



horizonte

Kunst und Forschung 6

Und Blinde werden sehen 18

Jagd auf Kinderhexen 22

Quantenmechanik für Mini-Laser 26

So fremd und doch verwandt

Hier die weissgekleideten Forschenden in ihren Labors – dort die Bildhauer, Schriftstellerinnen, Musiker oder Performance-Künstlerinnen unserer Tage. Auf den ersten Blick verbindet sie nichts. Aber bei näherer Betrachtung entdeckt man Parallelen. Erstens begnügen sich Kunst und Wissenschaft nicht mit der vorgegebenen Realität. Auf ihrer Suche – nach dem perfekten Klang, der richtigen Form, dem gewünschten Ausdruck oder gar nach der Wahrheit – müssen sie Überliefertes anzweifeln und verwerfen, die Grenzen ausloten und überschreiten.



Zweitens sind Kunst und Wissenschaft oft auf Geldgeber und Mäzene angewiesen. Früher waren sie deshalb oft gemeinsam in Palästen anzutreffen. Während der Hofdichter die Taten des wohlgesinnten Herrschers in feinziselierten Sonetten rühmte, hielt der Hofastronom mit seinem selbstgebastelten

Fernrohr Ausschau nach neuen Himmelskörpern. Heute finanzieren sich Wissenschaftlerinnen und Künstler aus unterschiedlichen Quellen, doch sie stehen unter demselben Druck, sich und ihren Finanzbedarf rechtfertigen zu müssen.

Dass sich ein Teil der Bevölkerung gegen die staatliche Finanzierung von Kunst und Wissenschaft ausspricht, ist einerseits nachvollziehbar. Oft verwenden diese das von den Steuerzahlenden im Schweisse ihres Angesichts erarbeitete Geld dazu, der Gesellschaft einen kritischen Spiegel vorzuhalten. Das tut weh. Andererseits gibt es mit beschönigenden Bildern kein Weiterkommen. Wer Kritik nicht zulässt und sie nur verdrängt, bleibt früher oder später stecken.

Im Schwerpunkt dieser Ausgabe untersuchen wir das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Kunst, diesen fremden Verwandten. Was macht ein Künstler im Physiklabor? Welche Werke entstehen, wenn die Nanowissenschaften Kunstschaaffende inspirieren?

Ori Schipper
Redaktion «Horizonte»



Christian Gonzenbach «Meteorite»

fmi.ch

Wenn Blinde wieder sehen.



18

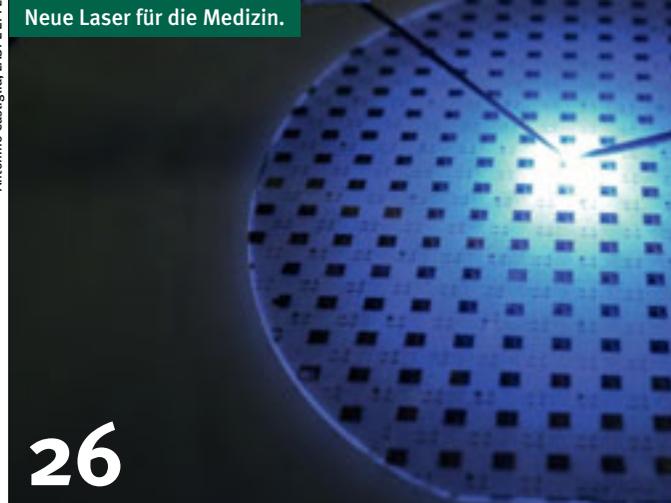
Zentrallbibliothek Zürich, Ms F-9, Bl.47v

Die Macht des Hexenmeisters.



Antonino Castiglia, LASPEEPFL

Neue Laser für die Medizin.



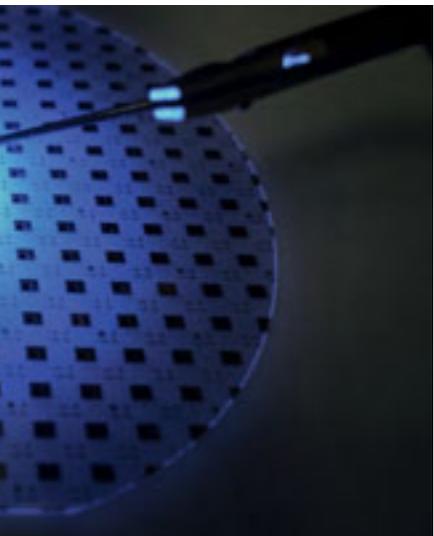
26

6

Der Künstler
im Labor:
Wenn Kunst
und Forschung
aufeinander-
treffen.



22



schwerpunkt kunst und forschung

6 Ein ungleiches Paar

Sie gehören gesonderten Sphären an. Doch zwischen Naturwissenschaften und Kunst, die noch im 19. Jahrhundert ein inniges Verhältnis pflegten, gibt es mehr Verbindendes als Trennendes.

biologie und medizin

18 Ein Wüstengen fürs Augenlicht

Wie ein Eiweiss die Sehkraft von Erblindeten graduell wiederherstellt.

20 Das doppelte Geschenk

Narkosegase schützen auch das Herz der Operierten.

21 Hilfsbereitschaft mit Grenzen

Genial getarnte Krebszellen
Parallelen in neuronalen Netzwerken

gesellschaft und kultur

22 Angewandte Theologie

Die vormoderne Schweiz war ein Zentrum der Verfolgung von Kinderhexen.

24 Verkannter Stoff

Das Textile spielt in der Geschichte der Kunst eine überraschend wichtige Rolle.

25 Im Dickicht der Paarbeziehung

Naive Offiziere
Besonderer Kulturgüterschutz

technologie und natur

26 Objekt mit seltsamen Eigenschaften

Dank Polaritonen: Neue Laser für die Medizin.

28 Vorwärts in die Vergangenheit

Wie man Klimaveränderungen mit alten Daten vorhersagen kann.

29 Graphen verdreht Licht

Wenn die Atmosphäre zum Backofen wird
Eine leuchtende Idee

4 **snf direkt**

«Agora»: Neue Wege in der Wissenschaftskommunikation

5 **nachgefragt**

Warum interessierte sich das Schweizer Militär nicht für die Wissenschaft, Herr Joye-Cagnard?

13 **im bild**

Der Miniatur-Roboter

14 **porträt**

Werner Oechslin, Architekturhistoriker und Bücherliebhaber

16 **vor ort**

Palästinensische Flüchtlingslager in Amman

30 **im gespräch**

Dieter Imboden und Walter Steinlin, die wichtigsten Forschungsförderer der Schweiz

32 **cartoon**

Ruedi Widmer

33 **perspektiven**

Christian Lüscher warnt vor Hirndoping.

34 **wie funktioniert?**

Telegrafie: Mutter der modernen Telekommunikation

35 **für sie entdeckt**

Das Schmelzen der Gletscher sichtbar gemacht



Die Gentage in Bewegung

Viel hat sich geändert, seit die «Tage der Genforschung» vor 13 Jahren erstmals durchgeführt wurden. Damals stand die Abstimmung über das Gentechnikgesetz vor der Tür und die Zukunft der Schweizer Genforschung auf dem Spiel. Heute scheint das Thema weniger Aufmerksamkeit zu erregen. Auch wenn gentechnisch veränderte Pflanzen umstritten bleiben – ein grosser Teil der Öffentlichkeit hat sich mit der Idee gentechnisch hergestellter Medikamente oder Waschmittelbestandteile vertraut gemacht. Dies hat die im Laufe der Jahre stetig breiter gewordene Trägerschaft der Gentage veranlasst, das Konzept zu modifizieren. Um den Dialog mit dem Publikum aufrechtzuerhalten, soll der Hauptfokus nun auf Schul- und Laborbesuchen liegen. Dabei können Schulklassen Forschende buchen, die aus erster Hand über ihre Arbeiten und den Forschungsalltag berichten. Umgekehrt sollen Schüler Forschende in ihrem Labor besuchen. Dieser Austausch wird das ganze Jahr hindurch angeboten.

Zwei Preise nach Basel

Daniel Loss und John Paul Maier sind mit dem Marcel-Benoist-Preis 2010 beziehungsweise mit dem Humboldt-Forschungspreis ausgezeichnet worden. Der mit 100 000 Franken dotierte Marcel-Benoist-Preis würdigt die Pionierarbeit, die Daniel Loss im Hinblick auf die Realisierung eines Quantencomputers geleistet hat. Ein solcher Computer wird in der Informatik und Elektronik neue Horizonte eröffnen. Daniel Loss lehrt theoretische Physik an der Universität Basel. Die Alexander-von-Humboldt-Stiftung hat John Paul Maier für seine Arbeiten zur Spektroskopie und Astrochemie ausgezeichnet. Maier befasst sich insbesondere mit dem interstellaren Gas und den Molekülen, aus denen dieses Gas besteht. Sie absorbieren einen Teil des Lichts, das die Sterne abgeben. Aus dem Muster des resultierenden Frequenzspektrums lässt sich auf die beteiligten Moleküle schliessen. John Paul Maier lehrt Chemie der Universität Basel.

Helden, Idole, Vorbilder

Was haben Mahatma Gandhi und Nelson Mandela gemeinsam? Welche Vorbilder waren in der Zeit des Zweiten Weltkrieges en vogue? Und: Welche Rolle spielen die Medien bei der Vermittlung von Idolen? Diesen Fragen gingen 50 Mittelschülerinnen und Mittelschüler der geistes- und sozialwissenschaftlichen Studienwoche von «Schweizer Jugend forscht» im November 2010 nach. Die Woche stand unter dem Motto «Helden, Idole, Vorbilder».

Erstmals konnten die Schülerinnen und Schüler in die Welt der Politik- und Kommunikationswissenschaften eintauchen – dank dem Engagement des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) «Demokratie – Herausforderungen an die Demokratie im 21. Jahrhundert». «Für uns war das eine gute Gelegenheit, Jugendlichen die Faszination für unseren Forschungsbereich zu vermitteln», sagt Yvonne Rosteck, Geschäftsführerin des NFS «Demokratie».



Forschung in die Öffentlichkeit tragen

Dass sich Wissenschaft und Gesellschaft verstärkt austauschen, gehört zu den strategischen Zielen des Schweizerischen Nationalfonds (SNF). Dabei geht es nicht nur um die Verbreitung neuer Forschungsergebnisse, sondern auch darum, Einblicke in die wissenschaftliche Arbeitsweise zu gewähren und die gesellschaftliche Bedeutung der Forschung zu diskutieren. Deshalb ermuntert der SNF Forschende aus allen Disziplinen, auf den belebten Marktplatz der griechischen Antike zu treten: Mit dem neuen Förderungsinstrument «Agora» unterstützt der SNF Projekte für die Wissenschaftskommunikation mit der Öffentlichkeit. Für die Ausschreibung 2011 liegt ein Budget von einer Million Franken bereit.

Die Forschenden können die Projekte gemeinsam mit den universitären Stellen für Öffentlichkeitsarbeit, Museen, Journalisten oder Künstlerinnen planen und durchführen. «Agora» sieht einen grossen kreativen Freiraum vor und setzt bezüglich Inhalt und Form der Projekte keine Grenzen. Allerdings müssen die Vorhaben einen Bezug zu qualitativ hochstehender Forschung herstellen und ausserdem Anstoss geben zu einem echten Dialog mit der Öffentlichkeit, an dem sich die oder der Forschende aktiv beteiligt. Nach Möglichkeit sollte sich das Projekt in einen breiteren regionalen, nationalen oder internationalen Rahmen einfügen, wiederverwertbar oder von dauerhaftem Interesse sein.

horizonte

SCHWEIZER
FORSCHUNGSMAGAZIN

Erscheint viermal jährlich
auf Deutsch und Französisch.
23. Jahrgang, Nr. 88, März 2011

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

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

Redaktion
Urs Hafner (uha), Leitung
Regine Duda (dud)
Helen Jaisli (hj)
Philippe Morel (pm)
Ori Schipper (ori)
Anita Vonmont (vo)
Marie-Jeanne Krill (mjk)

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

Anita Pfenninger, Korrektorat

Übersetzung
Weber Übersetzungen

Druck und Litho
Stämpfli AG, Bern und Zürich

Auflage
21 000 deutsch, 11 250 französisch
ISSN 1663 2710

Das Abonnement ist kostenlos.

Die in «Horizonte» präsentierten
Forschungsprojekte werden in
aller Regel vom SNF unterstützt.

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

Umschlagbild oben:
Christian Gonzenbach, «Anti-Gravity»
Bild: Christian Gonzenbach

Umschlagbild unten:
Ken Goldberg, Karl Böhringer, «flw».
Bild: Ken Goldberg & Karl Böhringer; Courtesy
Catherine Clark Gallery; San Francisco

Der SNF in Kürze

Das Forschungsmagazin «Horizonte»
wird vom Schweizerischen National-
fonds (SNF) herausgegeben, der
wichtigsten Schweizer Institution
zur Förderung der wissenschaftlichen
Forschung.

Der SNF fördert im Auftrag des Bundes
die Grundlagenforschung in allen
wissenschaftlichen Disziplinen.
Im Zentrum seiner Tätigkeit steht die
wissenschaftliche Begutachtung der
von den Forschenden eingereichten
Projekte. Der SNF unterstützt jährlich
mit 700 Millionen Franken fast
3000 Projekte, an denen rund 7000
Forschende beteiligt sind.



Annette Boutellier

«Die Schweiz war früh international»

Ein Unikum im Westen: Die Schweizer Wissenschaftspolitik entstand ohne militärischen Sukkurs. Das hat ihr genützt, sagt der Wissenschaftshistoriker Frédéric Joye-Cagnard.

Herr Joye-Cagnard, Sie haben die Entstehung der Schweizer Wissenschaftspolitik im und nach dem Zweiten Weltkrieg untersucht. Was war das Motiv des Bundes?

Er wollte die wissenschaftliche Forschung fördern, um die Exportindustrie zu stärken, und er wollte eine Atompolitik entwickeln. Die Politik zeigte also primär ein instrumentelles Interesse an der Wissenschaft.

Genau. Und die Reaktion der Wissenschaft blieb nicht aus: Man kann in der 1952 erfolgten Gründung des Schweizerischen Nationalfonds, die von der wissenschaftlichen Gemeinde ausging, eine Art Selbstverteidigung der Grundlagenforschung sehen. Freilich waren die Wissenschaftler froh um die Bundesmillionen.

Welche Rolle spielte das Militär?

Das grosse Vorbild für die Wissenschaftspolitiken der europäischen Staaten waren die USA. Dort führte die enge Verbindung von Politik, Industrie, Militär und Wissenschaft zu einer Kultur der Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Die Schweiz bildet eine Ausnahme: Hier spielte das Militär bei der Entstehung der Wissenschaftspolitik keine grosse Rolle. Es gab in

den zwanziger Jahren bei der Herstellung von Giftgas einige Versuche einer Zusammenarbeit zwischen Staat und Forschern, doch sie scheiterte mangels militärischen Interesses an der Wissenschaft sowie wegen organisatorischer Probleme.

Im Rückblick: War diese besondere Ausgangslage für die Entwicklung der schweizerischen Wissenschaftslandschaft ein Vorteil?

Ja. Der Bund und die Departementsvorsteher mussten andere Wege finden, um die Wissenschaften zu stärken. Sie engagierten sich früh auf internationaler Ebene, etwa für das Cern und die Weltraumforschung. Und sie sahen in der Wissenschaft eine unabhängige, objektive und neutrale Aktivität, welche die Werte der Schweiz widerspiegelte.

Wie wirken sich die Entstehungsbedingungen der Schweizer Wissenschaftspolitik in der Gegenwart aus?

Die hochschulpolitische Revolution der neunziger Jahre und des letzten Jahrzehnts, die noch immer im Gang ist – Bologna, Bildungsverfassungsartikel 2006, Bundesgesetz über die Förderung der Hochschulen und die Koordination

im schweizerischen Hochschulbereich (HFKG) –, geht auf die späte wissenschaftspolitische Einflussnahme des Bundes zurück. Und dass die Schweiz heute an der Spitze der Forschungsnationen steht und einen aussergewöhnlichen Reichtum an wissenschaftlichen Disziplinen aufweist, hat auch mit ihrer Geschichte der Forschungsförderung zu tun.

Was sind die Unterschiede zwischen der Wissenschaftspolitik eines liberal-demokratischen Staates und der eines autoritären Staates?

Schwierig zu sagen. Die Grenzen sind wohl fließend. Als die Sowjetunion 1957 den Sputnik lancierte, der nur dank einem straff geführten staatlichen Wissenschaftsprogramm zustande kam, waren die USA

«Das Militär zeigte kein Interesse an der Wissenschaft.»

und Europa schockiert. In der Folge glichen sie ihre Wissenschaftspolitik dem sowjetischen Modell an, die vertikale Planung erhielt mehr Gewicht. Die Entstehung der OECD-Wissenschaftspolitik, deren Einfluss in der Schweiz nicht von allen Wissenschaftlern gern gesehen wurde, ist auch eine Folge des Sputnik-Schocks. Interview uha ■

Der promovierte Historiker Frédéric Joye-Cagnard ist Verfasser der Studie «La construction de la politique de la science en Suisse. Enjeux scientifiques, stratégiques et politiques (1944–1974)» (Editions Alphil, Neuenburg 2010, 554 S.). Er arbeitet als wissenschaftlicher Berater im Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat (SWTR).





