



horizonte

SWISS-PROT: Die Eiweiss-Mega-Datenbank

BÖSE BLÄSCHEN: Das Phänomen der Kavitation

EISZEITEN: Kühle Spur zum Treibhauseffekt

WEISSTANNEN: Was sie aus dem Süden vertrieb

Proteine und Mikroprozessoren

Unserere moderne Informationsgesellschaft produziert eine Flut von Daten aller Art, immer mehr, immer schneller. Wie können diese ständig zunehmenden Datenflüsse bewältigt werden? Zahlreiche Forschende, die sich mit dem Genom und dem Proteom von Lebewesen befassen, mussten sich dieser Herausforderung bereits in den 80er Jahren stellen.



Einige unter ihnen wagten damals den Sprung in die Informatik, als der Computer gerade daran war, den Alltag zu erobern. Sie tauschten gewissermassen die Labormaus mit der Computermouse und wurden zu Pionieren einer neuen wissenschaftlichen Disziplin: der Bioinformatik.

In der vorliegenden Ausgabe von «Horizonte» stellen wir Ihnen einen dieser Vordenker vor, dessen Lebensgeschichte eng mit der Geschichte der Bioinformatik verwoben ist. Es handelt

sich um den Gründer von Swiss-Prot, der Referenzdatenbank in Sachen Proteine. Im August feierte diese Datenbank ihr 20-jähriges Bestehen, und wir wünschen ihr für die nächsten 20 Jahre weiterhin gutes Gedeihen.

Nach einem Abstecher zu den Seesternen Hawaiis laden wir Sie ein zu einer kleinen Zeitreise zu einem grossen Streit in der Geschichte der Wissenschaft. Im 18. und 19. Jahrhundert lieferten sich zwei Denkschulen erbitterte Wortgefechte zur Entstehung der Erde. Obwohl sich die einen, die «Neptunisten», schliesslich angesichts der Argumente ihrer Gegner geschlagen geben mussten, vermachten sie uns ein wertvolles Erbe: die Theorie der Eiszeiten. Etliche Jahrzehnte später trug die Forschung über die Eiszeiten zur Entdeckung des Treibhauseffekts bei, eine Thematik, die noch immer nichts an Brisanz eingebüsst hat. Eine falsche Spur führte zu einer wertvollen Erkenntnis.

Bei ihrer Rolle als Wegbereiterin muss die Forschung ausgetretene Pfade verlassen, um neue Gebiete zu erschliessen. Dieses Vorgehen ist zwar mit Risiken verbunden, aber die Irrtümer der einen ermöglichen das Vorwärtskommen anderer. Selten ist der direkteste Weg auch der beste Weg. Das gilt in besonderer Weise für die Grundlagenforschung.

Philippe Morel
Redaktion «Horizonte»

Severin Nowacki



Hat eine Passion für Proteine, Informatik und ausserirdisches Leben: Amos Bairoch.

EPFL



20 Durch Druck können im Wasser zerstörerische Dampfbläschen entstehen.

swiss-image.ch



Gletscherspuren liessen Geologen vor 200 Jahren über die Entstehung der Erde rätseln.

«Wer Unternehmer wird, sollte die akademische Forschung verlassen.»

Wissenschaftsphilosoph Sheldon Krinsky

Seite 28

Umschlagbild oben:
Grossraumbüro Swiss-Prot
Bild: Severin Nowacki

Umschlagbild unten:
Mikroskopische Aufnahme
von Weisstannpollen
Bild: Universität Bern



Aktuell

- 5 Nachgefragt
Gemeinsame Sorge kein Patentrezept
- 6 Der Dreizack des Neptun
Düngung von Alpweiden mit langfristigen Folgen
Quantenteleportation:
Die Wissenschaft holt die Fiktion ein
- 7 Im Bild
Kern und Schale
- 8 «Null Bock auf Schule»
Unbewusster Ärger
Schleudertrauma sichtbar gemacht

Titel

- 9 **Durchblick im Eiweiss-Dschungel**
Die Vielfalt der Proteine ist enorm: Allein der Mensch bildet im Lauf seiner Entwicklung mindestens 30000 verschiedene Eiweisse. Vor 20 Jahren beschloss der Genfer Biochemiker Amos Bairoch, alle bekannten Eiweisse in einer Datenbank namens Swiss-Prot zu sammeln und öffentlich verfügbar zu machen. Heute enthält Swiss-Prot etwa 230000 Sequenzen und wird weltweit genutzt.

Porträt

- 16 **Guy Bodenmann: Ein Mann ohne Stress**
Der Beziehungspsychologe hat weltweit anerkannte Programme zum besseren Umgang mit Stress entwickelt und selbst daraus gelernt.

Interview

- 28 **«Verfälschungen durch Sponsoring sind real»**
Der Wissenschaftsphilosoph Sheldon Krinsky mahnt, die Kommerzialisierung der Wissenschaft sei vielerorts zu weit fortgeschritten.

Weitere Themen

- 18 **Hilfsbedürftig und doch selbstständig**
Die Betreuung von unterstützungsbedürftigen Personen findet in der Schweiz wenig Anerkennung, ist aber sehr vielfältig und oft innovativ.
- 20 **Rätselhafte Blasen**
In Wasserturbinen entstehen durch Druckabfall Dampfbläschen mit grosser Zerstörungskraft.
- 22 **Immunangriff aufs eigene Herz**
Eine Überreaktion des Immunsystems kann Ursache von Herzschwäche sein, vor allem bei jüngeren Patienten.
- 23 **Was Eiszeiten mit dem Treibhauseffekt verbindet**
Von einer falschen Hypothese ausgehend, förderten Eiszeitforscher im 19. Jahrhundert die Entdeckung des Treibhauseffekts.
- 26 **Heisse Tage am Tannenstrand**
Vor 6000 Jahren haben Waldbrände die Weisstanne aus dem Mittelmeerraum vertrieben.
- 31 **Vor Ort: Bei den Seesternen auf Hawaii**
Deborah Zulliger taucht nach Kammseesternen, um ihre Populationsstruktur zu erforschen.
- 32 **«Natürlich hielt er sich für den Besten!»**
Das Werk des Schweizer Schriftstellers Robert Walser wird mit einer kritischen Gesamtausgabe gewürdigt.

Rubriken

- | | |
|----------------------|----------------|
| 4 Meinungen | 34 Nussknacker |
| 4 In Kürze | 34 Exkursion |
| 15 Wie funktioniert? | 34 Impressum |
| 25 Cartoon | 35 Bücher |
| 33 Perspektiven | 35 Agenda |

Wie viel CO₂ wird gebunden?

Nr. 69 (Juni 2006)

Die Doppelseite über den Iroko-Baum ist sehr gut verständlich und anschaulich gestaltet. Auf den ersten Blick bietet sich in der Tat eine aussichtsreiche CO₂-Fixierungsmethode an. Nach eingehender Lektüre stellt sich mir jedoch die folgende Frage: Der Baum braucht zu seiner Kalziumoxalatbildung gelöste Kalzium-Ionen aus dem Boden (woanders können sie kaum herkommen). Kalziumreserven im Boden sind jedoch überwiegend als Karbonat vorhanden. Um es in die lösliche Form zu bringen, muss es irgendwo (z.B. an den Wurzelspitzen) durch Säure zersetzt werden. Dabei wird eine entsprechende (äquimolare) Menge CO₂ frei, die in dem Kreislaufschema leider nicht berücksichtigt wird. Könnte es sein, dass es sich einfach um den Ersatz des mineralischen Karbonats durch biogenes handelt? Mehr CO₂ als das molekulare Äquivalent des im Boden vorhandenen Kalziumkarbonats (=CaCO₃) kann jedenfalls nicht «gebunden» werden.

Werner Sieber

Dr. sc. techn. ETH, Riehen

Antwort des Forschers

Es ist sehr wohl möglich – und das ist bei diesem Modell entscheidend –, mehr CO₂ zu «binden» als die Menge, die dem ursprünglich im Boden enthaltenen Kalziumkarbonat entspricht. Das hängt damit zusammen, dass das Kalzium nicht von Karbonaten, sondern von Silikaten oder von Alumosilikaten stammt. Von diesen Substraten werden durch die Einwirkung saurer

Lösungen, die ihren Ursprung in den Wurzeln, aber auch im CO₂ der Atmosphäre haben können, Kalzium-Ionen freigesetzt; diese wiederum können vom Baum oder von den Pilzen zur Herstellung von Kalziumoxalat aufgenommen werden. Dabei entstehen je nach Substrat gelöste Kieselsäure, sekundäre Alumosilikate (Neogenese von Tonmineralen) und gelöstes Hydrogenkarbonat. Bäume, die auf hauptsächlich granithaltigen oder schiefrigen Substraten und damit auf anfänglich sauren Böden wachsen, verändern ihre Umgebung mit der Ablagerung von Kalziumkarbonat durch das Ökosystem «Baum-Pilze-Bakterien». Natürlich kann das abgelagerte Karbonat wiederholt gelöst und erneut abgelagert werden, sein Ursprung geht aber direkt zurück auf den Oxalat-Karbonat-Kreislauf und damit auf das von der Pflanze aus der Atmosphäre gefangene Kohlendioxid. Es muss also klar eine Karbonatquelle vorliegen, und es handelt sich nicht einfach um einen Austausch wie zum Beispiel bei den Prozessen in karstiger Umgebung.

Prof. Eric P. Verrecchia
Universität Neuenburg

pri@snf.ch

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

ETH Zürich lockt EURYI-Preisträger an



Auch in diesem Jahr zahlen sich die europäischen EURYI-Awards für die Schweiz aus: Der 30-jährige deutsche Mathematiker Manuel Torrilhon nutzt das Preisgeld von rund einer Million Euro, um an der ETH Zürich mit numerischer Analyse, mathematischer Simulation und modernen Rechenmethoden partielle Differentialgleichungen zu lösen. Anwendungen könnten die Simulation von Plasmaflüssen für die Industrie, aber auch magneto-hydrodynamische Simulationen sein. Der EURYI Award, ein Programm von 20 europäischen Forschungsorganisationen, zeichnet jährlich 25 junge Spitzenforschende aus der ganzen Welt aus und ermöglicht ihnen eine Karriere im europäischen Forschungsraum.

Akademien arbeiten enger zusammen

Die vier wissenschaftlichen Akademien der Schweiz (SCNAT, SAMW, SAGW und SATW) haben sich als «Akademien der Wissenschaften Schweiz» zu einem neuen Verbund zusammengeschlossen. Sie streben damit eine stärkere Zusammenarbeit an; insbesondere in den Bereichen der Früherkennung, der Ethik und des Dialoges mit der Gesellschaft sollen vermehrt Synergien genutzt und die vorhandenen Kompetenzen ausgebaut werden.

Klimaspezialist im Geografen-Olymp

Heinz Wanner, Direktor des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Klima», erhält den diesjährigen Welt-Geografiepreis «Vautrin Lud». Der renommierte Preis gilt von der Bedeutung her als inoffizieller Nobelpreis für Geografie, schreibt die Universität Bern, an der der geehrte Geograf tätig ist. Heinz Wanner erhält den Preis am 28. September im Rahmen des Festival international de Géographie in Saint-Dié-des-Voges (F) für sein Gesamtwerk in Lehre, Forschung und Engagement für internationale Projekte.



Interdisziplinäre Forschung aufgewertet

Ab 1. Oktober 2006 führt der SNF in der freien Forschung ein neues Verfahren ein, das eine bessere Beurteilung der immer zahlreicheren interdisziplinären Projekte erlaubt. Unter anderem werden interdisziplinäre Projekte neu durch eine eigene Kommission evaluiert, in der Experten und Expertinnen auf dem Gebiet der Interdisziplinarität wie auch der jeweiligen Fachbereiche vertreten sind (KID, Kommission für Interdisziplinarität). Zu den Neuerungen gehört auch eine bessere interne Koordination sowie klar definierte Vorgaben für Gesuche für interdisziplinäre Projekte. Die Neuerungen werden nach zwei Jahren evaluiert.

www.snf.ch/de/fop/pfu/pfu_bre.asp

Gemeinsame Sorge kein Patentrezept

Eine gemeinsame rechtliche Sorge der Eltern ist im Scheidungsfall nicht a priori die beste Lösung für die Kinder, sagt Heidi Simoni, designierte Leiterin des Marie-Meierhofer-Instituts für das Kind und Co-Leiterin einer Studie zu «Kinder und Scheidung».



Nik Hunger

Was brauchen Kinder, wenn sich ihre Eltern scheiden lassen?

Für Kinder ist nicht das Scheidungsurteil wichtig, sondern ihr konkreter Alltag. Sie sollen im Scheidungsfall Kinder mit altersabhängigen Bedürfnissen und Interessen bleiben dürfen. Entscheidend ist, ob die Eltern respektvoll mit ihnen und miteinander umgehen. In unseren Interviews sagten die Kinder überdies deutlich, dass sie in die Gestaltung des Familienlebens einbezogen werden wollen. Ein wichtiges Kindwohl-Kriterium ist deshalb die Anhörung vor Gericht. Wenn dieses Gespräch gut geführt wird, so stärkt es das Gefühl der Eigenwirksamkeit und damit die Psyche.

Die elterliche Sorge

Seit der Revision des Scheidungsrechts ist in der Schweiz die gemeinsame elterliche Sorge möglich. Vorausgesetzt wird ein gemeinsamer Antrag der Eltern und eine Konvention über Kinderbetreuung und Unterhaltskosten, die dem Kindwohl entspricht. 2004 erhielten die elterliche Sorge in 30 Prozent der Scheidungsfälle beide Eltern, in 65 Prozent die Mütter, in 5 Prozent die Väter. Das Nationalratspostulat von Reto Wehrli (CVP) fordert das gemeinsame Sorgerecht als Regel. Es wird zurzeit beim EJPD geprüft.

«Es gibt keine Studie, die seriös zeigt, dass die gemeinsame Sorge einen positiven Einfluss auf die Kooperationsfähigkeit der Eltern hat.»

Wie beurteilen Sie die heutige gesetzliche Grundlage bei Scheidungen in der Schweiz?

Sie entspricht nicht unseren Vorstellungen moderner Elternschaft: Es ist ein Affront, als «Besuchsvater» die Verantwortlichkeit für das Kind zu verlieren. Ebenso stossend ist es, wenn bei gemeinsamer Sorge die «Wohnmutter» vom Expartner schikaniert werden kann.

Ist die gemeinsame Sorge der Eltern nicht die beste Lösung für das Kind?

Es gibt keine Studie, die seriös zeigt, dass die gemeinsame Sorge einen positiven Einfluss auf die Kooperationsfähigkeit der Eltern hat. Die rechtliche Situation kann nichts erzwingen, was psychologisch nicht möglich ist. Sie kann hingegen Konfliktherde schüren oder entschärfen. Unsere Befragung ergab, dass immerhin ein Drittel der «Wohnmütter» mit gemeinsamer Sorge damit nicht zufrieden ist. Am meisten zufriedene Familien fanden wir, wenn die Verantwortung für die Kinder rechtlich und im Alltag geteilt wird. Dieses partner-

schaftliche Modell ist leider vor und nach der Scheidung immer noch rar.

Wie stellen Sie sich den «idealen Scheidungsfall» vor?

Es braucht differenzierte Lösungen. Allgemein gilt es Wege zu finden, in denen kein Elternteil den Alltag des Kindes willkürlich blockieren kann, wohl aber Mutter und Vater im Konkreten dafür Verantwortung übernehmen können. Mit fachlicher Unterstützung wie Elternberatung oder Mediation müsste bereits frühzeitig im Trennungsprozess das Vorgehen bei künftigen Uneinigkeiten thematisiert und geklärt werden.

Wie stehen Sie zur aktuellen politischen Forderung nach gemeinsamer Sorge als Regelfall?

Wenn wir die gemeinsame Sorge wie gefordert nach deutschem Modell einführen, verzichten wir künftig im Regelfall auf eine Kindwohlprüfung und auf die Anhörung. Ich finde es höchst problematisch, diese Kinderrechte über Bord zu werfen. ■

Interview von Susanne Birrer

Die im Dezember 2006 abgeschlossene Studie «Kinder und Scheidung» des Nationalen Forschungsprogramms 52 «Kindheit, Jugend und Generationenbeziehungen» steht unter der Leitung von Rechtsprofessorin Andrea Büchler von der Universität Zürich und der Psychologin Heidi Simoni. Sie basiert auf der Analyse von Gerichtsakten, Interviews mit Richterinnen und Richtern, betroffenen Kindern und Eltern sowie schriftlichen Befragungen von rund 2000 Eltern (vgl. www.nfp52.ch).



Illustration des Planetensystems um den Stern HD69830

Der Dreizack des Neptun

Elf Jahre nach ihrer Entdeckung des ersten Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems haben Astronomen des Observatoriums der Universität Genf weitere Exoplaneten aufgespürt. Mit Forschenden der Universität Bern und anderen europäischen Instituten konnten sie ein Planetensystem um den Stern HD69830 nachweisen. Die Eigenschaften dieses Systems machen es zum nächsten bisher beobachteten Verwandten unseres Sonnensystems, obwohl es sich eher um einen entfernten Cousin als um einen Bruder handelt.

Zum System mit dem Namen «Neptun-Dreizack» gehören zwei felsige Planeten und ein Planet aus Gas, die um einen nur wenig kleineren Stern als die Sonne kreisen. Mit einer um rund 10, 12 und 18 Mal höheren Masse als die Erde liegen sie im Grössenbereich des Neptuns. Gemäss Nasa gehört zum System auch ein Asteroidengürtel. Der mächtigste dieser Planeten – wahrscheinlich mit einem felsigen Kern und einer beachtlichen Atmosphäre – befindet sich in der «Bewohnbarkeitszone» von HD69830, d.h. in jenem weder zu nahen noch zu fernen Bereich eines Sterns, in dem Wasser auf einem erdähnlichen Planeten in flüssiger Form vorkommen könnte. Durch die auf dem Planeten herrschenden Druck- und Temperaturverhältnisse befindet sich das Wasser allerdings in einem superkritischen, weder flüssigen noch gasförmigen Zustand. Die Präzision der europäischen Beobachtungen lassen die nächste Schlüsseltape der Exoplanetenforschung bereits erwarten: die Entdeckung eines Planeten, der in der «Bewohnbarkeitszone» eines Sterns liegt und zugleich ähnlich gross ist wie die Erde. **pm** ■

Nature, Bd. 441, S. 305 (2006)
Astronomy & Astrophysics, erscheint demnächst

Düngung von Alpweiden mit langfristigen Folgen

Eine vor über 70 Jahren angelegte landwirtschaftliche Versuchsfläche auf der Schynigen Platte bei Grindelwald (BE) erweist sich heute als Glücksfall für die Umweltforschung, ermöglicht sie doch einmalig langfristige Beobachtungen in einem emissionsfernen Gebiet. Der Berner Botaniker Werner Lüdi suchte hier in den 1930er Jahren nach Methoden, um wenig ertragreiche Alpweiden in landwirtschaftlich produktivere Vegetationstypen überzuführen. Lüdi verwendete dazu verschiedene Bearbeitungsmethoden und brachte Dünger und Kalk aus. Die damaligen, nur kurzzeitigen Eingriffe wirken bis heute nach: Die ursprüngliche, an magere und saure Standorte angepasste, artenreiche Vegetation hat Fettweidepflanzen Platz gemacht. Wie eine im Fachmagazin «Ecology» veröffentlichte Studie von Thomas Spiegelberg, Otto Hegg und anderen zeigt, haben die Kalkgaben nicht nur den Kalziumgehalt des Bodens erhöht, sondern auch die mikrobielle Zusammensetzung nachhaltig verändert. Die im Boden vorhandenen Nährstoffe wurden dadurch für die Pflanzen besser verfügbar, was nährstoffzehrenden Pflanzen zugute kam. Früher typische Arten wie Bärtige Glockenblume, Weissorchis oder Berg-Nelkenwurz haben markant abgenommen, Arnika bleibt bis heute verschwunden. Die Ergebnisse zeigen, dass Ökosysteme im Gebirge speziell unflexibel auf menschliche Eingriffe reagieren und nur langsam – wenn überhaupt – zum ursprünglichen Zustand zurückfinden. **Urs Steiger** ■

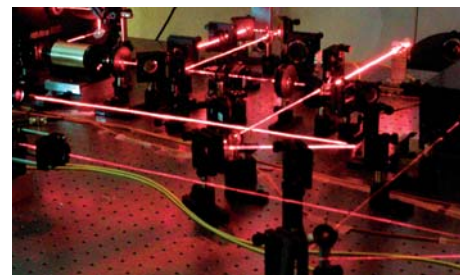


Langzeitbeobachtung der Ökosysteme auf den Versuchsflächen auf der Schynigen Platte (BE)

