

# horizonte

**FEINSTAUB:** Massnahmen ungenügend

**DINOSAURIER:** Keine plumpen Trampel

**EINBÜRGERUNG:** Von Gemeinde zu Gemeinde verschieden

**TOP OF EUROPE:** 75 Jahre Forschung auf dem Jungfraujoch



# Leisten Sie sich eine eigene Meinung!

**E**rhöhte Feinstaubwerte werden wohl auch diesen Winter wieder für rote Köpfe sorgen. Dabei ist das Problem längst nicht nur auf den Winter beschränkt: Etwa drei Millionen Menschen atmen gemäss Bundesamt für Umwelt regelmässig zu viel Feinstaub ein. Sie leben in dicht besiedelten Gebieten oder entlang viel befahrener Strassen, wo die Grenzwerte zum Teil stark überschritten werden.



Die Schweiz hat im Vergleich zur EU einen relativ tiefen Jahresgrenzwert für Feinstaub festgesetzt. Er ist unter anderem der Langzeitstudie Sapaldia zu verdanken, die bereits vor Jahren aufgedeckt hat, dass Feinstaub die Lunge schädigt, dies nicht nur bei Kindern und Kranken, sondern auch bei ganz gesunden Erwachsenen.

Die Titelgeschichte dieser Ausgabe gibt einen Überblick und benennt einige offene Fragen dieser hochaktuellen Thematik. Sie zeigt auf, dass die

Forschung einmal mehr keine pfannenfertigen Rezepte liefert. So lässt sich heute nicht mit Sicherheit sagen, welche Feinstaubquellen am gefährlichsten sind. Sind es die Holzfeuerungen, die – wie dieses Jahr bekannt wurde – beträchtlich zum Wintersmog beitragen? Oder ist es vielmehr der Dieselmotoren von Lastwagen, Dieselaautos und Baumaschinen, dem viele Menschen täglich ausgesetzt sind? Und was richten die Feinstaubpartikel genau im Körper an?

Manchen mögen diese offenen Fragen als Ausrede dienen, gar nichts zu unternehmen. Gerade in der Feinstaubdiskussion zeigt sich aber, dass die Forschung weder den Politikern noch den Stimmbürgerinnen und Stimmbürgern das Denken abnehmen kann. Sich eine eigene Meinung zu bilden ist anstrengend. Kein Wunder, werden bei Abstimmungen meistens die Empfehlungen der Parteien befolgt, wie der Politologe Hanspeter Kriesi im Interview dieses Hefts darlegt: Was nicht umstritten ist, wird an der Urne abgeseignet. Trotzdem hoffen wir, dass dieses Magazin nicht nur Ihren Horizont erweitert, sondern auch gute Grundlagen für Ihre eigene Meinungsbildung liefert.

Erika Meili  
Redaktion «Horizonte»

## Doktorat und Familie

Nr. 69 (Juni 2006)

Derweil die Vereinbarkeit von Studium und Beruf in den Medien relativ häufig diskutiert wird, liest man höchst selten von der (Un-) Vereinbarkeit von Studium und Familie. Die Geringschätzung dieses Themas widerspiegelt sich auch in den Stipendien des SNF: Einzig das Marie Heim-Vögtlin-Programm richtet sich explizit an Familienfrauen. Einerseits wird also landesweit der Kindermangel beklagt, andererseits fehlt der politische Wille, das Kindhaben attraktiv zu gestalten. Zur Veranschaulichung exemplarisch mein Fall: Im Herbst 2003 habe ich als 35-jährige Mutter eines 6 Monate alten Kindes mein Doktorat an der Uni Lugano begonnen. Dank wenig Schlaf und guter Organisation war damals die Balance zwischen Familie und Studium noch einigermaßen möglich. Nach der Geburt des zweiten Kindes war es mir jedoch immer weniger möglich, die gestiegenen Betreuungsausgaben abzufedern. Nun, vor der Geburt unseres dritten Kindes und nachdem ich bisher die nötige Finanzierung für den Abschluss meiner Doktorarbeit nicht aufreiben konnte, komme ich zum bitteren Schluss, dass Studium und Familie auch 2006 noch unvereinbar sind. Möglicherweise werde ich demnächst mangels Finanzen gezwungenermaßen zu einer gut qualifizierten vollamtlichen Hausfrau und Mutter. Für andere forschende Mütter hoffe ich aber, dass das Mehrbudget, das der Bundesrat für die Bildung und Forschung vorsieht, mindestens teilweise in Massnahmen fließt, die die Vereinbarkeit einer Karriere als Mutter und Forscherin vereinfachen!  
*Cristina Furrer Pasquali, Caslano*

## Antwort des SNF

Neben den Marie Heim-Vögtlin-Beiträgen, die Forscherinnen mit familienbedingten Karriereunterbrüchen helfen, ein Doktorat oder Postdoktorat abzuschliessen, gewährt der SNF den von ihm unterstützten Stipendiatinnen einen viermonatigen bezahlten Mutterschaftsurlaub. Ausserdem hat der SNF die Alterslimite bei Stipendien für angehende oder fortgeschrittene Forscherinnen aufgehoben.  
[www.snf.ch/de/wom/wom\\_enc.asp](http://www.snf.ch/de/wom/wom_enc.asp)

## Dominante Mutation

Korrigendum zu Nr. 69 (Juni 2006)

In der Rubrik «Nussknacker» von «Horizonte» Juni wurde die Vererbbarkeit der Glasknochenkrankheit (Osteogenesis imperfecta) beschrieben, die auf einer Mutation des Kollagen-Gens beruht. Dabei hiess es, die Krankheit sei sowohl dominant wie auch rezessiv vererbbar (rezessiv ist ein Gen dann, wenn es in Kombination mit einer anderen Genvariante nicht in Erscheinung tritt). Inzwischen wurden wir darauf aufmerksam gemacht, dass die Glasknochenkrankheit ausschliesslich dominant vererbt wird. Das heisst, wer ein defektes Kollagen-Gen erbt, leidet an Glasknochen.

[pri@snf.ch](mailto:pri@snf.ch)

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

## Die Forschungsresolution unterstützen

Mit einer Resolution zu Handen der Eidgenössischen Räte fordern wichtige Forschungs- und Bildungsinstitutionen, darunter auch der Schweizerische Nationalfonds, für 2008 bis 2011 ein Wachstum des Bildungs- und Forschungsbudgets um jährlich 10 Prozent. Jede Stimme zählt – unterschreiben auch Sie die Resolution unter:  
[www.bfi-offensive.unibas.ch](http://www.bfi-offensive.unibas.ch)

## Prix Media für Artikelserie über Physik



Die Journalisten Olivier Dessi-bourg (links) und Anton Vos sind für ihre Artikelserie über sechs ungelöste Fragen der Physik in der Zeitung «Le Temps» mit dem Prix Media 2006 der Akademie

der Naturwissenschaften ausgezeichnet worden. Die beiden Physiker sind regelmässig auch in «Horizonte» zu lesen. Den Anerkennungspreis erhält Sandra Zrinski vom «Zürcher Unterländer» für ihre Artikelserie «Der Professor von nebenan». Die Preissumme beträgt insgesamt 10 000 Franken.

## Goldene Brille für Industriefilmreihe

Die Filmwissenschaftlerin Yvonne Zimmermann von der Uni Zürich und der Fernsehjournalist Georg Häslar haben den Medienpreis der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften, die Goldene Brille, gewonnen. Ausgezeichnet wurden sie für die vierteilige Reihe «Zeitreise ins Landesinnere», die in der Sendung «Schweiz aktuell» des Schweizer Fernsehens ausgestrahlt wurde. Der Preis ist mit 10 000 Franken dotiert. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse basieren auf einem vom SNF unterstützten Projekt, über das auch in der März-Ausgabe von «Horizonte» berichtet wurde.

## Südafrika-Forscher ausgezeichnet

Der Historiker Peter Hug wurde mit dem Golden Key Award für die beste mediale Nutzung des südafrikanischen Öffentlichkeitsgesetzes geehrt. Dank des Gesetzes erhielt Hug Zugang zu den Archiven des militärischen Geheimdienstes, des Rüstungskonzerns Armscor und der südafrikanischen Polizei und deckte den geheimen Waffenhandel zwischen der Schweiz und Südafrika auf. Finanziert wurde die Studie vom Nationalen Forschungsprogramm «Schweiz – Südafrika». Die Auszeichnung wurde Hug von der südafrikanischen Menschenrechtskommission und dem südafrikanischen Zentrum für Demokratieförderung verliehen.

## Vielfältige Zeitung zu Gentagen 2006

Zu den Tagen der Genforschung 2006 ist eine unterhaltsame Zeitung erschienen. Sie berichtet unter anderem darüber, wie Schüler die Verbrecherjagd mittels DNA-Analysen kennen lernten, was Gentech-Pflanzen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion beitragen können und wie Genforschung die Medizin weiterbringt. Die Zeitung ist elektronisch ([www.gentage.ch](http://www.gentage.ch)) oder auf Papier erhältlich ([info@gentage.ch](mailto:info@gentage.ch), Tel. 031 356 73 84).

# «Widersinnige Forderung»

Primatenversuche sollten sorgfältiger begutachtet werden, finden zwei Kommissionen. Der SNF ist einverstanden – ausser mit der Forderung nach ethischen Gutachten durch den SNF. Diese sei nicht sinnvoll, sagt Dieter Imboden, Präsident des SNF-Forschungsrats.



Severin Nowacki

## Der SNF will Primatenversuche nicht selbst ethisch begutachten. Weshalb?

Der Gesetzgeber hat nun mal eine geteilte Verantwortung definiert: Die wissenschaftliche und die ethische Überprüfung sollten nicht von der gleichen Instanz durchgeführt werden. Man kann dies als Misstrauensvotum gegenüber der Forschungsgemeinschaft verstehen, es hat aber auch Vorteile. Denn die Wissenschaft könnte beim ethischen Urteil befangen sein, weil sie eher Partei für die Forschung nimmt.

## Tierschutzkreise zweifeln die Kompetenz der kantonalen Tierversuchskommissionen an. Deshalb vermutlich auch die Forderung nach einer ethischen Beurteilung durch den SNF. Teilen Sie diese Meinung?

Nein, absolut nicht. Es ist ja fast eine absurde Forderung. Denn die Aufgabe der

## «Die wissenschaftliche und die ethische Überprüfung sollten nicht von der gleichen Instanz durchgeführt werden.»

Tierversuchskommissionen ist eine unabhängige ethische Beurteilung, wie wir sie nicht machen können. Wenn das Vertrauen in diese Kommissionen fehlt, dann kann man das Problem nicht damit lösen, dass man die Aufgabe an die Wissenschaft zurückdelegiert. Dann muss man dafür sorgen, dass die Tierversuchskommissionen das Vertrauen der Tierschützer bekommen.

## Bedeutet dies, die Wissenschaft macht sich keine Gedanken über ethische Aspekte?

Nein, natürlich nicht. Ich muss das präzisieren. Wenn der Gesetzgeber schon zwei solche Instanzen vorgeschrieben hat, dann müssen sie unabhängig voneinander arbeiten. Es ist klar, dass eine ethische Beurteilung etwas mit der Wissenschaftlichkeit zu tun hat und umgekehrt. Bei der Beurteilung eines Gesuchs muss sich der zuständige Forschungsrat jeweils auch zu ethischen Aspekten äussern. Es ist meines Wissens auch noch nie vorgekommen, dass ein vom Schweizerischen Nationalfonds bewilligtes Gesuch von einer Tierversuchskommission abgelehnt wurde. Das zeigt, dass wir einen guten Filter haben.

## Oder die Tierversuchskommissionen vertrauen sich nicht, ein vom SNF bewilligtes Gesuch abzulehnen.

Dieser Vorwurf liegt natürlich nahe. Deshalb hätten die Tierschützer gerne, dass wir im vornherein sagen: Nein, das fördern wir nicht. Wir haben dies Anfang Jahr mit den Tierversuchskommissionen diskutiert. Meine Botschaft ist: Die Tierversuchskommissionen müssen genug Selbstbewusstsein haben, vom SNF bewilligte Gesuche abzulehnen. Ich versichere, dass der SNF diesen Entscheid akzeptiert. Es ist in unserem Interesse, dass sie unabhängig entscheiden können. em ■

Stellungnahme des SNF:  
www.snf.ch/downloads/por\_phi\_the\_06oct10\_d.pdf

### Versuche mit Primaten ethisch neu bewertet

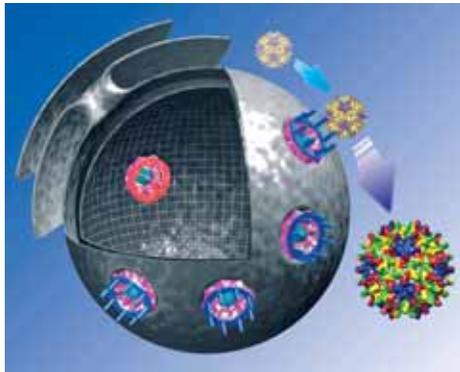
Die Eidgenössische Kommission für Tierversuche und die Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich haben im Mai den gemeinsamen Bericht «Forschung an Primaten – eine ethische Bewertung» vorgelegt. Darin empfehlen sie den kantonalen Tierversuchskommissionen, Versuche mit Primaten nur mit grösster Zurückhaltung zuzulassen, und fordern ein gesetzliches

Verbot von belastenden Versuchen mit grossen Menschenaffen. Zudem soll gesetzlich verankert werden, dass Gesuche für Primatenversuche immer interdisziplinär begutachtet werden. Ausserdem fordern die Kommissionen, forschungsfinanzierende Stellen sollten keine Primatenversuche ohne vorgängige ethische Beurteilung bewilligen.  
[www.bvet.admin.ch/tierschutz/00237](http://www.bvet.admin.ch/tierschutz/00237)

## Nano-Bilder vom Andocken eines Virus

Damit sich Viren fortpflanzen können, müssen sie in den Zellkern der Wirtszellen gelangen. Doch dazu müssen die Erreger zuerst die Membran überwinden, die den Zellkern umgibt. Wissenschaftlern der Universität Basel ist es nun erstmals gelungen, diesen wichtigen Teilschritt im Infektionsmechanismus von Viren sichtbar zu machen.

Viren überwinden die Membran des Zellkerns, indem sie an kleine Schleusen in der Kernmembran – so genannte Membranporen – andocken



Daniel Stoffer/M.E. Müller-Institut

Wie ein Virus an den Zellkern andockt, konnten Basler Forschende nanometergenau visualisieren.

und anschliessend durch diese hindurch ins Innere des Kerns schlüpfen. Das interdisziplinäre Team um den Physiker Bert Hecht und den Biologen Ueli Aebi hat dieses Andockmanöver anhand von menschlichen Leberzellen und abgetöteten Hepatitis-B-Viren untersucht.

Die Forschenden kennzeichneten hierzu Viren und Membranporen mit fluoreszierenden Farbstoffen. Mit Hilfe optischer Mikroskopietechniken konnten sie so eine Sequenz von nanometergenauen Bildern an einzelnen Poren aufnehmen. «Wir können so das nur wenige Millisekunden dauernde Andocken im Detail nachvollziehen», sagt Bert Hecht. Anhand von gentechnisch veränderten Viruspartikeln stellten die Forscher zudem fest, dass dem Virus der Durchtritt selbst dann gelingt, wenn das wichtigste Protein der Virushülle ausgeschaltet wird. «Viren werden folglich ganz anders durch die Membranporen geschleust als bislang angenommen», erläutert Bert Hecht. Damit könnten dereinst neue Impfstrategien entwickelt werden. Das Projekt ist Teil des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Nanowissenschaften». **Ruth Jahn**



Alain Herzog/EPFL

Thomas Lochmatter mit einem Modell eines Roboters, der Gase aufspüren kann.

## Kommunikative Roboter mit feiner Nase

Alcherio Martinoli und sein Team von der ETH Lausanne wollen Roboter mit neuen Fähigkeiten ausrüsten, damit diese Gerüche schnell aufspüren können. Das Projekt ist Teil des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Mobile Informations- und Kommunikationssysteme» (NFS MICS). Solche Roboter könnten beispielsweise bei der Entminung eingesetzt werden, um Menschen und Hunden die gefährliche Arbeit abzunehmen. Auch zum Aufspüren von Sprengstoff und Drogen oder von Verschütteten in Erdbebengebieten wären sie nützlich. Doch die Schwierigkeiten sind zahlreich, denn die Strömungen und Turbulenzen der Luft führen dazu, dass sich Gerüche nicht gleichmässig ausbreiten. Zudem hängt die Effizienz der Sensoren auch von ihrer Reaktionszeit ab.

Die meisten Forschungsarbeiten zu diesem Thema beschränkten sich auf einen einzigen Roboter. Im Projekt des NFS MICS, das auf Martinolis Erfahrungen am California Institute of Technology (USA) aufbaut, werden hingegen mehrere Roboter verwendet. «Unsere Idee ist eine Gruppe von Robotern, die miteinander kommunizieren und sich koordinieren. Dadurch spüren sie Gerüche schneller auf», erklärt der Doktorand Thomas Lochmatter. Die Besonderheit des Projekts besteht einerseits in der Programmierung der Roboter, andererseits in der Verknüpfung verschiedener sehr kleiner Module zur Geruchsdetektion, Kommunikation, relativen Positionsbestimmung, Windmessung und Navigation auf kleinstem Raum, die in einem Würfel mit 10 Zentimetern Seitenlänge Platz finden müssen.

**Florence Luy**

## Hungrige Alpenseglerküken leben gefährlich

Wie Kinder, die sich um den besten Fauteuil vor dem Fernseher streiten, rangeln Jungvögel um den Logenplatz am Nestrand, wenn die Eltern Nahrung bringen, und setzen sich damit der Gefahr eines tödlichen Sturzes aus. Die Chance, ein Insekt zu ergattern, ist den hungrigen Schnäbeln dieses Risiko wert, wie Pierre Bize und Alexandre Roulin entdeckt haben. Die beiden Schweizer Evolutionsbiologen, zurzeit an den Universitäten von Glasgow und Lausanne tätig, untersuchten in ihrer Arbeit die Alpensegler. Dabei haben die Forscher einige Nester «überbesetzt». Kurz vor der Fütterung piepsen die Jungen und versuchen, sich günstig zu platzieren. Die Vorteile sind einleuchtend. Die Frage ist: Welchen Preis bezahlen die Küken dafür? Betteln die Jungvögel nur, wenn sie wirklich hungrig sind, oder gibt es solche, welche die Eltern täuschen, um mehr Nahrung als nötig zu erhalten? «Es sind immer die hungrigsten, die sich am weitesten vordrängen und auch am häufigsten aus dem Nest fallen», resümiert Roulin. Aber sind die Stürze nicht einfach die Folge der Überbelegung? «Nein, denn Küken «spazieren» manchmal von einem Nest zum anderen, ohne

dass die Zahl der Unfälle steigt.» Daraus ziehen die Forscher ein Fazit, das wohl auch für andere Arten gilt: Die Jungvögel geben nicht vor, hungrig zu sein. Diejenigen, die stürzen, weil sie sich am weitesten vorgedrängt haben, sind eben gerade jene, die schon vorher die schwächste Konstitution aufweisen. Welch unerbittliche Welt, so ein Vogelnest! **Olivier Dessibourg**

*Animal Behaviour* (2006), Band 72, Seite 539–544



Pierre Bize

Junge Alpensegler, die sich vordrängen, stürzen häufiger aus dem Nest.

