



Universität  
Zürich <sup>UZH</sup>

# magazin

Die Zeitschrift der Universität Zürich  
Nummer 3, 19. Jahrgang, September 2010

## Vorbild Natur

Wie die Wissenschaft auf neue  
Ideen kommt ab Seite 25



**Frühe Blüte** Christian Marek schreibt eine grosse Geschichte des antiken Kleinasiens **Seite 14**

**Trotz Verboten** Junge Schweizer greifen wieder vermehrt zum Glimmstängel **Seite 20**

**Aufsteigender Stern** Der Wirtschaftswissenschaftler Fabrizio Zilibotti über Chinas Boom **Seite 52**



# Day one

is your time to shine

Day one. It's when you show what you're made of. When the doors are opened and the future lies in front of you. When your views count and making a difference is part of the job. From the day you join us, we're committed to helping you achieve your potential. So, whether your career lies in assurance, tax, transaction, advisory or core business services, shouldn't your day one be at Ernst & Young?

Take charge of your career. Now.  
[ey.com/ch/careers](http://ey.com/ch/careers)

 **ERNST & YOUNG**  
*Quality In Everything We Do*

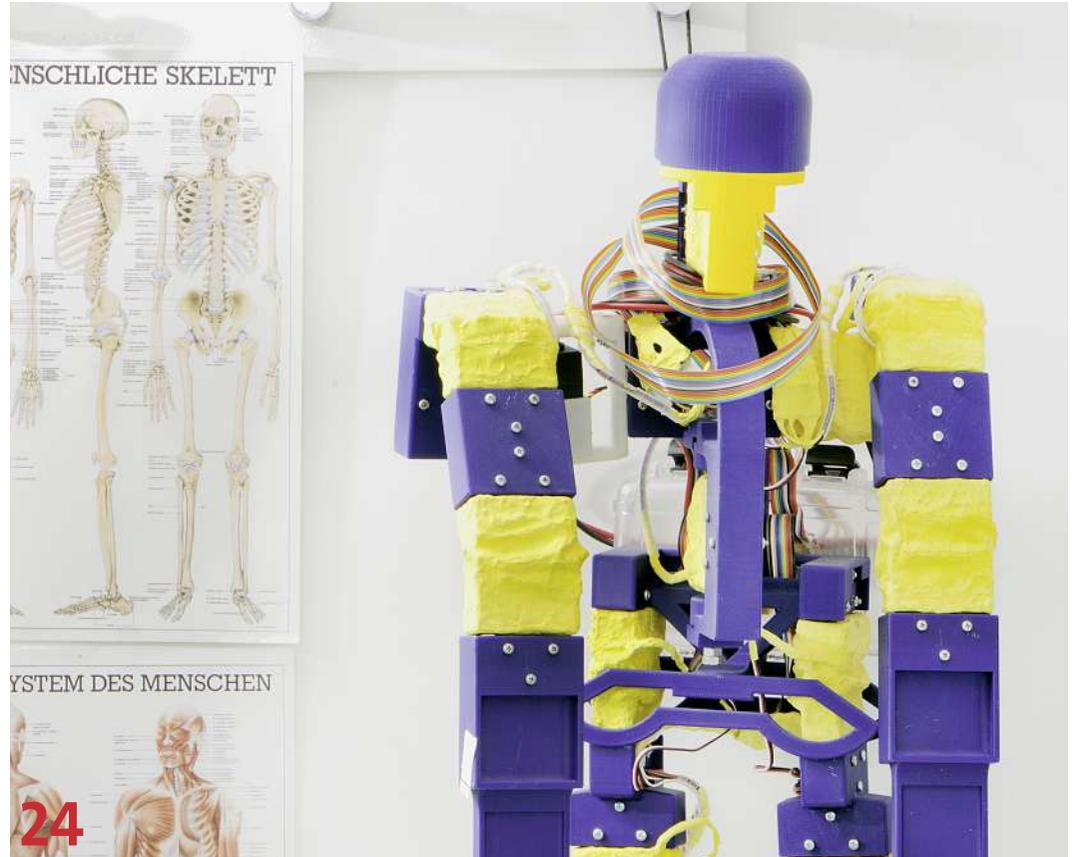


# Von der Natur inspiriert

Die Natur ist eine ungeheuer kreative Kraft, die stets Neues schafft. Über die Jahrmillionen hinweg hat die Evolution Lösungen gefunden, die es Organismen erlaubt, in ihrer Umwelt besser zu überleben. Das innovative Potenzial der Natur interessiert die Wissenschaft, die etwa nach neuen Technologien oder Wirkstoffen für Medikamente sucht. Wie das Dossier in diesem Heft zeigt, arbeiten Forschende der Universität Zürich mit grossem Erfolg an von der Natur inspirierten Projekten: Am Artificial Intelligence Lab wird am ersten Roboter gebaut, der den Körperbau des Menschen nachahmt. John Robinson kreierte in seinem Chemielabor virenähnliche Moleküle, mit denen sich effektive Impfstoffe mit geringen Nebenwirkungen herstellen lassen. Der Chemiker Stefan Seeger hat eine superwasserabweisende Materialbeschichtung entwickelt. Vorbild waren Lotusblatt und Sumpffagdspinne. An der diesjährigen Weltausstellung in Schanghai wurde Seegers Technologie als eine der dreissig weltweit wichtigsten Innovationen der letzten Jahre gefeiert.

