

DAS SCHWEIZER  
FORSCHUNGSMAGAZIN  
Nr. 68, März 2006



# horizonte

**WOZU:** Der Nutzen der Forschung

**GIFTIGER STRAND:** Minenabfälle als Umweltproblem

**WIE KINDER WACHSEN:** Bilanz der Zürcher Langzeitstudien

**NEU ENTDECKT:** Alte Schweizer Dokumentarfilme

**FNSNF**

SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

# Die Vorteile des Giesskannenprinzips

**D**ie Titelgeschichte dieser Ausgabe ist dem Wert der Grundlagenforschung gewidmet, die eher erkenntnis- als nutzenorientiert ist. Sie macht etwa 80 Prozent des Förderaufwands des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) aus.

Doch nun, im Vorfeld der Botschaft «Bildung, Forschung und Innovation» 2008–2011, kommt die Grundlagenforschung einmal mehr unter Beschuss. So wird beispielsweise mehr angewandte Forschung gefordert, mit dem Argument, diese sei nützlicher für die Wirtschaft.



Dabei geht vergessen, dass die meisten Innovationen auf jahrzehntelanger Grundlagenforschung beruhen, deren Nutzen ursprünglich kaum absehbar war. Ohne Wurzeln trägt auch der schönste Apfelbaum keine Früchte. Ausserdem läuft der Wissens- und Technologietransfer von der Forschung in die Wirtschaft weniger über Entdeckungen, die zu marktauglichen Produkten

führen, sondern vielmehr über kluge, kreative Köpfe. Und diese sollten an Hochschulen mit Spitzenforschung ausgebildet werden, um neuste Ideen und aktuellste Technologien in die Praxis einzubringen.

Eine andere Forderung ist die gezielte Förderung bestimmter Themenbereiche, ganz nach dem Motto: lieber viel Geld für wenige, viel versprechende Forschungsbereiche als wenig Unterstützung für viele. Die Förderung von wirtschaftlich oder gesellschaftlich wichtigen Gebieten ist allerdings genau das, was der SNF mit seinen Nationalen Forschungsprogrammen und seinen Nationalen Forschungsschwerpunkten bereits tut.

Doch auch das «Giesskannenprinzip», wie man die Förderung der freien Forschung bezeichnen könnte, hat seine Vorteile: Die Forschenden selbst kennen die aktuellsten Forschungsfragen am besten. Statt auf einem Gebiet zu forschen, auf dem viel Geld zur Verfügung steht, müssen sie sich im Wettbewerb der Ideen bewähren. Und sie können wegen der kurzen Projektdauer leichter auf neuste Entwicklungen reagieren. Gerade in zukunftsträchtigen Gebieten, die sich sehr schnell verändern, sind diese Vorteile von grosser Bedeutung.

Erika Meili  
Redaktion «Horizonte»

Othmar Keel



Dank Forschung die Bibel besser verstehen: Othmar Keel

Bernhard Dold



Abfälle aus Kupferminen belasten in Chañaral die Umwelt.

Condor



Lange vergessen, nun neu entdeckt: alte Schweizer Dokfilme

# «Ich glaube, ohne technische Erleichterungen wie die Waschmaschine hätte man weiter autoritär erzogen.»

Kinderarzt Remo Largo  
Seite 28

Umschlagbild oben:  
Wissenschaftsforscherin  
Sabine Maasen mit Mitarbeiter  
Bild: Derek Li Wan Po

Umschlagbild unten:  
Minenabfälle im Dünnschliff  
unter dem Mikroskop  
Bild: Bernhard Dold



9



24

## Aktuell

- 5 Nachgefragt  
**Wie wir gesund bleiben**
- 6 Das egalitäre Familienmodell: erfolgreich, aber rar  
**Spezialisten für neuartige Solarzellen...**
- 7 Im Bild  
**Powernektar macht Schmetterlinge fruchtbar**
- 8 Wie entwickelt sich die Landwirtschaft?  
**Schizophrenie früher erkennen**  
**Auf dem Weg zu einer Behandlung der Gicht**

## Titel

- 9 **Forschung – wozu?**  
Forschung muss sich rechtfertigen. Die Nützlichkeit ist auch ein Kriterium innerhalb der Wissenschaft (S. 10). Die meisten Innovationen beruhen auf langjähriger Grundlagenforschung, zum Beispiel langfristige Wettervorhersagen (S. 12). Die Wirtschaft profitiert vor allem von den klugen Köpfen, die neue Ideen in die Praxis tragen (S. 14). Dank Forschung verstehen wir die Welt besser – zum Beispiel die Bibel im Kontext ihrer Zeit (S. 15).

## Porträt

- 16 **Rajna Gibson Brandon:  
Zwischen Mensch und Mathematik**  
Als Leiterin des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Finrisk» managt Rajna Gibson Brandon ein Millionenbudget, doch das Geld zog die Finanzmarktexpertin nicht in die Forschung.

## Interview

- 28 **«Die Bedeutung von Erziehungstheorien wird überschätzt»**  
Mehr als 30 Jahre lang hat Remo Largo Kinder von der Geburt bis ins Erwachsenenalter begleitet und ihre Entwicklung beobachtet. Im «Horizonte»-Interview zieht der Arzt Bilanz.

## Weitere Themen

- 18 **SBB und Swisscom als Innovationslokomotiven**  
Trotz unterschiedlicher Entwicklung sind SBB und Swisscom Symbole für Aufbruch und Fortschritt geblieben. Die Geschichte der zwei Betriebe wurde aufgearbeitet.
- 20 **Traumhaft schönes Umweltrisiko**  
Minenabfälle können für die Umwelt gefährlich werden. Dies belegen geochemische Untersuchungen am Strand der chilenischen Stadt Chañaral.
- 23 **Vor Ort: Eine Weltenbürgerin in Südafrika**  
In Südafrika erforscht die Doktorandin Marjorie Opuni-Akuamoa, wie sich die aidsbedingt hohe Sterblichkeit gesellschaftlich auswirkt.
- 24 **Vergessene Zeitzeugen**  
Im Vergleich zum Spielfilm hat der Dokumentarfilm aus der Schweiz eine internationale Ausstrahlung. Schon immer gehabt, zeigen Zürcher Filmwissenschaftlerinnen.
- 26 **«Ohne diese Gleichung geht gar nichts»**  
Vor 80 Jahren hat der Physiker Erwin Schrödinger eine später nach ihm benannte Gleichung entdeckt. Sie sollte das Weltbild grundlegend verändern.
- 32 **Das Nervtötende bei Alzheimer**  
Forschende der Universitätsklinik Genf haben ein Enzym aufgespürt, das zum Türöffner für neuartige Alzheimertherapien werden könnte.

## Rubriken

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 4 Meinungen          | 34 Nussknacker |
| 4 In Kürze           | 34 Exkursion   |
| 22 Wie funktioniert? | 34 Impressum   |
| 31 Cartoon           | 35 Bücher      |
| 33 Perspektiven      | 35 Agenda      |

## Geschlechtergerechtere Sprache

Nr. 67 (Dezember 2005)

Danke für «Horizonte», das ich mit Interesse lese. Dabei komme ich manchmal ins Staunen, hie und da auch zum Schmunzeln. Noch Optimierungsbedarf sehe ich bei einer etwas geschlechtergerechteren Sprache. Manchmal ist es, nehme ich an, eine Frage der Sprache: Es wurden Frauen und Männer untersucht, berichtet wird dann aber nur in männlicher Form, beispielsweise nur über «Secundos». So weiss ich dann nie, ob nur Männer oder doch beide Geschlechter – auch «Secundas» – untersucht wurden und ob im letzteren Fall einfach nur über die Männer berichtet wird oder ob wieder gemittelt wurde.

Katharina von Salis, Silvaplana

## Gekonnte Vermittlung

Nr. 67 (Dezember 2005)

Obwohl ich bereits vor einigen Jahren als Professor der ETHL in den Ruhestand getreten bin, lese ich Ihre Zeitschrift mit grossem Interesse, wenn ich sie irgendwo sehe. Auch meine Frau, die keine Wissenschaftlerin ist, liest sie gerne. Hut ab vor der gekonnten Vermittlung wissenschaftlicher Ergebnisse in einer allgemein verständlichen Sprache, und vielen Dank für die Information über die aktuelle Forschung in der Schweiz und im Ausland.

Jean Buttet, St-Prex

pri@snf.ch

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

## Weichenstellungen im SNF

In seinem neuen Mehrjahresprogramm stellt der Schweizerische Nationalfonds (SNF) die Weichen für die Jahre 2008–2011. Im Vordergrund steht die verstärkte Unterstützung der freien Grundlagenforschung und des wissenschaftlichen Nachwuchses. Die verbesserte Integration in den europäischen Forschungsraum und in die Hochschullandschaft Schweiz sowie ein aktiver Beitrag des SNF zur Ausschöpfung des Innovationspotentials der Forschung sind weitere wichtige Ziele.

Download ab 27. März: [www.snf.ch](http://www.snf.ch)

## Renommierte Wissenschaftspreise verliehen



Der Schweizer Dominik Perler wurde im Februar für seine philosophischen Arbeiten mit dem mit 1,55 Mio. Euro dotierten Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis 2006 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

geehrt. Perler hat laut DFG u.a. gezeigt, wie sich die Denktraditionen des christlich-abendländischen und des arabisch-islamischen Raumes beeinflusst haben.



In Denver (USA) konnte die an der Universität Zürich tätige Aidsforscherin Alexandra Trkola im Februar den Scientist Award der Elizabeth Glaser Pediatric Aids Foundation entgegennehmen, der mit umgerechnet 900000 Franken dotiert ist. Ausgezeichnet wurde Trkola für ihre Forschung mit Antikörpern gegen den Aidsreger.

Die Europäische Kommission hat erstmals ein Projekt aus den Sozialwissenschaften mit dem prestigereichen René-Descartes-Preis ausgezeichnet: den «European Social Survey». Diese vom SNF seit Jahren geförderte Sozialstudie hat einschneidende Neuerungen bei länderübergreifenden Erhebungen entwickelt.

## «Scientific Misconduct»

Der SNF hat im Januar 2006 eine Erklärung zum Umgang des SNF mit wissenschaftlichem Fehlverhalten («Scientific Misconduct») veröffentlicht. Er ruft damit in Erinnerung, dass der Beachtung der guten wissenschaftlichen Praxis zentrale Bedeutung zukommt. Die Erklärung gilt für alle Personen, die mit dem SNF zu tun haben. [http://www.snf.ch/de/por/phi/phi\\_vie\\_snf1.asp](http://www.snf.ch/de/por/phi/phi_vie_snf1.asp)

## NFP zu GVO und Religionen

Im Dezember 2005 hat der Bundesrat zwei neue Nationale Forschungsprogramme (NFP) bestimmt. Mit einem Budget von 22 Millionen Franken sollen die Themen «Religionsgemeinschaft, Staat und Gesellschaft» sowie «Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen» während drei bzw. vier Jahren wissenschaftlich untersucht werden. Das letztere NFP soll bis zum Ablauf des fünfjährigen Freisetzungsmoratoriums Entscheidungsgrundlagen für die politische Diskussion bieten. Projektskizzen können in beiden Programmen voraussichtlich im Sommer/Herbst 2006 eingereicht werden.

## Sommeruni in Davos

Vom 21. bis 25. August 2006 können interessierte Laien direkt in ein Nationales Forschungsprogramm hineinsehen: ins NFP 48 «Landschaften und Lebensräume der Alpen», das Antworten z.B. auf die Frage gibt, welche Chancen den Bewohnerinnen und Bewohnern des Alpenraums bleiben, ohne dass die natürlichen Ressourcen zerstört werden. Nebst Vorträgen stehen an der von der Volkshochschule beider Basel organisierten Sommeruni in Davos Exkursionen und Filme auf dem Programm.

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

## Tag der Forschung in Basel

Am 22. Juni 2006 beantworten Expertinnen und Experten des Schweizerischen Nationalfonds an der Universität Basel öffentlich Fragen zur Forschungsförderung. An den Informationsständen werden Forschende über ihre Erfahrungen mit dem SNF berichten. Nach einem Referat über die Palette der Förderungsinstrumente ist eine Diskussion zum Thema «Gesuchsevaluation» zu erwarten.

## Forschung als öffentliches Gut

Der SNF hat mit weiteren wichtigen Wissenschaftsinstitutionen aus der Schweiz die «Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities» unterzeichnet. Die Berliner Erklärung propagiert den offenen und kostenlosen Zugang zu Forschungsergebnissen. Im Sinn von «Open Access» sollen beispielsweise Artikel, die in Zeitschriften gedruckt worden sind, auf persönlichen oder universitären Homepages zugänglich gemacht oder Arbeiten direkt in elektronischen Zeitschriften publiziert werden.

# Wie wir gesund bleiben

Welche psychischen, sozialen und biologischen Ursachen stehen hinter psychischer Gesundheit und Krankheit? Diese Frage soll der neue Nationale Forschungsschwerpunkt «Sesam» erhellen. Eine anspruchsvolle Aufgabe für dessen Leiter Jürgen Margraf.



Derek Li Wan Po

## Wie steht es um die psychische Gesundheit der Schweizer Bevölkerung?

Während wir im letzten Jahrhundert in den Industriestaaten grosse Fortschritte bei der körperlichen Gesundheit gemacht haben, steht es um die psychische deutlich schlechter. Der Weltgesundheitsbericht 2001 betont, dass Störungen der psychischen Gesundheit wie z.B. Depressionen

«Die Wahrscheinlichkeit, im Lauf des Lebens psychisch zu erkranken, liegt derzeit bei über 40 Prozent.»

die grössten künftigen Herausforderungen des Gesundheitswesens sind. Die Wahrscheinlichkeit, im Lauf des Lebens psychisch zu erkranken, liegt derzeit bei über 40 Prozent. Ein besseres Verständnis der Wege zu psychischer Gesundheit und Krankheit ist daher zentral.

**Sie möchten 3 000 Kinder von der Schwangerschaft bis zum 20. Altersjahr untersuchen, gemeinsam mit deren Eltern und Grosseltern. Kinder sind besonders schutzwürdig. Wie gehen Sie damit um?**

Kinder sind eine von der Forschung vernachlässigte Gruppe, obwohl Forschung hier besonders notwendig ist: Bereits heute sind Kinder in der Schweiz stark von psychischen Störungen und Jugendsuizidalität betroffen. Viele wahrscheinliche Ursachen

liegen in der frühen Kindheit oder gar in der Schwangerschaft. Für die Teilnahme von Kindern an der Forschung gelten auch für uns besondere ethische Richtlinien. Dazu gehören u.a. eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung und eine ausführliche Aufklärung der Erziehungsberechtigten, die zunächst über die Teilnahme ihrer Kinder entscheiden. In Absprache mit den Eltern informieren wir dann die Kinder über die Forschung und ihre Ziele.

## Vorgesehen sind auch biologisch-genetische Untersuchungen. Warum braucht es die?

Die Gene stellen die Ausgangsgrundlage dar, auf deren Basis sich in Wechselwirkung mit der Umwelt die weitere menschliche Entwicklung entfaltet. Die biologisch-genetischen Untersuchungen können Zusammenhänge zwischen DNA-Mustern und psychischer Gesundheit oder Krankheit sichtbar machen – dies immer auf der Ebene von Gruppen, nicht Einzelpersonen. Die Analysen ermöglichen die Entdeckung von neuen Molekülen, die wichtig sind für die Aufrechterhaltung von psychischer Gesundheit.

## Wie garantiert «Sesam» Datenschutz und Persönlichkeitsrechte der Teilnehmenden?

Alle Daten werden umgehend anonymisiert und nach den strengen Vorkehrungen des eidgenössischen Datenschutzes behandelt. Wir geben keine personenbezogenen Daten an Dritte weiter. Die zuständigen Ethikkommissionen und Datenschutz-

institutionen begutachten alle Untersuchungen, und ein eigenes Gremium aus Fachleuten und Betroffenen berät uns bei aufkommenden Fragen. Nebst den gesetzlichen Grundlagen gelten für uns auch die Richtlinien der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften, der Schweizerischen Gesellschaft für Psychologie und der europäischen Bioethikkommission. Oberste Richtschnur ist aber immer der Respekt für alle Mitwirkenden.

## Was kann die Schweizer Bevölkerung von «Sesam» bis zum Abschluss im Jahr 2026 konkret erwarten?

Ein besseres Verständnis menschlicher Entwicklung und seelischer Gesundheit. Heute gibt es erstaunlich wenig gesichertes Wissen über die Ursachen selbst so verbreiteter Störungen wie Depressionen, Angstkrankheiten oder Sucht. Wir wollen gesichertes Wissen über das Zusammenwirken von biologischen, psychologischen und sozialen Faktoren über die Zeit hinweg gewinnen. Davon erhoffen wir uns beispielsweise bessere Möglichkeiten für die Bewältigung von kritischen Lebenssituationen, die rechtzeitige Behandlung kindlicher Verhaltensstörungen und Therapien bei Angststörungen und Depressionen vom Kindes- bis ins Erwachsenenalter. ■

## Interview von Alan Knaus

Prof. Jürgen Margraf steht der Abteilung Klinische Psychologie und Psychotherapie der Universität Basel vor und ist Direktor des NFS «Sesam» (Swiss Etiological Study of Adjustment and Mental Health) des Schweizerischen Nationalfonds.

Die Familienmodelle im Jahr 2000		
Modell	Häufigkeit (absolute Zahlen)	(in %)
Vater 100%, Mutter nicht erwerbstätig	163 733	33,7
Vater 100%, Mutter Teilzeit erwerbstätig	240 709	49,6
Beide Eltern 100% erwerbstätig	75 109	15,5
Beide Eltern 50% – 80% erwerbstätig	5 752	1,2
Total	485 303	100

Die Familienmodelle im Jahr 2000 (Typologie Bürger/Ganguillet 2005)

### Das egalitäre Familienmodell: erfolgreich, aber rar

Nur in 1 bis 2 Prozent der Schweizer Familien teilen sich die Eltern Erwerbs-, Haus- und Betreuungsaufgaben partnerschaftlich auf. Obwohl sich das egalitäre Familienmodell bewährt, wie eine aktuelle Studie aus dem Nationalen Forschungsprogramm «Kindheit, Jugend und Generationenbeziehungen» (NFP 52) deutlich macht.

Die Soziologin Margret Bürgisser und ihr Team interviewten dabei 28 Eltern mit egalitärer Rollenverteilung zehn Jahre nach ihrer Erstbefragung noch einmal zu ihrer Lebenssituation; ergänzend wurden 38 ihrer Kinder ab 10 Jahren sowie eine Kontrollgruppe mit 32 Jungen und Mädchen aus traditionellen Familien befragt.

Hauptergebnis: Das meist von gut qualifizierten Eltern gewählte egalitäre Familienmodell bietet familiäre Stabilität (nur vier Trennungen bei 28 Paaren) und ist auch aus Sicht der Kinder vorteilhaft.

Diese schätzen die gute Beziehung zum Vater. Besonders die Mädchen identifizieren sich mit dem vielfältigen Rollenvorbild ihrer Mutter und scheinen dadurch an Sicherheit in Bezug auf ihre eigene Rolle und ihre Perspektiven zu gewinnen. Bei den Kindern aus traditionellen Familien fiel die Beurteilung der elterlichen Rollenteilung in der Studie nicht in gleichem Mass positiv aus.