## Aufschlussreiche Abgüsse

Seeigel, die als Fossilien in Sedimentgesteinen gut repräsentiert sind, haben eine für Paläontologen besonders aufschlussreiche Eigenschaft: Ihre weiche, äussere Hülle widerspiegelt die Struktur und Funktion der inneren Organe. Man kann so auf ihre Verdauungs- und Atmungsvorgänge sowie auf ihre Art der Fortbewegung schliessen. Kein Wunder, dass diese Wirbellosen das Interesse der Forscher schon im 19. Jahrhundert geweckt haben, so auch bei Louis Agassiz. Der einflussreiche Genfer Naturforscher liess unzählige Moulagen (Abgüsse) von fossilen Seeigeln herstellen, die er in der ganzen Welt verkaufte. «Eine für die damalige Zeit vollkommen neue Praxis», sagt Marc-Antoine Kaeser, Professor für Wissenschaftsgeschichte an der Uni Neuenburg und Autor einer Publikation über den Schweizer Gelehrten.\* «Agassiz hat so nicht nur seine Forschungen finanziert, sondern auch seine eigenen Klassifikationen verbreitet.» Heute sind die Abgüsse jedoch bedroht. «Die Museen zerstören sie mangels Platz, obwohl die Moulagen unverzichtbare Referenzen sind», bedauert Marc-Antoine Kaeser. mjk ■

\* «Un savant séducteur». Louis Agassiz (1807–1873), prophète de la science. Paraît voraussichtlich im Januar 2007 bei Editions de l'Aire.

Bild: Benjamin Zurbruggen im Naturhistorischen Museum Bern



Ein internationales Techniker- und Wissenschaftsteam lieferte die Bohrkerne für die aktuelle Untersuchung.

## Nord-Süd-Klimaschaukel bestätigt

Dass sich Grönland und die Antarktis während der letzten Eiszeit gegensätzlich erwärmten und abkühlten, wird seit längerem vermutet. Nun zeigen neue Eisbohrkerne, dass sogar kurze und kleine Temperaturvariationen im Süden mit raschen, gegensätzlichen Temperaturänderungen der Nordhemisphäre verbunden waren.

Damit verstärkt sich der Hinweis, dass die Ozeanzirkulation eine wichtige Rolle für den Wärmetransport zwischen den beiden Hemisphären spielt: Eine starke Strömung von Süden nach Norden entzieht der Antarktis warmes Wasser und bringt es nach Grönland. Schwächt sich die Strömung ab, so staut sich das warme Wasser im Süden. Dadurch erwärmt sich der Süden, und der Norden kühlt sich wieder ab. Als Ursache für die abnehmende Ozeanströmung wird das Abschmelzen von Eisbergen im Nordatlantik vermutet. Denn

durch die Zufuhr grosser Schmelzwassermengen verringert sich der Salzgehalt an der Meeresoberfläche. Dadurch wird das Oberflächenwasser leichter und kann nicht mehr absinken, um Platz für das nachströmende warme Golfstromwasser zu machen.

Die Hypothese der Nord-Süd-Klimaschaukel wurde 1998 an der Universität Bern entwickelt. Nun ist es einem Team um den Klimaforscher Thomas Stocker im Projekt Epica (European Project for Ice Coring in Antarctica) erstmals gelungen, die Hypothese zu bestätigen – dank Eisbohrkernen, mit denen Klimaaufzeichnungen aus der Antarktis und aus Grönland mit hoher Genauigkeit synchronisiert werden konnten. Der Beitrag der Ozeanströme zum Klima ist dabei nicht nur von akademischem Interesse: Auch in Modellsimulationen der zukünftigen Klimaveränderung wird sie einfließen. **em** ■

Nature (2006) Band 444, Seite 195–198.

## Psychisch kranke Eltern – die vergessenen Kinder

Über 50 000 Kinder in der Schweiz leben zusammen mit einem psychisch kranken Vater oder einer psychisch kranken Mutter. Was das für sie bedeutet und wie sie diese Situation bewältigen, hat ein Forschungsteam um den Psychiater Daniel Sollberger von den Universitären Psychiatrischen Kliniken Basel im Nationalen Forschungsprogramm «Integration und Anschluss» (NFP 51) untersucht. Die Studie beruht auf Fragebögen und Interviews mit Erwachsenen, die in ihrer Kindheit entsprechende Erfahrungen gemacht haben. Die Resultate zeigen, dass die Kinder grossen Belastungen ausgesetzt sind. Die unerwarteten Verhaltens- oder Stimmungsänderungen der Mutter oder des Vaters fördern Gefühle der Angst, Scham, Andersartigkeit und letztlich auch Zweifel an der Realität und an sich selbst. Um die von den Kindern befürchtete Stigmatisierung durch ihre Umwelt zu verhindern, wird die elterliche Krankheit mit einem Tabu belegt. Dieser Schutzmechanismus ist insofern erfolgreich, als über 80 Prozent der Befragten nie oder kaum ausgeschlossen oder stigmatisiert wurden. Dennoch verspüren die Kinder einen starken Wunsch nach sozialer Unterstützung. In der Realität werden sie aber nur in den wenigsten Fällen über die Krankheit der Mutter oder des Vaters aufgeklärt. Die Forschenden plädieren deshalb dafür, den Kindern psychisch kranker Eltern mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Besonders wichtig ist der Einbezug der Kinder in die Behandlungsprogramme der Eltern. Nur so können die Kinder die krankheitsbedingten Veränderungen in der Familie verstehen und verarbeiten lernen. **Gregor Klaus** ■

## Ethische Rationierung in der Medizin

Werden Rationierungsmassnahmen im Gesundheitswesen öffentlich diskutiert, führt dies immer wieder statt zu den gewünschten Kosteneinsparungen zum Gegenteil, nämlich höheren Ausgaben. Dieses bislang erst in Fachkreisen bekannte Paradox wurde beispielsweise in Neuseeland oder in Oregon festgestellt, wo «explizit», das heisst geregelt und damit öffentlich transparent rationiert wurde.

Der Ethiker Markus Zimmermann-Acklin fand dieses Paradox im Rahmen eigener Recherchen bestätigt. «Offensichtlich wird vielen

Menschen erst bewusst, welche Leistungen sie beziehen könnten, wenn über Einschränkungen diskutiert wird», sagt der Lehr- und Forschungsbeauftragte für theologische Ethik an der Universität Luzern. Sollen Staaten, die ihre Gesundheitskosten senken wollen, also konsequent an der Öffentlichkeit vorbei rationieren? Dies wäre laut Zimmermann-Acklin ethisch nicht zu verantworten. Er plädiert für einen Mittelweg: Entscheidungen sollen so weit als möglich explizit und so wenig als nötig implizit (d.h. verdeckt, z.B. in Form eines Ärzteentscheids

am Spitalbett) erfolgen. Was in der Schweiz explizit an Rationierung möglich ist, zeigt etwa die nicht sozial finanzierte Zahn- und Reproduktionsmedizin; als nötige implizite Rationierung akzeptiert werden dürften zum Beispiel gewisse medizinische Entscheide in der Intensivmedizin. Doch die Begriffe «nötig» und «möglich» bleiben unscharf. «Es ist die Aufgabe der Ethik, hier zu vermitteln», sagt Zimmermann-Acklin. «Wir wollen Modelle entwickeln, wie Entscheidungen gefunden und legitimiert werden können.» **Andreas Merz** ■

## Probleme mit dem Feinstaub

Die Schweizer Feinstaubgrenzwerte sind relativ streng, werden aber regelmässig überschritten. Zwar ist die Forschung noch nicht sicher, welche Quellen am gefährlichsten sind und wie sich die winzigen Partikel im Körper verhalten. Doch Langzeitstudien zeigen: Feinstaub macht krank. Experten fordern deshalb strengere Massnahmen. Bild Hans-Christian Wepfer/Studio25, LoD

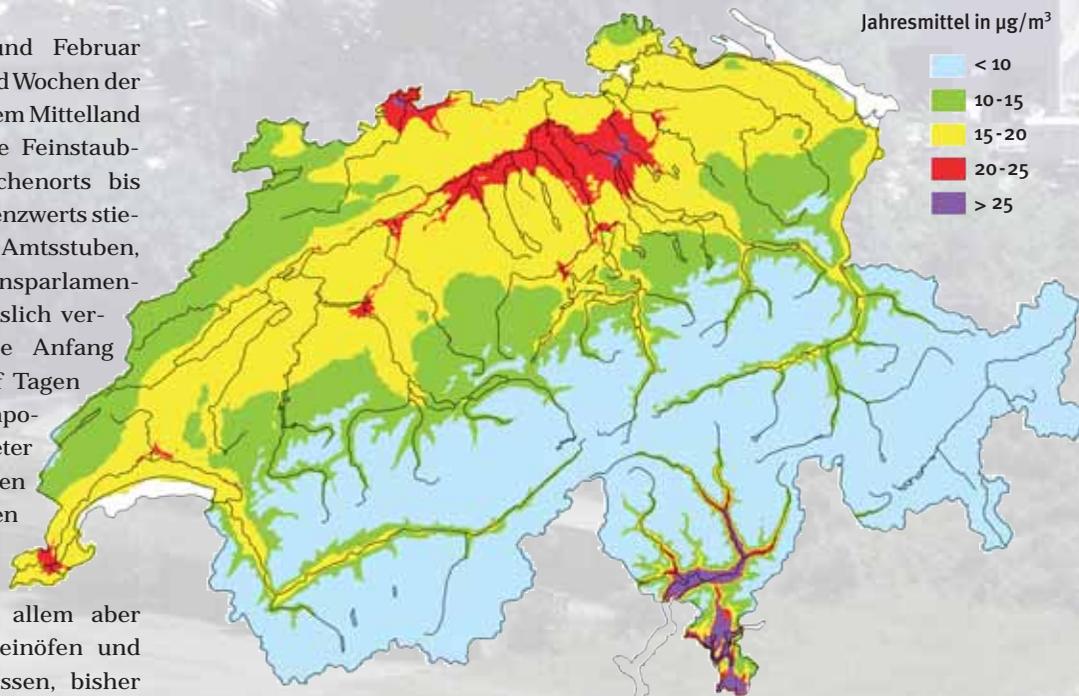
Jedes Jahr reisst Feinstaub **3700 Menschen vorzeitig aus dem Leben**. Seit Beginn des Jahrzehnts stagnieren die Immissionen auf zu hohem Niveau. Die in diesem Jahr von Bund und Kantonen ergriffenen **Massnahmen** erachten Fachleute als **ungenügend**. Von Thomas Müller, Hintergrundbild Heinz Leuenberger/Desair

# Eine Halbierung tut not

**A**ls Januar und Februar 2006 während Wochen der Smog über dem Mittelland hing und die Feinstaubkonzentrationen manchenorts bis zum Vierfachen des Grenzwerts stiegen, herrschte auch in Amtsstuben, Gemeinde- und Kantonsparlamenten dicke Luft. Schliesslich verordneten elf Kantone Anfang Februar während fünf Tagen eine allgemeine Temporeduktion auf 80 Kilometer pro Stunde. Inzwischen ergaben Untersuchungen des Paul-Scherrer-Instituts, dass Holzfeuerungen aller Art, vor allem aber schlecht befeuerte Kleinöfen und Cheminées einen grossen, bisher unterschätzten Anteil an der Feinstaubproduktion während dieser Episode hatten.

Entsprechend hielt sich die Wirkung der Temporeduktionen in Grenzen. Um fünf bis zehn Prozent sei die Feinstaubbelastung an Autobahnstandorten stärker zurück-

Vor allem in grossen Städten und im Tessin wird der Feinstaub-Jahresgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich überschritten: PM<sub>10</sub>-Konzentrationen in der Schweiz 2000 bis 2005. Bild www.bafu.admin.ch



gegangen als an andern Orten, zogen die beteiligten Kantone Bilanz. Wichtiger sei jedoch gewesen, dass nicht wenige das Auto stehen liessen und das Verkehrsaufkommen um

14 Prozent gesunken war. Das lasse auf eine gewisse Sensibilisierung der Bevölkerung schliessen, kommentiert Urs Baltensperger, Leiter des Labors für Atmosphärenchemie am Paul-Scherrer-Institut, die umstrittene Massnahme.

Einmal mehr zeigte sich, dass Feinstaub ähnlich wie Ozon ein grossräumiges Problem darstellt. Wann immer sich im Winter über dem Mittelland eine anhaltende Inversionslage aufbaut, bildet sich ein Kaltluftsee, in dem sich die Luftschadstoffe zu einem komplexen Cocktail anreichern. Da solche Wetterlagen immer wieder auftreten, bleibt nichts anderes übrig, als den Ausstoss von Feinstaub und seinen Vorläufersubstanzen systematisch auf die Hälfte der heutigen Emissionen zu senken, darin sind sich die Fachleute einig.



Der Durchmesser eines menschlichen Haars beträgt etwa 60 Mikrometer (500-fache Vergrösserung).



Diese Pollenkörner sind etwa 20 Mikrometer gross, das ist etwa ein Drittel einer Haaresbreite (500-fache Vergrösserung).



Dieser Dieselrußpartikelklumpen ist etwa 0,2 Mikrometer gross, also 100 mal kleiner als die Pollenkörner (100000-fache Vergrösserung).

## Was ist Feinstaub?

Feinstaub besteht aus kleinen, tief in die Lunge eindringenden Partikeln mit einem Durchmesser von weniger als 10 Tausendstel Millimetern (Mikrometer). Zum Vergleich: Ein menschliches Haar ist zehn Mal so dick. Partikelgrößen werden mit dem PM-Standard beschrieben. PM<sub>10</sub> steht für Partikel, die kleiner sind als 10 Mikrometer, PM<sub>2,5</sub> für Feinstaubteilchen von weniger als 2,5 Mikrometer Grösse.

Etwas mehr als die Hälfte des Feinstaubes in der Schweizer Luft stammt aus industriellen Prozessen, von mechanischem Abrieb aus dem Strassen- und Schienenverkehr oder ist aufgewirbelter Staub. Etwas weniger als die Hälfte entsteht durch die unvollständige Verbrennung von Treib- und Brennstoffen, darunter auch Holz. 17 Prozent des Feinstaubes wird von Dieselmotoren verursacht. Die Verbrennung von Holz schlägt mit 15 Prozent zu Buche. Natür-

liche Quellen wie Saharastaub oder Meersalz machen nur einen kleinen Teil der Belastung aus. In Innenräumen sind vor allem Rauchen oder Kochen wichtige Quellen für Feinstaub. Neben diesen Primärquellen entsteht Feinstaub auch durch chemische Reaktionen von Luftschadstoffen wie Ammoniak, Schwefeldioxid, Stickoxiden oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen (VOC). Daraus bilden sich sekundäre Feinstaubpartikel wie Nitrate, Sulfate oder Ammonium, die in städtischen Umgebungen etwa die Hälfte der Immissionen ausmachen. In der Schweiz darf der Tagesmittelwert 50 Mikrogramm PM<sub>10</sub>-Partikel pro Kubikmeter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Luft nicht überschreiten. Der Jahresmittelwert liegt bei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (EU:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Der Jahresmittelwert wird in weiten Teilen der Schweiz verfehlt, ebenso wird der Grenzwert des Tagesmittelwerts (CH und EU:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) immer wieder überschritten.



Sichtbar hohe Feinstaubbelastung im Dorf Roveredo an der San-Bernardino-Achse. Hauptverursacher sind Holzfeuerungen und Strassenverkehr, wie Messungen des Paul-Scherrer-Instituts ergeben haben. Bild PSI

Dass dieses Unterfangen keineswegs hoffnungslos ist, zeigt die langfristige Entwicklung der Feinstaubkonzentrationen. Seit Beginn der Messungen im Jahr 1988 bis ins Jahr 2000 sind die Jahresmittelwerte zum Teil beträchtlich gesunken. Seither stagniert der Ausstoss bei etwa 21000 Tonnen Feinstaub jährlich. 3700 vorzeitige Todesfälle und Gesundheitskosten von 4,2 Milliarden Franken pro Jahr sind die Folgen, schätzt das Bundesamt für Umwelt.

### WHO fordert PM2,5-Grenzwert

Besonders gefährlich sollen die Partikel mit weniger als 2,5 Mikrometer Durchmesser sein (PM2,5). Ihre Konzentration in der Aussenluft sei klar mit der Sterbehäufigkeit korreliert, sagt Urs Baltensperger. Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat aus diesen Gründen kürzlich die Einführung eines PM2,5-Grenzwertes vorgeschlagen. Obwohl PM2,5-Werte in der Schweiz an sechs Standorten bereits gemessen werden (für PM10 sind es 14), ist zurzeit offen, ob die Schweiz einen solchen einführen wird.

Um Smogepisoden wie letzten Winter auf lange Sicht zu verhindern, hat der Bundesrat einen

Aktionsplan beschlossen, der neben der Reduktion der Emissionen aus Holzfeuerungen die Prüfung einer möglichst raschen und gegenüber der EU vorzeitigen Einführung der Euro-5-Norm (Grenzwert 0,005 Gramm Feinstaub pro Kilowattstunde) für Dieselfahrzeuge bis 3,5 Tonnen vorsieht. Von den bis August 2006 verkauften Dieselpersonenwagen erfüllen 57 Prozent diese Norm bereits heute. Bis allerdings der gesamte Personenwagenpark erneuert ist, dürften gut zehn Jahre vergehen, schätzt man bei auto-schweiz, der Vereinigung der Schweizer Automobilimporteure.