Das Labor zum Leuchten bringen:
Diese und die folgenden zwei Seiten zeigen Werke
des Genfer Plastikers und Installationskünstlers
Christian Gonzenbach: Die Lichtskulptur «QUARC,
QUantum Art Crystal» (links), «Lighter Atoms» (S. 8),
«Minus-Mayo» (S. 9). Bild QUARC: Betty Fleck/ZHdK

Keine Wissenschaft ohne Kunst?

Sie gehören heute gesonderten Sphären an. Doch zwischen Naturwissenschaften und Kunst, die noch im 19. Jahrhundert ein inniges Verhältnis pflegten, gibt es mehr Verbindendes als Trennendes.

In diesem Schwerpunkt: Ein Plastiker besucht Physiker, Psychologen interessieren sich für Halluzinationen, Künstler arbeiten im Nanobereich.

Das Unfassliche erkunden

Die Trennung zwischen Kunst und Wissenschaft ist ein Produkt des 19. Jahrhunderts. Was verbindet die beiden Tätigkeiten? Und wie geht es einem Künstler, der sich ins Herz der modernen Physik begibt?

VON CAROLINE SCHNYDER

Kunst und Wissenschaft geben sich nicht zufrieden mit dem, was man sieht. Offenheit und Wissbegier sind vielleicht die wichtigsten gemeinsamen Triebfedern von Künstlern und Wissenschaftlern, sagt Philip Ursprung. Der Kunsthistoriker von der Universität Zürich beschäftigt sich seit längerem mit den Beziehungen zwischen Kunst und Wissenschaft.

Ein Grund für das gegenseitige Interesse liege in der Verwandtschaft: Beide hätten damit zu tun, die Welt besser zu sehen und besser über sie verfügen zu können, erklärt Ursprung. Kunstschaffende teilten

mit Wissenschaftlern die Lust am Experiment: Sie stellen eine Frage in den Raum, denken darüber nach, dokumentieren ihre Schritte, kommen zu Resultaten. Für beide sei die Autonomie wesentlich, die Freiheit, sich ein Feld abstecken zu können. Gemeinsam sei ihnen weiter der schöpferische Impuls, die Lust daran, etwas in die Welt zu setzen, was zuvor nicht da war. Beide seien zudem grundsätzlich skeptisch gegenüber jeder Form von Gewissheit – und seien schliesslich unsicher in Bezug auf ihre gesellschaftliche Legitimität: Künstlern fehlten seit dem Ancien Régime die Auftraggeber, die Wissenschaftler müssten sich, insbesondere in der Grundlagenforschung, immer wieder neu legiti-

mieren. Wie aber geht es einem Künstler, wenn er sich mit Wissenschaft beschäftigt, im konkreten Fall mit der modernen Physik? Er wäre gern ein Physiker, sagt Christian Gonzenbach. Der 35-jährige Genfer Plastiker und Installationskünstler war 2009 Stipendiat des Programms «artists in labs» und verbrachte ein Jahr an der Section de Physique der Universität Genf. Die Physikerinnen und Physiker, die er dort getroffen hat, arbeiten auch am Cern, eine der wohl modernsten und komplexesten Einrichtungen für Grundlagenforschung überhaupt.

Als «freelance student», sagt Gonzenbach, sei er in die Physik eingetaucht und habe Vorlesungen besucht, habe vieles über Physik gelesen und seine Lektüren

Artists in labs

Das Programm «artists in labs» wird von der Zürcher Hochschule der Künste und dem Bundesamt für Kultur getragen und fördert seit 2004 Kooperationen zwischen Kunst und Wissenschaft. 24 Künstlerinnen und Künstler haben bis anhin jeweils neun Monate in einer Schweizer Forschungsinstitution verbracht.

mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an der Section de Physique diskutiert. Er habe ihre Leidenschaft für die Geheimnisse des Universums geteilt, habe wie sie wissen wollen, was die Natur regiere, was das Universum zusammenhalte.

Kann aber ein Künstler auch Physiker sein? In der Renaissance offenbar schon. Im Ideal des gelehrten Künstlers zumindest fielen Kunst und Wissenschaft in eins, sagt Philip Ursprung: Der Maler oder Bildhauer hatte ein Wissenschaftler zu sein. Insbesondere musste er die Gesetze der Optik kennen und die Anatomie des Körpers studiert haben. Nur so würde er leisten können, was von ihm erwartet wurde: die Natur nachzuahmen.

Doch die Nachahmung der Natur ist längst nicht mehr Ziel und Zweck des Malers oder Bildhauers. Darüber hinaus haben die Naturwissenschaften enorme Entwicklungen durchgemacht: Galileo Galileis Blick durchs Fernrohr stand am Anfang der modernen Naturwissenschaften, die nicht mehr Textwissenschaften sind, sondern auf Beobachtung und Experimenten gründen. Es sind hochspezialisierte und intellektualisierte Bereiche, deren Erkenntnisse sich nicht auf Anhieb erschliessen.

Beobachtungen und Experimente

Ein Künstler kann heute nicht zugleich auch Physiker sein. Für Christian Gonzenbach war diese Erfahrung zunächst frustrierend. Was hatte er in einem modernen Physiklabor überhaupt verloren? Sollte er forschen? Experimentieren? Die Forschenden unterhalten? All das konnte er nicht. Und der Stoff, den er brauchte, fehlte. Als Künstler müsse er die Dinge sehen, als Bildhauer die Dinge berühren können. Den Physikern genügten dagegen Formeln und mathematische Modelle. Was Gonzenbach suchte, etwa Dunkle Materie

oder Protonen zum Greifen, war in der Welt der Physik nicht zu bekommen.

Er habe sich deshalb auf seine eigene Sprache – diejenige der Kunst – zurückbesinnen müssen. Wenn er schon nicht wirkliche Physik machen könne, dann doch «absurde Physik». So habe er begonnen, seine eigenen Experimente durchzuführen. Er habe beispielsweise Maschinen kreiert, in denen der Zufall regiere. Oder beobachtet, was mit Kugeln auf einer rotierenden Scheibe passiere. Um Atome zu sehen, habe er Gegenstände zu Pulver zerrieben – und die Atome immer noch nicht sehen können.

Die Physiker staunten. Christian Gonzenbach habe das Unmögliche versucht,



erklärt Martin Pohl, Leiter der Section de Physique der Universität Genf, das, was im vornherein zum Scheitern verurteilt sei. Das habe die Wissenschaftler fasziniert. Die heutige Physik untersuche Dinge, die unbegreiflich gross oder unbegreiflich klein seien, Phänomene mit Namen wie Quarks, Schwarze Löcher oder Big Bang. Auch wenn Physiker die Wahrheit allein in mathematischen Beschreibungen erkennen, griffen sie doch zu Worten und Metaphern, um das Unfassbare zu fassen. Die Kunst könne mit den kulturellen Konnotationen dieser absurden Begriffe arbeiten.

Aus Gonzenbachs Versuchsanlagen sind Werke von einer wundersamen Poesie und auch einigem Schalk entstanden. Etwa die Lichtskulptur «QUARC QUantum Art

Crystal», die mit der Idee des Zufalls spielt; «Anti-Gravity», eine Installation, in der Scheren, Messer und andere Werkzeuge gegen die Decke zu streben scheinen; «Minus-Mayo», eine leere Mayonnaise-Tube, die durch ihre eigene Öffnung schlüpfen müsste, um negativ zu werden, Antimayonnaise.

Ideen und Stolpersteine

Was aus seinem Aufenthalt unter Physikern bleibt, sind Ideen – und die Kontakte, die er nach wie vor pflege. Aus dem, was er über die moderne Physik gelernt habe und

noch lerne, nähre sich sein Tun. So arbeite er derzeit an einer grossen Ausstellung, an der er lebende Schafe, die eigentlich fürs Schlachten bestimmt seien, zeigen wolle – in einem Zustand zwischen Leben und Tod, einer Art Zwischenzeit.

Was aber ist mit den Physikern? Christian Gonzenbach war ein Fremder an der Section de Physique, ein Ausserirdischer beinahe, erklärt Martin Pohl auf einer DVD, mit der das Programm «artists in labs» die Kooperationen zwischen Künstlern und Forschungsinstitutionen dokumentiert. Auf alle Fälle sei Gonzenbach ein Stolperstein gewesen. Niemand komme auf gute Ideen, wenn er sich immer nur in seinen eigenen Bahnen bewege. Kurz: «Wir lieben Stolpersteine.» ■



Dein Freund, der Nahtod

Was empfindet, wer in Todesgefahr schwebt? Ein schwieriges Thema für die Psychologie. Ihre Erkenntnisse sind tröstlich: Sterben ist offenbar nicht schrecklich, sondern schön.

VON ORI SCHIPPER

In der Kunst spielen Halluzinationen eine wichtige Rolle. Damit brechen der Musiker, die Malerin, Bildhauerin oder der Schriftsteller – oft unter Drogen Einfluss, etwa beim Flower-Power der Hippies oder bei den Surrealisten – aus alten Denkmustern aus und zu neuen Horizonten auf. Auch die oftmals krankhaften Wahnvorstellungen von Patienten, die in der Psychiatrie untergebracht sind, erobern sich als so genannte Art brut kulturell Phantasiewelten.

Für die Wissenschaft sind Halluzinationen ein schwieriges Thema. Sie liessen sich nicht objektiv messen und bestimmen, sondern müssten Überlieferungen und Erfahrungsberichten entnommen werden, sagt Jelena Martinović, Doktorandin am medizinhistorischen Institut der Universität Lausanne. In ihrer Dissertation, die Teil des Forschungsmoduls «Neurowissenschaften, Psychopathologie und die Künste im 20. und 21. Jahrhundert» ist, untersucht sie, wie sich die Psychiatrie der Nahtoderfahrungen und der damit einhergehenden Vorstellungen und Gefühle annimmt.

Ausgangspunkt ihrer Arbeit sind die vom Schweizer Geologen Albert Heim ver-

fassten «Notizen über den Tod durch Absturz», die er 1892 im Jahrbuch des Schweizer Alpenclubs veröffentlichte (siehe Kasten). Darin schildert Heim, was er empfand, als er, am Säntis unterwegs mit einer «Truppe guter Berggänger», an einer schwierigen Stelle den anderen, die zauderten, auf seinen Skiern davonfuhr und schliesslich Kopf voran zwanzig Meter über einen Felsen fiel.

In den «fünf bis zehn Sekunden» bis zum Aufprall im Schnee «gingen objectives Beobachten, Denken und subjectives Fühlen gleichzeitig nebeneinander vor sich», schreibt Heim. Eine Flut von Bildern zog durch seinen Kopf, verbunden durch erhabene und versöhnende Gedanken. Wie dreissig andere Alpinisten, die in ähnlichen Unfällen auch nur knapp dem Tod entronnen waren und deren Erlebnisse Heim später sammelte und zusammen mit seiner Nahtoderfahrung veröffentlichte, verspürte er überhaupt keine beklemmende, lähmende Todesangst – sondern ein angenehmes Schweben und eine unendliche Ruhe.

Etwas mehr als siebzig Jahre später beginnen Psychologen und Psychiater aus

den Vereinigten Staaten, sich für diese Sammlung von Berichten über beinahe tödliche Unfälle in den Schweizer Bergen zu interessieren. Zwei von ihnen, Russell Noyes und Roy Kletti, übersetzen die «Notizen über den Tod durch Absturz» ins Englische und legen damit einen Grundstein für die damals in Nordamerika aufkommenden Near-Death-Studies.

Psychischer Schutzmechanismus

Später suchen Noyes und Kletti selber nach Personen, die fast gestorben sind. Sie wenden sich – erfolglos – an amerikanische Alpinistenclubs, schalten dann Inserate in den Zeitungen und befragen Opfer von Autounfällen, die sie schliesslich in ausreichender Zahl vorfinden, um eine generelle Hypothese aufzustellen: Die Nahtoderfahrung gleiche einem vorübergehenden Depersonalisierungs-Syndrom. Unter Todesgefahr spalte man sich in ein teilhabendes Ich in erhöhter Alarmbereitschaft und in ein beobachtendes Ich auf, das sich vom eigenen Körper entfremde –

ein Schutzmechanismus der menschlichen Psyche.

Martinović hat die beiden – inzwischen längst pensionierten – Wissenschaftler in Iowa

aufgesucht, in deren Archiven gestöbert und in persönlichen Gesprächen «Erinnerungen, aber auch Gedächtnislücken an die Oberfläche geholt», die ihr für die Rekonstruktion der Entstehung dieses neuen Wissenschaftszweiges dienen. Aufschlussreich sind für Martinović die Bedeutungsverschiebungen in der Übersetzung. Dass Noyes und Kletti beispielsweise den Titel von Heims «Notizen über

**Angenehmes
Schweben,
unendliche Ruhe.**

den Tod» in «The Experience of Dying from Falls» übersetzen, zeige, dass für sie nicht mehr die Beobachtung, sondern die Erfahrung des Todes im Vordergrund stehe.

Forcierte Suizidprävention

Zu dieser Neugewichtung haben wahrscheinlich zwei wichtige Einflüsse beigetragen. Erstens interessieren sich Ärzte aufgrund der im Nordamerika der 1960er-Jahre stark forcierten Suizidprävention dafür, was Personen bei missglückten Selbsttötungsversuchen empfinden. (Allerdings eigneten sich die euphorischen Berichte etwa über die Glücksgefühle, die Überlebende beim Sturz von der Golden Gate Bridge verspürten, nicht gut

Gedankenflut in Todesgefahr

«Während dem Fall stellte sich die [...] Gedankenfluth ein», schreibt Albert Heim in seinen «Notizen über den Tod durch Absturz» (1892). «Alle Gedanken und Vorstellungen waren zusammenhängend und sehr klar, keineswegs traumhaft verwischt. Zunächst übersah ich die Möglichkeiten meines Schicksals [...]. Ich dachte daran, die Brille wegzunehmen und fortzuwerfen, damit mir nicht etwa ihre Splitter die Augen verletzen [...]. Dann sah ich, wie auf einer Bühne aus einiger Entfernung, mein ganzes vergangenes Leben sich abspielen. [...] Alles war wie verklärt von einem himmlischen Lichte und Alles war schön und ohne Schmerz, ohne Angst, ohne Pein. [...] Der Kampf war Liebe geworden. [...] Eine göttliche Ruhe zog wie herrliche Musik durch meine Seele. [...] Dann hörte ich mein dumpfes Aufschlagen, und mein Sturz war zu Ende.»

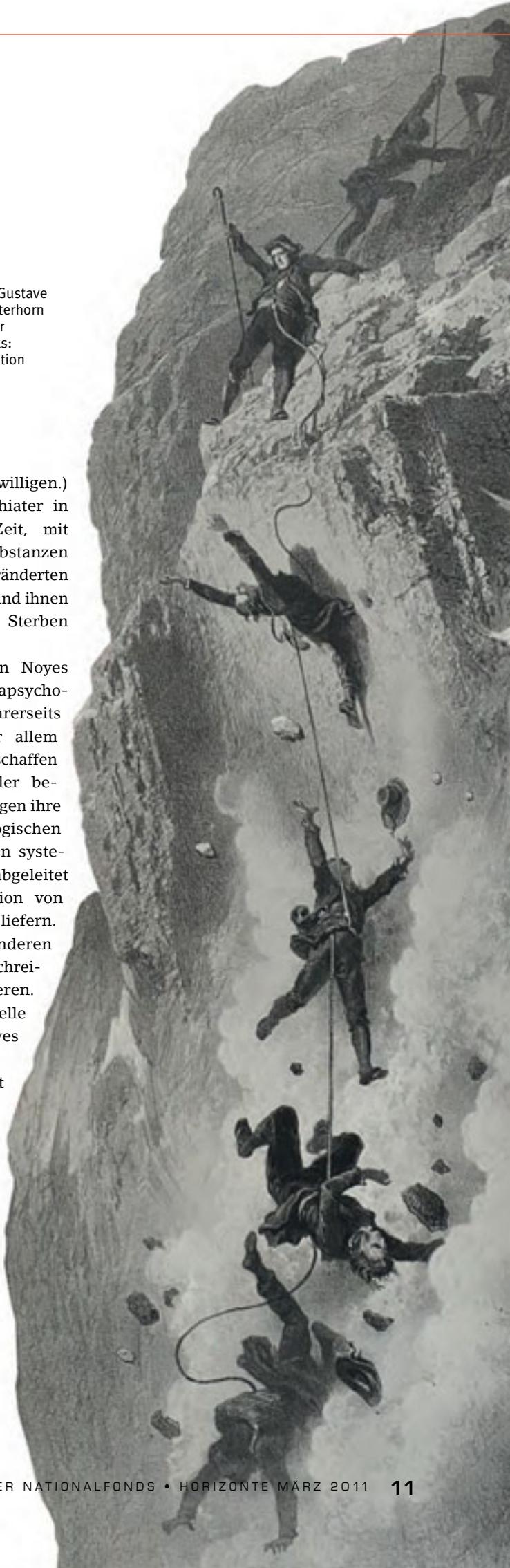
Sekunden der Ewigkeit: Ausschnitt aus Gustave Dorés Illustration des Absturzes am Matterhorn 1865, des ersten grossen Unglücks in der Geschichte des Alpinismus (rechts). Links: Symbolische Darstellung einer Halluzination (Marguerite Burnat-Provins, um 1920).