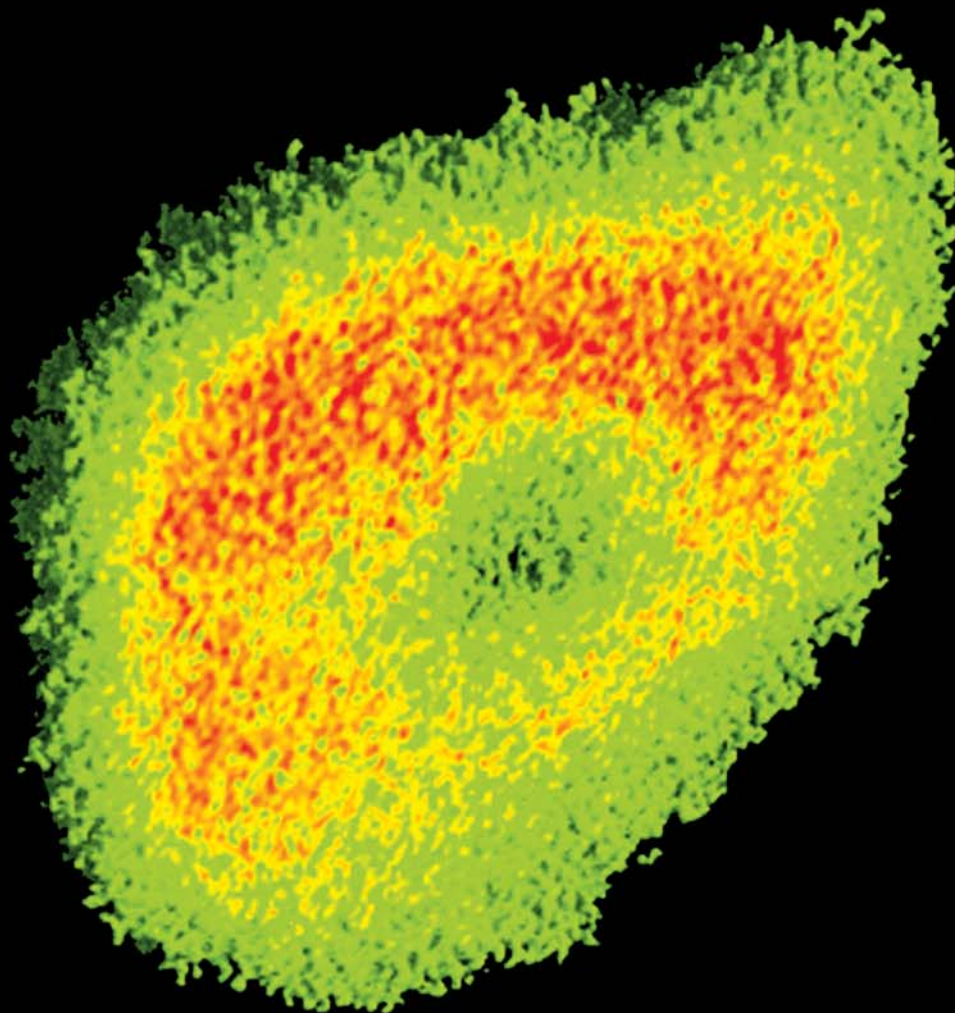
Quantenteleportation: Die Wissenschaft holt die Fiktion ein

Die Wissenschaft ist der Fiktion um einen Schritt näher: Nicolas Gisin und sein Team von der Fakultät für Physik der Universität Genf gelang die Quantenteleportation unter «normalen» Bedingungen. Bei der Quantenteleportation geht es um die Übertragung von Informationen wie etwa beim Faxen oder Mailen. Übertragen werden aber nicht digitale Signale, sondern die Eigenschaft eines Photons auf ein anderes. Interessant ist, dass sich die Eigenschaft des Photons verändert, sobald jemand den Übertragungsprozess mitverfolgt. In der Praxis wird diese Form der Informationsübermittlung damit auch für Banken und andere an sicherem Datentransfer interessierte Unternehmen spannend. Das Team um Nicolas Gisin macht keineswegs nur erste Gehversuche. Im Januar 2003 gelang Ihnen eine Teleportation über 2 Kilometer – die bisher längste Entfernung weltweit. Im Juni 2006 wiederholten sie den Versuch, zwar nur über 800 Meter, aber mit Hilfe der üblichen Glasfaser-

kabel zur Informationsübertragung zwischen der Universität Genf und der Swisscom-Zentrale von Plainpalais. Den Forschenden gelang damit sozusagen der Übergang von einem Laborexperiment zur praktischen Anwendung unter viel alltäglicheren Bedingungen. Diese Ergebnisse bedeuten nicht nur einen weiteren Fortschritt im Bereich der Quantenphysik, sondern sie bringen auch die Quantenkryptografie einen Schritt weiter. **Elisabeth Gordon** ■



Bei der Quantenteleportation werden Eigenschaften von Photonen übertragen.



Kern und Schale

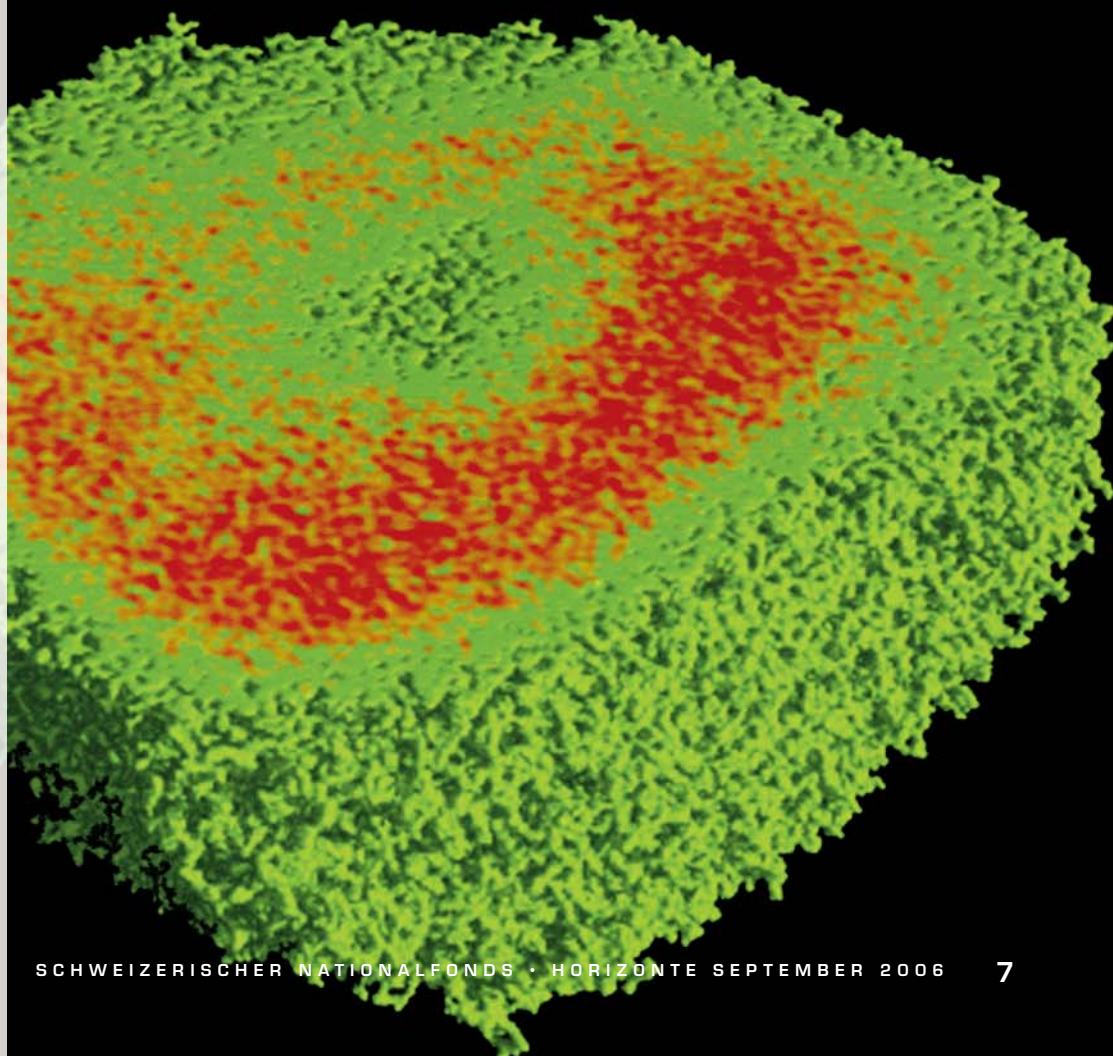
Zellen verhalten sich in dreidimensionalen Strukturen häufig anders, als wenn sie auf einem Substrat gezüchtet werden. Deshalb versucht man, das Verhalten von Zellen in Zellhaufen zu untersuchen. Wenn diese jedoch zu gross sind, entsteht ein überraschender Effekt. Die Zellen im Innern sterben ab, weil sie ungenügend mit lebenswichtigen Elementen versorgt werden.

Bert Müller vom Institut für Bildverarbeitung der ETH Zürich hat nun zusammen mit Philipp Thurner von der Empa Dübendorf und Marco Riedel von der Firma ProBioGen in Berlin einen Weg gefunden, wie die optimale Grösse der Zellhaufen ermittelt werden kann. Die Forscher haben an der Swiss Light Source am Paul-Scherrer-Institut in Villigen und am HASYLAB am DESY in Hamburg Nierenzellen mit Osmium markiert und anschliessend mit Synchrotronstrahlung untersucht.

Auf diese Weise gelang es ihnen, den Zellhaufen mit seinem nekrotischen Kern dreidimensional abzubilden. Die Messungen zeigen, dass die lebendige Zellschicht (grün) um den abgestorbenen Kern (rot und gelb) ungefähr sechs Lagen dick ist.

Felix Würsten ■

Microscopy and Microanalysis (2006), Band 12,
Seite 97–105
Bild Bert Müller



«Null Bock auf Schule»

Unbeliebte Fächer schwänzen, Randstunden auslassen, sich bei Eltern und Lehrern als krank ausgeben: Das Phänomen Schulschwänzen ist nicht neu, aber in der Schweiz kaum erforscht. Margrit Stamm, Professorin für berufs- und sozialpädagogische Aspekte des Jugendalters an der Universität Freiburg, hat das Thema nun kürzlich aufgrund einer Zufallsauswahl von 28 Schulen und fast 4000 Schülerinnen und Schülern in acht Kantonen der Deutschschweiz untersucht. Die vorliegenden Daten der 12- bis 17-Jährigen sind erstaunlich: 47 Prozent geben an, schon einmal oder mehrmals geschwänzt zu haben. Über ein Drittel beginnt damit bereits in der 4. bis 6. Primarschulklasse. Wegen mangelnder Daten lässt sich nicht sagen, ob das Phänomen zugenommen hat. Bedenkenswert ist laut Margrit Stamm jedoch, dass die so genannten massiven Schulschwänzer – 6 Prozent aller Schüler – vermutlich ein erhöhtes Risiko für delinquentes Verhalten tragen. Die Gründe, weshalb geschwänzt wird, sind vielfältig. Unter anderem gaben 64 Prozent an, sie hätten «Null Bock auf Schule». Insgesamt scheint das Phänomen hauptsächlich mit einer Schulverdrossenheit einherzugehen. Die Mädchen tendieren anzahlmässig etwas mehr zum Schulschwänzen, wenn auch nur gelegentlich; massives Schwänzen, d.h. mehr als fünf Mal pro Schuljahr, ist dagegen bei den Knaben deutlich stärker verbreitet. Jeder fünfte Jugendliche fälscht die Unterschrift seiner Eltern. Margrit Stamm ortet ein Wahrnehmungsproblem an den Schulen: Die Lehrer hätten bei Beginn der Studie versichert, das Phänomen sei bei ihren Schülern kein Thema. **Daniela Kuhn**



Fast die Hälfte der 12- bis 17-Jährigen hat schon ein- oder mehrmals die Schule geschwänzt.

Unbewusster Ärger

Was tun, wenn der Bus zur Arbeit einem vor der Nase abfährt? Gelassen auf den nächsten warten oder insgeheim leise fluchen? Ob ein Ereignis zum Ärgernis wird oder nicht, entscheiden automatische, unbewusst ablaufende Bewertungen. Zu diesem Schluss kommen in einer kürzlich publizierten Studie Frank Wilhelm, Leiter des Labors für klinische Psychophysiologie der Universität Basel, sowie Forschende der Stanford University und der University of Amsterdam. In einem psychologischen Test sollten Versuchsteilnehmer Wörter wie «kontrolliert» oder «entladen» möglichst schnell positiven oder negativen Wörtern wie «Ehre» oder «faul» zuordnen. Die Reaktionen der Teilnehmer verliefen zu schnell, um manipuliert werden zu können. In einer Ärger auslösenden Laborsituation

wurden ausserdem sprachliche, mimische und kardiovaskuläre Anzeichen von Ärger mit früheren Aussagen der Teilnehmer über ihre generellen Ärgertendenzen verglichen.

Die körperlichen Reaktionsmuster zeigten, dass Teilnehmer, die ihren Ärger zurückhalten können, die Laborsituation eher als Herausforderung denn als Bedrohung betrachteten. Man vermutet, dass die Art und Weise, wie Emotionen geregelt werden, durch Gene, frühe Erfahrungen, den Erziehungsstil und die jeweilige Kultur geprägt ist und dass solche Prozesse grösstenteils automatisch ablaufen. Veränderungen sind jedoch im Laufe des Lebens möglich, allenfalls auch erlernbar. **Daniela Kuhn**

Personality and Social Psychology Bulletin (2006), Bd. 32, Nr. 5, Seite 589–602



Inselspital Bern

Das MRT-Bild der Halswirbelsäule eines Patienten zeigt Blutungen im Wirbelkanal (Pfeil) und am Dornfortsatz eines Halswirbels (Stern).

Schleudertrauma sichtbar gemacht

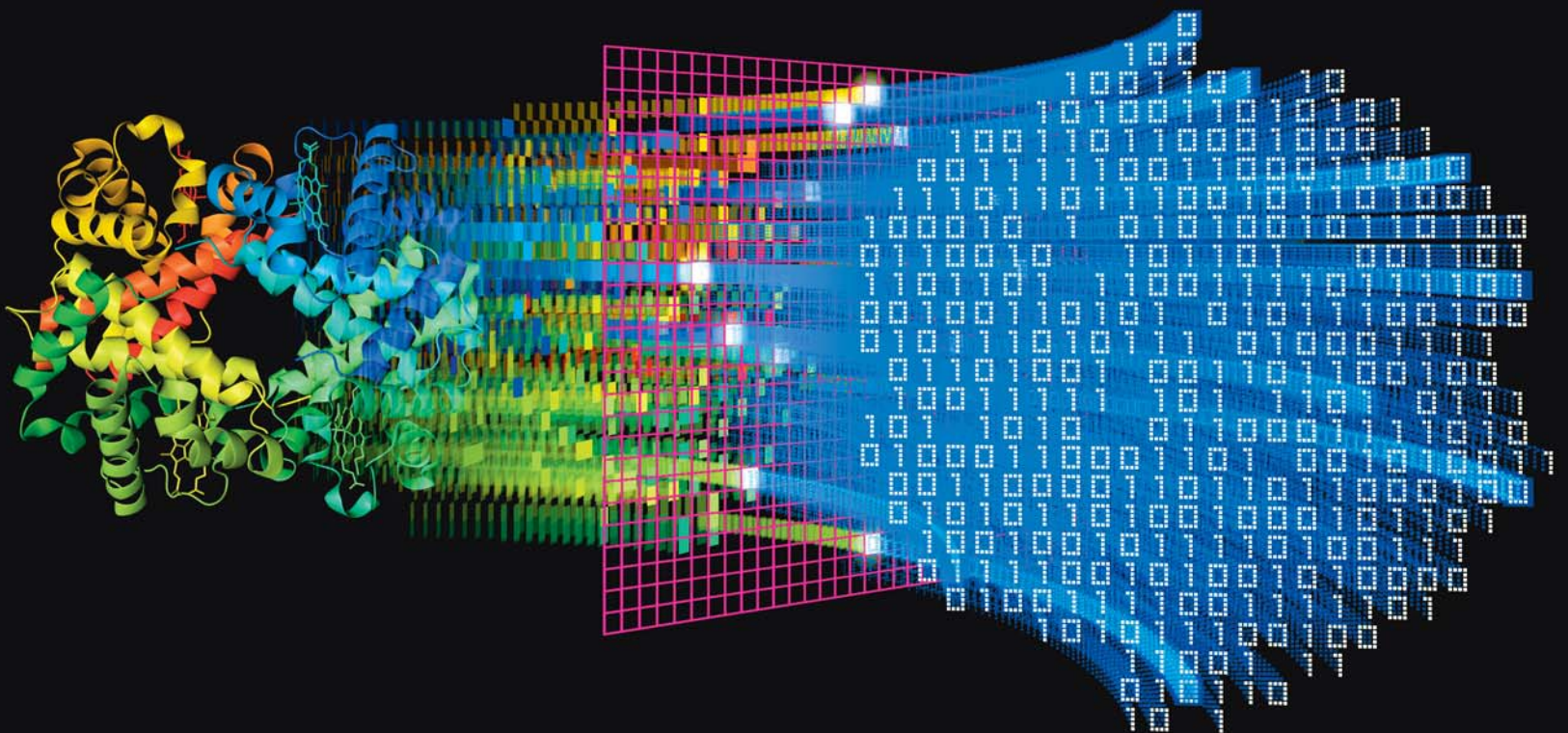
In der Schweiz erleiden jedes Jahr etwa 26 000 Menschen ein Schleudertrauma. Bei den meisten heilen die Beschwerden, vor allem Nackenschmerzen, rasch ab, manchmal werden sie aber chronisch und schränken die Lebensqualität stark ein.

Forschende des Nationalen Forschungsprogramms «Muskuloskeletale Gesundheit – chronische Schmerzen» (NFP 53) haben nun erstmals Unfallopfer innerhalb von 48 Stunden mit Hilfe der Magnetresonanztomografie (MRT) untersucht. Dabei gelang es dem Forschungsteam, bei rund der Hälfte von 51 bisher untersuchten Patienten deutliche MRT-Befunde nachzuweisen, die im konventionellen Röntgen- oder Computertomografiebild nicht zu sehen sind: kleinste Verletzungen, etwa Mikrofrakturen der Wirbelkörper, Blutungen oder Zerrungen und Einrisse von Bändern und Muskeln. «Jetzt interessiert uns, ob es sich dabei womöglich genau um die Patienten handelt, deren Beschwerden chronisch werden», sagt Studienleiterin Suzanne Anderson vom Inselspital Bern. Alle Patienten werden nach drei und sechs Monaten erneut untersucht, und der Genesungsprozess der Patienten mit und ohne MRT-Auffälligkeiten wird miteinander verglichen. Chronische Fälle unterziehen die Ärzte einer lokalen Nervenblockade. So können sie prüfen, ob die MRT-Auffälligkeiten auch tatsächlich der Grund für die Schmerzen sind. Ziel der Studie ist es, die Ursachen der Nackenbeschwerden zu klären und Patienten mit einem Risiko zur Chronifizierung sofort zu erkennen, um sie möglichst frühzeitig und gezielt behandeln zu können. **Ruth Jahn**



Durchblick im Eiweiss-Dschungel

Im Lauf seiner Entwicklung bildet der menschliche Körper mindestens 30 000 verschiedene Eiweisse. Welche Aufgaben sie erfüllen, ist noch weitgehend unbekannt. Unterstützung bieten Protein-Datenbanken, die Vergleiche zwischen neu entdeckten und bekannten Eiweissen ermöglichen. Die renommierteste dieser Datenbanken heisst Swiss-Prot und wurde vor 20 Jahren vom Genfer Biochemiker Amos Bairoch gegründet. *Bild Severin Nowacki, Illustration Mathias Bader*





Steckbrief Eiweisse

Die Bausteine der Eiweisse (Proteine) sind die Aminosäuren – kleine organische Moleküle, die Stickstoff enthalten. Der Mensch braucht 20 Aminosäuren, aus denen die natürlichen Proteine bestehen, acht davon kann er nicht selbst bilden und muss sie über die Nahrung aufnehmen.

Im Lauf seiner Entwicklung bildet der menschliche Körper mindestens 30 000 verschiedene Proteine. Sie sind die

wichtigsten Bestandteile der Zellen und bestimmen fast alle Lebensvorgänge. Es gibt zum Beispiel die Strukturproteine, die den Zellen Festigkeit und Elastizität verleihen. Dazu gehören etwa das Kollagen des Bindegewebes und das Keratin der Haare.

Hämoglobin

Manche Proteine ziehen sich zusammen: Sie bewirken die Muskelbewegung. Andere transportieren Stoffe, wie das Hämoglobin im Blut, das den Körper mit Sauerstoff versorgt. Manche Proteine übermitteln als Hormone Informationen von einem Organ zum andern oder dienen als Antikörper der Infektionsabwehr. Die meisten Proteine sind aber Enzyme, das heisst, sie ermöglichen oder beschleunigen biochemische Reaktionen: Sie bauen Nährstoffe ab, erzeugen Energie, bilden neue Eiweiss-Bausteine, verdoppeln die Erbsubstanz DNA bei der Zellteilung etc.

Die Länge der Aminosäureketten reicht meist von 2 bis über 1000 Aminosäuren, wobei man Aminosäureketten mit einer Länge von 2 bis 100 Aminosäuren als Peptide bezeichnet. Erst bei einer Aminosäureanzahl von mehr als 100 spricht man von Proteinen. Das grösste menschliche Eiweiss ist das Titin, das aus 26 926 Aminosäuren besteht. Es sorgt für Stabilität und Elastizität der Muskeln.