Kein Thema für den Bund ist die vorgezogene Euro-5-Norm bei Lastwagen. Seit dem 1. Oktober 2006 gilt für die Zulassung neuer Lastwagentypen die Euro-4-Norm (0,025 Gramm Feinstaub pro Kilowattstunde). In Diskussion ist jedoch, dass Halter von Lastwagen mit nachgerüsteten Partikelfiltern ab 2008 in den Genuss einer reduzierten leistungsabhängigen Schwerkverkehrsabgabe (LSVA) kommen.

«Genügend ist der Aktionsplan des Bundes nicht», sagt Baltensperger, «aber ein Schritt in die richtige Richtung.» Mittelfristig müsste auch der Stickoxidausstoss

von Dieselmotoren reduziert und – «noch viel wichtiger» – in die Entwicklung effizienterer Öfen investiert werden.

Kurzfristige Aktionen, etwa bei einer erneuten, anhaltenden Inversionslage, werden auch mit diesen Massnahmen kaum zu vermeiden sein. Die Konferenz der kantonalen Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren (BPUK) hat deshalb einen Interventionsplan verabschiedet, der bei anhaltender zweifacher Überschreitung des Tagesmittelwerts Geschwindigkeitsreduktionen und das Verbot von Feuern im Freien und in Cheminées vorsieht. Bei dreifacher Überschreitung müssten auch Bau-, Landwirtschafts- und Forstmaschinen ohne Partikelfilter den Betrieb einstellen.

Der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene ist diese Abstufung zu zögerlich. Sie fordert, bereits bei Überschreitung des doppelten Grenzwerts sämtliche Massnahmen zu ergreifen. Nur so könne das Ziel, bei akuten Wintersmogsituationen möglichst viele Menschen zu schützen, erreicht werden. ■

Tagesaktuelle Werte von Luftschadstoffen: [www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg\\_luft/luftbelastung/aktuell/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_luft/luftbelastung/aktuell/index.html)



Aus der **Land- und Forstwirtschaft** stammen etwa 37 Prozent der Feinstaubemissionen.



Der **Verkehr** ist für etwa 29 Prozent der Feinstaubemissionen verantwortlich.



**Industrie und Gewerbe**, beispielsweise Zementwerke (im Bild), tragen etwa 27 Prozent zu den Feinstaubemissionen bei.



Im Winter sind in den Alpen-tälern **Holzfeuerungen** die Hauptverursacher von Feinstaub. Der Anteil der Haushalte ist etwa sieben Prozent.



Etwa 21 Prozent der Dieselmotoremissionen stammen von **Baumaschinen**, 35 Prozent aus der Land- und Forstwirtschaft.



Eine **Messstation** saugt Luft durch einen Feinstaubfilter. Täglich wird das Gewicht der darauf abgelagerten Feinstaubmenge gemessen.

Schadstoffquellen



Dank der **Langzeitstudie Sapaldia** hat die Schweiz den tiefsten Feinstaubgrenzwert Europas. Die Studie hat erstmals gezeigt, dass Feinstaub auch **gesunde Erwachsene belastet**. Nun gilt es herauszufinden, welche Quellen am gefährlichsten sind. **Von Erika Meili, Bilder Derek Li Wan Po**

# «Frühmerkmale schwerer Krankheiten»

Effekt der Luftverschmutzung nachzuweisen. Dieser Frage werden wir erst in etwa fünf Jahren nachgehen. **Liu:** Mit der Lungenfunktion und Herz-Kreislauf-Eigenschaften untersucht Sapaldia Frühmerkmale von schweren Krankheiten. Dies ist wichtig für die Prävention. Zudem haben mehrere Studien gezeigt, dass eine schlechte Lungenfunktion mit erhöhter Sterblichkeit verbunden ist.

**Es heisst, Feinstaub sei für den frühzeitigen Tod von jährlich 3700 Menschen in der Schweiz verantwortlich. Wie kommt man auf diese Zahl?**

**Schindler:** Sie beruht hauptsächlich auf den Resultaten dreier amerikanischer Kohortenstudien, die unter Berücksichtigung eines detaillierten Modells der Feinstaubbelastung auf die Schweiz übertragen wurden. Inzwischen haben Untersuchungen aus den Niederlanden, Norwegen und Schweden bestätigt, dass die Zahlen auch für Europa gültig sind. Die Schätzung von 3700 Menschen stammt von einem Forschungsteam unter der Leitung von Nino Künzli, der auch an Sapaldia beteiligt war.

**Welches sind die Folgen der ultrafeinen Partikel?**

**Liu:** Dazu haben wir keine Resultate. Es ist schwierig, die Belastung einzelner Personen mit PM<sub>0,1</sub> (ultrafeine Partikel) zu messen, da es nur sehr wenige Messstationen gibt. Es gibt zwar Hinweise, dass ultrafeine Partikel Nervenkrankheiten und

Arteriosklerose begünstigen können, aber wirklich gesichert ist dies noch nicht.

**Die Feinstaubbelastung hat von 1991 bis 2000 deutlich abgenommen. Hat sich damit auch die Gesundheit der Menschen verbessert?**

**Schindler:** Vor allem in Gebieten mit starker Belastung, also in den Städten, hat die Feinstaubbelastung deutlich abgenommen. Dies hatte einen positiven Effekt auf die Lungenfunktion. Das bedeutet, dass sich die Leute teilweise erholen können – eine gute Nachricht!

**Welche Massnahmen gegen Feinstaub sind am vielversprechendsten?**

**Liu:** Das hängt davon ab, welche Quellen am meisten Gesundheitsprobleme verursachen, und dazu gibt es kaum Studien. Sapaldia versucht, hier eine Lücke zu schliessen. Innerhalb unseres Teams entwickeln wir ein Modell für die individuelle Belastung der Kohortenteilnehmenden. So lässt sich unterscheiden, ob jemand stärker von Verkehrs-, Industrie-, Haushaltsemissionen oder weiträumig transportierten Partikeln betroffen ist. Dies wird ein wertvolles Werkzeug sein, um die schädlichsten Quellen zu identifizieren.

**Gibt es noch keine Hinweise?**

**Liu:** Es gibt Hinweise, dass Feinstaub aus dem Strassenverkehr die Lungenfunktion stärker belastet als

**Welche Auswirkungen hat Feinstaub gemäss Sapaldia auf die menschliche Gesundheit?**

**Christian Schindler:** Erstens gibt es einen linearen Zusammenhang zwischen der jährlichen Belastung mit Feinstaub und der Lungenfunktion (siehe Grafik). Zweitens führt die längerfristige Belastung mit Feinstaub – auch in kleineren Mengen – zu einer Zunahme von Krankheitssymptomen wie Kurzatmigkeit, Husten und Bronchitis. Und drittens haben wir herausgefunden, dass sich auch in der normalen Bevölkerung tägliche Schwankungen der Luftverschmutzung auf die Lungenfunktion auswirken. Mit diesen Resultaten hat Sapaldia den tiefen Feinstaubgrenzwert in der Schweiz bewirkt.

**L.-J. Sally Liu:** Dass Kinder unter der Luftverschmutzung leiden, war schon länger bekannt. Sapaldia hat erstmals gezeigt, dass auch die Lungenfunktion gesunder Erwachsener betroffen ist.

**Hat sich die Luftverschmutzung auch auf die Sterblichkeit ausgewirkt?**

**Schindler:** Bis jetzt ist die Anzahl Todesfälle in Sapaldia noch nicht ausreichend, um statistisch einen





Der doktorige Mathematiker Christian Schindler ist Statistiker am Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel und seit Beginn der Sapaldia-Studie für die statistische Auswertung der Daten verantwortlich.

L.-J. Sally Liu ist Forschungsprofessorin am Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel sowie Professorin an der Universität Washington und befasst sich mit dem Monitoring und der Modellierung der Luftschadstoffbelastung

jener anderer Quellen. Wir haben beispielsweise herausgefunden, dass Leute, die in der Nähe (bis 20 Meter) von grossen Strassen wohnen, 35 Prozent häufiger Atmungsstörungen wie Husten oder Kurzatmigkeit aufweisen. Eine holländische Studie hat zudem ergeben, dass die Nähe zum Strassenverkehr die Empfindlichkeit für gewisse Allergene erhöht. **Schindler:** Ähnliches haben wir auch in einer Teilstudie in Basel herausgefunden: Personen, die näher bei stark befahrenen Strassen wohnten, waren häufiger auf Pollen sensibilisiert.

**Was ist gefährlicher für die Gesundheit: Smogepisoden oder die langfristige Belastung mit Feinstaub?**

**Liu:** Beides ist ungesund, aber möglicherweise sind die Gesundheitsfolgen unterschiedlich: So werden im Nordosten der USA, wo vor allem Strassenverkehr die Luft verschmutzt, mehr Herz-Kreislauf-Beschwerden und eine erhöhte Mortalität beobachtet. Im Nordwesten der USA, wo Holzfeuer zu Wintersmogepisoden führen, sind Lungenfunktionsstörungen und asthmatische Beschwerden häufiger. Es könnte sein, dass sich auch in der Schweiz die Folgen je nach Jahreszeit unterscheiden, weil auch die Schadstoffe verschieden sind. Zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt untersuche ich nun die Wintersmogepisoden. Es ist allerdings sehr schwierig, die langfristige Belastung und den Wintersmog aus-

einander zu halten. Dafür bräuchte man genauere Messungen und spezifische Marker für einzelne Quellen.

**Welche neuen Resultate erwarten Sie von der Auswertung der zweiten Sapaldia-Befragung?**

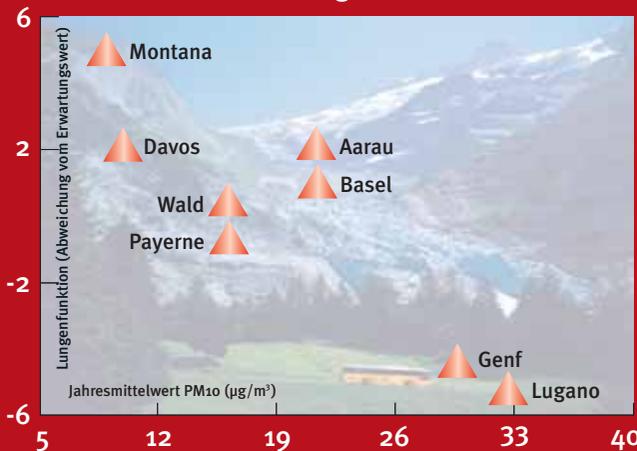
**Schindler:** Neben der Entwicklung des individuellen Belastungsmodells analysieren wir weiterhin die Gesundheitsveränderungen zwischen

gramm aufgezeichnet. Die Herzfrequenzvariabilität ist ein bekannter Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Komplikationen und gemäss Kurzzeitstudien durch die Luftverschmutzung beeinträchtigt. Ausserdem untersuchen wir die Bedeutung genetischer Veranlagungen und anderer Risikofaktoren wie Diabetes, Allergien, Passivrauchen, Ernährung, Übergewicht, Bewegungsmangel oder



**Kohortenstudie Sapaldia**

**Feinstaub senkt die Lungenfunktion**



Sapaldia 1 (Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults) hat 1991 im Nationalen Forschungsprogramm «Mensch, Gesundheit, Umwelt» begonnen. Die Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung und Lungenkrankheiten. An acht Standorten mit unterschiedlich starker Luftschadstoffbelastung – Aarau, Basel, Davos, Genf, Lugano, Montana, Payerne und Wald (ZH) – haben insgesamt 9651 Erwachsene im Alter zwischen 18 und 61 Jahren teilgenommen, die mit Hilfe einer Zufallsauswahl angefragt worden waren. Elf Jahre später wurde die Kohorte – wie man eine über längere Zeit mehrmals befragte oder untersuchte Personengruppe bezeichnet – in der Nachfolgestudie Sapaldia 2 wieder zu einer

Untersuchung eingeladen. 83 Prozent nahmen erneut teil. Es gibt in Europa keine andere Kohortenstudie, welche die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit der Allgemeinbevölkerung über mehr als 10 Jahre mit einer vergleichbaren Datenbasis untersuchen kann. [www.ispm-unibas.ch](http://www.ispm-unibas.ch)

1991 und 2002. Ausserdem haben wir 2002 erstmals Herz-Kreislauf-Eigenschaften gemessen: Bei fast 2000 Personen über 50 Jahren wurde die Herzfrequenzvariabilität mit einem 24-Stunden-Elektrokardio-

berufliche Belastungen. Schliesslich möchten wir in einigen Jahren eine dritte Befragung durchführen, um insbesondere die Langzeitfolgen von Luftverschmutzung auf das Herz-Kreislauf-System zu analysieren. ■



Feinstaub belastet Lunge, Kreislauf sowie Nervensystem und verursacht Krebs. Wie die **Kleinstpartikel** jedoch genau in die Zellen eindringen und sie schädigen, ist noch wenig bekannt. Ultrafeine Teilchen scheinen allerdings ganz **neuartige Eigenschaften** zu besitzen. *Von Ruth Jahn, Bilder Institut für Anatomie Universität Bern*

# Ultrafeinstaub überwindet alle Grenzen

**N**och weiss die Forschung erst wenig darüber, was mit eingeatmetem Feinstaub im Körper passiert. Während Epidemiologen schon mit ersten Langzeitstudien zu den Gesundheitsrisiken aufwarten und bei erhöhten Feinstaubkonzentrationen mehr Herz-Kreislaufbedingte Todesfälle zu beobachten sind, versuchen Biologen aufzuzeigen, wie sich der inhalierte Feinstaub überhaupt im Körper verteilt und was er dort anrichtet. Nur zu gerne würden die Wissenschaftler verstehen, wie Feinstaub die Atemwege, das Herz-Kreislauf- und das Nervensystem schädigt und Krebs auslöst. «Zellbiologie und Epidemiologie zum Thema Feinstaub zu verheiraten ist einer unserer sehnlichsten Wünsche», sagt etwa Peter Gehr, Professor für Histologie an der Universität Bern und Experte für die Partikel-Lungen-Interaktion.

## Lungenbläschen als Eintrittspforte

Was man bis heute weiss: Je kleiner die inhalierten Staubteilchen, desto tiefer gelangen sie in die Lunge. Feinstaubpartikel zwischen drei und zehn Mikrometer Durchmesser werden in den oberen und mittleren Luftwegen abgefangen, Partikel kleiner als etwa drei Mikrometer gelangen in Bronchiolen und Lungenbläschen. Bei den meisten Partikeln, die es in die Lungenbläschen schaffen, handelt es sich aber um ultrafeine Partikel, das heisst Teilchen mit weniger als 0,1 Mikrometer Durchmesser. In den Lungen-

bläschen findet der Gasaustausch statt. Hier befindet sich nicht nur die grösste Oberfläche des menschlichen Körpers – von der Grösse eines Tennisplatzes, wie Peter Gehr als Erster vor bald dreissig Jahren ausgemessen hat –, sondern gleichzeitig auch die dünnste Barriere des Körpers: Weniger als ein Mikrometer Gewebe trennt hier die Atemluft vom Blut. Für ultrafeine Staubpartikel die Eintrittspforte in den Körper.

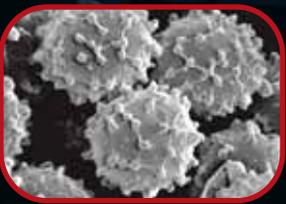
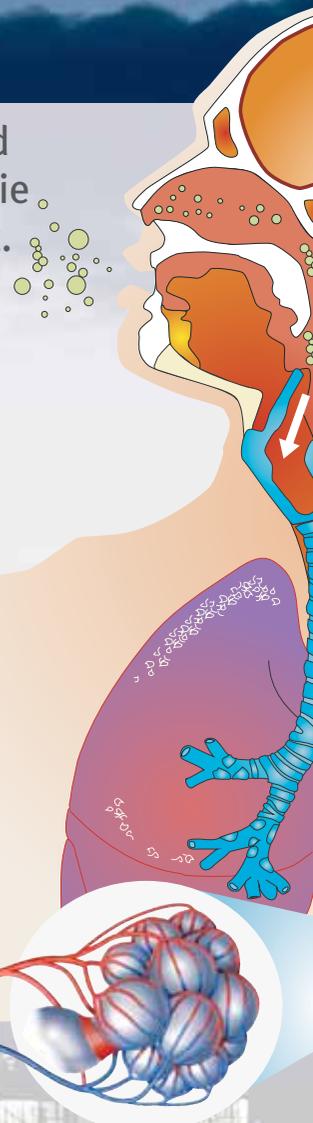
## Selbstreinigung versagt

«Zwar verfügt der menschliche Atemtrakt über zwei äusserst effiziente Abwehrmechanismen gegen Feinstaub», sagt die Biologin und Dozentin für Histologie Marianne Geiser von der Universität Bern. Flimmerhaare reinigen die luftleitenden Atemwege, indem sie die Partikel in einem Flüssigkeitsstrom wieder hinaufbefördern. In den Lungenbläschen räumen Fresszellen (Makrophagen) auf, indem sie sich Partikel einverleiben und diese entweder zersetzen oder nach oben Richtung Flimmerhaare befördern. «Doch Makrophagen versagen bei Feinstaub unter 0,1 Mikrometer Durchmesser: Auf die feinsten der Feinen ist die Lungenselbstreinigung offensichtlich nicht eingestellt», hat Marianne Geiser – zumindest in Versuchen mit Ratten, die ultrafeinen Titan-dioxidstaub einatmen – festgestellt.

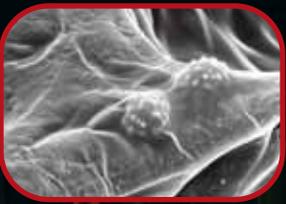
Auch im Reagenzglas bringen die Feinstäube mit Nanodimensionen (0,1 Mikrometer) Erstaunliches zustande: So können etwa kleinste

fluoreszierende Polystyrolkugeln in rote Blutkörperchen eindringen, wie eine Studie vom Institut für Anatomie der Uni Bern gezeigt hat. Wie das vonstatten geht, gibt den Forschern allerdings ein Rätsel auf: «Rote Blutkörperchen sind zu einer Aufnahme von Partikeln eigentlich gar nicht befähigt! Ultrafeine Stäube überwinden also Zellgrenzen ganz anders, als wir es uns in der Biologie sonst gewöhnt sind», sagt Peter Gehr.