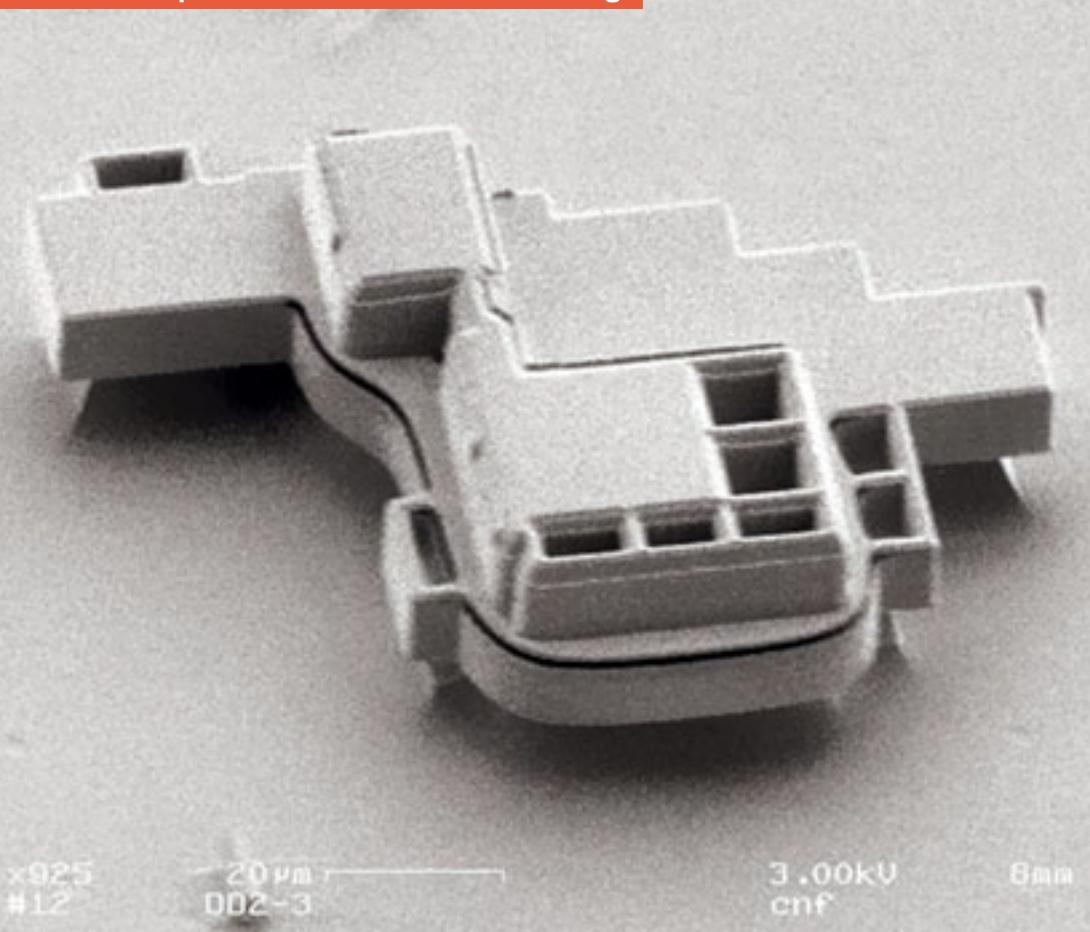
Bild rechts: Schweizerisches Alpines Museum Bern

zur Abschreckung von Suizidwilligen.) Und zweitens versuchen Psychiater in Nordamerika zur gleichen Zeit, mit bewusstseinsverändernden Substanzen wie LSD Krebskranken einen veränderten Zugang zum Tod zu verschaffen und ihnen dadurch die Angst vor dem Sterben zu nehmen.

Die Veröffentlichungen von Noyes und Kletti stossen auch bei Parapsychologen auf offene Ohren. Diese ihrerseits interessieren sich freilich vor allem für die Frage, wie das Jenseits beschaffen ist. Als redliche Wissenschaftler beschränken Noyes und Kletti dagegen ihre Aussagen auf einen psychologischen Mechanismus, den sie aus ihren systematischen Untersuchungen abgeleitet hatten. Sie können keine Vision von einem Leben nach dem Tod liefern. Dieses Thema müssen sie anderen überlassen, welche Sachbücher schreiben, die zu Bestsellern avancieren. «Wir haben eine grosse finanzielle Chance verpasst», hat Noyes Martinović gesagt.

Auch wenn die Wissenschaft von den Nahtoderfahrungen nicht so weit wie die Parapsychologie gehen und die frohe Nachricht vom Leben nach dem Tod verkünden kann – irgendwie ist ihre Botschaft trotzdem tröstlich: Obwohl wir uns zeitlebens entsetzlich vor ihm fürchten, verliert der Tod in dem Moment, da er unausweichlich scheint, nicht nur seinen Schrecken, von vielen wird er sogar als schön empfunden. ■





Villen für Bazillen? Ken Goldberg und Karl Böhringer haben Frank Lloyd Wrights Fallingwater-Haus in ihrem Werk «flw» (1996) gewaltig schrumpfen lassen. Silizium-Lithografie, 1:1 000 000. Bild: Ken Goldberg & Karl Böhringer, Courtesy Catharine Clark Gallery, San Francisco

schaffen. Ein Beispiel dafür ist Jim Gimzewski. Andere, wie Victoria Vesna, sind zufällig auf die Nanotechnik gestossen. «Die Kunstschaffenden sind oft fasziniert vom Mystischen und Unsichtbaren der Nanowelt», sagt Schlachetzki. Sie versuchten, diesen verborgenen Kosmos mit künstlerischen Mitteln erfahrbar zu machen.

Wissenschaft als Quasi-Religion

Das kann rein optisch geschehen: Das Kunstwerk «flw» des US-Ingenieurs und Künstlers Ken Goldberg ist nichts anderes als ein Haus (Frank Lloyd Wrights berühmtes Fallingwater-Haus) auf einem Siliziumchip im Massstab Eins zu einer Million – so winzig, dass es erst unter dem Lichtmikroskop sichtbar wird. Andere Installationen sprechen auch das Gehör oder den Tastsinn an. Gemein sei diesen Kunstwerken, dass sie sich im Grenzbereich dessen bewegten, was als Kunst verstanden oder akzeptiert werde, sagt Schlachetzki. Die Installationen würden die Faszination der Künstler für die Technik widerspiegeln. Das zeigt sich auch in diversen Interviews, die sie mit Kunstschaffenden geführt hat: Diese transportieren in ihren Werken oft einen ungebrochenen Glauben an die Nanowissenschaft als Zukunftstechnologie. Zum Teil spielen die Kunstwerke gar mit Wissenschaft als Quasi-Religion.

Kritisch hinterfragt werden die Techniken in den Installationen kaum. Das ist nur schon deshalb verwunderlich, weil die möglichen Risiken von Nanopartikeln innerhalb der Wissenschaft ein wichtiges Thema sind. Und eine wichtige Funktion der Kunst bestehe darin, sich kritisch mit gesellschaftlich relevanten Themen auseinanderzusetzen, sagt Schlachetzki. Trotzdem: Abwerten will sie die Nanokunst nicht. Denn Kunst müsse nicht um jeden Preis eine kritische Haltung einnehmen und könne auf anderen Ebenen wirken. ■

Kreativ im Nanoreich

Die winzige Welt der Nanowissenschaften dient vielen Kunstschaffenden als Inspiration. Ist diese Nanokunst mehr als nur eine Werbeträgerin für einen boomenden Forschungszeitung?

VON SIMON KOECHLIN

Blue Morph» führt den Kunstfreund in die Welt der Schmetterlinge. Allerdings nicht so, wie wir die Tiere aus dem Garten kennen: In der interaktiven Installation der US-amerikanischen Künstler Victoria Vesna und Jim Gimzewski sieht der Besucher die vergrösserten, nur Millionstelmillimeter grossen Flügelschuppen eines Blauen Morphofalters. Und er hört, wie die Metamorphose von der Puppe zum adulten Falter abläuft. Gimzewski, ein Nanoforscher, hat im Labor die niederfrequenten Vibrationen des Vorgangs gemessen und für die Installation in Töne umgewandelt.

Die Kunsthistorikerin Sarah Schlachetzki von der Universität Zürich nimmt in ihrer Dissertation die elektronische

Installationskunst von Vesna, Gimzewski und anderen Künstlern, die sich mit Zukunftstechnologien beschäftigen, unter die Lupe. Was für Kunstwerke entstehen an der Schnittstelle zwischen Labor und Kunstaussstellung? Wie denken die Kunstschaffenden über die Technologien, mit denen sie sich auseinandersetzen? Und gibt es eine Zusammenarbeit mit Hochschulen oder der Industrie?

Solche Kooperationen kommen tatsächlich oft vor. Viele Künstler sind eng verbandelt mit Forschungsinstituten, denn Universitäten und besonders Technik-Unternehmen fördern verstärkt elektronische Kunstprojekte. Bei der Nanokunst stellt Schlachetzki fest, dass Nanowissenschaftler auffällig häufig aus ihren Studienobjekten und Forschungserkenntnissen nebenher ästhetische Objekte



Kein Fliegenfutter, ein Roboter

Zugegeben – zu überlegen, wie man eine Fliege operieren könnte, ist reichlich hypothetisch. Bald aber wird die Nanomedizin in der Lage sein, auch auf kleinsten Skalen, im Submillimeterbereich, zu agieren. Dazu muss sie nur die schwerfälligsten Werkzeuge des Chirurgen, nämlich seine Hände, aus dem Spiel nehmen und die Arbeit an Roboter delegieren, die im Körperinneren autonom Eingriffe vornehmen.

Was nach Science-Fiction klingt, wird an der ETH Zürich ganz konkret erprobt. Eine Forschungsgruppe um Bradley Nelson vom Institut für Robotik und intelligente Systeme entwickelt verschiedene Kleinstroboter, die sich durch den Körper navigieren lassen. Dazu nutzen die Ingenieure Magnetfelder, durch die sie den Robotern sowohl Bewegungsenergie übermitteln als auch Richtungswechsel anzeigen können. Der Mikroroboter im Bild ist etwa ein Drittelmillimeter gross und wird durch oszillierende Felder in Schwingung versetzt, woraus eine Vorwärtsbewegung resultiert.

Simple Anwendungen der Zukunftstechnologie sind bereits Realität: Einer von Nelsons Robotern kann im Augeninneren als Medikamentenbote eingesetzt werden. Er bringt Substanzen gezielt an geschädigte Stellen der Retina.

Roland Fischer

Bild: www.iris.ethz.ch/msrl

Grosser Geist in kleinem Land

VON URS HAFNER
BILD PETER LAUTH

In Einsiedeln steht Werner Oechslins grandiose Bibliothek. Von hier aus gibt der passionierte Gelehrte seinen Schatz weiter: Wissen, das Disziplinengrenzen ignoriert.

Dieser Ort stimmt einen froh, besonders wenn sein Hausherr dabei ist. Der Ort ist nicht das Ehrfurcht erweckend über dem Dorf thronende Kloster Einsiedeln, sondern eine Bibliothek. Nur ein paar Steinwürfe vom Kloster entfernt steht sie, die – so ihr offizieller Name – Stiftung Bibliothek Werner Oechslin. Entworfen wurde der 2006 eröffnete Bau – unverkennbar – von Mario Botta, die ETH Zürich finanziert den Unterhalt der Bibliothek. Ihre Seele aber ist Werner Oechslin. Er hat die über 50 000 Bände, die grösstenteils aus früheren Jahrhunderten stammen, gesammelt und gelesen. Und er sorgt dafür, dass sie von hier aus weiter wirken.

Goethe, Humboldt, Laokoon

Kaum hat man den elliptischen Saal betreten, steckt man mitten im Universum der grandiosen Bibliothek. Das liegt vor allem an Werner Oechslin. Er steht unter Goethes Büste, erklärt, zieht ein Buch aus dem Regal, fragt nach, sinniert, macht eine Anspielung, assoziiert, lacht, führt den Besucher zum nächsten Regal, zu Alexander von Humboldt. Seine Augen blitzen hinter den Gläsern der Brille. Der Besucher hört gebannt zu, wirft einen Blick auf eine der lateinischen und griechischen Inschriften, welche die Decke, die Wände, ja den Fussboden zieren, denkt nach, bestaunt die originalgrosse Laokoon-Skulptur und die hölzerne

Wendeltreppe, die man der Bücherwand entlang schieben kann.

Werner Oechslin ist durch und durch Geisteswissenschaftler. Das liegt an seinem Geist, der sich nicht an die Grenzen zwischen den Wissenschaften hält. Werner Oechslins Hauptdisziplin ist die Architekturtheorie und Architekturgeschichte vom 15. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Doch muss, wer die Architektur verstehen und lehren will, nicht auch die Philosophie kennen, die Kunst, die Mathematik und

Werner Oechslin

Werner Oechslin ist emeritierter ETH-Professor für Kunst- und Architekturgeschichte und Gründer und Leiter der Stiftung Bibliothek Werner Oechslin in Einsiedeln. Von 1986 bis 2006 war er Vorsteher des von ihm aufgebauten Instituts für Geschichte und Theorie der Architektur an der ETH Zürich. Nach der Matura an der Einsiedler Klosterschule und dem Studium von Kunstgeschichte, Archäologie, Philosophie und Mathematik an den Universitäten Zürich und Rom lehrte er unter anderem von 1975 bis 1980 am Massachusetts Institute of Technology sowie an der Freien Universität Berlin. 1987 war er Gastprofessor an der Harvard University. 2007 erhielt er den Innerschweizer Kulturpreis. Werner Oechslin hat bis heute neben zahlreichen Büchern rund 600 Aufsätze zur Architektur- und Kunstgeschichte des 15. Jahrhunderts bis zur Gegenwart veröffentlicht.

die Physik, die Funktionsweise der Gesellschaft, ihre sozialen Schichten, die Eigenheiten der Menschen, ihr Seelenleben? Werner Oechslin betreibt Wissenschaft so, als ob es die – in seinen Augen fatale – Scheidung der Wissenschaften in Geistes- und Naturwissenschaften nicht gäbe.

Wenn Werner Oechslin liest und schreibt, scheint er der Methode der Dekonstruktion zu folgen, ohne freilich deren Überspanntheiten zu übernehmen. Er reduziert die Bücher, die er studiert, nicht systematisch auf ihre Hauptaussage. Vielmehr identifiziert er in Texten, die auf den ersten Blick nicht viel miteinander zu tun haben, scheinbar nebensächliche Motive und kaum sichtbare Verwandtschaften. Seine Bildung erlaubt ihm Einsichten und Erkenntnisse, die dem Spezialisten in seiner Beschränkung – zwangsläufig – versperrt bleiben. Er liebt besonders die deutschen Idealisten, liest aber auch periphere Autoren. Immer will er wissen, wie ein Text in der ersten Fassung formuliert war; auch daher sein Drang zur Erstausgabe, sein Gang «ad fontes». In den Büchern stecken Zettel, Notizen, Lesezeichen. Es gebe kein überholtes und daher wertloses Wissen, sagt Werner Oechslin, das sei ein Vorurteil der Moderne, ein falscher Fortschritts Glaube. Er ist ein passionierter Gelehrter ohne Kulturdünkel.

Stararchitektur als Marke

Wie viele Geisteswissenschaftler ärgert sich auch Werner Oechslin über die mit der Bologna-Reform einhergehende Verschulung der Universitäten, über die sich den Big Sciences anbietenden Geistes- und Sozialwissenschaften, die ihre Wissenschaftlichkeit nur mehr im Quantifizieren



sehen, über das Gerede von Exzellenz und Rankings. Auch er stört sich am Hype um die globale Stararchitektur, die ihre Bauten als Marke konzipiere und sich um die Bedürfnisse der Menschen fouthere. Das nahezu in Handarbeit errichtete Pekinger Nationalstadion, ein Meisterwerk ephemerer Baukunst, werde bald zerfallen, der Unterhalt sei zu aufwendig, sagt Werner Oechslin.

«Es gibt kein überholtes und daher wertloses Wissen.»

Aber der Gelehrte lässt es, anders als viele Geisteswissenschaftler, nicht beim Ärger bewenden. Er resigniert nicht, er handelt. Werner Oechslin hat seine Bibliothek und Stiftung gegen manche Widerstände, auch jene der Neider, realisiert, auf seinem Stück Land, direkt neben seinem Haus, in dem seine Privatbibliothek untergebracht ist, die dereinst in den Beständen der Stiftung aufgehen soll. Er verwaltet seine Bücher nicht, sondern stellt sie dem interessierten Publikum und jungen Forschenden zur Verfügung. Er verwaltet auch sein Wissen nicht. Wenn er spricht, klingt es so, als ob er es soeben entdeckt hätte. Er schreibt am nächsten Buch; Ausgangspunkt der Studie über das architektonische Modell ist der scheinbar widersprüchliche Begriff der «idea materialis» eines deutschen Mathematikers um 1700. Die Katalogisierung schreitet voran, die für eine breitere Forschergemeinde interessanten Bände sollen digitalisiert werden. Bereits denkt er an einen Erweiterungsbau.

Wider die Unbill der Zeit

Vom Balkon der Bibliothek aus hat man einen unverstellten Blick über die Dächer der schönen und weniger schönen Neubauten Einsiedelns auf die mächtige Klosteranlage. Werner Oechslin liebt diesen Blick. Der Jakobsweg habe einst vom Kloster über den Hügel geführt, auf dem nun die Bibliothek stehe. Sie habe den Weg als Hauptachse integriert, sagt er. Einsiedeln verbinde die Kulturen des Südens und des Nordens. Hier ist er aufgewachsen, hierhin ist er zurückgekehrt. An diesem Ort lebt ein Geist, der frohgemut der Unbill der Zeit trotzt. ■

Palästinensisches Provisorium

Der Humangeograf Lucas Oesch untersucht die städtebauliche Entwicklung der palästinensischen Flüchtlingslager in Amman. Ihr Status ist seit 1948 in der Schweben.