Trotz seiner Vorteile stagniert das egalitäre Familienmodell gemäss Daten der letzten Volkszählung seit 1990. Ursache dafür ist u.a. die verschärfte Situation auf dem Arbeitsmarkt. Bürgisser empfiehlt zur Förderung des egalitären Familienmodells deshalb neben familienpolitischen Massnahmen auch ein Umdenken bei den Arbeitgebern.

Susanne Birrer ■

### Spezialisten für neuartige Solarzellen...

Die Fachzeitschrift «Scientific American» hat im Dezember 2005 die vom SNF unterstützten Wissenschaftler Michael Grätzel und Bradley Nelson in der Liste der 50 besten Forscherinnen und Forscher des Jahres aufgeführt.

Professor Grätzel vom Laboratoire de Photonique et Interfaces der ETH Lausanne hat diese Anerkennung für seine Arbeiten mit nanokristallinen Farbstoff-Solarzellen erhalten. Diese neuartigen Solarzellen unterscheiden sich deutlich von den klassischen Siliziumzellen. Bei letzteren übernimmt ein Halbleiter gleichzeitig die Absorption des Lichts und die Trennung der elektrischen Ladungen. Dies erfordert sehr reine Materialien; die Herstellungskosten fallen entsprechend hoch aus. Michael Grätzel hat nun diese beiden Aufgaben aufgetrennt: Die Lichtabsorption wird von einem Farbstoff übernommen, der auf eine Schicht von Nanokristallen aus Titandioxid aufgetragen ist. Jener Halbleiter wiederum ist für die Trennung der Ladungen zuständig.

Durch eine feine Abstimmung der Stärke der nanokristallinen Schicht und der Grösse der Titandioxid-Teilchen gelingt es, transparente Scheiben mit photovoltaischen Eigenschaften herzustellen, die so klar wie normales Fenster-



Alain Herzog/EPFL

Michael Grätzel von der ETH Lausanne hat effizientere und günstigere Solarzellen entwickelt.

glas sind, wenn ein Farbstoff eingesetzt wird, der Licht nur im Ultraviolett- und im Infrarotbereich absorbiert. Die neuen Solarzellen lassen sich kostengünstig herstellen, da die verwendeten Materialien billiger sind und keine hoch entwickelten Anlagen voraussetzen. Weitere Vorteile gegenüber Siliziumzellen: temperaturunabhängige Leistung, keine Verwendung schädlicher Stoffe sowie ein guter Ertrag auch bei schwachem Licht. pm ■

### ...und winzigste Roboter



NFP

Arbeitet mit Robotern, die man von blossen Auge nicht mehr sieht: Bradley Nelson von der ETHZ

Nanoroboter, die chirurgische Eingriffe auf Zellebene ausführen oder Wirkstoffe mit äusserster Präzision zum Zielort bringen: Dies sind denkbare Anwendungen zu den Projekten von Bradley Nelson am Institut für Robotik und intelligente Systeme der ETH Zürich. Seine Arbeiten im Bereich der Nanorobotik trugen ihm die Ehrung durch «Scientific American» ein.

Diese Disziplin beschäftigt sich mit kleinsten Robotern im Nanometerbereich und auch mit den etwas grösseren Robotern, die es braucht, um sie zu bauen bzw. Objekte im Nanometerbereich ( $10^{-9}$  m) zu manipulieren.

Die Herstellung solcher winziger Objekte stösst auf zahlreiche Hürden. So werden etwa die elektrostatischen Kräfte relevant, die in der Makrowelt vernachlässigbar sind, und die mechanischen Eigenschaften verändern sich. Bei der Entwicklung neuer Herstellungstechniken gilt es deshalb eine lange Reihe von Parametern zu berücksichtigen. Kohlenstoff-Nanoröhrchen dürften in der Nanotechnologie in Zukunft eine Schlüsselrolle spielen. Sie könnten als Bauteile – beispielsweise Motoren oder Sensoren – für Nanoroboter eingesetzt werden. Die Konstruktion von Nanoröhrchen ist zwar beinahe ein Kinderspiel, die Herstellung in einer präzisen Umgebung und ihre Handhabung jedoch keineswegs. Ein weiterer Bereich, in dem Bradley Nelson und sein Team Grosses leisten. pm ■

## Powernektar macht Schmetterlinge fruchtbar

Findet eine Raupe nur alte und zähe Blätter zum Fressen, wird aus ihr ein Schmetterling, der weniger Eier legt. Die Schmetterlinge (im Bild ein Landkärtchen) können allerdings das Defizit aus der Larvalphase wieder wettmachen, wenn sie den aminosäurereichen Nektar bestimmter Blütenpflanzen trinken. Das haben Experimente von Jovanne Mevi-Schütz und Andreas Erhardt vom Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz der Universität Basel ergeben. Sie konnten zeigen, dass Schmetterlinge, die als Raupen stickstoffarmes Futter bekommen, gleich viele Eier legen wie wohlgenährte Schmetterlinge – vorausgesetzt, den Tieren wurde aminosäurehaltiger Nektar verabreicht. In der freien Natur enthält der Nektar von schmetterlingsbestäubten Pflanzen relativ hohe Konzentrationen an Aminosäuren. Offenbar besteht zwischen den Schmetterlingen und ihren Nektarpflanzen eine enge evolutionäre Wechselwirkung. Doch die Aminosäurequelle ist in Gefahr: Frühere Forschungsergebnisse von Erhardt und seinen Mitarbeitern haben gezeigt, dass eine Verdoppelung des heutigen CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre zu einem Absinken des Aminosäuregehalts um bis zu 40 Prozent bei wichtigen Nektarpflanzen führen könnte. **Gregor Klaus** ■

The American Naturalist, Band 165, S. 411–418 (2005)  
Bild: Alex Labhardt





Priska Kettler

Rund ein Fünftel solchen Kulturlands würde bei einer vollständigen Liberalisierung der Landwirtschaft verschwinden, zeigt ein neues Rechnungsmodell.

### Wie entwickelt sich die Landwirtschaft?

In der Landwirtschaft vollzieht sich zurzeit ein massiver Strukturwandel, der die Landschaftsentwicklung auch künftig prägen wird. Ob und wie ein Landwirt seinen Betrieb weiter betreiben kann, hängt dabei von zahlreichen Faktoren ab, die von der familiären Situation über die schweizerische Landwirtschaftspolitik bis zu den Entscheiden der EU oder der WTO reichen. Um den Handlungsspielraum der Betriebe, aber auch der Landwirtschaftspolitik abschätzen zu können, entwickelte das Forschungsteam um Stephan Pfefferli, Agroscope FAT Tänikon, ein neuartiges quantitatives Agrarstrukturmodell. Damit lässt sich die Entwicklung der Landwirtschaft anhand unterschiedlicher Szenarien modellieren. In den Mittelbündner Regionen Surses und Belfort hat das Forschungsteam die spezifische Situation jedes einzelnen Bauernbetriebs erfasst, was dem Rechnungsmodell erlaubt, individuelle Entwicklungsmöglichkeiten wie Betriebserweiterung oder -aufgabe einzubeziehen. Mit Hilfe eines geografischen Informationssystems lassen sich die Ergebnisse räumlich detailliert darstellen. Es sind aber auch Aussagen dazu möglich, welche Betriebsgrösse eine Überlebenschance bietet. Die Ergebnisse zeigen etwa, dass bei einer vollständigen Liberalisierung der Landwirtschaft rund ein Fünftel der Landwirtschaftsflächen aufgegeben würde und entsprechend der Wald einwachsen würde. **Urs Steiger** ■

### Schizophrenie früher erkennen

Eine schweizerisch-amerikanische Forschungsgruppe hat ein Gen entdeckt, das mit der Entstehung von Schizophrenie in Zusammenhang steht. Die Arbeit über das Gen mit dem Namen COMT betrifft jene Patientengruppe, die am Di-George-Syndrom leidet. Ursache dieses Syndroms ist das Fehlen eines winzigen Stücks eines der beiden Chromosomen 22, wodurch den Betroffenen je eine Kopie von rund 30 Genen fehlt, darunter das COMT. «Die Ergebnisse lassen sich zwar nicht ohne weiteres auf die ganze Bevölkerung übertragen, sie können aber zweifellos zu einer besseren Früherkennung der Schizophrenie beitragen», erklärt Stephan Eliez, Assistenzprofessor in der Psychiatrieabteilung der Universität Genf. Das Gen COMT, dessen Produkt ein Enzym ist,

das im Gehirn Dopamin abbaut, kann in zwei verschiedenen Formen entweder mit einer hohen oder einer geringen Aktivität vorliegen. Die genauen Mechanismen im Zusammenhang mit der Schizophrenie sind zwar noch unbekannt. Fest steht aber, dass bei Kindern, die nur über eine Kopie des COMT-Gens verfügen, das zudem in der Form mit geringer Aktivität vorliegt, die kognitiven Fähigkeiten abnehmen und im Jugendalter zunehmend Anzeichen einer Schizophrenie auftreten. «Je öfter wir bei Kindern ein erhöhtes Risiko für Schizophrenie frühzeitig erkennen», so Stephan Eliez, «desto besser stehen die Chancen, die Krankheit durch eine Behandlung zu verhindern.» **Anton Vos** ■

Nature Neuroscience (2005), Bd. 8, Nr. 11, S. 1500 – 1502



SPL/Keystone

Gicht lässt die Gelenke schmerzen, wie es 1799 der Brite James Gillray drastisch illustriert hat.

### Auf dem Weg zu einer Behandlung der Gicht

Gicht entsteht durch Ablagerungen von Harnsäurekristallen in den Gelenken. Wenn die Ursache dieser «Krankheit der Könige» auch schon seit mehreren Jahrzehnten bekannt ist, konnte bisher nicht erklärt werden, wie es durch die Harnsäure zu einer Entzündung kommt. Kürzlich gelang nun dem Forschungsteam von Jürg Tschopp an der Abteilung Biochemie der Universität Lausanne die Aufklärung der an der Auslösung der Krankheit beteiligten Mechanismen. Die Forschenden konnten die Schlüsselrolle eines Molekülkomplexes aufzeigen, den sie bereits 2002 nachwiesen und damals «Inflammasom» nannten. Dieser Komplex löst eine Kaskade von Reaktionen aus, die schliesslich zur Bildung von Interleukin 1, einem Entzündungsmolekül, führen. Diese Entdeckung könnte neue Möglichkeiten für eine Behandlung eröffnen. Das Forschungsteam aus Lausanne hatte bereits vor einiger Zeit gezeigt, dass das Inflammasom und Interleukin 1 an der Entstehung einer anderen entzündlichen Krankheit, des Muckle-Wells-Syndroms, beteiligt sind. Zur Behandlung dieser Erkrankung wurden deshalb Medikamente eingesetzt, die Interleukin 1 blockieren. Mit grossem Erfolg: «Die Wirkung der Behandlung ist erstaunlich», betont Jürg Tschopp. Da gleiche Ursachen gleiche Wirkungen haben, stehen die Chancen gut, dass diese Behandlung auch bei Gicht wirkt. Das wird sich bald herausstellen: Demnächst beginnen in London und am Universitätsspital Lausanne die ersten klinischen Versuche. **Elisabeth Gordon** ■

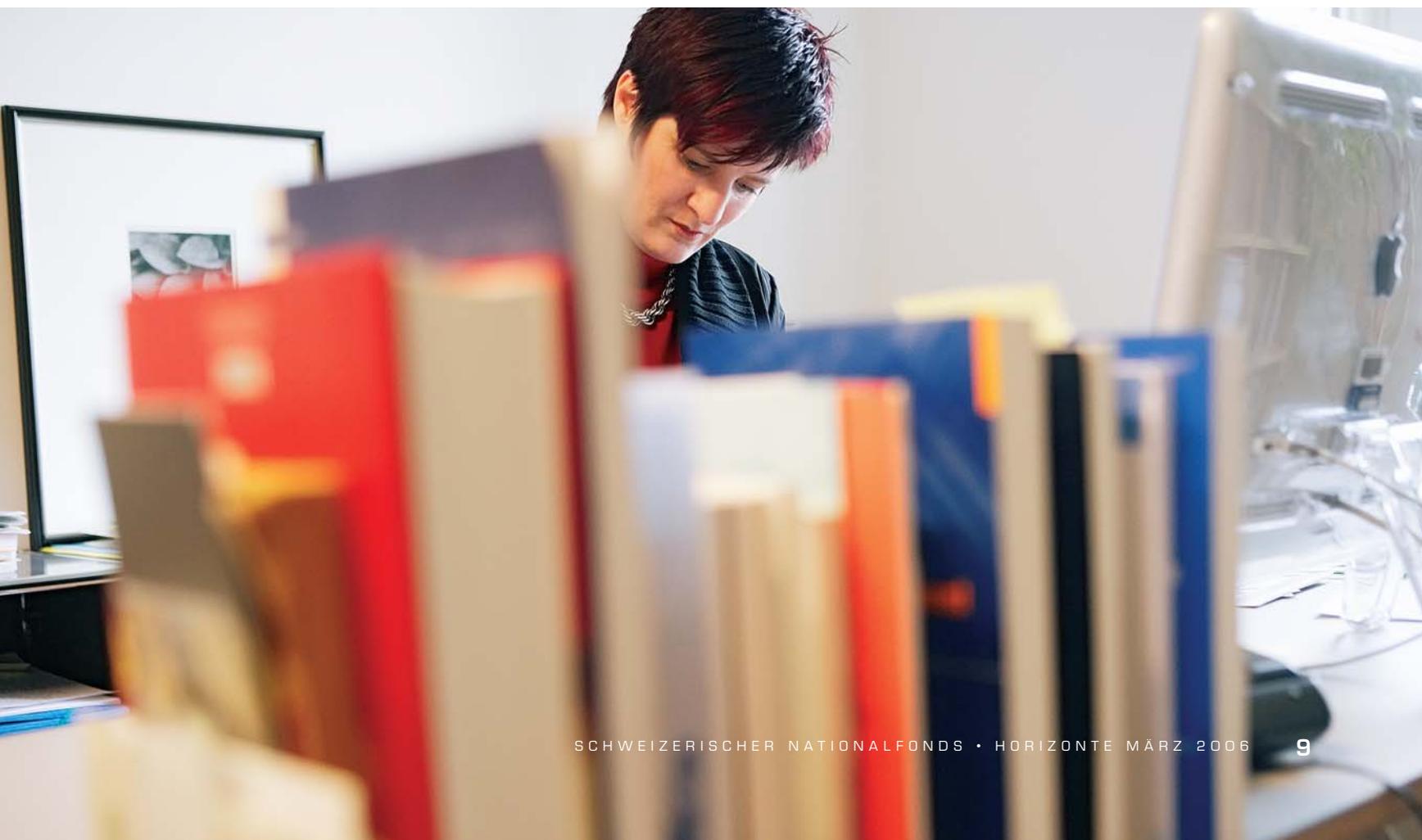
Nature (2005), Bd. 439, Nr. 7073



# Forschung – wozu?

In Zeiten des Spardrucks muss sich auch die Forschung je länger, je mehr rechtfertigen. Was bringt sie der Wirtschaft? Der Gesellschaft? Und woher kommt diese Fokussierung auf die Nützlichkeit? Beispiele und Antworten aus Forschung und Wirtschaft.

Bilder: Béatrice Devènes/Pixsil (oben), Derek Li Wan Po



Was bringt uns die **Grundlagenforschung**? Die Wissenschaftsforscherin **Sabine Maasen** zeigt auf, dass die Nützlichkeit auch in der Forschungsgemeinde als Kriterium dient, um ganz unterschiedliche Gebiete miteinander zu messen.

Interview von Erika Meili, Bild: Derek Li Wan Po

## «Die Öffentlichkeit spiegelt den Konkurrenzkampf der Wissenschaften»

**Sie erforschen, wie sich Wissenschaft und Gesellschaft gegenseitig beeinflussen. Was hat die Gesellschaft von Ihrer Arbeit?**

**Sabine Maasen:** Wissenschaftsforschung reflektiert unter anderem auch diese Frage: Wie kommt es zu dieser Idee, dass Wissenschaft primär oder zunehmend verwertungsorientiert arbeiten sollte? Wir untersuchen beispielsweise, welche Rolle die Nanowissenschaften in dieser Gesellschaft spielen und was die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen und ethischen Aspekten bei ihnen bewirkt. Verkürzt gesagt sind wir eine Art Beobachtungsinstanz für die Formen und Folgen des enger werdenden Verhältnisses von Wissenschaft und Gesellschaft. Unsere Befunde richten sich an Forschende, aber auch an jene Instanzen, die steuernd wirken, also an die Universitäten oder Forschungsfördereinrichtungen.

**Welche anderen Werte kann Grundlagenforschung haben neben Innovationen und der Reflexionsfähigkeit? Beispielsweise Problemlösungskompetenz?**

Die Problemlösungskompetenz gehört heute zu den so genannten Schlüsselkompetenzen wie die Kommunikationsfähigkeit und die interdisziplinäre Kompetenz. Das Problem ist, dass heute eine Zerteilung droht: Die Naturwissenschaften sorgen für das nötige Fachwissen, die Geistes- und Kulturwissenschaften für die Schlüsselkompetenzen.

**Das heisst, die Geisteswissenschaften werden nicht als Wert an sich erkannt?**

Mindestens werden sie sehr stark in Frage gestellt. Dies äussert sich auch in der immer wieder aufkeimenden Diskussion um die Ökonomisierung der Bildung. Es

muss sicher eine Anpassungsbewegung geben: Die (Wissens-)Gesellschaft und die Naturwissenschaften stellen neue Fragen und neue Anforderungen. Damit ändert und vervielfältigt sich jeweils auch der Wert geistes- und kulturwissenschaftlichen Wissens: Es ist Bildungsgut, aber heute auch «interkulturelle Kompetenz», und es sollte der «employability» (Erwerbsfähigkeit) dienen. Das bedeutet, die gegenwärtigen Entwicklungen sind durch und durch ambivalent: Reflexionsfähigkeit, die nicht auch marktfähig ist, ist nicht wertlos, aber lässt sich nicht verwerten – weder innerhalb noch ausserhalb der Universität.

**Heisst dies, die Geisteswissenschaften in ihrer bisherigen Form werden an Bedeutung verlieren?**

Das ist eine noch offene Frage. Zumindest stellen wir fest, dass sich die Geisteswissenschaften zunehmend als Kulturwissenschaften präsentieren. Diese zunehmende Neudefinition kann auch als eine Reaktion auf die gesellschaftliche Anforderung verstanden werden, marktfähiges Wissen anzubieten. Als marktfähig gilt vor allem solches Wissen, das flexibel einsetzbar und verknüpfbar ist. Es geht, um es in Schlagworten zu sagen, um Wissens-, Kultur-, Organisationsmanagement, das heisst eher um die Verwaltung und Vernetzung von Wissen als um «Bildungsgüter» im klassischen Sinn. Oder, besser: Das Bildungsgut Reflexionsfähigkeit wird in diesem Sinn marktgängig gemacht. Gewinn- und Verlustrechnungen fallen angesichts dieser Situation erwartbar unterschiedlich aus.