Eine von Marianne Geiser geleitete Studie, in der Ratten Titan-dioxidstaub inhalierten, wie auch ähnliche Versuche in Deutschland, in denen die Forscher radioaktiv markierte ultrafeine Teilchen verschiedener Materialien benutzten, zeigen zudem: Ein kleiner Prozentsatz der ultrafeinen Partikel gelangt ins Blut und lässt sich in Niere, Leber und Milz sowie im Herz und im Gehirn nachweisen. Einen Weg ins



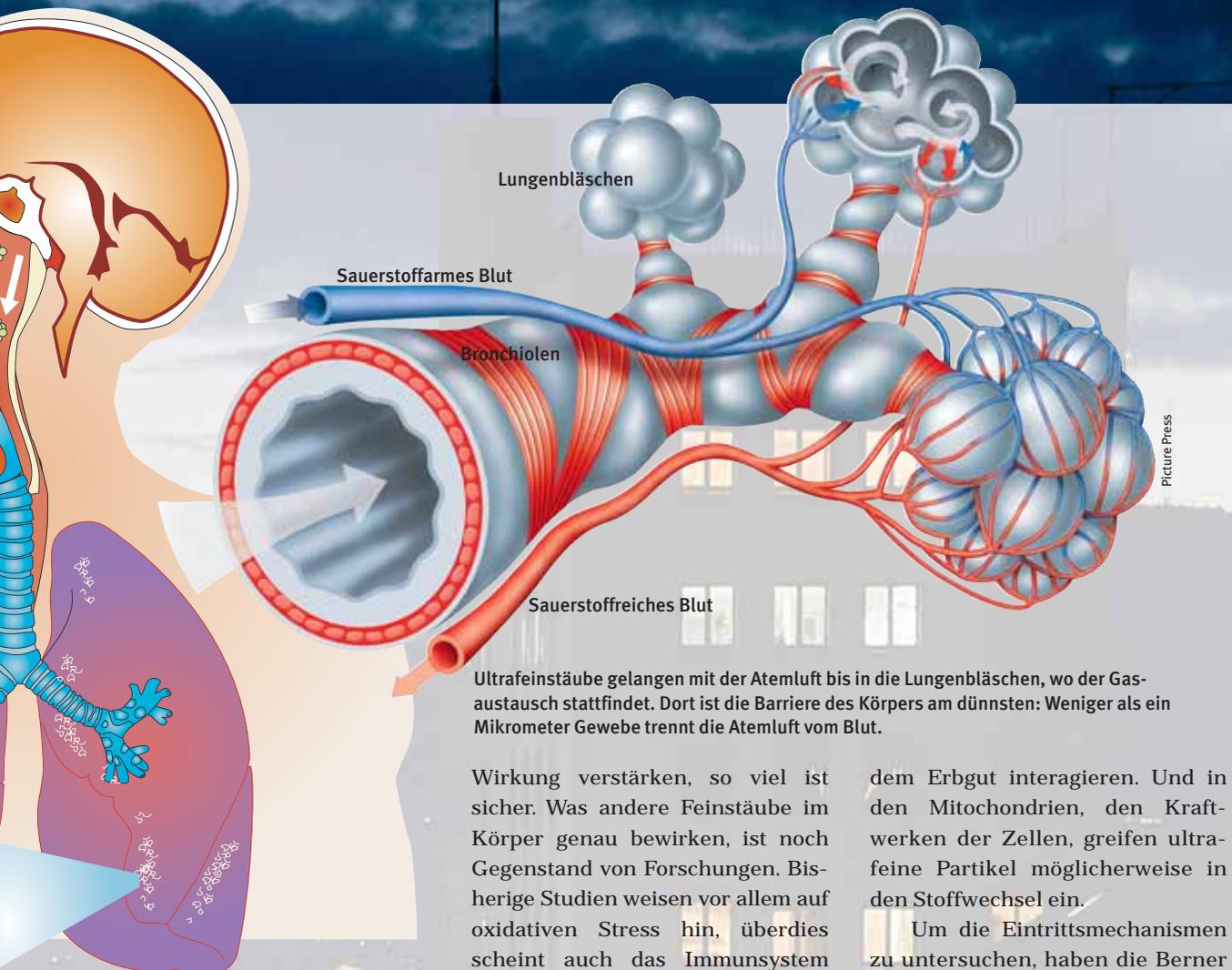
Pilzsporen mit einer Grösse von 3 Mikrometern gelangen bis in die Lungenbläschen.



In den Lungenbläschen werden die Pilzsporen mit einem Flüssigkeitsfilm bedeckt, ...



... von Fresszellen (Makrophagen) verdaut und später abtransportiert.



Ultrafeinstäube gelangen mit der Atemluft bis in die Lungenbläschen, wo der Gasaustausch stattfindet. Dort ist die Barriere des Körpers am dünnsten: Weniger als ein Mikrometer Gewebe trennt die Atemluft vom Blut.

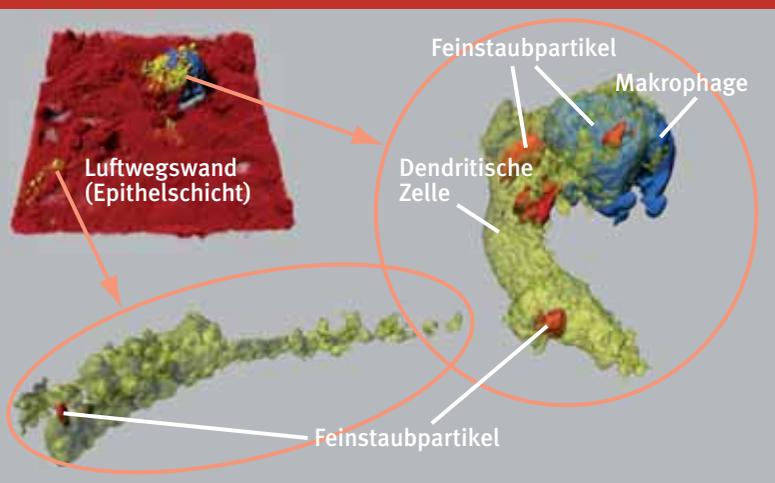
Wirkung verstärken, so viel ist sicher. Was andere Feinstäube im Körper genau bewirken, ist noch Gegenstand von Forschungen. Bisherige Studien weisen vor allem auf oxidativen Stress hin, überdies scheint auch das Immunsystem vielfältig betroffen. Dass ultrafeine Partikel oxidativen Stress und Entzündungsreaktionen verursachen können, hat auch Peter Gehr mit Hilfe eines Drei-Zellen-Modells aus Makrophagen, Zellen der Luftwegwand sowie speziellen Immunzellen herausgefunden: Ultrafeine Partikel wandern in den Zellkern und können dort allenfalls mit

dem Erbgut interagieren. Und in den Mitochondrien, den Kraftwerken der Zellen, greifen ultrafeine Partikel möglicherweise in den Stoffwechsel ein.

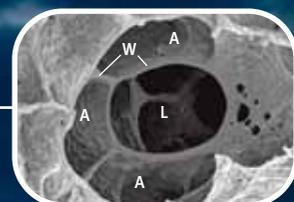
Um die Eintrittsmechanismen zu untersuchen, haben die Berner Forschenden relativ inerte Materialien ohne eigentliche Schadstoffwirkung – wie Titandioxid oder Silber – verwendet. Und Wechselwirkungen mit anderen Partikelarten oder Luftschadstoffen wie Ozon oder Stickoxiden, wie sie etwa im Cocktail «Stadtluft» vorkommen, wurden zumeist bewusst ausser Acht gelassen. ■

Hirn können sich die kleinsten Eindringlinge zudem auch über den Riechnerv durch die Nase bahnen, haben etwa Untersuchungen an Nagetieren in den USA gezeigt. Dieselpartikel sind krebserregend und können zudem Allergene in ihrer

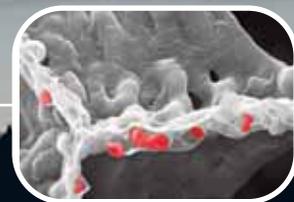
### Wie Partikel des Feinstaubes durch die Luftwegwand transportiert werden



Zum Studium von Feinstaubteilchen hat das Forschungsteam um Peter Gehr ein Modell der Luftwegwand entwickelt. Das kleine Bild links oben zeigt einen Ausschnitt des Modells mit Epithelzellen (rot), einer dendritischen Zelle (gelb) auf der Unterseite und einem Makrophagen (blau) auf der Oberseite der Epithelschicht. Die Forschenden machten zwei interessante Entdeckungen (grosses Bild unten rechts): Erstens bildet die dendritische Zelle einen Ausläufer durch die Epithelschicht hindurch und tritt mit dem Makrophagen in Kontakt. Zweitens gibt der Makrophage Feinstaubteilchen (hellrot) an die dendritische Zelle weiter, die diese durch die Epithelschicht hindurch auf deren Unterseite schleust. So könnten Feinstaubteilchen vom Körper aktiv aufgenommen werden.



Lungenbläschen (A) mit ihren dünnen Wänden (W) im Rasterelektronenmikroskop. Im Zentrum ein peripherer Luftweg (L).



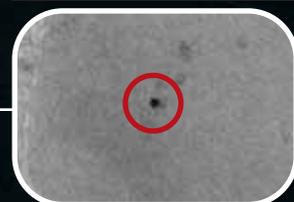
Aufgebrochene Wand eines Lungenbläschens mit roten Blutkörperchen (rot angefärbt).



Rotes Blutkörperchen mit Feinstaubpartikeln (in vitro), die zu gross sind, um einzudringen.



Rotes Blutkörperchen (in vitro), in das ultrafeine Partikel (grün) eingedrungen sind.



Rotes Blutkörperchen einer Ratte, in das in vivo ein ultrafeiner Titandioxidpartikel (rot eingekreist) eingedrungen ist.

Was im Körper passiert



# Michael Hengartner: «Der Wurm hat immer recht»

VON ROLAND FISCHER

BILDER DOMINIQUE MEIENBERG

**Bei Michael Hengartners Forschung dreht sich alles um einen winzig kleinen Wurm. An ihm studiert er die «Eidgenossenschaft der Zellen», die auch beim Menschen ganz ähnlich funktioniert. Für seine Arbeiten erhält Hengartner nun den Nationalen Latsis-Preis 2006.**

**E**s war reiner Zufall, dass ich auf *C. elegans* gestossen bin, mein Doktorvater hat mir das Thema vorgeschlagen. Ich hatte eigentlich etwas ganz anderes im Sinn, doch als ich dann das erste Mal vom programmierten Zelltod gehört habe, war ich total fasziniert», erzählt Michael Hengartner. Zunächst habe ihn das Phänomen der so genannten Apoptose geärgert, er sah sie als Ineffizienz im biologischen System. Doch bei der Beschäftigung mit dem kleinen Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* ergab sich bald ein anderes Bild. Dieser gehört zu den wichtigen biologischen Modellorganismen, weil seine Entwicklung vom Ei bis zum ausgewachsenen Wurm einem strikten Schema gehorcht: Der ganze Organismus entsteht mit der Präzision eines kleinen Uhrwerks und reift heran, um eine klar bestimmte Funktion zu erfüllen. So weist jedes Exemplar von *C. elegans* schliesslich genau 959 Zellen auf – und einem ebenso exakten Plan folgend, bleiben 131 Zellen auf der Strecke.

## Vergleich von Mensch und Wurm

Aber wie viel hat ein einige Millimeter langer Wurm mit dem Menschen zu tun? «*C. elegans* ist uns viel ähnlicher, als mir wohl ist», meint Hengartner verschmitzt. Geradezu «schockierend» findet er es, dass es so viele Parallelen gibt, obschon unser Organismus um Grössenordnungen

komplexer sein müsste – die Anzahl Zellen stehen in einem Verhältnis von eins zu hundert Milliarden. Bei der Anzahl Gene hingegen ist das Verhältnis schon ganz anders, da stehen 19000 Wurmgenen ungefähr 30000 Gene beim Menschen gegenüber. Der Hauptunterschied besteht darin, dass es von den einigen hundert verschiedenen Zellarten bei *C. elegans* jeweils nur einzelne Exemplare gibt. Viele Funktionen unserer Gewebe sind beim Wurm gewissermassen in einzelnen Zellen kondensiert.

## Lockruf in die Schweiz

Das macht *C. elegans* für Zellbiologen so interessant. «Der Wurm hat keine Schnörkel», erklärt Hengartner. Man könne anhand dieses Modellorganismus spezifische Facetten der hochkomplexen biologischen Vorgänge im Körper untersuchen. Die Grundregeln der Zusammenarbeit von Zellen haben sich sehr früh entwickelt und sind deshalb im ganzen Tierreich dieselben; Hengartner nennt es die «Eidgenossenschaft der Zellen». Dabei spielt auch die Apoptose eine wichtige, aber noch schlecht verstandene Rolle. Man weiss jedenfalls, dass sie beim Menschen eng mit der Entwicklung von Krebs verknüpft ist. Ist die Apoptose gehemmt, bedeutet das einen ersten Schritt Richtung Krebs. Viele Chemotherapien wirken dementsprechend auf

eine Aktivierung des Zelltods hin, damit dieser die entarteten Zellen wieder wie vorgesehen ereilt. Für die Identifizierung der damit zusammenhängenden Gene

**«Als ich das erste Mal vom programmierten Zelltod gehört habe, war ich total fasziniert.»**

bekam Hengartners Doktorvater Robert Horvitz 2002 den Medizin-Nobelpreis.

Michael Hengartner ist heute mit erst vierzig Jahren selbst einer der führenden Experten auf dem Feld der *C.-elegans*-Forschung. Schon als Doktorand vertrat er seine Forschungsgruppe an Kongressen, und er tat dies auf so überzeugende Weise, dass ihm nach dem Abschluss eine Stelle als Gruppenleiter am renommierten Forschungsinstitut von Cold Spring Harbor angeboten wurde. Da war er gerade mal 27 Jahre alt. «Das war ein Schock», sagt er rückblickend. Während der ersten anderthalb Jahre habe er oft gedacht, es wäre im Grunde effizienter, wenn er die Laborarbeit selber machen würde. Sieben Jahre später war er ausserordentlicher Professor, und es sei «Zeit für etwas Neues» gewesen.

Er, der seine ganze Schulzeit in Kanada verbracht hatte, habe damals keine starke Beziehung mehr zur Schweiz gehabt. Doch dann lockte die Aussicht, an der Universität Zürich ein ganzes Forschungsprogramm aufzubauen. «Natürlich sind die beiden Betriebe enorm verschieden, die Universität ist ein viel grösseres Schiff als Cold Spring Harbor, doch ich fühle mich wohl hier, wir arbeiten in einer sehr konstruktiven Atmosphäre.» In seinem Labor werden verschiedenste



«C. elegans ist uns viel ähnlicher, als mir wohl ist.»

Projekte rund um *C. elegans* verfolgt. Man untersucht DNA-Reparaturmechanismen ebenso wie die Entwicklung des Nervensystems. Und man macht sich daran, das so genannte Proteom des Wurms zu identifizieren, also alle in den Zellen gebildeten Proteine.

**Schnuppertage im Wurmlabor**

Seit 2001 wirkt er in Zürich, unlängst ist er zum Vizepräsidenten der naturwissenschaftlichen Fakultät gewählt worden. Auch die Lehre gehört hier zu seinen Aufgaben, und man merkt, dass er dieses Pensum nicht als blosse Pflichterfüllung betrachtet. Er hat ein Graduiertenprogramm in molekularen Lebenswissenschaften initiiert, dem schon über 150 Doktorierende angehören.

Um der ständig steigenden Zahl von Bewerbungen gerecht zu werden, wurde unlängst die Zurich Life Science Graduate School gegründet. Neu dabei sei, dass die Studierenden für dieses Programm aktiv rekrutiert werden. Die Kandidaten werden für drei Tage nach Zürich eingeladen, wo sie sich ein Bild von den Gruppen machen können. Umgekehrt bekommen auch die Gruppenleiter einen Eindruck

von den Qualitäten der Kandidaten. Das sei besonders für junge Professoren interessant, deren Name noch nicht so bekannt ist, dass ihnen gute Studierende die Tür einrennen. Er wird wissen, wovon er spricht, es ist ja nur etwas mehr als zehn Jahre her, dass er sich in derselben Situation befand. Auch bei der Gründung eines Lernzentrums über moderne Biologie war er die treibende Kraft. Es soll sich zu einem Ort entwickeln, wo die Mittelschülerinnen und -schüler für biologische Fragen begeistert werden und sich die Lehrer gleichzeitig fachlich weiterbilden können. Damit soll mitgeholfen werden, den Life-Science-Bereich im Mittelschulunterricht qualitativ aufzuwerten.

Michael Hengartner sprüht vor Unternehmungslust, wenn er von seinen Projekten erzählt. Er hat zwar schon eine Menge erreicht, aber er versichert: «Ich bin noch nicht müde.» Und dabei vergisst er nie, wem er all seine Erfolge zu verdanken hat und wer im Labor, wo er immerhin Chef über zwanzig Mitarbeitende ist, stets das letzte Wort hat: «The worm is always right.» ■

Der Nationale Latsis-Preis mit einer Preissumme von 100 000 Franken wird vom Schweizerischen Nationalfonds im Auftrag der Genfer Latsis-Stiftung verliehen. Die Preisverleihung findet am 11. Januar 2007 im Rathaus Bern statt.

**In Europa werden in raschem Tempo neue Gesetze gegen die Netzwerkkriminalität geschaffen. Christian Schwarzenegger und Sarah Summers von der Universität Zürich haben den Prozess der Rechtsharmonisierung und ihre Folgen für die Schweiz untersucht.**

VON ANDREAS MERZ

ILLUSTRATION MATHIAS BADER

**U**rheberrechtsverletzungen, Betrug, Erpressung und sexuelle Ausbeutung – es gibt kaum ein Verbrechen, das im Internet nicht verübt wird. Eines der Mittel gegen diese so genannte Netzwerkkriminalität sind gesetzliche Sanktionen. Sie können jedoch nur wirksam sein, wenn sie grenzüberschreitend koordiniert werden. «In der Europäischen Union hat bei der Schaffung von neuem Strafrecht in den letzten Jahren ein eigentlicher Boom stattgefunden», sagt Christian Schwarzenegger, Professor am rechtswissenschaftlichen Institut der Universität Zürich. Zusammen mit seiner Assistentin Sarah Summers hat er eine Studie über Netzwerkkriminalität und Sicherheit von Informationssystemen in Europa verfasst und dabei auch die Auswirkungen des neuen europäischen Rechts auf die Schweiz untersucht.

#### **FORSCHES TEMPO IN DER EU**

In der EU wurden in den letzten Jahren rechtliche Instrumente geschaffen, die sich unter anderem gegen Spam, Kinderpornografie, Angriffe auf Informationssysteme und Betrug im bargeldlosen Zahlungsverkehr richten.