« **W**oher die Reiselust kommt? In meinem Fall liegt sie wohl in der Familie. Wie sie bin ich stark in La Chaux-de-Fonds verwurzelt, habe aber gleichzeitig das Bedürfnis, mehr von der Welt zu sehen und zu erfahren, wie andere Menschen leben. Ich war schon immer fasziniert vom Phänomen Stadt, und bis heute hat sich daran nichts geändert, im Gegenteil: Diese Leidenschaft hat sich mit meinem Geografiestudium an der Universität Lausanne und am Institut de hautes études internationales et du développement in Genf noch verstärkt.

Heute arbeite ich vom Institut français du Proche-Orient aus, das in Damaskus liegt. Mit der Unterstützung eines SNF-Stipendiums für junge Forschende verfasste ich eine Dissertation über die Entwicklung palästinensischer Flüchtlingslager und inoffizieller Wohngebiete in Amman, der Hauptstadt Jordaniens. Einige Flüchtlinge leben seit mehr als sechzig Jahren hier. Sechzig Jahre in einem Provisorium! So lange, dass es nicht mehr möglich ist, zwischen den palästinensischen Quartieren und den angrenzenden Stadtgebieten zu unterscheiden, abgesehen vielleicht von der Ambiance.

Amman ist eine ruhige Stadt. 2006 hielt ich mich zum ersten Mal hier auf. Ich erwartete einen vor Leben überschäumenden Ort, wie man es von einigen arabischen Metropolen kennt, und war überrascht, wie zurückhaltend die Stadt ist. Manche finden, es mangle ihr an Persönlichkeit. Dies hat sicher damit zu tun, dass Amman erst nach dem Zweiten Weltkrieg und vor allem mit den ersten palästinensischen Flüchtlingen 1948 zu wachsen begann. Es sind hier zwar einige römische Ruinen und Handels-



strassen zu finden, aber ein geschichtsträchtiges Zentrum mit engen Gässchen fehlt.

Die Hügel und Täler verleihen der Stadt Charme. Und letztlich sind es die Menschen, die eine Stadt prägen. Ich empfinde die Menschen, die ich hier in Amman kennengelernt habe, als äusserst herzlich, wenn sie ihre anfängliche Zurückhaltung abgelegt haben. Zum Beispiel Afnan Ayesh, eine jordanisch-palästinensische Frau, die beim jordanischen Ministerium für Stadtplanung und Wohnungsbau arbeitet. Ich bin mir nicht sicher, ob meine Arbeit ohne sie und die Hilfe weiterer Personen möglich gewesen wäre. Denn für die palästinensischen Lager und Wohnviertel sind nicht nur die



Regierung und die Stadtverwaltung zuständig, sondern auch die Vereinten Nationen. Ich musste zuerst all diese Türen öffnen, um das Wachstum dieser Lager und der angrenzenden Wohngebiete zu verstehen und zu entdecken, dass trotz Provisorium ein echter städtebaulicher Entwicklungsprozess stattfand, dank dem sich die Lebensbedingungen verbesserten. Die städteplanerischen Anstrengungen müssen jedoch fortgeführt werden.

Dies drängt sich insbesondere auf, weil von den 6,5 Millionen Menschen, die in Jordanien leben, mindestens ein Drittel palästinensischer Herkunft ist und ein Fünftel davon in Lagern wohnt. In Amman liegt der Anteil der palästi-

nenschen Bevölkerung sogar bei 50 Prozent. So ist Jordanien ein zwiespältiges Land, das palästinensische Drama hat Spuren in der Identität der Menschen hinterlassen. Ich hatte Gelegenheit, junge Leute mit palästinensischen Wurzeln kennen zu lernen. Diese Zwiespältigkeit ist bei vielen festzustellen: Sie wünschen sich die Rückkehr auf den Boden ihrer Vorfahren und träumen von einer Heimat, gleichzeitig sind sie in Jordanien aufgewachsen und fühlen sich diesem Land verbunden, obwohl sie hier manchmal als Minderheit benachteiligt sind.

Ich hoffe, dass ich nach meiner Dissertation in dieser Region bleiben und meine Forschungsarbeiten fortführen kann. Das ist paradox für jemanden, der so gerne schwimmt wie ich und der dies in der – zugegeben grandiosen – Wüste vermisst. Aber die Städte dieser Region haben mich verzaubert. Ihr Lärm, die Lebhaftigkeit, die Gerüche nach den vielen Gewürzen, die einen bei den alltäglichen Begegnungen und Entdeckungen begleiten. Das Essen ist einfach göttlich. Aber für eine Region mit einer so reichen Geschichte und Kultur ist das eigentlich selbstverständlich.» ■

Aufgezeichnet von Pierre-Yves Frei

Noch nicht angekommen:

In der jordanischen Hauptstadt Amman leben Hunderttausende Palästinenser seit Jahrzehnten in Flüchtlingslagern. Lucas Oesch (unten rechts, vorn) erforscht deren städtebauliche Entwicklung.

Bilder: Muhammed Muheisen/AP/Keystone (1), Lucas Oesch



Ein Wüstengen fürs Augenlicht

Das Eiweiss eines Einzellers, der in ägyptischen Salztümpeln lebt, kann die Sehkraft von erblindeten Mäusen teilweise wiederherstellen. Das ist ein Hoffnungsschimmer für blinde Menschen.

VON ORI SCHIPPER

Einen unwirtlicheren Ort auf der Erdoberfläche gibt es kaum. Die Salztümpel im Wadi Natrun, in einem Tal in der Sahara Ägyptens, enthalten nicht nur etwa gleich viel Salz wie das Tote Meer, sondern sind auch so stark basisch wie eine konzentrierte Waschmittellaug. Doch wider alles Erwarten fanden hier Forschende 1982 Lebensformen, die diesen Umständen trotzen: Einzeller mit dem geheimnisvollen Namen *Natronomonas pharaonis*. Diese Überlebenskünstler verfügen über ein spezielles Eiweiss, welches Lichtenergie nutzt, um Chlorid-Ionen ins Innere der Zelle zu pumpen und dadurch das osmotische Gleichgewicht aufrecht zu erhalten.

Schleichende Erkrankung

Dieses Eiweiss namens Halorhodopsin möchten Forschende aus Basel in Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Ärzten aus Paris nun gentherapeutisch einsetzen, um sehbehinderten Patienten mit Retinitis pigmentosa zu helfen. Von diesem Augenleiden sind weltweit ungefähr zwei Millionen Menschen betroffen. Die Erkrankung verläuft schleichend. Sie beginnt – oft schon im Jugendalter – mit einer Nachtblindheit, führt dann zu einer zunehmenden Zerstörung der Netzhaut und der damit einhergehenden Verengung

des Blickfelds und schliesslich, manchmal erst im Verlauf von Jahrzehnten, zu vollständiger Blindheit.

Ausgelöst wird die Erkrankung durch genetische Defekte, welche die Funktion der Sinneszellen – der Stäbchen und der Zapfchen – im Auge beeinträchtigen und sie verkümmern lassen. In den Stäbchen und Zapfchen ist eine hochkomplexe Maschinerie mit über 30 verschiedenen Eiweissen für den Sinneseindruck zuständig. Gemeinsam sorgen sie für die Übersetzung des Lichtsignals in eine elektrische Erregung. Dies geschieht, indem die Maschinerie in der Sinneszelle bei Lichteinfall die Kanäle für positiv geladene Natrium-Ionen schliesst. Diese bleiben aussen vor und sorgen dafür, dass sich im Inneren der Zelle im Vergleich zum Äusseren ein zusätzlich negatives elektrochemisches Potential bildet. Diese so genannte Hyperpolarisation steht am Anfang der Übertragungskette, welche sich dann von Nervenzelle zu Nervenzelle fortpflanzt.

Statt zu versuchen, diese komplexe Maschinerie, die bei Retinitis-pigmentosa-Patienten zusehends kaputt geht, zu reparieren, wählte Volker Busskamp einen anderen Weg. Der Biotechnologe am Friedrich-Miescher-Institut in Basel sagte sich, dass die Hyperpolarisation auch zustande kommen müsste, wenn dank dem Halorhodopsin negative Chlorid-Ionen

vermehrt ins Zellinnere strömten. Damit würde das Eiweiss des *Natronomonas pharaonis* gleich die Funktion von 30 verschiedenen Eiweissen ersetzen.

Schlafende Sehzäpfchen

Gedacht, getan. Mit speziellen Viren schleust Busskamp das Gen für die lichtgetriebene Chlorid-Pumpe in die Sehzäpfchen von blinden Mäusen ein, die an einer der Retinitis pigmentosa verwandten Augenkrankung leiden. Mit diesem Erfolg widerlegt er ein Dogma. Bisher hielt man die verkümmerten Sehzäpfchen für tot. «Das ist falsch. Die meisten von ihnen schlafen nur», sagt Busskamp. Ein Gen des Einzellers aus den Salztümpeln hat sie wachgeküsst.

Mit dem Gen aus der Wüste reagieren die Sinneszellen wieder auf Licht. Doch aufgepasst: «Die Netzhaut ist ein dezentrales Hirngewebe. Sie funktioniert nicht nur als Kamera, sondern auch als kleiner biologischer Computer», sagt Busskamp. Wer wahllos irgendwelche Zellen lichtsensitiv mache, riskiere, dass die Netzhaut die einfallenden Signale nicht auswerte und nur Unsinniges ans Hirn weiterleite.

Im Unterschied zu anderen Methoden, die beispielsweise mit ins Auge transplantierten Mikrochips versuchen, die Leute wieder sehen zu lassen, nutzt Busskamps Methode die Verdrahtung der Netzhaut aus. «Dadurch erreichen wir mehr mit weniger Aufwand», sagt er. Denn bei den erblindeten Mäusen verlieren nur die Sinneszellen ihre Funktion. Die neuronalen Schaltkreise zur Informationsverarbeitung bleiben erhalten, wie die Forschenden an isolierten Netzhäuten genterapierter Mäuse nachweisen. So reagieren einige Nervenzellen – wie in der gesunden Netzhaut – spezifisch auf Bewegungen in eine bestimmte Richtung, Bewegungen in die Gegenrichtung lassen sie kalt. Auch die Hemmung von benachbarten Nervenzellen, auf der die Erkennung von Umrissen beruht, funktioniert in der mit Halorhodopsin geflickten Netzhaut wie in einer gesunden.

Ist die Sehkraft nur in der isolierten Netzhaut wiederhergestellt – oder gilt das auch beim lebenden Tier? Das Verhalten der genterapierten Mäuse testen die Forschenden mit so genannten Licht-Dunkel-Schachteln. Während die erblindeten Mäuse keinen Unterschied merken und in beiden Schachtelhälften gleich viel Zeit verbringen, halten sich gesunde Mäuse länger in der dunklen Hälfte der Schachtel auf, weil sie wegen ihres natürlichen Bedürfnisses nach geschützter Umgebung die helle Schachtel-



Bald schon Realität?

Eine Genterapie soll die defekte Netzhaut von Patienten mit Retinitis pigmentosa (ganz links) reparieren. Geordi La Forge aus «Star Trek» ist noch immer auf ein futuristisches Gerät angewiesen (links).

Bilder: Western Ophthalmic Hospital/SPL/Keystone (links), KPA/Keystone

hälfte meiden. Genau das tun auch die Mäuse mit dem Halorhodopsin in ihren verkümmerten Sehzellen. Damit liefern sie den Beweis, dass das Hirn tatsächlich die vom primitiven Lichtsensor ausgehenden Signale korrekt interpretieren kann.

Die Forschenden gehen noch einen Schritt weiter. Könnte die Genterapie beim Menschen funktionieren? Allem Anschein nach ja, meint Busskamp. Auch in menschlichen Netzhäuten vermag die Chlorid-Pumpe des Wüsteneinzellers die Sinneszellen elektrisch zu erregen. «Ausserdem haben wir die gleichen viralen Vehikel verwendet, die jetzt schon für verschiedene Genterapien beim Menschen zum Einsatz kommen», sagt Busskamp. Auch bei der Verabreichung sieht er keine Probleme; für spezialisierte Augenärzte seien Injektionen unter die Netzhaut nichts Aussergewöhnliches mehr.

Dieser Erfolg widerlegt ein Dogma.

Die Welt in Grautönen

Ersten klinischen Studien steht somit nichts mehr im Weg. An Freiwilligen fehlt es nicht. Es hätten sich bereits viele interessierte Patienten gemeldet, sagt Busskamp. Er verweist die Leute an seine Kollegen in Paris, die mitten in den administrativen Vorbereitungen für die klinischen Versuche stecken.

Auch wenn diese Versuche zeigen sollten, dass das Eiweiss aus dem Salztümpel blinden Menschen hilft: Ihr Augenlicht wird es niemals komplett zurückzaubern können. Die Genterapie wird höchstens dazu führen, dass die Leute die Welt in Grautönen wahrnehmen. Das wäre zwar von der beispiellosen Empfindlichkeit und dem Farbsehen unserer Augen weit entfernt, aber im Vergleich zur Blindheit trotzdem ein riesiger Fortschritt. ■



Das doppelte Geschenk

Narkosegase rauben dem Patienten während der Operation nicht nur das Bewusstsein und die Schmerzempfindung. Sie schützen auch sein Herz.

VON VIVIANNE OTTO

Die Ärzte feierten die erste Operation unter Ethernarkose in den 1840er Jahren als das grösste Geschenk an die leidende Menschheit. Die Macht, die Schmerzempfindung und die Wahrnehmung der Schrecken einer Operation auszuschalten, grenzte an ein Wunder. Seither wurden viele neue Narkosemittel entwickelt, die Techniken der Anästhesie verfeinert. Die Möglichkeiten der Chirurgie haben sich in geradezu schwindelerregender Weise erweitert. War damals die schmerzlose Entfernung eines kleinen Tumors am Kiefer eine Sensation, gehören heute Organtransplantationen

Auch gut fürs Herz:

Die erste Ethernarkose 1846 in Massachusetts war eine Sensation (Gemälde von Robert Hinckley, 1882).
Bild: NYPL/Photo Researchers/Keystone

und Operationen am offenen Herzen schon beinahe zum Tagesgeschäft.

Ein häufiger Anlass für eine Herzoperation ist, dass Teile des Herzmuskels zu wenig durchblutet und mit Sauerstoff versorgt werden. Verengte Blutgefässe werden dann entweder chirurgisch erweitert oder durch das Einsetzen von Bypässen umgangen. Während der Operation kann das Herz ruhig gestellt und seine Arbeit der Herz-Lungen-Maschine übertragen werden. Dem Herzmuskel schadet dabei aber nicht nur die Minderdurchblutung vor und während der Operation, sondern auch das Wiedereinschiessen von Blut nach der Operation. Diese so genannten Reperfusionsschäden können gar noch grössere Ausmasse annehmen als die ursprünglichen, durch die Minderdurchblutung verursachten Defekte.

Abgeklemmte Blutzufuhr

Eine verblüffende Methode, das Herz während der Operation zu schützen, entdeckte ein junger Medizinstudent 1986. Klemmte er bei Hunden die Blutzufuhr vor einem längeren Unterbruch dreimal für kurze Zeit ab, so erholte sich das Herz rascher und besser als ohne diese Vorbehandlung. Die kurzen Episoden der Unterversorgung hatten offenbar Selbstschutzprozesse angekurbelt, die den Hundeherzen während der nachfolgenden längeren Minderdurchblutung zu Gute kamen.

Später zeigte sich, dass dem Ether verwandte Narkosegase wie Isofluran und Sevofluran die gleiche Schutzwirkung haben wie die kurzen Unterbrüche der Blutzufuhr. Und dies nicht nur bei Hunden, sondern auch bei Menschen. Entscheidend für den Schutz ist, dass die Zellatmung im Herzmuskel unter dem Stress und der Minderdurchblutung, welche die Operation mit sich bringt, aufrecht erhalten wird. «Narkosegase unterstützen die Kraftwerke der Herzmuskelzellen, die so genannten Mitochondrien, bei der Herstellung und dem kontrollierten Transport von Energieträgern», erklärt Michael Zaugg, Professor an der Abteilung für Anästhesie und Schmerzmedizin der Universität Alberta in Kanada.

Diese Erkenntnisse haben dazu geführt, dass heute bei Herzoperationen wieder vermehrt die älteren Narkosegase zum Einsatz kommen. Sie werden den Patienten vor der Operation durch die Atemluft zugeführt und während des Eingriffs durch die Herz-Lungen-Maschine direkt ins Blut geleitet. Laborwerte und Funktionsmessungen belegen, dass das Herz so rascher wieder besser funktioniert.

