daher mit raffinierten Mitteln in ihren Blütenkelch.

«Uns interessiert, wie sich der Atem der Eiszeiten auswirkt.»



# Kinderlos lebt sichs länger

Lebewesen mit vielen Nachkommen sterben früher als ihre weniger fruchtbaren Artgenossen. Nun wird auch klar warum: Fruchtbarkeit löst Stoffwechselprozesse aus, die das Leben verkürzen.

VON VIVIANNE OTTO

**M**an kann nicht alles haben – nicht «den Fünfer und das Weggli» und auch nicht eine grosse Kinderschar und ein langes Leben. Denn Lebewesen mit nur wenigen Nachkommen leben länger.

Hinweise auf die universelle Gültigkeit dieser Regel gibt es viele. So wurden unter den englischen Adligen des 17. und 18. Jahrhunderts diejenigen am ältesten, die am wenigsten oder gar keine Kinder hatten. Einem Bericht von 1969 gemäss lebten zwangskastrierte Insassen eines Heims für geistig Behinderte deutlich länger als ihre nichtkastrierten

Kameraden. «Das ist wohl bei den meisten Organismen so», erklärt Thomas Flatt, Evolutionsbiologe an der Veterinärmedizinischen Universität in Wien. «Vermindert man ihre Vermehrung, dann werden sie älter. Denn nicht nur kastrierte Säugetiere, auch Gräser, denen man die Blüten abschneidet, leben länger. Selbst bei Vögeln sterben die zuletzt, die die kleinsten Nester gebaut und am wenigsten Eier gelegt haben.»

## Fadenwürmer mit und ohne Keimzellen

Diese Beobachtungen weisen alle in dieselbe Richtung: Weniger Fruchtbarkeit wird mit einem längeren Leben belohnt. Offen bleibt, weshalb dies so ist. In den letzten Jahren ist es Forschern nun gelungen, erste Antworten auf diese Frage zu finden. Entfernten sie die Keimzellen von Fadenwürmern, so lebten die Tiere, statt nur 30, bis zu 45 Tage. Zudem speicherten die Würmer deutlich weniger Fett in ihren Darmzellen. Die verkleinerten Fettdepots und die verlängerte Lebenszeit konnten die Forscher schliesslich auf ein vermindertes Ansprechen der Tiere auf Insulin-ähnliche Hormone zurückführen.

Vergleichbares hat Flatt bei Fruchtfliegen beobachtet. Wurden deren Keimzellen entfernt, so ebten auch diese Tiere bis zu 50 Prozent länger. Und auch bei den Fliegen ging die Langlebigkeit mit einer geringeren Empfindlichkeit für Insulin-ähnliche Hormone einher. Besonders bemerkenswert ist, dass die Entfernung der Keimzellen beim Fadenwurm und der Fruchtfliege vergleichbare Folgen hat. Somit scheinen die Mechanismen, die die Fruchtbarkeit mit der Lebensdauer verknüpfen, in verschiedenen Arten dieselben zu sein. Tatsächlich geht ein verringertes Ansprechen auf Insulin-ähnliche Hormone auch bei der Maus und beim Menschen mit Langlebigkeit einher. Bei über hundertjährigen Personen kommen bestimmte genetische Mutationen, die die Wirkung dieser Hormone dämpfen, häufiger vor als bei Menschen, die weniger alt werden.

Dennoch sind Unterschiede im Insulinstoffwechsel nur ein Faktor, der die Lebensdauer bestimmt. «Noch entscheidender sind Umweltfaktoren – für den Menschen die Ernährung, Hygiene sowie eine gute medizinische Versorgung», betont Flatt. «Die Lebensbedingungen können den Einfluss der Fruchtbarkeit auf die Lebensdauer überlagern und verschleiern. Auch wenn die Situation beim Menschen komplizierter sein mag, haben die Untersuchungen an Fruchtfliegen und Fadenwürmern aber doch die Tür zum Verständnis des Dilemmas zwischen Fruchtbarkeit und einem langen Leben einen Spalt weit geöffnet.» ■

**Fruchtbarkeit hat ihren Preis:** Wer früher viele Kinder hatte, lebte tendenziell weniger lang (eine kinderreiche Familie aus dem 19. Jahrhundert, gemalt von Ferdinand Georg Waldmüller).  
Bild: Imagno/Keystone

## Matrix reloaded, in Zellen

Zellen mit einem Zellkern – beispielsweise solche, aus denen der menschliche Körper besteht – sind aus einer Fusion verschiedener Vorläuferzellen entstanden. Diese haben sich in der neuen Zelle zu Kammern mit spezialisierten Funktionen entwickelt. Die für die Energieversorgung der Zelle zuständige Kammer heisst Mitochondrium.

Sie wird von den Zellen mit Zellkern – ähnlich wie die Menschen von den Maschinen in der Filmtrilogie «Matrix» – versklavt, wie der Molekularbiologe Benoît Kornmann und Kollegen kürzlich zeigten. Die Wissenschaftler haben einen Komplex identifiziert, der das Mitochondrium an ein anderes Abteil heftet. Dieser Komplex kontrolliert den Zufluss von Lipiden, den Hauptbestandteilen der Mitochondrienhülle.

Der Komplex spielt aber auch beim Import von Eiweissen eine Rolle und scheint auch an der Vervielfältigung der Erbsubstanz des Mitochondriums beteiligt zu sein. Indem die Zelle die Substanzen, auf die ihr Energielieferant angewiesen ist, genau dosiert, herrscht sie über dessen Aktivität und Wachstum. Benoît Kornmann vergleicht den von ihm identifizierten Komplex mit dem Kabel im Nacken, das die Menschen in «Matrix» mit materieller und spiritueller Nahrung versorgte: «Manchmal erinnert die Wissenschaft an Science-Fiction.» ori ■



Eye of Science/SPL/Keystone

**Malaria-Befall unter dem Raster-Elektronenmikroskop:** Das Sporentierchen Plasmodium (gelb) zerstört die roten Blutkörperchen.

## Mit künstlichem Blut Leben retten

Hämoglobin verleiht dem Blut die rote Farbe. Und dieses Protein bindet Sauerstoff und transportiert ihn in unsere Organe. Die roten Blutzellen sind vollgestopft mit Hämoglobin. Platzen sie – das kommt bei Krankheiten wie etwa der Malaria oder der Sichelzellanämie vor –, so gelangt das Hämoglobin in die Blutbahn, wo es die Kreislaufregulation stört und das Gewebe schädigt. Bisher verunmöglichte die giftige Wirkung von Hämoglobin die Entwicklung eines Blutersatzes für die Unfallmedizin, um damit Patienten mit hohem Blutverlust zu retten. Forscher um Dominik Schaer von der Universität Zürich haben nun einen Weg gefunden, diese schädliche Wirkung zu

verringern. Sie verwenden dazu Haptoglobin, ein Protein, das natürlicherweise im Blut vorkommt und dort an freies Hämoglobin bindet. Erhöht man die Haptoglobinkonzentration im Blut – etwa durch die Anregung der körpereigenen Herstellung oder durch eine Infusion –, so verliert Hämoglobin seine giftige Wirkung. Dies haben die Wissenschaftler im Tierversuch entdeckt. «Haptoglobin könnte Patienten mit Malaria oder Sichelzellanämie helfen», sagt Schaer. Und dereinst könnte Haptoglobin auch einem Blutersatz zum Erfolg verhelfen. Klinische Studien sind noch nicht geplant. Zunächst möchte Schaer erforschen, wie Haptoglobin wirkt. Fabio Bergamin ■

## Darwin und die Dinosaurier, versöhnt



Naturkundemuseum Berlin

**Zwischen Reptilien und Vögeln:** Der Archaeopteryx füllt eine evolutionäre Lücke.

2009 feiert bekanntlich nicht nur Charles Darwin Geburtstag (200 Jahre), sondern auch sein epochales Werk «Über die Entstehung der Arten». Es wurde vor 150 Jahren publiziert. Der Paläontologe Lionel Cavin wirft in seinem Buch «Darwin et les fossiles» neues Licht auf das Werk des englischen Naturforschers. Bei der Entwicklung der Evolutionstheorie spielten Fossilien eine «fast sekundäre Rolle», erklärt der Autor, Konservator an der Abteilung Geologie und Paläontologie des Naturhistorischen Museums Genf. Tatsächlich stützte sich Charles Darwin bei seinen Theorien hauptsächlich auf die Beobachtung von zu seiner Zeit noch lebenden Arten. Obwohl damals bereits zahlreiche Fossilien entdeckt worden waren, liessen sich keine Zwischenformen für die grossen Entwicklungsschritte der Lebe-

wesen finden. Man verfügte über keine Hinweise zu diesen «Missing Links», wie die fehlenden Glieder genannt werden, welche die Übergänge zwischen den grossen Gruppen heute lebender Organismen markieren. Seither wurde jedoch eine beeindruckende Zahl solcher Spuren gefunden, darunter der gefeierte *Archaeopteryx*, jener geflügelte Dinosaurier mit Federn, der als Zwischenform von den Reptilien zu den Vögeln gilt.