In der Schweiz ist die Gesetzgebung weniger weit fortgeschritten. Zwar wurden in den letzten Jahren zwei Gesetzesentwürfe ausgearbeitet, welche die Verantwortlichkeit von Providern und die Bundeskompetenzen in der Strafverfolgung regeln. Schwarzenegger geht jedoch davon aus, dass die Umsetzung noch einige Zeit in Anspruch nehmen wird. Als treibende Kraft hinter der Schaffung von



# STRAFRECHT IM CYBERSPACE

neuem Strafrecht in Europa steht die EU-Kommission. Ihre Vorlagen müssen vom Ministerrat der Mitgliedstaaten und vom EU-Parlament abgesegnet werden. Fundament für die neuen Gesetze sind einerseits der Vertrag der Europäischen Gemeinschaft über die vier wirtschaftlichen Freiheiten und andererseits das Unionsrecht, das die Zusammenarbeit von Polizei und Justiz regelt. Haben Ministerrat und Parlament ein Gesetz einmal verabschiedet, wird es von den Mitgliedstaaten meist diskussionslos übernommen, wenn auch nicht immer umgesetzt. Nun beginnt sich allerdings Widerstand gegen die Strafrechtsharmonisierung zu regen: «Die Kommission schiesst zurzeit weit über das hinaus, was die Mitglieder wünschen», meint Schwarzenegger. Die Staaten stellen fest, dass sie jährlich neue Anforderungen umzusetzen haben, und sehen zum Teil ihre nationale Rechtskultur in Gefahr.

Juristen und Juristinnen seien von den Entwicklungen der letzten Jahre überrascht worden. Bis jetzt gibt es dazu erst wenige wissenschaftliche Arbeiten.

«Mit unserer Studie möchten wir einen Beitrag zu dieser Diskussion leisten.» Interessant seien nicht zuletzt die Konsequenzen für das bestehende Recht.

Als das Strafrecht vor rund 150 Jahren entwickelt wurde, entwarf man ein ganzheitliches System, das später ergänzt und verändert werden konnte. «Heute beobachten wir in Europa den umgekehrten Weg», erklärt Schwarzenegger: «Das Recht wird nicht nach systematischen Grundsätzen entwickelt, sondern nach der Bedürfnislage in einzelnen Politikbereichen. So werden punktuell neue Regeln geschaffen, die nicht immer in Einklang zueinander stehen.» Als Beispiel für solche Widersprüche nennt er die Regelungen über die Teilnahme an Straftaten oder darüber, welches Land über einen Fall die Strafhoheit haben soll.

## FOLGEN FÜR DIE SCHWEIZ

In den bilateralen Verträgen zwischen der EU und der Schweiz spielen die Harmonisierungstendenzen noch praktisch keine Rolle. Weil in der Schweiz

das Recht in Bezug auf Netzwerkkriminalität noch anpassungsbedürftig ist, bleibt in vielen Bereichen auch die Gerichtspraxis diffus. Rechtliche Defizite bestehen laut Schwarzenegger etwa bei der Haftung der Provider, bei Angriffen auf Informationssysteme oder bei den Strafbarkeitsgrenzen der Pornografie. Was bedeutet also die europäische Entwicklung für die Schweiz? «Grundlage für die Verfolgung der Kriminalität sind Rechtshilfe und schneller Datenaustausch zwischen den Strafverfolgungsbehörden», sagt Schwarzenegger. «Wenn aber in der Schweiz die gesetzliche Basis fehlt, kann keine Rechtshilfe geleistet werden.» Für die internationale Zusammenarbeit sei die heutige Situation deshalb problematisch. Womöglich wird der Schweiz am Ende nur der autonome Nachvollzug bleiben: Der Bund müsste in diesem Fall das EU-Recht eins zu eins übernehmen. ■

Christian Schwarzenegger, Sarah Summers: The emergence of EU criminal law. Hart Publishing, Oxford, 2007 (erscheint demnächst)

# Ein neues Bild von den Dinosauriern

Die grossen pflanzenfressenden Sauropoden waren leichter als angenommen und stabilisierten ihren Hals mit Hilfe eines Systems aus Luftsäcken. Dies haben umfangreiche Untersuchungen von Fossilien ergeben.

VON GREGOR KLAUS

BILD HINTERGRUND RDB/CORBIS

**L**ange Zeit galten Dinosaurier als dumme kriechende Monster, die durch puren Zufall 150 Millionen Jahre lang die Erde dominierten. Paläontologen haben dieses Bild der «schrecklichen Echsen» in den letzten 30 Jahren gründlich revidiert. Selbst die Giganten unter den Dinosauriern, die Sauropoden, waren erstaunlich beweglich und lebten in Gruppen. Einige von ihnen hatten einen leicht beweglichen, sehr langen Schwanz, der peitschenartig auslief und eine furchtbare Waffe gegen Fressfeinde war. Vieles spricht auch dafür, dass es unter ihnen bereits ein ausgeprägtes Sozialverhalten und Brutpflege gab.

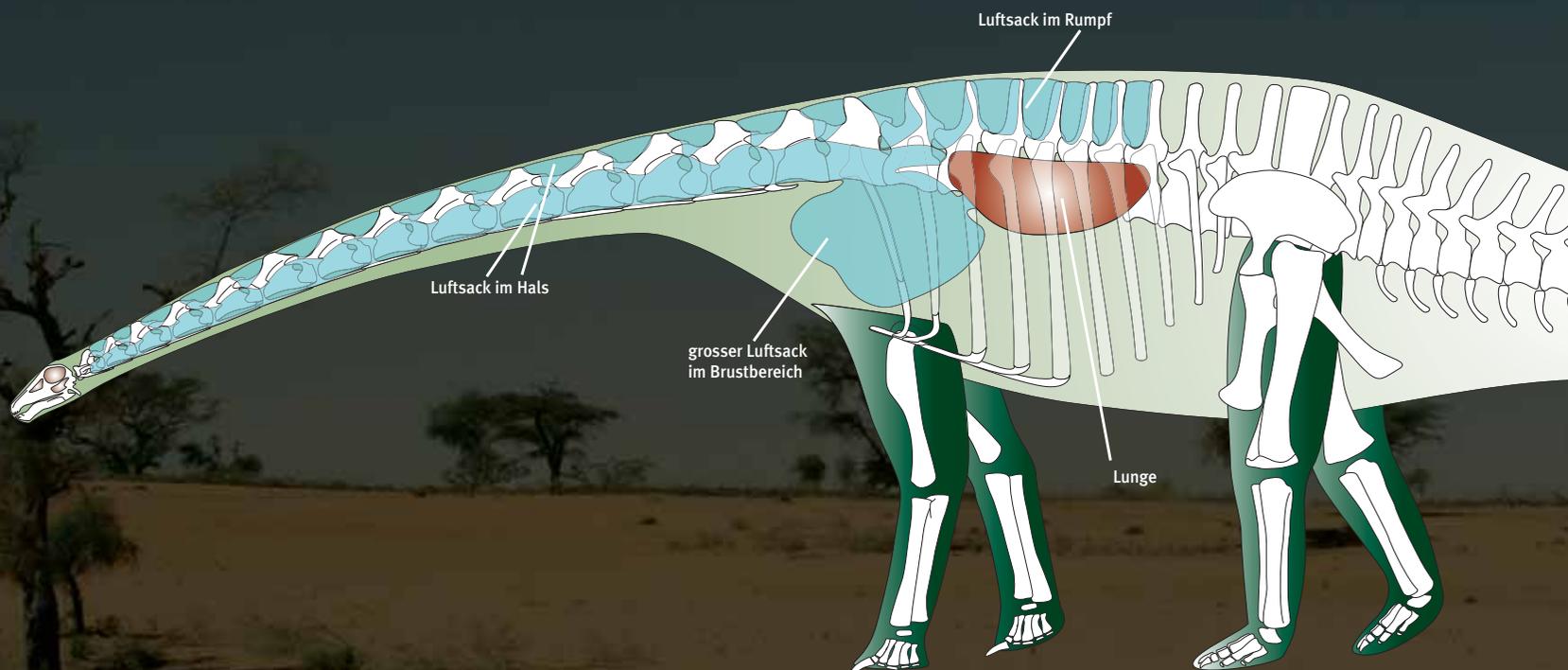
Doch wer denkt, über Sauropoden sei alles Wichtige bereits gesagt, der irrt gewaltig. Nach umfangreichen Analysen von Saurierknochen, kombiniert mit dem Einsatz modernster Technologien, kommen die Paläontologen Daniela Schwarz und Christian Meyer vom Naturhistorischen Museum Basel zum Schluss, dass viele Skelette fehlerhaft rekonstruiert

wurden. Im Zentrum ihrer Untersuchungen stand die Rolle von Luftsacksystemen in der Wirbelsäule der grossen pflanzenfressenden Sauropoden, die mit einer Länge von über 30 Metern und einem Gewicht von mehr als 40 Tonnen zu den grössten Landlebewesen aller Zeiten zählen. Bei manchen Arten wie dem über 20 Meter langen Brachiosaurus machte der Hals mehr als ein Drittel der Körperlänge aus. «Wir haben uns gefragt, wie ein solch langer Hals, an dem vorne ein schwerer Kopf hängt, stabilisiert und bewegt werden kann», sagt Schwarz.

## Vergleich mit Luftsäcken der Vögel

Die beiden Wissenschaftler vermuteten, dass Luftsäcke, die dicht an den Halswirbeln anliegen, eine zentrale Rolle gespielt hatten. Über solche Organe verfügen auch die Nachfahren der Dinosaurier, die Vögel. Bei diesen sind die luftgefüllten Beutel allerdings Teil des sehr effizienten Atmungsapparates. Weil die Luftsäcke spezielle Narben und Aus-

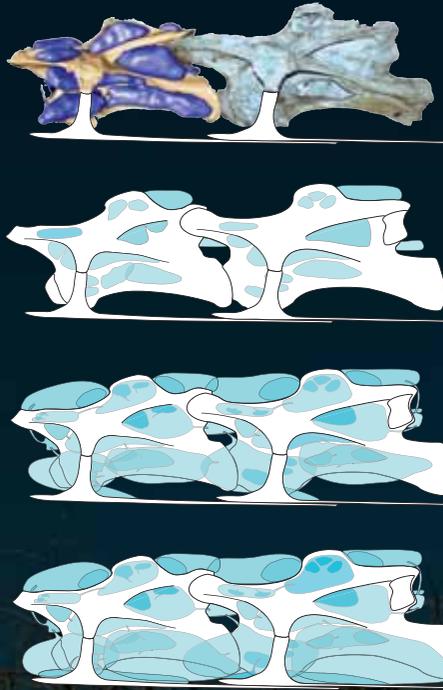
höhlungen an und in den Knochen der Vögel hinterlassen und diese Muster auch in den Knochen der Dinosaurier gefunden wurden, vermutete man schon länger, dass auch die Sauropoden über solche Organe verfügt hatten. Genauer untersucht wurden Lage, Anzahl und Funktion der Luftsäcke aber nicht. Daniela Schwarz hat dies nun nachgeholt. Sie besuchte fast alle grossen Sauriersammlungen der Welt, um die Originalknochen möglichst vieler Individuen und Arten zu analysieren. Am Paul-Scherrer-Institut sowie am Kantonsspital Basel analysierte sie anschliessend zahlreiche Halswirbel mit Neutronen- und Röntgen-Computertomografie. «Das ermöglichte es uns, die Verteilung des Kammersystems im Wirbelinneren zerstörungsfrei sichtbar zu machen», erklärt Schwarz. Zudem seziierte sie Vögel wie den Vogel Strauss, der über ein ausgeprägtes Luftkammersystem verfügt, um nach typischen Spuren von Ansatzstellen und Aushöhlungen zu suchen, die die Luftsäcke hinterlassen.



Die Analysen und Berechnungen zeigen, dass im Hals vieler Sauropoden ein weit verzweigtes System aus grösseren und kleineren, sich überlappenden Luftkammern existiert haben muss. Schwarz schätzt, dass um die Halswirbel herum mindestens 12 Luftsäcke vorhanden waren. «Damit verringert sich das Gewicht des Halses bei Brachiosaurus um mindestens 30 Prozent», erklärt Schwarz. Ähnliche Werte gelten auch für den Rumpf. «Das zeigt, dass das Gewicht vieler Dinosaurier bisher viel zu hoch geschätzt wurde.» Die Sauropoden waren demnach keine plumpen Trampel, sondern dank der Leichtbauweise erstaunlich mobil.

### Stützfunktion mit Steuerung

Schwarz und Meyer fragten sich, ob das dominante Luftsacksystem nicht auch eine biomechanische Rolle gespielt und zur Stabilisierung des Halses beigetragen haben könnte. Bisher gingen Wissenschaftler davon aus, dass nur Muskeln, Bänder und die Gelenke an den Wirbelknochen den Hals davor bewahrt haben, zu Boden zu sinken. Diese Sicht muss nun gründlich revidiert werden: Denn bei Sauropoden bilden die zahlreichen, einander überlappenden Luftsäcke Schläuche, die vom Rumpf bis zum Kopf reichen. Experimente mit Modellen, bei denen die Luftsäcke mit Luftballons imitiert wurden, zeigen, dass eine Stützfunktion durchaus möglich ist. «Die Luftsäcke haben vermutlich die Halswirbelsäule von unten gestützt», erklärt Schwarz. «Um den Hals zu bewegen oder waagrecht zu halten, benötigten die Sauropoden deshalb nur wenig Muskel- und Bänderkraft.» Die Wissenschaftlerin vermutet,



Mit Neutronen- und Röntgen-Computertomografie gelang es, die Verteilung des Luftsacksystems im Wirbelinnern der Dinosaurier sichtbar zu machen. Bilder Naturhistorisches Museum Basel

dass die untereinander verbundenen Luftsäcke in einen grossen Luftsack im Brustbereich mündeten, über den der Luftdruck gesteuert werden konnte. Dieser Luftsack wiederum dürfte mit der Lunge in Verbindung gestanden haben.

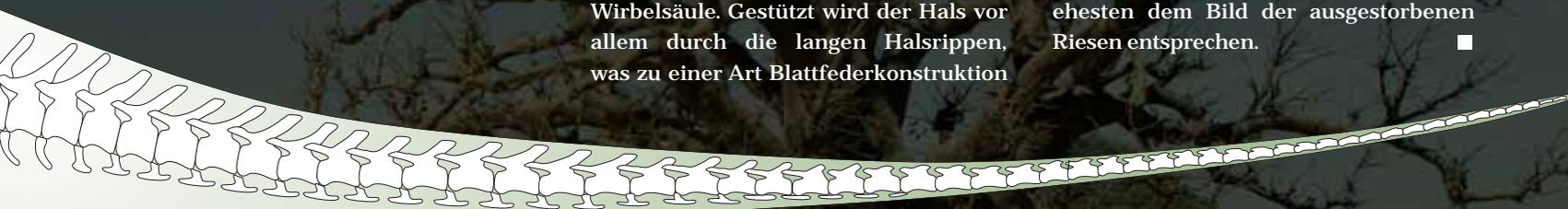
Je nach Luftsacksystem können drei Halskonstruktionen unterschieden werden. Der beweglichste Typ verfügt über drei parallel laufende Luftsäcke, die die Halswirbelsäule umschlossen. Knöchernen Stützmechanismen wie die Halsrippen sind im Gegensatz zum zweiten Typ nur schwach ausgebildet. Dieser besitzt statt einem dritten Schlauch nur blasenartige Ausstülpungen über der Wirbelsäule. Gestützt wird der Hals vor allem durch die langen Halsrippen, was zu einer Art Blattfederkonstruktion

führt, die relativ starr war. Der dritte Halstyp ähnelt dem ersten Typ, verfügte aber über kleinere Luftsacksysteme, längere Halsrippen und eine mittlere Halsbeweglichkeit.

### Folgen für Fortbewegung und Ernährung

Diese neue Sicht der Halskonstruktion hat Konsequenzen für die gesamte Morphologie der Sauropoden. «Die Museen müssen deshalb viele ihrer Skelette neu ausrichten», erklärt Meyer. Auch die Fortbewegung der Sauropoden müsse neu überdacht werden. Der Direktor des Naturhistorischen Museums hofft, dass dadurch die versteinerten Fährten der Sauropoden besser verstanden werden können. Die Resultate sind auch für die Paläobiologie von grosser Bedeutung. So deutet ein flexibler Hals, der einen grossen Radius abdeckt, darauf hin, dass der Saurier vermutlich viele verschiedene Pflanzen und Pflanzenteile wie Blätter, Gebüsch und Farne in unterschiedlichen Höhen gefressen hat, während manche andere Sauropodenarten mit weniger beweglichen Hälsen eher in der Boden- und Strauchschicht frassen.

Für die Wissenschaftler ist die Arbeit noch längst nicht beendet. Zurzeit erwecken sie ihre Sauriermodelle zusammen mit Forschenden der Fachhochschule Nordwestschweiz am Computer zu neuem Leben. Die Resultate sind vielversprechend: So zeigt sich zum Beispiel, dass die rekonstruierte Blattfederung der Halsrippen die Halswirbel deutlich entlastet haben dürfte und die Verteilung der Luftsacksysteme um die Wirbel herum eine sehr stabile Wirbelkonstruktion ergibt. Die neu konstruierten Sauropoden sind also lebensfähig und dürften am ehesten dem Bild der ausgestorbenen Riesen entsprechen. ■





# Der Schweizer Pass will verdient sein

Nirgendwo sonst in Europa müssen Ausländer bis zur Einbürgerung so lang im Land gelebt haben wie in der Schweiz. Innerhalb der Schweiz variieren die Einbürgerungshürden je nach Region beträchtlich, zeigt eine Studie der Universität Bern.

VON ANITA VONMONT  
ILLUSTRATION CHRISTOPHE VORLET

Die Schweiz gehört in Europa zu den Ländern mit dem höchsten Ausländeranteil. Doch die hohe Quote von rund 20 Prozent ist zu einem Grossteil hausgemacht: In keinem anderen europäischen Land dauert es nämlich so lang, bis aus «Ausländern» «Einheimische» werden, wie in der Schweiz. Zwölf Jahre muss jemand hier gelebt haben, bevor er oder sie beim Bund den Schweizer Pass beantragen kann. Im EU-Durchschnitt sind es knapp sieben Jahre. Zuweilen dauert es in der Schweiz auch 15 Jahre und länger, denn über Einbürgerungen entscheiden nicht nur die Bundesbehörden, sondern – ein weiteres Unikum in Europa – zusätzlich noch die Kantone und die Gemeinden. Und bereits bringen vor dem Wahljahr 2007 politische Parteien wie die Schweizer Demokraten und die SVP Volksinitiativen ins Spiel, die das Einbürgerungsrecht auch auf nationaler Ebene verschärfen sollen.