«Die dem Ether verwandten Narkosegase hielten also noch ein weiteres, wichtiges Geschenk für die leidende Menschheit bereit», meint Zaugg. «Nämlich ihre Fähigkeit, das Herz während der Operation vor Schäden zu schützen.» ■

Hilfsbereitschaft mit Grenzen

Die «Prinzessin von Sambia» ist ein erstaunliches Tier. Die kleinen Buntbarsche im afrikanischen Tanganjikasee teilen sich die Arbeit auf, wie das sonst fast nur bei Menschen und sozialen Insekten zu finden ist. Die Fischchen mit dem wissenschaftlichen Namen *Neolamprologus pulcher* leben in Gruppen von bis zu 30 Tieren – und die Körpergrösse bestimmt, welche Aufgaben ein Individuum übernimmt: Die Grössten pflanzen sich fort, die Kleineren helfen die Jungen grosszuziehen, das Territorium zu pflegen oder Fische zu vertreiben, die es auf die Eier der Buntbarsche abgesehen haben. Das Verhalten der Helfer, von denen einige nicht einmal mit dem Brutpaar verwandt sind, ist allerdings nicht selbstlos: Sie bleiben in der Gruppe, weil diese ihnen Schutz vor Feinden bietet. Das Bleiberecht müssen sie

sich mit Arbeit verdienen. Das tun sie aber nur, wenn genügend Nahrung vorhanden ist, wie der Verhaltensökologe Michael Taborsky von der Universität Bern mit seinem Team herausgefunden hat: Die Forscher spannten um die Territorien feine Netze, durch die nur noch ein Teil der Planktonnahrung der Fische gelangte. Die Buntbarsche mussten deshalb mehr Aufwand betreiben, um satt zu werden; sie suchten sich ihre Nahrung weiter weg vom Brutplatz. So blieb weniger Zeit, um bei der Brut- und Territorienpflege zu helfen, und es dauerte länger, bis die Helfer feindliche Eierräuber vertrieben hatten. Taborsky will nun untersuchen, ob das Brutpaar unter diesen Umständen seine Helfer verjagt, weil diese zu wenig «Miete» entrichten. **Simon Koechlin** ■

Das Fressen vor der Moral: Wird das Essen knapp, ändern die Buntbarsche ihr soziales Verhalten.



www.ee.unibe.ch

Parallelen in neuronalen Netzwerken

In ihrem Bestreben, das Wesen unserer Denkprozesse zu erkunden, stossen die Neurowissenschaften auf die weite Lücke, die zwischen der Organisationsstufe einer einzelnen Nervenzelle und der des gesamten Gehirns klafft. Um sie zu schliessen, bedarf es einer Zwischenstufe: Willkommen in der Welt der neuronalen Netzwerke! Was Ingenieure und Computerwissenschaftlerinnen als künstliche neuronale Netzwerke programmieren (und etwa zur Erkennung von Unterschriften einsetzen), hat zwar nur entfernt mit den biologischen Verknüpfungen in unserem Denkgorgan zu tun. Trotzdem lassen sich einige aufschlussreiche Parallelen ziehen, wie Armand Savioz und andere im neuen Lehrbuch «Introduction aux réseaux neuronaux. De la synapse à la psyché» darlegen. So wie beispielsweise die Programmierenden ihre Netzwerke redundant und stabil oder schlank, aber fragil gestalten können, erinnern sich Alzheimer-Patienten meist noch an vergangene Erlebnisse, auch wenn sie keine frischen Gedächtnisinhalte mehr speichern können. Die noch gesunden, vernetzten Nervenzellen im erkrankten Gehirn versuchen auf andere Zellen auszuweichen, was oft zu eingebildeten, falschen Erinnerungen führt: eine typische Überfunktion, die auch in künstlichen neuronalen Netzwerken zu beobachten ist. **ori** ■

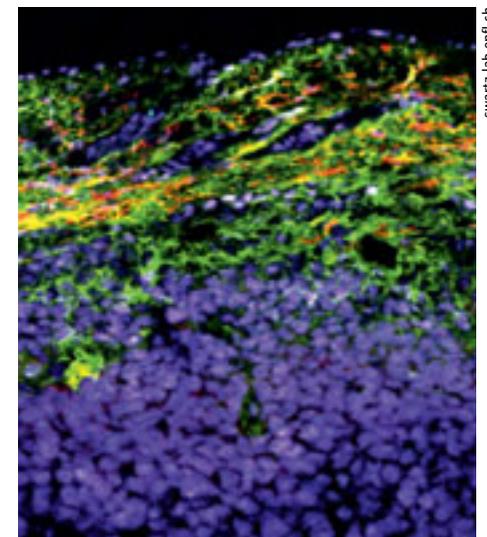
Armand Savioz, Geneviève Leuba, Philippe Vallet, Claude Walzer: Introduction aux réseaux neuronaux. De la synapse à la psyché. Éditions De Boeck Université, Brüssel 2010, 251 S.

Genial getarnte Krebszellen

Wie gelingt es Tumoren, das Abwehrsystem des Körpers zu überlisten und sich in den Lymphwegen auszubreiten, um Metastasen zu streuen? Melody Swartz von der ETH Lausanne ist ihnen auf die Schliche gekommen. Mit ihrem Team konnte sie zeigen, dass Krebszellen den weissen Blutkörperchen vorgaukeln, zum Lymphknotengewebe zu gehören. Für ihre Arbeit erhielt sie letztes Jahr den Robert-Wenner-Preis.

Melody Swartz stellte anhand von Versuchen mit Mäusen mit schwarzem Hautkrebs fest, dass sich Krebszellen mit einer dünnen Schicht eines Eiweisses umhüllen, das im Lymphsystem Abwehrzellen – die weissen Blutkörperchen oder Lymphozyten – anzieht. Aber die weissen Blutkörperchen lassen sich durch diese geniale Tarnung täuschen: Sie orientieren sich an den

Eiweissen an der Oberfläche, stufen dadurch die Krebszellen als harmlos ein und ermöglichen so ein ungehemmtes Tumorwachstum. Bereits in früheren Studien hat Swartz aufgezeigt, wie Krebszellen in die Lymphwege eindringen. Tumore produzieren einen Flüssigkeitsüberschuss, der ständig durch die umliegenden Lymphgefässe abgeführt wird. Krebszellen nutzen diesen Abfluss, um sich unbemerkt in das Lymphsystem einzuschleusen. Das Wissen um das Zusammenspiel zwischen Krebszellen und dem Lymphsystem möchte Swartz für neuartige therapeutische Strategien nutzen. Sie sollen den Abwehrzellen des Lymphsystems helfen, ihre eigentliche Aufgabe wahrzunehmen: Krebszellen zu zerstören, anstatt deren Ausbreitung zu fördern. **Chantal Britt** ■



Molekulares Täuschungsmanöver: Krebszellen umgeben sich mit Eiweissen, die eigentlich für Lymphknoten typisch sind.

swartz-lab.epfl.ch



Angewandte Theologie

Die vormoderne Schweiz war ein Zentrum der Verfolgung von Hexen – und Kinderhexen. Theologen und Gerichte gingen dabei nicht etwa fanatisch, sondern vernünftig vor.

VON URS HAFNER

Graubünden 1712, vier junge Mädchen stehen vor Gericht. Die Anklage: Sie seien zum Hexensabbat geflogen und hätten die Nachbarn durch Zauberei geschädigt. Das Gericht spricht die Mädchen schuldig. Die Jüngeren schont man; sie werden wahrscheinlich in eine Anstalt eingeliefert. Die Älteren, zehn und elf Jahre alt, vergiftet man.

Ein bedauerlicher Einzelfall, fanatische Inquisitoren, eine Verschwörung, Massenhysterie? Mitnichten. Die Historikerin Nicole Bettlé schätzt, dass auf dem Gebiet der heutigen Schweiz vom späten Mittelalter bis ins 18. Jahrhundert etwa 130 Kinder wegen Hexerei

angeklagt wurden. «Rund ein Drittel der höchstens 14 Jahre alten Kinder, die in einen Prozess verwickelt waren, verbrannte man. Aus Gnade wurden sie vorher erwürgt, erhängt oder enthauptet.» Oft habe man als Strafe auch den Ausschluss aus der Gemeinschaft verhängt. So mussten die Kinder während des Kirchgangs spezielle Plätze einnehmen.

Was aus heutiger Sicht schwierig nachvollziehbar ist, hat die Forschung bis vor kurzem kaum bewegt. Nicole Bettlé ist die erste Historikerin, welche die Kinderhexenprozesse in der Schweiz untersucht (in ihrer Dissertation). Zwar beschäftigt sie die Frage nach dem Warum: «Warum tötet eine Gesellschaft ihr Wertvollstes?» Doch der Gestus der Empörung ist ihre

Intensivierte Jagd:
Hexenverbrennung in
Lausanne, 1573
(kolorierte Zeichnung
aus der «Wickiana»,
Johann Jakob Wicks
«Sammlung von Nach-
richten ...», 1560–1587).

Bild: Zentralbibliothek Zürich,
Ms F 22, S. 50

Sache nicht. Sie betont, dass die Gerichtsprozesse im Rahmen der damaligen Rechtsordnungen korrekt verlaufen und meist aufgrund des Drucks aus der lokalen Bevölkerung in Gang gesetzt worden seien. Die Hinrichtungen der allesamt von weltlichen Gerichten verurteilten, mehrheitlich nicht gefolterten Kinderhexen seien «weder Justizirrtümer noch Justizmorde».

Die Kinder erzählten vor Gericht häufig von schwarzer Magie, etwa dass sie Vieh krank gemacht oder Tiere herbeigezaubert hätten.

Auch der Flug zum Hexensabbat kommt häufig vor. Sie hätten dort getanzt, gegessen, getrunken, sich unzüchtig aufgeführt, dem Teufel den Hintern geküsst und Gott gelehnet. Die Schilderungen des Sabbats, des nächtlichen, von sexuellen, ja kannibalistischen Exzessen begleiteten Treffens mit dem Teufel, waren in der Frühneuzeit ein verbreiteter Topos. Woher kommt der Glaube an den Hexensabbat?

Dem Teufel unterworfen

Die Lausanner Mediävistin Martine Ostorero hat in ihrem neuen Buch («Le diable au sabbat. Littérature démonologique et sorcellerie 1440–1460», Florenz 2011) den entscheidenden historischen Moment identifiziert: Um die Mitte des 15. Jahrhunderts, vor dem Erscheinen des legendären «Hexenhammers» (1486), tritt der Hexensabbat in die christliche Dämonologie ein. Theologen aus der heutigen Westschweiz – der Geburtsstätte des Hexenglaubens wie der Hexenverfolgung – und Savoyens beschäftigen sich in gelehrten Abhandlungen mit dem Sabbat.

Martine Ostorero hat drei davon genau untersucht; sie stammen aus den Federn von Dominikanern, die zugleich als Inquisitoren amtierten. Im Unterschied zur traditionellen Dämonologie, die sich in scholastischen Spekulationen über die vielgestaltig-ambivalente Geisterwelt erschöpfte, schreiben die neuen Traktate der Hexe oder dem Hexer eine grosse Macht zu, die sie dank ihrer Allianz mit dem Teufel besässen. Die Angehörigen der geheimen Sekte, die sich zum nächtlichen Spektakel trifft, können nicht nur durch die Lüfte fliegen, sondern auch Menschen aus der Distanz töten. Gleichzeitig jedoch sind die Hexen der Autorität des Teufels unterworfen, der sich zum Herrscher schlechthin aufgeschwungen hat. Die Gefahr ist immens: Die teuflische Sekte droht die gesamte Christenheit ins Verderben zu stürzen.

Die Traktate zum Hexensabbat bleiben nicht auf den theologischen Kreis beschränkt. Mit dem Sabbatkonzept rückt die gelehrte Dämonologie ins Zentrum der Gesellschaft und gerät in den Fokus politischer, rechtlicher und kultureller Fragen. Die bereits praktizierte Hexenjagd wird intensiviert. Während die

Geständnisse der Angeklagten die von den Traktaten postulierte Realität des Sabbats bestätigen, beruft sich die Theorie auf die – oftmals unter der Folter gewonnenen – Geständnisse. Martine Ostorero spricht von «angewandter Theologie».

Freilich teilen nicht alle Theologen die Ansicht, dass der Sabbat real sei. Manche halten ihn für eine von den teuflischen Mächten eingegebene Einbildung, was indes für die Betroffenen keine Schuld-

verminderung bedeutet. Ohnehin argumentiert die klerikale Elite keineswegs fanatisch. Sie stützt sich mit Bedacht auf Scholastik und Logik, auf die Bibel, Schriften der Kirchenväter, juristische Erfahrungen

und Zeugenaussagen. Die Traktate sind in den Augen der Zeit das Produkt einer wissenschaftlichen Methode. Die dämonischen Aktionen lassen sich durch natürliche Ursachen und Prinzipien erklären. Wunder vollbringen nur Gott, die Engel und Heiligen.

Die Sabbat-Phantasie erweist sich als zählebig. Wie der Fall der vier Bündner Mädchen zeigt, steckt sie noch im 18. Jahrhundert sogar in Kinderköpfen, die sich kaum mit theologischer Dämonologie beschäftigt haben dürften. Warum aber verdächtigte man nicht nur Frauen und Männer, die – weil sie alleinstehend waren oder sich mit Magie auszukennen glaubten – die Missgunst und den Zorn der Gemeinschaft auf sich zogen, sondern auch Kinder?

Auch auf dieses Warum hält Nicole Bettlé – noch – keine abschliessenden Antworten bereit. Sie verweist darauf, dass Kinder erst seit der Aufklärung als unschuldige Wesen gälten. «Vorher wurden sie oftmals als Mittler zwischen den Welten, als Zauberesen, ja als Dämonen angesehen.» Ferner würden sich in einer Krise befindende Gesellschaften dazu tendieren, ihre Kinder zu opfern. Nicole Bettlé zählt in einem – sehr grossen – Bogen Azteken, Maori, Katharer, die deutsche Wehrmacht am Ende des Zweiten Weltkriegs und afrikanische Kindersoldaten auf.

Nicht nur Opfer

Die verurteilten Kinder sind für Nicole Bettlé keine oder zumindest nicht nur Opfer, auch wenn sie in der Regel in den Verdacht der Hexerei gerieten, weil bereits jemand aus der Verwandtschaft mit schwarzer Magie in Verbindung gebracht worden war. «Die meisten dieser Kinder», betont sie, «waren straffällig und berufskriminell. Sie hatten gestohlen oder Tiere sexuell missbraucht, was als Sünde galt. Heute würden sie als verhaltensauffällig klassifiziert.» Oftmals bezichtigten sie ihre Eltern, vor allem die Mütter, sie in die Hexenkunst eingeweiht zu haben, was für diese fatale Folgen hatte. – Dem Sabbat-Spektakel scheint oftmals ein ganz und gar reales familiales Drama vorausgegangen zu sein. ■

Verderben droht der gesamten Christenheit.



Der Vorhang schafft Intimität:

Jan Vermeers «Briefleserin am offenen Fenster» (1659).
Bild: Hans-Peter Klut, Elke Estel/Staatliche Kunstsammlungen Dresden

kommt, etwa wenn die Künstlerin Louise Bourgeois alte Tapisserien in ihren Installationen einsetzt oder Christian Boltanski gebrauchte Kleider aufhäuft, um leibliche Erinnerung zu inszenieren.

Paradoxe Sichtbarkeit Gottes

Die Kunstgeschichte hält viele Beispiele für den hybriden Charakter des Textilen bereit: Im Alten und Neuen Testament etwa stellt das Bild des Schleiers die paradoxe Sichtbarkeit Gottes dar. Im 15. Jahrhundert gehörten die Tapisserien, die sich die Eidgenossen aneigneten, zu den Prachtstücken der Burgunderbeute. Und in der holländischen Malerei des 17. Jahrhunderts wurde mit der Darstellung von Vorhängen und Teppichen Intimität geschaffen, die den Betrachter zum Voyeur macht.

Die Forschenden haben festgestellt, dass es, im Gegensatz zur Malerei, Bildhauerei oder Architektur, keine verschriftlichte Kunsttheorie des Textilen gibt. Diese Lücke schliesst das vom European Research Council (ERC) mit unterstützte Projekt. Die Forschungsgruppe versucht, möglichst viele medien-spezifische Merkmale des Textilen zusammenzutragen und daraus eine Geschichte des Mediums zu rekonstruieren. Sie will mit dem Projekt eine Reihe von Fragen beantworten, etwa welchen theologischen Sinn die Darstellung des Schleiers hat, wie die Bildidee des Himmelszelts die Malerei und die Architektur beeinflusste oder welche Bedeutung das textile Medium, das sich seit den sechziger Jahren vom Kunsthandwerk emanzipiert hat, im künstlerischen Geschlechterdiskurs annimmt.

Mit dem Projekt, das bis 2013 läuft, wird auch die landläufige Meinung korrigiert, dass die Produktion von Textilien eine reine Frauensache gewesen sei. Die europäischen Eliten engagierten im Gegenteil Männer als Weber oder Schneider. Frauen spielten als Stickerinnen oder Klöpplerinnen vor allem in der häuslichen Ökonomie eine Rolle: Auch gut situierte Damen wurden mit aufwändigen Handarbeiten beschäftigt und so zur Tugend angehalten, dass sie zu einem beliebten Sujet der holländischen Malerei wurden.

Als Textilkünstlerinnen hatten Frauen hingegen bis ins 20. Jahrhundert einen schweren Stand. Obwohl es am Bauhaus viele Künstlerinnen gab, wurden sie von ihren Kollegen wenig beachtet und in die Textilfachklasse abgeschoben. Das Forschungsprojekt zeigt, dass das textile Medium zu einem roten Faden in der zeitgenössischen Kunst geworden ist und dass es seit der Antike zu den wichtigsten Technologien und Metaphern der Architektur gehört. ■

Verkannter Stoff

Teppiche und Tapisserien, Kleider und Schleier: Das Textile spielt in der Geschichte der Kunst eine viel grössere Rolle als bisher angenommen.