Die entdeckten Fossilien widersprechen den Theorien des englischen Naturforschers also keineswegs, sondern stützen sie, wie dies der Untertitel des Buchs verdeutlicht: «Histoire d'une réconciliation» – Geschichte einer Aussöhnung. Elisabeth Gordon ■

Lionel Cavin: Darwin et les fossiles. Histoire d'une réconciliation. Editions Georg, Genf 2009.



# Der Kampf um die Erinnerungen

**In Russland ist der Sieg gegen Nazi-Deutschland im Zweiten Weltkrieg Teil einer geballten Gedächtniskultur. Doch bei weitem nicht alle Kriegserinnerungen sind nach dem staatlichen Muster gestrickt.**

VON NICOLAS GATTLEN

**A**ls Carmen Scheide am 19. August 1991 die Fernsehbilder des Putsches in Moskau sieht, platzt ihr Traum von einem Studienjahr in Russland. Doch nur drei Tage später schöpft die junge Historikerin wieder Hoffnung: Die Putschisten werden verhaftet, und Präsident Michail Gorbatschow kehrt von seinem Hausarrest auf der Halbinsel Krim in die Hauptstadt zurück. Wenige Wochen später zieht Carmen Scheide in ein Studentenwohnheim am Stadtrand von Moskau ein, um mit der Recherche für ihre Doktorarbeit zu beginnen.

«In Moskau fiel mir damals vor allem eines auf», erzählt die Historikerin in ihrem Büro an der Universität Konstanz: «Die Erinnerungen an den Zweiten Weltkrieg sind allgegenwärtig.» Es führe kaum ein Weg aus dieser üppigen Erinnerungslandschaft aus Denkmälern, Gedenkstätten, Museen, Strassen, Bildern und Festakten. Höhepunkt ist der 9. Mai, der Jahrestag des Sieges über Hitlerdeutschland. Dann verwandelt sich die Innenstadt in eine Fussgänger- und Partyzone. Vor der Kreml-Kulisse marschieren Soldaten mit alten Weltkriegsuniformen auf, in den Stadtpärken besingen russische Popstars den Sieg im «Grossen Vaterländischen Krieg».

«Die Tradition, wie an den Zweiten Weltkrieg erinnert wird, ist ein zentraler Teil der offiziellen Erinnerungskultur», sagt Carmen Scheide. «Doch die

Rituale des Erinnerns sind nicht deckungsgleich mit den individuellen Kriegserinnerungen. Mich interessiert, wie stark diese kollektive Erinnerungskultur die Menschen, wie stark das gelenkte Erinnern das individuelle Erinnern prägt.» Antworten darauf wollte sie in den Archiven finden.

## Mit Thermoskanne im ungeheizten Archiv

Das sowjetische Archivwesen und die sogenannte Archivrevolution lernte Carmen Scheide bei ihren Forschungen für die Dissertation kennen. Der Zugang zu den Dokumenten war nicht einfach: «Im November 1991 hiess es, ihr könnt hin, die Archive sind frei. Doch schon im Dezember änderte sich wieder alles. Die Sowjetunion brach auseinander, in der Folge galt jeden Tag etwas anderes. Mal durfte man in die Archive, mal nicht, mal kam die Genehmigung just einen Tag vor Ablauf des Visums.» Dieselbe Ungewissheit mit dem Rubel: «Man wusste nie, was man am nächsten Tag für sein Geld bekommt. Ein halbes Brot? Zwei Brote? Zwanzig?» Carmen Scheide hätte auch im Schweizer Supermarkt «Sadko» einkaufen können – gegen harte Devisen. Doch sie wollte so leben wie ihre Moskauer Kollegen. Mit der Thermoskanne im ungeheizten Archiv.

Trotz wiederkehrenden Restriktionen und auch heute kaum zugänglichen Spezialarchiven könne man in russischen Archiven wunderbare Entdeckungen machen, erzählt die Forscherin. Beispielsweise

**Gegennarrative, Staatspropaganda:** Die Kampffliegerin Irina Rakobolskaja mit ihrem Mann; eine Fliegerin kurz vor Kriegsausbruch; russische Militärparade zum Jahrestag des Sieges über Deutschland (9. Mai 2009); Fliegerinnentreffen kurz nach dem Krieg (von links nach rechts).

Bilder: Privatarchiv/Carmen Scheide (3), Sergey Ponomarev/AP/Keystone



die Memoiren der Irina Rakobolskaja, die als Fliegerin und politische Kommissarin zu einem rein weiblichen Fliegerregiment gehörte. Geprägt von der Faszination für das Fliegen in den dreissiger Jahren, meldeten sich diese Frauen alle freiwillig in der Roten Armee. Während des Kriegs wurden «Stalins Falken» mit zahlreichen Medaillen ausgezeichnet. Doch sie mussten auch Diskriminierungen als Frauen erleben und wurden bei Kriegsende nach Hause geschickt. Man wollte keine weiblichen Heldentaten und schloss sie weitgehend aus offiziellen Geschichtsdarstellungen aus.

Also gründeten die Fliegerinnen eigene Erinnerungstraditionen wie jährliche Treffen am 2. Mai. Auch änderte sich mit den Jahren ihre Selbsteinschätzung. Als Carmen Scheide 2007 mit der damals 89-jährigen Rakobolskaja über deren Kriegserinnerungen redete, wollte diese nichts mehr von «Stalins Falken» wissen. Stattdessen sprach sie mit Stolz von den «Nachthexen». So wurde ihr Regiment von den Nazis bezeichnet, weil die Frauen ihre Bomben nachts abwarfen.

Trotz aller Um- und Nachdeutungen bleiben Irina Rakobolskaja und ihre Kolleginnen eng mit dem offiziellen Siegesmythos verflochten. Als Mitglieder der «Generation der Sieger» rückten sie das Heldentum und die Abenteuerlust ins Zentrum ihrer Kriegserinnerungen. Zweifel am politischen System, kritische Gedanken über die militärische Führung oder die Schilderung von Leid, Tod, Angst und Schmerz waren jahrelange Tabuthemen.

In dem heldenhaften Geschichtsbild der Sieger hatten auch Antisemitismus, Terror, Kriegsverbrechen und Zwangsenteignungen keinen Platz. Viel lieber beschworen Parteifunktionäre und Zensurbehörden etwa den Partisanenmythos: den siegreichen Volkskampf gegen die deutschen Eroberer.



Bereits im Krieg wurde die offizielle Sprachregelung durchgesetzt, dass die Einwohner in den besetzten Gebieten sich erhoben und ihr Vaterland unter der Anleitung der Kommunistischen Partei mit der Waffe in der Hand verteidigt hätten. Nationalistische Tendenzen wurden ebenso wie jüdischer Widerstand oder Rebellionen gegen die Sowjetunion verschwiegen.

### Hunger, Hoffnungslosigkeit

Eine ganz andere Geschichte steht im Tagebuch der Irina Ehrenburg. Im Herbst 1944 reiste die russische Journalistin im Auftrag einer Zeitschrift nach Litauen. Wenige Wochen zuvor hatten Einheiten der Roten Armee die Besetzung durch die Deutschen beendet. Ehrenburg berichtet vom Leid der Menschen, von Hunger, Hoffnungslosigkeit und Mangel sowie dem stets vorhandenen Antisemitismus. «Ihr Tagebuch liest sich wie ein Gegenarrativ zu den offiziellen Kriegserinnerungen», sagt Carmen Scheide. «Im staatlich inszenierten Propaganda-Schauspiel haben ihre Erfahrungen keinen Platz gefunden.» Ehrenburg bewahrte ihre Erinnerungen auf, bis diese zu Beginn der neunziger Jahre ohne negative Folgen publiziert werden konnten.

Diese Beispiele zeigten, so Scheide, dass sich individuelle Erinnerungen dem staatlich gelenkten Erinnern sehr wohl entziehen können. Auch habe sie im Verlaufe ihrer Forschungen festgestellt, dass der Begriff «kollektive» oder auch «nationale Erinnerungskultur» sehr ungenau sei, da kaum definiert werden könne, welches Kollektiv oder welche Nation sich erinnert. Scheide hat selbst erlebt, wie fragil diese Kategorien sind. Sie ist in Helmstedt in der Bundesrepublik Deutschland aufgewachsen, an der deutsch-deutschen Grenze. Als Kind beobachtete sie, wie im nahen Wald der Todesstreifen gebaut wurde, der das deutsche Kollektiv trennte. Als 24-Jährige erlebte sie dann, wie die Mauer fiel und Deutschland die Wiedervereinigung feierte. Deshalb spricht die Historikerin lieber von «verschiedenen Erinnerungskulturen oder Schichten der Erinnerung, die dynamisch und ambivalent sind.» So widersprüchlich wie manche Menschen. ■



# Referendum als Damoklesschwert

Die direkte Demokratie hat wenig Einfluss darauf, wie gut Minderheiten in einem Land geschützt sind. Referenden sorgen aber dafür, dass das Parlament den Volkswillen besser respektiert.