## Immer fremdenfeindlicher?

Wird die Schweiz immer fremdenfeindlicher?, lässt sich fragen. «Das ist schwer zu beurteilen», meint die Historikerin Brigitte Studer, die zusammen mit Gérald Arlettaz die Einbürgerungspraxis in der Schweiz während der letzten 130 Jahre sowie den damit einhergehenden öffentlichen Diskurs untersucht hat. «Seit den 80er Jahren ist die Schweiz mit Neuerungen wie dem Doppelbürgerrecht oder dem bedingungslosen Beibehalten des

Bürgerrechts für Schweizerinnen, die einen Ausländer heiraten, liberaler geworden, als sie es vorher lange war. Zugleich wurde die Einbürgerung von hier geborenen Secondos, das «jus soli», an der Urne dreimal abgelehnt.» Und neben einer liberalen Haltung, wie sie zu Ausländerfragen heute etwa in der Verwaltung, den Medien oder Sozialwissenschaften verbreitet ist, beobachtet Studer zugleich «einen xenophoben Diskurs, den es bereits in den 70er Jahren mit der Überfremdungsinitiative von James Schwarzenbach gab und den seither vor allem die SVP zum Beispiel mit manipulativen Abstimmungsplakaten politisch erfolgreich weiter verfolgt.»

Einbürgerungen waren lange fast ausschliesslich ein städtisches Phänomen. Die ländlichen Gemeinden sind damit erst seit wenigen Jahren konfrontiert, belegt Studers Projekt aus dem Nationalen Forschungsprogramm «Integration und Ausschluss» (NFP 51). Ausser dem Stadt-Land-Unterschied gibt es aber auch Unterschiede zwischen den Städten, wie eine vertiefende Analyse der Städte Bern, Basel und Genf ergab. Die Stadt Bern beispielsweise «hat zwischen 1874 und 1990 fast neunmal weniger Leute aus dem Ausland eingebürgert als die Stadt Basel», sagt Erika Luce, eine der vier Projektmitarbeiterinnen. Basel verzeichne in all diesen Jahren auch gesamtschweizerisch am meisten Einbürgerungen aus dem Ausland. Auf der gesetzlichen Ebene ist heute dagegen Bern am liberalsten. Denn hier gilt mittlerweile die «Integrationsvermutung», und anstelle der



Legislativbehörde oder des Stimmvolks entscheidet die Exekutivbehörde nach gesetzlichen Vorgaben, wer den Schweizer Pass erhält. In Genf wiederum sind die Wohnsitzgemeinden zwar ins Einbürgerungsverfahren einbezogen, die Entscheidung fällt aber in letzter Instanz die Genfer Kantonsregierung nach kantonalem Recht.

### Integration statt Assimilation

«In der Praxis sind heute alle drei Städte ähnlich liberal», fasst Projektmitarbeiterin Anina Gidkov zusammen: «Auch Basel und Genf, die keine Integrationsvermutung im Gesetz haben, gehen in den Verfahren prinzipiell von der Integration von Einbürgerungskandidaten aus und nicht mehr von der Assimilation.» Integration meint heute einen gegenseitigen Prozess, wie ihn das kürzlich angenommene (für Einbür-

### Unpolitisch einbürgern

Im Sinne einer effizienteren Einbürgerungspraxis, die Willkür und subjektive Entscheide ausschliesst, macht die Forschungsgruppe des NFP 51 folgende Empfehlungen:

**Einheitlichkeit:** Es sollen gesamtschweizerisch einheitliche und klare Einbürgerungsbestimmungen gelten. **Kein politischer Akt:** Das Einbürgerungsverfahren soll, wie heute in ganz Europa ausser der Schweiz üblich, zu einem Verwaltungsakt mit Begründungspflicht werden. **Integrationsvermutung:** Nachdem jemand eine bestimmte, gesetzlich festgelegte Zeit in der Schweiz gelebt hat, soll diese Person nicht mehr ihre Integration nachweisen müssen, sondern der Staat soll umgekehrt eine mögliche Nichtintegration nachweisen. **Reduzierte Wohnsitzfrist:** Die europaweit restriktivste 12-jährige Frist der Schweiz soll gesenkt werden. **Gemeinden nur angehört:** Die Gemeinden sollen im Einbürgerungsverfahren nicht entscheiden, sondern nur angehört werden.

gerungen allerdings nicht zuständige) neue Bundesgesetz über Ausländerinnen und Ausländer definiert: Die Offenheit der schweizerischen Bevölkerung ist dabei ebenso gefragt wie die Integrationsbereitschaft der Ausländerinnen und Ausländer, von denen vor allem verlangt wird, dass sie die rechtsstaatliche Ordnung und die demokratischen Prinzipien befolgen, eine Landessprache erlernen und den Willen zur Teilnahme am Wirtschaftsleben und zum Erwerb von Bildung bekunden. Die Assimilation dagegen – sie galt in der von Überfremdungsangst geprägten Zeit zwischen dem Ersten Weltkrieg und den 1970er Jahren in der ganzen Schweiz als Einbürgerungskriterium – verlangt eine einseitige und weiter gehende, auch kulturelle Anpassung ans «Schweizerische», wobei die Definitionen je nach Zeitstimmung änderten. «Nicht schweizerisch» bedeutete mal «jüdisch», mal «nicht gesund» oder heute – von der Assimilation gehen nach wie vor verschiedene ländliche Gemeinden aus – «kosovarisch».

### Unterschiedliche Prinzipien

Zu definieren, was schweizerisch ist und was nicht, sagt Brigitte Studer, sei eine von zwei massgeblichen Wirkungen, welche die Einbürgerung in den letzten 130 Jahren hatte. Zugleich sei sie auch «ein Mittel, um zu bestimmen, wer Zugang hat zu welchen Rechten». So ist noch heute die Sozialhilfe Domäne der Gemeinden. Jene achten daher genau, ob jemand der Gemeinde zur Last fallen könnte. Und Fürsorgebezüger werden oft nicht eingebürgert. Die Gemeinden seien im dreistufigen Schweizer Einbürgerungsverfahren die Instanz, welche «am ehesten subjektive Einschätzungen begünstigen», so Studer, «zum Beispiel mittels <Assimilations>-Kriterien oder anonymer Abstimmungsentscheide». Für Einbürgerungen in der Schweiz bedeutet dies: Auch wenn heute der Bund, die meisten Kantone und die grossen Städte vom Integrationsprinzip ausgehen und ihre Verfahren verrechtlicht haben, bleiben die Einbürgerungsmöglichkeiten im Land klar eingeschränkt, solange zahlreiche Gemeinden einen anderen Kurs verfolgen. ■



# Sechster Sinn weist Zugvögeln den Weg

Wie schaffen es Zugvögel, sich überall zu orientieren? Mit einem raffinierten Experiment hat die junge Biologin Rachel Muheim die Antwort auf diese vieldiskutierte Frage gefunden.

VON HANSJAKOB BAUMGARTNER  
BILD HINTERGRUND NASA

**Z**ugvögel brauchen einen Kompass. Die Jungen sowieso, denn ihnen ist einzig die Zugrichtung plus die Dauer des Flugs genetisch vorgegeben. Die Alten kennen zwar den Weg und können sich an Geländemarken wie Küsten oder Flussläufen orientieren, doch nachts und bei schlechtem Wetter ist Flug auf Sicht nicht möglich. Deshalb nutzen Zugvögel mehrere Richtungszeiger:

- Mit Hilfe der inneren Uhr können sie anhand des Sonnenstandes die Kompassrichtung bestimmen.
- Der Nachthimmel rotiert um die Nord-Süd-Achse, weshalb der Polarstern auf der nördlichen Halbkugel stets den Norden anzeigt. Wie die alten Seefahrer verstehen es die Vögel, nach dem Sternbild zu navigieren.
- Ihr Auge erkennt das Polarisationsmuster des Lichts. Bei Sonnenaufgang und -untergang verläuft das Band maximaler Polarisation senkrecht zum Horizont und durch den Zenit. Seine Himmelsrichtung variiert jahreszeitlich und abhängig vom Breitengrad. Dennoch müssen die Vögel Ort und Datum nicht kennen: Jederzeit und überall teilt die Nord-Süd-Richtung genau den Winkel zwischen den beiden Bändern am Morgen und am darauf folgenden Abend – oder umgekehrt (siehe Grafik).
- Wenn Wolken den Himmel verbergen, weist das Erdmagnetfeld den Weg. Entsprechende Sinnesorgane werden im rechten Auge und im Oberschnabel vermutet.

Wer verschiedene Orientierungssysteme abwechselnd nutzt, muss sie aufeinander eichen. Dazu braucht es ein Referenzsystem. Worauf stützen sich die Vögel letztlich ab? Um diese Frage zu klären, wurden bereits zahllose Experimente gemacht, in denen man einzelne Richtungszeiger änderte. Doch die Ergebnisse waren widersprüchlich.



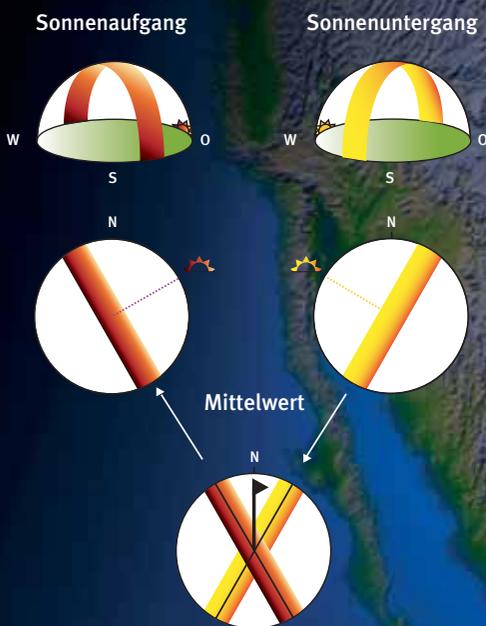
Vor Zugsbeginn verliessen sich die Versuchsvögel eher auf den

Himmel – namentlich auf das polarisierte Licht – und justierten den Magnetkompass nach. Während der Zugszeit war es meist umgekehrt. Jetzt scheint der Knoten gelöst: Die Schweizer Forscherin Rachel Muheim wies nach, dass polarisiertes Licht der Urmeter ist. Zu dieser Erkenntnis verhalfen ihr Ammern der Art *Passerculus sandwichensis*, die im Yukondelta in Alaska brüten und in Mittelamerika überwintern. Rachel Muheim setzte sie im Experiment während einer Stunde bei Sonnenauf- oder -untergang einem künstlichen Polarisationsmuster aus: Das Band maximaler Polarisation wurde mit einem Filter um 90 Grad gedreht. Die Ammern konnten das Erdmagnetfeld spüren und hatten freie Sicht auf den Horizont. Prompt vollzogen sie die Veränderung nach. Der Magnetkompass wurde neu geeicht. Machte Rachel Muheim dasselbe Experiment, nur diesmal mit abgedecktem Horizont, blieben sie beim Magnetfeld als Richtungsgeber.

## Freie Sicht auf den Horizont

Dass dies nicht früher herausgefunden wurde, sei darauf zurückzuführen, dass bei vielen Experimenten das Polarisationsmuster am Horizont für die Vögel zur kritischen Zeit nicht erkennbar war, sagt die Forscherin. Tatsächlich ist polarisiertes Licht das beste aller Referenzsysteme. Es funktioniert ohne innere Uhr, ist leicht lesbar, und es ist konstant, was beim Erdmagnetfeld nicht zutrifft. Der magnetische Pol deckt sich nicht mit dem geografischen und ist instabil. Für uns spielt das beim Gebrauch von Karte und Kompass praktisch keine Rolle, wohl aber für Vögel am Polarkreis, wo manche Langstreckenzieher brüten. ■

Science (2006), Band 313, S. 837–839



Seit 1931 empfängt die Forschungsstation Jungfrauoch Forschende, die den Himmel erkunden. Heute locken allerdings die Sterne weniger: In Zeiten der Klimaveränderung steht immer mehr die Atmosphäre im Zentrum der Aufmerksamkeit.

VON PHILIPPE MOREL  
BILDER STIFTUNG HFSJG

**D**as Jungfrauoch liegt auf 3500 Meter Höhe, eingebettet zwischen Eiger, Mönch und Jungfrau. Der Curryduft und die Begeisterung der asiatischen Touristen stehen in scharfem Kontrast zur behäbigen Ruhe, die von den vereisten Riesen des Berner Oberlands ausgeht. Und doch war es der touristische Aufschwung Ende des 19. Jahrhunderts, welcher der Wissenschaft diese höchste Forschungsstation Europas vor 75 Jahren erschloss. Der Bau der Station war nämlich eng mit der 1912 fertig gestellten Jungfraubahn verknüpft. Sie öffnet noch heute das ganze Jahr hindurch Forschenden aus aller Welt die Pforte zur hochalpinen Bergwelt.

#### Labors im Gletscher

1920 entdeckte der Meteorologe und Forschungsreisende Alfred de Quervain die Vorteile des Standorts und warb für die Idee, hier eine Forschungsstation einzurichten. Zwei Jahre später bauten Genfer Astronomen ihr Teleskop auf, genauer auf dem Dach des Hotels «Berghaus». 1925 liess de Quervain eine meteorologische Station bauen, als eine Art Floss auf dem Firnschnee über dem Abgrund am Nordhang des Passes. In dieser Pionierzeit dienten in Schnee und Eis gegrabene Höhlen als Laboratorien, während die Forschenden das Hotel mit den Touristen teilten oder einfach in Zelten schliefen. Schon bald wuchs das Bedürfnis nach einer eigenen Infrastruktur. Fertig gestellt wurde das Projekt von Walter Rudolf Hess, dem späteren Nobelpreisträger für Medizin. Es richtete sich an Forschende aus aller Welt sämtlicher Disziplinen und erhielt Unterstützung von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und der Jungfraubahn-Gesellschaft. Am



# Die Wandlungen des Jungfrauochs



Die ersten Forscher auf dem Jungfrauoch waren noch behelfsmässig eingerichtet (ganz oben), doch immer schon mit Blick auf den Grossen Aletschgletscher. 1925 wurde die erste meteorologische Station errichtet (ganz unten), zwölf Jahre später das Sphinx-Observatorium (Mitte).





Der Genfer Astronom Schär machte ab 1922 die ersten astronomischen Beobachtungen auf dem Jungfrauoch (oben). Das später errichtete Observatorium birgt heute ein Radarsystem (rechts).



Alain Herzog/EPFL

4. Juli 1931 wurde die Station eingeweiht. Zu Beginn wurde das Jungfrauoch besonders von Physiologen genutzt, die hier die Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf den Organismus untersuchten. Denn der Luftdruck ist auf 3500 Metern nur gerade zwei Drittel so hoch wie auf Meereshöhe. Vor allem aber lockte der Himmel über dem Jungfrauoch Astronomen und Spezialisten für kosmische Strahlung an. Deshalb wurde die Station 1937 mit dem Sphinx-Observatorium ergänzt. Noch heute ist es das Flaggschiff der Station. 1950 finanzierte die Unesco eine Kuppel, welche die Forschenden und die Ausrüstung vor den extremen Bedingungen schützt: Temperaturen zwischen +12°C und -30°C und Winde von bis zu 260 Kilometer pro Stunde! In den 1960er Jahren konnte sich das Observatorium im Übrigen des grössten Teleskops rühmen, das damals in der Höhe im Einsatz war. Doch dann wurde die Sphinx Opfer ihres Erfolgs: Sie konnte nicht mehr alle Gäste empfangen. Deshalb wurde 1967 auf dem Gornergrat über Zermatt ein zweites Observatorium gebaut, in das die Astronomen 1998 definitiv umzogen.

#### Von den Sternen zur Atmosphäre

Die Forschungsstation Jungfrauoch hat jedoch neue Anhänger gefunden. Heute spielt sie bei der Erforschung von Klima und Atmosphäre international eine wichtige Rolle. Davon zeugt auch der Beitritt zu Global Atmospheric Watch, einem Netzwerk der Weltorganisation für Meteorologie, das aus 23 Messstationen zur Überwachung der Atmosphäre besteht. Das Teleskop und die astronomische Kuppel haben aber noch nicht ganz ausgedient. Die Kuppel birgt nun das optische

Radarsystem Lidar des Laboratoriums für Luft- und Bodenverschmutzung der ETH Lausanne. Dieses Gerät misst mit einem Laserstrahl die Entwicklung bestimmter Messgrössen der Atmosphäre. «Die Lidar-Messungen sind wichtig für die Überwachung der Klimaveränderungen», erklärt Hubert van den Bergh. Sein Forschungsteam untersucht auf dem Jungfrauoch insbesondere die Verteilung von Wasserdampf, Ozon und Feinstaub in der Atmosphäre sowie die dort herrschenden Temperaturen.

«In Form von Dampf ist Wasser das wichtigste Treibhausgas. Und die Erwärmung der Luft auf der Erdoberfläche führt nach den Klimamodellen zu einer Zunahme der Wasserdampfkonzentration in der Atmosphäre», führt er aus. «Deshalb nehmen wir diese Messungen über grössere Zeiträume vor.» Damit können auch die von Satelliten gesammelten Daten kalibriert werden. Ausserdem dienen sie MeteoSchweiz zur Ausarbeitung der Wettervorhersagen. Und umgekehrt werden die von MeteoSchweiz mittels Wetterballons gesammelten Daten dazu verwendet, das optische Radarsystem zu kalibrieren.

#### Feinstaub und Klimaveränderungen

Auch der Feinstaub hat einen grossen Einfluss auf die Temperaturregelung der Erde, indem er einen nicht unerheblichen Anteil der Sonnenstrahlung in den Weltraum zurückwirft und so den Treibhaus-

effekt abschwächt. Feinstaub beeinflusst auch die Wolkenbildung, da die Partikel als Kondensationskerne der Tröpfchen wirken. Eine Zunahme des Feinstaubes bewirkt, dass die Tröpfchen zahlreicher und kleiner werden. Deshalb reflektieren diese Wolken das Sonnenlicht stärker. Ausserdem sind sie langlebiger, da die kleinen Tröpfchen weniger schnell Regen bilden. Auch damit wird die Strahlungsbilanz der Erde, das heisst das Gleichgewicht zwischen der Einstrahlung und der Abstrahlung von Energie, empfindlich gestört.