**Woran liegt es, dass die Gesellschaft bei der Wissenschaft stärker mitreden will?**

Was man sicher sagen kann: Die Sensibilisierung und Problematisierung der Wissenschaft hatte zunächst mit spektakulären Unfällen wie Tschernobyl zu tun. Dies führte zu einer stärkeren Einbindung der Öffentlichkeit, beispielsweise in der Technikfolgenabschätzung, zu mehr Information etc. Auch die Gesellschaft selbst hat sich verwissenschaftlicht. Denken Sie nur an die zunehmende Bedeutung von Experten in Politik und Medien. Ein weiterer Grund sind natürlich die knapper werdenden Mittel. Man fragt sich: Wie viel will man in Wissenschaft investieren, und in welche Bereiche? Doch wie kann man eine Arbeit über eine Handschrift von Shakespeare mit den Neurowissenschaften vergleichen? Die Öffentlichkeit wird gegenwärtig quasi zum gemeinsamen Referenzpunkt, von dem aus man urteilt. Sie spiegelt den Konkurrenzkampf zwischen den Wissenschaften.

**Welches sind die Folgen dieser Entwicklung?**

Die Gesellschaft beeinflusst die Wissenschaft eher indirekt. Die erhöhte Sensibilisierung wirkt sich auf Einrichtungen wie Universitäten und Forschungsfördereinrichtungen aus. Diese versuchen, die Wissenschaft immer stärker zu regulieren, und die Wissenschaftler müssen sich immer umfassender rechtfertigen: Deshalb macht man etwas, wie macht man es, gibt es ethische Probleme damit, welches sind die gender-relevanten Aspekte, wie steht es mit der Nachhaltigkeit? All dies muss man in den Anträgen und den Berichten sehr genau darlegen – und in immer grösserer Frequenz. Diese Rechtfertigungsformen nehmen mittlerweile



so viel Platz ein, dass weniger Zeit für Forschung und Reflexion bleibt. Die Wissenschaftler müssen heute nicht nur wissenschaftlich gute, sondern auch gesellschaftlich akzeptierte Resultate liefern, und dies erst noch in immer kürzerer Zeit. Dies setzt die Forschenden unter erheblichen Druck.

**Auf der anderen Seite scheint die Gesellschaft der Wissenschaft heute skeptischer gegenüberzustehen als früher.**

Dies gilt nur für ganz spezifische Forschungsbereiche, die auch in den Medien stark präsent sind, beispielsweise die Biotechnologie. Und auch dort sind die Einschätzungen nicht nur kritisch, sondern ambivalent. Denn je mehr sich die Öffentlichkeit mit einem Thema auseinandersetzt, desto grösser wird der Dissens – ganz ähnlich wie in der Wissenschaft. Die Gesellschaft steht der Wissenschaft im Allgemeinen jedoch nicht skeptischer gegenüber, das haben zahlreiche Umfragen gezeigt. Ich frage mich: Gibt es diese skeptische Öffentlichkeit wirklich, oder ist sie ein Mythos? Für mich ist sie zumindest auch ein Vehikel für mehr Kontrolle.

**Da die Schweiz über wenige materielle Ressourcen verfügt, ist die Wissenschaft und ihre Innovationskraft andererseits die einzige Chance, das Wirtschaftswachstum anzukurbeln.**

Man erhofft sich tatsächlich viel von der Wissenschaft, und zwar in allen Sektoren, in der Politik, in der Wirtschaft, in der Medizin. Doch wenn man sie als entscheidenden Produktionsfaktor betrachtet, weshalb investiert man dann nicht umsichtiger in den wissenschaftlichen Nachwuchs? Er wird derzeit viel zu früh in die eher unsicheren Forschungsstrukturen des zeitlich befristeten Projekts eingebunden: Viel Zeit geht mit Anträgen und Berichten verloren, die Zeit für die Dissertation selbst fehlt, da es immer wieder um die Existenzsicherung geht. Hier wären dringend nachhaltige Förderstrukturen vonnöten – etwa das Graduiertenkolleg, das ein grösseres Team von Doktorierenden für etwa drei Jahre unterstützt. So lassen sich gut ausgebildete, teamfähige Forschende heranzubilden. Gerade die Nachwuchsförderung braucht den längeren Atem. ■

Können extreme Wetterereignisse vorausgesagt werden? Dieser Frage geht **MeteoSchweiz** im Nationalen Forschungsschwerpunkt «Klima» nach. Der Wetterdienst des Bundes ist dabei **Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und kommerzieller Anwendung**. Von **Andreas Merz**, Bild: **Derek Li Wan Po**

## Vorhersagen für die Versicherung

**M**ehr als die Hälfte aller wirtschaftlichen Aktivitäten sind direkt oder indirekt vom Wetter abhängig. Deutlich wurde dies etwa im Hitzesommer von 2003: Während sich die Glacehersteller freuten, verdorrte den Bauern die Ernte. Aber auch Wirtschaftssektoren wie Energieproduktion oder Tourismus reagieren empfindlich aufs Klima. Seit 1997 können sich deshalb Unternehmen mit so genannten Wetterderivaten gegen Einkommenseinbussen versichern. «Dieser Markt ist im vergangenen Jahr wesentlich gewachsen», erklärt Jürg Trüb, der bei der Swiss Re in Zürich unter anderem für den Unternehmensbereich Wetter verantwortlich ist. «Die Summe der maximal möglichen Auszahlungen beläuft sich zurzeit auf mehr als 20 Milliarden Franken.» Um Risiken richtig einschätzen zu können, kauft die Swiss Re bei MeteoSchweiz Vorhersagen über die mögliche Entwicklung der Temperaturen für die nächsten sechs Monate ein. Der nationale Wetterdienst nimmt die Funktion eines Bindeglieds zwischen

Grundlagenforschung und kommerzieller Verwertung ein, wie Mark Liniger erklärt, der bei MeteoSchweiz im Bereich Klimatologie arbeitet: «Mit der Swiss Re haben wir im Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) «Klima» ein Projekt über die Verlässlichkeit langfristiger Temperaturvorhersagen durchgeführt.» Innerhalb des NFS «Klima» pflegt MeteoSchweiz enge Kontakte zur ETH Zürich und zur Universität Bern: «Diese Möglichkeit, seine eigenen Resultate mit anderen Forschenden zu diskutieren, ist ausserordentlich fruchtbar», so Liniger.

### Klimaforschung als Basis

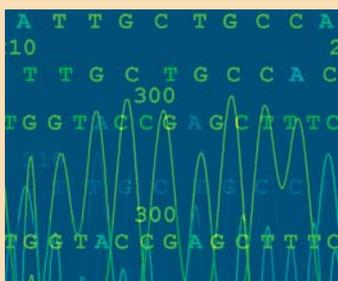
Für Langzeitprognosen sind aufwändige Hochrechnungen nötig. Das Modell dazu wurde im Zusammenhang mit dem Klimaphänomen «El Niño» im Pazifik entwickelt. Der Computer rechnet auf der Basis aktueller und vergangener Daten verschiedene mögliche Wetterentwicklungen aus. So können Fehler oder Störungen in den Daten und dem Modell abgeschätzt werden. Die Wetterdaten bezieht Meteo-

Schweiz vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen, einem Konsortium der Wetterdienste in Europa. Eine besonders wichtige Rolle spielen dabei Temperaturdaten aus den Meeren, denn die Temperaturen verändern sich nur sehr langsam.

### Blick zurück in die Zukunft

Doch um damit Aussagen für die Zukunft machen zu können, sind Informationen über die Temperaturentwicklung in der Vergangenheit notwendig. Bisher war über die Qualität dieser Daten nur wenig bekannt. Dank Forschungsergebnissen aus dem NFS «Klima» können sie nun optimal ausgewertet und angewendet werden. Weitere wichtige Resultate aus dem NFS «Klima» betreffen zum Beispiel den Einfluss von Bodenfeuchtigkeit oder den Einfluss der nordatlantischen Oszillation – wie der Druckunterschied zwischen Irland und Portugal genannt wird – auf die Wetterentwicklung in der Schweiz. Ausserdem beruhen die Langzeitprognosen auf langjähriger Grund-

## Innovation dank Grundlagenforschung



### Genetischer Fingerabdruck

Für den genetischen Fingerabdruck werden kurze Abschnitte der Erbsubstanz (DNA) untersucht, die sich von Mensch zu Mensch in ihrer Länge unterscheiden. Um die DNA-Abschnitte sichtbar zu machen, werden sie vervielfältigt und mit Hilfe eines elektrischen Felds nach ihrer Länge aufgetrennt. Die Vervielfältigung der gewünschten DNA-Abschnitte geschieht

mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion (PCR). Sie beruht auf der Erkenntnis, wie die DNA bei der Zellteilung kopiert wird: mit Hilfe des Enzyms DNA-Polymerase. Die Polymerasekettenreaktion simuliert quasi unzählige Zellteilungen in kurzer Zeit, wobei sie aber nicht die gesamte DNA, sondern nur ganz gezielte Abschnitte

vermehrt. Die PCR wird nicht nur beim genetischen Fingerabdruck, sondern bei sehr vielen DNA-Analyseverfahren eingesetzt, beispielsweise beim Vaterschaftstest oder bei der Erkennung von Erbkrankheiten.



### Kernspintomographie

Die Kernspintomographie (auch Magnetresonanztomographie genannt) liefert sehr genaue Bilder des Körperinneren. Das medizinische Verfahren beruht auf der Kernspinresonanz: Wenn die Wasserstoffatome im Körper kurzfristig einem starken Magnetfeld ausgesetzt werden, dann verändert sich ihr Eigendrehimpuls



Mark Liniger vom Nationalen Forschungsschwerpunkt «Klima» arbeitet bei MeteoSchweiz im Bereich Klimatologie.

lagenforschung. «Zentral ist das grundlegende Verständnis des ganzen Klimasystems, beispielsweise der Strömungen in der Atmosphäre und der Interaktionen zwischen Ozeanen und Atmosphäre», sagt Mark Liniger. Zudem fliessen auch Erkenntnisse aus der Chaostheorie, der Rechentechne und der Wahrscheinlichkeitstheorie ein. Auf der anderen Seite profitiert auch die Grundlagenforschung, beispielsweise wenn die Forschenden den Einfluss der Klimaveränderung auf die Qualität der Wettervorhersagen untersuchen. «Dies erlaubt Rückschlüsse darauf, wie die Atmosphäre auf erhöhtes CO<sub>2</sub> reagiert», sagt Liniger.

### Saisonale Langzeitprognosen

Seit letztem Frühling publiziert MeteoSchweiz saisonale Langzeitprognosen, die für rund sechs Monate gelten. Präzise Aussagen sind damit allerdings nicht möglich. «Wir können heute nur voraussagen, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Temperatur der kommenden Saison vom Mittelwert abweichen wird», erklärt Mark Liniger. Für den Sommer 2005 prognostizierte MeteoSchweiz zum Beispiel, dass die Temperaturen mit einer Wahrscheinlichkeit von 60 Prozent unter dem Mittel liegen würden – was denn auch eintraf.

In einem nächsten Projekt, das zur zweiten Phase des NFS «Klima» gehört, wollen MeteoSchweiz und die Swiss Re nun herausfinden, ob sich das Vorhersagemodell auch für die Berechnung des Risikos von Winterstürmen wie «Lothar» anwenden lässt. ■

(Kernspin). Wird das Magnetfeld aufgehoben, so fallen die Wasserstoffatome wieder in ihren normalen Kernspin zurück und senden dabei Energie in Form von elektromagnetischen Wellen aus (Kernspinresonanz). Die Ursprünge des Verfahrens gehen auf die Entdeckung des Protonenspins 1933 zurück. In den 1940er Jahren wurde die Kernspinresonanz (NMR) erstmals beschrieben. Kurz darauf wurde sie zu einem wichtigen Verfahren der analytischen Chemie. Die beiden Schweizer Nobelpreisträger Richard Ernst und Kurt Wüthrich entwickelten die NMR weiter, unter anderem zur Strukturanalyse von Biomolekülen.

### ■ Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Laser ist die Abkürzung für Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lichtverstärkung durch angeregte Strahlungsaussendung). Ein Laser ist im Prinzip ein starker, sehr scharf gebündelter Lichtstrahl mit einer bestimmten Wellenlänge. Dadurch lässt er sich auf einen kleinsten Raum fokussieren und



kann mikroskopisch kleine Strukturen ablesen, was in CD- und DVD-Spielern genutzt wird. Ausserdem kann er sehr hohe Energie auf kleinstem Raum konzentrieren und wird deshalb in vielen industriellen Fertigungsprozessen zur Bearbeitung von Materialien eingesetzt. Laser sind auch in der Chirurgie, der Messtechnik, im Laserdrucker oder zum Ablesen des Strichcodes von Waren im Supermarkt verbreitet. Bereits Albert Einstein beschäftigte sich mit der theoretischen Möglichkeit eines Lasers und definierte einige Bedingungen eines Lasergeräts. Erst 1960 war es technisch möglich, den ersten Laser zu bauen. em

Der Wissens- und Technologietransfer von der **Grundlagenforschung in die Wirtschaft** läuft vor allem über bestens ausgebildete, kreative Fachleute. Ein weiterer Weg sind **Patente, Firmengründungen**, gemeinsame Projekte und informelle Kontakte.

Von Erika Meili

## Der Transfer in die Wirtschaft läuft über Köpfe

**D**ie Grundlagenforschung ist eine der Stärken der Schweiz. Zwar ist der Anteil der Schweizer Wissenschaftspublikationen am weltweiten Output gering. Gemessen an der Anzahl Einwohner, gibt es jedoch weltweit kein Land, das eine vergleichbare Zahl Publikationen erreicht. Auch wenn man vergleicht, wie oft auf die Publikationen verwiesen wird (Zitation), liegt die Schweiz in zahlreichen – hauptsächlich naturwissenschaftlichen – Fachgebieten an der Spitze, wie das Staatssekretariat für Bildung und Forschung schreibt.

### Zunahme der Fachleute

Die Grundlagenforschung erarbeitet zwar die Basis für zukünftige Innovationen. Doch für die Wirtschaft ist sie vor allem als Quelle von ausgezeichnet ausgebildeten Spezialisten von Interesse. «Der Transfer von der Forschung in die Wirtschaft läuft über Köpfe», sagt Rudolf Walser von Economiesuisse, dem Verband der Schweizer Unternehmen. «Und ohne hochstehende Forschung würde die Ausbildung im internationalen Vergleich zurückfallen.» Die Schweizer Wirtschaft braucht denn auch immer mehr wissenschaftlich gebildete Fachleute. Von 2000 bis 2004 nahm ihre Zahl in der privatwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung um 10 Prozent zu, von 14 100 auf 15 500 Personen.

Der Wissens- und Technologietransfer wird auch durch Forscherinnen und Forscher gefördert, die ihre Entdeckungen patentieren, eine Firma gründen oder die in wissenschaftlichen Beiräten von Firmen Einsitz nehmen. So sind im Jahr 2003 an Schweizer Hochschulen und öffentlich finanzierten Forschungsinsti-

tionen 59 Spin-off-Firmen gegründet und 615 Lizenzen erteilt worden, wie eine Umfrage des Zentrum für Wissenschafts- und Technologiestudien CEST ergab. Im internationalen Vergleich steht die Schweiz damit gut da. Ein weiterer Weg sind gemeinsame Projekte, Dienstleistungen und informelle Kontakte zwischen Hochschulen und Unternehmen, die allerdings schwierig zu quantifizieren sind.

### Förderagentur für Innovation

Neben den zahlreichen Technologietransferstellen, welche die Forschenden bei der Kommerzialisierung ihrer Resultate unterstützen, ist auf diesem Gebiet insbesondere die Förderagentur für Innovation (KTI) des Bundes aktiv. Sie fördert Projekte zwischen Forschenden an Hochschulen und Unternehmen, an deren Kosten sich die Wirtschaftspartner zu mindestens 50 Prozent beteiligen.

Auch der SNF engagiert sich für einen optimalen Technologietransfer von der Grundlagenforschung in die Praxis. Zum einen hat er im Februar 2005 mit der KTI eine engere Zusammenarbeit beschlossen: SNF-Gesuche mit Umsetzungspotenzial werden der KTI zur Begutachtung unterbreitet. Allerdings hat es sich im ersten Jahr der Zusammenarbeit gezeigt, dass die allermeisten dieser Forschenden bereits von der KTI unterstützt wurden – ein weiterer Hinweis, dass der Technologietransfer in der Schweiz gut funktioniert. Zum andern haben die Nationalen Forschungsprogramme und Nationalen Forschungsschwerpunkte (NFS) des SNF den expliziten Auftrag, ihre Resultate in die Praxis umzusetzen. Und die Bilanz der ersten 14 NFS lässt sich sehen: Seit ihrer

Lancierung 2001 sind neben 7600 Fachpublikationen und 1284 Doktorarbeiten auch 18 Firmen und 138 Patente und Lizenzen entstanden.

Während die angewandte Forschung und der Wissens- und Technologietransfer in den letzten Jahren ausgebaut wurden und die Hochschulen immer mehr Drittmittel beschafften, gingen die staatlichen Forschungsausgaben zwischen 1996 und 2000 von 2,7 auf 2,5 Milliarden Franken zurück. Einen weitaus grösseren Betrag zur «Forschung und Entwicklung» in der Schweiz trägt die Privatwirtschaft bei, mit zunehmender Tendenz: Von 1992 bis 2000 ist ihr Anteil von 67 Prozent (6,1 Milliarden Franken) auf 69 Prozent (7,4 Milliarden Franken) gestiegen. Im Jahr 2004 betragen die privatwirtschaftlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung sogar gegen 10 Milliarden Franken.

### Sinnvolle Arbeitsteilung

Dass sich die öffentliche Forschungsförderung in der Schweiz auf die Grundlagenforschung konzentriert, während die angewandte Forschung hauptsächlich von der Privatwirtschaft finanziert wird, ist im internationalen Vergleich ungewohnt. «Für uns ist dies die einzig sinnvolle Arbeitsteilung», sagt Rudolf Walser von Economiesuisse. Eine wichtige Rolle spiele dabei die KTI, welche die Verbindung zwischen Hochschulen und Wirtschaft gewährleiste. «Der Innovationserfolg gibt dem Schweizer Modell Recht», sagt Walser. Denn gemäss Innovation Scoreboard 2005 der EU liegt die Schweiz hinter Schweden an zweiter Stelle. ■

Als erster Bibelwissenschaftler begann Othmar Keel, das visuelle Umfeld der alttestamentarischen Texte und Symbole zu rekonstruieren. Damit vermag er Fachleute genauso zu faszinieren wie das Fernsehpublikum. Von Andreas Merz, Bild Béatrice Devènes/Pixsil

## Mit Hartnäckigkeit und einer Vespa

rgendwann habe ich gemerkt, dass man für das Studium der biblischen Texte das kulturelle Umfeld einbeziehen muss, konsequent und umfassend», meint Othmar Keel. Anders gesagt: Die Heilige Schrift lässt sich nicht aus sich selbst erklären, für ein vertieftes Verständnis braucht es den historischen Kontext.

Die Bibel las er schon als Gymnasiast am Kloster Einsiedeln ein erstes Mal durch, inspiriert von einem Benediktinerpater aus dem Emmental, einem konvertierten Protestanten: «Er stellte nicht nur Gotthelfs Werk in seinen geschichtlichen Kontext, sondern öffnete uns auch die Augen für die biblischen Symbole.» Später erfuhr der junge Othmar Keel die Welt der Bibel selber – im wahren Sinn des Wortes: Mit einer Vespa reiste er 1964/65 nach seinem Lizentiat ein Jahr lang von Ägypten bis in den heutigen Iran. Auf seinen Reisen und bei Studienaufenthalten in den USA und in Israel erwarb er sich einen Grossteil seines Wissens über altorientalische Kunst.