VON SIMON KOECHLIN

**F**ür Schweizerinnen und Schweizer ist es selbstverständlich, dass viele politische Entscheide direkt vom Volk gefällt werden. Die Bevölkerung kann nicht nur Parlamente wählen, sondern auch über Vorlagen abstimmen und selber Initiativen und Referenden ergreifen. Die Vorteile dieser direkten Demokratie werden denn auch gern gepriesen. Aus wissenschaftlicher Sicht ist allerdings nicht klar, ob diese Staatsform wirklich besser und fairer ist als eine indirekte Demokratie, bei der das Volk den Gang der Staatsgeschäfte dem Parlament überlässt. Einige Forscher vertreten die Meinung, dass Minderheiten in der direkten Demokratie unter die Räder kommen,

**Restriktive oder liberale Gesetzgebung?** Entscheidend ist die Haltung der Bevölkerung – in direkten wie indirekten Demokratien (SP-Vertreterinnen reichen 2008 das Referendum gegen die Unternehmenssteuerreform ein).

Bild: Alessandro della Valle/Keystone

weil die Mehrheit einfach bei jeder Abstimmung in ihrem Sinn entscheidet. Andere gehen davon aus, dass Minoritäten in der direkten Demokratie ihre Anliegen einfacher einbringen können.

Forschende um Simon Hug vom Institut für Politikwissenschaften der Universität Genf untersuchten die Frage anhand verschiedener Minderheitsrechte in 52 Staaten. 22 der Länder kennen gewisse Formen direkter Demokratie, 30 funktionieren über die indirekte Demokratie. Die analysierten politischen Themen waren die sozialen und wirtschaftlichen Rechte der Frauen, die Versammlungsfreiheit, die Meinungsäusserungsfreiheit, das Recht auf Schwangerschaftsabbruch sowie die Rechte sexueller Minderheiten. «Frühere Studien beschränkten sich meist auf Unterschiede innerhalb eines Landes – zum Beispiel zwischen den Kantonen in der Schweiz – und kamen zu keinen schlüssigen Resultaten», sagt Hug. Die Genfer Forschenden zogen auch die Einstellung der Bevölkerung zu den verschiedenen Minderheitenfragen in Betracht – und durchforsteten dazu Meinungsumfragen aus den untersuchten Ländern. Sie vermuteten nämlich, dass die Haltung der Bevölkerung viel entscheidender als die Staatsform dafür ist, wie restriktiv oder liberal die Gesetzgebung in einem Land ist.

## Vorauselender Gehorsam

Die Auswertung bestätigte dies. Und sie zeigte, dass die direkte Demokratie einen anderen Einfluss hat: Die Forschenden stellten nämlich fest, dass die Gesetze in direktdemokratischen Staaten näher bei der durchschnittlichen Meinung der Bevölkerung liegen. «Die direkte Demokratie arbeitet also nicht in eine bestimmte Richtung, sie kann sich sowohl positiv als auch negativ auf Minderheiten auswirken», sagt Hug. Wenn das Volk in einer Frage minderheitenfreundlicher ist als das Parlament, führt dies eher zu einem liberalen Gesetz als in der indirekten Demokratie. Auf dieselbe Weise bringt umgekehrt eine restriktive Haltung der Bevölkerung das Parlament eher dazu, Minderheiten zu übergehen. Es handle sich vermutlich um einen indirekten Einfluss, sagt Hug: Regierung und Parlament orientieren sich – in vorauselendem Gehorsam – stärker am Wählerwillen, weil ihnen sonst ein Referendum droht. Einen direkten Einfluss des Volkes schliesst Hug aus: Im Bereich der von ihm untersuchten Themen entstanden Gesetze nämlich kaum je durch Volksabstimmungen.

Die Schweiz verfolgt übrigens in den von der Studie untersuchten Bereichen eine minderheitenfreundliche Politik. Von Staaten ohne direkte Demokratie abzuheben vermag sie sich damit aber nicht. Einige dieser Länder haben zwar weniger Minderheitenschutz, andere aber gleich viel. ■

## Umsteigen aufs Tram ist nicht einfach

Seit Jahrzehnten bemühen sich die Städte, den Autoverkehr zurückzudrängen. Wie dieses Ziel zu erreichen ist, dafür gibt es bis heute kein einfaches Rezept. Doch eine langfristige kohärente Verkehrs- und Raumplanungspolitik scheint ein zentraler Faktor zu sein. Dies zeigt ein Städtevergleich der letzten 50 Jahre, den Vincent Kaufmann vom Laboratorium für Stadtsoziologie der ETH Lausanne zwischen Bern, Genf, Clermont-Ferrand, Grenoble, Karlsruhe und Oldenburg durchgeführt hat.

Er fand in den einzelnen Städten grosse Unterschiede. So etwa macht in Bern und seiner Agglomeration der öffentliche Verkehr (ÖV) 35 Prozent des Verkehrsaufkommens aus (Autoverkehr 40, Velo- und Fussgängerverkehr

25 Prozent); in Genf beträgt der Anteil des ÖV dagegen nur 18 Prozent (Autoverkehr 52 Prozent), in Clermont-Ferrand gar nur 9 Prozent (Autoverkehr 67 Prozent). Am erfolgreichsten waren bei der Reduktion des motorisierten Individualverkehrs jene Städte, die über eine lange Zeit – trotz politischer Wechsel – die gleiche Mobilitätsstrategie verfolgen.

Dies ist in Bern der Fall, wo sich die politische Mehrheit seit den siebziger Jahren darin einig ist, dass das historische Stadtzentrum vom Autoverkehr frei zu halten sei. Entscheidend für die unterschiedliche Verkehrssituation in Städten sind auch die Lage der Arbeitsplätze – eher im Zentrum oder am Stadtrand – oder die Dichte und der Verlauf des ÖV-Schiennetzes. **Carole Wälti**

**Sauber und schnell:** Doch der öffentliche Verkehr kann sich gegen den motorisierten Privatverkehr kaum durchsetzen (neues Tram in Genf).



Stephan Torre/Keystone

## Integration und Ausschluss

Jede Gemeinschaft und jede Gruppe, sei es ein Nationalstaat oder eine Faschnachtsclique, schliessen andere Menschen ein und aus. Wer jemanden ausschliesst, kann damit andere einschliessen, und wer jemanden integriert, kann ihn damit sogar – etwa bei Anwendung von Zwang – ausschliessen. Das Nationale Forschungsprogramm «Integration und Ausschluss» (NFP 51) ist den vertrackten Dynamiken dieser beiden sozialen Mechanismen in Gegenwart und Geschichte der Schweiz nachgegangen. Knapp 40 Forschungsprojekte haben das Wechselspiel von Innen und Aussen beim politischen und sozialen Umgang mit Migrantinnen und Migranten, körperlich behinderten Menschen, Arbeitslosen und Personen

in prekären Arbeitsverhältnissen sowie Jugendlichen untersucht. Besonders im Fokus standen die kritische Schwelle, auf der die durch eine Mehrheit ausgeübte Exklusion in die Diskriminierung der betroffenen Minderheit umschlug und umschlägt, sowie die sozialen und rechtlichen Massnahmen, die eine Diskriminierung verhindern können. Nun liegt die vom Pädagogen Hans-Ulrich Grunder herausgegebene Schlussynthese vor – ein thematisch breit gefächertes Sammelband, der viele präzise Einblicke in gesellschaftliche Prozesse und Nischen erlaubt, die gerne übersehen werden.

**uha**

Hans-Ulrich Grunder (Hg.): Dynamiken von Integration und Ausschluss in der Schweiz. *Dynamiques de l'intégration et de l'exclusion en Suisse*. Seismo-Verlag, Zürich 2009.



Studio25, LoD

**Diskriminierend:** In Unfallberichten werden ältere Menschen oft abgewertet.

## «Greis (80) verursacht Unfall»

Altersdiskriminierung ist ein weit verbreitetes Phänomen. Dies zeigt eine Studie von Walter Rehberg und seinem Team von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in St. Gallen. 80 Prozent der gut tausend repräsentativ ausgewählten Personen aus der Deutschschweiz und aus Liechtenstein berichteten über mindestens einen Fall von selbst erlebter altersbedingter Diskriminierung. Diese Form der Diskriminierung liegt vor, wenn beispielsweise ein Arzt Beschwerden nicht ernst nimmt und sie als «für das Alter normal» bezeichnet. Überrascht hat Rehberg, dass mehr junge Menschen von Diskriminierung berichteten: Während über 70-Jährige im Schnitt 2,5 Erlebnisse nannten, gaben 16–30-Jährige durchschnittlich 3 an. Lernende berichteten beispielsweise, sie müssten Tätigkeiten ausüben, die sonst niemand machen möchte. Die Altersgruppe der 30–45-Jährigen war mit dem Thema am wenigsten konfrontiert. Dass Altersdiskriminierung im Unterschied zu Rassismus und Sexismus noch immer salonfähig sei, zeigt sich laut Rehberg auch in den Medien: ««Greis (80) verursacht Unfall» – Tunte statt Greis ginge nicht mehr durch.» Das Bewusstsein über die unterschiedliche Bewertung von Altersgruppen müsse noch wachsen. **Daniela Kuhn**

[www.alterdiskriminierung.ch](http://www.alterdiskriminierung.ch)

# Gefangen in der Tradition

**In Entwicklungs- und Schwellenländern vergiften sich Bauern beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln häufig selbst, weil sie sich nicht genügend schützen. Soziale Wertvorstellungen spielen dabei eine grosse Rolle.**

VON REGINE DUDA

**P**flanzenschutzmittel – auch Pestizide genannt – gehören heute in vielen Gegenden der Welt zum landwirtschaftlichen Alltag, helfen sie doch im Kampf gegen Schädlinge und Krankheiten die Erträge zu sichern. Ihre Anwendung ist aber auch mit Problemen verbunden. In Industrieländern stehen dabei gemäss der Weltgesundheitsorganisation (WHO) Umweltprobleme im Vordergrund, wie die Verschmutzung von Gewässern oder der Rückgang der Biodiversität; in Entwicklungsländern sind vor allem gesundheitliche Probleme der Anwender von grosser Bedeutung. Die WHO berichtete 1990 von weltweit insgesamt drei Millionen Fällen akuter Vergiftungen durch Pestizide, 220 000 davon mit tödlichem Ausgang.