Eiweissknäuel mit unbekannter Mission

Kaum ein Lebensprozess läuft ohne Eiweisse ab. Und viele von ihnen sind noch kaum bekannt. Dabei ist nicht nur die Abfolge ihrer Bausteine, sondern vor allem ihre dreidimensionale Struktur von Interesse. *Von Erika Meili*

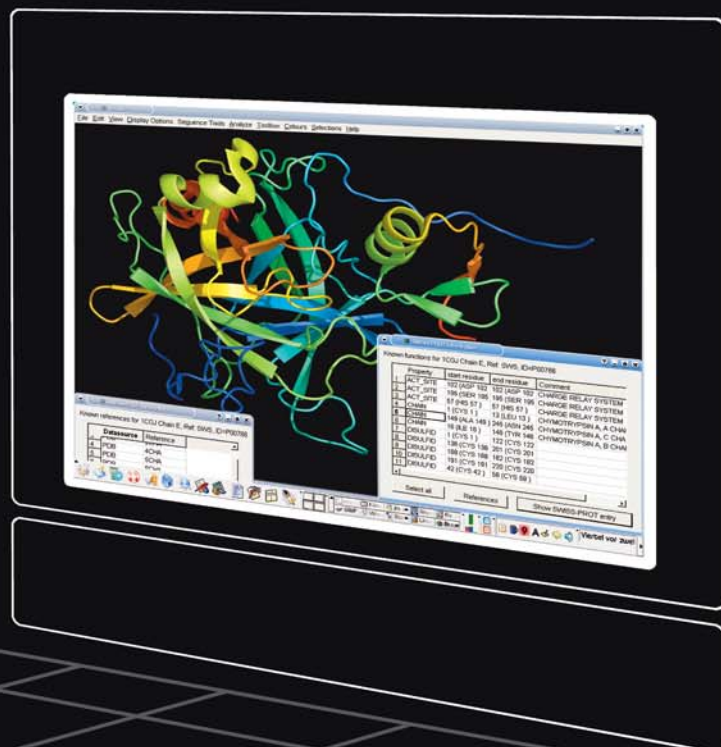
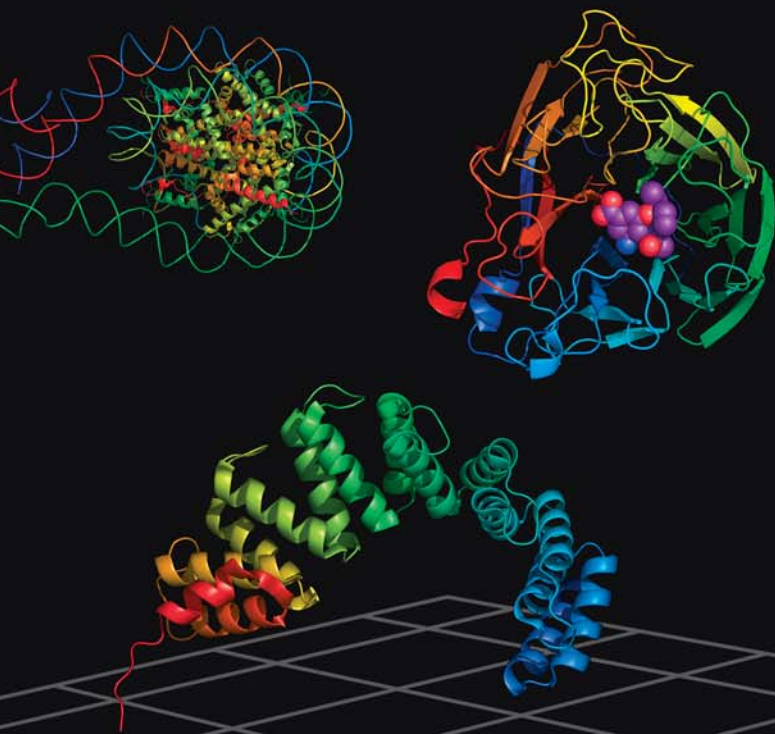
Käse, Bohnen, Fisch und Fleisch haben eines gemeinsam: Sie sind eiweisshaltig und deshalb – in Massen genossen – gesund. Denn sie liefern dem menschlichen Körper die Aminosäuren, aus denen er wiederum seine eigenen Eiweisse bilden kann.

Ohne Eiweisse (Proteine) würde im Körper nämlich gar nichts laufen. Sie sind die molekularen Maschinen innerhalb und zwischen den Zellen, sie sind Baustoffe, Signalvermittler und die wichtigen Enzyme, die alle biochemischen Reaktionen steuern. Wenn eines dieser Proteine ausfällt oder falsch arbeitet, kann dies zu einer Fehlentwicklung oder zu einer Krankheit wie Alzheimer oder Krebs führen. Doch um zu verstehen, was falsch läuft, muss man zuerst die normalen Aufgaben der Proteine im Körper kennen. «Man kann zwar anhand der Gene sehr viele Eiweisse eines Lebewesens vorhersagen», erklärt Markus Grütter, Biochemieprofessor an der Universität Zürich. «Doch damit weiss man noch lange nicht, was sie genau

machen.» Entscheidend für die Funktion eines Proteins ist seine dreidimensionale Struktur, insbesondere seine Feinstruktur. «Wenn man wissen will, weshalb eine chemische Reaktion ablaufen kann, so braucht man die exakte atomare Position an dem Ort, an dem das Eiweiss die Reaktion durchführt», führt Markus Grütter aus. Er leitet den seit fünf Jahren bestehenden Nationalen Forschungsschwerpunkt «Strukturbiologie», an dem zwölf Forschungsgruppen aus Zürich und Basel beteiligt sind. Ihr Ziel ist es, der Struktur und Funktionsweise wichtiger Proteine auf die Spur zu kommen.

Grundlage für neue Medikamente

In der Praxis dient das Wissen um die Feinstruktur dazu, mit Hilfe des Computers neue Verbindungen zu kreieren, die genau an der Reaktionsstelle des Proteins andocken und es damit blockieren (so genanntes Drug Design). Das macht die Wirkstoffe oft sehr spezifisch, und sie haben deshalb in der Regel weniger Nebenwirkungen. «Heute bezieht die



Pharmaindustrie bei der Entwicklung neuer Medikamente die Strukturanalyse von Eiweissen immer mit ein», sagt Markus Grütter, der dieses Forschungsgebiet bei Ciba Geigy und Novartis aufgebaut hat, bevor er 1997 an die Universität Zürich wechselte.

Es sind bereits einige Medikamente in Gebrauch, die mittels Drug Design entstanden sind. Eines der ersten war ein kleines Molekül, das die Vermehrung des Aidsvirus hemmt:

Es blockiert ein Eiweiss-Spaltenzym (Protease) des Erregers. Solche Proteasehemmer sind heute Bestandteil der erfolgreichen Kombinationstherapien gegen Aids. Ähnliche Beispiele sind die Medikamente Relenza und Tamiflu, die ein Enzym des Grippevirus hemmen und damit seine Ausbreitung im Körper behindern. Auch das Krebsmedikament Glivec zielt auf ein spezifisches Eiweiss: Es hemmt ein Enzym, das bei bestimmten Krebsarten zur unkontrollierten Zellteilung führt.

Die Strukturbestimmung von Proteinen erfordert allerdings viel Technologie, darunter Röntgenkristallografie, Kernresonanzspektroskopie (NMR) und Synchrotronstrahlung. Wer ein neues Eiweiss findet, prüft deshalb vorher, ob das entdeckte Eiweiss in einem ande-

ren Lebewesen schon beschrieben worden ist. Denn wenn beim Menschen ein neues Eiweiss entdeckt wird, so lässt sich anhand ähnlicher Proteine der anderen Organismen seine Funktion vorhersagen.

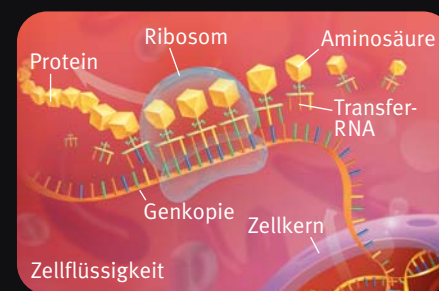
Datenbanken als Hilfsmittel

Solche Ähnlichkeiten spüren die Forschenden mit Hilfe von Eiweiss-Sequenz-Datenbanken auf, die Zusatzinformationen über den Organismus, die Struktur und die Funktion von bereits erforschten Proteinen enthalten. «Die weltbeste dieser Datenbanken ist Swiss-Prot», sagt Markus Grütter. «Sie ist sehr zuverlässig, weil alle Informationen, die in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert werden, vor der Aufnahme genau geprüft werden.» Ausserdem bietet Swiss-Prot Zusatzfunktionen an, die für die Strukturbiologen nützlich sind. Das Programm «Swiss Modeller» beispielsweise sucht nach ähnlichen Sequenzen und vergleicht deren Strukturen. «Das sind zwar sehr grobe Modelle, aber sie bilden wertvolle Arbeitshypothesen.»

Allerdings werden NMR-Geräte, Synchrotrons und Röntgenapparate auch weiterhin im Einsatz bleiben. «Manche glauben, man könne die Proteinstruktur bald am Computer voraussagen», sagt Grütter. «Das mag für ganz einfache Eiweissketten von 100 bis 200 Aminosäuren Länge der Fall sein. Doch Proteine funktionieren oft im Verbund und

bilden komplexe Gebilde, die sich nicht so einfach am Computer simulieren lassen.» Den Strukturbiologen wird die Arbeit also noch lange nicht ausgehen. ■

Von der DNA zum Eiweiss



Reproduced courtesy of the Canadian Museum of Nature, Ottawa

Die Baupläne der Proteine sind die Gene, die im Zellkern verpackt sind.

Für die Herstellung eines bestimmten Proteins wird eine Kopie des entsprechenden Gens erstellt. Diese Genkopie wird aus dem Zellkern in die Zelle hinaus transportiert.

Die DNA-Sequenz bestimmt die Reihenfolge der Eiweiss-Bausteine (Aminosäuren): Je drei DNA-Bausteine entsprechen einer bestimmten Aminosäure. Vermittelt werden die passenden Aminosäuren von speziellen Helfern, der Transfer-RNA, und verknüpft werden die Aminosäuren von spezifischen Proteinen, so genannten Ribosomen.

Die Aminosäurekette wird anschliessend oft geschnitten, gefaltet und manchmal zu grösseren Eiweissgebilden zusammengesetzt, damit sie ihre Funktion ausüben kann. Auch dieser Prozess geschieht mit Hilfe von ganz spezifischen Proteinen.

Enzyklopädist der Proteine

Seit mehr als 20 Jahren ist Amos Bairoch ein Wegbereiter der Erforschung biologischer Moleküle mit Hilfe von Informationstechnologie. Seine Laufbahn widerspiegelt die Entwicklung der Bioinformatik. *Von Patrick Roth, Bilder Severin Nowacki*

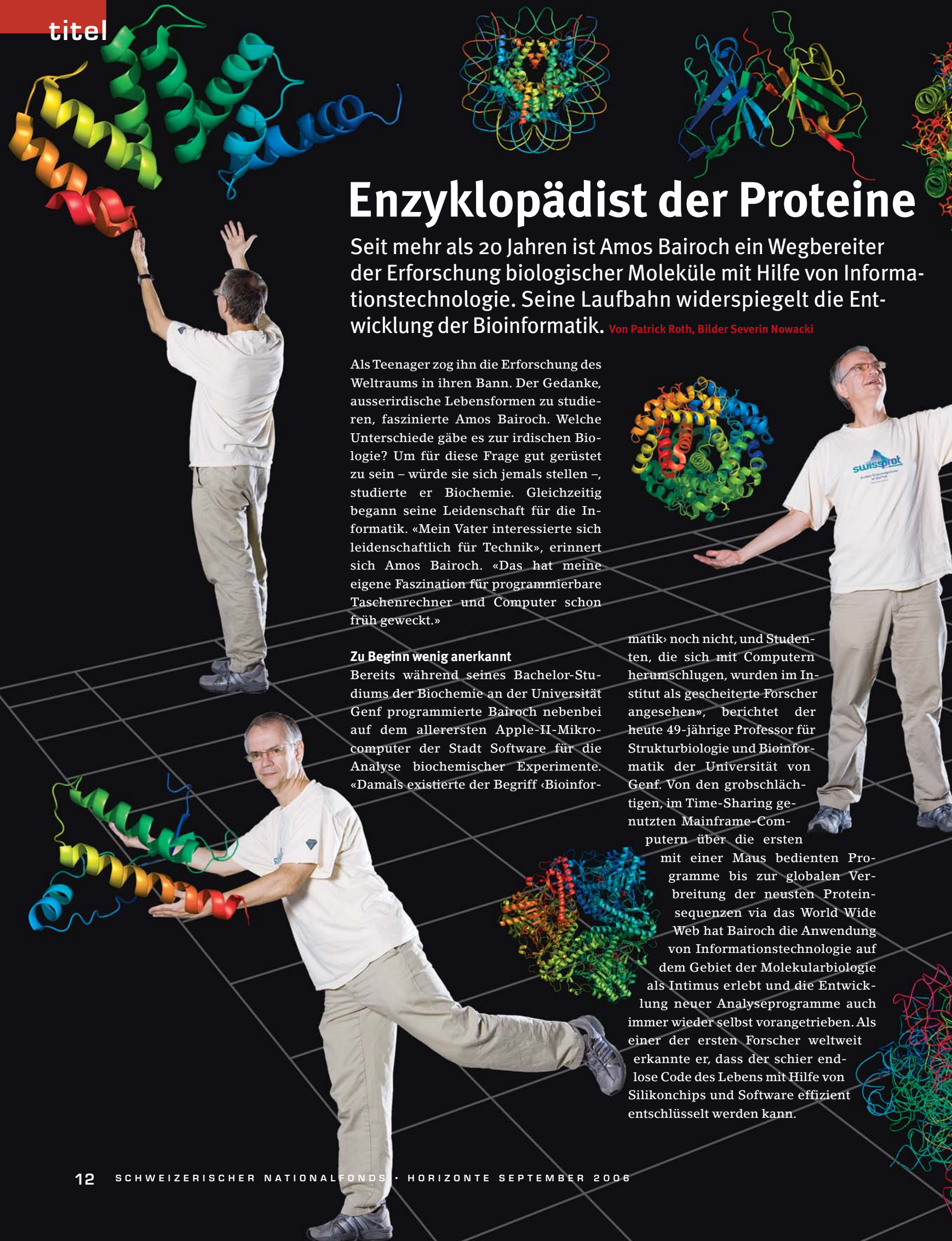
Als Teenager zog ihn die Erforschung des Weltraums in ihren Bann. Der Gedanke, ausserirdische Lebensformen zu studieren, faszinierte Amos Bairoch. Welche Unterschiede gäbe es zur irdischen Biologie? Um für diese Frage gut gerüstet zu sein – würde sie sich jemals stellen –, studierte er Biochemie. Gleichzeitig begann seine Leidenschaft für die Informatik. «Mein Vater interessierte sich leidenschaftlich für Technik», erinnert sich Amos Bairoch. «Das hat meine eigene Faszination für programmierbare Taschenrechner und Computer schon früh geweckt.»

Zu Beginn wenig anerkannt

Bereits während seines Bachelor-Studiums der Biochemie an der Universität Genf programmierte Bairoch nebenbei auf dem allerersten Apple-II-Mikrocomputer der Stadt Software für die Analyse biochemischer Experimente. «Damals existierte der Begriff «Bioinfor-

matik» noch nicht, und Studenten, die sich mit Computern herumschlugen, wurden im Institut als gescheiterte Forscher angesehen», berichtet der heute 49-jährige Professor für Strukturbiochemie und Bioinformatik der Universität von Genf. Von den grobschlächtigen, im Time-Sharing genutzten Mainframe-Computern über die ersten

mit einer Maus bedienten Programme bis zur globalen Verbreitung der neusten Proteinsequenzen via das World Wide Web hat Bairoch die Anwendung von Informationstechnologie auf dem Gebiet der Molekularbiologie als Intimus erlebt und die Entwicklung neuer Analyseprogramme auch immer wieder selbst vorangetrieben. Als einer der ersten Forscher weltweit erkannte er, dass der schier endlose Code des Lebens mit Hilfe von Silikonchips und Software effizient entschlüsselt werden kann.





Für seine Doktorarbeit programmierte Amos Bairoch Mitte der achtziger Jahre nicht weniger als drei völlig neue Applikationen, welche die Entwicklung der Bioinformatik stark geprägt haben: PC/Gene zur Analyse von Protein- und Aminosäuresequenzen, die Proteinmusterbibliothek PROSITE und die Proteinsequenz-Datenbank Swiss-Prot, die in diesem Jahr ihr 20-jähriges Bestehen feiern kann. Mittlerweile ist ein Computer mit Internetanschluss praktisch alles, was er – nebst einem hoch getürmten Stapel wissenschaftlicher Artikel über neu entschlüsselte Biomoleküle – für seine Arbeit als Bioinformatiker braucht. «Unser Gesamtwissen der Proteine ist zum Glück von Anfang an nie schneller gewachsen als die Festplattenkapazität der PCs», erklärt Bairoch mit einem breiten Schmunzeln. «Das hat den Vorteil, dass ich Swiss-Prot heute auf Reisen immer auf meinem Laptop gespeichert mit mir herumtragen kann.»

Viele Proteine von Menschen und Mäusen

Die Frage, ob er sich eher als Informatiker oder als Biologe fühle, beantwortet Amos Bairoch, ohne zu zögern: «Ich bin Biologe!» Das Ziel von Swiss-Prot sei es, sich und anderen Forschern die Analyse und den Vergleich von Proteinen zu erleichtern. Seit ihrer Gründung vor 20 Jahren ist die Datenbank

zu einem elektronischen Lexikon angewachsen, das praktisch aktuell alle weltweit bekannten Proteine beschreibt. Mit Abstand die meisten Einträge betreffen Eiweisse des Menschen und der Hausmaus. «Swiss-Prot liefert uns Listen von Einzelteilen, die eine Zelle lebendig machen. Aber wie alles zusammen funktioniert, verstehen wir noch nicht», räumt Bairoch ein. «Wir stehen immer noch am Anfang.»

Da der Vater als Ökonomehistoriker an verschiedenen Universitäten tätig war, verbrachte Amos Bairoch eine nomadische Jugend. Der gebürtige Franzose besuchte in Belgien, Frankreich und Kanada die Schule, bevor er in der Schweiz eingebürgert wurde. Umso überraschender wirkt die Standorttreue im bisherigen Verlauf seiner Karriere. «Meine Arbeit für Swiss-Prot und PC/Gene hat mich an der Universität von Genf festgehalten», bestätigt Bairoch. Dem Ruf einer anderen akademischen Institution zu folgen hätte das Ende der Projekte bedeutet. Als Ausgleich für die berufliche Sesshaftigkeit unternimmt er in der Freizeit gerne gemeinsam mit seiner Frau, der Yogainstruktorin Martine Bairoch, lange Wanderungen in der Natur. In der Familie findet der Vielarbeiter seinen Ausgleich zum beruflichen Leben. «An den Wochenenden und in den Ferien klicke ich mich vollkommen aus der Forschungswelt aus», sagt Bairoch. «Und ich vergesse sofort alles!» Die Bioinformatik ist denn zu Hause auch kaum ein Thema, und von seinen drei Kindern Alice (20), Jonas (17) und Colin (13) zeigt keines Interesse daran, in die Fussstapfen des Vaters zu treten.

«Eine Datenbank zu betreiben ist ein Projekt mit einem Beginn, aber ohne Ende», betont Bairoch. Um die Nachhaltigkeit der zuvor vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Proteindatenbank Swiss-Prot sichern zu können, wurde das Projekt 1998 mit der Gründung des Schweizerischen Instituts für Bioinformatik (SIB) in Genf institutionalisiert. Unter seiner Leitung und mittlerweile auch mit internationaler Unterstützung verfolgt die Swiss-Prot-Gruppe am SIB das Ziel, das globale Wissen über die Proteine zusammenzutragen, zu verfeinern und weltweit anderen Forschern zugänglich machen. Dieses Bedürfnis zu teilen und mitzuteilen durchzieht die Arbeit von Amos Bairoch wie ein roter Faden. Beinahe symbolisch dafür steht mitten auf dem Schreibtisch, an den er zum Gespräch gebeten hat, eine geöffnete Schachtel mit einladend duftenden Schokoladeplättchen.