### Aufschlussreiche Bilder

Sein Spezialgebiet – die Aufschlüsselung biblischer Symbole im Kontext der visuellen Hinterlassenschaft Israels und seiner Nachbarkulturen – hat sich Othmar Keel selber geschaffen. «Ich fand es bedauerlich, dass bei der Interpretation der Bibel die zeitgenössische Bildkunst weitgehend ignoriert oder zumindest nicht systematisch beigezogen wurde. Das Quellenmaterial war ja vorhanden, man musste nur darauf kom-



Dank Forschung die Bibel besser verstehen: Othmar Keel

men.» Was solche Quellen erhellen können, sei hier am Beispiel der Rede Gottes aus dem Buch Hiob (Kap. 38–41) erläutert. Eine schlüssige Erklärung dafür, weshalb sich der Herr in seiner Antwort auf Hiobs Klagen ausgerechnet über die lokale Tierwelt äussert, hatte lange niemand gefunden. Doch dann entdeckte Keel in der Rede das assyrische Motiv des Herrn der Tiere wieder, das in der darstellenden Kunst des alten Orients sehr beliebt war: Ein Kriegsheld wird dabei stehend zwischen zwei wilden Tieren abgebildet und zeigt damit seine Macht über den unzählbaren Teil der Natur. Gott bezieht sich in seiner Rede auf Hiobs Vergleich seines eigenen, elenden Daseins mit dem der wilden Tiere – selbst sie stehen unter der Ordnung des Herrn.

Weil die Suche nach den alten Quellen sehr aufwändig war, begann Keel diese selbst zu sammeln und systematisch zu erfassen – jahrtausendealte Siegel, Amulette und Figurinen von Palästina bis in den Iran – und wurde so zum angesehenen Experten und Sammler für kleinformatige altorientalische Kunst. Die Synthesebände, die er mit seinen Mitarbeitern über biblische Symbole verfasste, bieten

einer ganzen Generation von Bibelwissenschaftlern und Archäologinnen die Grundlagen zum Umgang mit altorientalischer Miniaturkunst. Für seine Arbeit wurde Keel 2005 mit dem renommierten Marcel-Benoist-Preis ausgezeichnet.

### Klare Botschaften

Othmar Keel weiss seine Botschaften klar zu formulieren. Seine Erklärungen sind nicht nur druckreif, sondern auch unterhaltsam. Obwohl der Bibelwissenschaftler den Ruf hat, das Publikum nicht zu scheuen, ist sein Verhältnis zur Öffentlichkeit gespalten: «Natürlich will ich, dass mein Wissen unter die Leute kommt», meint er, «aber ich muss das ja nicht immer selber machen.» So zog er sich 1984 nach vier Jahren «Wort zum Sonntag» im Schweizer Fernsehen wieder in die Forschung zurück. Die Medien haben allerdings immer wieder über seine Forschung berichtet, und auch im Religionsunterricht sind seine Bücher beliebt. Die jahrtausendealten orientalischen Abbildungen und Symbole haben damit im Zeitalter der Massenkommunikation eine neue Funktion erhalten. ■



# Rajna Gibson Brandon: Zwischen Mensch und Mathematik

VON SUSANNE BIRNER  
BILDER NIK HUNGER

**Rajna Gibson Brandon managt als Direktorin des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Finrisk» ein Millionenbudget und lehrt seit ihrem 28. Lebensjahr als Professorin für Finanzwirtschaft.**

**N**ein, es war nicht die «Faszination Geld», die mich zur Finanzmarktforscherin machte. Wenn mich Geldverdienen interessieren würde, wäre ich nicht in die Forschung gegangen, sondern in die Privatwirtschaft.» Rajna Gibson Brandon verrät mit ihrem herzhaften Lachen auf die Eisbrecherfrage viel Humor und Menschlichkeit. Die in schwarzen Jeans und Karo-Bolero sportlich-elegant auftretende Professorin besticht in der persönlichen Begegnung durch entwaffnende Offenheit.

Rajna Gibson Brandon darf als 43-jährige Erfolgsforscherin (mit Kind!) wohl als eine Art Rarität in der Schweizer Akademikerwelt bezeichnet werden. Sie ist Professorin für Finanzwirtschaft am Institut für schweizerisches Bankenwesen (ISB) der Universität Zürich und führt als Direktorin den Nationalen Forschungsschwerpunkt «Finanzbewertung und Risikomanagement» (NFS «Finrisk»). Sie ist damit eine von zwei Frauen, die einen der 20 prestigereichen NFS des Schweizerischen Nationalfonds leiten.

## Stationen einer Ausnahmekarriere

Wie kam es zu dieser Ausnahmekarriere? Rajna Gibson Brandon, geboren 1962, wird bereits als Kind einer serbokroatischen Forscherfamilie von einem Klima wissenschaftlicher Neugierde geprägt. Die Mutter ist Kunsthistorikerin, der Vater forscht

als Physiker am berühmten Cern, ihre Schwester wird Ärztin, der Bruder Neurologe. Rajna wird zudem schon früh analog zum französischen System an einer Genfer Privatschule eingeschult. «Das internationale Umfeld dort hat mich geprägt.»

Nach der C-Baccalauréat beginnt Rajna Gibson Brandon ein Biologiestudium, das sie bereits nach wenigen Monaten wieder abbricht. «Ich interessierte mich hauptsächlich für Genetik, während zu Beginn des Biologiestudiums Physik und Chemie zentral sind.» Sie verlegt sich auf die Ökonomie. Dem Studium in Genf folgte eine mit dem Latsis-Jungforscherpreis honorierte Dissertation zum Thema Bundesanleihen, während der sie sich definitiv für eine akademische Karriere entscheidet.

Dies bedeutet fortan uneingeschränkte geografische Flexibilität, da Schweizer Professuren für Finanzwirtschaft selten sind. So verschlägt es Gibson Brandon als Postdoc nach Amerika. In dieser Zeit spezialisiert sie sich bei ihrem kalifornischen Mentor Eduardo Schwartz auf Derivate, also abgeleitete Finanzinstrumente wie zum Beispiel Optionen.

«Was mich an der Finanzmarktökonomie am meisten fasziniert, ist die Unterschiedlichkeit der Faktoren, die man beim Erstellen der Theorien berücksichtigen muss. Mathematik allein genügt für dieses

Forschungsgebiet nicht: Das menschliche Verhalten spielt bei der Funktionsweise des Finanzmarkts ebenfalls eine zentrale Rolle.»

**«Mit Finanzinstrumenten ist es wie mit schnellen Autos: Nur wenn die Geschwindigkeit den Gegebenheiten angepasst wird, können Crashes vermieden werden.»**

Ihre erste ordentliche Professur für Finanzwirtschaft erhält Rajna Gibson Brandon nach einem Pariser Intermezzo als Assistenzprofessorin 1991 an der Universität Lausanne – sie ist erst 28 Jahre alt. Ihren aktuellen Zürcher Lehrstuhl tritt sie im Jahr 2000 an, das Direktorium von «Finrisk» im November 2001.

## Erdölderivate und Managerlöhne

Die Bedeutung von Rajna Gibson Brandons Fachgebiet, dem Risikomanagement in der Finanzmarktökonomie, liegt auf der Hand: Mit Kapital gilt es verantwortungsvoll umzugehen. Dazu gehört unter anderem, dass Investitionen und Anlagestrategien möglichst aufgrund wissenschaftlich abgestützter Kriterien erfolgen. «Mit Finanzinstrumenten ist es wie mit schnellen Autos: Nur wenn die Geschwindigkeit den Gegebenheiten angepasst wird, können Crashes vermieden werden.»

Gibson Brandon bezeichnet sich eher als Grundlagenforscherin. Nichtsdestotrotz finden ihre Arbeiten zum Thema Erdölderivate bei Banken und Firmen konkrete Anwendungen. Ein weiteres ihrer an-



«Fast alles, was ich über Finanzmarktökonomie weiss, habe ich in Amerika gelernt.»

wendbaren Forschungsinteressen sind die Managerschädigungen. In Zusammenarbeit mit «Finrisk»-Kollege Marc Chesney gelang es der Forscherin zu beweisen, dass die gängige Entlohnung der Firmenkader mit Optionen (Kaufrechte für Aktien) mehr so genannte «falsche Anreize» erzeugt als die Entlohnung mit Aktien selber. Anders gesagt: Im Fall der Optionen-Entschädigungen erhöht sich das Risiko, dass die Manager den Aktienkurs zu ihren Gunsten mit unlauteren Methoden manipulieren.

**Ethische Dimension von Finanzgeschäften**

Die Finanzmarktökonomin beobachtet in ihrem Fachgebiet eine steigende Zahl von Publikationen im Bereich «Corporate Governance» (ethisch fundiertes Management). «Auch mich interessiert die ethische Dimension von Finanzgeschäften. Diese ist aber nicht mein eigentliches Fachgebiet.» An den Veranstaltungen ihres Lehrstuhls gehe es denn auch in erster Linie um den wissenschaftlichen Diskurs und dessen Praxistransfers.

Für ihre Tätigkeit bei «Finrisk» zog Rajna Gibson Brandon unter anderem

Schlüsse aus dem eigenen Werdegang: «Fast alles, was ich über Finanzmarktökonomie weiss, habe ich in Amerika gelernt.» Im Rahmen der «Finrisk»-Doktorandenprogramme wird dieses Wissensgebiet nun auch dem Forschernachwuchs hierzulande zugänglich gemacht.

**Opfer im Privatleben**

Trotz ihres engagierten Einsatzes für den Forschernachwuchs und die landesweite und internationale Vernetzung in der Finanzmarktökonomie mag sich die Zürcher Forscherin nicht als Pionierin sehen. Dafür verrät sie nach einer nachdenklichen Pause, dass ihre wissenschaftliche Karriere nicht ganz ohne unerwünschte Nebenwirkungen verlief. «Meine Karriere hat Opfer im Privatleben erfordert.»

Heute lebt die Professorin mit ihrem Ehemann und dem einjährigen Töchterchen in Horgen am Zürichsee. Und zeigt sich froh darüber, dass die selbstständige Berufstätigkeit ihres Partners ihr ermöglichen, Baby und Beruf zu vereinbaren. Weitere internationale Karriereschritte schliesst Rajna Gibson Brandon in Zukunft nicht aus. Vorläufig ist dies aber kein Thema. «Es gefällt mir in Zürich, ich habe momentan kein Bedürfnis, anderswohin zu gehen.» Ein paar Jahre dürfte ihr Talent der Schweiz noch erhalten bleiben, «Finrisk» wurde letztes Jahr vom SNF um weitere vier Jahre verlängert. ■

Bei der Vernetzung der Schweiz sind SBB, Post und Swisscom prominente Akteure. Darüber hinaus sorgten diese Unternehmen immer auch für Innovation, wie zwei Untersuchungen der Universität Zürich zeigen.

VON OLIVIER AEBISCHER

Die Geschichte der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) beginnt 1898 damit, dass die Eidgenossenschaft den Eisenbahnbetrieb maroden Privatunternehmen abkauft. Das jüngste Kapitel in der Geschichte der ehemaligen schweizerischen Post-, Telefon- und Telegrafennetze (PTT) endet 2005 damit, dass Vertreter der Landesregierung den Telekommunikationskonzern Swisscom privatisieren wollen.

**Aktiv an Wandel beteiligt**

Trotz ihrer unterschiedlichen Entwicklung sind SBB und Swisscom seit den Anfängen der Industrialisierung Symbole für Aufbruch und Fortschritt geblieben. «Innovation wird heute nicht unbedingt mit Bundesbetrieben in Verbindung gebracht», sagt Gisela Hürlimann von der Forschungsstelle für Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Universität Zürich. Dabei seien SBB und PTT immer selbst aktiv am technologischen und wirtschaftlichen Wandel beteiligt gewesen. Welche Rolle den verschiedenen Akteuren zukam, wie sich deren Infrastruktur veränderte und mit welchen Auswirkungen, waren Fragen, die Gisela Hürlimann für die SBB und Philipp Ischer für die PTT bei der Erforschung der jeweiligen Unternehmensgeschichte ab den 1960er Jahren stellten.

«Herausgekommen ist eine moderne Schweizer Geschichte in einem europäisch vergleichenden Kontext», sagt Jakob Tanner, der Leiter des Forschungsprojektes. Denn der Wandel sei stark von Konstellation und Konjunkturen der Europäischen Union beeinflusst worden. Dass dieser Wandel bei

Keystone



# SBB und Swisscom als Innovationslokomotiven

SBB und PTT so anders verlaufen ist, habe mit der jeweils unterschiedlichen Bewältigung von technischen Neuerungen und damit verbundenen Krisen zu tun.

## Isolationistische Sackgasse

In einer solchen Krise steckten PTT und die Schweizer Fernmeldeindustrie in den 1970er Jahren bei der Entwicklung des «Integrierten Fernmeldesystems» (IFS). Statt funktionierende Prozessoren aus dem Ausland zu beziehen, setzte man bei der Digitalisierung des Netzes auf eine rein schweizerische Lösung. Dazu kam die restriktive Ausländerpolitik, die das Engagement von dringend benötigten Softwarespezialisten laut Philipp Ischer behinderte.

Die isolationistische Haltung führte in die Sackgasse: 1983 musste das IFS als nationales Projekt storniert und die benötigte Technologie schliesslich trotzdem importiert werden. Doch hatte die IFS-Forschung zugleich einheimische Softwarespezialisten hervorgebracht. Auch machten sich die am Projekt Beteiligten

erfolgreich dafür stark, dass die Hochschulen mit der Ausbildung von Informatikern begannen. Insofern zeigt das Beispiel IFS, wie der Monopolbetrieb PTT einen Innovationsschub herbeiführen und einen solchen auch in der Bildungslandschaft auslösen konnte.

## SBB dem Wettbewerb ausgesetzt

Im Vergleich zur PTT sei die Entwicklung der SBB aufgrund ihrer Infrastruktur stärker «pfadabhängig» gewesen, sagt Gisela Hürlimann. Auch könnten die SBB nicht als reiner Monopolbetrieb gesehen werden, da sie immer schon dem Verkehrswettbewerb ausgesetzt gewesen seien. Mit dem Ausbau des Schnellstrassennetzes wurde dieser Wettbewerb härter, was der Bahn denn auch prompt eine Krise in Form von roten Zahlen bescheren sollte.

In den 1950er und bis in die frühen 60er Jahre waren die SBB nämlich noch defizitfrei und ohne Subventionen unterwegs. Dennoch war ihr Image staatsnaher und bürokratischer als heute, wo sie jährlich

Zuschüsse in Milliardenhöhe erhalten, wie Hürlimann festhält. Dies dank der öffentlichen Leistungsaufträge seit 1982, als sich Bund und Kantone zur Abgeltung der gemeinwirtschaftlichen Leistungen verpflichteten, um die Grundversorgung sicherzustellen. Heute tritt die SBB AG mit dem Grossprojekt Bahn 2000, in dem die innovativen Ideen «Schnellbahn» und Taktfahrplan umgesetzt wurden, sowie einer grossen Angebotsvielfalt als marktwirtschaftlich orientiertes Unternehmen auf.

## Deregulierung und Liberalisierung

Damit entspricht sie zumindest in ihrem Look dem Zeitgeist, der in den letzten beiden Jahrzehnten von den Bestrebungen nach Deregulierung und Liberalisierung geprägt worden ist. In dieser Logik wurde auch das PTT-Monopol obsolet: Im Dezember 1997 endete es. Seitdem ist Telefonieren erheblich billiger geworden, vor allem was die Auslandtarife anbelangt. Dies wiederum hat laut Ischer die Standortattraktivität zur Ansiedlung von Unternehmen erhöht, was die Innovationskraft insgesamt fördert. Zudem sei es ausländischen Werkträgern in der Schweiz möglich geworden, zu bezahlbaren Preisen mit ihren Angehörigen in Verbindung zu bleiben. «Genau dies gehört zum Service public: der gesamten Einwohnerschaft des Landes den Leistungszugang zu ermöglichen», sagt Jakob Tanner dazu.

Bei den SBB ist es immer noch der politische Wille, der dafür sorgt, dass unrentable Linien nicht stillgelegt werden und so ganze Regionen den Anschluss ans Netz verlieren. Angesichts von europaweit scheiternden Privatisierungsprojekten – wie etwa in England – kommt momentan auch niemand auf die Idee, bei den SBB derartiges aufgleisen zu wollen.

«Bei der Bahn ist es nicht wie in der Telefonie möglich, die gesamte Basistechnologie auszuwechseln», vergleicht Jakob Tanner die beiden Unternehmen. Dennoch seien die SBB bei all ihren Bemühungen, mit den Anforderungen von zunehmender Beschleunigung Schritt halten zu können, ebenso innovativ gewesen. «Aber solange Menschen noch nicht von einem Ort zu einem anderen gebeamt werden können, werden sie halt weiterhin auch auf dem altbewährten Schienennetz transportiert», sagt Jakob Tanner mit einem Schmunzeln. ■



# Traumhaft schönes Umweltrisiko

Der Abbau von Metallen führt vielerorts zu massiven Umweltproblemen. Ein besonders gravierendes Beispiel ist der Traumstrand von Chañaral. Bernhard Dold vom Institut für Mineralogie und Geochemie der Universität Lausanne untersucht solche Problemfälle im Detail.

VON ANTOINETTE SCHWAB  
BILDER BERNHARD DOLD



**D**er lange Sandstrand von Chañaral ist ein Touristenziel, doch es gibt ihn noch gar nicht lang. Anfang des 20. Jahrhunderts war dort eine Bucht. Nach und nach wurde sie aufgefüllt mit so genannten Flotationsschlämmen, Abfallprodukten aus den nahe gelegenen Kupferminen.

Unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds, untersucht der Geochemiker Bernhard Dold vom Zentrum für Mineralanalyse der Universität Lausanne den Traumstrand. Denn der sieht schön aus, gilt aber, gemäss der Uno-Umweltorganisation Unep, als einer der schlimms-

ten Fälle von Umweltverschmutzung im ganzen Pazifik.

## Grünspan am Strand

Die Küstenstadt Chañaral liegt in Chile, fast 1000 Kilometer nördlich der Hauptstadt Santiago und mitten in der Atacama-Wüste. Als 1824 die erste Kupfermine in Betrieb genommen wurde, gab es die Stadt noch nicht. Sie wurde erst zehn Jahre später gegründet. Die Gegend ist unwirtlich und extrem regenarm. Die Menschen zogen hin, um zu arbeiten. Heute sind viele Minen geschlossen, aber die Menschen sind geblieben. Ein wichtiger Wirtschafts-

faktor ist inzwischen der Tourismus, denn die Stadt lockt mit ihren herrlich langen Sandstränden. Doch wenn man genau hinschaut, sieht man hie und da einen grünlichen Belag. Von 1938 bis 1975 luden die umliegende Kupferminen ihre Abfälle in der Bucht von Chañaral ab. Die alte Küstenlinie lag früher bis zu einem Kilometer weiter landeinwärts. Das Meer wusch die Flotationsschlämme aus und hinterliess einen feinen Sand. Der Wind, der ständig vom Meer her Richtung Stadt weht, bildete die Dünen.

Ob die auffällig vielen Atemweg-erkrankungen in der Stadt ebenfalls mit



Der Dünenstrand von Chañaral (grosses Bild) sieht wunderschön aus. Er besteht aber aus Abfallprodukten einer Kupfermine (links).