## Nur jeder zehnte trägt Schutzkleidung

Aber woran liegt das? Claudia Binder, SNF-Förderprofessorin an der Universität Zürich, und ihr Team in Zürich und Boyaca, Kolumbien, sind dieser Frage auf den Grund gegangen. In La Hoya, einer Region mit intensivem Kartoffelanbau in den kolumbianischen Anden, haben sie die Hintergründe für das Verhalten der Bauern analysiert. «Die Pestizide brauchen wir, um Schädlingen vorzubeugen. Man spart dabei keine Zeit, aber man reduziert das

Risiko, sein Geld zu verlieren.» Dies sagt Pedro Garcia\*. Er ist 38 Jahre alt und baut Kartoffeln auf seinem eigenen Land in La Hoya an. Während Pedro Garcia an diesem Tag ein Schädlingsbekämpfungsmittel ausbringt, trägt er wie üblich zusätzlich zu seiner normalen Kleidung einen Mundschutz sowie Handschuhe. Damit schützt er sich im Vergleich zu seinen Kollegen aus der Region schon relativ gut. Befragungen des schweizerisch-kolumbianischen Forschungsteams ergaben, dass nur knapp zwei Drittel der Kartoffelbauern von La Hoya sich überhaupt schützen, wenn sie Pestizide anwenden. Nur etwa ein Drittel von ihnen benutzt dabei regelmässig Mundschutz und/oder Handschuhe. Weitere Schutzkleidung wie wasserdichte Jacken und Hosen sowie Schutzbrillen, die eigentlich einen umfassenden Schutz vor den Giften gewährleisten würden, trägt nur jeder zehnte Bauer bei den regelmässigen Pflanzenschutzbehandlungen.

## Folgen verharmlost

«Unsere Messungen und Modellierungen haben gezeigt, dass die Bauern dadurch mit mehr als der doppelten Menge der maximal zulässigen täglichen Aufnahme, wie sie die WHO definiert, in Berührung kommen», sagt Claudia Binder. Dies bleibt für die Bauern in La Hoya nicht ohne Folgen. Befragt nach ihren Erfahrungen gaben zwei Drittel aller befrag-

ten Bauern gegenüber den Forschenden an, schon einmal gesundheitliche Störungen wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Atemnot oder Müdigkeit gespürt zu haben, nachdem sie die Pflanzen mit Pestiziden behandelt hatten. Allerdings nehmen die Bauern von La Hoya gesundheitliche Störungen erst dann als wichtig wahr, wenn diese sie zwingen, einen Arzt aufzusuchen, Medikamente zu kaufen oder einige Tage mit der Arbeit auszusetzen. Viele sehen sie auch als Teil ihrer Arbeit an, wie Kennedy Quiroga, ein 36-jähriger landwirtschaftlicher Tagelöhner, der speziell bei Pflanzenschutzmittelanwendungen und Düngungen hilft: «Ich habe nach jeder Anwendung starke Kopfschmerzen und leide an Übelkeit. Aber was soll ich tun? Meine Familie muss ernährt werden und da kann man sich die Arbeit nicht aussuchen. Das gehört dazu.»

#### «Kein richtiger Kartoffelbauer»

«Unsere Befragungen haben deutlich gezeigt, dass es bei vielen nicht fehlendes Wissen ist, weswegen sich die Bauern nicht schützen», erläutert Claudia Binder die Ergebnisse der Befragungen. Vielmehr scheinen gesellschaftliche Gepflogenheiten eine entscheidende Rolle zu spielen. In ihren Gesprächen mit den Bauern fanden die Forschenden heraus, dass die Entscheidung darüber, ob ein Bauer seine Schutzausrüstung braucht, stark davon abhängt, was er bei den anderen Bauern beobachtet. Marien Lozano, 32-jährige Frau eines Kartoffelbauern, formuliert die gesellschaftlichen Erwartungen so: «Man sieht kaum jemanden, der sich schützt, obwohl dies natürlich gut wäre. Denn ohne Mundschutz geht alles in den Mund und in die Nase. Aber sich nicht zu schützen ist eine Tradition!»

Mit dieser Tradition geht ein bestimmtes Rollenverständnis als Bauer und als Oberhaupt der Familie einher, das den persönlichen Schutz ausschliesst. Pedro Valencia, ein vermöglicher, 48-jähriger Kartoffelbauer und Vater von fünf Kindern, bringt es so auf den Punkt: «Einer, der sich für die Pestizidanwendung verkleidet, ist kein richtiger Kartoffelbauer.»

#### Lernen durch Erfahrung

Die Bauern von La Hoya sind somit in ihren eigenen Traditionen gefangen. «Um sie da herauszuführen, braucht es nicht herkömmliche Bildungs- und Informationsangebote,» sagt Claudia Binder. «Unsere Untersuchungen zeigen, dass die mentalen Modelle oder die Denkmuster der Bauern sich stark von denen der lokalen Experten, die sie beraten, unterscheiden.»

## Kopfschmerzen nach dem Versprühen des Pflanzengifts gelten als normal.

Daher müsse man sich auf ihre Art zu denken einlassen, um geeignete Interventionsprogramme zu entwickeln. Doch mit Diskussionen allein ist das Verhalten der Bauern nicht zu ändern. Denn Lernen ist für die Bauern von La Hoya vorwiegend durch Erfahrung

möglich, wie die Erklärung von Pedro Garcia verdeutlicht: «Der Umgang mit Pestiziden ist nicht wie früher. Die Tradition verändert sich, neues Verhalten wird verinnerlicht und setzt sich mit der Zeit durch. Die junge Generation bringt den Eltern bei, wie die neuen Techniken funktionieren, und überzeugt sie mit Taten.»

Auf der Basis ihrer Ergebnisse haben Claudia Binder und ihr Team ein Modell entwickelt, mit dem sie politische Massnahmen oder Interventionsprogramme evaluieren können. Es berücksichtigt eine Vielzahl von Einflüssen, wie zum Beispiel die Denkweise der Bauern, die Art, wie sie Pestizide ausbringen, oder deren Verteilung in der Umwelt. Damit möchten sie nun lokale Organisationen darin unterstützen, Massnahmen zu finden, die den Bauern helfen sollen, ihre Gesundheit besser zu schützen. ■

\*Namen der Bauern geändert

**Den Pestiziden auf den Leib gerückt:** Testpapierstreifen auf den Arbeitskleidern zeigen, wie viel Gift die Bauern beim Sprühen abbekommen.

Bild: Glenda Garcia-Santos



# Superkritisches Wasser

Bei extremen Druck- und Temperaturverhältnissen verändert Wasser seine Form radikal: Es ist nicht mehr flüssig, aber auch nicht gasförmig. In diesem ungewohnten Zustand lässt sich Biomasse besonders effizient in Methan umwandeln.

VON KATHARINA TRUNINGER

**N**ormalerweise verdampft Wasser bei 100 Grad Celsius. Doch je nach Luftdruck verschiebt sich der Siedepunkt nach unten oder oben: Bei Unterdruck siedet das Wasser früher, während es im Dampfkochtopf erst bei rund 120 Grad kocht.

Erhöht man den Druck nun stetig, steigt auch der Siedepunkt an. Bei 221 bar und 374 Grad Celsius ist jedoch eine kritische Grenze erreicht, jenseits derer das Wasser in einen völlig neuen Zustand tritt. Es ist dann nicht mehr ganz flüssig, aber auch nicht gasförmig, sondern etwas zwischendurch. «Ab dieser Grenze ändern sich die physikalischen Eigenschaften grundlegend», erklärt Frédéric Vogel, der am Paul-Scherrer-Institut in Villigen (PSI) das Verhalten von Molekülen und den Ablauf chemischer Reaktionen bei sogenannten überkritischen oder superkritischen Bedingungen erforscht. So sind etwa Mineralsalze in superkritischem Wasser kaum mehr löslich, während Öle und Gase sehr gut löslich werden. «Diese Stoffe verhalten sich also genau umgekehrt als in flüssigem Wasser der Fall», verdeutlicht Vogel.