Leidenschaft für ausserirdisches Leben

Amos Bairoch hat wesentlich dazu beigetragen, die kodierten Bauanleitungen der irdischen Biologie interpretierbar zu machen. Für seine Beiträge zur Entwicklung der Bioinformatik wurde er im Jahr 2004 mit dem Europäischen Latsis-Preis geehrt. Doch auch seine ursprüngliche Passion ist immer noch vorhanden. Mit einem Leuchten in den Augen kommentiert er die Resultate aktueller Weltraummissionen. Ob im verborgenen Grundwasser der Sandwüsten des Mars, in den salzigen Ozeanen tief unter dem mächtigen Eispanzer des Jupitermondes Europa oder in den gefrorenen Methanvulkanen des Riesenmondes Titan im fernen Saturnsystem: Zu gerne würde er die aussichtsreichsten ausserirdischen Oasen des Lebens im Sonnensystem erforschen, um der Enzyklopädie der Proteine vielleicht ein Kapitel für exobiologische Funde hinzufügen zu können. ■

Vom Minicomputer zur Mega-Datenbank

Die international vernetzte Proteindatenbank Swiss-Prot verdankt ihren guten Ruf der sorgfältigen Kommentierung der Proteinsequenzen und ausgetüftelter Software. *Von Patrick Roth, Bild Severin Nowacki*

Die Grundlage der Bioinformatik ist zwingend einfach: Da die Baupläne des Lebens auf einem Code basieren, lässt sich dieser mit Hilfe von Computern extrem effizient analysieren und entschlüsseln. Aufgrund dieser Erkenntnis tippte der Biochemiker Amos Bairoch an der Universität Genf bereits im Jahr 1981 über tausend der damals bekannten Proteinsequenzen in einen Minicomputer ein, um sie mit Hilfe von Software vergleichen und analysieren zu können. Als seine Proteindatenbank 1986 auf bereits 3900 Sequenzeinträge angewachsen war, beschloss Bairoch, sie öffentlich zugänglich zu machen. Damit war Swiss-Prot geboren. Seit 1993 wird das Forschungsprojekt auch vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt.

Aufwändige Auswertung

An ihrem 20-jährigen Bestehen ist Swiss-Prot die weltgrösste Wissensquelle für Proteine und seit der Fusion mit anderen Proteindatenbanken Teil des UniProt-Konsortiums. Beheimatet ist Swiss-Prot immer noch am Schweizerischen Institut für Bioinformatik an der Universität Genf, zusammengetragen werden die Informationen aber längst global: Es gibt Swiss-Prot-Teams in Grossbritannien und den USA. Über 230000 Sequenzen sind mittlerweile in der Datenbank gespeichert. Sie beschreiben die Abfolge von mehr als 84 Millionen Aminosäuren. Alle 14 Tage wird eine neue Version von Swiss-Prot veröffentlicht – zurzeit beschreibt jedes Update rund 1000 neue Proteine. Wichtiger als das Ablegen der experimentell ermittelten

Sequenzdaten ist aber ihre Auswertung. Diese Kommentierung (auch Annotation genannt) erfolgt manuell aus der Beschreibung des jeweiligen Proteins in wissenschaftlichen Artikeln und aus der Anwendung von Software für die Analyse von Proteinsequenzen. Diese Daten werden regelmässig aufgefrischt. Dadurch finden Forscher aus Akademie und Industrie in Swiss-Prot neben Sequenz und Literaturreferenzen auch zusätz-

in anderen Datenbanken erscheinen, zusammengefasst. Alle zur Verfügung gestellten Informationen befinden sich auf Web-Servern, die Interessierten via Internet frei zugänglich sind. Um das riesige Informationsmeer navigierbar zu machen, wurden im Rahmen von Swiss-Prot auch Suchprogramme geschaffen, mit denen die indizierte Datenbank durchkämmt werden kann. Zusätzliche Hilfsmittel sind spezifisch auf die Detektivarbeit



liche Informationen über die Funktion jedes Proteins, über funktionelle Abschnitte des Eiweisses, aktive Zentren, die dreidimensionale Form und vieles mehr. Einzelne Proteinfamilien sind Experten zugeteilt, die die Informationen «ihrer» Proteinfamilie aktualisieren helfen.

Die globale Datenredundanz gering zu halten ist ein weiteres Ziel von Swiss-Prot. Dafür werden verschiedene Beschreibungen eines Proteins, die auch

der Bioinformatiker zugeschnitten: Oft kann die Funktion eines neu gefundenen Proteins abgeleitet werden, weil seine Sequenz derjenigen von bereits bekannten Proteingruppen ähnlich ist. Um solche Vergleiche anstellen zu können, sind sehr leistungsfähige Computerprogramme notwendig, denn die längsten menschlichen Proteine können aus Sequenzen von bis zu 30000 Aminosäuren bestehen. ■

www.expasy.org

Die Fülle der Proteine ordnen

Swiss-Prot speichert, organisiert und analysiert die Resultate tausender Forschungsgruppen auf der ganzen Welt. Dadurch lassen sich neu entdeckte und bekannte Proteine miteinander vergleichen – ein grosser Gewinn für die Forschung. Text: Patrick Roth; Illustrationen: Andreas Gefé

Abb. 1 Mit Hilfe biochemischer und optischer Verfahren ermitteln Wissenschaftler im Labor die charakteristische Abfolge der Aminosäuren eines neu entdeckten Proteins. Sie bestimmen dessen räumlichen Aufbau und untersuchen, welche Stelle des Proteins mit anderen Molekülen interagiert, seine Wechselwirkungen mit anderen Proteinen etc.



Abb. 2 Tausende von Forschungsgruppen aus den Bereichen Biologie, Biochemie, Pharmazie, aber auch Medizin sowie aus verwandten Fachgebieten entdecken und erforschen weltweit neue Proteine. Ihre Erkenntnisse werden in wissenschaftlichen Journalen publiziert.

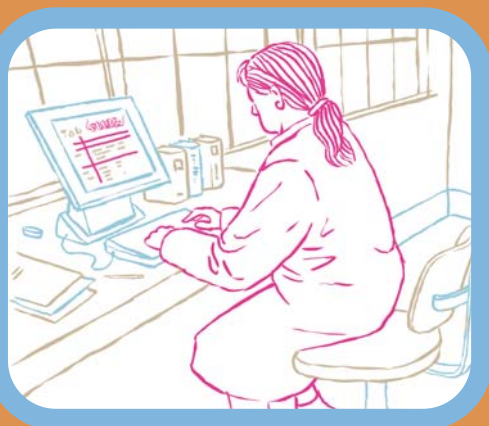


Abb. 3 Nun beginnt die Arbeit der Wissenschaftler von Swiss-Prot: Sie übernehmen die Daten eines Proteins aus den Publikationen und stellen sie Forschern weltweit in der geordneten Form von Swiss-Prot auf dem Internet zur Verfügung. Dies ist sowohl Kopfalts als auch Handarbeit – in den wenigsten Fällen werden die neuen Erkenntnisse direkt von den Forschern an die Datenbank übermittelt.

Abb. 4 Swiss-Prot ist eine annotierte, d.h. mit zusätzlichen Informationen und Kommentaren versehene Datenbank. Sie enthält neben der Aminosäureabfolge und Literaturreferenzen auch Informationen über Struktur und Funktion der Proteine. Zusätzlich stellt Swiss-

Vom Genom zur Proteomik

Nach der «Kartografierung» aller Gene einer Art (Genom) verlagert sich die bioinformatische Arbeit auf Fragen der Proteomik. Dieser Forschungszweig befasst sich mit Struktur und Funktion von Proteinen. Die Proteomik liefert wichtige Erkenntnisse für Pharmazie und Medizin, zum Beispiel wie ein Medikament auf verschiedene Proteine wirkt oder welche Erkrankungen durch fehlerhafte Proteine ausgelöst werden. Anhand der Aminosäureabfolge in Proteinen können auch die evolutionäre Entwicklung und der Verwandtschaftsgrad heutiger Lebewesen abgeleitet werden.

Prot auch Software für die Analyse und den Vergleich von Proteinen zur Verfügung. Die Daten werden regelmässig mit Informationen aus neueren Publikationen und Reviews erweitert und aufgefrischt.

Abb. 5 Dank Swiss-Prot sind Wissenschaftler weltweit in der Lage, die Aminosäuresequenz eines neu gefundenen Proteins mit der Abfolge aller bislang bekannten Eiweisse zu vergleichen. Wird eine Übereinstimmung gefunden (z.B. mit einem bekannten Protein der Hausmaus), liefert dies Hinweise über Struktur und Funktion des neuen Eiweisses, die durch gezielte Tests auf ihre Richtigkeit überprüft werden können.





Guy Bodenmann: Ein Mann ohne Stress

VON MARIE-JEANNE KRILL
BILDER YANN ANDRÉ/STRATES

Als assoziierter Professor für klinische Beziehungspsychologie an der Universität Freiburg hat der Spezialist für Stress in Paarbeziehungen weltweit anerkannte Programme zum Umgang mit und zur Prävention von Stress entwickelt.

Der erste Eindruck täuscht nicht: Warmherzig, entspannt und von grosser Offenheit, scheint Guy Bodenmann die von ihm entwickelten Anti-Stress-Programme erfolgreich auf sich selbst anzuwenden. «Ja, es ist wahr, dank meinen Forschungen habe ich sehr viel über mein Verhalten und die Art, wie ich mich in meine Beziehung einbringe, gelernt. Das hat mir oft geholfen», gesteht er mit einem Lächeln.

Guy Bodenmann war mehrere Jahre lang Förderungsprofessor des SNF. Seit 2001 ist er Direktor des Instituts für Familienforschung und -beratung an der Universität Freiburg und seit einem Jahr zugleich assoziierter Professor an derselben Alma Mater. Heute geniesst der Vater dreier Kinder im Alter von zehn, sechs und zwei Jahren unter Psychologen einen Ruf bis weit über die Landesgrenzen hinaus. Trotzdem ist er bescheiden geblieben. «Ich hatte einfach das Glück, einer der Ersten zu sein, der sich für Stress interessierte, und zwar nicht nur aus Sicht des Einzelnen, sondern auch in einer Zweierbeziehung», erklärt er.

Er betont, weder seine Karriere geplant noch eine Stellung als Universitätsprofessor angestrebt zu haben. Und er stiess auch erst nach einigen Umwegen auf die Psychologie. 1962 in Bern geboren, hat der Sohn einer Zürcher Mutter und eines Waadtländer Vaters, mit dem

er immer französisch gesprochen hat, seine gesamte Schulzeit in der Landeshauptstadt verbracht. Hier begann er auch sein Studium der Kunstgeschichte und der deutschen Literatur. «Ich schloss das Grundstudium ab, war aber unzufrieden. Mir fehlten der soziale und praktische Aspekt und die Gelegenheit, mit Menschen zusammenzuarbeiten.» Also entschied er sich für einen Kurswechsel und schrieb sich für klinische Heilpädagogik an der Universität Freiburg ein.

Ehefrau und drei Mentoren

Nach seiner Diplomierung und einiger Berufserfahrung in diesem Bereich beschloss Guy Bodenmann, sein Studium fortzusetzen, diesmal in Psychologie. «Der Einfluss meiner Frau, ebenfalls diplomierte Heilpädagogin, war ausschlaggebend. Interessiert an der «Funktionsweise» des Menschen, hat sie diese neue Disziplin gewählt, und ich bin ihr gefolgt. Auch weil mir bewusst wurde, dass mich die praktische Arbeit allein nicht erfüllt.»

Schon nach kurzer Zeit wurde Professor Meinrad Perrez, Psychologe für Stress an der Universität Freiburg, auf ihn aufmerksam. So wurde er nach nur drei Semestern erst Unterassistent, dann Assistent. «Während meiner Ausbildung hatte ich drei Mentoren», erzählt er. «Der erste und für mich wichtigste

war Professor Perrez. Dann kam Professor John Gottman an der Universität von Washington in den USA, ein Spezialist für Paarbeziehungen von internationalem Ruf, bei dem ich während meines ein-

«Stress ist der heimliche Feind der Paare. Langsam und unbemerkt wirkt er auf die Ehe ein. Er ist genauso zerstörerisch wie Rost, der an Eisen nagt.»

jährigen Aufenthalts meine Dissertation schrieb. Und schliesslich Professor Kurt Hallweg in Deutschland, ebenfalls ein Spezialist für Paarbeziehungen.»

Die Verbindung der zwei Forschungsbereiche Stress und Paarbeziehungen erwies sich als sehr fruchtbar. 1990 war Guy Bodenmann der Erste, der die Auswirkungen von Stress auf die Ehe unter realen Bedingungen untersuchte. Mit damals ganz neuen Ergebnissen. «Man hat unter anderem festgestellt, dass sich die Qualität der Dialoge zwischen den Partnern um 40 Prozent verringerte, wenn sie unter Stress litten, ein beeindruckendes Grössenverhältnis.»

Diese Untersuchungen ermöglichten es auch, Scheidungen mit einer Genauigkeit von rund 70 Prozent vorherzusagen, denn die negativen Auswirkungen von Stress auf Beziehungen sind durchaus quantifizierbar. «Stress ist der heimliche Feind der Paare. Langsam und unbemerkt wirkt er auf die Ehe ein. Er ist genauso zerstörerisch wie Rost, der an Eisen nagt», erklärt der Psychologe. Stress kann nach einschneidenden Ereignissen wie einem Todesfall auftreten oder auch von be-



«Für mich sind die konkreten Anwendungen meiner Forschungsergebnisse von zentraler Bedeutung.»

ruflicher Überlastung herrühren. In den meisten Fällen ist es jedoch die Anhäufung vieler kleinerer Ärgernisse und Sorgen, die das Paarleben im Lauf der Zeit zermürben.

Umgekehrt können Solidarität und Zusammengehörigkeitsgefühl innerhalb der Partnerschaft gestärkt werden, wenn man lernt, wie man Stress nicht nur selbst bewältigen, sondern sich auch gegenseitig unterstützen kann. Das ist jedenfalls das Ziel der von Guy Bodenmann entwickelten Anti-Stress-Programme. Und zugleich verbindet er so Theorie und Praxis, da er heute nicht nur in der Forschung, sondern auch als Lehrer und Therapeut arbeitet. «Für mich sind die konkreten Anwendungen meiner Forschungsergebnisse und deren gemeinverständliche Verbreitung von zentraler Bedeutung. Dank der Paare, die einverstanden waren, an meinen Studien teilzunehmen, konnte ich interessante Entdeckungen machen. Für mich ist es deshalb selbstverständlich, dass ich ihnen mit einer konkreten Hilfestellung etwas zurückgebe.»

Die Anti-Stress-Kurse verbessern die Kommunikation zwischen den Partnern,

stärken ihre gegenseitige Solidarität und ermöglichen ein harmonischeres Sexualleben. Schade nur, dass sie an einem einzigen, sehr intensiven Wochenende durchgeführt werden. «Damit ihre Wirkung anhält, müssten sie eigentlich wiederholt besucht werden, als eine Art regelmässige Standortbestimmung innerhalb der Ehe», meint Guy Bodenmann, der zurzeit an der Fertigstellung eines noch wirksameren Konzepts arbeitet.

Bleibt zu sagen, dass die Anti-Stress-Programme bereits jetzt einen ausgezeichneten internationalen Ruf geniessen. «Im Rahmen einer von der amerikanischen Administration durchgeführten Evaluation wurden sie sogar zu den weltweit besten gezählt», präzisiert er.

Trotz seiner Anerkennung im Ausland und obwohl er Begründer eines internationalen Netzwerkes für Forscher im Bereich Stress und Stressbewältigung ist, beabsichtigt der Forscher nicht, die Schweiz zu verlassen. Er möchte seine Familie, die einen zentralen Platz in seinem Leben einnimmt, auf keinen Fall vernachlässigen. «Es ist ein grosses Glück für mich, eine Frau zu haben, die mir sehr nahe steht und mich stark unterstützt, auch in meiner Forschungsarbeit. Sie hat ihre eigene wissenschaftliche Karriere zugunsten der Kinder vorläufig zurückgestellt, und mir liegt es sehr am Herzen, so oft wie möglich für meine Familie da zu sein», betont er. ■

Die Betreuung von Kleinkindern, Behinderten und Betagten ist in der Schweiz noch sehr traditionell geregelt. Es gibt aber auch innovative Versuche, die auf neue Entwicklungen wie das gestiegene Selbstbewusstsein von Unterstützungsbedürftigen eingehen.

VON MARIE-JEANNE KRILL
BILD HANSPETER BÄRTSCHI

Welche Bedingungen beeinflussen die Art der Unterstützungen, die den hilfsbedürftigen Personen (Kleinkinder, Behinderte, Betagte) in der Schweiz zuteil werden, und wie widerspiegeln sie das Bild der Gesellschaft? Diese Fragen versuchten Lausanner und Genfer Forscher unter der Leitung von Professor Dietmar Braun vom Institut d'études politiques et internationales an der Universität Lausanne zu klären. Die im Nationalen Forschungsprogramm «Kindheit, Jugend und Generationenbeziehungen im gesellschaftlichen Wandel» (NFP 52) durchgeführte Studie zeigt auf, dass die Betreuung von unterstützungsbedürftigen Personen in unserem Land wenig Anerkennung findet. Das Betreuungsnetz und die örtlichen Angebote sind hingegen vielfältig und oft innovativ.

Sache der Frauen

«Im internationalen Vergleich hat die Schweiz von jeher die diskrete und unbürokratische Hilfeleistung des Sozialstaats bevorzugt, in dem die Betreuungsarbeit der Frauen als naturgegeben vorausgesetzt wurde», betont die Genfer Politologin Barbara Lucas. Mit der Konsequenz, dass die soziale Dimension der Betreuung von Unterstützungsbedürftigen auf nationaler Ebene unterschätzt werde.

Um die heutige Situation im Betreuungsbereich samt den vielfältigen lokalen Massnahmen konkret zu erfassen, haben die Forschenden die schweizweiten Debatten und Initiativen rund um dieses Thema während der letzten 30 Jahre analysiert.



Hilfsbedürftig und doch selbstständig

Gleichzeitig haben sie anhand von mehr als 600 Fragebogen das Betreuungsangebot in sechs Schweizer Städten miteinander verglichen: Basel, Frauenfeld, Freiburg, Genf, Lugano und Siders. In Lugano, Frauenfeld und Genf führten sie zudem qualitative Interviews mit jeweils etwa 20 Personen aus Politik, Verwaltung, Verbänden und Fachleuten durch.

Erst seit wenigen Jahren ein Thema

«Auf Bundesebene ist die Abhängigkeit infolge Behinderung oder im Alter im Rahmen der IV und der AHV auf klassische Weise durch medizinische Betreuung geregelt, unter anderem über die Finanzierung von Heimen, Tagesstätten sowie Haushaltshilfen», erinnert Barbara Lucas. Die Fremdbetreuung von Kleinkindern werde hingegen erst seit wenigen Jahren thematisiert, und zwar immer im Kontext «Kleinkindbetreuung und berufstätige Mütter».

Die Studie zeigt zwar auf, dass die Schweiz im internationalen Vergleich nachhinkt, macht aber auch deutlich, dass auf lokaler Ebene eine grosse Vielfalt an Angeboten vorhanden ist, die sich hauptsächlich an drei Basismodellen orientieren (die im Einzelfall wiederum recht unterschiedlich aussehen können): Im

Modell, das die Städte Genf, Basel und Freiburg kennen, begünstigt der Staat neue Ansätze wie die «Desinstitutionalisierung», die z.B. individuelle Wohnungen für manche Behinderte erlaubt. Dieses Modell berücksichtigt die Pluralität der Gesellschaft mit ihren vielfältigen Ansprüchen, und es unterstützt auch aktiv die Initiativen von Verbänden. Das zweite Modell – in Lugano und Siders verbreitet – kombiniert die traditionelle, hauptsächlich innerfamiliäre Betreuung mit staatlichen Massnahmen, die wie etwa die Betreuung in geschlossenen Heimen gesellschaftlich ausgrenzend sind. Das dritte Modell, das die Forschenden in Frauenfeld feststellten, überlässt die Betreuungsaufgaben vorab dem kommerziellen und privaten Bereich.

Selbstständigkeit und freie Wahl

Die Untersuchung des NFP 52 machte ausserdem deutlich, dass vor allem in der Behindertenbetreuung neue Forderungen im Raum stehen. «Die unterstützungsbedürftigen Personen wollen selbstständig sein», bemerkt Barbara Lucas. Nebst dem Wunsch nach Berufstätigkeit und sozialen Kontakten seien Selbstständigkeit und freie Wahl zunehmend wichtige

Bedürfnisse. Die Unterstützungsbedürftigen wie auch die Pflegenden wollen laut Lucas heute direkt mitbestimmen, wie die Betreuung geregelt wird. Und letztere wollen ihre Arbeit anerkannt sehen.

Aber welches Modell wird diesen neuen Forderungen nun am ehesten gerecht? Aus Sicht der Politologin ist es ganz klar das offene Modell, das in Basel, Genf und Freiburg existiert. Gemäss der Forscherin ist es heute wichtig, dass die Synergien zwischen dem öffentlichen und dem privaten Bereich, zwischen Verbänden und Staat, nahe stehenden Personen, Vereinen und Gemeinden neu überdacht werden müssen. Begünstigt werden sollte vor allem der Austausch von erfolgversprechenden Praktiken (z.B. den intergenerationellen Projekten mit kleinen Kindern und Betagten in Lugano) zwischen den Kantonen und den verschiedenen Pflegebereichen. Eine Aufgabe, die zunächst auf Bundesebene anzugehen sei, damit die Betreuung von Unterstützungsbedürftigen auch national anerkannt und ernsthaft diskutiert wird. Den Auftakt zu dieser Debatte macht ein wissenschaftliches Kolloquium über die Resultate dieser Studie, das nächstes Frühjahr in Lausanne durchgeführt wird. ■



Rätselhafte Blasen

An der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne nähern sich Ingenieure Stückchen für Stückchen den Geheimnissen der Kavitation, ein Phänomen mit bisweilen zerstörerischer Wirkung

VON OLIVIER DESSIBOURG
HINTERGRUNDBILD RDB/CORBIS

Mal grösser, mal kleiner, mal winzig klein: Blasen und Bläschen faszinieren nicht nur Kinder mit Seifenwasserbehältern, sondern auch Forscher. Zielstrebig und mit Hilfe eindrücklicher Anlagen ergründen Ingenieure der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (ETHL) eines der verbleibenden Rätsel im Bereich der Physik der Flüssigkeiten: die Kavitation. Ein Phänomen, das sich bei Flügelradantrieben, bei Raketentriebwerken oder bei Wasserturbinen beobachten lässt und bisweilen zerstörerische Wirkung hat.