An manchen Stellen färbt Kupferchlorid den Sand grün (unten).



diesem Wind zu tun haben, muss noch untersucht werden. Die im Zusammenhang mit Minen üblichen Verdächtigen, Arsen, Blei und Cadmium, konnten ausgeschlossen werden. Und Kupfer, das für Menschen zwar lebensnotwendig, aber in hohen Konzentrationen ebenfalls giftig ist, sollte eigentlich bei pH-Werten, wie sie am Meer üblich sind, gebunden bleiben. Dachte man. Doch Bernhard Dold hat herausgefunden, dass das Kupfer durch Oxidation freigesetzt wird, unter den sich bildenden sauren Bedingungen mobil wird und mit dem Chlorid im Meerwasser reagiert. Es bildet Kupferchlorid, das an manchen Stellen den Strand grün färbt. Und der Wind trägt es in die Stadt. Was tun?

### Sauer verdienter Ehering

In einer ersten Phase hat er nun Probebohrungen vorgenommen und unzählige Proben mittels sequentieller Extraktion untersucht (siehe: «Wie funktioniert?», Seite 22). In Chañaral ist die Lage zusätzlich kompliziert, weil mitten durch die Schlämme hindurch der Rio Salado fliesst, ein unterirdischer Fluss, der, wie der Name sagt, sehr salzig ist und zusätzlich Minerale aus dem Gebiet der Lagerstätten mitbringt. In einem weiteren Schritt möchte der Lausanner Forscher zusammen mit seinem Team nun weitere und tiefere Bohrungen vornehmen und herausfinden, wo und wie genau dieser Fluss fliesst. Es könnte nämlich sein, dass sich inzwischen, in tieferen Schichten, wieder Kupfer angereichert hat.

Die Situation in Chañaral ist speziell, doch gerade das sei das Normale, betont der Geochemiker: «Es gibt keine Standardfälle und Standardlösungen. Jeder

Fall muss einzeln sehr genau analysiert werden.» Ob Minenabfälle für die Umwelt gefährlich werden, hängt von verschiedenen Faktoren ab: dem Klima, der topographischen Lage, den hydrologischen Bedingungen und der Art des Gesteins. Sind die Schlämme zum Beispiel von Wasser bedeckt, bleibt der pH-Wert neutral. Sind die Minenabfälle aber dem Sauerstoff der Luft ausgesetzt, beginnen sie zu oxidieren. Dabei wird normalerweise Schwefelsäure gebildet, denn in ausbeutungswürdigen Erzlagerstätten hat es fast immer schwefelhaltige Minerale, allen voran Pyrit. Um beispielsweise genügend Gold für einen Ehering zu erhalten, produziert man über 30 Liter der aggressiven Säure. In dem sauren Milieu werden dann Metalle wie Kupfer gelöst, geraten ins Grundwasser, oder, wenn das Klima sehr trocken ist, in die Atmosphäre.

### Billiger als vermutet

Wie das Problem in Chañaral gelöst werden soll, ist noch nicht klar. Eine Option könnte das Abtragen des kupferhaltigen Sandes sein. Ein Teil der Sanierungskosten liesse sich möglicherweise durch den Abbau des angereicherten Kupfers bezahlen. Chañaral ist nur ein Beispiel von vielen. Dort wird zwar kein Minenabfall mehr abgelagert, doch die Metallproduktion boomt. Der steigende Bedarf an Elektronik heizt die Nachfrage an. Allein in einem Mobiltelefon finden sich praktisch alle Metalle des Periodensystems. In vielen Ländern existieren aber kaum Vorschriften für einen umweltschonenden Abbau. Das Fazit, das Bernhard Dold aus der exakten Untersuchung vieler Minenstandorte zieht: «Man darf nicht

mehr einfach die Flotationsschlämme ablagern und warten, wie es sich entwickelt. Man muss schon vorher präventive Massnahmen ergreifen.» Dass dies kaum geschieht, liegt wohl einerseits daran, dass bisher nicht sehr viel darüber bekannt war, wie die Prozesse genau ablaufen, die man verhindern oder steuern müsste. Ein Problem, dem der Lausanner Forscher abzuhelpen versucht. Zum anderen liegt es daran, dass vorbeugende Massnahmen die Produktion verteuern. «Das stimmt zwar», räumt er ein, «doch es wäre oftmals billiger, als man denkt.»

### Neue Projekte in Europa

Bernhard Dold untersucht Minen vor allem in Südamerika. Im letzten Jahr starteten jedoch, finanziert vom SNF, verschiedene Forschungsprojekte mit Rumänien (Environmental Science & Technology in Romania, ESTROM). Rumänien ist ein rohstoffreiches Land, und er wird sich dabei nun auch mit Umweltproblemen rund um rumänische Minen befassen. «In den nächsten 20 Jahren wird sich vieles zum Besseren verändern», ist er überzeugt und ortet eine gewisse Umbruchstimmung in diesem Wirtschaftssektor. Auch die Schweiz könnte dazu beitragen. In der Schweiz liegen zwar praktisch keine abbauwürdigen Erzlagerstätten, doch mit Xstrata ist eine Schweizer Minenbetreibergesellschaft gross im Geschäft, und die vor einem Jahr umsatzstärkste Schweizer Firma Glencore verdient ihr Geld mit Handel und Förderung von Rohstoffen. ■

# Das Innenleben von Abfällen

Der Abbau von Metallen führt vielerorts zu Umweltproblemen. Bernhard Dold vom Zentrum für Mineralanalyse der Universität Lausanne hat eine Methode entwickelt, um kupferhaltige Minenabfälle in sieben Schritten auf ihr Gefahrenpotential hin zu untersuchen. Text: Antoinette Schwab; Illustrationen: Andreas Gefé



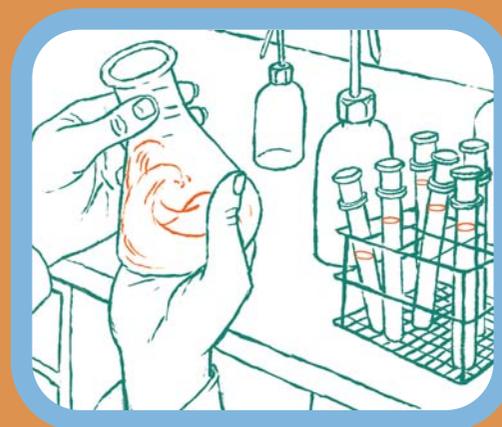
**Abb. 1** Zuerst werden die Minenabfälle an geeigneten Stellen erbohrt, und in regelmässigen Abständen werden Proben entnommen. Dann wird der grösste Teil der Gesteinsproben je einzeln in einer Steinmühle fein gemahlen.

**Abb. 2** Ein Teil der Proben wird luftgetrocknet und geschliffen. Diese Dünnschliffe werden mit dem Mikroskop untersucht. So können die mineralogische Zusammensetzung und die Beziehungen der einzelnen Minerale eines Gesteins bestimmt werden.

**Abb. 3** Sehr schlecht oder zum Teil überhaupt nicht unter dem Mikroskop bestimmbar sind

die Sekundärminerale, die eine wichtige Rolle in den Elementzyklen spielen. Sie werden mit Röntgendiffraktometrie bestimmt.

**Abb. 4** Bei der Analyse von Abfällen aus Kupferminen wird nun eine siebenstufige sequentielle Extraktion angewandt, die auf die Mineralogie dieser Lagerstätte abgestimmt wurde. Die Gesteinsproben werden dabei nacheinander mit sieben verschiedenen Lösungen versetzt. So simulieren die Forscher wechselnde geochemische Bedingungen wie zum Beispiel oxidierend, reduzierend, verschiedene pH-Werte und Temperaturen. Denn Minerale bilden sich unter spezifischen geochemi-



schen Bedingungen. Ändern diese, sind manche Minerale nicht mehr stabil und lösen sich auf. Die Messungen zeigen, welche Elemente bei der Auflösung verschiedener Mineralgruppen in die Umwelt freigesetzt werden.

**Abb. 5** Das Verhalten ändert sich in der Regel mit der Tiefe. Für jede Bohrung wird daher ein Profil erstellt, das angibt, welche Reaktionen wo zu erwarten sind. Das ist die Voraussetzung für eine Kontrolle der Minenabfälle oder eine gezielte Remediation, eine Sanierung der umweltgefährdenden Deponien.

## Die sequentielle Extraktion

Die sequentielle Extraktion ist ein Verfahren, das bisher vor allem in der Bodenkunde und in der Exploration von Lagerstätten angewendet wurde. Seit kurzem wird sie nun auch genutzt, um die komplexen biogeochemischen Vorgänge in Minenabfällen zu untersuchen. Beim Abbau von Metallen fallen so genannte Flotationsschlämme an, die noch reich sind an zum Teil giftigen Metallen. Sie stellen ein massives Umweltrisiko dar. Das Verfahren zeigt auf, wie sich die Inhaltstoffe bei veränderten Bedingungen verhalten könnten und allenfalls kontrollieren liessen.



Marjorie Opuni-Akuamo (l.u.) von der Bloomberg School of Public Health in Baltimore (USA) untersucht gesellschaftliche Veränderungen durch Aids in Südafrika. Die Bilder zeigen Kinder aus dem Untersuchungsgebiet sowie Ansichten der Universität am Kap und des Hafens.

Bilder: Marjorie Opuni-Akuamo, Bernhard Matuschak (4)



# Eine Weltenbürgerin in Südafrika

Kaum hatte Südafrika das Apartheidregime überwunden, wurde das Land von der HIV-Epidemie erfasst. Heute ist Südafrika weltweit am stärksten von Aids betroffen. Unterstützt vom SNF ist die Forscherin Marjorie Opuni-Akuamo daran, hier gesellschaftliche Auswirkungen von Aids zu untersuchen.

Schon seit meiner frühen Jugend weiss ich, wie Armut und Krankheit miteinander verknüpft sind und wie wichtig ein funktionierendes Gesundheitssystem für eine Gesellschaft ist. Die ersten sechs Jahre meines Lebens verbrachte ich in der behüteten Umgebung von Lausanne, der Heimatstadt meiner Mutter. Hier funktionierte alles ohne Probleme. Dann zogen meine Eltern nach Bawku, eine kleine, verarmte Stadt im Norden Ghanas, und alles war plötzlich ganz anders. Mein Vater, der selbst aus Ghana stammt, leitete dort das Spital. Mit 17 kam ich – heute Doppelbürgerin von Ghana und der Schweiz – in die USA, wo ich studierte und meinen Abschluss im Fach «Internationale Wirtschafts- und Afrika-Studien» ablegte. Derzeit arbeite ich an der Bloomberg School of Public Health der Johns-Hopkins-Universität in Baltimore im Bundesstaat Maryland an meiner Dissertation.

Wie lassen sich die wirtschaftlichen Folgen der Aidsepidemie für die Menschen reduzieren? Schon seit längerem beschäftigt mich diese zentrale Frage in meinen Arbeiten. Zwar gibt es zahlreiche Studien über die von Aids und HIV betroffenen Bevölkerungsgruppen, jedoch kaum solche über die Konsequenzen der Krankheit für die ältere Generation. Diese Lücke möchte ich in Südafrika mit meiner Arbeit über den Einfluss von Krankheit und Sterblichkeit von Erwachsenen im Alter von 18 bis 48 Jahren auf das Wohlbefinden älterer Menschen in der Gesellschaft schliessen. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen mir

noch keine konkreten Resultate vor. Doch lässt sich sagen, inwiefern sie für die südafrikanische Gesellschaft von Nutzen sein werden: Der Tod von Kindern und Enkeln hat für die ältere Bevölkerung Südafrikas gravierende Folgen. Denn die Nachkommen sind hier für Eltern und Grosseltern so etwas wie eine Altersvorsorge. Man lebt in gemeinsamen Haushalten, und die Jungen kommen für den Lebensunterhalt der Alten auf; es gibt keine soziale Vorsorge wie in den entwickelten Ländern.

Nirgends auf der Welt leiden so viele Menschen an Aids wie in Südafrika. Mein wissenschaftlicher Fokus richtet sich auf die am stärksten betroffene Provinz KwaZulu-Natal im Osten des Landes. Obwohl ich meine Daten nicht selbst erhebe, sondern aus bereits bestehenden Untersuchungen beziehe, z.B. der Universität von KwaZulu-Natal, konnte ich bei meinen bisherigen mehrmonatigen Aufenthalten das Land ein wenig kennen lernen. Ich reise gerne und glaube, dass es in allen Ländern der Erde bezaubernde Flecken gibt. Dennoch hat mich das Land am Kap der Guten Hoffnung mit seiner vielfältigen Natur und seiner bewegten Geschichte besonders beeindruckt. Am faszinierendsten sind für mich jedoch die Menschen. Obwohl sie so lange unter der Rassendiskriminierung gelitten haben, waren die Schwarzen bereit, die Hände zur Versöhnung zu reichen. Umso ungerechter und bitterer ist die Tatsache, dass Südafrika ausgerechnet 1993, als es die Fesseln der Apartheid endgültig abstreifte, von der HIV-Epidemie erfasst wurde. Nun hoffe ich, dass meine Arbeit die politische Diskussion so beeinflussen kann, dass sich die Auswirkungen der Epidemie für alle betroffenen gesellschaftlichen Gruppen mildern lassen. ■

Aufgezeichnet von Bernhard Matuschak



Cinéma suisse



# Vergessene Zeitzeugen

**Anders als die einheimischen Spielfilme haben die Dokumentarfilme aus der Schweiz auch international Erfolg. Das war schon vor 1963 so, als es noch keine staatliche Filmförderung gab. Die vergessenen alten Auftragsfilme werden zurzeit neu entdeckt.**

VON ANITA VONMONT

Die kurzen älteren Dokumentarfilme wie «L'année vigneronne» (1940, o. l. u. Mitte) oder «Mensch und Maschine» (1955, u. 2. v. l.) haben das Image der Schweiz im In- und Ausland stark geprägt. Verschiedene Produktionen holten begehrte Preise ab, so «Les secrets de la montre suisse» (u. l.) oder der Tuberkulose-Film «Vertrauen» (o. r.), an der Internationalen Film-Biennale Venedig 1949 und 1951. Als Akteure betätigten sich auch bekannte Volksschauspieler wie in «Mitenand gahts besser» (3 Bilder u. r.) Heinrich Gretler und Emil Hegetschweiler.

**A** bendfüllende Dokumentarfilme wie «Mani Matter – Warum syt dir so truurig?» (Friedrich Kappeler 2002) und «Mais im Bundeshuus» (Jean-Stéphane Bron 2003) vermögen hierzulande Kinosäle zu füllen, was im Vergleich mit dem Ausland bemerkenswert ist. Auch international machen sie von sich reden: «Hirtenreise ins dritte Jahrtausend» von Erich Langjahr etwa wurde 2002 am Leipziger Dokumentarfilmfestival 2002 gleich mit drei Hauptpreisen ausgezeichnet, und «War Photographer» von Christian Frei erhielt 2002 eine Oscar-Nominierung.

## Lange verpönt

Weniger bekannt ist, dass dieses internationale Renommee weiter zurückreicht als über die letzten vier Jahrzehnte des uns heute bekannten «jüngeren Dokumentarfilms». Bereits die Filme des Westschweizer

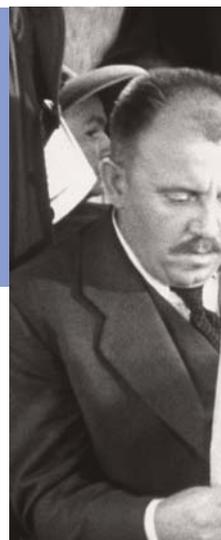
Regisseurs Charles-Georges Duvanel (u. a. «L'année vigneronne» 1940, «Le Rhône» 1946, «Le Simplon» 1956) machten im Ausland von sich reden, und Condor-Produktionen wie «Und dein Bruder...», «Les secrets de la montre Suisse» und «Vertrauen» gewannen an der Internationalen Film-Biennale Venedig 1949 und 1951 erste Preise. Doch gerieten diese meist nur wenige Minuten langen frühen Produktionen nach 1963 rasch in Vergessenheit. Mit der Einführung der staatlichen Filmförderung in jenem Jahr wurden nämlich erstmals finanziell unabhängige Dokumentarfilme möglich. Und die vorherigen Arbeiten, in denen die Regisseure ihre künstlerische Freiheit hatten unterordnen müssen, galten nun als minderwertig. Sie verschwanden aus den Kinovorprogrammen und damit aus der öffentlichen Wahrnehmung.



Condor



Gloriafilm





In den letzten Jahren ist das Interesse an den frühen Zeugnissen des dokumentarischen Filmschaffens in der Schweiz aber wieder neu erwacht. An den Kurzfilmtagen Winterthur vom vergangenen November stiessen die dort gezeigten Industriefilme von 1910 bis 1970 auf grosses Interesse. Der «Tages-Anzeiger» bezeichnete sie gar als «eigentlichen Höhepunkt des Festivals». Dass diese Kurzfilme mit Titeln wie «Eine riesenhafte Industrie» (1913), «Im Schoggi-Dorf» (1947/48) oder «Neuzeitliche Mätkäferbekämpfung» (1951) in Winterthur überhaupt einem breiten Publikum gezeigt werden konnten, geht auf die Initiative einer Forschungsgruppe des Schweizerischen Nationalfonds unter der Leitung von Margrit Tröhler, Professorin für Filmwissenschaft an der Universität Zürich, zurück. Deren Ziel ist es, bis Ende 2007 eine Geschichte des älteren Schweizer Dokumentarfilms zu erstellen, und zwar von den ersten öffentlichen Vorführungen 1896 bis Mitte der 60er Jahre, als die alten Auftragsfilme von den «freien», jüngeren Dokumentarfilmen verdrängt wurden, welche nun vermehrt soziale Themen aufgriffen und sie aus gesellschaftskritischer Sicht behandelten. Nicht nur die Fachwelt, auch das breite Publikum soll von den Forschungsarbeiten profitieren: Eine grosse Retrospektive ist am Dokumentarfilmfestival von Nyon im April 2008 geplant.

Eine kritische Auseinandersetzung mit ihren jeweiligen Inhalten konnten Dokumentarfilme «im Auftrag von» natürlich

nicht leisten. Blosser Werbefilme waren diese Produktionen aber auch nicht, zumal sie immer auch Wissen vermitteln und belehren wollten. «Wir haben zahlreiche originelle und sehr professionell gemachte Filme entdeckt – interessante Einblicke in frühere Realitäten und Mentalitäten», sagt Yvonne Zimmermann. Zusammen mit Anita Gertiser und Pierre-Emmanuel Jaques hat die Zürcher Filmwissenschaftlerin drei Jahre lang in Cinematheken und Archiven von Kantonen, Privatfirmen und Vereinen gestöbert. Was sie dabei fanden, lässt deutlich werden, dass sehr viel mehr dokumentarische Filme produziert wurden als gemeinhin angenommen. Rund tausend dieser leider meist vom Zerfall bedrohten Filme haben die Forschenden gesichtet und in einer Datenbank erfasst.