VON SABINE BITTER

Die Herstellung von Textilien gehört zu den ältesten Kulturtechniken. Doch Zelte oder Kleider dienten von Anfang an nicht nur wie eine zweite Haut als Schutz vor der Umwelt, sondern vermittelten auch eine Botschaft, beispielsweise den Sozialstatus oder das Geschlecht ihrer Besitzer.

Der Kunsthistoriker Tristan Weddigen von der Universität Zürich analysiert mit einem Forschungsteam, zu dem die Belgierin Barbara Caen, der Pole Mateusz Kapustka, der Österreicher Stefan Neuner, die Schweizerin Tabea Schindler und der US-Amerikaner Warren Woodfin gehören, die Bedeutung des Textilen in Europa vom Mittelalter bis heute. Dabei versteht die Gruppe das Textile als Material, Technik, Metapher und Medium zugleich, wie dies auch in der zeitgenössischen Kunst zum Ausdruck

Im Dickicht der Paarbeziehung

Rémy de la Mauvinière/Pool/EPA/Keystone



Narzissmus inklusiv: Nicolas Sarkozy, Carla Bruni-Sarkozy (2009).

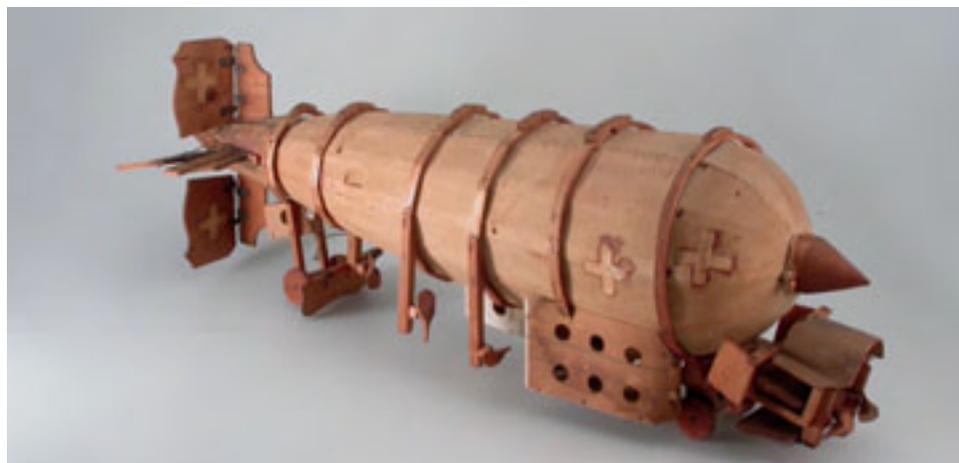
Es gibt Menschen, die derart von sich selbst überzeugt sind und sich so egoistisch verhalten, dass sie die Nerven anderer arg strapazieren. Wie verhalten sich so genannte Narzissten in einer Beziehung? Können sie überhaupt eine gelungene Partnerschaft aufbauen? Diesen Fragen geht die Psychologin und ehemalige SNF-Förderungsprofessorin Carolyn Morf von der Universität Bern nach. Mit Fragebogen ermittelt sie, wie narzisstisch Probandinnen und Probanden – jeweils Paare – veranlagt sind und wie sie miteinander umgehen. Es zeigt sich, dass Narzissten ihren Partner überdurchschnittlich oft aus egoistischen Gründen unterstützen: Sie erwarten dafür eine Gegenleistung oder Anerkennung. Zudem setzen

sie sich weniger für die Beziehung ein als nicht narzisstische Menschen. Kompensiert wird dies von den Partnern der Narzissten. Diese verzeihen Fehler eher oder geben zu Gunsten der Beziehung ein Hobby auf. Sie scheinen den Eigennutz ihres Partners nicht zu durchschauen. In Morfs Studien wurden Narzissten von ihren Partnern sogar tendenziell als weniger egoistisch eingestuft als Nicht-Narzisstes. Laut der Forscherin könnte ein Grund für dieses Trugbild sein, dass Narzissten auch positive Eigenschaften haben, etwa Charisma oder Tatendrang. Vielleicht hilft die «Blindheit» des Partners so, die Beziehungen von Narzissten zu retten – in beider Interesse.

Simon Koechlin ■

Naive Offiziere

Schon nach der Zweiten Marokkokrise 1911, als sich Deutschland, Frankreich und Grossbritannien in die Haare gerieten, kam in Europa die Befürchtung auf, dass es zu einem grossen Krieg kommen könnte. Es fehlte nicht an warnenden Stimmen, die einen Abnutzungskampf mit katastrophalen Folgen voraussagten. Doch die Militärs wischten solche Bedenken beiseite. Das zeigt eine Studie des Historikers Stig Förster von der Universität Bern. Er hat mit seinem Team die Debatten in europäischen Militärzeitschriften aus den Jahren 1880 bis 1914 analysiert. Ein zentraler Punkt war die zu erwartende Dauer eines möglichen Kriegs. Langwierige Kämpfe hätten, da waren sich alle Autoren einig, fatale Folgen für die Wirtschaft eines Landes, aber auch für die politischen Systeme und die Ernährungssicherheit. Deshalb wollte man den Krieg kurz halten; dieses Ziel verfolgte auch der Schlieffen-Plan. Doch die rüstungstechnischen Entwicklungen sowie die allgemeine Wehrpflicht begünstigten den Verteidigungskrieg; es war unwahrscheinlich, dass man Millionenheere in wenigen Monaten beseitigen würde. Dieser Umstand drang nicht in das Bewusstsein der europäischen Streitkräfte. Der Grund dafür ist simpel: Die hohen Militärs wollten die Moral ihrer Truppen nicht untergraben. So zogen die Armeen und ihre Offiziere mittleren Ranges 1914 «geistig unvorbereitet oder falsch vorbereitet in den bis dahin grössten Krieg der Geschichte, obwohl sie es eigentlich besser hätten wissen können», wie Förster sagt. **Nicolas Gattlen** ■



Jacqueline Fahrni/www.kulturgueter.ch

Für den Flug in die Freiheit? Zeppelin aus Holz und Leinen, gefertigt von Insasse F. Z. (Sammlung Königsfelden, um 1929).

Besonderer Kulturgüterschutz

Wie umgehen mit Werken, die in psychiatrischen Anstalten entstanden sind? Die Kunsthistorikerin Katrin Luchsinger und ihre Mitarbeiterinnen konzentrierten sich auf die legendäre Berner Waldau, die Klinik Königsfelden und die ehemalige Rheinau. Innert zwei Jahren inventarisierten sie 1600 Zeichnungen, Modelle, Erfindungen und filigrane Basteleien, die jahrzehntelang unbeachtet in Kellern und teilweise in Patientenakten überlebt hatten. Daran wird sich nichts ändern. «Ob diese Werke Kunst sind, ist eine Frage, die vor derhand offen bleiben sollte», sagt Luchsinger. Wichtiger sei, den Kontext im Auge zu behalten. So etwa im neuen Psychiatriemuseum Königsfelden, das von der Projektmitarbeiterin Jacqueline Fahrni betreut wird. Oder in Ausstellungen wie «Der Himmel ist

blau» – die Luchsinger mit Andreas Altdorfer 2008 im Kunstmuseum Bern über die Waldau-Sammlungen realisierte – und «Rosenstrumpf und dornencknie» mit Werken aus der Rhein- au, noch bis 13. März im Museum Lagerhaus in St. Gallen zu sehen (später in Zürich und auf der Insel Rheinau). Zu beiden Ausstellungen sind im Zürcher Chronos-Verlag so schöne wie aufschlussreiche Publikationen erschienen.

Inzwischen haben Luchsinger, Fahrni und die Historikerin Iris Blum ihre Recherche auf die ganze Schweiz ausgeweitet (www.kulturgueter.ch). Wieder geht es um die Jahre 1850–1930, wobei sich eine neue Frage herauskristallisiert: Warum gibt es in der Schweiz so viele Werke aus psychiatrischen Kliniken – mehr vielleicht als anderswo?

Rea Brändle ■

Objekt mit irritierenden Eigenschaften

Polaritonen sind gleichzeitig Licht und Materie. Sie wecken die Hoffnung auf die Entwicklung neuer Laser, die wenig Energie verbrauchen und daher auch in der Medizin eingesetzt werden könnten.

VON DANIEL SARAGA

In seinem Labor an der ETH Lausanne untersucht Nicolas Grandjean eigenartige Teilchen an der Grenze zwischen Materie und Licht: die Polaritonen. Das Ziel des Physikers? Die Entwicklung von Halbleitern mit neuen optischen und elektronischen Eigenschaften, welche die Herstellung winziger und weniger energiehungriger Laser revolutionieren könnten. Das Geheimnis der Polaritonen gründet in den merkwürdigen Eigenheiten der Quantenphysik (siehe Kasten). Der Forscher arbeitet mit Galliumnitrid, einem Stoff, der heute für die weissen Leuchtdioden und die blauen Laser verwendet wird, die Blu-Ray-Discs abtasten. (Durch

die Verschiebung von rotem zu blauem Licht werden die Laserstrahlen präziser und können auf den optischen Speichermedien mehr Informationen untergebracht werden.) Der französische Forscher möchte eine neue Art von blauen Lasern entwickeln, die auf der Erzeugung von Polaritonen beruhen und so gleichzeitig kleiner – etwa so gross wie eine menschliche Zelle – und effizienter sind. «Im Gegensatz zu Elektronen, die bei traditionellen Lasern verwendet werden, sind Polaritonen gerne nahe beieinander», sagt der Wissenschaftler. «Dadurch lässt sich ein Laserstrahl mit viel weniger Strom erzeugen.» Der Polaritonen-Laser könnte ausserdem zehnmal stärker als herkömmliche Laser werden.

Geheimnisvoller Lichtstrahl:

Mit dem Polaritonen-Laser hält die Quantenphysik Einzug in die Medizin. Bild: Luca Sulmoni, LASPE EPFL

«Für einen Blu-Ray-Player ist der Stromverbrauch des Lasers nicht entscheidend, da die übrigen Komponenten stromhungriger sind», erklärt der Physiker. «Das gilt jedoch nicht für die Medizin. Dort arbeitet man an der Entwicklung von Lasern, die ins Körperinnere gebracht werden können. Dabei ist entscheidend, dass neben der Grösse auch der Energiekonsum reduziert wird und keine Abwärme entsteht, die das Gewebe schädigt. Solche Geräte liessen sich zum Beispiel zum Aufspüren von Krebszellen einsetzen, die mit Fluoreszenzmarkern gekennzeichnet wurden.»

Einsteins Vorhersage wird Wirklichkeit

Der neue Laser ist nicht mehr fern. 2007 brachte die Lausanner Gruppe den Laser mit der Starthilfe eines weiteren Lasers dazu, bei Raumtemperatur zu arbeiten – was für viele Anwendungen Voraussetzung ist. Nun muss er noch mit Strom zum Laufen gebracht werden. Der entscheidende Durchbruch gelang dem Team um Nicolas Grandjean mit der Herstellung nahezu perfekter mikroskopischer Spiegel, die bis zu 99,99 Prozent des Lichts reflektieren. Diese für die Emission des Laserlichts grundlegende Eigenschaft wurde durch die Entwicklung einer neuen Halbleiterlegierung erreicht.

Die Polaritonen dienen aber nicht nur zur Herstellung von Lasern. Im Gegensatz zu gewöhnlichen Teilchen haben diese Objekte selbst bei Raumtemperatur robuste Quanteneigenschaften. Seit einigen Jahren werden sie von Forschenden zur Untersuchung von quantenmechanischen Systeme

Von Lasern zu Schaltern

Die von der Gruppe um Nicolas Grandjean für die Spiegel des Polaritonen-Lasers entwickelte Legierung könnte in einem anderen Bereich eine unerwartete Anwendung finden: bei ultraschnellen Transistoren. In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich haben die Lausanner Physiker im September 2010 mit einer Betriebsfrequenz von 205 Gigahertz den bisherigen Weltrekord geschlagen. «Diese Entdeckung öffnet die Tür zur Erzeugung von Millimeterwellen», sagt Nicolas Grandjean. «Daraus ergäben sich interessante Anwendungen in der medizinischen Bildgebung. Auch für Schalter in Hochspannungsnetzen könnte sich die Legierung als nützlich erweisen, weil sich die Verluste beim Einschalten des Stroms um rund 20 Prozent vermindern liessen.»

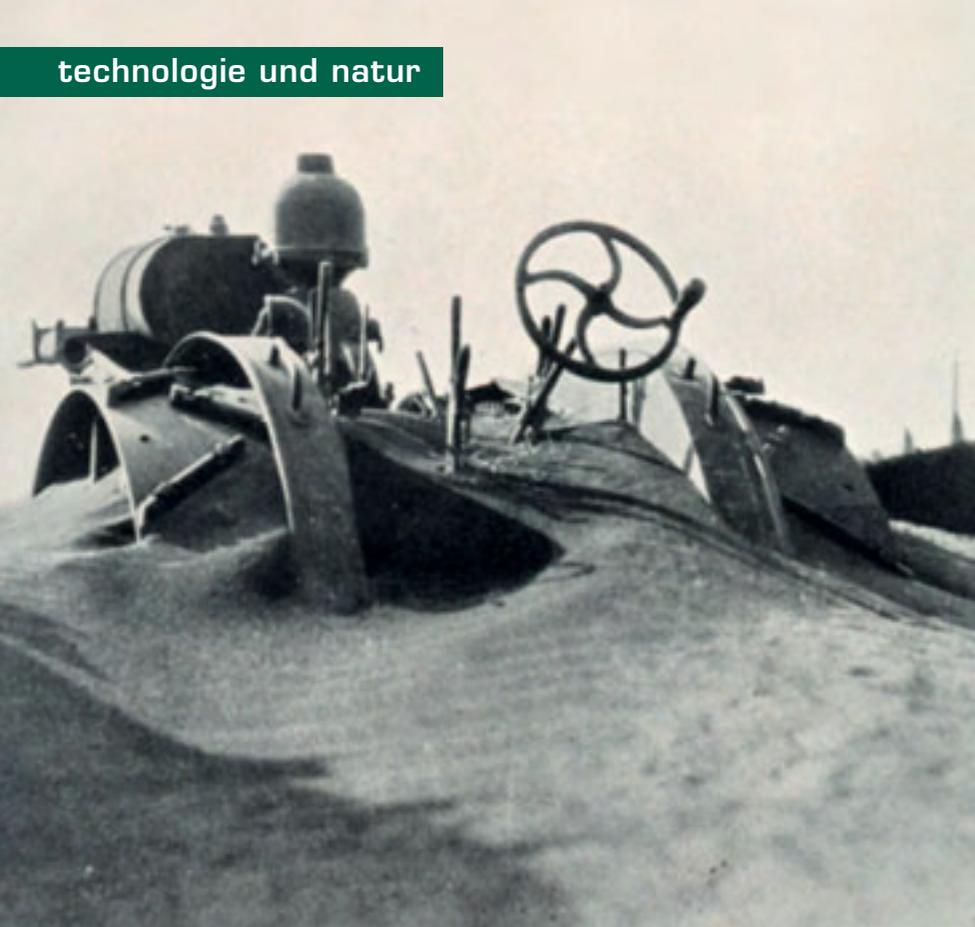
Wie Polaritonen entstehen

Polaritonen sind quantenmechanische Objekte mit irritierenden Eigenschaften: Sie sind gleichzeitig Lichtteilchen (Photonen) und Materieteilchen. Das Materieteilchen selbst, das so genannte Exziton, ist ebenfalls ein Paar: ein Elektron-Loch-Paar. Im Normalzustand leitet ein Halbleiter Elektrizität nur schlecht. Die Elektronen müssen zuerst ausreichend Energie erhalten, bevor sie mobil werden und Strom fließen kann. Die Elektronen hinterlassen dabei eine Spur: Es bleibt ein so genanntes Ladungsloch zurück. Genau wie ein Atom kann auch ein Exziton Lichtteilchen – Photonen – aussenden.

Wenn man um den Halbleiter einen winzigen, aus zwei parallelen Spiegeln bestehenden Spalt konstruiert, die mehr als 99 Prozent des Lichts reflektieren, mischen sich die gefangenen Photonen mit den Exzitonen: Es entstehen Polaritonen. Gemäss der Quantenphysik verbindet sich das Materieteilchen (das Exziton) untrennbar mit dem Lichtteilchen (dem Photon). Das klar definierte Objekt, halb Licht, halb Materie, verhält sich wie ein echtes Teilchen.

men eingesetzt. Dazu gehört das Bose-Einstein-Kondensat, ein neuer, bereits 1924 von Albert Einstein und Satyendra Nath Bose vorhergesagter Aggregatzustand bei extrem tiefen Temperaturen. Alle Teilchen befinden sich bei diesem System im gleichen Quantenzustand, verlieren dadurch ihre Individualität und bewirken ganz besondere Eigenschaften: Suprafluidität und Supraleitung. Innere Reibung und elektrischer Widerstand fehlen vollständig.