«Man spricht von Kavitation, wenn sich in einer Flüssigkeit ohne Wärmezufuhr durch Druckabfall Gasblasen bilden», erklärt Mohamed Farhat, Gruppenleiter an der ETHL. Im Falle einer Turbine fliesst das Wasser mit so grosser Geschwindigkeit durch die Schaufeln, dass der Druck nach dem Gesetz, das Bernoulli 1739 erkannte, an einigen Stellen extrem fällt. Das Wasser tritt dort in den gasförmigen Zustand über und bildet Dampfblasen. Unmittelbar nach ihrer Entstehung sind die Bläschen aber wieder dem Druck der umgebenden Flüssigkeit ausgesetzt, und es ereilt sie ihr unausweichliches Schicksal: Sie implodieren und verschwinden. Allerdings nicht, ohne Spuren zu hinterlassen: «Der Hohlraum setzt seine Energie in einem winzigen Zeitraum in der



EPFL

Größenordnung einer Nanosekunde und in einem mikrometerkleinen Raum frei. Dadurch entsteht eine sehr heftige Schockwelle. Die Wirkung ist mit einem Nadelstich vergleichbar. Er schmerzt auch ohne grossen Kraftaufwand.» In der Welt der Mechanik hat dies eine Erosion der Antriebsschrauben, Vibrationen und auch eine Geräuschentwicklung zur Folge. Bei militärischen U-Booten ist dieser verräterische Lärm natürlich besonders unerwünscht...

Einfluss auf Turbinenleistung

Das Problem ist seit langem bekannt. «Die Hydraulik gilt manchmal zu Unrecht als alte Wissenschaft», fährt der Forscher fort. «Es gibt jedoch noch immer weder Modelle, mit denen sich das Phänomen präzise vorhersehen lässt, noch Materialien, die dagegen unempfindlich sind. Aktueller denn je ist das Problem durch die immer anspruchsvollere Nutzung von Wasserturbinen, die die Entwickler vor grosse Herausforderungen stellt. Durch die Kavitation kann der Wirkungsgrad nämlich empfindlich

beeinträchtigt werden. Jede Turbine arbeitet unter sehr spezifischen Bedingungen, die eine individuell abgestimmte Konzeption und eine Validierung mit einem verkleinerten Modell erfordern.» Das Laboratorium für hydraulische Maschinen der ETHL setzt in diesem Bereich Massstäbe, da es eines der wenigen unabhängigen Testzentren ist. Neben diesen angewandten Aufgaben widmet sich der Forscher zusammen mit Professor François Avellan, Leiter des Laboratoriums, mit Enthusiasmus der Grundlagenforschung.

«Wir untersuchen die Dynamik der Dampfblasen und das Endstadium ihrer Implosion, um den genauen Erosionsvorgängen auf die Spur zu kommen. Unser Ziel besteht darin, mathematische Modelle zu entwickeln, mit denen sich der Überdruck vorhersagen lässt, der durch die Schockwellen ausgelöst wird», fasst er zusammen. Dazu wurde eine riesige Röhre gebaut, in der das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 50 m/s fliesst. Die Anlage gehört damit zu den leistungsfähigsten der Welt. Getestet





Bei der Kavitation bilden sich durch Druckveränderungen Blasen, die implodieren. Dies verstärkt z.B. die Erosion von Wasserturbinen und Schiffspropellern (links). Die Schwarzweissbilder zeigen die Kavitation in der Schwerelosigkeit: Flüssigkeit in Kugelform; darin implodiert eine Blase (ganz oben), und es entstehen zwei Strahlen (oben).

werden damit verschiedene Schaufelprofile. «Wir haben auch eine Technik entwickelt, mit der über die Messung von Vibrationen die Auswirkungen der Schockwellen in hydraulischen Maschinen festgestellt werden können.» Die Kavitation spielt sich in so mikroskopisch kleinen Räumen ab, dass die direkte Messung knifflig ist. Die Wissenschaftler stützen sich deshalb auf die leuchtende Handschrift dieses Phänomens. «Wenn die Blasen implodieren, wird das darin eingeschlossene Gas so stark komprimiert, dass dabei Temperaturen von mehreren hundert-

tausend Grad auftreten. Dadurch entsteht ein Plasma, eine «Suppe» quasi aus freien Elektronen und Ionen», erklärt der Ingenieur. Wenn diese Teilchen wieder zusammenfinden, strahlen sie Licht aus. «Durch die Messung dieser Lumineszenz können wir die implodierenden Dampfblasen lokalisieren und ihr zerstörerisches Potenzial untersuchen.»

Oberfläche entscheidend

Eine weitere Stossrichtung der Forschung: die Beschaffenheit der Schaufeloberfläche. Je unregelmässiger die Oberfläche, desto mehr wird die Kavitation begünstigt. Mohamed Farhat vergleicht mit einem Champagnerglas: «Wenn das Glas schmutzig ist, halten die Unebenheiten der Oberfläche winzige Luftmengen zurück, die eine hohe Zahl von Bläschen zur Folge

haben. Genauso spielt die Oberflächenbeschaffenheit bei der Entstehung und Entwicklung der Kavitationsblasen eine entscheidende Rolle. Wir verfolgen mehrere Ansätze, um diesen Einfluss in den Griff zu bekommen, insbesondere durch den Einsatz der Nanotechnologie.» Der gleichzeitig faszinierte und optimistische Forscher ist sich bewusst, dass er keine einfache Aufgabe vor sich hat. «Das ist ein vielschichtiges Problem, und es sind Ansätze verschiedener Disziplinen von der Mechanik bis zur Materialwissenschaft erforderlich. Die vollständige Ausschaltung der Kavitation wird jedoch ein Traum bleiben.» Sollte es dem Forschungsteam der ETHL jedoch dereinst gelingen, in die Nähe dieses Traums vorzudringen, wird der Champagner zweifellos nicht der Beobachtung von Blasen dienen. ■

Implosion in der Schwerelosigkeit

Neben den Schockwellen entsteht durch eine Kavitationsblase, die in einer Flüssigkeit in der Nähe der Oberfläche implodiert, auch ein Strahl. Auf der Erde hat ein ruhendes Wasservolumen eine glatte Oberfläche, so dass das Hochschießen eines einzelnen Strahls gut beobachtet werden kann. Doch wie verläuft der Prozess in der Schwerelosigkeit? Spätestens seit den Zwischenfällen mit Kapitän Haddock auf dem Mond ist allgemein bekannt, dass sich Flüssigkeiten ohne Einwirkung der Gravitationskraft zu Kugeln formen... Vier Studierende der ETH Lausanne hatten im Rahmen eines Wettbewerbs

der Europäischen Weltraumorganisation (Esa) die Chance, die Implosion einer Blase im begrenzten Volumen eines kugeligen Wassertropfens zu beobachten.

Betreut von Mohamed Farhat richteten die Ingenieure Danail Obreschkow, Philippe Kobel, Aurèle De Bosset und Nicolas Dorsaz ihr Experiment an Bord eines von der ESA gemieteten Airbus A300 ein. Mit diesem abgeänderten Flugzeug werden glockenförmige Bahnen geflogen. Am höchsten Punkt der Flugbahn werden die Triebwerke abgestellt. Das Flugzeug befindet sich nun im freien Fall. Mit ihm stürzt auch

die Besatzung. Sie schwebt in (annähernder) Schwerelosigkeit. Nun wird ein Flüssigkeitstropfen erzeugt und in dessen Innerem eine Blase – die implodiert! Die einzigartigen Bilder dazu zeigen zwei Strahlen, die in entgegengesetzter Richtung austreten. Bei der Auswertung der Bilder konnte ein von der Blase bei der Implosion erzeugter Strahl von den Studierenden gemessen und dann ein theoretisches Modell zur Beschreibung dieses Phänomens entwickelt werden. Ihre Studie wurde diesen September in der Fachzeitschrift «Physical Review Letters» (Bd. 97; 094502) publiziert. ■

Eine Herzschwäche hat, vor allem bei jüngeren Patienten, oft eine Überreaktion des Immunsystems zur Ursache. Urs Eriksson vom Universitätsspital Basel ist dem genauen Mechanismus auf der Spur.

VON ROLAND FISCHER

Immunangriff aufs eigene Herz

Herzschwäche kann auch junge Menschen treffen. Wenn der Herzmuskel nicht mehr seine volle Leistung erbringen kann, schränkt das die körperliche Aktivität der Patienten stark ein. In vielen Fällen gibt es keine wirksame Therapie, helfen kann einzig eine Herztransplantation.

Bei Menschen unter 40 Jahren ist eine Herzmuskelentzündung (Myokarditis) die häufigste Ursache der Herzschwäche. Meist sind dafür Viren verantwortlich, mitunter auch bestimmte Bakterien. Die Entzündung nimmt meist einen relativ milden Verlauf, sodass der Herzmuskel kaum unmittelbar geschädigt wird. Wenn die Infektion wieder abklingt, erholt sich das Gewebe im Normalfall vollständig.

Autoimmunreaktion

Bei vielen Patienten aber kommt es in der Folge zu einer Autoimmunreaktion gegen den Herzmuskel. Dabei produziert das Immunsystem nicht nur Antikörper gegen die Erreger, sondern auch gegen die eigenen Herzzellen. Die Immunreaktion schießt nun fortwährend übers Ziel hinaus und setzt Abwehrmechanismen in Gang, die eine schwere Herzschwäche zur Folge haben.

Urs Eriksson möchte diese Autoimmunität besser verstehen lernen, um effektive Therapieansätze gegen die fehlgeleitete körperliche Abwehr zu finden. Die Medizin hat schon versucht, Patienten zu helfen, indem man kurzerhand ihr ganzes Immunsystem mit starken Medikamenten unterdrückt. Mitunter wurden dabei auch gewisse Erfolge erzielt, bei einigen Patienten hat sich die Herzleistung verbessert.

Doch die Methode ist eine grobe, unspezifische Keule und hat starke Nebenwirkungen.

Eriksson hat eine Hypothese zum genauen Krankheitsverlauf entwickelt und testet und verfeinert diese nun an einem Mausmodell. Von Interesse sind dabei vor allem die molekularen Mechanismen, welche die Überreaktion des Immunsystems auslösen. Denn dieses verfügt im Normalfall über einen fein abgestimmten Toleranzmechanismus, der alle körpereigenen Substanzen «durchwinkt» und nur gegen Fremdzellen und Erreger eingreift. Ziel ist, eine möglichst spezifische Behandlung zu entwickeln, die das Immunsystem nur dort hemmt, wo es überreagiert.

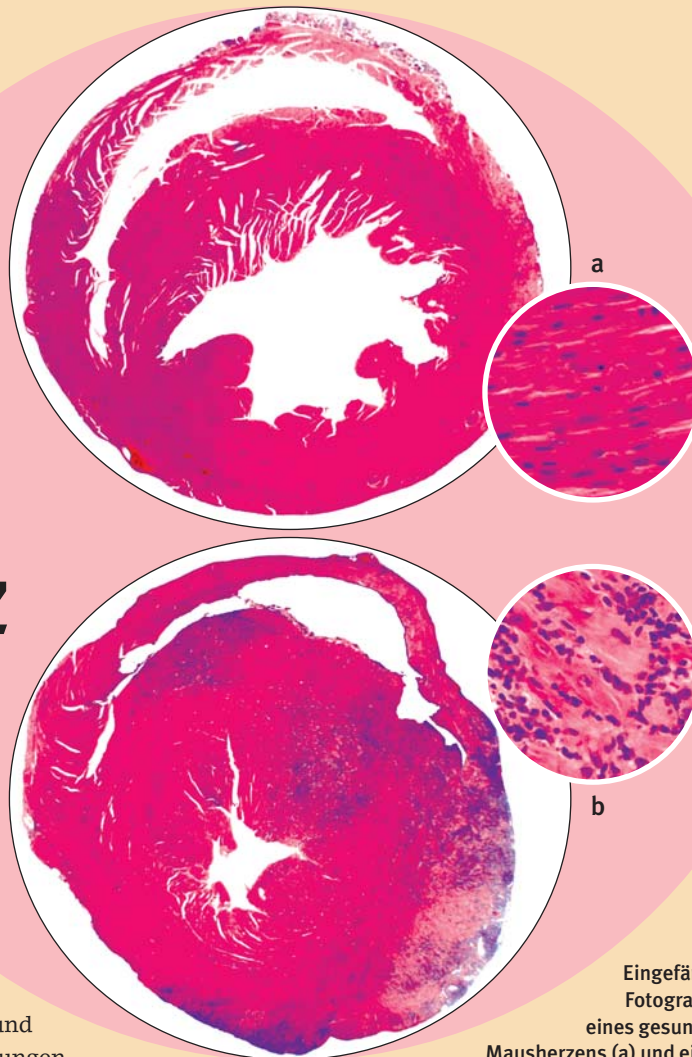
Besseres Verständnis dank Mausmodell

Erikssons Forschungsgruppe hat bereits viel zum besseren Verständnis der Myokarditis beigetragen. Mit Hilfe des selbst entwickelten Mausmodells konnte sie wichtige Komponenten bei der Entstehung der Krankheit identifizieren. Noch bleiben viele Fragen offen. Neben der Grundlagenforschung macht man sich im Basler Labor aber auch bereits daran, Ansätze zur Behandlung zu entwickeln. So arbeitet man bei den Mäusen auch mit adulten Stammzellen, die das Poten-


zial haben, eine schon entwickelte Entzündung wieder zu hemmen.

Mal im Labor, mal im Krankenhaus

Seit 2004 besitzt Eriksson eine SNF-Förderungsprofessur. Sie gibt dem jungen Wissenschaftler die Möglichkeit, seine Forschung voranzutreiben und gleichwohl das Pensum eines leitenden Arztes am Unispital Basel zu erfüllen. Es ist ihm wichtig, die klinische Seite, das heisst die Tätigkeit am Krankenbett, mit der Forschung im Labor unter einen Hut zu bringen. In dieser Verbindung sieht Eriksson einen grossen Nutzen, sowohl für die Wissenschaft als auch für den Patienten. «Ein Kreativitätsverlust in der Medizin führt zu einem Qualitätsverlust bei der Behandlung», ist er überzeugt. «Wer die Krankheitsmechanismen gut versteht, hat auch einen fundierteren Approach zum Patienten.» Und umgekehrt, notabene. Aus der Beobachtung am Krankenbett ergeben sich neue Fragestellungen, denen der Arzt im Labor vertieft nachgehen kann. ■



Eingefärbte Fotografien eines gesunden Mauserzens (a) und eines kranken Mauserzens mit entzündetem Muskelgewebe (b)
Bilder: Universitätsspital Basel



Zusammenfluss von Pers- und Morteratschgletscher. Die heutigen Gebirgsgletscher sind ein Phänomen der letzten Jahrtausende, also der Nacheiszeit.

Was Eiszeiten mit dem Treibhauseffekt verbindet

VON ANITA VONMONT

Im 19. Jahrhundert fanden Wissenschaftler heraus, dass vor der heutigen Warmzeit gewaltige Eismassen die Erdoberfläche bedeckten. Von einer falschen Hypothese ausgehend, förderten die Eiszeitforscher damals auch ungewollt die Entdeckung des Treibhauseffekts.

Dass es auf der Erde schon kühler war als im 21. Jahrhundert, wird im Zeitalter der globalen Klimaerwärmung immer mehr zu einer gelebten Erfahrung. Doch auch unabhängig vom menschengemachten Treibhauseffekt ist es in der jüngsten Epoche der Erdgeschichte, dem Holozän, vergleichsweise warm – in Mitteleuropa seit mehr als 10000 Jahren. In den Epochen davor gab es mehrere Eis- oder Kaltzeiten, in der v.a. die Erd-Nordhalbkugel weitgehend von Gletschern überzogen war. Neandertaler und andere Steinzeitmenschen lebten früher auch in der Schweiz inmitten von Eis und Schnee. Das haben wir schon in der Schule gelernt. Die Eiszeiten hinterfragt heute niemand mehr.

Dabei wäre das gar nicht so abwegig. Unsere Vorstellung von der Erde als einst glutflüssigem Planeten, der sich dann von aussen her abkühlte und verfestigte, verträgt sich auf den ersten Blick schlecht mit der Annahme von periodischen Kältephasen. Viel naheliegender wäre es, sich das Klima kontinuierlich heisser vorzustellen, je weiter zurück man in der 4,5-Milliarden-jährigen Erdgeschichte geht. Und genau das taten denn im frühen 19. Jahrhundert auch die meisten Geologen. Damals habe das all-

gemein verbreitete geschichtliche Denken auch die Geologie zunehmend geprägt, sagt der Historiker Tobias Krüger, der im Nationalen Forschungsschwerpunkt «Klima» die Entdeckung der Eiszeiten untersucht. Es gab unterschiedlichste Theorien zur Entstehung der Erde, wobei die populärste die einer sukzessive erkaltenden Erde mit sukzessive kühleren Temperaturen war.

«Vulkanisten» gegen «Neptunisten»

Ihre Vertreter, die «Vulkanisten», stützten sich auf Erscheinungen wie Vulkane, heisse Quellen und Funde fossiler tropischer Pflanzenreste. Eiszeiten passten ihnen nicht ins Konzept. Aufgeschlossener waren die «Neptunisten», die Vertreter der zweiten einflussreichen Erdentstehungstheorie im frühen 19. Jahrhundert. Sie stellten sich die Erde als kalten Schlammball vor, überdeckt von einem Urozean, aus dem durch Ausfällung und Kristallisation allmählich die Landmassen auftauchten. Die Vorstellung von Eiszeiten liess sich mit dieser Theorie gut vereinen. Es waren denn auch die «Neptunisten», die sie erfolgreich entwickelten. Zu ihren frühesten Verfechtern gehörte Johann Wolfgang von Goethe, der zeitweilig Bergbauminister und bis zum

Tod überzeugter «Neptunist» war. In «Wilhelm Meisters Wanderjahre» und noch dezidiierter in den privaten Notizen beschreibt er ein früheres Zeitalter grosser Kälte.

Als Vater der Eiszeitforschung gilt jedoch laut Tobias Krüger der Norweger Jens Esmark (und nicht, wie oft gemeint, der schweizerisch-amerikanische Forscher Louis Agassiz). Mit einem 1823/24 publizierten wissenschaftlichen Aufsatz fand der Geologe international Beachtung. Aus dem Studium von Endmoränenwällen, abgeschliffenen Felsbuckeln und weiteren geologischen Auffälligkeiten schloss er, dass die Gletscher einst massiv grösser gewesen sein mussten als zu seinen Lebzeiten und die Temperaturen weltweit tiefer.

Steine des Anstosses

Zu Esmarks Belegen gehörten auch die Findlinge. Diese heute grösstenteils zerstörten, bis Einfamilienhaus-grossen Brocken ortsfremden Gesteins standen damals zu Hunderten in der Landschaft. Für die Diskussion um die Erdentstehung waren sie laut Tobias Krüger «Steine des Anstosses». Denn sie provozierten unterschiedlichste Theorien zu ihrer Herkunft und ihrem Transport, was wiederum neue



Gletschersee im Oberengadin

swiss-image.ch

Die nächste Eiszeit kommt bestimmt

Dass einst dicke Eisschilde weite Teile der Erde bedeckten, ist seit der Theorie des Geologen Jens Esmark aus den 1820er Jahren bekannt. In den 1840er Jahren tauchten erstmals Belege für die Existenz mehrerer, von Warmphasen unterbrochener Eiszeiten auf: Schichten von Gletscherschotter und Vegetationsresten, die sandwichartig übereinander abgelagert worden waren.

Heute ist die Abfolge der Eiszeiten in der jüngsten Erdgeschichte vor allem aus Bohrungen in Tiefseesedimenten und in polaren Eisschilden (Grönland und Antarktis) bekannt. Allein während der letzten Million Jahre gab es mehr als zehn Eiszeiten.

Im entsprechenden Wechsel von Warmzeiten und Eiszeiten spiegelt sich auch die Geschichte des natürlichen Treibhauseffektes. Solange die Eismassen der Antarktis die Luft und Ozeane zu kühlen vermögen – noch viele Millionen Jahre also –, wird es weitere Eiszeiten geben.

Erkenntnisse förderte wie eben jene, dass weite Landschaftsteile früher vergletschert waren. Obwohl sich die «neptunische» Sicht der Erdentstehung nicht halten können, wurde die von ihren Vertretern initiierte Eiszeitthese später mehrfach bestätigt. Dass falsche Fährten trotzdem zu zukunftsweisenden Entdeckungen führen können, lässt sich in der Eiszeitforschung auch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts beobachten.