### Sorgfältig inszenierte Schweiz

Am verbreitetsten, so zeigt der bisherige Überblick, waren Reise- und Tourismusfilme, Firmen- und Branchenfilme sowie Schul- und Lehrfilme. Was sie verbindet, ist die Produktionsform des Auftragsfilms und das sorgfältig inszenierte Bild einer Schweiz, wie man sie damals gern sah: Als traditionsreiches, aber dennoch innovationsfreudiges Land inmitten einer prächtigen Berglandschaft, mit Werten wie Qualität statt Quantität, Präzision und Pünktlichkeit. «Die Filme wurden in Kinos sowie auf Kreuzfahrtschiffen, Messen und Botschaften der ganzen Welt gezeigt und prägten das klassische Bild von der Schweiz im Ausland

viel stärker als gemeinhin angenommen», ist Yvonne Zimmermann überzeugt. Nach den allerersten Produktionen, die noch von ausländischen Teams gedreht worden waren, hatte sich bis in die 20er Jahre eine einheimische Produktion herausgebildet. Und von da an prägten Einrichtungen wie die Schweizerische Verkehrszentrale, die Schweizerische Zentrale für Handelsförderung und das Schweizer Schul- und Volkskino und Firmen den dokumentarischen Film im Land bis in die 60er Jahre auf allen Ebenen: mit eigenen Produktionen, Dokumentationen, Vorführdiensten und eben einem internationalen Vertrieb.

### «Mitenand gahts besser»

Die Produktion nahm von Jahr zu Jahr zu. 1939 waren an der Landi in Zürich nicht weniger als 300 einheimische nicht fiktionale Filme zu sehen. Je nach Verwendungszweck, Zielpublikum und Aufführungsort wurden diese ohne Skrupel zigfach umgeschnitten. «Ein Industriefilm über die Käseherstellung konnte so unversehens zum Kulturfilm fürs Matinee Kinopublikum oder zum Schulfilm im Klassenzimmer werden», so Anita Gertiser.

Ihre grosse Zeit erlebten die älteren dokumentarischen Filme in den 50er Jahren. «Es ging nun nicht mehr primär darum zu belehren, sondern zu unterhalten», beschreibt Pierre-Emmanuel Jaques die entscheidende Wende. Dazu wurden die Produktionen unter Mitwirkung namhafter Regisseure und Schauspieler mit einer Spielhandlung aufgelockert. Im Auftrag der «Aktion des guten Willens» drehte beispielsweise Adolf Forter mit Heinrich Gretler und Emil Hegetschweiler in den Hauptrollen «Mitenand gahts besser» (1949). Der Film warb im Vorfeld der Einführung eines neuen Bundesbeamtengesetzes für Toleranz – aus heutiger Sicht auf rührig-amüsante Weise: in Versform mit spitzen Reimen aus der Feder von Kurt Früh.

Natürlich gaben finanzielle Gründe für solche Engagements den Ausschlag. «Die Auftragsfilme waren wirtschaftlich eine wichtige Basis für die ganze Filmbranche», sagt Yvonne Zimmermann. Dies gelte trotz staatlicher Filmförderung heute noch, fügt sie an. «Ohne Auftragsfilme gäbe es kein kontinuierliches «unabhängiges» Schaffen und somit auch nicht die hochstehende jüngere Dokumentarfilmtradition.» ■



mathematisch zu begründen. Ich bringe ab mit. Ich bin noch



# «Ohne diese Gleichung geht gar nichts»

Vor 80 Jahren hat Erwin Schrödinger (1887–1961) eine später nach ihm benannte Gleichung entdeckt, die das Weltbild des 20. Jahrhunderts grundlegend verändern sollte. Die Edition von Schrödingers Korrespondenz lässt einen der bedeutendsten Physiker neu aufleben.

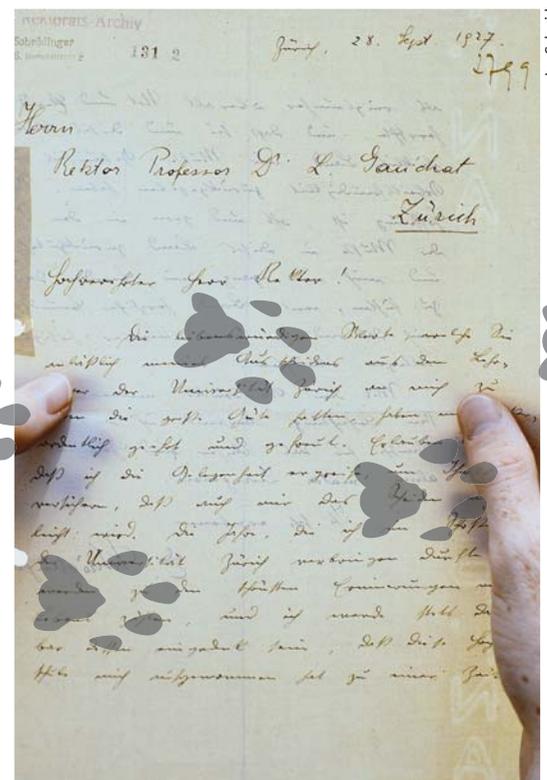
VON ANTOINETTE SCHWAB  
ILLUSTRATION ANTON STUDER

 Im Augenblick plagt mich eine neue Atomtheorie. Wenn ich nur mehr Mathematik könnte! Ich bin bei der Sache sehr optimistisch und hoffe, wenn ich es nur rechnerisch bewältigen kann, so wird es sehr schön.» Diese Zeilen schrieb Erwin Schrödinger am 27. Dezember 1925 aus seinen Winterferien in Arosa an den Physiker Wilhelm Wien. Sie sind der erste Hinweis auf seine bahnbrechende Entdeckung: die Wellengleichung. Der Brief gehört zu jener Auswahl von Briefen, die der Wissenschaftshistoriker Karl von Meyenn für eine Herausgabe zusammengestellt hat.

## Grundlage der Quantenmechanik

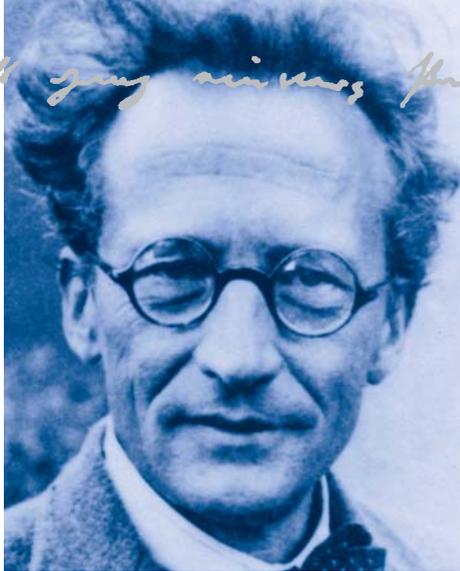
«Wenn man schaut, wie häufig seine Idee auch heute noch gebraucht wird, so steht Schrödinger auf einer Stufe mit Einstein», sagt Karl von Meyenn. Die Schrödinger-Gleichung ist die Grundgleichung der Quantenmechanik. Sie sollte das folgenreichste Gesetz der neueren Physik werden, denn mit ihr wurde es möglich, die Welt der Atome zu erfassen. Das Bohrsche Atommodell, Heisenbergs Unschärferelation – mit der Schrödinger-Gleichung

liessen sie sich mathematisch begründen. «Was Newtons Gleichung für die klassische Mechanik, das ist Schrödingers Gleichung für die Quantenphysik», betont Daniel Wyler, Professor für theoretische Physik an der Universität Zürich. Der Projektleiter fasst die Bedeutung der Wellengleichung für die Quantenphysik kurz und knapp zusammen: «Ohne sie geht gar nichts.» Dass die Universität Zürich das Vorhaben unterstützt, hat seinen guten Grund: Als nämlich Erwin Schrödinger seine später nach ihm benannte Gleichung aufstellte, war er Professor am dortigen Institut für theoretische Physik. «Schrödinger publizierte innerhalb eines Jahres fünf fundamentale Arbeiten, von denen jede einzelne beinahe den Nobelpreis verdient hätte», meint Daniel Wyler. 1933 bekam er immerhin einen. Doch in Zürich, dem Schauplatz seiner bedeutendsten Arbeiten, erinnert fast nichts an ihn.



Jos Schmid

*...wird ganz ein neues Phänomen, denn es drückt zum ersten Mal...*



Erwin Schrödinger war gebürtiger Österreicher. Er studierte in Wien klassische experimentelle Physik, daneben Mathematik, Chemie und Philosophie. Schon während des Studiums befasste er sich aber auch mit den Ideen der neuen Physik. «Seine spätere Entdeckung war kein Zufall», betont Karl von Meyenn: «Er hat gezielt gesucht.» Und er suchte Kontakt mit den Grossen seiner Zeit, tauschte Ideen aus, fragte um Rat. Er schrieb unablässig Briefe. «Eine Gesamtausgabe wäre bei dieser Unmenge von Briefen einfach nicht möglich.» Die Liste seiner Briefpartner liest sich wie ein «Who is who» der Physik: Albert Einstein, Max Born, Paul Ehrenfest, Max von Laue, Wolfgang Pauli, Fritz London, Max Planck, Arnold Sommerfeld, Wilhelm Wien, um nur einige zu nennen.

Natürlich geht es in vielen dieser Briefe um hohe Physik. Aber nicht nur. Manche Gedanken und Erläuterungen sind für Laien durchaus verständlich. Und die Briefe geben einen Eindruck, in welchem Verhältnis die grossen Physiker des 20. Jahrhundert zueinander standen. Rund 300 Briefe bearbeitet Karl von Meyenn für die Edition, versieht sie mit Anmerkungen und erklärenden Fussnoten und übersetzt, wo nötig. Nächstes Jahr soll sie bei Springer erscheinen.

Das Schwergewicht liegt auf Briefen mit quantenmechanischen Aspekten aus zwei wichtigen Zeitperioden: die Zeit um die Entdeckung der Wellen-Gleichung 1926 und die Zeit um 1935, als es heftige Diskussionen gab um die Interpretation von Psi, der Lösung dieser Gleichung. Die Psi-Funktion beschreibt die möglichen Zustände quantenmechanischer Systeme als Wahrscheinlichkeiten. Denn anders als in der Welt der klassischen Physik scheinen die Ereignisse im Reich der Atome nicht genau vorhersagbar.

### Das Katzenbeispiel

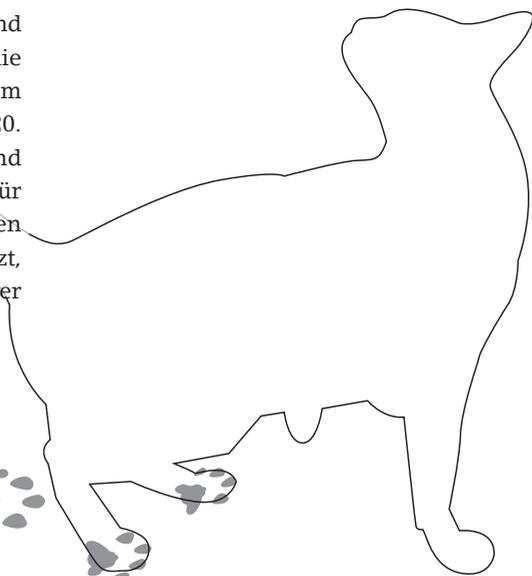
Schrödinger war aber doch eher der Meinung, dass eine exakte Vorhersage nicht grundsätzlich unmöglich sei. Damit stand er im Gegensatz zu namhaften Wissenschaftlern wie Niels Bohr, Max Born oder Werner Heisenberg. Sie waren überzeugt, dass sich mögliche Zustände gleichzeitig überlagerten und sich nur im Moment der Beobachtung ein bestimmter Zustand verwirklicht. Um das anschaulich zu zeigen, entwarf Erwin Schrödinger sein berühmtes Katzenbeispiel: Eine Katze wird in einen Kasten eingesperrt. Die Einrichtung ist so konzipiert, dass die Katze mit einer nur durch Psi bestimmten Wahrscheinlichkeit vergiftet wird. Man weiss nicht wann. Schrödingers Katze wäre also, solange man sich nicht vergewissert, zu-

gleich tot und lebendig. Paradox, fand er. Albert Einstein sprach von einem würfeln-den Gott: «Übrigens zeigt Dein Katzenbeispiel, dass wir bezüglich der Beurteilung des Charakters der gegenwärtigen Theorie völlig übereinstimmen. Eine Psi-Funktion, in welche sowohl die lebende wie die tote Katze eingeht, kann eben nicht als Beschreibung eines wirklichen Zustandes aufgefasst werden.» Wer das nicht so ganz versteht, kann sich trösten. Auch Erwin Schrödinger verstand die neuen Ideen nicht immer auf Anhieb, wie er Paul Ehrenfest gestand: «Wir dürfen uns nicht verdrissen lassen, wenn wir manchmal ein bisschen kurzatmig hinter den neuen Ideen herjapsen (...) – seien Sie überzeugt, ich japse bestimmt mehr als Sie.»

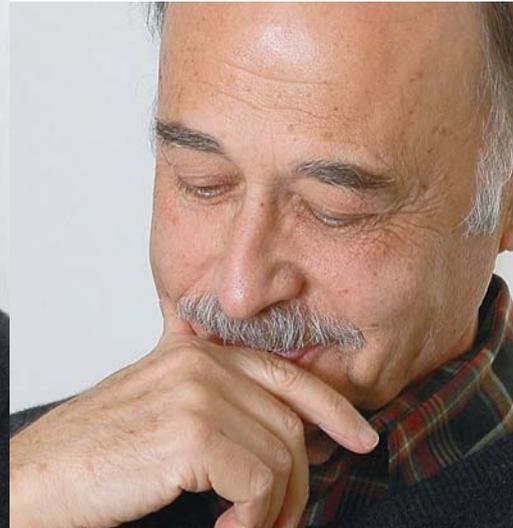
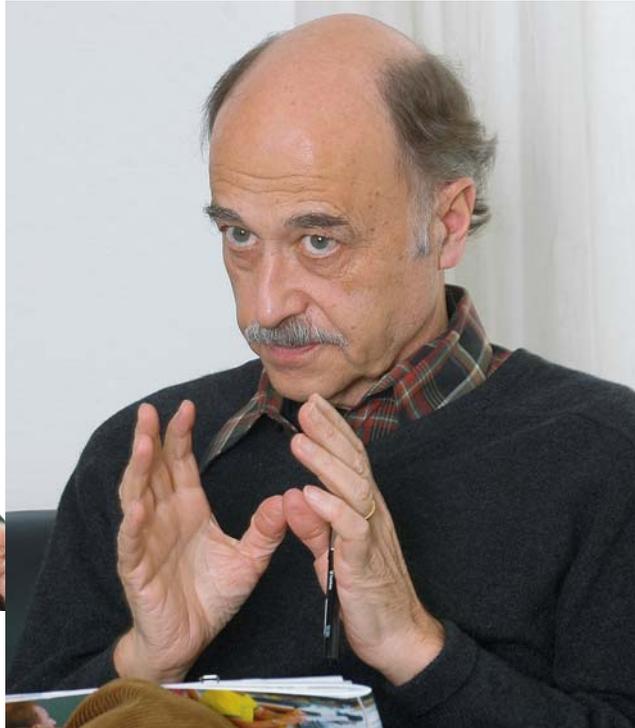
### «Sehr feige Erklärung»

Schrödingers Briefe liegen in verschiedenen Archiven, die die Etappen seines Lebens widerspiegeln. Er wurde 1887 in Wien geboren. Nach seiner Habilitation 1914 wurde er eingezogen und diente im 1. Weltkrieg als Artillerieoffizier. Nach dem Krieg folgten Anstellungen in Wien, Jena, Stuttgart und Breslau, bevor er 1921 nach Zürich kam. Er war nicht die erste Wahl, doch nach sechs Jahren liess man ihn nur ungern wieder gehen.

An seinem 40. Geburtstag zog er in die deutsche Hauptstadt um. Nach der Macht-ergreifung der Nazis 1933 übersiedelte er nach Oxford. 1938 ging er zurück nach Österreich, nach Graz, und liess sich dazu hinreissen, in einer öffentlichen Erklärung die Machtübernahme durch die Nazis in Österreich zu begrüssen, einen Schritt, den er später oft bedauerte. Von einer «sehr feigen Erklärung» schrieb er 1939 an Albert Einstein, mit dem er stets freundschaftlich verbunden war. Später stellte er sich dann doch entschieden gegen die Nazis, verliess Graz und landete schliesslich in Dublin. In einer Vorlesungsreihe und dem Buch «What is Life» befasste er sich u.a. auch mit den Möglichkeiten, welche die neuen physikalischen Erkenntnisse der Biologie bieten könnten. Und er war einer der ersten, wenn nicht der erste, der die Chromosomen als codierte Botschaft verstand. Obwohl er die Sonne und seine geliebten Berge vermisste, blieb er 17 Jahre in Irland. Erst 1956 kehrte er in seine österreichische Heimat zurück. 1961 starb er in Wien. ■



# «Die Bedeutung von Erziehungstheorien wird überschätzt»



VON IRÈNE DIETSCHI

BILDER NELLY RODRIGUEZ/STRATES

**Seit über 50 Jahren laufen die Zürcher Longitudinalstudien, in denen die diversen Bereiche kindlicher Entwicklung untersucht werden. Geprägt hat diese Studien der Zürcher Kinderarzt Remo Largo. Nach seinem Abschied von der Universität zieht er Bilanz.**

**Herr Professor Largo, dank Ihren Büchern gelten Sie in der Schweiz als eine Art Erziehungspapst. Sie haben aber 30 Jahre lang vor allem wissenschaftlich gearbeitet. Womit beschäftigten Sie sich?**

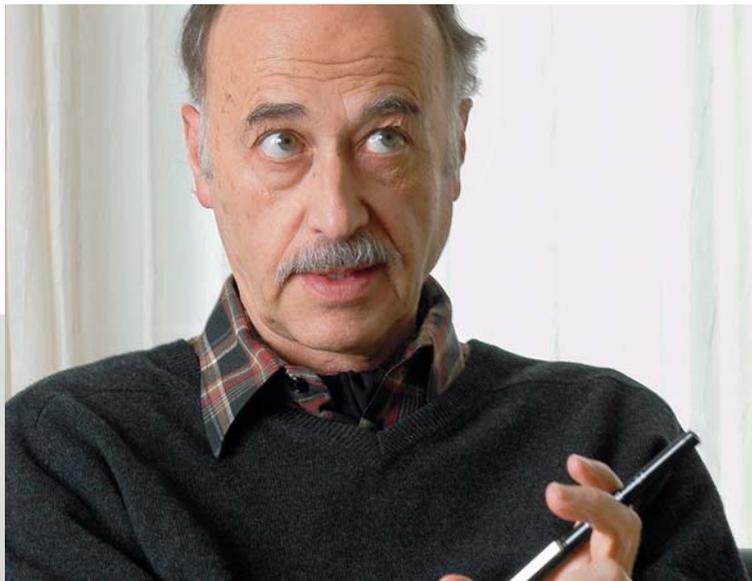
**Remo Largo:** Mein Hauptinteresse galt den Zürcher Longitudinalstudien. Die Besonderheit dieser Studien liegt darin, dass die Kinder von der Geburt bis ins Erwachsenenalter begleitet wurden. Jedes Kind wird im ersten Lebensjahr fünfmal, im zweiten Lebensjahr zweimal, anschliessend jährlich

bis zur Pubertät und in der Pubertät wiederum zweimal jährlich untersucht. Dabei werden alle wichtigen Entwicklungsbereiche wie Sprache, Motorik, Schlaf- oder Sozialverhalten festgehalten. Longitudinalstudien sind extrem zeitaufwändig und kostspielig. Sie stellen aber die einzige Möglichkeit dar, wesentliche Fragen der kindlichen Entwicklung zu beantworten.