Es sollten jedoch 70 Jahre vergehen, bevor 1995 durch das Kühlen von Atomen auf 0,0000002 Grad über dem absoluten Nullpunkt (der damalige Kälterekord) das erste richtige Kondensat erzeugt werden konnte. Die Arbeiten von Benoît Deveaud-Plédran von der ETH Lausanne schafften es 2006 auf die Titelseite von «Nature». Seiner Gruppe gelang mit Hilfe von Polaritonen in einem Halbleiter die Erzeugung eines Bose-Einstein-Kondensats bei einer hundert Millionen Mal höheren Temperatur (rund 10 Kelvin). Nicolas Grandjean setzt diese Forschung in der Hoffnung fort, einen weiteren Meilenstein in der Geschichte der Physik zu setzen: ein Bose-Einstein-Kondensat bei Raumtemperatur. Die ersten Zeichen eines Kondensats wurden 2008 nachgewiesen. Die Geheimnisse der Quantenmechanik erobern vielleicht schon bald unseren Alltag. ■



Klimatisches Extremereignis: In den 1930er Jahren verwüsteten Sandstürme Teile Nordamerikas (die Dust Bowl). Auf einer Farm in den USA, 1935.
Bild: www.photolib.noaa.gov

Vorwärts in die Vergangenheit

Modelle zur Vorhersage von Klima-
veränderungen sind nur mit Daten
aus der Vergangenheit zu validieren.
Je vollständiger diese sind, desto eher
können sie der Landwirtschaft nützen.

VON DANIEL SARAGA

Stefan Brönnimann interessiert sich für das Klima der Vergangenheit – mit einer besonderen Vorliebe für klimatische Extremereignisse wie Dürren, Überschwemmungen oder Stürme. «Wir untersuchten zum Beispiel die Dust Bowl», erklärt der Klimatologe der Universität Bern. «Diese verheerende, von Staubstürmen begleitete Trockenheit hatte während der dreissiger Jahre tief greifende Auswirkungen auf die Landwirtschaft des Mittleren Westens der USA und löste einen Exodus Richtung Westküste aus. Mit unseren historischen Daten konnten wir die vermutete Ursache bestätigen: eine grosse Temperaturdifferenz zwischen Pazifik und Atlantik.»

Klimadaten der Vergangenheit können auch entscheidend dazu beitragen, die Zukunft vorherzu-

sagen. Es ist die einzige Methode, mit der man komplexe klimatische Modelle validieren kann. Solche Modelle berücksichtigen zahlreiche Parameter wie die Bewegung von Luftmassen, die Temperatur der Ozeane, Treibhausgase, die Sonneneinstrahlung oder die Wolkenbedeckung. Da es unmöglich ist, Experimente im natürlichen Massstab durchzuführen, um die Modelle zu testen und zu verfeinern, bleibt der Wissenschaft nur ein Weg: Die Modelle mit Daten aus der Vergangenheit füttern und prüfen, ob sie historische Klimaereignisse treffend vorhersagen. Dazu werden Extremereignisse herangezogen – wie eben die Dust Bowl oder die ungewöhnliche Erwärmung der Arktis zwischen 1918 und 1944.

Daheim den Forschern helfen

Solche historischen Quellen müssen zuerst digitalisiert werden. Dazu hat der Klimatologe das Projekt data.rescue@home ins Leben gerufen. Auf dieser Website kann das Publikum die klimatische Forschung unterstützen, indem es eingescannte historische Datenblätter transkribiert. Diese Aufgabe können Computer nicht alleine ausführen.

Diese eher spärlichen Daten – Luftdruckmessungen einiger Standorte – reichen allerdings nicht aus, um Klimaeffekte abzuschätzen. Dazu wäre das vertikale Profil der Messungen, eine dichtere geografische Abdeckung oder ein zeitlicher Verlauf erforderlich. Die fehlenden Informationen können jedoch rekonstruiert werden. Das übernehmen andere Forschungsgruppen mithilfe von Grossrechnern. Stefan Brönnimann testet die Qualität der rekonstruierten Daten, indem er prüft, ob sie mit den historischen Messungen übereinstimmen. Die vervollständigten Daten sind nicht nur für die Klimatologie interessant, sondern für alle Bereiche, in denen klimatische Bedingungen eine wichtige Rolle spielen: vom Wachstum der Wälder über Ernteprospektiven, Denkmalschutz oder Risikoabschätzungen von Versicherungsgesellschaften bis zu Baunormen.

«Mit der Hilfe historischer Daten werden klimatische Modelle eines Tages so genau sein, dass wir Extremereignisse wie Dürren eine oder zwei Saisons im Voraus prognostizieren können», ist der junge Professor überzeugt. «Andere Ereignisse werden für präzise Vorhersagen immer zu komplex sein. Mit den Modellen wird sich aber ihre Wahrscheinlichkeit abschätzen lassen. Auf jeden Fall sollten sie es der Landwirtschaft und den Behörden dereinst ermöglichen, frühzeitig geeignete Massnahmen zu treffen.» ■

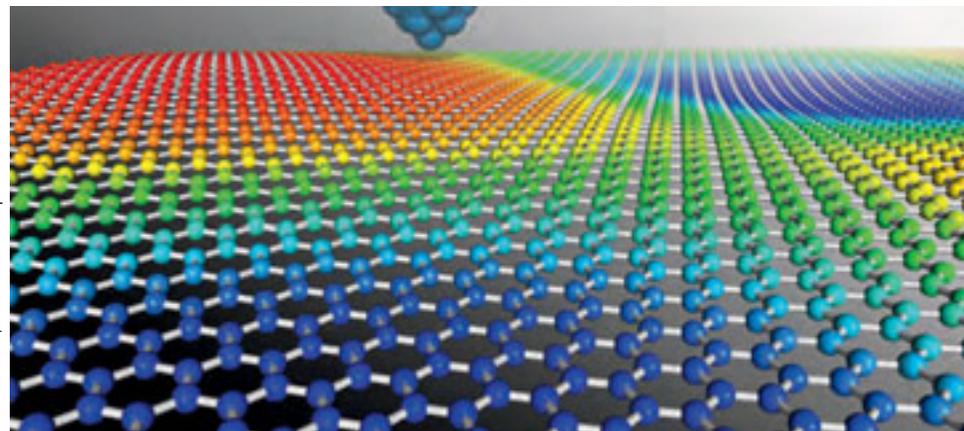
Graphen verdreht Licht

Der durch den Physik-Nobelpreis 2010 berühmte Stoff Graphen sorgt weiterhin für Aufsehen. Dieses Material besteht aus einer einzigen Schicht von Kohlenstoffatomen. Trotzdem bewirkt es eine ungewöhnliche Drehung der Polarisation von Licht, das diese Schicht durchquert, wie ein internationales Team unter der Leitung von Physikern der Universität Genf zeigen konnte. Die Polarisation einer Lichtquelle ist festgelegt durch die Ebene, in der sie sich sinusförmig ausbreitet. Diese Eigenschaft des Lichts nutzen Fotokamera-Filter, 3-D-Filmsysteme und Sonnenbrillen. 1845 beobachtete der Physiker Michael Faraday, dass sich die Polarisationssebene des Lichts verändert, wenn es ein elektromagnetisches Feld durchquert. Er postulierte, dass

dieser Effekt um so ausgeprägter ist, je weiter der Weg durch das Feld ist. Die Genfer Forscher experimentierten nun mit Graphen und Infrarotstrahlung. Zu ihrer Überraschung war der Faraday-Effekt gewaltig: Die Polarisationssebene des Lichts wurde um sechs Grad gedreht. «Das ist sehr viel, wenn man bedenkt, dass es sich um eine einlagige Schicht von Atomen handelt», erklärt Alexey Kuzmenko. Wie ist dieses Phänomen zu erklären?

«Graphen ist ein hervorragender Leiter. Die Elektronen zirkulieren viel schneller als in klassischen Materialien und interagieren deshalb stärker mit den Lichtteilchen. Diese Grundlagenforschung könnte nützlich sein für optische Anwendungen von Infrarotlasern.» **Olivier Dessibourg** ■

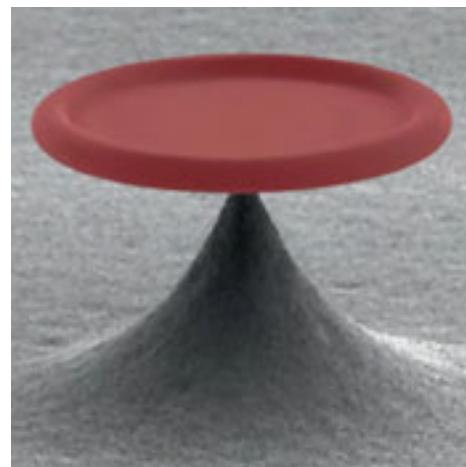
Überraschender Stoff: Die Lichtpolarisation dreht sich beim Durchqueren einer einzigen Schicht von Kohlenstoffatomen.



Wenn die Atmosphäre zum Backofen wird

Die Modelle zur Prognose von Hitzeperioden wie im Jahrhundertsommer 2003 könnten künftig dank zweier in «Nature Geoscience» veröffentlichter Studien der Gruppe von Sonia Seneviratne, Klimatologin an der ETH Zürich, genauer werden. Eine der Studien bestätigt ein Phänomen, das 2006 simuliert wurde: Wenn der Boden sehr feucht ist, führt das Sonnenlicht in erster Linie zur Verdunstung von Wasser durch Pflanzen, während sich die Atmosphäre nur wenig erwärmt. Ist der Boden hingegen ausgetrocknet wie in der Wüste, wird die Sonnenstrahlung nicht vom Wasser absorbiert und erwärmt die Luft, wie in einem Backofen. Zwischen diesen beiden Extremen besteht für den Wassergehalt im Boden ein Schwellenwert, unterhalb dessen sich eine Hitzeperiode ausbreiten kann. «Diese Schwelle wurde 2003

unterschritten: Im Frühling regnete es nur wenig, die Böden waren trocken», sagt Sonia Seneviratne. Zum ersten Mal belegt sie mit ihrem Team, dass diese Modelle treffende Prognosen liefern. Die Grundlage dazu bildeten Daten, die 275 Wetterstationen in Mittel- und Südosteuropa während 40 Jahren sammelten. Die zweite Studie zeigt, dass Wald und Grasland in Hitzeperioden eine wichtige Rolle spielen: Wälder haben zwar anfangs Mühe, die gesamte Wärme aufzunehmen, die in die Atmosphäre gelangt, längerfristig wirken sie jedoch regulierend. Grasland wiederum verdunstet in Hitzeperioden mehr Feuchtigkeit und mildert somit zu Beginn die Temperaturen. Bald ist jedoch die Feuchtigkeitsschwelle unterschritten und die Hitzewelle kann nicht mehr absorbiert werden. **Olivier Dessibourg** ■



Filigraner Transistor: Speichert optische Signale.

Eine leuchtende Idee

Forschende der ETH Lausanne haben einen neuen Transistor entwickelt, der ausschliesslich mit Licht funktioniert. Das Geheimnis? Eine filigrane Silizium-Struktur von knapp 15 Tausendstel Millimeter, die aus einer winzigen Scheibe auf einer dünnen Säule besteht. Dieser Resonator verhält sich wie eine Stimmgabel, die nicht auf Schall, sondern auf Licht reagiert.

Ein genau auf die richtige Frequenz abgestimmter Laser versetzt die Scheibe in Schwingungen. Der Lichtstrahl wird selbst in Schwingungen umgewandelt und bleibt im Resonator gefangen: Der Transistor ist im Off-Zustand. Die Physiker senden nun einen zweiten Laserstrahl mit leicht verschobener Frequenz in den Resonator. Die Strahlen interferieren und verstimmen den Resonator. Dieser lässt nun den ersten Laserstrahl passieren, und der Transistor befindet sich in der Position «On».

«Wir haben einen neuen Mechanismus gefunden, mit dem man Lichtinformation in Schwingungen übersetzen kann», erklärt Tobias Kippenberg, der die Arbeiten an der ETH Lausanne und am Max-Planck-Institut für Quantenoptik im deutschen Garching geleitet hat. Diese in der Zeitschrift «Science» veröffentlichte Entdeckung könnte irgendwann eine wichtige Rolle für die Telekommunikation spielen. «Heute werden für die vorübergehende Speicherung optischer Informationen Hunderte von Kilometern von Glasfasern benötigt, da das Licht so schnell ist. Wenn das Licht in die viel langsameren Schwingungen umgewandelt wird, könnte die Grösse der Speicheranlage massiv reduziert werden.»

Daniel Saraga ■

Es gibt kein Zurück

Wie Forschung fördern und welche? Dieter Imboden und Walter Steinlin, die beiden wichtigsten Forschungsförderer der Schweiz, wollen die Kooperation verstärken.

VON URS HAFNER UND ORI SCHIPPER
BILD ANNETTE BOUTELLIER

Herr Steinlin, Herr Imboden, die KTI ist seit Anfang Jahr wie der SNF unabhängig von der Bundesverwaltung. Rücken Sie beide nun näher zusammen?

Walter Steinlin: Ja, das wollen wir. Wir haben ja – bei allen Unterschieden – komplementäre Aufgaben: Der SNF macht aus Geld Wissen, wir machen aus Wissen wieder Geld, indem wir Projekte im Interesse der Schweizer Volkswirtschaft fördern.

Dieter Imboden: Wir haben jetzt fast die gleichen Voraussetzungen, zusammengerückt sind wir eigentlich schon lange. Wenn der SNF in der Grundlagenforschung ein Projekt entdeckt, das zu einer Anwendung führen könnte, informiert er die KTI, und die KTI weist uns auf Anwendungen hin, die zu neuen Fragen in der Grundlagenforschung führen könnten. Wichtig ist unsere Zusammenarbeit bei den Nationalen Forschungs-

programmen, von denen wir jetzt eines – das NFP 62 «Smart Materials» – gemeinsam durchführen.

Sie haben fast die gleichen rechtlichen Voraussetzungen, aber Sie verfügen nicht über das gleiche Budget. Der SNF verteilt mit seinen 600 Millionen jährlich rund dreimal mehr Mittel als die KTI.

«Der SNF macht aus Geld Wissen, wir aus Wissen wieder Geld.»
Walter Steinlin

WS: Die Aufgaben sind unterschiedlich. Der SNF finanziert auf seinem Gebiet als alleiniger Geldgeber. Die KTI dagegen ist ein Katalysator. Wir leisten mit der Industrie, die mindestens nochmals so viel Mittel spricht wie wir, Kofinanzierungen.

DI: Die beiden Förderinstitutionen sind wie eine Pyramide: Der SNF hat das gesamte Wissenschaftsgebiet im Auge, die KTI nur die Anwendungen, mit denen

die Wirtschaft Geld machen kann. Daneben gibt es ja auch Anwendungen, von denen die öffentliche Hand profitiert.

Herr Steinlin, wieso brauchen einige Unternehmer staatliche Schützenhilfe? Verzerren Sie den Markt?

WS: Das ist der Dauervorwurf. Die Gefahr der Wettbewerbsverzerrung besteht tatsächlich, vor allem im technischen Bereich. Da haben sich schon Ingenieurbüros beklagt, weshalb nicht sie, sondern Fachhochschulen, die im gleichen Bereich tätig sind, von uns Gelder erhielten. Wir möchten aber den Markt nicht verzerren, sondern stimulieren, indem wir innovative Projekte fördern, bei denen auch die beteiligten Unternehmen profitieren. Es wäre schön, wenn das Hochschulwissen von selbst in die Industrie flösse. Aber das passiert nicht. Daher lohnt es sich volkswirtschaftlich, wenn der Staat Fördermittel einschiess.

Warum fliesst das Wissen nicht in die Industrie?

WS: Den kleinen Firmen fehlen das Geld und oft die Risikobereitschaft.

DI: Und die grösseren Firmen sind besser vernetzt, weil sie immer wieder Studienabgänger einstellen, die ihr frisches Wissen mitbringen.

Herr Steinlin, wählen Sie Ihre Projekte wie der SNF in einem kompetitiven Verfahren aus?

WS: Ja. Wir animieren Hochschulen und Firmen, Anträge zu

Walter Steinlin und die KTI

Walter Steinlin ist der neue Präsident der KTI, der seit dem 1. Januar 2011 verselbstständigten Kommission für Technologie und Innovation. Sie fördert den Wissens- und Technologietransfer und wissenschaftsbasiertes Unternehmertum. Steinlin studierte an der ETH Zürich Elektroingenieur und ist bei der Swisscom für Hochschulbeziehungen und Trendscouting zuständig. Er ist Mitglied der Kommission Bildung und Forschung von Economiesuisse.



Dieter Imboden und der SNF

Dieter Imboden präsidiert seit 2005 den Nationalen Forschungsrat des SNF, der wichtigsten Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Seit 2009 ist er Präsident von Eurohorcs (European Heads of Research Councils), seit 1988 Professor für Umweltphysik an der ETH Zürich.

stellen, die wir begutachten. In der letzten Zeit haben wir vermehrt sehr viele gute Vorschläge erhalten, unter denen wir die besten auswählen, also jene, die am meisten wirtschaftlichen Wert erzeugen und den grössten Innovationssprung versprechen.

Was ist ein Innovationssprung?

WS: Das ist der Neuheitswert aus der Forschung, der die Innovation schwer kopierbar macht. Wir unterstützen keine neuen Coiffeursalons, auch wenn diese neue Arbeitsplätze schaffen.

Müssen die Firmen, die auf dem Markt Erfolg haben, der KTI Geld zurückzahlen?

WS: Nein, aber diesen Ansatz diskutieren wir. In anderen Ländern, etwa in Frankreich und Israel, geschieht das.

Sie beide verteilen Steuergelder.

Was machen Sie, wenn die Gelder in Projekte fliessen, deren Erkenntnisgewinn oder ökonomischer Nutzen zwar gross, die aber gesellschaftspolitisch umstritten sind? Ein Beispiel für die KTI: innovative Waffensysteme.

WS: Sie meinen neue Waffentechnologien, die man lukrativ nach Afghanistan exportieren kann...