In der Natur kommt superkritisches Wasser zum Beispiel in der Tiefsee vor, wo in heißen Schloten

ebensolche extremen Druck- und Temperaturverhältnisse herrschen. Auch bei der Gesteinsbildung spielt der Prozess eine wichtige Rolle: So fallen anderswo gelöste Mineralien bei überkritischen Bedingungen aus, worauf Mineraladern und -einschlüsse entstehen.

## Pilotanlage geplant

Dass chemische Reaktionen jenseits des kritischen Punktes schneller und direkter ablaufen, setzt die Gruppe von Frédéric Vogel nun zur Gewinnung von klimaneutralen Energieträgern ein. Nasse Biomasse wie Gülle, Klärschlamm oder wässriges Algensubstrat «verwandelt» sich nämlich unter superkritischen Bedingungen und mit Hilfe eines Katalysators fast wie von selbst zu Methan ( $\text{CH}_4$ ). (Dieses kann zum Heizen, als Treibstoff oder zur Stromproduktion eingesetzt werden. Es entsteht dabei nicht mehr  $\text{CO}_2$ , als von der Biomasse auch ohne Verbrennungsprozess freigesetzt wird, daher die Bezeichnung «klimaneutral».) «Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren, die oft sehr viel Energie für das Entwässern der Biomasse benötigen, ist der Umwandlungsprozess im überkritischen Bereich energetisch sehr effizient», so Vogel. Zudem entstehen keine Zwischen- oder Abfallprodukte: Als Endprodukte bleiben nur Methan,  $\text{CO}_2$ , Wasser und Nährsalze.

Sein neuartiges Verfahren hat Frédéric Vogel am PSI bereits getestet – mit einer Laborversuchsanlage, die einem heißen Schlot ähnelt: Mit einer Hochdruckpumpe wird Gülle oder andere wässrige Biomasse auf 300 bar gebracht und in zwei Schritten bis auf 450 Grad Celsius erhitzt. Nun fallen Mineralsalze aus, die später als Dünger wieder verwertet werden können. In einem weiteren Schritt geschieht dann mit Hilfe eines Katalysators die eigentliche thermochemische Umwandlung der Biomasse in Methan und  $\text{CO}_2$ . Als Katalysator – der die Reaktion auslöst und beschleunigt, selbst jedoch nicht verbraucht wird – dienen dabei winzige Mengen des Edelmetalls Ruthenium. «Die Gesamtökobilanz ist positiv. Wir wollen möglichst ressourcenschonend produzieren», erklärt der Forscher. Insgesamt sei das Potenzial von Biomasse beträchtlich, da künftig auch Algen genutzt werden könnten. Eine erste Pilotanlage soll nun zusammen mit Industriepartnern auf Ende 2010 realisiert werden. ■

**Mit Hochdruck am Tüfteln:**  
Im PSI-Versuchslabor versetzen die Forscher Jauche bei starker Hitze und hohem Druck in einen superkritischen Zustand. So lässt sich die wässrige Biomasse in Methan und  $\text{CO}_2$  umwandeln.  
Bild: Hans Ruedi Bramaz/PSI



## Empfindliche Solarzellen nehmen mehr Licht auf



Andri Pol

**Auch bei schwachem Licht effizient:** Die neuen Solarzellen und ihr Erfinder, Michael Grätzel.

In der Natur wird die Strahlung der Sonne seit Jahrmilliarden von Pflanzen mittels Photosynthese in nutzbare Energie umgewandelt. Nach einem ähnlichen Prinzip funktionieren sogenannte Farbstoff-Solarzellen: In diesen nach ihrem Erfinder auch «Grätzel-Zellen» genannten Energielieferanten werden zu den organischen Farbstoffen gehörende Phthalocyanine durch das Rotspektrum des Sonnenlichts stimuliert. Sie produzieren dadurch eine elektrische Ladung.

Einem Forschungsteam unter der Leitung von Michael Grätzel von der ETH Lausanne und Brian Hardin von der Stanford-Universität ist es nun gelungen, die Effizienz der Zellen durch Zugabe neuer Farbstoffe, der Perylene, zu steigern. Die Empfindlichkeit der neu entwickelten Zellen konnte dadurch auf die

Grün- und Blauspektren des Sonnenlichts ausgeweitet werden. Somit ist ihre Energieausbeute um gut ein Viertel verbessert worden. Im Vergleich zu herkömmlichen, auf Halbleitermaterialien basierenden Solarzellen arbeiten die «Grätzel-Zellen» auch bei schwachem Lichteinfall effizient. Sie sind zudem kostengünstiger in der Produktion. Als Hürde für die Farbstoff-Solarzellen-Technologie auf ihrem Weg vom Labormassstab zur industriellen Anwendungen muss aber zurzeit noch das Problem ihrer langzeitstabilen Versiegelung gelöst werden. Für die Entwicklung der Farbstoff-Solarzellen wurde der Chemiker Michael Grätzel in diesem Jahr mit dem Preis für Materialwissenschaften der internationalen Balzan-Stiftung ausgezeichnet. **Patrick Roth**

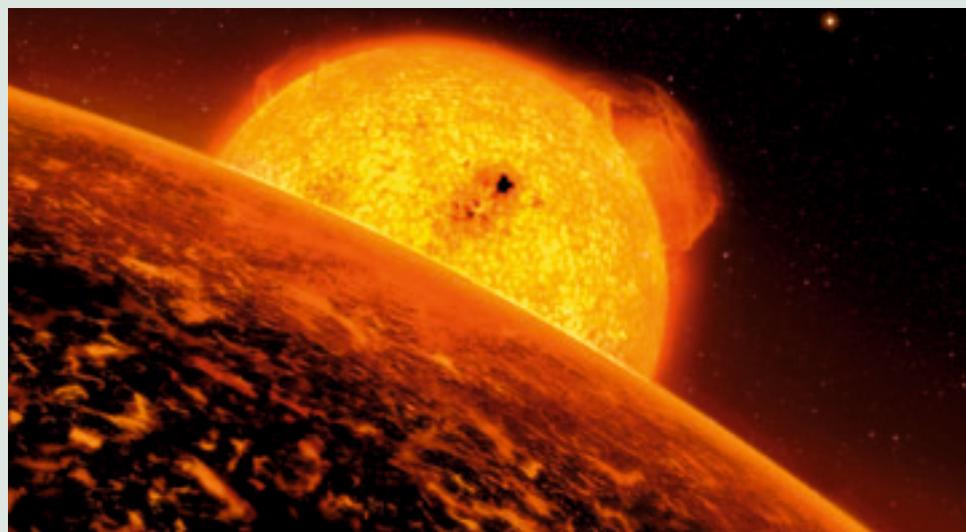
## Klimawandel in der Steinzeit

Die Kohlenstoffdioxid-Konzentration steigt nicht erst seit der Industrialisierung. Schon seit fast 7000 Jahren reichert sich das Treibhausgas in der Atmosphäre an. Während der starke Anstieg seit 200 Jahren mit Sicherheit auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist, gab es für den vorangegangenen (vergleichsweise moderaten) Anstieg alle möglichen Szenarien. Zumindest eines dieser Szenarien konnten Berner Forscher um den Klimatologen Thomas Stocker nun ausschliessen: Der Mensch scheidet als Verursacher des «Ur-Klimawandels» aus.

Gemäss einer vielbeachteten Theorie wäre schon der Steinzeitmensch durch Brandrodungen und Ackerbau zum Klimasünder geworden. Die Forscher von der Universität Bern zeigten nun zusammen mit Kollegen des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven, dass der frühe Anstieg des CO<sub>2</sub> eine natürliche Ursache haben muss.

Dazu untersuchten sie Gaseinschlüsse in Eisbohrkernen aus der Antarktis nicht nur auf die CO<sub>2</sub>-Menge, sondern auch auf die Art des Kohlenstoffs. Aus dem Verhältnis verschiedener Kohlenstoff-Isotope in der Luft lässt sich auf die Herkunft des CO<sub>2</sub> schliessen. Aufgrund der Analyse gehen die Forscher davon aus, dass ozeanische Prozesse für den CO<sub>2</sub>-Anstieg verantwortlich waren.

**Roland Fischer**



L. Calçada/ESO

**Der Stern und sein Planet (vorne):** So stellen sich Forschende CoRoT-7b vor.

## Terrestrischer Exoplanet, neu entdeckt

Zum ersten Mal konnte eine internationale Astrophysikergruppe von einem Planeten, der um einen anderen Stern als unsere Sonne kreist, nachweisen, dass er wie die Erde ein Gesteinsplanet ist. «So ist Wissenschaft atemberaubend», begeistert sich der Erstautor der Studie, Didier Queloz vom Observatorium der Universität Genf. Der Exoplanet trägt den Namen CoRoT-7b und befindet sich 500 Lichtjahre von uns entfernt.