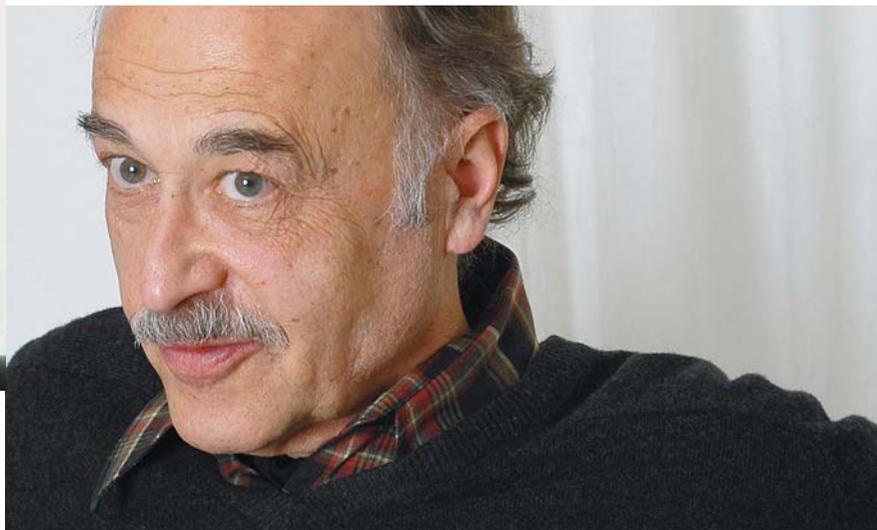
**Was haben Sie herausgefunden?**

Die erste Zürcher Longitudinalstudie mit 350 gesunden Kindern wurde von 1954 bis

1974 durch Professor Andrea Prader durchgeführt. Ich selber trat 1974 in die Abteilung Wachstum und Entwicklung des Kinderspitals Zürich ein – just zum Zeitpunkt, als die Probanden der ersten Studie erwachsen waren und sich die Frage stellte, wie man weiterfahren soll. Wir entschieden uns für eine Generationenstudie mit den Kindern der Probanden der ersten Studie. Über 90 Prozent der Familien mit insgesamt 320 Kindern machten mit. So ist die weltweit grösste Datenbank in Bezug auf das kindliche Wachstum entstanden. Anhand dieser Daten versuchten wir, in jedem Entwicklungsbereich die individuellen Verläufe zu beschreiben und die Vielfalt unter den Kindern darzustellen. Wir fanden beispielsweise heraus, dass die Meilensteine der Sprachentwicklung – verschiedene Laute, erste Wörter und Zweiwortsätze – in sehr unterschiedlichem Alter, aber immer in der



«Medizinisch und ethisch ist High-Tech-Medizin nur zu verantworten, wenn die langfristigen Auswirkungen bekannt sind.»



«Heute werden Frühgeborene schon mit 24 Schwangerschaftswochen intensivmedizinisch betreut. Da habe ich meine ethischen Vorbehalte.»

gleichen Reihenfolge auftreten. Bei der motorischen Entwicklung in den ersten beiden Lebensjahren fiel uns die grosse Variabilität auf: Manche Kinder machen schon mit acht bis zehn Monaten die ersten Schritte, andere erst mit 18 bis 20 Monaten. Die Mehrheit gelangt über Robben und

Kriechen zum freien Gehen. Einige aber bewegen sich nie auf allen Vieren, stattdessen ziehen sie sich direkt aus der Bauchlage in den Stand. Wieder andere rutschen auf dem Hosenboden oder bewegen sich mit Schlängeln und Rollen fort, bevor sie auf die Beine kommen.

#### **Sie haben sich auch mit früh geborenen Kindern beschäftigt. Warum?**

In den 70er Jahren gab es in der Intensivmedizin einen enormen Entwicklungsschub, von dem in der Kinderheilkunde vor allem die moderne Neonatologie profitierte: Frühgeborene hatten dank Beatmung und anderen intensivmedizinischen Massnahmen immer bessere Überlebenschancen. Hier stellten sich neben medizinischen auch ethische Fragen: Wie entwickeln sich Frühgeborene? Kann man die Massnahmen verantworten? Antworten liessen sich nur mit einer Langzeitbeobachtung finden.

#### **Zu welchen Schlüssen kamen Sie?**

Man kann sagen, dass sich Kinder, die über der 30. Schwangerschaftswoche zur Welt kommen – das sind 80 Prozent der Frühgeborenen –, im Vergleich mit termin-

geborenen Kindern normal entwickeln. Unter 30 Schwangerschaftswochen gibt es leider Entwicklungsrisiken. Diese nehmen zu, je früher ein Kind zur Welt kommt. Heute werden Kinder schon mit 24 Schwangerschaftswochen intensivmedizinisch betreut. Da habe ich meine ethischen Vorbehalte. Zurzeit läuft in unserer Abteilung eine Studie, in der mehr als 200 Kinder mit einem Geburtsgewicht unter 1000 Gramm bis zum Erwachsenenalter nachkontrolliert werden. Solche Studien sollte es für sämtliche Bereiche geben, in denen hohe Entwicklungsrisiken auftreten, beispielsweise auch bei Kindern mit schweren Herzfehlern.

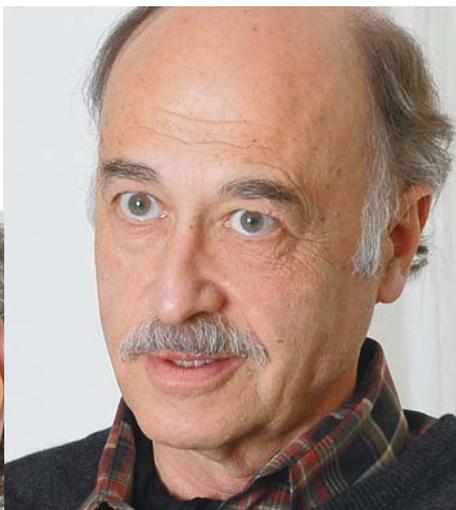
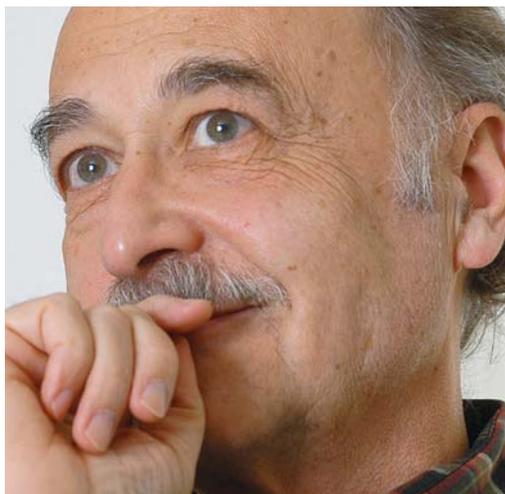
#### **Das heisst also: keine High-Tech-Medizin um jeden Preis?**

Genau. Medizinisch und ethisch ist diese Medizin nur zu verantworten, wenn die langfristigen Auswirkungen bekannt sind. Wer Spitzenmedizin betreibt, muss auch bereit sein, den Follow-up zu bezahlen. Eine wichtige Aufgabe des Schweizerischen Nationalfonds sehe ich darin, solche Studien zu fördern. Alles andere ist erstens unverantwortlich den Kindern und Fami-

### **Remo Largo**

Mehr als 30 Jahre lang war Professor Remo H. Largo für die Abteilung Wachstum und Entwicklung des Kinderspitals Zürich tätig. Von 1978 bis zu seinem gesundheitlich bedingten Abschied Ende 2005 war er ihr Leiter. Kern seiner Tätigkeit waren die Zürcher Longitudinalstudien, die vom Schweizerischen Nationalfonds mitfinanziert wurden. Remo Largo hat das Verständnis fürs Kind in unserer Gesellschaft massgeblich geprägt. Einer breiten Öffentlichkeit ist er durch seine Bestseller «Babyjahre» und «Kinderjahre» bekannt geworden. Er ist Vater dreier Töchter und Grossvater von drei Enkelkindern.

«Ich glaube, ohne technische Erleichterungen wie die Waschmaschine hätte man weiter autoritär erzogen.»



«Der persönliche Kontakt mit den Kindern und ihren Eltern war enorm wichtig.»

lien gegenüber, und zweitens schlägt es aufs Gesundheitssystem und die Wissenschaft zurück. Die Bevölkerung wird eine Spitzenmedizin auf die Dauer nicht akzeptieren, wenn sie realisiert, dass die Lebensqualität unzureichend ist.

**Kommen wir noch einmal zur Generationenstudie, in der Sie Kinder der zweiten Generation untersuchten: Was interessierte Sie persönlich am meisten?**

Die faszinierendsten Befunde waren einerseits die grosse Vielfalt unter den Kindern und andererseits die erstaunliche Stabilität des Individuums im Verlauf seiner Entwicklung. Es gibt Gesetzmässigkeiten, die überall gültig sind, egal ob Sie das Wachstum, das Sozialverhalten, den Schlaf oder die Sprache untersuchen. Wir sind als Einzelne sehr genau definiert, aber untereinander extrem verschieden. Die Geschwindigkeitskurve des Längenwachstums z.B. hat immer die gleiche Form, unabhängig davon, ob ein Kind gross oder klein ist, ob es sich rasch oder langsam entwickelt. Die Vielfalt ergibt sich allein dadurch, dass die Kurve höher oder tiefer liegen und schneller oder langsamer ablaufen kann.

**Gab es bei der Datenkollektion auch Schwierigkeiten?**

Ja, manchmal war die Methodik ungenügend. Bei der Erfassung der motorischen Entwicklung etwa mussten wir drei Mal von neuem beginnen, weil wir an methodischen Problemen scheiterten.

**Was funktionierte nicht?**

Nehmen Sie einen Siebenjährigen: Sie messen zum Beispiel, wie schnell und gut er Stecker in ein Steckbrett versenken kann. Die Geschwindigkeit zu messen war kein Problem, aber wir wollten auch die Bewegungsqualität mit Hilfe von Videoaufnahmen erfassen. Das methodische Problem war, kindliches Verhalten qualitativ zuverlässig zu beurteilen.

**Haben Sie alle Probanden persönlich untersucht?**

Am Anfang schon. Später verschoben sich meine Aufgaben immer mehr in die Datenauswertung und ins Organisatorische. Der persönliche Kontakt blieb aber enorm wichtig und wurde von mir und meinen Mitarbeitenden sorgfältig gepflegt. Sonst hätten nicht mehr als 85 Prozent der

Familien 20 Jahre und länger mitgemacht. Die Eltern mussten etwas zurückbekommen für ihren Aufwand. Das war einerseits die persönliche Beziehung, andererseits vor allem Einsichten in die Entwicklung ihres Kindes, die sie sonst nicht erhalten hätten.

**Die Erziehungsmethoden haben sich im Vergleich zu den 70er Jahren, als die zweite Zürcher Longitudinalstudie gestartet wurde, sehr verändert. Wie stark waren entwicklungsbiologische Erkenntnisse daran beteiligt?**

Die Bedeutung von wissenschaftlichen Einsichten und Erziehungstheorien werden überschätzt. Nehmen wir als Beispiel die Blasen- und Darmkontrolle, die wir auch untersucht haben: Früher strengten sich die Mütter sehr an, ihre Kinder möglichst früh sauber und trocken zu bringen. Sie setzten sie schon im ersten Lebensjahr auf den Topf, bis zu acht Mal am Tag. Heute macht das niemand mehr. Unsere Studien zeigten, dass Kinder Blase und Darm nicht früher kontrollieren konnten, wenn die Sauberkeitserziehung sehr früh begonnen wurde.

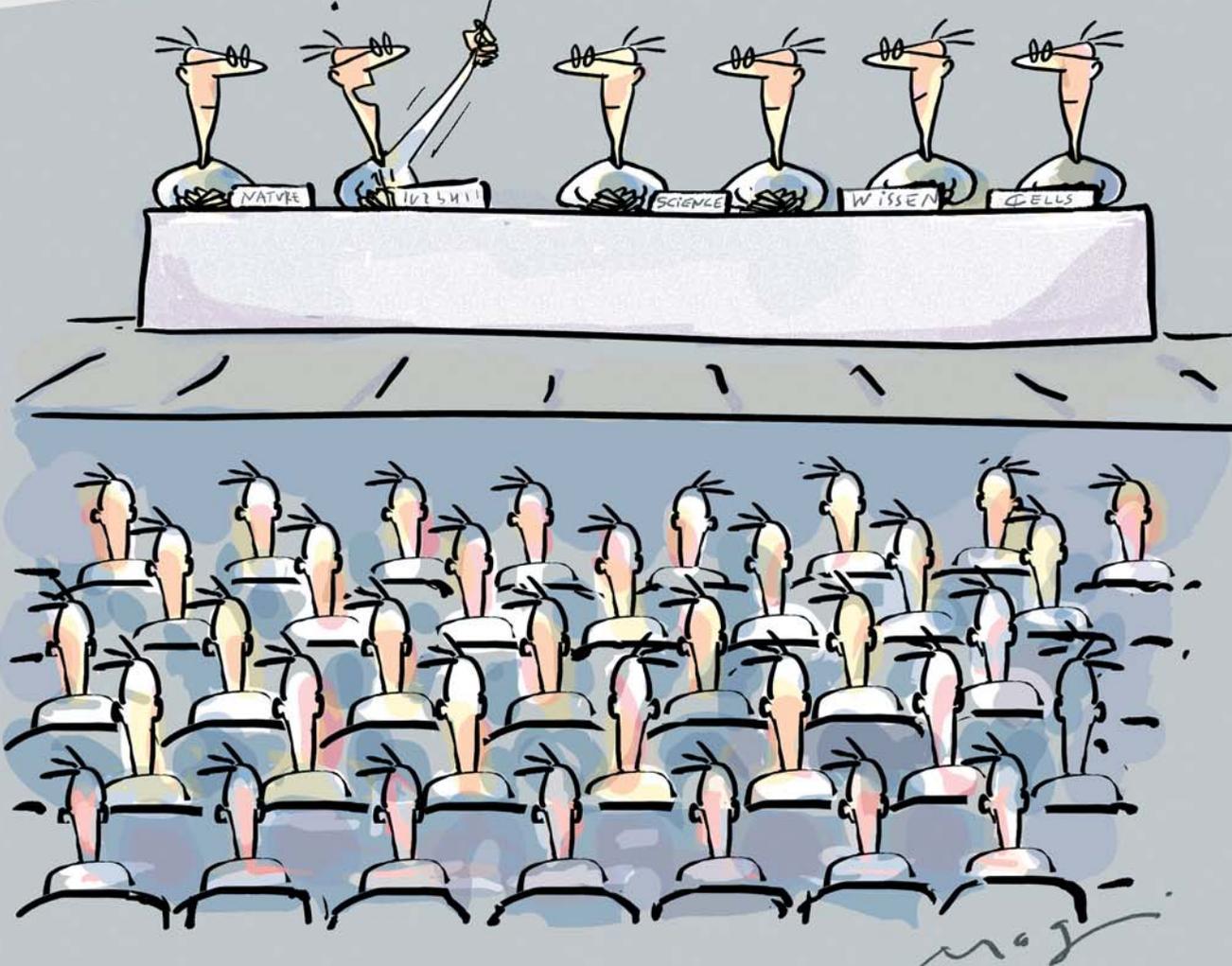
Man könnte nun sagen, der Niedergang des Sauberkeitstrainings spiegle den Übergang zu einer weniger autoritären Erziehung. Aber der Grund waren weniger entwicklungsbiologische Erkenntnisse, sondern veränderte Lebensbedingungen – technische Neuerungen wie die Waschmaschine und vor allem die Erfindung der Wegwerfwindel. Ich glaube, ohne diese Erleichterungen hätte man weiterhin autoritär erzogen.

**Ihre Bücher «Babyjahre» und «Kinderjahre», in die ein Grossteil der Resultate aus den Longitudinalstudien einfluss, geniessen bei werdenden Eltern Kultstatus. Macht Sie das froh?**

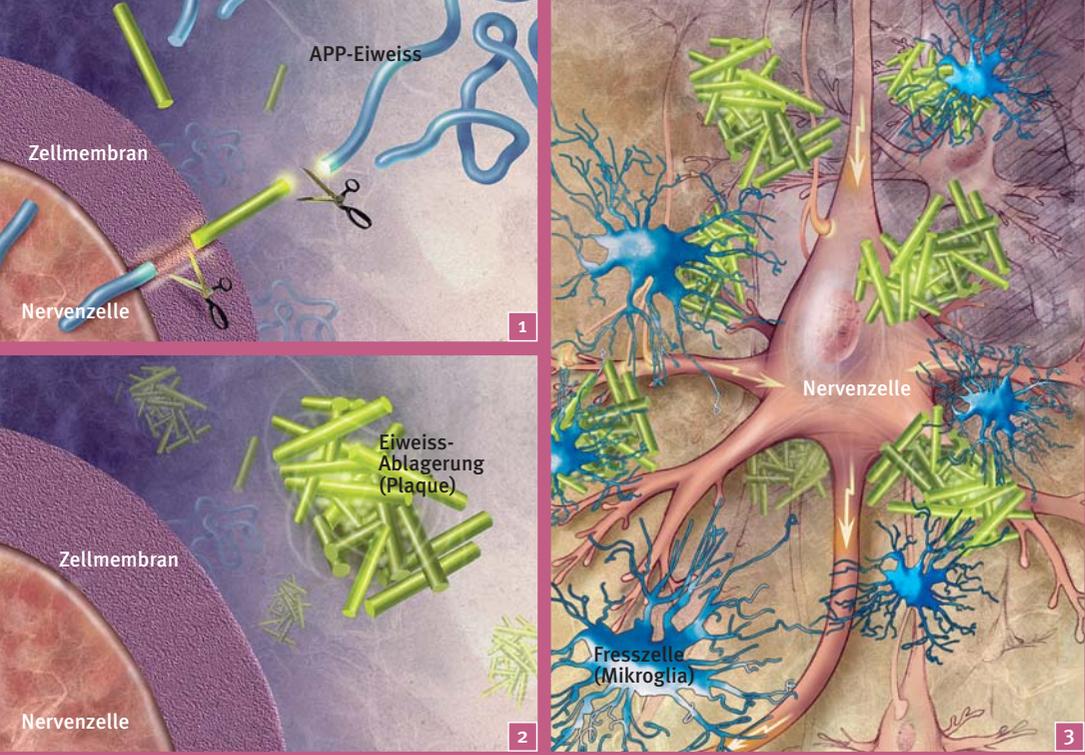
Angesichts der vielen Erziehungsratgeber auf dem Markt wollte ich lange kein Buch schreiben. Dann schrieb ich doch eins.

Ich wollte beschreiben, wie Kinder sind, und damit die Eltern so kompetent machen, dass sie ihr Kind besser verstehen und mit ihm kindergerechter umgehen. Also kein Ratgeber, sondern Stärkung der Selbstkompetenz. Auf Grund des Feedbacks, das ich bekomme, scheint dies gelungen zu sein. Das macht mich tatsächlich froh. ■

endlich  
geklont:  
der **ABSOLUT**  
**INTEGRE**  
Wissenschaftler!