«Unsere Arbeiten auf dem Jungfrauoch dienen auch der Überwachung der Temperatur der verschiedenen atmosphärischen Schichten», erklärt Hubert van den Bergh. «Auf diese Weise können wir die gegenwärtig prognostizierte Erwärmung nicht nur auf der Erdoberfläche, sondern auch in höheren Schichten nachweisen, wo Temperaturveränderungen klimatisch wichtige Vorgänge wie die Wolkenbildung oder den Austausch von Luftmassen zwischen Stratosphäre und Troposphäre beeinflussen könnten.» Untersuchen möchten die Forschenden aus Lausanne auch den allfälligen Austausch von Ozon zwischen der unteren Stratosphäre, wo uns das Ozon vor der UV-Strahlung schützt, und der Troposphäre, wo es als Treibhausgas wirkt. Diese aufwändige Arbeit ist für ein besseres Verständnis der Atmosphäre und ihrer Entwicklung angesichts des Klimawandels äusserst wichtig und ermöglicht damit eine Verfeinerung der Klimamodelle.

Angelehnt an das Geländer der Sphinx-Plattform über dem Abgrund schwebend, lässt sich das Engagement für die Erforschung klimatischer Veränderungen noch besser verstehen – ist die Station doch auf Permafrostboden gebaut, der sehr empfindlich auf eine Klimaerwärmung reagiert! ■

#### SNF heute wichtigster Geldgeber

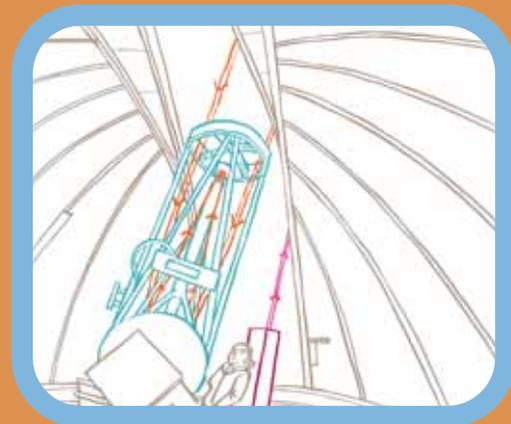
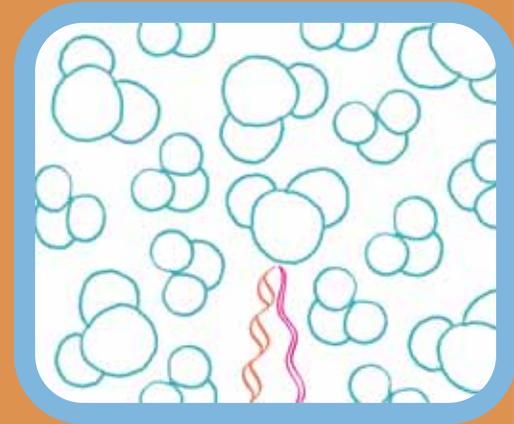
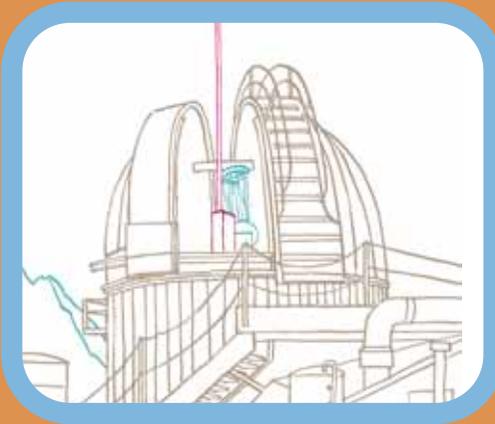
Seit 1973 betreut die Stiftung Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauoch und Gornergrat die beiden Standorte. Der SNF trägt seit 1965 aktiv zur Finanzierung der Forschungsstation Jungfrauoch bei und ist heute der wichtigste Geldgeber. Im Rahmen der Förderung der freien Forschung unterstützt er zusätzlich mehrere Projekte.

# Ein Laser erkundet die Atmosphäre

Mit dem optischen Radar Lidar kann man die Bestandteile der Atmosphäre bestimmen. Das Labor für Luft- und Bodenverschmutzung der ETH Lausanne misst damit Treibhausgase auf dem Jungfrauoch. Und die Polizei blitzt damit Temposünder! Text: Philippe Morel; Illustrationen: Andreas Gefé

**Abb. 1** Lidar steht für «Light Detection And Ranging» (Detektion und Messung mit Lichtwellen). Es funktioniert im Prinzip wie Radar, ausser dass elektromagnetische Wellen mit viel kürzeren Wellenlängen eingesetzt werden. Im Sphinx-Observatorium erzeugt ein Laser zwei bis hundert Impulse pro Sekunde mit einer Dauer von je 3,5 Nanosekunden und einer festen Wellenlänge. Mit Spiegeln wird das Lichtbündel dann in die Atmosphäre gelenkt.

**Abb. 2** Auf seiner Reise interagiert das Strahlenbündel unterschiedlich mit den Stoffen, denen es begegnet. Ein kleiner Teil des Lichts wird zum Boden zurückgeworfen, wobei



die Wellenlänge leicht verändert wird. Diese Veränderung ist charakteristisch für jedes Molekül.

**Abb. 3** Das grosse Spiegelteleskop in der Kuppel des Sphinx-Observatoriums, dessen optische Achse parallel zum Laserstrahl ausgerichtet ist, fängt das zurückgeworfene Streulicht auf und fokussiert es auf einen Lichtdetektor (Restlichtverstärker). Dieser wandelt das Licht in ein elektrisches Signal um, das nun digitalisiert und ausgewertet wird.

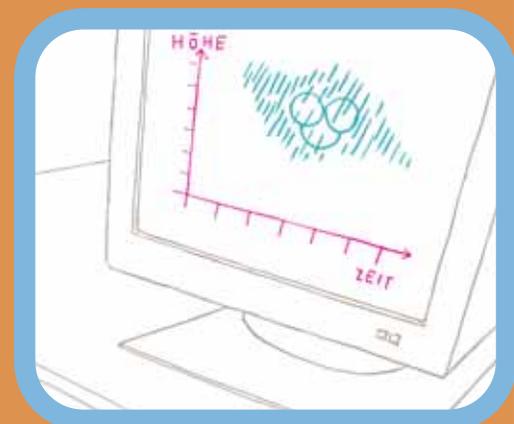
**Abb. 4** Eine charakteristische Veränderung der Wellenlänge des zurückgeworfenen

## Lidar im Alltag

Unterwegs auf der Strasse nehmen Sie in der Ferne plötzlich eine Reihe roter Blitze wahr. Zu spät, um noch auf die Bremse zu treten, das Lidar-System hat Sie bereits in flagranti als Temposünder ertappt... Wie oben erklärt kann mit diesem Gerät die Entfernung eines Objekts – in diesem Fall Ihr Auto – gemessen werden. Wenn eine Reihe von Lichtimpulsen in bekannten Zeitintervallen gesendet werden, kann die Entwicklung der Entfernung in Abhängigkeit der Zeit gemessen werden, was nichts anderes ist als Ihre Geschwindigkeit. Bitte lächeln – Sie werden geblitzt!

Licht lässt auf Wassermoleküle schliessen. Da man die Geschwindigkeit des Lichts kennt, kann aus der Zeitspanne vom Ausenden bis zum Empfang des Impulses die Distanz der Wassermoleküle errechnet werden. Aus dem Vergleich der Intensität des reflektierten Lichts mit den entsprechenden Werten von Stickstoff, dessen Konzentration in der Atmosphäre bekannt ist, ergibt sich der Wasserdampfgehalt in verschiedenen Höhen.

**Abb. 5** Für jedes untersuchte Molekül erstellen die Forschenden eine Grafik mit der Konzentration des betreffenden Moleküls, je nach Höhe und Zeitpunkt.



# «Je zerstrittener die Elite, desto interessanter die Politik»



VON ANDREAS MERZ  
BILDER FABIAN BIASIO

**Die politische Elite der Schweiz nimmt grossen Einfluss auf die Ergebnisse von Abstimmungen. Entscheidend sind dabei weniger die Inhalte von Kampagnen, sondern die Koalitionen der Parteien, wie der Politologe Hanspeter Kriesi herausgefunden hat.**

**Herr Kriesi, wen zählen Sie zur politischen Elite?**

**Hanspeter Kriesi:** Wir zählen alle Personen und Gruppierungen dazu, die in einer Abstimmungskampagne an der öffentlichen Debatte teilnehmen. In unserer Studie haben wir vor allem die politischen Parteien betrachtet. Am Rande geht es zwar auch um die Verbände, sie sind aber immer in die Koalitionen der Parteien eingebettet. Man hört es ja in der Schweiz nicht gerne, wenn von Eliten gesprochen wird. Aber es gibt eben nicht nur «das Volk». Volks-

entscheide sind von einer Elite stark vorstrukturiert. Auch wenn sich die Parlamentarier nach ihren Wählerinnen und Wählern richten, so ist es doch die Elite, die Argumente bringt, und nicht die Bevölkerung. Die Elite bildet Koalitionen, gibt Parolen heraus, mobilisiert und versucht zu überzeugen.

**Welche Rolle spielt die Elite denn bei Abstimmungskämpfen?**

Ihr Einfluss ist sehr hoch. Das Abstimmungsergebnis hängt stark davon ab, zu

welchen Koalitionen sich die Parteien finden. Wenn sich die Elite einig ist, hat das Volk keine Alternative als zu folgen. Schwierigkeiten entstehen dann, wenn die Elite gespalten ist. Je stärker sie fragmentiert ist, desto geringer ist die Chance, dass der Bundesrat seinen Standpunkt in einer Abstimmung durchsetzen kann. Auch die Stimmbeteiligung hängt stark davon ab: Je intensiver eine Kampagne, desto höher die Beteiligung.

**Sie haben die Verbände erwähnt. Ihre Rolle wird ja meist mit der Finanzierung von Kampagnen diskutiert. Kann man sich mit genug Geld eine Abstimmung kaufen?**

Das wurde in der Forschung zwar schon behauptet, es ist aber nicht so. Es gibt zwar einen schwachen Zusammenhang zwischen der Intensität einer Kampagne und dem Abstimmungsergebnis: Bei einer



«Je fragmentierter das bürgerliche Lager, desto grösser die Chance, dass die Vorlage durchfällt.»



«Wenn sich die Elite einig ist, hat das Volk keine Alternative als zu folgen».

sehr starken Kampagne ist es tatsächlich ein wenig wahrscheinlicher, dass das Ergebnis in die gewünschte Richtung geht. Aber wie gesagt, ausschlaggebend ist, ob die Elite in Bezug auf eine bestimmte Vorlage gespalten oder einig ist. Man muss ausserdem zwischen Initiativen und Referenden differenzieren. Initiativen werden an der Urne praktisch immer abgelehnt, auch wenn sehr viel Geld in die Kampagne gesteckt

wird. Bei den Referenden ist der Zusammenhang zwischen Geld und Abstimmungsergebnis zwar enger, aber es kommt auch hier vor, dass eine Gruppe sehr viel investiert, obwohl die Lage praktisch aussichtslos ist. Das war etwa beim Referendum gegen das Ausländer- und das Asylgesetz der Fall.

**Warum ist denn die Bildung von Koalitionen so wichtig?**

Wenn bei einer Vorlage eine der Bundesratsparteien aussichert – meist die SP oder die SVP –, dann sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass die Regierung damit durchkommt. Wenn zwei Parteien ausscheren, wird es schon sehr problematisch. Eine entscheidende Rolle kommt dabei den bürgerlichen Parteien zu, die ja in der Schweiz die natürliche Mehrheit haben. Je fragmentierter das bürgerliche Lager ist, desto grösser wird die Chance, dass die Vorlage durchfällt.

Es gibt nur dann eine intensive Kampagne, wenn die Elite gespalten ist. Falls sie sich einig ist, passiert wenig, und auch die Stimmbeteiligung bleibt tief. Das ist vor allem bei unbestrittenen obligatorischen Referenden der Fall, also etwa bei Verfassungsänderungen wie dem Bildungsartikel vom Mai 2006.

**Spielen denn der Inhalt und die Intensität einer Kampagne überhaupt noch eine Rolle?**

Man könnte also sagen, dass polarisierende Kampagnen gut sind für die direkte Demokratie?

**Man könnte also sagen, dass polarisierende Kampagnen gut sind für die direkte Demokratie?**

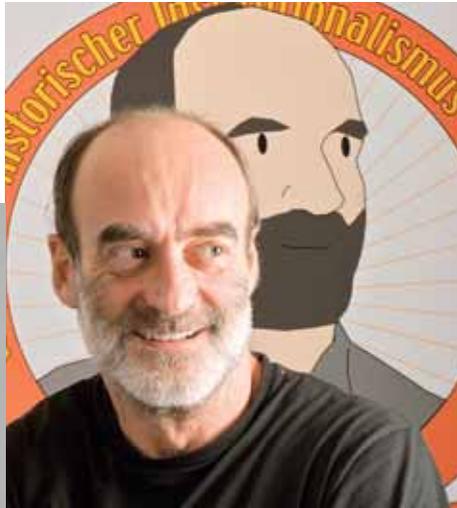
Je uneiniger die Elite ist, desto stärker interessieren sich die Bürgerinnen und Bürger für die Politik und desto eher nehmen sie daran teil. Das ist eindeutig so. ►

**Hanspeter Kriesi**

Hanspeter Kriesi ist ordentlicher Professor für vergleichende Politikwissenschaft an der Universität Zürich und Direktor des Center for Comparative and International Studies (CIS) der Universität und der ETH Zürich. Ausserdem steht er dem Nationalen Forschungsschwerpunkt «Herausforderungen an die Demokratie im 21. Jahrhundert» (NFS Demokratie) vor, der im Oktober 2005 gestartet ist. Seine Studie zum Einfluss der Eliten

entstand unabhängig vom NFS Demokratie. Kriesi und seine Mitarbeitenden untersuchten die Koalitionsbildung der Eliten anhand der Parteiparolen von 209 Abstimmungsvorlagen aus der Zeit zwischen 1981 und 2004. Die Intensität und die Richtung der Kampagnen wurden anhand von politischen Inseraten gemessen, die während jeweils vier Wochen vor dem Abstimmungsdatum in sechs Tageszeitungen erschienen.

«Die Medien tragen zu einem volatileren Abstimmungsverhalten bei.»



«Die Schweiz ist eine Art demokratisches Laboratorium mit viel Erfahrung.»

**Die Parteien haben in den letzten Jahren viele Mitglieder verloren, dafür sind die Medien wichtiger geworden. Was sind die Folgen?**

Es führt dazu, dass die politischen Eliten das Abstimmungsverhalten weniger gut im Griff haben. Obwohl ihr Einfluss gross ist, gibt es immer wieder Überraschungen. Gerade in letzter Zeit sind Fälle häufiger geworden, in denen es völlig anders herauskam, als man dachte. Ich denke, dass die Medien zu einem volatileren Abstimmungsverhalten beitragen. Dazu kommt die Polarisierung, die in den letzten Jahren in der Politik stattgefunden hat. Die Folge sind intensivere Abstimmungskämpfe, und das bedeutet wiederum, dass die Opposition gegen Regierungsvorlagen eine grössere Chance hat. Beispiele dafür sind die Vorlagen vom Februar und Mai 2004, die auf die Wahl von Christoph Blocher in den Bundesrat folgten, zum Beispiel der Gegenentwurf zur Avanti-Initiative, das Steuerpaket oder die 11. AHV-Revision.

**Heisst das, die Zusammensetzung der Koalitionen hat an Bedeutung verloren?**

Das nicht, aber die Situation ist komplexer geworden. Im Falle des Steuerpakets

beispielsweise spielten die Kantone eine entscheidende Rolle: Zum ersten Mal überhaupt machten sie vom Instrument des Referendums Gebrauch.

**Für Überraschung sorgte im Herbst auch die deutliche Zustimmung für das Ausländer- und das Asylgesetz. Warum fiel das Resultat so klar aus? Die bürgerliche Seite war ja damals auch uneinig.**

Schon, aber es gab in den Kantonen nur wenige abweichende Parolen, und trotz des bürgerlichen Komitees waren die Parteien nicht so tief gespalten, wie es die Medien angenommen haben. Die Zustimmung lag denn auch praktisch gleich hoch wie schon bei den Vorlagen von 1999, 1994, und 1987. Wenn wir das Ergebnis mit der abgelehnten SVP-Initiative «gegen Asylrechtsmissbrauch» von 2002 vergleichen, dann fällt auf, dass sich damals die CVP und die FDP gegen die Vorlage stellten. Diesmal hat es die SVP gemeinsam mit den beiden Parteien geschafft.

**Welchen Einfluss hat denn eine charismatische Persönlichkeit wie Christoph Blocher auf die Koalitionsbildung?**

Das ist eine sehr wichtige Frage, die ich allerdings im Moment noch nicht abschliessend beantworten kann. Wir untersuchen sie zurzeit im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Herausforderungen an die Demokratie im 21. Jahrhundert». Es geht dabei um die Personalisierung in der Politik und die Tendenz von populistischen Kurzschlüssen zwischen einer charismatischen Führungspersönlichkeit und der Bevölkerungsbasis. Man kann in ganz Europa feststellen, dass Parteien als intermediäre Organisationen an Gewicht verlieren und dass sich der Einfluss auf einzelne Personen verlagert. In der Schweiz findet diese Tendenz auf einem etwas tieferen Niveau ebenfalls statt. Ein zweiter wichtiger Trend ist die Globalisierung. Wir untersuchen zurzeit, was die Abwanderung von Entscheidungskompetenzen auf supranationale Gremien wie die EU für die nationalen Entscheidungsprozesse bedeutet. Diese Frage ist auch für die Schweiz wichtig, zum Beispiel beim autonomen Nachvollzug von EU-Recht.