Zum Glück hatten wir noch nie einen solchen Fall. Wir würden uns an das geltende

Recht halten und ethische Grenzen setzen, also beispielsweise keine biologischen Kampfstoffe und keine Personenminen finanzieren.

DI: Wir verfügen heute auch über Wissen, das wir lieber nicht hätten. Die Geschichte der Forschung ist voller Entdeckungen, die uns Schwierigkeiten gemacht haben oder machen werden: Denken Sie an die Kernspaltung und das Dynamit oder die Möglichkeit, den Alterungsprozess aufzuhalten. Das kommt unweigerlich auf uns zu und wird zu gesellschaftlich kaum lösbaren Problem führen.

Ein Fall für die Ethikkommission?

DI: Ethikkommissionen werden erst dann aktiv, wenn die Forschung bereits in den heiklen Bereich vorgedrungen ist. Doch die von Neugier getriebene Hervorbringung von Wissen, die noch gar nicht ahnt, welche neuen Kontinente sie entdecken wird, kann und soll man nicht aufhalten. Wir können nicht ins Paradies zurückkehren und den Apfel wieder an den Baum hängen. Aber: Die Wissenschaft darf der Gesellschaft nicht einfach das neue Wissen präsentieren

und sagen: Macht damit, was ihr wollt, das ist nicht unser Problem. Der Umgang mit neuem Wissen gehört zur Verantwortung auch des Wissenschaftlers.

Der SNF erfasst neuerdings systematisch seine Output-Daten, um sich besser zu evaluieren. Macht das die KTI auch?

WS: Natürlich. Bei uns ist das einfacher: Bei den Start-up-Unternehmen sehen wir, wie viele und welche überleben.

DI: Dass wir nun den Output messen, darf nicht zur Erwartung führen, dass es keine Misserfolge mehr geben darf. Gäbe es sie nicht, würden wir etwas falsch machen. Ohne Misserfolge keine Erfolge. Zudem müssen wir auch die von uns hervorgebrachten Werte belegen, die man nicht so einfach messen kann, wie etwa die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

«Gäbe es keine Misserfolge, würden wir etwas falsch machen.»

Dieter Imboden

WS: Ich nenne das in unserem Fall den Kollateralnutzen – Folgen, die man nicht beabsichtigt hat, die aber positiv sind.

Was können Sie beide von der jeweils anderen Organisation lernen?

WS: Wir möchten für die Auswahl und Evaluation der Projekte wie der SNF vermehrt internationale Experten beziehen. Diese Vernetzung ist im heutigen Wissenschaftsbetrieb die *Conditio sine qua non*.

DI: Mir imponieren die Flexibilität und Geschwindigkeit, mit der die KTI Entscheide fällt. Lernen können wir auch vom pragmatischen Umgang der KTI beim Gebrauch von Wissen. Mir scheint, bei der Grundlagenforschung verleihe die Elfenbeinturm-Sicht noch immer dazu, eine auf die Anwendung ausgerichtete Forschung unweigerlich als qualitativ schlechter einzustufen. ■



Die Wissenschaft inspiriert die Kunst



Ruedi Widmer

Der Weltraumkünstler Urs «Peter» Müller aus Lyss (Bild oben rechts, u.a. Mitglied bei der umstrittenen *Kantonal-Bernischen-Weltraum-Kommission*) möchte den alten Menschheits Traum der flachen, scheibenförmigen Erde endlich Wirklichkeit werden lassen. Mit Hilfe von Spendengeldern will er in der Umlaufbahn eine Plattform aus PVC bauen. Ab 2030 soll die Scheibe namens «*Christoph Kolumbus ärgert sich grün und blau – Christopher Columbus is hopping mad*» fertig sein. Von Australien her sollen in den Jahren 2031/32 sämtliche Lebewesen über eine Nabelschnur-Brücke auf die neue Welt gelangen. Ist der «Weltwechsel» (Müller) vollzogen, wird die Erdkugel über eBay an den Meistbietenden verkauft. Mit dem Erlös soll schliesslich die neue Fläche industrialisiert und vernetzt werden.

Die bekannte neapolitanische Künstlerin *Ute Rominger* wirft Urs «Peter» Müller im renommierten bulgarischen Weltraumkunst-Magazin «*The Space Artist*» Verantwortungslosigkeit vor und Verachtung vor dem Leben. Sie schlägt vor, die Erdkugel mit gezielten Vulkanausbrüchen zu entleeren. So werde sie von alleine flach. Diese «unnötige Plattform» müsse gar nicht erst gebaut werden. Müller wiederum entgegnet, Rominger sei eine «unwissenschaftliche Pseudokünstlerin» und wolle sich mit ihrem «völlig absurden Vulkanquatsch» nur Beachtung verschaffen. Ihre Idee sei gar nicht umsetzbar. Ausserdem sei sie gar nicht Neapolitanerin. Der Streit soll vor dem Friedensrichteramt Schürbach beigelegt werden. Müller und Rominger waren zwischen 1978 und 2004 verheiratet.



Widmer

Die dunkle Seite des Lernens

Hirndoping ist weit verbreitet: Mit Substanzen, die den Amphetaminen verwandt sind, kann man im Hirn den Dopaminspiegel erhöhen. Er erleichtert das Lernen, birgt aber eine Suchtgefahr.

VON CHRISTIAN LÜSCHER

Während meines Medizinstudiums galt es, möglichst viel Zeit fürs Lernen zu nutzen. Abends schlief ich – oft noch mit dem Buch in der Hand – ein. Spätestens beim Repetieren der Pharmakologie fragte ich mich, wie meine Lernfähigkeiten medikamentös zu steigern seien. Doch erstens waren Amphetamine nicht leicht erhältlich, und zweitens gab es eine lange Liste von Nebenwirkungen (auch die musste man lernen). So liess ich es bleiben.

Eine Umfrage der Zeitschrift «Nature» hat kürzlich gezeigt, dass einer von fünf Akademikern Medikamente als «cognitive enhancers» – Erkenntnissteigerer – einsetzt, allen voran Methylphenidat (Ritalin) und Modafinil (Modasomil), beides Substanzen, die mit den Amphetaminen verwandt sind. In der Hälfte der Fälle wurden diese Substanzen durch einen Arzt verschrieben. Akademische Leistungen lassen sich im Gegensatz zu sportlichen nicht im direkten Vergleich messen, und es gibt keine offiziellen Listen verbotener Substanzen. Dennoch ist es angemessen, von Hirndoping zu sprechen.

Auf den ersten Blick scheint dieses Phänomen nicht neu zu sein; viele Wissenschaftler brauchen mehrere Tassen Kaffee, um produktiv arbeiten zu können. Auf den zweiten Blick zeigt sich jedoch eine neue Qualität: Methylphenidat und Modafinil verstärken direkt den Lernprozess.

Doch wie ist diese Wirkung, die weit über das Wachhalten hinausgeht, zu erklären? Amphetamine – sowie Ritalin und Modasomil – erhöhen den Dopaminspiegel im Gehirn. Dopamin, ein Hirnbotschaftsstoff, wird von Zellen im Mittelhirn freigesetzt, wenn eine Person eine Belohnung erhält, die sie nicht erwartet hat. Die Aktivität der Dopamin-Nervenzellen kodiert somit den Unterschied zwischen der tatsächlichen und der erwarteten Belohnung. Damit spielen die Dopamin-Nervenzellen eine wichtige Rolle im Erlernen von neuen Verhaltensweisen, die darauf abzielen, die Belohnung zu wiederholen.



Francesca Palazzi

Die Dopaminforschung nimmt einen wichtigen Platz in den Neurowissenschaften ein. Von den vielen Arbeiten, die in den letzten Jahren zur Rolle von Dopamin beim Lernen erschienen sind, soll hier nur eine erwähnt werden: Dopamin hat einen direkten Einfluss auf die Lernkurve, wenn es darum geht, im Verlauf eines Kartenspiels die verdeckten Regeln zu erlernen. Gesunde Probanden, die l-dopa einnahmen (eine Vorläufersubstanz, die im Hirn rasch zu Dopamin metabolisiert wird), lernten die Regeln schneller und gewannen am Schluss mehr Geld als Probanden, die ein Placebo erhielten.

Warum aber auf Ritalin, Modasomil und andere Hilfsmittel für das Hirndoping verzichten? Der Dopaminspiegel steigt auch bei allen anderen süchtig machenden Drogen wie etwa Nikotin, Morphium und Kokain. Die heute führende Hypothese sieht deshalb Sucht als eine Form pathologischen Lernens. Die übermässige Freisetzung von Dopamin kommt einem überstarken Lernsignal gleich, das Drogenassoziiertes Verhalten bis ins Zwanghafte steigert. Die drogenabhängige Person gleitet auf die dunkle Seite des Lernens ab. Der Schlüssel, solches zu vermeiden, liegt wohl im Wissen um den Zeitpunkt, wann man mit dem Lernen aufhören soll. Wissen, das verloren gehen kann, wenn man sich pharmakologischer Lernhilfen bedient. ■

Der Neurologe Christian Lüscher ist Professor am Department für Grundlagen-Neurowissenschaften der medizinischen Fakultät der Universität Genf und Forschungsrat der Abteilung Biologie und Medizin des SNF.

Die minimale Poesie der Telegrafie

VON PHILIPPE MOREL
ILLUSTRATIONEN STUDIO KO

Eine Nachricht zu schicken ist seit jeher nicht allzu schwierig, sie sollte aber innert nützlicher Frist das Ziel erreichen. Erst die Erfindung der Telegrafie im 18. Jahrhundert ebnete der modernen Telekommunikation den Weg.

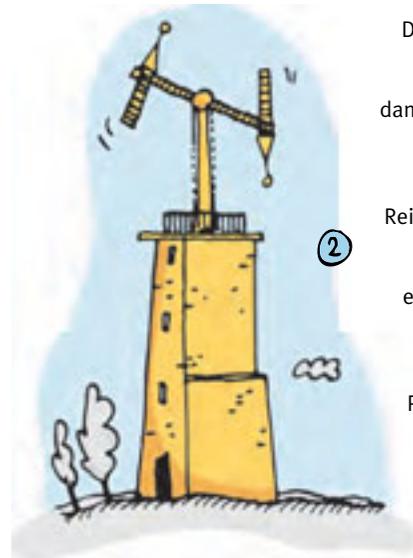


Die Erfindung des elektrischen Telegrafen gegen 1830 läutete das Ende der Chappe-Türme ein. Der Amerikaner Samuel Morse entwickelte das System mit einem einfachen, robusten Apparat weiter. Das Sendegerät bestand aus einem einfachen Schalter, der kurze elektrische Impulse über eine Linie aussendete, das Empfangsgerät aus einem Elektromagneten, der die Impulse mit einem Schreiber auf ein sich entrollendes Papierband übertrug.



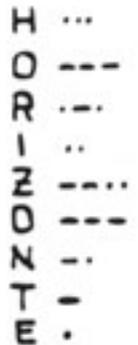
Zur modernen Telekommunikation: «Wo bisch? – Handy macht mobil», Museum für Kommunikation, Bern (bis 3. Juli 2011). www.mfk.ch

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



Die Telegrafie begann ihren Siegeszug während der Französischen Revolution dank der Arbeiten von Claude Chappe: Mit Semaphoren (Signalmasten) konnten Informationen durch eine Reihe von Türmen über weite Distanzen übermittelt werden. Der Wärter eines Turms gab das Signal weiter, das er beim vorangehenden Turm beobachtet hatte. Jede Position der Schwenkarme des Semaphors stand für ein Wort, einen Satz oder einen Ausdruck. Den Codeschlüssel besaßen nur die beiden Enden der Turmlinien.

Samuel Morse ist auch der Vater des Morse-Alphabets. Dieses beinhaltet zwei Grundelemente: einen kurzen Impuls (Punkt) und einen langen (Strich). Buchstaben, Ziffern und Symbole werden durch eindeutige Abfolgen von Strichen und Punkten gebildet und durch einen Abstand getrennt – der Auftakt zum digitalen Binärsystem des Computerzeitalters.



Weil es so einfach und robust war, eignete sich das Morse-Alphabet für die Funkübermittlung mit einer neuen Generation von Telegrafen. In den dreissiger Jahren wich der Telegraf den Fernschreibern, in der Abkürzung PTT verblieb er hingegen noch bis 1998. Den Morse-Code nutzen noch heute Seeleute in Not: ... --- ... SOS.

Bis 13. März 2011

Rosenstrumpf und dornencknie

In der Pflgeanstalt Rheinau im Kanton Zürich entstanden zwischen 1867 und 1930 Werke von Patientinnen und Patienten, die oft über Jahre daran arbeiteten: in der Unruhe des Aufenthaltsraumes oder in ihrer Zelle, ausgeschlossen vom öffentlichen Leben. Die ausgestellten Arbeiten sind noch nie gezeigt worden.

Museum im Lagerhaus, St. Gallen
www.museumimlagerhaus.ch

Bis 1. Mai 2011

Das Universum der Klänge

Unser Alltag ist durchdrungen von einer Vielfalt von Geräuschen und Tönen, die wir freilich nur dann wahrnehmen, wenn sie uns stören. Die Ausstellung «Chut! L'univers des sons» enthüllt die verborgenen Schönheiten des täglichen Lärms und skizziert ein klangliches Fresko der Gegenwart. Die Schau ist auch für Blinde und schlecht Sehende eingerichtet.

Fondation Claude Verdan – Musée de la main, Lausanne
www.verdan.ch

Bis 29. Mai 2011

Dienst am Menschen

In einem Rundgang durch 150 Jahre Basler Medizingeschichte stellt die Ausstellung «Dienst am Menschen» medizinische Errungenschaften vor.

Dabei fokussiert sie nicht nur auf die Innovationen, sondern auch auf deren Entdecker und ihre Lebenswelten.

Museum Kleines Klingental, Basel
www.mkk.ch

Bis 25. Juni 2011

Die andere Seite der Welt

Die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (Deza) feiert ihr 50-jähriges Bestehen. Daher zeigt das Polit-Forum die Ausstellung «Die andere Seite der Welt». Es kommen Zeitzeuginnen und Zeitzeugen zur Geschichte und Gegenwart der humanitären Hilfe der Schweiz zu Wort.

Polit-Forum, Käfigturm Bern
www.kaefigturm.ch

Bis 2. Oktober 2011

Willkommene Kunst?

Das Völkerkundemuseum der Universität Zürich zeigt drei kleine Sammlungen, die noch nie ausgestellt worden sind: Werke kanadischer Inuit aus Cape Dorset und Povungnituk aus den 1960er Jahren und von Cree- und Ojibwa-Künstlern aus den 1970er Jahren sowie Drucke des äthiopischen Künstlers Falaka Armide Yimer von 1970 bis 1972.

Völkerkundemuseum der Universität Zürich
www.musethno.uzh.ch

Gletscherschmelze im Zeitraffer

Im Jahr 1678 legten die Dorfbewohner von Fiesch im Oberwallis das Gelübde ab, tugendhaft zu leben und dafür zu beten, dass der Aletschgletscher nicht weiter vorstosse, da er ihre Existenz gefährdete. Ob wegen der religiösen Inbrunst oder wegen des Klimawandels: Der grösste Gletscher der Schweiz zieht sich zurück. Und zwar so stark, dass der Regierungstatthalter des Bezirks Goms 2009 den Papst darum ersuchte, das Gelübde seiner Vorfahren aufzuheben, damit für das Wachstum des Riesen gebetet werden könne. Mit Erfolg: Im vergangenen November gab Papst Benedikt XVI. dem Statthalter seinen Segen.

Jeweils zwei Bilder illustrieren den Rückgang der Gletscher treffender als viele Worte. Zwischen 2007 und 2010 durchstreifte der Fotograf Hilaire Dumoulin die Alpen von der Furka bis Chamonix. Er suchte die exakten Aufnahmestandorte historischer Fotografien, um sie mit den heutigen Ansichten zu vergleichen. Das Ergebnis dieser Arbeit findet sich im Buch «Glaciers – Passé-présent du Rhône au Mont-Blanc». Jenseits aller Polemik über die Ursachen der Klimaerwärmung: In weniger als zwei Jahrhunderten hat sich das Gesicht der Alpen grundlegend verändert. Beim Betrachten der Bilder kann man mit eigenen Augen sehen, wie sich die Gletscher, die man vielleicht aus Ferien und Erinnerungen kennt, verändert haben. Heute ist von den einst gewaltigen Eismassen meist nicht viel mehr als der Name geblieben.

Die Illustrationen und vielen Texte mitunter berühmter Autoren (von Mary Shelley bis Goethe) zeigen auch, wie sich unsere Vorstellung vom ewigen Schnee gewandelt hat. Von bedrohlichen, mit unheimlichen Wesen bevölkerten Orten bis zu touristischen Einnahmequellen, von romantischen Symbolen bis zu wissenschaftlichen Objekten: Gletscher sind auch ein Spiegel unserer Gesellschaft. pm ■

Hilaire Dumoulin, Amédée Zryd, Nicolas Crispini: Glaciers – Passé-présent du Rhône au Mont-Blanc. Editions Slatkine, Genf 2010. Das Buch liegt der Ausstellung «Gletscher – Chronik eines angekündigten Rückgangs» zugrunde, die bis zum 25. September 2011 in der Mediathek Wallis in Martigny zu sehen ist (www.mediatheque.ch).



Das Klima am Werk: Der Glacier du Trient 1891 (oben) und heute (unten). Bilder: Oscar Nicollier «Glacier du Trient», 1891/ Médiathèque Valais, Martigny; Hilaire Dumoulin, 2009