Magi Wechsler



1. Aus dem natürlichen Eiweiss APP, das in der Zellmembran verankert ist, werden vermehrt bestimmte Abschnitte (grün) herausgeschnitten.
2. Diese Eiweisstücke verklumpen und lagern sich um die Nervenzellen herum ab.
3. Nervenzellen mit Eiweissablagerungen werden von Fresszellen angegriffen.

miliäre Form der Alzheimererkrankung sind, und produziert deshalb krankhafte Eiweisse. «In unserem System schädigen sich beide Zelllinien keineswegs selbst; die für Alzheimer typischen Eiweissablagerungen scheinen also nicht direkt toxisch für die Nerven zu sein», sagt Karl-Heinz Krause.

### Fresszellen töten mit einem Enzym

Auch Mikroglia und Nerven können in Frieden zusammenleben. «So, wie das im Gehirn normalerweise auch der Fall ist», sagt Karl-Heinz Krause. Allerdings ist dieses Nebeneinander nur friedlich, wenn es sich um normale Nervenzellen handelt: Bei einer Ko-Kultur von Mikroglia und einer der beiden veränderten Zelllinien sterben die Nerven ringsum. Besonders gross ist der Schaden bei der Zelllinie mit den eingeschleusten familiären Alzheimergenen. Dieses Ko-Kultur-System erlaubt es, in vitro die Situation des schnell verlaufenden familiären Alzheimers sowie die des Alters-Alzheimers nachzuspielen. Und so haben die Forschenden auch gleich jenes Enzym entdeckt, das die Mikroglia-Zellen dazu benutzen, um den Nerven den Garaus zu machen: NOX2, ein Enzym, das freie Sauerstoffradikale produziert.

Von ihrer Entdeckung erhoffen sich die Forscher neue Behandlungsmethoden gegen Alzheimer. Anfang Jahr hat Karl-Heinz Krause zusammen mit anderen Forschenden in Genf eine Start-up-Firma gegründet, um die Medikamentenentwicklung voranzutreiben. Der Prototyp eines neuen Alzheimermedikaments könnte laut Karl-Heinz Krause in ein bis zwei Jahren bereit stehen. Die Idee zum Medikament sei dabei «weit origineller als der Einsatz von antioxidativen Substanzen», verrät er. Zumal diese in den benötigten Konzentrationen im Gehirn giftig wirken würden. Erste klinische Studien könnten in fünf bis acht Jahren beginnen, so hofft der Forscher. Vorerst aber will er mit transgenen Mäusen und auch mit Nervenzellen, die aus menschlichen embryonalen Stammzellen gewonnen werden, die neuen Erkenntnisse vertiefen. ■

# Das Nervtötende bei Alzheimer

Die Eiweissablagerungen im Gehirn von Alzheimerkranken locken Fresszellen an, welche die Nervenzellen abtöten. Die Entdeckung einer Genfer Forschungsgruppe eröffnet neue Therapiemöglichkeiten.

VON RUTH JAHN  
BILDER ADEAR/STUDIO 25

**S**chon der Arzt Alois Alzheimer hat vor rund hundert Jahren beobachtet, dass sich im Hirngewebe von Alzheimerpatienten besonders viele Abwehrzellen befinden, so genannte Mikroglia-Zellen. Es sind die Fresszellen des zentralen Nervensystems: Sie tilgen Bakterien, Zellreste von abgestorbenen Nervenzellen und anderes mehr. Lange hielt man die Mikroglia für harmlose Kehrleutchen, die bei einer Entzündung im Hirn aufräumen und Abfälle wie tote Nerven wegschaffen. «Doch seit etwa zehn, zwanzig Jahren deuten immer mehr Forschungsergebnisse darauf hin, dass die Fressaktivität der Mikroglia schuld sein könnte am Nervensterben bei Alzheimer», sagt Professor Karl-Heinz Krause vom Laboratorium für Altersbiologie am Universitätsspital Genf. Ursächlich für die fortschreitende Ein-

schränkung des Lernen und des Gedächtnisses bei den Betroffenen scheint dabei eine entzündliche Abwehrreaktion der Fresszellen. Das hat eine neue Studie von Karl-Heinz Krauses Team gezeigt: Die Wissenschaftler beweisen anhand von Zellkulturen, dass Mikroglia-Zellen Nerven töten, und erstmals auch, wie sie dies genau bewerkstelligen.

«Die Mikroglia attackieren nur solche Nerven, die entweder speziell viel oder eine pathologische Variante des Eiweisses Beta-Amyloid und seiner diversen Spaltprodukte um sich herum ablagern», erläutert Karl-Heinz Krause. Zunächst untersuchten die Genfer Forscher, ob die Eiweissablagerungen die Nerven direkt schädigen können – so, wie dies allgemein angenommen wird. Die Wissenschaftler benutzten für ihr Experiment zwei Nerven-Zelllinien, die sie gentechnisch veränderten: Die eine Zelllinie stellt besonders viel der Eiweisse her, die zweite trägt Gendefekte, die typisch für die fa-

# Schädliche Lügen

**Rosmarie Waldner** ist promovierte Zoologin und arbeitete jahrelang als Wissenschaftsredaktorin des «Tages-Anzeigers». Heute ist sie freischaffende Wissenschaftsjournalistin und an Projekten zum Dialog zwischen Gesellschaft und Wissenschaft sowie der Technikfolgenabschätzung beteiligt.



Vanessa Püntener/Strates

Auch wenn Exzesse unter den Fälschungen in der Wissenschaft selten sind: Fehlverhalten ist gang und gäbe. Es untergräbt aber den Vertrag zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.

**D**er Südkoreaner Hwang Woo-suk hat mit seinen erschwindelten geklonten Menschenembryonen und Stammzelllinien den grössten wissenschaftlichen Flop der vergangenen zwei Jahre geliefert. Der krasse Betrug hat der Stammzellforschung einen schweren Schlag versetzt. Ein Vierteljahrhundert ist es her, und auch die Schweiz hatte ihren Klon-Lügenskandal: Der Entwicklungsbiologe Karl Illmensee fabulierte an der Universität Genf Ende der Siebzigerjahre geklonte Mäuseembryonen, damals eine Sensation, herbei. Wie in Südkorea kamen auch diesem Professor Mitarbeitende auf die Schliche.

Spektakuläre Fälschungen gab es in den vergangenen Jahren in der Physik, in der Krebsforschung, in der Archäologie und Paläontologie. Doch neu ist das Phänomen des Wissenschaftsbetrugs nicht. Selbst Galileo Galilei oder Isaac Newton werden zumindest Manipulationen an ihren Berechnungen vorgeworfen. Berühmte vermeintliche Funde von vergrabenen Fossilien zählen dazu. Und James Watson und Francis Crick, den Entdeckern der Helixstruktur der DNS, wird Diebstahl zur Last gelegt.

Fabrikation, Fälschung oder Diebstahl von Daten zählen zum so genannten wissenschaftlichen Fehlverhalten und sind keineswegs selten – vor allem Bild- und Computermanipulationen nahmen laut dem US-Büro für Forschungsintegrität in den letzten zwanzig Jahren sprunghaft zu. Auch in einer in «Nature» publizierten Umfrage gaben gut 15 Prozent von 3200 Forschenden anonym zu, auf Druck von Geldgebern auch schon eine Studie oder ihre Ergebnisse verändert zu haben.

In dieses Kapitel gehört die Unterschlagung von Daten, wie sie in der klinischen Forschung besonders verhängnisvoll sein

kann. Es sei erinnert an den kürzlichen Wirbel um zwei Rheumamittel. Erfolgsautor John le Carré nahm diesen am Beispiel eines Tuberkulosemittels in «Der ewige Gärtner» vorweg, wie es in der Filmversion soeben in den Schweizer Kinos zu besichtigen war.

Lügen und Betrügereien in der Forschung sind keine Kavaliersdelikte. Nicht nur schaden sie dem Image der Wissenschaft, in der Praxis schaden sie gar handfest. Sie untergraben den alten Vertrag zwischen Gesellschaft und Wissenschaft: Die Wissenschaft erhält Geld von der öffentlichen Hand oder auch von privater Seite. Im Gegenzug liefert sie der Gesellschaft fundamentale Kenntnisse über den Weltenlauf oder nützliche Daten für die Anwendung in der Praxis.

Das Abkommen fusst jedoch auf dem Vertrauen der Gesellschaft in die Redlichkeit der Wissenschaft. Frieda und Otto Normalverbraucher können in der Regel den Wahrheitsgehalt wissenschaftlicher Ergebnisse und daraus folgende Versprechungen nicht überprüfen, ebenso wenig wie die für Kredite zuständigen Politikerinnen und Politiker.

Dieser Vertrag muss auch immer wieder neu ausgehandelt werden, zum Beispiel stellt die Gesellschaft Forderungen an die Wissenschaft oder auferlegt ihr Regeln. Wissenschaftliches Fehlverhalten lässt jedoch in der Bevölkerung Misstrauen keimen – Gift für die Beziehung zwischen Gesellschaft und Wissenschaft.

Über die Richtlinien der Schweizer Forschungsinstitutionen zu ethischen und anderen Spezialfragen hinaus könnten generelle Richtlinien für wissenschaftliches Wohlverhalten weiterhelfen. Stichworte sind etwa Transparenz der Sponsoren, Publikation aller Daten oder obligatorische Teamarbeit. ■



Launen der Natur

**Inwieweit bestimmen die Gene die Körpergrösse?**

Grundsätzlich legen die Gene fest, wie gross ein Mensch werden kann. Ernährung und äussere Umstände während des Wachstumsalters spielen jedoch eine wichtigere Rolle als lange angenommen. Man hat z.B. herausgefunden, dass in der Menschheits-



geschichte Völkergruppen, die durch lange Kriege oder Epidemien geschwächt waren, häufig eine rückläufige Körpergrösse zeigten, die nach der Krise wieder anstieg. Dass wir heute so gross sind wie nie zuvor, hat auch medizinische und hygienische Gründe. Kinder erleiden viel seltener schwere Infektionen, die das Wachstum hemmen können.

Frage und Antwort stammen von der SNF-Website [www.gene-abc.ch](http://www.gene-abc.ch), die unterhaltsam über Genetik und Gentechnik informiert.

**Auch Ihre Frage ist herzlich willkommen:**

«Horizonte», Schweizerischer Nationalfonds  
Wildhainweg 20, Postfach 8232, 3001 Bern  
Fax 031 308 22 65, E-Mail: [pri@snf.ch](mailto:pri@snf.ch)



Tage der Genforschung

# Gentechnologie 2020

Unter dem Motto «Gentechnologie im Alltag 2020» finden vom 1. Mai bis 9. Juni 2006 zum achten Mal die «Tage der Genforschung» statt. In Affoltern am Albis, Basel, Bern, Burgdorf, Dietikon, Düringen, Freiburg, Genf, Lausanne, Mittelhäusern, Schaffhausen, Sion, Thalwil, Winterthur und Zürich ermöglichen zahlreiche Veranstaltungen die Begegnung und das Gespräch zwischen Forschenden und der Bevölkerung.

In den letzten 15 Jahren hat die Gentechnologie eine rasante Entwicklung durchgemacht. Was für Herausforderungen und Neuerungen zu erwarten sind, wenn wir



die gleiche Zeitspanne nach vorn blicken, werden die vielfältigen Veranstaltungen zur «Gentechnologie im Alltag 2020» veranschaulichen. Auf dem Programm stehen nebst Referaten und Wissenschaftscafés auch Besichtigungen von Forschungseinrichtungen oder praxisorientierte Angebote wie Gentechnik-Praktika, Experimentenparcours oder Schnuppertage im Labor. Unterstützt werden die «Tage der Genforschung» vom SNF und von 17 weiteren Trägerorganisationen. **red**

**Detailliertes Veranstaltungsprogramm**  
[www.gentage.ch](http://www.gentage.ch) oder Tel. 031 356 73 84



## horizonte

SCHWEIZER  
FORSCHUNGSMAGAZIN

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

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

**Herausgeber**

Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung durch den Presse- und Informationsdienst (Leitung: Philippe Trinchan)

**Adresse**

Wildhainweg 20  
Postfach 8232, CH-3001 Bern  
Tel. 031 308 22 22  
Fax 031 308 22 65  
E-Mail: [pri@snf.ch](mailto:pri@snf.ch)

**Sekretariat:** Monika Risse-Aebi  
**Internet:** Nadine Niklaus

**Redaktion**

Anita Vonmont (vo, verantw. für diese Ausgabe)  
Erika Meili (em)  
Philippe Morel (pm)  
Marie-Jeanne Krill (mjk, französische Redaktion)

**Übersetzungen**

Weber Übersetzungen

**Gestaltung, Bildredaktion**

Studio25, Laboratory of Design, Zürich:  
Isabelle Gargiulo

Hans-Christian Wepfer  
Anita Pfenninger (Korrektorat)

**Auflage**

15543 Exemplare deutsch,  
8416 Exemplare französisch

**Litho:** Ast & Jakob,  
Vetsch AG, Köniz

**Druck:** Stämpfli AG, Bern

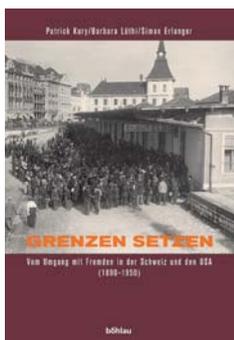
Das Forschungsmagazin «Horizonte» ist im Internet abrufbar: [www.snf.ch/horizonte](http://www.snf.ch/horizonte)

© alle Rechte vorbehalten.  
Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.



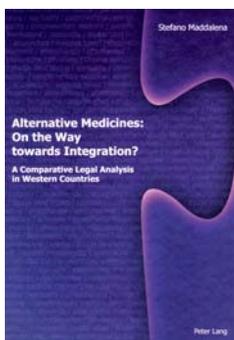
Martine Rebetez  
**HELVETIEN IM TREIBHAUS**  
 Der weltweite Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Schweiz

Das Buch belegt an reichem Faktenmaterial, dass wir einen Klimawandel erleben, weltweit genauso wie im Bereich der Alpen. Unter anderem wird gezeigt, wie sich dieser Wandel in der Schweiz auf Gletscher, Wälder, Böden, aber auch z.B. die Tourismusindustrie auswirkt.  
 Haupt, Bern, 2006, CHF 19.80



Patrick Kury, Barbara Lüthi, Simon Erlanger  
**GRENZEN SETZEN**  
 Vom Umgang mit Fremden in der Schweiz und den USA (1890-1950)

Im Zeitalter der Massimmigration entstanden in der Schweiz und den USA neue Formen der Abwehr gegen Ausländer. Sie richteten sich v.a. gegen jüdische Einwanderungsgruppen und in den USA auch gegen Nichtweisse. Der Band erläutert Ursachen und Auswirkungen.  
 Böhlau-Verlag, Köln, 2005, CHF 43.70



Stefano Maddalena  
**ALTERNATIVE MEDICINES:  
 ON THE WAY TOWARDS INTEGRATION?**  
 Comparative Legal Analysis in Western Countries

Die Komplementärmedizin hat in den westlichen Ländern laufend an Bedeutung gewonnen. Der Autor legt die erste umfassende ländervergleichende und interdisziplinäre Studie zum Thema vor. (In englischer Sprache.)  
 Peter Lang AG, Bern, 2005, CHF 85.—



Doris Brodbeck (Hg.)  
**DEM SCHWEIGEN ENTRONNEN**  
 Religiöse Zeugnisse von Frauen des 16. bis 19. Jahrhunderts

Von Marie Dentièrre bis zu Johanna Spyri – um dem Schweigen zu entkommen, haben sich Frauen aus den unterschiedlichsten Epochen zu religiösen wie auch politisch-gesellschaftlichen Themen ihrer Zeit zu Wort gemeldet. Oft sprechen sie Fragen an, die heute noch aktuell sind.  
 Religion & Kultur, Markt Zell, 2005, CHF 34.90



Benjamin Adler  
**DIE ENTSTEHUNG  
 DER DIREKTEN DEMOKRATIE**  
 Das Beispiel der Landsgemeinde Schwyz 1789-1866

Die Studie kommt zu bemerkenswerten neuen Erkenntnissen: Die Landsgemeinden waren nie im modernen Sinn demokratisch. Trotzdem waren sie für die Entstehung der heutigen direktdemokratischen Schweiz zentral.  
 NZZ-Buchverlag, Zürich 2006, CHF 58.—

Donnerstags, 18.15 bis 20.00 Uhr

**Wissenschaftscafés**

Die Stiftung Science et Cité veranstaltet offene Gespräche mit Forschenden und anderen eingeladenen Gästen zu Alltagsthemen:

3. April 2006, 18.00 Uhr:  
 Wilde Kinder – normal oder verhaltensauffällig?



8. Mai 2006, 18.00 Uhr:  
 Stress und Erholung – Wie gehen wir mit unserer Zeit um?  
 Cafeteria Volkshochschule, Grabenpromenade 3, 3011 Bern  
[www.science-et-cite.ch/projekte/cafe/wicabern](http://www.science-et-cite.ch/projekte/cafe/wicabern)

11. April 2006, 19.30 Uhr:  
 «Wahrnehmung als anthropologische Konstante oder kulturelles Produkt?»  
 Universität Luzern, Union, Löwenstrasse 16, 6004 Luzern  
<http://www.unilu.ch/unilu/353.htm>

5. April 2006, 18.00 Uhr:  
 Forschung in einem Bergkanton – wo steht der Forschungsplatz Graubünden?

3. Mai 2006, 19.00 Uhr:  
 Fraubünden – Frauen in der Bündner Geschichte  
 Café Merz, Bahnhofstrasse 22, 7000 Chur.  
<http://www.science-et-cite.ch/projekte/cafe/chur>

27. April 2006, 18.00 Uhr:  
 Et quand il faut s'arrêter/Innehalten in der Schnellebigkeit, Diskussion mit französisch- und deutschsprachigen Gästen.  
 Mensa de Pérolles, Bd Pérolles 95, 1700 Fribourg  
<http://www.unifr.ch/science/cafes-scientifiques/>

13. April 2006, 17.30 Uhr

**Stadt und Region im Gespräch**

Vortrag von Jens Scheller und Dieter von Lüpke aus der Region Frankfurt in der Vortragsreihe zum Austausch zwischen Städten. Koorganisiert vom IRL der ETHZ.  
 ETH-Zentrum, Rämistrasse 101, 8092 Zürich  
[www.isl-projekte.uni-karlsruhe.de/regionalgespraeche](http://www.isl-projekte.uni-karlsruhe.de/regionalgespraeche)

30. April 2006 bis 12. November 2006

**Gewebtes Gold**

Sonderausstellung über Metallfäden in der Textilkunst zur Wiedereröffnung des Museums der Abegg-Stiftung.  
 Abegg-Stiftung,  
 Werner-Abegg-Strasse 67, 3132 Riggisberg  
[www.abegg-stiftung.ch](http://www.abegg-stiftung.ch)

Bis 13. August 2006

**Kraft der Bilder: Vorstellungen über Nachhaltigkeit – ein Entscheidungsspiel**

Die Ergebnisse der NFP-48-Studie «Power of Images» werden in der Ausstellung auf innovative Weise erlebbar gemacht.  
 Schweizerisches Alpines Museum, Helvetiaplatz 4, 3005 Bern  
[www.alpinesmuseum.ch](http://www.alpinesmuseum.ch)