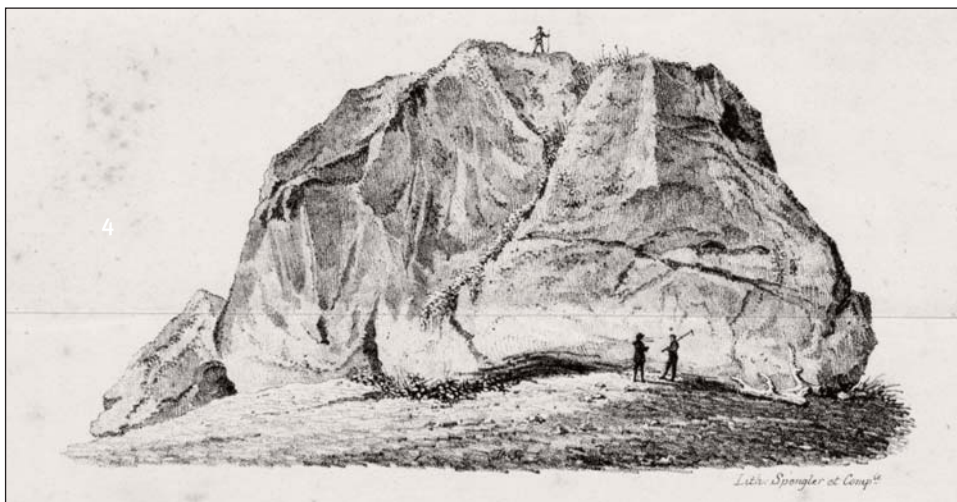
Auf falscher Fährte zum Treibhauseffekt

Der irische Forscher John Tyndall vertrat erstmals 1859 die Hypothese, dass die Eiszeiten durch Veränderungen in der Atmosphäre zustande gekommen seien, und entdeckte in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Spurengasen in der Atmosphäre für die Wärmeabsorption. 1896 entwickelte dann der spätere Physiknobelpreisträger Svante Arrhenius mit Hilfe der neuen Erkenntnisse über die

Atmosphäre ein mathematisches Modell, das den Zusammenhang zwischen abnehmendem CO₂-Gehalt und abnehmenden Temperaturen berechnete. 1906 verwies Arrhenius umgekehrt auf den Zusammenhang zwischen zunehmendem CO₂-Gehalt und zunehmenden Temperaturen. In seinem Lehrbuch der kosmischen Physik stellte er fest, «dass der so geringe Kohlen säuregehalt der Atmosphäre durch die Einwirkung der Industrie im Laufe von einigen Jahrhunderten merkbar verändert werden kann.» – «Die Entdeckung des Treibhauseffektes ist also bis zu einem gewissen Grad ein «Spin-off-Produkt» der Eiszeitforschung», bringt Tobias Krüger die Entwicklung auf den Punkt.

Klimaerwärmung erst nach 1000 Jahren

Arrhenius' Modell und seine Schätzungen waren damals noch nicht allzu genau: Er prognostizierte eine spürbare Klimaerwärmung erst nach 1000 Jahren... Andere haben später die Prognosen verfeinert. «Dennoch gibt es zum aktuellen Klimawandel bis heute ganz unterschiedliche Standpunkte», stellt Tobias Krüger fest. Den Klimahistoriker der Universität Bern erstaunt das nicht, wird doch bekanntes Wissen laufend durch neue Erkenntnisse relativiert, und bis über das Neue Konsens herrscht, können wie im Fall der Eiszeittheorie gut und gern 40 bis 50 Jahre verstreichen. Manchmal braucht es auch seine Zeit, bis eine Erkenntnis überhaupt nur gemacht ist: Heute wissen wir zwar, wann es in der Erdgeschichte welche Eiszeiten gab. Doch das «Warum?» ist laut Krüger nach wie vor offen. Auf die häufigste Vermutung – Veränderungen der Erdbahn – war 1824 bereits Jens Esmark gekommen. ■



ETH-Bibliothek Zürich, Sammlung Alte Drucke

Der «Pierre des Marmettes» oberhalb von Monthey in einer historischen Darstellung. Die rätselhaften Findlinge provozierten im 19. Jahrhundert unterschiedlichste Theorien, auch zu den Eiszeiten.



Magi Wechsler

Weisstannen gediehen früher verbreitet auch am Mittelmeer. Zu diesem der Universität Bern. Die Vegetation hat sich dann innert kürzester Zeit

Heisse Tage am Tannenstrand



SPZ/Keystone (links), Miguel Vidal/Reuters (rechts und Hintergrundbild)

Der Lago di Massaciucoli ist perfekt», sagt Daniele Colombaroli. Der Doktorand vom Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern untersucht die Seesedimente, um zu verstehen, wann und warum sich die immergrünen Eichen ausgebreitet haben. Der Lago di Massaciucoli liegt auf Meereshöhe, wenige Kilometer nördlich von Pisa, eben ungefähr in dem Bereich, wo die typische Mittelmeervegetation beginnt. Doch was heisst schon typisch! Denn was er da fand, hat alle überrascht.

Grösster Pollen in Europa

In den Bohrkernen fand er den grössten Pollen, den es in Europa gibt, Pollen von Weisstannen. Und Weisstannen auf Meereshöhe, am Mittelmeer, das dürfte es eigentlich gar nicht geben. Um ganz sicher zu sein, dass es sich nicht um Pflanzenteile handelt, die von den Bergen her eingeschwemmt worden waren, untersuchte er das Moor nebenan. Auch hier – Weisstannen. Dieser Baum kommt in Italien zwar vor, aber nur in höheren Lagen, wo es feucht ist, in den Alpen also oder in den kalabischen Bergen. Die Weisstanne ist der grösste Baum Europas. Einige der ein-

drücklichsten Exemplare stehen in Dürsrüti im Emmental. Die vielen Pollenkörner in den Seesedimenten weisen nun aber darauf hin, dass dieser Baum früher auch am Mittelmeer zu Hause war. «Dass wir Weisstannepollen auf Meereshöhe gefunden haben, bedeutet, dass wir das ökologische Potenzial dieses Baumes vermutlich nicht richtig kennen», erklärt Willy Tinner, der die Arbeit betreut.

Kein Unikum

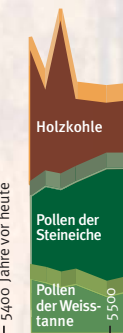
Der Paläobotaniker hatte vorher bereits im Tessin Pollen der Weisstanne gefunden, auch da in Höhenlagen, wo er sie nicht erwartet hatte. Willy Tinner beschäftigt sich unter anderem mit der Feuergeschichte. Feuer hat in der Entwicklung der Landschaft vielerorts eine grosse Rolle gespielt, auch in der Schweiz. Welche genau, wollte er herausfinden und hat dafür im Tessin Seesedimente untersucht. Da sich in den Seen sowohl Pflanzensamen als auch Kohlereste ablagern, sind sie ideale Archive, um die Klima-, Vegetations- und Feuergeschichte zu rekonstruieren.

Im Lago di Origlio, nördlich von Lugano, fand er dann eine überraschende Konstellation. Bevor der Mensch vor etwa 7500 Jahren begann, die Landschaft mit

Hilfe von Feuer urbar zu machen, gab es im Tessin viele Weisstannen. Gleichzeitig mit den Feuern gingen sie zurück, bis sie vor rund 5000 Jahren in tieferen Lagen schliesslich ganz verschwanden. «Ich habe das als Unikum betrachtet.» Die Funde im Lago di Massaciucoli beweisen nun aber, dass die Weisstanne früher wohl sehr viel weiter verbreitet war als heute.

Tannen im Reduit

Der Tessiner Wald muss damals ganz anders ausgesehen haben. Neben Weisstannen wuchsen Linden, Ulmen, Erlen, Eschen, Eichen, Hasel und Efeu. Kastanienwälder gab es noch keine, die wurden erst durch die Römer angebaut. Mit den ständigen Störungen durch Feuer veränderte sich der Wald. Ulmen und Efeu wurden durch Haseln, Erlen und Birken verdrängt. Die Buche kam auf, die Weisstanne verschwand. Ganz offensichtlich reagieren die Bäume sehr unterschiedlich auf Feuer. Hasel zum Beispiel schlägt sehr leicht wieder aus. Die Weisstanne dagegen scheint sehr empfindlich zu sein. Doch so genau wisse das niemand, meint Willy Tinner: «Dort, wo die Weisstanne heute noch vorkommt, gibt es keine Waldbrände. Und umgekehrt.» Er nimmt an, dass

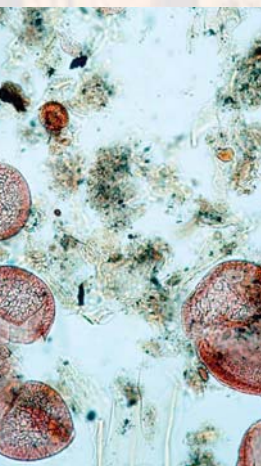
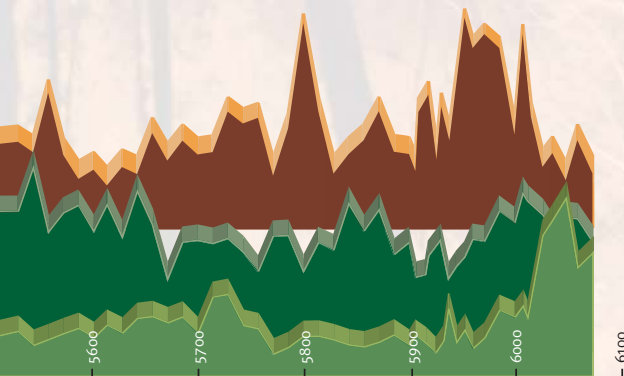


Überraschenden Resultat kommen Paläobotaniker verändert. Das gibt zu denken.

VON ANTOINETTE SCHWAB



botany.unibe.ch (3)



Weisstannenwälder (oben links) gab es vor einigen Jahrtausenden ausser im kühlen Norden auch im Mittelmeerraum. Diesen überraschenden Befund machten Botaniker und Botanikerinnen zufälligerweise bei der Untersuchung von Seesedimenten im Lago di Massaciuccoli bei Pisa. Ihre Bohrungen (oben rechts und kl. Bild unten) förderten unerwartet auch Pollen von Weisstannen zutage (kl. Bild links). Wie die Sedimentanalysen (Grafik oben) zeigen, haben Waldbrände – sichtbar an den hohen Kohlenanteilen in manchen Sedimentschichten – den Weisstannenbestand über die Jahrtausende sukzessive verringert, während sich die immergrünen Steineichen jeweils rasch wieder erholten.



sich die Weisstannen gezwungenermassen in höhere Lagen zurückgezogen haben. «Die Weisstanne kommt heute nur noch reliktsch vor.»

Klima oder Mensch

Das Team vom Berner Institut für Pflanzenwissenschaften untersucht die Klima-, Vegetations- und Feuergeschichte auf dem Weg von den Alpen bis ins Zentrum des Mittelmeers, nach Sizilien. Und auf diesem Weg liegt ideal der Lago di Massaciuccoli. Die Bohrkerne zeigen ein ähnliches Bild wie im Tessin: eine bestimmte Waldgesellschaft, dann, vor rund 6000 Jahren, zunehmend Feuer; die Vegetation verändert sich, die Weisstanne verschwindet, Sträucher und Kräuter breiten sich aus. «Und das Ganze spielte sich innerhalb von wenigen Jahren ab», betont Daniele Colombaroli.

20 Jahre reichten aus, um das Bild einer Landschaft vollständig und langfristig zu verändern. Bis heute. Die immergrünen Eichen sind nicht erst in dieser Zeit aufgekommen, sie sind einfach die einzigen, die überlebt haben. Als die Weisstannen kollabierten, war der Anteil an Kohle sehr hoch. Es muss also oft gebrannt haben. Aber warum? Wurde das

Klima wärmer und trockener, so dass es mehr natürliche Waldbrände gab? Sind die Brände auf menschliche Eingriffe zurückzuführen? Oder eine Kombination?

Ursache oder Wirkung

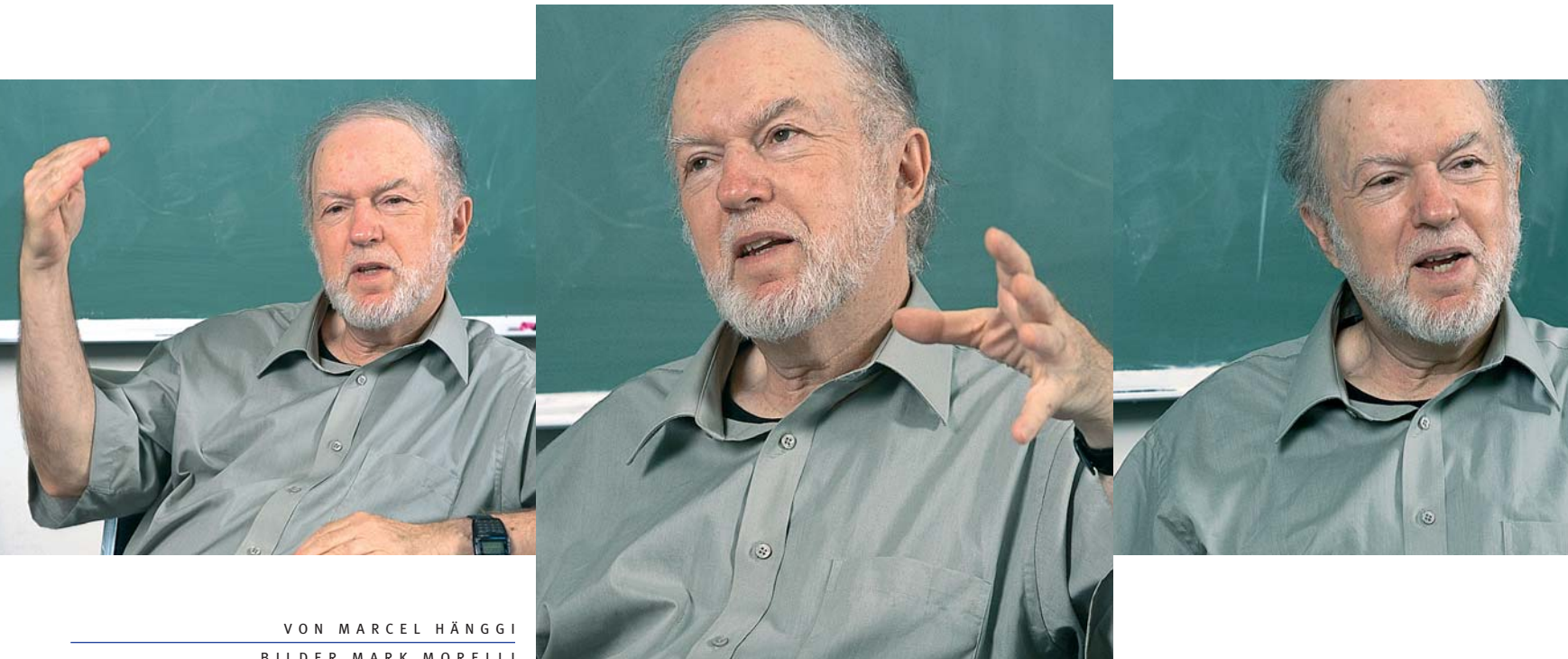
Um der Entwicklung des Klimas auf die Spur zu kommen, hat Daniele Colombaroli die Kieselalgen in der nahen Lagune von einem italienischen Labor analysieren lassen. Denn je nach Temperatur, Nährstoffgehalt und Salinität des Wassers kommen unterschiedliche Arten vor. Die Analysen sind deutlich: Wenige Jahrzehnte nach dem Zusammenbruch der ursprünglichen Vegetation war es tatsächlich wärmer. Auch die Wasserqualität veränderte sich. Es wurde zunehmend brackig, zu einem Gemisch aus Salz- und Süsswasser.

Doch ein Standort allein reicht nicht aus, um festzustellen, ob sich das Klima in der Region wirklich verändert hat. Deshalb untersucht der Doktorand nun detailliert einen zweiten See, etwas weiter südlich. Dabei interessiert ihn vor allem, ob ein Sediment eher ufernah oder im tieferen Wasser abgelagert worden ist. So lassen sich Wasserstandsschwankungen nachweisen. Und diese wiederum lassen Rückschlüsse auf das Klima zu. Sollten die Wasserstandsänderungen mit den Veränderungen im Lago di Massaciuccoli korreliert sein, so wäre dies ein klarer Beleg für klimatische Veränderungen. Wenn nicht, so wäre dies ein ebenso wichtiger Hinweis für den menschlichen Einfluss.

Macchia im Emmental

Die Feuergeschichte ist in Mittel- und Südeuropa noch ein sehr junger Zweig der Wissenschaft. Die erste Publikation erschien erst Ende der 1980er Jahre. Bisher habe man den Einfluss von Feuer auf die ökologischen Bedingungen nur wenig wahrgenommen: «Aber wenn man diese Fakten nicht berücksichtigt, kann man die Ökologie nicht verstehen und erst recht nichts voraussagen,» gibt Willy Tinner zu bedenken. Klimatologen und Ökologen warnen, dass Waldbrände mit einer Klimaerwärmung auch in inneralpinen Tälern zunehmen werden. Und die Berner Resultate zeigen, dass Feuer die Vegetation in relativ kurzer Zeit verändert. Dann könnten auch im Emmental die Weisstannen schnell verschwinden. ■

«Verfälschungen durch Sponsoring sind real»



VON MARCEL HÄNGGI
BILDER MARK MORELLI

Der Wissenschaftsphilosoph Sheldon Krimsky erforscht Sponsoring und Technologietransfer. Er mahnt, die Kommerzialisierung der Wissenschaft sei vielerorts zu weit fortgeschritten. Doch die Gefahren seien nicht unabwendbar.

Das schweizerische Universitätsförderungsgesetz von 1999 belohnt Universitäten, die mehr Drittmittel einwerben. Und die Hochschulen setzen neue Prioritäten. So beispielsweise gehört an der ETH Zürich die Intensivierung der Industriekontakte zu den Hauptzielen der neuen Schulleitung, um nur eines unter diversen Beispielen zu nennen. Doch die Nähe zwischen Universität und Industrie birgt Risiken. Bereits 1988, als von «Technologietransfer» oder «Drittmittel» hierzulande

noch kaum die Rede war, widmete sich ein Komitee des US-Repräsentantenhauses den Interessenkonflikten zwischen Wissenschaft und Industrie. Sheldon Krimsky ist einer der weltweit besten Kenner der Materie.

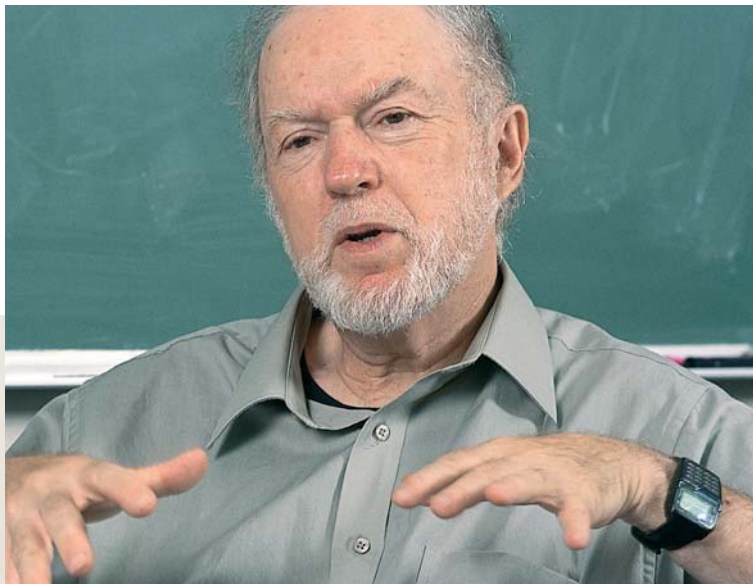
Herr Krimsky, im Untertitel Ihres Buches «Science in the Private Interest» fragen Sie, ob die Verheissung von Profit die Forschung korrumpiert habe. Ihre Antwort?

Sheldon Krimsky: Gewisse Gebiete der Wissenschaft wurden in letzter Zeit stark

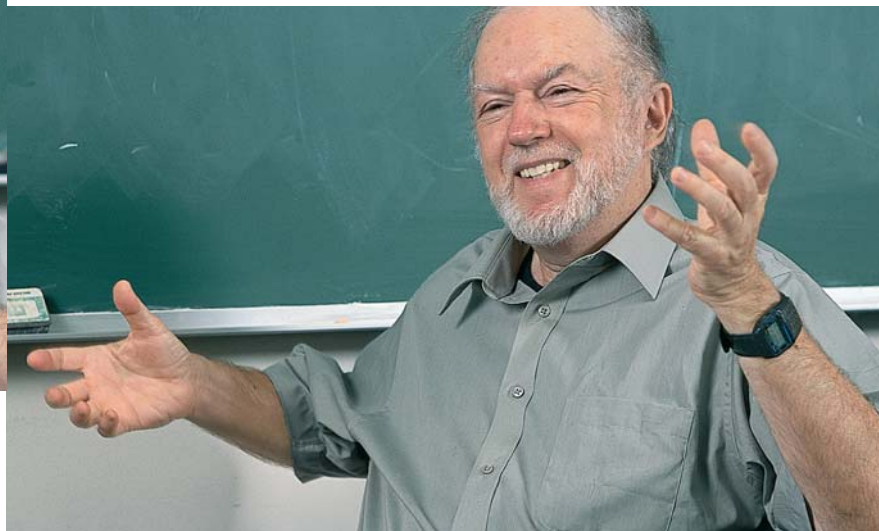
kommerzialisiert. Wer mein Buch liest, wird vermutlich zum Schluss kommen, dass es in diesen Gebieten viel Korruption gibt. Ich versuche in dem Buch, diese Einflüsse zu wägen und Empfehlungen zu geben, wie sich die Autonomie der Forschung schützen lässt.