Er wurde im April 2008 mit Hilfe des Satelliten CoRoT aufgespürt. Mit der Transitmethode (wenn der Planet vor seinem Stern durchläuft, verringert er dessen Lichtstärke) konnten die Wissenschaftler den Radius

ermitteln: Er misst das 1,75-fache des Erdradius. Die Masse von CoRoT-7b beträgt das Fünffache der Erde. Zum Einsatz kam dabei der Harps-Spektrograf mit einem Teleskop in La Silla (Chile). CoRoT-7b weist schliesslich die gleiche Dichte wie die Erde auf. Dies lässt auf eine ähnliche Beschaffenheit der beiden Planeten schliessen.

Leben ist in der fernen Gesteinswelt allerdings kaum möglich: «Der Exoplanet kreist so nah um seine Sonne, dass er mit einer Temperatur von mehr als 2000 Grad Celsius wohl Dantes Hölle gleicht. Seine Oberfläche muss aus flüssiger Lava oder einem kochenden Ozean bestehen.» **Olivier Dessibourg**



## «Der Strafvollzug ist eine Blackbox»

Freiheit hat, solange er für andere keine Gefahr darstellt. Sofern der Inhaftierte urteilsfähig ist, zählt sein Wille, bis zum bitteren Ende... Andererseits kann man sagen, dass der Strafvollzug und damit auch die Vollzugsmedizin für die Fürsorge des Gefangenen zuständig sind. Dieser soll die Gefangenschaft gut überstehen und resozialisiert werden, damit er wieder in Freiheit leben kann. Wenn der Arzt bei einem Hungerstreik nichts unternimmt, kann er wegen Unterlassung oder Tötung angeklagt werden. Wenn er hingegen eine Zwangsernährung verordnet, riskiert er eine Verurteilung wegen Körperverletzung. Heute handelt er begreiflicherweise so, dass er das geringste Risiko wählt, sich strafbar zu machen.

### Ist diese Situation nicht geregelt?

Abgesehen von einigen kantonalen Bestimmungen bestehen in der Schweiz im Prinzip nur die Richtlinien der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften, wonach der Wille des Patienten zu wahren ist. Aber das ist kein verbindliches Recht. Die Gerichte müssen sich an die Grundrechte und die Europäische Menschenrechtskonvention halten, also eine Abwägung verschiedener Rechtsgüter vornehmen. Meines Erachtens gehört festgelegt, dass der freie Wille des in den Hungerstreik Getretenen zu respektieren ist und er permanent die Gelegenheit zum Essen und Trinken hat. So trägt man seiner Autonomie Rechnung, und der Staat lässt sich nicht nötigen, Zwang auszuüben.

### Wo sehen Sie in Bezug auf die rechtliche Regulierung der Vollzugsmedizin den grössten Handlungsbedarf?

Es gibt kein Strafvollzugsgesetz auf Bundesebene. Einige Kantone haben ein Strafvollzugsgesetz, andere nur Strafvollzugsverordnungen, wieder andere sagen, das brauchen wir nicht, wir machen eine Hausordnung für die jeweilige Strafanstalt... Die Rechtsqualitäten sind sehr

**Die für die Gesundheit von Strafgefangenen zuständigen Ärzte stehen heute vor mehr Herausforderungen denn je. Die Strafrechtlerin Brigitte Tag empfiehlt deshalb die einheitliche Regelung von deren Rechten und Pflichten.**

VON URS HAFNER UND ORI SCHIPPER  
BILD DEREK LI WAN PO

**Frau Tag, Sie haben die Gesundheitsfürsorge in Schweizer Strafanstalten untersucht. Was ist das Besondere an der Arbeit des Gefängnisarztes?**

Die Gefängnisärzte – und die wenigen Gefängnisärztinnen – sind prinzipiell nicht nur dem Wohl des kranken Inhaftierten, sondern auch der Gefängnisführung verpflichtet. Das fängt schon bei der Eintritts-

untersuchung an: Der Arzt stellt unter anderem fest, ob der Häftling arbeitsfähig ist oder eventuell drogenabhängig – Dinge, die ein Patient nicht unbedingt mitteilen will. Der Arzt kann nun schwierig sagen: Ich bin nur Arzt, lasst mich bitte in Ruhe mit euren Vollzugsaufgaben.

### Der Gefängnisarzt steckt also im Dilemma?

Genau. Nehmen wir das Beispiel des Hungerstreiks. Einerseits kann man argumentieren, dass der Gefangene ein Recht auf Selbstbestimmung und persönliche

unterschiedlich. Notwendig ist ein einheitlicher rechtlicher Bezugsrahmen, der die grundsätzlichen Dinge des Strafvollzugs regelt, beispielsweise den Fall des Hungerstreiks oder finanzielle Fragen: Wer soll bezahlen, wenn ausländische Strafgefangene krank werden?

### **Stört die Rechtsunsicherheit nicht vor allem die Juristen?**

Nicht nur. Die Öffentlichkeit bekommt natürlich nur die spektakulären Fälle mit, die auf Mängel im Strafvollzug hinweisen: Wenn sich jemand in Untersuchungshaft erhängt, wenn sich ein Jugendlicher allein in der Zelle Gewalt angetan hat, Übergriffe auf Mithäftlinge, Zwangsernährung... Aber auch die Vollzugsmitarbeitenden sind betroffen und stellen Fragen: Was dürfen wir, was müssen wir tun, wie gehen wir mit Jugendlichen um, mit Alten, mit den Verwahrten, Drogenabhängigen, den Schwangeren?

### **Sie haben die föderalistische Zersplitterung der Strafvollzugsgesetzgebung bedauert. Der Föderalismus regiert aber in der Schweiz auf vielen Gebieten. Wieso sollen politische Ressourcen genutzt werden, um ausgerechnet den Strafvollzug zu vereinheitlichen?**

Ich könnte ganz pathetisch antworten: Weil der Strafvollzug das ethische Gewissen der Gesellschaft ist. Natürlich soll man die politischen Ressourcen schonen und nicht überregulieren. Doch der Strafvollzug ist heute ein ganz zentraler Bereich. Schauen Sie sich die Medien an: Fast alle ihrer spektakulären Inhalte haben mit Strafrecht und Strafvollzug zu tun. Aufgrund seiner grossen Bedeutung sollte dieses Gebiet einheitlich geregelt werden. Alle Involvierten – Ärzte, Strafvollzieher, Gefangene – müssen die Regeln kennen, die Rechte und die Pflichten. Der Staat hat in keinem anderen Bereich die Möglichkeit, derart massiv in die Rechte des Einzelnen einzugreifen wie beim Strafvollzug. Nichts tut so weh, auch wenn die Anstalt noch so gut organisiert ist, wie eine geschlossene Tür. Freiheitsentzug ist eine harte Sanktion...

### **...und in der Regel nicht gesundheitsfördernd, weder psychisch noch physisch. Sind Sie bei Ihrer Arbeit auf Ärzte gestossen...**

...die der Auffassung sind «Knast macht krank»?

### **Genau.**

Einerseits haben entlassene Gefangene aufgrund des seelischen Stresses einen doppelt so hohen Blutdruck und ein höheres Herzinfarktrisiko als die Normalbevölkerung, wie neuere Studien aus den USA zeigen. Den Gefängnisärzten ist der grundsätzlich belastende Rahmen des Freiheitsentzugs bewusst, sie sehen die Risiken und Probleme. Andererseits weisen viele Gefangene beim Antritt der Haftstrafe einen sehr schlechten Gesundheitsstatus auf, der in der Vollzugsanstalt verbessert wird, natürlich auch zum Schutz der anderen Gefangenen und des Personals. Die Ärzte unternehmen alles für die Gesundheit der Gefangenen. Sie sehen sich in erster Linie als Helfer.

### **Werden Ärzte und Ärztinnen in ihrer Ausbildung auf die schwierige Situation vorbereitet, Gefangene zu behandeln?**

Nein, es gibt keine Facharztausbildung in der Vollzugsmedizin. Und das sollten wir dringend angehen. In der Schweiz arbeiten immerhin 131 Gefängnisärzte und -ärztin-

## **«Es gibt in der Vollzugsmedizin keine Facharztausbildung.»**

nen, teils hauptberuflich, teils nebenberuflich. Das einzige Forum, auf dem sie sich zurzeit austauschen können, ist die jährlich stattfindende Gefängnisärztekongress. Denkbar wäre ein Weiterbildungslehrgang der FMH.

### **Was wäre der Inhalt dieser Ausbildung?**

Grundsätzlich ginge es darum, sich den verschiedenen Herausforderungen zu stellen, die sich speziell innerhalb der Gefängniswelt aufdrängen. Wichtig wäre der Umgang mit den stark verbreiteten Infektionskrankheiten der Gefangenen – wie man diese erkennen und therapieren kann, ohne die Kranken zu stigmatisieren. Auf der Zellentür eines HIV-Positiven einen entsprechenden Kleber anzubringen ist kein guter Weg... Mehr Sensibilität ist auch beim Führen der Patientenkartei angebracht: Man darf diese nicht, auch wenn es verwaltungstechnisch praktisch ist, mit den Gefängnisakten zusammenlegen. Da müssten sofort die Alarmglocken läuten. Oder der Umgang mit der Schweigepflicht: Was

## **Brigitte Tag**

Brigitte Tag lehrt seit 2002 Strafrecht, Strafprozessrecht und Medizinrecht an der Universität Zürich. Ihre Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind ferner Wirtschafts- und Medizinethik. Brigitte Tag leitete das vom SNF geförderte und von Julian Mausbach mitrealisierte Forschungsprojekt «Intramurale Medizin. Gesundheitsfürsorge zwischen Heilauftrag und Strafvollzug in der Schweiz».

soll der Arzt tun, wenn er von Fluchtplänen eines Gefangenen erfährt? Oder die Herausforderung der Altersmedizin: Immer mehr Gefangene werden im Gefängnis alt.