**Es wird immer wieder behauptet, die Schweiz könne ein demokratisches Vorbild für die EU sein. Ist das wirklich so?**

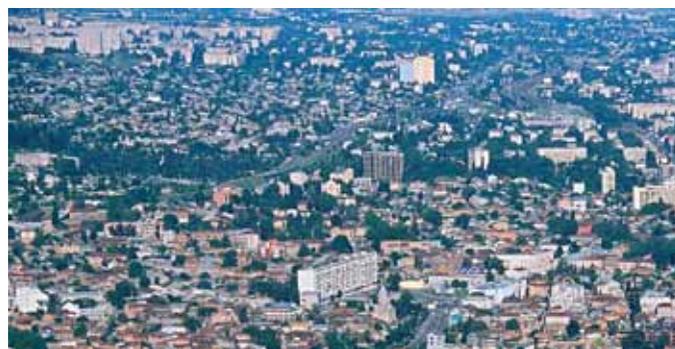
Ja, wir denken schon. Die Schweiz ist eine Art demokratisches Laboratorium. Wir haben auf kleinstem Raum institutionell sehr unterschiedlich ausgestaltete demokratische Systeme, und wir haben sehr viel Erfahrung mit der direkten Demokratie. Diese ist auch für andere Staaten attraktiv. So wird zum Beispiel derzeit in den Niederlanden darüber debattiert, ob man Referenden einführen solle. Die direkte Demokratie kann durchaus ein Exportartikel sein. ■

[www.nccr-democracy.unizh.ch](http://www.nccr-democracy.unizh.ch)

Hanspeter Kriesi: Role of The Political Elite in Swiss Direct-Democratic Votes. Party Politics, Vol. 12, 5: 599–622, 2006. Hanspeter Kriesi: Direct Democratic Choice: The Swiss Experience. Lanham: Lexington Press, 2005.

Nach zehn Jahren in Zürich lehrt der georgische Physiker Alexander Shengelaya (o.r.) nun an der Universität Tiflis (o.M.). Unten in der Mitte die Hauptstadt Tiflis, rechts die Gergeti-Dreifaltigkeitskirche, links das Ushguli Village, ein Unesco-Welterbe.

Bilder: zVg (2), RDB/Corbis, Prisma, www.tourism.gov.ge



# Aufbauarbeit in Georgien

Der Physiker Alexander Shengelaya ist in sein Heimatland Georgien zurückgekehrt, um sich an den Reformen in Bildung und Forschung zu beteiligen. Unterstützt wird er dabei vom Osteuropa-Programm Scopes\*.

Ich habe fast zehn Jahre mit meiner Familie in Zürich gelebt. Es war eine wunderbare Zeit. Meine beiden Kinder wurden dort geboren. Doch vor drei Jahren hat sich die politische Situation in meinem Heimatland Georgien dramatisch verändert. Der neue Präsident Michail Saakaschwili und die neue Regierung sind sehr reformorientiert. Um mich am Aufbau von Bildung und Wissenschaft zu beteiligen, bin ich heimgekehrt. Es gibt sehr viele begabte Studenten in Tiflis, und ich möchte ihnen die Gelegenheit bieten, Wissenschaftler zu werden, sich im Ausland weiterzubilden und ihr Wissen in ihre Heimat zurückzubringen.

Am Physik-Institut der Universität Zürich habe ich viele Jahre mit den Professoren Hugo Keller und Alex Müller zusammengearbeitet. Alex Müller hat mit Georg Bednorz 1987 den Nobelpreis für die Entdeckung der Hochtemperatur-Supraleitung bekommen. Es gibt aber immer noch viele offene Fragen, die wir zusammen untersuchen. Erstens versuchen wir, den Mechanismus der Hochtemperatur-Supraleitung zu verstehen. Es gibt verschiedene theoretische Modelle, und wir müssen Experimente finden, um sie zu testen. Zweitens geht es darum, neue Materialien zu finden, die bei relativ hohen Temperaturen supraleitend werden.

Als ich nach Georgien zurückkam, fanden gerade Professorenwahlen statt. Ich wurde Physikprofessor und Mitglied des Wissenschaftsrats, des höchsten Leitungsgremiums der Universität Tiflis. Eines unserer Hauptprobleme ist die Qualität der Forschung. Deshalb versuche ich zusammen mit den Kollegen der Chemie und der Biologie gute Forschungslabors aufzubauen.

Denn es ist wichtig, dass die Theorien nicht nur gelehrt, sondern auch experimentell überprüft werden können. Dank unseres Scopes-Projekts können meine Studenten in die Schweiz fahren, um dort Experimente durchzuführen. Zudem hat das Projekt die Transportkosten für ein Magnetresonanzspektrometer gedeckt, das mir Alex Müller geschenkt hat. Es ist das erste Instrument seiner Art an der Universität Tiflis, und es erlaubt uns, schöne Experimente durchzuführen.

Die politischen Reformen haben wirklich alle Aspekte des täglichen Leben beeinflusst: Es gibt bessere Strassen, eine bessere Infrastruktur in den Städten. Das Ziel von Georgien ist es, sich der EU und der Nato anzunähern. Doch das sieht Russland nicht gern. Wie uns die russischen Sanktionen treffen? Wir sind natürlich vom russischen Erdgas und Erdöl abhängig, aber die Abhängigkeit ist heute kleiner als noch vor fünf Jahren, denn unsere Regierung sucht nach Energielieferanten aus anderen Ländern. Es macht mir ein bisschen Angst, wenn ich an den Winter denke. Letzten Winter wurde die Gasleitung aus Russland auf der russischen Seite gesprengt, und wir haben einige Tage sehr gefroren. Der Kontakt zu den Kollegen an der russischen Kazan State University, mit denen wir zusammen arbeiten, funktioniert hingegen gut, einzig besuchen können wir einander nicht. Ich finde, die Politiker sollten sich an den Wissenschaftlern ein Vorbild nehmen. Ich hoffe sehr, dass sie eine gemeinsame Sprache finden. ■

Aufgezeichnet von Erika Meili

\*Das Programm Scopes wurde vom SNF zusammen mit der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (Deza) lanciert. Es fördert die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Schweiz mit Osteuropa inklusive GUS.



Magi Wechsler

# Glücklicher Zufall

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

Christoph Kolumbus erging es wie manchem Forscher: Er suchte etwas – und fand etwas Besseres. Das Deutsche kennt dafür kein Wort.

**M**anche Sprachen (und vielleicht auch Kulturen) zeigen sich der Forschung gegenüber weniger offen als andere. Ein Beweis? Weder das Französische noch das Deutsche haben eine Entsprechung des englischen Ausdrucks «serendipity» in ihrem Wortschatz. Wo das Englische ein einziges Wort braucht, benötigen die anderen eine langwierige Umschreibung, um eine der gewöhnlichsten menschlichen Erfahrungen wiederzugeben. Was aber bedeutet «serendipity»? Kurz: etwas suchen und dabei zufällig auf etwas anderes stossen (das besser ist als das, was man ursprünglich suchte).

So erging es Christoph Kolumbus, der nach Indien aufbrach und Amerika entdeckte. In der Wissenschaft war es Fleming, der zufällig die Wirksamkeit von Penicillin in einer kontaminierten Petrischale beobachtete. Oder ganz alltäglich: Irgend jemand sucht seine Schlüssel und findet stattdessen ein Buch wieder, das er verloren glaubte. Man kann sich sogar fragen, ob sich nicht jede wichtige Entdeckung der Wissenschaft auf die eine oder andere Art aus einer solch zufälligen Entdeckung entwickelte. Da wir nämlich nicht wissen, was wir nicht wissen, muss sich auch das intellektuelle Forschen einer anderen Logik als jener der reinen Deduktion (oder sogar Intuition) bedienen. Aber wo eine wirklich «andere» Logik finden, wenn nicht im Spiel mit den zufälligen Möglichkeiten?

Das ist das Verwirrende an der «serendipity»: Indem er die Überlegungen des Forschers verändert, verhält sich dieser «irrtümliche Weg» gleich wie eine genetische Mutation in der Evolutionsbiologie. Ob bei den wissenschaftlichen Denkvorgängen oder in der Biologie, die Gesetze der Evolution scheinen identisch zu sein: Sie werden vom Zufall geleitet.



Martine Gaillard

Lässt sich «serendipity» aktiv herbeiführen? Teilweise ja. Zum Beispiel, indem man seine spielerische Ader pflegt, sich unbeschwert, neugierig und mit Humor den Dingen nähert. Ist Ihnen schon aufgefallen, dass die meisten guten Wissenschaftler humorvoll sind (oder wenigstens einen trockenen Humor haben)? Um weiter ins Unbekannte vorzudringen, muss man sich für das Belanglose, Bizarre, für das, was stört, undienlich und unpassend ist, interessieren. «Forscher sein» bedeutet, mit Freude Begriffe umzuformen, sie neu zu mischen und – vor allem – mit ihnen zu spielen, bis das Unerwartete auftaucht.

Sich die Vorteile der «serendipity» anzueignen erfordert sowohl Zurückhaltung (also den Verlauf der Dinge nicht beeinflussen zu wollen) als auch Beharrlichkeit, Eigensinn und ein gerüttelt Mass an Appetit auf Entdeckungen (sowie zuweilen Ehre und Geld). «Etwas finden, egal was – sogar etwas Unnützes oder Störendes»: Das ist die Art der Besessenheit, mit der sich die Fruchtbarkeit des Zufalls ausschöpfen lässt.

Viele Forschende versuchen alles, was der «serendipity» entsprungen ist, zu vertuschen. Berichten sie vom Verlauf ihrer Entdeckung, lassen sie den Zufall – der ihrer Einschätzung nach das Verständnis der Realität mindert – verschwinden. Sie täuschen sich zweifellos. Ihr tatsächliches Verdienst wird es oft gewesen sein, in einem kurzen Augenblick eine neue Spur in der Zufälligkeit zu erkennen. Von allen Bekundungen der Natur ist die Zufälligkeit also diejenige mit der grössten Schöpfungskraft. Nichts ist edler, als sich mit ihr die Zeit zu vertreiben. ■

In dieser Rubrik äussern Kolumnistinnen und Kolumnisten ihre Meinung. Sie braucht sich nicht mit jener der Redaktion zu decken.



Launen der Natur

**Wieso kann ein Kind durchschnittlich intelligenter Eltern superschlau sein?**

Weil Intelligenz nicht nur mit den Genen zu tun hat. Oder anders gesagt: Weil Intelligenz nur bis zu einem gewissen Grad vererbt wird. Wahrscheinlich wurde das superschlaue Kind von klein auf mehr gefördert, es hatte ganz einfach mehr Ent-



faltungsmöglichkeiten als seine Eltern. Es könnte also gut sein, dass bereits die Eltern die Veranlagung für hohe Intelligenz haben, diese jedoch bei ihnen nicht gefördert und entwickelt werden konnte. Ausserdem ist die Entwicklung des Gehirns unheimlich komplex. Das Gehirn des Kindes hat vielleicht auch einfach zufällig eine günstigere Entwicklung durch gemacht. Gehirne einiger Menschen können effizienter arbeiten als solche von «normalen» Menschen. Wie sonst könnten Werke entstehen wie die Theorien von Albert Einstein?

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

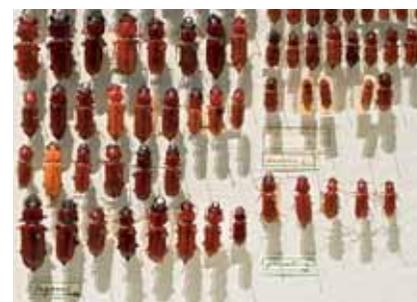


www.nmb.bs.ch

# Artenvielfalt erleben

Biodiversität ist für manche noch immer ein abstrakter Begriff. Nun veranschaulicht ihn die Wanderausstellung «natürlich vernetzt» der Naturhistorischen Museen Bern und Genf sowie des Forums Biodiversität Schweiz. Bis am 20. Mai 2007 ist die Sonderschau am Naturhistorischen Museum Basel zu sehen.

In einem inszenierten naturwissenschaftlichen Labor können sich Besucherinnen und Besucher spielerisch über Bedeutung, Erhaltung und Schönheit der Vielfalt informieren. Drei Ebenen der Biodiversität werden thematisiert: die Vielfalt der Gene, der Arten und der Lebensräume. Unter anderem sind die Besonderheiten der Bio-



diversität in der Schweiz und ihr Einfluss auf unsere Essgewohnheiten zu sehen. Das Naturhistorische Museum Basel kombiniert die Sonderschau «natürlich vernetzt» zudem mit der eigenen Ausstellung «Vielfalt des Lebens», die nur in Basel gezeigt wird. Sie zeigt Schätze aus der Sammlung des Naturhistorischen Museums, darunter eine äusserst vielfältige Käfersammlung und eine einzigartige Vogelsammlung aus Peru. **red** ■



Naturhistorisches Museum Basel,  
Augustinergasse 2, 4001 Basel  
[www.nmb.bs.ch](http://www.nmb.bs.ch)  
[www.biodiversitaet.ch](http://www.biodiversitaet.ch)

## 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 3  
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**  
Erika Meili (em, verantw. für diese Ausgabe)  
Philippe Morel (pm)  
Antoinette Schwab (as)  
Anita Vonmont (vo)

Marie-Jeanne Krill (mjk, französische Redaktion)

**Übersetzungen**  
Weber Übersetzungen  
Cécile Rupp

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

Hans-Christian Wepfer  
Anita Pfenninger (Korrektorat)

**Auflage**  
14 300 Exemplare deutsch,  
8 500 Exemplare französisch

**Litho:** Ast & Jakob,  
Vetsch AG, Köniz  
**Druck:** Stämpfli AG, Bern

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

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



Alfred Stückelberger, Gerd Grasshoff (Hrsg.)  
**PTOLEMAIOS – HANDBUCH  
 DER GEOGRAPHIE**

Das Werk von Klaudios Ptolemaios, das kurz nach 150 n.Chr. in Alexandria verfasst wurde, ist in einer durchgehend neu bearbeiteten zweisprachigen Ausgabe (Griechisch, Deutsch) wieder allgemein zugänglich gemacht worden (2 Teilbände mit CD-ROM).

Schwabe-Verlag, Basel, 2006, CHF 250.—



Irene Kriesi  
**BESCHÄFTIGUNGSMÖGLICHKEITEN  
 UND ERWERBSKONTINUITÄT VON  
 FRAUEN**

Weshalb unterbrechen viele Schweizerinnen ihre Erwerbsarbeit und steigen wieder ins Berufsleben ein? Welche Rolle spielt dabei das individuelle Stellenangebot? Mit Antworten zu diesen Fragen leistet dieses Buch einen wichtigen Beitrag zur öffentlichen Gleichstellungsdiskussion.

Rüegger-Verlag, Zürich, CHF 44.—



Brigitte Frizzoni, Ingrid Tomkowiak (Hrsg.)  
**UNTERHALTUNG**  
 Konzepte – Formen – Wirkungen

Autorinnen und Autoren verschiedener Fachgebiete stellen Konzepte der Unterhaltungsforschung vor und untersuchen Formen, Inszenierungsweisen, Rezeption und Wirkungen von aktuellen Unterhaltungsangeboten.

Chronos-Verlag, Zürich, CHF 58.—



Francisco Klauser  
**DIE VIDEOÜBERWACHUNG  
 ÖFFENTLICHER RÄUME**  
 Zur Ambivalenz eines Instruments  
 sozialer Kontrolle

Der Autor zeigt die gesellschaftlichen und räumlichen Auswirkungen der Videoüberwachung auf. Dabei thematisiert er auch das neue Verhältnis zwischen der Freiheit des Einzelnen und der Frage der öffentlichen Sicherheit.

Campus-Verlag, Frankfurt, 2006, CHF 78.—



Ursula Hoyningen-Süess, Dominik Gyseler  
**HOCHBEGABUNG**  
 aus sonderpädagogischer Sicht

Hochbegabt und trotzdem ein Fall für die Sonderpädagogik – oder gerade deswegen? Die Autoren zeigen, dass die schulische Sonderpädagogik ein hausgemachtes Problem hat – und wie es gelöst werden kann.

Haupt-Verlag, Bern, CHF 52.—

Bis 25. März 2007

**Gletscher im Treibhaus**

Die Sonderausstellung mit einem vielfältigen Rahmenprogramm weist auf die dramatischen Veränderungen der Gletscherlandschaften im Alpenraum in den letzten Jahrzehnten hin.

Schweizerisches Alpines Museum,  
 Helvetiaplatz 4, 3005 Bern  
[www.alpinesmuseum.ch](http://www.alpinesmuseum.ch)

Mittwoch, 10. Januar 2007, 18.15 Uhr

**Alles im Griff? Vom Umgang mit Risiken**

Mit Prof. Ortwin Renn, Universität Stuttgart, Andreas Götz, Vizedirektor BAFU, Prof. Georg Kreis, Universität Basel

Kollegiengebäude der Universität Basel, Hörsaal 102,  
 Petersplatz 1, 4056 Basel  
[www.1november.ch/risiko.html](http://www.1november.ch/risiko.html)

Mittwoch, 17. Januar 2007, 18.15 bis 19.30 Uhr

**Wie kann Ethik orientieren?  
 Das Beispiel der Life Sciences**

Prof. Dr. Christoph Rehmann-Sutter, Arbeitsstelle für Ethik in den Biowissenschaften, Universität Basel  
 Auditorium maximum, Universität Bern,  
 Hochschulstrasse 4, 3012 Bern  
[www.collegiumgenerale.unibe.ch](http://www.collegiumgenerale.unibe.ch)

Donnerstag, 20.15 bis 21.45 Uhr

**Aktuelle Probleme der Landwirtschaft**

Öffentliche Vorlesungsreihe von PD Dr. Urs Bernegger  
 18. und 25. Januar, 1. und 8. Februar 2007  
 Universität St. Gallen, Raum HSG A 111,  
 Dufourstrasse 50, 9000 St. Gallen  
 Detailprogramm: [www.few.unisg.ch](http://www.few.unisg.ch)

Jeweils letzter Montag des Monats, 20 bis 21.30 Uhr

**Science Bar Zürich**

29. Januar 2007:  
 Wird der Mensch der Zukunft mit Roboterteilen ergänzt?

26. Februar 2007:  
 Genug gestresst! Wann beginnt der Burnout?

26. März 2007:  
 Wenn Wissenschaftler nach Ufos suchen –  
 Science-Fiction und Wissenschaft  
 Bar-Buchhandlung sphères, Hardturmstrasse 66, 8005 Zürich  
[www.spheres.cc/bühne/Veranstaltungskalender.asp](http://www.spheres.cc/bühne/Veranstaltungskalender.asp)

Samstag, 10. Februar 2007, 9.15 bis 17.30 Uhr

**Gott und Gen**

Auf der Suche nach den biologischen Grundlagen der Religiosität  
 Kollegienhaus der Universität, Aula,  
 Petersplatz 1, 4056 Basel  
 Weitere Informationen: [ch.aus@unibas.ch](mailto:ch.aus@unibas.ch)