Was ist schlecht an der Kommerzialisierung?

Ein Unternehmen, das Forschung sponsert, sieht in der Forschung einen Input in sein Produktionssystem. Kommerzielle Sponsoren haben ein Interesse daran, wie eine Studie herauskommt. Es gibt viele Beispiele, wie solche Sponsoren Druck auf die Forscher ausübten, wenn ihnen das Resultat nicht passte. Hingegen habe ich für meine Forschung viel Geld aus staatlichen Quellen erhalten. Doch nie sagte jemand von der Regierung: Wir wollen dieses Resultat.



«Studien, die von Firmen gesponsert wurden, zeitigen viel eher Resultate im Sinne des Sponsors als Non-Profit-Studien.»



«Man sollte verbieten, dass klinische Forscher Aktien von Pharmafirmen besitzen.»

Regierungen könnten genauso an einem bestimmten Resultat interessiert sein!

Richtig. Unsere derzeitige Regierung beeinflusst ihre eigenen Forscher beispielsweise im Bereich Klimaforschung. Wer aber nicht direkt in einer Institution des Bundes angestellt ist, sondern für eine Universität arbeitet und Bundesgelder

Sheldon Krimsky

Sheldon Krimsky ist Wissenschaftsphilosoph und Professor an der Tufts University in Medford, Massachusetts. Zu seinen wichtigsten Forschungsthemen gehören Bioethik sowie die Kommerzialisierung der Wissenschaften. Sein Buch «Science in the Private Interest. Has the Lure of Profits Corrupted Biomedical Research?» (Lanham 2003) ist ein Standardwerk.

Im Rahmen einer Veranstaltung des Schweizer Klubs für Wissenschaftsjournalismus und auf Einladung des Schweizerischen Nationalfonds weilte Krimsky im Mai dieses Jahres in Zürich.

erhält, ist bisher glücklicherweise noch von Beeinflussung verschont geblieben. Firmen hingegen versuchen, Kontrolle auch über die von ihr gesponserte Forschung an Universitäten auszuüben.

Eine Universität will gute Wissenschaft. Wenn eine Firma ebenfalls gute Wissenschaft will, gibt es keinen Interessenkonflikt. Wenn wir von angewandten Wissenschaften sprechen, dann geht es nicht einfach um gute oder schlechte Wissenschaft. Da sind politische, soziale, kulturelle Werte involviert. Welche Technologierisiken für eine Gesellschaft akzeptabel sind, ist keine wissenschaftliche Frage. In solchen Disziplinen sind Verfälschungen durch private Sponsoren real.

Ein wesentliches Resultat meiner Forschung ist, dass ich einen «Fundig effect» nachweisen konnte: Studien, die von Firmen gesponsert wurden, zeitigen mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit Resultate im Sinne des Sponsors – beispielsweise, dass die Nebenwirkungen eines Medikaments harmlos seien – als vergleichbare Studien, die aus Non-Profit-Quellen finanziert wurden.

Sollten Universitäten auf Sponsoring verzichten?

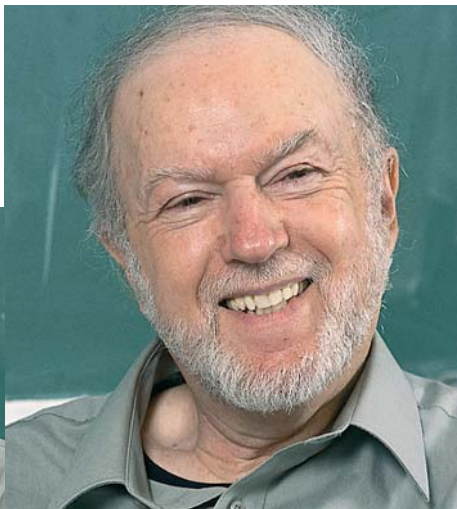
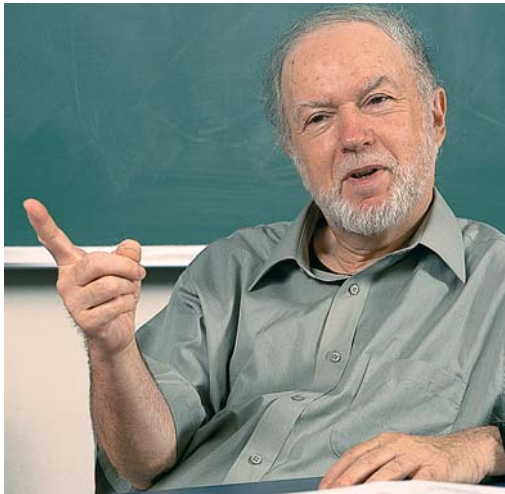
Es gibt Universitäten, die grundsätzlich kein Geld beispielsweise von der Tabakindustrie annehmen. Ich glaube aber nicht, dass es praktikabel wäre, die Annahme privater Drittmittel zu verbieten.

Wichtig ist, was für Verträge abgeschlossen werden. Der Forscher muss die volle Freiheit haben, seine Resultate zu interpretieren und zu publizieren, wie er es für richtig hält.

In der Schweiz hat sich der Anteil privatwirtschaftlicher Gelder an der Finanzierung der Universitäten in den letzten zehn Jahren fast verdreifacht, und der Trend geht weiter. Was empfehlen Sie den Schweizer Universitäten, damit sie ihre Autonomie wahren können?

Die Universitäten brauchen einen strengen Ethikcode, um zu verhindern, was in den USA und, schlimmer, in China und Südkorea passiert. Sie brauchen Richtlinien für ihre Forscher. Wir würden keinen Richter akzeptieren, der Aktien eines kommerziellen Gefängnisses besitzt; ebenso sollte man verbieten, dass klinische Forscher Aktien von Pharmafirmen besitzen.

«Private Investitionen in die Wissenschaft haben sich in den USA in den letzten 15 Jahren etwa verdoppelt.»



«Ich nehme an, die exzessive Kommerzialisierung der Wissenschaft kann überwunden werden.»

«Wer Unternehmer wird, sollte die akademische Forschung verlassen.»

Die Universitäten selber müssen neutral bleiben und sollten nicht in Unternehmen investieren. Ich glaube, mit solchen Massnahmen kann eine Universität verantwortungsvoll mit Sponsoring umgehen.

Immer mehr Forscher vermarkten ihre Entdeckungen und Entwicklungen in Spin-off-Firmen. Kann man gleichzeitig Wissenschaftler und Unternehmer sein?

Wer das tut, lebt in zwei Wertsystemen. In der Forschung ist Geduld ein hoher Wert: eine Wahrheit verfolgen, egal, wie lange es dauert.

Die Geschäftswelt dagegen muss schnell sein. Ich glaube nicht, dass man das auseinander halten kann. Eines der beiden Wertsysteme wird kompromittiert. Wer Unternehmer wird, sollte die akademische Forschung verlassen. Dasselbe Problem haben Universitäten, die beides wollen. Institutionelle Interessenkon-

flikte sind vermutlich noch schädlicher als individuelle.

Sie schreiben über die USA. Wie sieht die Situation in Europa aus?

Der Umfang der privaten Investitionen in die Wissenschaft hat sich in den USA in den letzten fünfzehn Jahren etwa verdoppelt. Durchschnittlich 7,5 bis 8 Prozent der Budgets der Universitäten werden durch Privatgelder bestritten, bei manchen Universitäten sind es 30 bis 40 Prozent.* Ich denke, der Umfang privater Investitionen in die Universitäten in Europa ist geringer, aber die Effekte sind dieselben.

Laut Ihrem Buch war 1980 ein Wendejahr. Was geschah damals?

Viele Politiker hatten den Eindruck, die USA würden im globalen Wettbewerb verlieren. Sie glaubten, dass wir zu wenig innovativ seien und dass Erfindungen in den Schubladen liegen blieben. Das Zauberwort der Stunde hiess «Technologietransfer». Es wurden mehrere Bundesgesetze erlassen, um den Technologietransfer zu fördern. Das wichtigste, der Bayh-Dole-Act, übertrug den Uni-

versitäten die Eigentumsrechte an Entdeckungen, die mit Bundesgeldern erzielt worden waren. Im selben Jahr erklärte das Bundesgericht mit knappem Entscheid, Lebewesen seien patentierbare Entitäten, was zu Patenten auf Gene führte. Damit wurde quasi über Nacht jeder, der Gene sequenziert, zum Unternehmer.

Es gibt Stimmen, die halten den Bayh-Dole-Act für eines der erfolgreichsten Gesetze der jüngeren US-Geschichte.

Wenn Sie den Erfolg in der Zahl der Patente messen, die von Universitäten angemeldet werden, dann ja: Diese Zahl hat um das Zehn- bis Zwanzigfache zugenommen. Wenn Sie aber fragen, ob die Gesellschaft profitiert habe, dann weiss niemand die Antwort. Das hat niemand untersucht.

Was erwarten Sie für die Zukunft?

Wir hatten in der Geschichte unserer Universitäten verschiedene Missstände: In den 1960er Jahren gab es zu viel geheime Forschung, das Jahrzehnt davor wurden gute Wissenschaftler aus politischen Gründen entlassen. Diese Entwicklungen konnten gestoppt werden, und es ist anzunehmen, dass die exzessive Kommerzialisierung der Wissenschaft auch überwunden werden kann. Was die Akteure angeht, so werden sich die Fachjournale des Problems der Interessenkonflikte bewusst und versuchen, transparent zu sein.

Für die Politik bin ich nicht sehr optimistisch, das sich Substanzielles bewegen wird, solange die Mehrheiten im Kongress nicht wechseln. Die Universitäten schliesslich reagieren auf die Medien und auf die Politik. Wenn die Politik ihre Haltung ändert und Wissenschaftsethik ein wichtiges Thema wird, dann werden die Universitäten reagieren, wie sie auch auf die Medien reagiert haben – sie wollen keine schlechte Presse, und einige hatten sehr schlechte Presse. ■

* Zum Vergleich: Die Schweizer Universitäten finanzierten sich 2004 durchschnittlich zu 5,7 Prozent (1995: 2,1 Prozent) aus privatwirtschaftlichen Quellen; an der Spitze lagen die Universitäten St. Gallen und Lausanne mit 17 Prozent respektive 11 Prozent (Quelle: BFS).



Auf einer der Coconut-Inseln auf Hawaii untersucht die Meeresbiologin Deborah Zulliger (u.l.) das Leben der heute stark dezimierten Kammseesterne (o.r.). Die Insel hat weder eine Bar noch einen Laden zu bieten, dafür eine Forschungsstation (u.r.).
Bilder: Deborah Zulliger



Bei den Seesternen auf Hawaii

Ein paar Wochen pro Jahr verbringt Deborah Zulliger am Atlantik, am Pazifik oder am Mittelmeer, um den Artenreichtum der Kammseesterne zu erforschen. Dabei taucht sie auch selbst nach den Stachelhäutern – ausser wenn ihr Haie in die Quere kommen.

Wenn ich nach meinem Beruf gefragt werde, wundern sich manche Leute, dass eine Meeresbiologin die meiste Zeit des Jahres in einem Binnenland im Labor steht. Für meine Forschung spielt es eben keine Rolle, ob ich direkten Meeresanstoss habe: Denn die meisten Proben von Seesternen, die ich morphologisch und molekulargenetisch untersuche, bekomme ich von Museen oder Forschungsstationen auf der ganzen Welt zugesandt. Aber die wenigen Wochen im Jahr, die ich als Seesternforscherin am Atlantik, am Pazifik oder am Mittelmeer verbringe, sind für mich ganz klar ein Highlight!

Letztes Jahr habe ich meine Zelte für zwei Monate auf einer der Coconut-Inseln auf Hawaii aufgeschlagen. Der Austausch mit dem internationalen jungen Forschungsteam dort bereichert meine Forschungsarbeit enorm. Auch endlich nicht nur bleiche, «eingeschnapste» oder getrocknete Seesterne vor sich zu haben, sondern leuchtend orange, quicklebendige, die mit ihren Armen blitzschnell im Sand krabbeln können, ist schön. Obwohl die Forschungsbedingungen – zwanzig in einem winzigen Labor! – ganz anders sind als in Zürich. Auch das Leben in Hawaii war wenig komfortabel: Auf unserer kleinen Insel, die man zu Fuss in zehn Minuten umrundet, gab es weder einen Laden noch eine Bar, einzig einen Popcorn-Automaten in einem Hörsaal des Instituts, des Hawaii Institute of Marine Biology. So ist es mir nicht schwer gefallen, mich ganz

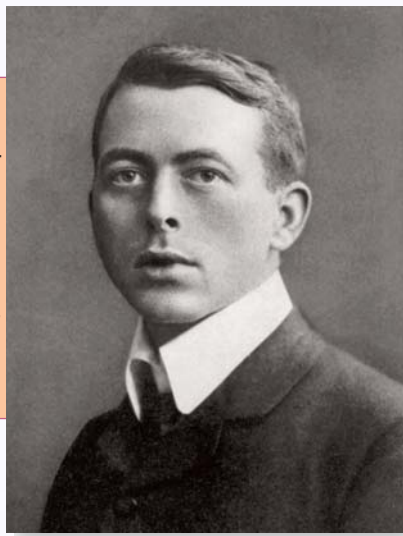
auf meine Studien zu konzentrieren. Ich liebe es auch selbst zu tauchen: Es braucht viel Ausdauer und etwas Mut, denn man kämmt unter anderem den sandigen Meeresgrund mit der flachen Hand durch, denn Kammseesterne vergraben sich oft. Bloss: Auf Hawaii konnte ich diesmal nur vereinzelt selbst tauchen – des schlechten Wetters und der vielen Haie wegen.

Kammseesterne (*Astropecten*) sind Seesterne mit fünf Armen und Stacheln mit einem Durchmesser von bis zu einem halben Meter. Im Mittelmeer ist der orange *Astropecten aranciacus* am häufigsten, es gibt aber auch rote oder blauviolette Arten. Kammseesterne sind allerdings in den letzten 20 Jahren in allen Weltmeeren stark dezimiert worden.

Mich interessieren die Artbildungsprozesse dieser Tiere: Eigentlich tendieren marine Wirbellose, die wie die Kammseesterne lange Zeit als Larve in der Meeresströmung treiben, nicht dazu, neue Arten zu bilden. Aber es gibt erstaunlich viele Kammseesternarten. Deshalb frage ich mich, wie lange es die verschiedenen Arten – in evolutionsbiologischen Dimensionen – schon gibt. Oder ich untersuche, ob zwei Arten aus verschiedenen Meeren, die ähnlich aussehen und ein vergleichbares Habitat besiedeln, auch genetisch nahe miteinander verwandt sind. Daneben möchte ich wissen, wie weit Seesternlarven im Meer treiben und welchen Einfluss das auf die Populationsstruktur hat. So kann man herausfinden, ob Gebiete, in denen Kammseesterne heute bedroht sind, in Zukunft vielleicht auf natürliche Weise wieder besiedelt werden können. Ich selbst habe voraussichtlich schon bald wieder das Glück, einem Kammseestern unter Wasser zu begegnen: bei meinem nächsten Forschungsaufenthalt in Panama.» ■

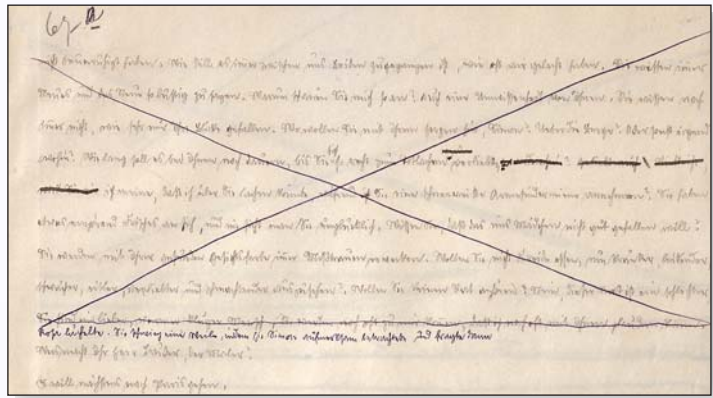
Aufgezeichnet von Ruth Jahn

1. Robert Walser im Jahr 1905 in Berlin.
2. Die neue Gesamtausgabe wird sämtliche Textpassagen enthalten, gut leserlich, in Druckschrift, aber aufgemacht...
3. ...wie in den Originalmanuskripten (hier: «Geschwister Tanner»).



1

~~67(b) nicht-beunruhigt haben. Wie still es immer zwischen uns Beiden zugegangen ist, wie oft wir gelacht haben. Sie wissen immer Neues und das Neue so lustig zu sagen. Warum schauen Sie mich so an? Auch eine Unwissenheit von Ihnen. Sie wissen noch immer nicht, wie sehr mir Ihre Blicke gefallen. Wo wollen Sie mit Ihrem Herzen hin, Simon? Ueber die Berge? Oder sonst irgendwohin? Wie lang soll es bei Ihnen noch dauern, bis Sie so recht zum Totlachen verliebt (je) (n) ge worden sein? Geliebte auch? Vielleicht, wird Sie ein, ich meine, daß ich über Sie lachen könnte, während Sie eine schneeweiße Armesünderin annehmen? Sie haben etwas empörend Frisches an sich, und nie sieht man Sie unglücklich. Wissen Sie, daß das uns Mädchen nicht gut gefallen will? Sie werden mit ihrer geröteten Gesichtsfarbe immer Mißtrauen erwecken. Wollen Sie nicht Kreide essen, um kränker, leidender, schwächer, eitler, verliebter und schmachsender auszusehen? Wollen Sie keinen Rat annehmen? Nein, dieser Rat ist ein schlechter. Sie sind ein lieber, warmer, kluger Mensch; Sie werden noch oft zu mir kommen; daß ich noch oft mit Ihnen plaudern kann. Rosa lächelte. Sie schweig eine Weile, indem sie Simon aufmerksam betrachtete, und fragte dann Was macht Ihr Herr Bruder, der Maler? Er will nächstens nach Paris gehen.~~



2

«Natürlich hielt er sich für den Besten!»

Ein Team aus Basler Literaturforschenden plant als längerfristiges Projekt eine kritische Ausgabe von Robert Walsers Gesamtwerk. Der Schweizer Autor gehört heute zu den bedeutendsten Vertretern der deutschsprachigen Literatur des 20. Jahrhunderts.

VON SUSANNE BIRNER
BILDER ROBERT-WALSER-STIFTUNG

Geleistet habe ich dieses Jahr nicht übermässig viel. Ich liess einigen Genies Zeit, sich in voller Üppigkeit zu entfalten, aber ich bin trotzdem etwa noch der neuntösste eidgenössische Dichter.» Dies schrieb Robert Walser 1923 an seine Freundin Frieda Mermet (Robert Walser, Briefe, 1973, S. 209). «In Wirklichkeit hielt er sich für den Besten», stellt der Basler Literaturprofessor Wolfram Groddeck dazu schmunzelnd klar.

Zahlreiche Indizien machen deutlich, warum der 1933 in der Psychiatrie verstummte Schweizer Autor Robert Walser nicht nur als einer der bedeutendsten deutschsprachigen Autoren des 20. Jahrhunderts, sondern längst auch als Klassiker der Moderne gilt: Seit den 60er Jahren erschienen mehrere grossauftragige Leserausgaben. Die Entzifferung der in milli-

meterkleinen Schriftzeichen verfassten Walser-«Mikrogramme» sorgte zum Jahrtausendwechsel für Aufsehen. Aktuell herrscht ein Walser-Boom in Frankreich und Spanien, hierzulande füllt der Autor Seminarräume und inspiriert zu Dissertationen.

Alles zusammen rechtfertigt für den Basler Editionswissenschaftler Wolfram Groddeck das Grossprojekt einer kritischen Gesamtausgabe. In Zusammenarbeit mit Teamkollegin Dr. Barbara von Reibnitz und dem Informatiker und Germanisten Matthias Sprünglin entstand deshalb seit 2004 im Rahmen eines vom Schweizerischen Nationalfonds geförderten Pilotprojekts ein ausführliches Konzept mit Probeeditionen. Dieses wurde an einem Expertentreffen präsentiert und diskutiert. «Es gab wichtige Anregungen, insbesondere zum Thema Datenbank, aber keine Grundsatzkritik», resümiert Groddeck.

Insgesamt bis zu 40 Bände

Ein Reader aus dem Pilotprojekt dokumentiert die Aufteilung der auf maximal 40 Bände veranschlagten Gesamtausgabe: Demnach umfasst die Abteilung I die gesammelten Buchpublikationen, Abteilung II vereint sämtliche Drucke in Zeitschriften und Zeitungen, Abteilung III die Buch- und Einzelmanuskripte und Abteilung IV schliesslich die integrale Edition der 526 Mikrogramm-Blätter. Die «Kritische Walser-Ausgabe» (KWA) unterscheidet

sich gemäss den Forschenden von den bestehenden Texteditionen durch die Konzentration auf Überlieferung, Schrift, Kontext, Werkintention und Textgenese. Innovativ daran sei insbesondere die integrale Darstellung des Manuskript- und Druckmaterials, also der fortlaufende Abdruck auch aller Textvarianten, wodurch die Textgenese sichtbar wird. (Üblicherweise werden bei Gesamtausgaben die Varianten von Textpassagen mit anderen Informationen in so genannten Textapparaten separat herausgegeben.)