### **Weshalb?**

Die Anzahl der Verwahrten nimmt zu. Bei Akutsituationen kann man sie ins Spital bringen, wenn sie jedoch chronisch krank oder sonst betreuungsbedürftig sind, was dann? Die Spitäler nehmen sie nicht auf, die Vollzugsmitarbeitenden sind weder für die Pflege ausgebildet noch haben sie Zeit. Und Spitex kann nicht mehrmals täglich eine geschlossene Abteilung aufsuchen; Gefahr und Aufwand wären für alle Beteiligten zu gross. Die Gefängnisse müssen entsprechende Abteilungen aufbauen.

### **Nehmen die Anforderungen an den Strafvollzug also zu?**

Die Gesellschaften kommen heute mit immer mehr Problemen nicht mehr zurecht. Nehmen Sie Vermögensdelikte: Immer weniger Bürgerinnen und Bürger akzeptieren, dass jemand, der Millionen veruntreut hat, sich freikaufen kann. Oder die zunehmende Jugendgewalt – am Schluss bleibt nur der Strafvollzug, er soll die Sache richten. Damit ist es natürlich nicht getan, man müsste diese Probleme früher angehen. Wenn wir die Menschen nicht einfach nur wegschliessen wollen, brauchen wir Konzepte, die ihnen eine Chance geben. Der Strafvollzug ist heute für viele eine Blackbox. Man macht sich keine Gedanken dazu, was dort geschieht und geschehen soll. Wir müssen in diese Box hineinschauen. ■

Publikationen: Brigitte Tag, Thomas Hillenkamp (Hg.): Intramurale Medizin im internationalen Vergleich, Springer Verlag, Berlin u.a. 2008; Brigitte Tag, Julian Mausbach (Hg.): Intramurale Medizin in der Schweiz, Dike-Verlag, Zürich 2010.



# Von Tieren und Menschen

Ohne Tierversuche lassen sich die anstehenden Herausforderungen in den Lebenswissenschaften nicht bewältigen. Das Gegenteil zu behaupten ist Wunschdenken.

VON DENIS DUBOULE

**M**it den Erkenntnissen der letzten 25 Jahre aus der Genetik und der Genomik hat sich auch unsere Beziehung zu den Tieren, die in der biomedizinischen Forschung eingesetzt werden, grundlegend verändert. Die Wissenschaft befindet sich in einem Zwiespalt: Allen Tieren – einschliesslich Mensch – sind offensichtlich dieselben Funktionsprinzipien gemeinsam. Dadurch lässt sich die an Tieren durchgeführte Forschung grösstenteils direkt auf den Menschen übertragen, daran besteht heute kein Zweifel mehr. Wenn uns die Tiere aber biologisch so ähnlich sind: Haben wir das Recht, sie zur Verbesserung der menschlichen Gesundheit zu benutzen?

Diese Thematik geht weit über die Zuständigkeit der Forschenden hinaus und wirft grundlegende Fragen darüber auf, in was für einer Gesellschaft wir leben möchten. Leider ist es selbst im politischen Umfeld oft schwierig, Argumente und Herausforderungen sachlich darzulegen. Voraussetzung dafür wären weit reichende technische Erklärungen, während ablehnende Reaktionen vorwiegend emotional oder philosophisch begründet sind.

Dass es bisher an einer gemeinsamen Plattform für Diskussionen über diese Herausforderungen fehlt, ist ein Grund für den Aktivismus verschiedener Gruppen, die ihren Anliegen so mehr Gehör verschaffen möchten. Das Hauptproblem liegt dabei weniger in den Aktivitäten dieser Minderheiten als vielmehr im Wertewandel, den sie in unserer Gesellschaft herbeiführen – von einer rationalen humanistischen Denkweise bis hin zu Wertesystemen, die auf Konzepten wie dem «Recht» der Natur beruhen.

Dieser Wandel wird durch eine allgegenwärtige ethische Kontrolle beschleunigt, eine Art allgemeine Überwachung, die nötigenfalls daran erinnert, dass eine bewilligte Forschungsarbeit ebenso gut hätte verweigert werden können. Es geht nicht darum, den



David Prêtre/Strates

Nutzen eines Teils dieser Kommissionen in Frage zu stellen. Nicht klar ist jedoch, weshalb in anderen sensiblen Bereichen, die ebenfalls öffentliche Gelder beziehen, nicht der gleiche Massstab angesetzt wird. Stellen sich in der Nuklearphysik, der Informationstechnologie oder der Finanzwirtschaft weniger relevante ethische Fragen?

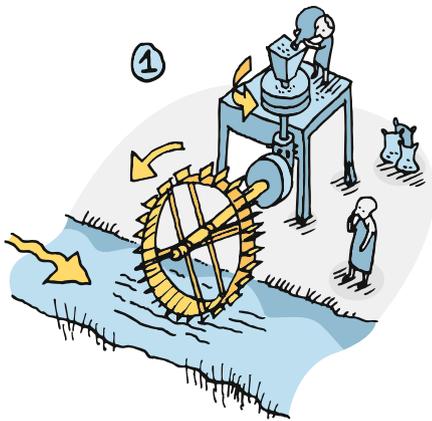
Die grossen Themen der Lebenswissenschaften in den kommenden fünfzig Jahren sind bekannt: Regenerationsmedizin, Stammzellen und Behandlungen für die grossen Leiden unserer Zeit wie Krebs, neurodegenerative Erkrankungen und Stoffwechselkrankheiten wie Diabetes. Keine dieser Herausforderungen wird ohne Tiermodelle zu bewältigen sein, und das Gegenteil zu behaupten ist heute unrealistisch. Es müssten also eher diese festgelegten Ziele als die dazu eingesetzten Mittel hinterfragt werden.

Das heisst keineswegs, dass fragwürdige Experimente und unnötiges Leiden in Kauf genommen werden. Themen wie der Respekt vor Tieren und ein Umgang mit ihnen, welcher der wachsenden Sensibilität der Bevölkerung Rechnung trägt, müssen bereits in der Schule zur Sprache kommen, und zwar in einem breiteren Kontext, der sich nicht nur auf die wissenschaftliche Forschung, sondern auch auf den Handel und die Haltung von Haustieren und die Aufzucht von Nutztieren erstreckt. ■

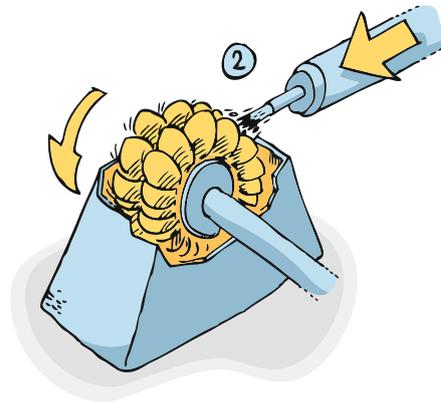
Der Entwicklungsbiologe und Genetiker Denis Duboule ist Professor an der Universität Genf und an der ETH Lausanne. Er leitet den Nationalen Forschungsschwerpunkt «Frontiers in Genetics» und ist Mitglied der Abteilung Biologie und Medizin des Nationalen Forschungsrats des SNF.

# H<sub>2</sub>O – die blaue Kraft

VON PHILIPPE MOREL  
ILLUSTRATIONEN STUDIO KO

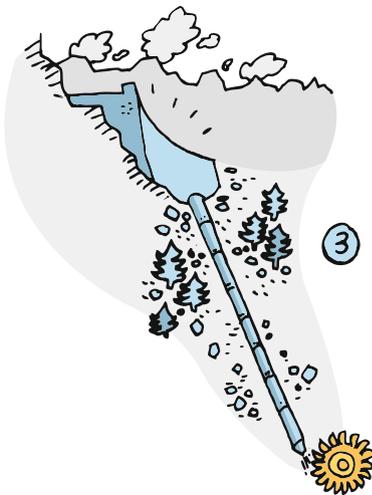


Nichts entsteht ganz neu, nichts geht verloren, alles wandelt sich. Von diesem Grundgesetz der Natur profitiert der Mensch, wenn er – seit der Antike – die Wasserkraft nutzt: Wasser fliesst unter und über ein Rad mit Schaufeln, das Rad ist über Achsen und Zahnräder mit einem Mühlstein verbunden, und dieses Gerät in Bewegung.

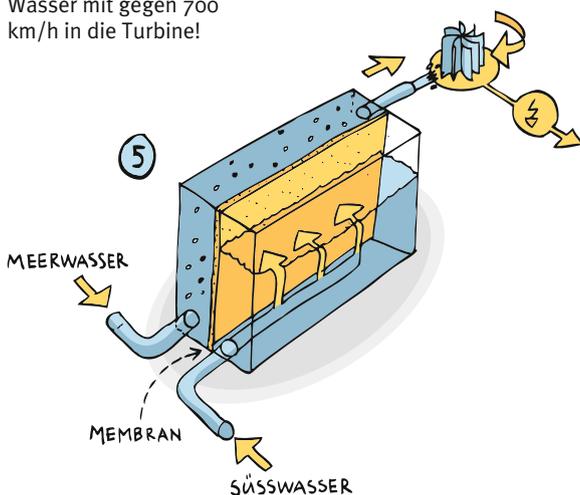


Obwohl Wasserräder eine uralte Erfindung sind, begann sich die Wissenschaft erst Ende des 18. Jahrhunderts dafür zu interessieren. Durch deren genaue Untersuchung und Weiterentwicklung entstand die Turbine. Diese hielt auch hohem Wasserdruck und grossen Drehgeschwindigkeiten stand. Nun kam die Elektrizität ins Spiel: Turbinen trieben Generatoren an, welche die kinetische Energie in Strom umwandelten.

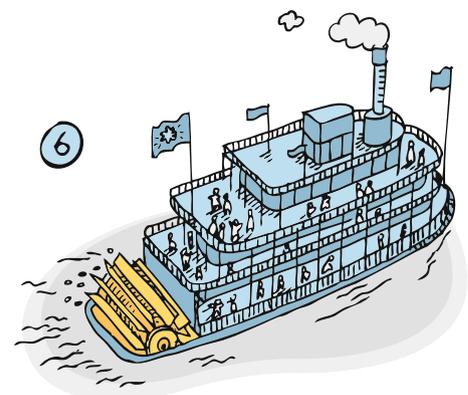
Die Wasserkraft setzte zum weltweiten Siegeszug an. In den Alpentälern wurden Staudämme errichtet – je höher, desto besser, denn die Geschwindigkeit des Wassers beim Verlassen einer Druckleitung ist allein von der Fallhöhe abhängig, d.h. von der Höhe der Wassersäule zwischen Staudamm und Turbine. Mit 1883 Metern hält der Cleuson-Dixence-Komplex im Wallis den Weltrekord: Angetrieben allein durch das eigene Gewicht schießt das Wasser mit gegen 700 km/h in die Turbine!



Wasserkraft gilt als ökologisch, belastet Mensch und Umwelt aber dennoch erheblich. Problematisch sind vor allem der beeinträchtigte Sedimenttransport, stark schwankende Abflussmengen, Verbauungen, Wassernutzungskonflikte oder Umsiedlungen. Grosse Staudammprojekte sind heute stark umstritten.



Derzeit wird eine neue Technologie zur Nutzung der Wasserkraft entwickelt, die auf dem Phänomen der Osmose beruht. Mit Süsswasser aus einem Fluss wird über eine semipermeable Membran in Meerwasser ein osmotischer Druck aufgebaut, mit dem eine Turbine angetrieben wird. Diese Technik ist noch nicht marktauglich und sehr komplex. Ihr Vorteil: Sie stellt nur einen schwachen Eingriff in die Umwelt dar.



Die Techniken zur Energiegewinnung durch Wasserkraft lassen sich im Übrigen auch nutzbringend umkehren – drei Beispiele: mit einer Energiequelle treibt ein Wasserrad Schiffe an; die Turbine wird zur Pumpe; durch Umkehr-osmose wird Meerwasser entsalzt. Nichts entsteht, nichts geht verloren...

Wasserkraft steht im Zentrum der Ausstellung «Genève à la force de l'eau», die bis zum 12. April 2010 im Musée d'histoire des sciences in Genf zu sehen ist. [www.ville-ge.ch/mhs](http://www.ville-ge.ch/mhs)

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

15. Dezember, 18.15 bis 22 Uhr

**Intergalaktisches Powwow**

Das Collegium Helveticum der ETH Zürich lädt ein zur Auseinandersetzung mit Zukunftsvisionen zwischen Wissenschaft und Fiktion. Fest mit Lesungen und Preisvergabe des Literaturwettbewerbs «SciFi-Shorts». Moderation: Gerard Folkers, Direktor Collegium Helveticum. **Semper-Sternwarte, Schmelzbergstr. 25, Zürich** [www.collegium.ethz.ch](http://www.collegium.ethz.ch)

16. und 17. Januar 2010, 12 bis 19 Uhr

**Das Grosse, das Kleine und der menschliche Geist**

Die Welt der Physik und die Suche nach einem umfassenden Verständnis des bewussten Geistes stehen im Zentrum der 8. Schweizer Biennale zu Wissenschaft, Technik und Ästhetik. Ein Kongress der Neuen Galerie Luzern in Zusammenarbeit mit dem Verkehrshaus der Schweiz, der Stadt Luzern, dem Bundesamt für Kultur und dem SNF. Anmeldung erforderlich. Kosten: 90 CHF. **Verkehrshaus der Schweiz, Lidostrasse 5, Luzern** [www.neugalu.ch](http://www.neugalu.ch)

11. bis 14. Februar 2010

**«Biodiversität – unsere Zukunft»**

Die Bedeutung der Biodiversität für unsere Umwelt steht im Zentrum der 5. «Natur»-Messe, die einen Kongress und ein Festival umfasst. 2010 wurde zum internationalen Jahr der Biodiversität erklärt, mit dem Ziel, Rechenschaft darüber abzulegen, ob deren Rückgang jüngst aufgehalten werden konnte. Wie die meisten Staaten dürfte die Schweiz dieses Ziel nicht erreichen.

**Kongresszentrum Basel, Messeplatz 21, Basel** [www.natur.ch](http://www.natur.ch)

16. Februar 2010, 12.30 bis 13.00 Uhr

**Das Lachen im Weinen – der jüdische Humor**

In der Reihe «Buch am Mittag» referiert Raphael Pifko, Psychologe und Projektleiter der ETH Zürich, über die Charakteristika und Geschichte des jüdischen Humors. **Zentralbibliothek, Vortragssaal, Münstergasse 63, Bern** [www.agenda.unibe.ch](http://www.agenda.unibe.ch)

Bis 2. Mai 2010

**«Messel, Urpferd & Co.»**

Die Sonderausstellung zeigt mehr als hundert Originale von nahezu 50 Millionen Jahre alten Fossilien, die bis ins feinste Detail erhalten sind. Die versteinerten Urpferde, Affen und anderen Objekte führen zurück ins «Zeitalter der Morgenröte», ins Eozän, als Europa ein tropischer Regenwald war. **Naturhistorisches Museum, Augustinergasse 2, Basel** [www.nmb.bs.ch](http://www.nmb.bs.ch)

# Die geheime Geschichte der biologischen Waffen

**V**erbrecen gegen die Menschlichkeit und Nobelpreis – zwei völlig gegensätzliche Begriffe, die sich 1918 beim Chemiker Fritz Haber dennoch begegnen.

Auf der einen Seite der geniale Entdecker der katalytischen Bildung von Ammoniak, die den Weg zur Herstellung künstlicher Dünger ebnete, auf der anderen Seite der Vater der Giftgaswaffen und später von Zyklon B. Die Wissenschaft hat auch dunkle Seiten... Mit diesen befasst sich das Buch «L'histoire secrète des guerres biologiques – Mensonges et crimes d'Etat» von Patrick Berche, Professor für Mikrobiologie, Dekan der medizinischen Fakultät der Universität Paris-Descartes und Mitglied des wissenschaftlichen Beratungsausschusses für biologische Risiken.

Das Werk befasst sich mit der Geschichte der biologischen Kriegsführung, von den Anfängen (über die Stadtmauer geworfene Leichen Pestkranker, mit Pockenviren kontaminierte Decken usw.) bis zu den berühmten irakischen Massenvernichtungswaffen, vom Kalten Krieg über die ethnischen Waffen der südafrikanischen Apartheid bis zu den Anthrax-Anschlägen von 2001 in den USA. Der Autor beschreibt die Programme, die von grossen und weniger grossen Nationen entgegen internationaler Übereinkommen entwickelt wurden. Er erzählt, wie die Sieger des Zweiten Weltkriegs kriminellen Forschern Straffreiheit zugestanden, wenn sie zu einer Zusammenarbeit bereit waren. Patrick Berche trennt dabei erwiesene Tatsachen klar von Vermutungen und stützt sich dazu auf vielfältige Quellen (die allerdings enorm zahlreich und am Schluss des Buches aufgeführt sind, was den Lesefluss stört).

Den Schluss des Buches widmet der Autor den Fortschritten und dem militärischen Potenzial der synthetischen Biologie. Seine Befürchtungen über neu entstehende Krankheitserreger wecken Erinnerungen an Frankenstein. Er schliesst mit den sorgenvollen Worten: «Möglicherweise müssen wir eines Tages unbekannte Krankheitserreger bekämpfen, die wir selbst geschaffen haben. Mit diesen konstanten Bedrohungen müssen wir leben.» **pm ■**

Patrick Berche: L'histoire secrète des guerres biologiques – Mensonges et crimes d'Etat. Editions Robert Laffont, Paris 2009.