Textgenese wird nachvollziehbar

Erst durch diese neuartige Form der Edition werde es Literaturforschenden überhaupt möglich sein, die Walser-typischen Textgeneseprozesse nachzuvollziehen und sich somit dem «wirklichen Walser» anzunähern. Für Medienwissenschaftler und Feuilletonforschende bedeutsam wird die Herausgabe der Walser-Drucke in Zeitungen und Zeitschriften. Gar von künstlerischem Wert sind die Mikrogramme des für sein grafisches Gespür bekannten, ausschliesslich von Hand schreibenden Autors, die schon mehrmals für Ausstellungen verwendet wurden.

Als Prototyp der «Kritischen Walser-Ausgabe» wird das bisher unpublierte Manuskript zu Walsers Romandebüt «Geschwister Tanner» in Gestalt einer kritisch kommentierten Faksimileausgabe ediert. Für eine breitere Leserschaft ist geplant, aus den historisch-kritischen Bänden Lesetexte und womöglich eine – preisgünstigere – Studienausgabe zu generieren. ■

Das Hirn und wir

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



Vanessa Püntener/Strates

Die Neurowissenschaften erzielen zahlreiche Fortschritte und verändern unser Menschenbild. Sie versprechen gar, den Menschen zu verbessern. Wollen wir das?

Wir leben mitten im Jahrzehnt der Hirnforschung. Schlag auf Schlag treffen neue Erkenntnisse darüber ein, wie unser Gehirn funktioniert, wie Gefühle entstehen, wie das Gedächtnis funktioniert und wie wir Entscheidungen treffen. Mit ihren Thesen bringen die Neurowissenschaften traditionelle Ansichten und Lehren in Bedrängnis. Monatelang währte die engagierte Diskussion von Hirnforschern und Theologinnen, Juristen und Philosophinnen und andern Fachleuten über Existenz oder Nicht-Existenz des menschlichen freien Willens im Weltblatt unseres nördlichen Nachbarn. Oder unter der Schirmherrschaft der belgischen Königin-Baudouin-Stiftung haben 126 Europäerinnen und Europäer verschiedenen Alters und Hintergrunds die ethischen Dilemmas diskutiert, welche die Hirnforschung aufwirft.

Dafür ist es höchste Zeit. Schon nehmen Kinder in grosser Zahl, auch bei uns, das Medikament Ritalin, um schulischen und gesellschaftlichen Verhaltensnormen zu genügen. Pharmaka zum Aufputzen von Gedächtnis oder Aufmerksamkeit, deren Langzeitfolgen unbekannt sind, drängen auf den Markt. Hirnbilder aus dem Tomografen erhellen Denkprozesse und lassen den perfekten Lügendetektor erhoffen oder gar den Blick in unsere Gedanken befürchten. Die Schlagworte Neuro-Marketing oder Neuro-Pädagogik beflügeln Fantasie und Ehrgeiz von Ökonomen oder Pädagoginnen. In den Strategiepapieren des amerikanischen Verteidigungsministeriums Pentagon wird die Forschung gar unverhohlen zu «human enhancement» aufgefordert, Verbesserung des Menschen also, zum Beispiel durch medikamentöse oder anderweitige Kreation von Soldaten, die tagelang keinen Schlaf benötigen.

Wollen wir das alles? Haben wir schon darüber nachgedacht? Eine Kontroverse in den Zeitungsspalten? Bürgerinnen und Bürger, die sich zu Wort melden? Nichts von alledem in unserem Land, wo Universitätszentren in Deutsch- und Welschschweiz Spitzenforschung in den Neurowissenschaften betreiben. In der Schweiz stecke die öffentliche Debatte um die Anwendungen, die sich auf neurowissenschaftlichem Gebiet abzeichnen, noch in den Kinderschuhen, hält die Studie zu den bildgebenden Verfahren in der Hirnforschung des schweizerischen Zentrums für Technikfolgenabschätzung fest. Auf diese Studie hin haben die Medien zu reagieren begonnen. Die Debatte darf sich aber nicht auf die Hirnbilder beschränken.

Wohl findet regelmässig die «Woche des Gehirns» statt. Doch viel mehr an Kommunikation, als die eigene Arbeit in gutem Licht darzustellen und zu erklären, haben unsere Forschenden bisher nicht geboten. Wann melden sie sich zum Diskurs mit Hinz und Kunz, setzen sich mit zu grossen Hoffnungen auf Heilungschancen und diffusen Ängsten vor Gehirnmanipulation auseinander? Wann melden sich unsere Theologinnen und Philosophen, Ethiker, Juristinnen und Psychologen zuhauf in den Medien zu Wort? Immerhin lädt nun die Universität Freiburg i. Ü. auf Mitte Oktober zu einem Symposium über «Hirnforschung & Menschenbild» ein. Im Hirn verschmelzen Körper, Geist und Seele faktisch zur Persönlichkeit. Es kann uns nicht egal bleiben, was damit geschieht. Das Thema «das Hirn und wir» geht alle an. Auf die nötige demokratische Auseinandersetzung um die Hirnforschung können wir nicht mehr warten. ■

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



Launen der Natur

Welche Tiere lassen sich kreuzen, welche nicht?

Oder spezifischer gefragt: Weshalb kann man ein Pferd mit einem Esel kreuzen, aber eine Ziege mit einem Schaf nicht? Normalerweise verhindert die so genannte «Art-Barriere», dass Tiere verschiedener Arten miteinander gekreuzt werden können. Diese Barriere besteht bei Schaf und



Ziege, bei den sehr nahe verwandten Pferd und Esel ausnahmsweise und aus nicht ganz geklärten Gründen aber nicht. Allerdings sind ihre Nachkommen steril. Maulesel und Maultiere können sich v.a deshalb nicht fortpflanzen, weil ihre Eltern unterschiedliche Chromosomenzahlen besitzen: der Esel 62 Chromosomen zu 31 Paaren, das Pferd 64 zu 32 Paaren. Die Mischlinge haben daher nur 63 Chromosomen, und da diese Zahl nicht durch zwei teilbar ist, entstehen in der Regel keine fruchtbaren Keimzellen.

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



www.science-et-cite.ch

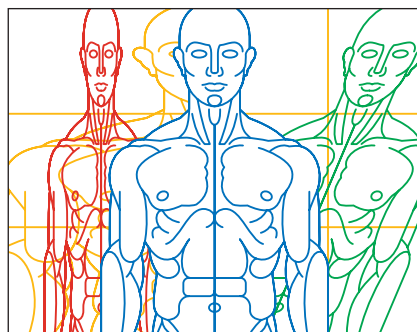
Wissenschaftstage Sport

Vom 19. bis 22. Oktober steht Biel ganz im Zeichen von Wissenschaft und Sport: An diesen vier Tagen finden an verschiedenen Orten der zweisprachigen Stadt die «Wissenschaftstage Sport» statt, die die Stiftung Science et Cité zusammen mit der Eidgenössischen Hochschule für Sport in Magglingen und dem Institut für Sportwissenschaften der Universität Bern durchführt.

In Ausstellungen, Podien, Filmvorführungen, Sportparcours oder einem Kinder-Bewegungspark erhält das Publikum konkrete Antworten auf die Frage, wie beim Breiten- und Spitzensport in der



Schweiz die Forschung gefragt ist und wo die sportwissenschaftliche Forschung heute steht. Auch sollen die Besucher mit Forschenden und sportlich Aktiven direkt ins Gespräch kommen. Das Programm ermöglicht zum Beispiel praktische Erfahrungen im Höhenzelt oder auf der Diagnostikstation, den Besuch eines Podiums über Doping im Spitzensport oder eines Wissenschaftscafés über Gewalt in Schweizer Fussballstadien. **red** ■



Detailliertes Pogramm bei Science et Cité, Tel. 031 313 19 19 oder www.science-et-cite.ch

horizonte

SCHWEIZER FORSCHUNGSMAGAZIN

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

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

Herausgeber

Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung 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

Sekretariat: Monika Risse-Aebi
Internet: Nadine Niklaus

Redaktion

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

Übersetzungen

Weber Übersetzungen
Cécile Rupp

Gestaltung, Bildredaktion

Studio25, Laboratory of Design, Zürich:
Isabelle Gargiulo

Hans-Christian Wepfer
Anita Pfenninger (Korrektorat)

Auflage

14140 Exemplare deutsch,
8438 Exemplare französisch

Litho: Ast & Jakob,
Vetsch AG, Köniz

Druck: Stämpfli AG, Bern

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

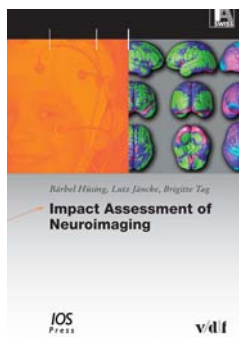
© alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.



Adrian Vatter (Hrsg.)
FÖDERALISMUSREFORM
 Wirkungsweise und Reformansätze
 föderativer Institutionen in der Schweiz

Sind die heutigen föderativen Institutionen noch angebracht, um die Probleme einer komplexen Gesellschaft zu lösen? Adrian Vatter untersucht aus politologischer Sicht die für die Zukunft unseres Landes relevante Frage.

NZZ-Buchverlag, Zürich, 2006, CHF 55.—



B. Hüsing, L. Jäncke, B. Tag,
 TA-Swiss (Hrsg.)
**IMPACT ASSESSMENT
 OF NEUROIMAGING**

The techniques known as «neuroimaging» enable us to see how the brains of test subjects function, without resorting to operative surgery. This is a significant development, but one that needs to be carefully monitored and requires a broadly based debate.

vdf, Zürich, 2006, CHF 118.—



B. Fritzsche, H.-J. Gilomen, M. Stercken (Hrsg.)
STÄDTEPLANUNG – PLANUNGSSTÄDTE

Städtisches Planen und Bauen sind Gegenstand dieses Buches. Es erläutert aus der Perspektive verschiedener Disziplinen Mechanismen des Städtebaus zwischen Mittelalter und Gegenwart. In den Blickpunkt rücken auch die zeitspezifischen – politischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen – Bedingungen von Stadtplanung und Bauform.

Chronos-Verlag, Zürich, 2006, CHF 48.—



Jon A. Fanzon
DIE GRENZEN DER SOLIDARITÄT
 Schweizerische Menschenrechtspolitik
 im Kalten Krieg

Diese erste quellengestützte Gesamtdarstellung der Geschichte der schweizerischen Menschenrechtspolitik widerlegt die weit verbreitete Ansicht, wonach die Eidgenossenschaft traditionsgemäss eine aktive Menschenrechtspolitik betrieben habe.

NZZ-Buchverlag, Zürich, 2006, CHF 58.—



C. Rehmann-Sutter, A. Bondolfi, J. Fischer, M. Leuthold
BEIHILFE ZUM SUIZID IN DER SCHWEIZ
 Beiträge aus Ethik, Recht und Medizin

Anders als in anderen europäischen Staaten ist in der Schweiz die Beihilfe zum Suizid unter gewissen Auflagen erlaubt. Doch wie kann die Gesellschaft, speziell auch das Recht, mit der brisanten Thematik umgehen? Welche Folgen ergeben sich für die Medizin?

Peter Lang, Bern, 2006, CHF 87.—

1. September 2006 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

8. September bis 22. Oktober 2006

Check on Arrival

Interaktive Installation einer Forschungsgruppe der Hochschule für Gestaltung und Kunst Zürich zum Thema «Flughafen als Grenzbereich und Schauplatz aktueller Veränderungen».

Landesmuseum, Museumsstrasse 2, 8023 Zürich
www.musee-suisse.ch

Jeweils erster Montag des Monats, 18 bis 19 Uhr

Wissenschaftscafé Bern

2. Oktober 2006

Hochwasser, Lawinen, Erdbeben,
 Erdbeben – Von der Reaktion zur Prävention.
 Können wir Naturkatastrophen vorbeugen?



6. November 2006

Krise oder Depression – Wenn der Blues zum Alltag wird.
 Krisen oder Depressionen können jeden treffen.

Cafeteria Volkshochschule, Grabenpromenade 3, 3011 Bern
www.science-et-cite.ch/projekte/cafe/wicabern

Jeweils erster Mittwoch des Monats, 18 Uhr

Wissenschaftscafé Chur

4. Oktober 2006

Klimaerwärmung – nur eine Hypothese der Wissenschaft?

8. November 2006:

«Tourismus schafft Wohlstand – Wohlstand vertreibt
 den Tourismus»

Café Merz, Bahnhofstrasse 22, 7000 Chur
www.science-et-cite.ch/projekte/cafe/chur

9. Oktober 2006, 17 bis 18 Uhr

Die Belastung pflegender Angehöriger

Öffentlicher Vortrag von Martin Pinquart, Lehrstuhl für
 Entwicklungspsychologie der Universität Jena.

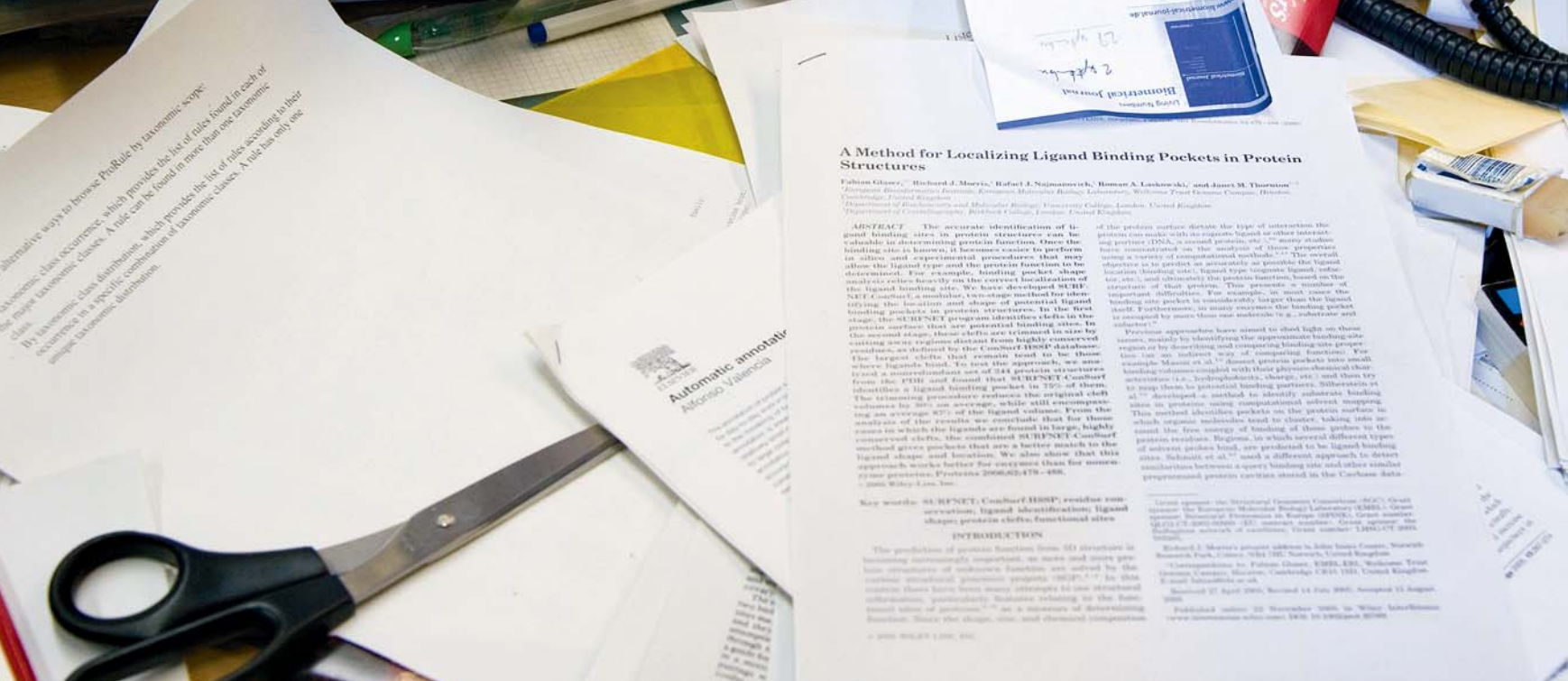
Psychiatrische Klinik, Direktionsgebäude, Hörsaal 1. Stock,
 Wilhelm Klein-Strasse 27, 4056 Basel

16. November 2006, 13.15–14.15h

**Schlaf und Genetik –
 grundlegende und klinische Aspekte**

Öffentlicher Vortrag mit PD Dr. Oskar Jenni vom Zentrum
 für Entwicklungspädiatrie der Universität Zürich.

SLA, Schorenstrasse 16, 8603 Schwerzenbach
www.agenda.unizh.ch



A Method for Localizing Ligand Binding Pockets in Protein Structures

Fabian Glaser,¹ Richard J. Mearns,¹ Rafael J. Nijmawick,¹ Roman A. Laskowski,¹ and Janet M. Thornton^{1,2}
¹Department of Biochemistry, University of Cambridge, Tennis Court Road, Cambridge CB2 3EQ, United Kingdom
²Department of Biochemistry and Molecular Biology, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, United Kingdom

ABSTRACT The accurate identification of ligand binding sites in protein structures can be valuable in determining protein function. Once the binding site is known, it becomes easier to perform *in silico* and experimental procedures that may allow the ligand type and the protein function to be determined. For example, binding pocket shape analysis relies heavily on the correct localization of the ligand binding site. We have developed SURFNET-Couffart, a modular, two-stage method for identifying the location and shape of potential ligand binding pockets in protein structures. In the first stage, the SURFNET program identifies clefts in the protein surface that are potential binding sites. In the second stage, these clefts are screened in size by cutting away regions distant from highly conserved residues, as defined by the Couffart-Webb database. The largest clefts that remain tend to be those where ligands bind. To test the approach, we analyzed a nonredundant set of 244 protein structures from the PDB and found that SURFNET-Couffart identifies a ligand binding pocket in 75% of these. The remaining procedure refines the original clefts by 10% on average, while still encompassing 95% of the original volume. From the analysis of the results we conclude that for those cases in which the ligands are found in large, highly conserved clefts, the combined SURFNET-Couffart method gives pockets that are a better match to the ligand shape and location. We also show that this approach works better for more than for monomeric proteins. *Proteins* 2006, 62:478–486.

Key words: SURFNET; Couffart; HSP; residue conservation; ligand identification; ligand shape; protein clefts; functional sites

INTRODUCTION

The prediction of protein function from 3D structure is becoming increasingly important, as more and more protein structures of unknown function are added to the various structural genomics projects [1,2]. In this context, there have been many attempts to use structural information, particularly features relating to the functional sites of proteins,^{1,3–5} as a means of determining function. Since the shape, size, and chemical composition

of the protein surface define the type of interaction the protein can make with its cognate ligand or other interacting partner (DNA, a small protein, etc.), many studies have concentrated on the analysis of these properties using a variety of computational methods.^{6–11} The overall objective is to predict as accurately as possible the ligand location (binding site), ligand type (enzyme, ligand, cofactor, etc.), and ultimately the protein function, based on the structure of that protein. This presents a number of important difficulties. For example, in most cases the binding site pocket is considerably larger than the ligand itself. Furthermore, in many enzymes the binding pocket is occupied by more than one molecule (e.g., substrate and substrate').

Previous approaches have aimed to shed light on these issues, mainly by identifying the approximate binding-site region or by describing and comparing binding-site groups. For instance, an indirect way of comparing functions (for example, Mowbray et al.¹²) found protein pockets into small categories (i.e., hydrophobicity, charge, etc.) and then try to map these to potential binding partners. Silverstein et al.¹³ developed a method to identify substrate binding sites in proteins using computational surface mapping. This method identifies pockets on the protein surface in which organic molecules tend to cluster, taking into account the free energy of binding of these groups to the protein residues. Regions, in which several different types of organic groups bind, are predicted to be ligand binding sites. Schmidt et al.¹⁴ used a different approach to detect similarities between a query binding site and other similar programmed protein cavities stored in the Couffart-Webb

Grant sponsor: the Structural Genomics Consortium (SGC); Grant sponsor: the European Molecular Biology Laboratory (EMBL); Grant sponsor: Programme Proxima in Europe (EMBL); Grant number: 14123/7-2002-02300; Grant sponsor: Glaxo; Grant sponsor: the Wellcome Trust; Grant number: 061101; Grant number: 061101.

Richard J. Mearns' present address: John Innes Centre, Norwich Research Park, Colney, NR4 7AH, Norwich, United Kingdom.
Correspondence to: Fabian Glaser, EMBL EBI, Wellcome Trust Genome Campus, Hinxton, Cambridge CB10 1SD, United Kingdom. E-mail: fglaser@ebi.ac.uk
Received 27 April 2005; Revised 14 July 2005; Accepted 12 August 2005
Published online 22 November 2005 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/prot.20588