Synthetische Biologen versuchen im Labor, künstliche Organismen mit spezifischen Eigenschaften zu schaffen. Dabei rühren sie an die fundamentale Frage, wie weit der Mensch die Natur manipulieren darf. Wir haben mit dem Theologen Hans Weder und dem Molekularbiologen Michael Hengartner über die Chancen und Risiken der Synthetischen Biologie gesprochen.

Die Universität Zürich bekommt ein neues Corporate Design (CD). Das «unimagazin» erscheint deshalb unter einem anderen Namen und in neuer Aufmachung: Neu heisst es nur noch «magazin». Das Erscheinungsbild des Hefts haben wir den Vorgaben des CD angepasst, das die Züricher Agentur TBS Identity entwickelt hat. Dabei wurden die bewährten Qualitäten des alten Layouts beibehalten und gezielte Verbesserungen, etwa bei der Leserführung, gemacht. Wir hoffen, dass Ihnen das «magazin – die Zeitschrift der Universität Zürich» auch im neuen Gewand Freude macht, und wünschen Ihnen eine interessante Lektüre. *Roland Gysin (Leiter Publishing), Thomas Gull und Roger Nickl (Redaktoren magazin)*



**Im Roboterzoo** – Beim Bau ihrer Roboter lassen sich die Forschenden am AI Lab von der Natur inspirieren. Der Fotograf Andri Pol hat einige der künstlichen Wesen abgelichtet.

## 26 Sumpffagdspinne und Lotusblatt

Wie wir unsere Kleider besser vor Nässe schützen können. Von Roger Nickl

## 28 Lernen wie ein Kleinkind

Am AI Lab wird der erste menschenähnliche Roboter entwickelt. Von Michael T. Ganz

## 32 Künstliches Leben kreieren

Welche Zukunft hat die Synthetische Biologie? Interview mit Hans Weder und Michael Hengartner

## 38 Den Körper täuschen

Künstliche Impfstoffe ermöglichen gezielten Schutz vor Krankheiten. Von Felix Würsten

## 41 Wohlklang statt Krach

Dank einem künstlichen Ohr könnten Hörgeschädigte wieder Musik geniessen. Von Theo von Däniken

## 42 Retina aus Silikon

Wie ein künstliches Auge Bewegungen sehen und den Verkehr regeln kann. Von Thomas Gull

## 44 Rosenwurz und Wassernabel

Weshalb natürliche Heilmittel wirken. Von Paula Lanfranconi



# 130'000 to kick your startup

**Explore the business potential of your technology**

Are you doing innovative research? Ever considered exploring the market potential of your application? venture kick provides you with CHF 130'000, support and network of investors to kick-start your own company.

**Get your kick: [www.venturekick.ch](http://www.venturekick.ch)**

venture kick is a fully private initiative supported by:

— **GEBERT RÜF STIFTUNG** —  
WISSENSCHAFT. BEWEGEN

ERNST GÖHNER STIFTUNG

**OPO** STIFTUNG

AVINA STIFTUNG

## IMPRESSUM

### Herausgeberin

Universitätsleitung der Universität Zürich  
durch die Abteilung Kommunikation

### Leiter Publishing

Roland Gysin, roland.gysin@kommunikation.uzh.ch

### Verantwortliche Redaktion

Thomas Gull, thomas.gull@kommunikation.uzh.ch  
Roger Nickl, roger.nickl@kommunikation.uzh.ch

### Autorinnen und Autoren

Michael T. Ganz, michael.t.ganz@gmx.net | Dr. Susanne Haller-Brem, ds.haller-brem@vtxmail.ch | Theo von Däniken, theo.vondaeniken@kommunikation.uzh.ch | Marita Fuchs, marita.fuchs@kommunikation.uzh.ch | Maurus Immoos, maurus.immoos@bluewin.ch | Prof. Georg Kohler, kohler@philos.uzh.ch | Paula Lanfranchi, lanfranchi@dplanet.ch | Thomas Müller, thomas.mueller@email.ch | Adrian Ritter, adrian.ritter@kommunikation.uzh.ch | Simona Ryser, simona.ryser@bluewin.ch | Prof. Philip Ursprung, ursprung@khist.uzh.ch | Dr. Tanja Wirz, tanja.wirz@hispeed.ch | Dr. Felix Würsten, felix.wursten@freesurf.ch | Regula Zehnder, regulazehnder@hotmail.com

### Fotografinnen und Fotografen

Ursula Meisser, foto@umeisser.ch | Jos Schmid, jos@jos-schmid.com | Gerda Tobler (Illustration), gerda.tobler@zhdk.ch | Stefan Walther, mail@stefanwalther.ch

### Gestaltung/DTP

HinderSchlatterFeuz, Zürich  
mail@hinderschlatterfeuz.ch

### Korrektur, Druck und Lithos

Swissprinters Zürich AG, Schlieren

### Adresse

Universität Zürich  
Kommunikation, Redaktion «magazin»  
Rämistrasse 42, CH-8001 Zürich  
Tel. 044 634 44 30, Fax 044 634 43 53  
unimagazin@kommunikation.uzh.ch

### Inserate

Zürichsee Werbe AG,  
Seestrasse 86, CH-8712 Stäfa  
Tel. 044 928 56 11  
Fax 044 928 56 00  
info@zs-werbeag.ch

### Auflage

21 000 Exemplare. Erscheint viermal jährlich

### Abonnenten

Das «magazin» kann kostenlos abonniert werden:  
publishing@kommunikation.uzh.ch

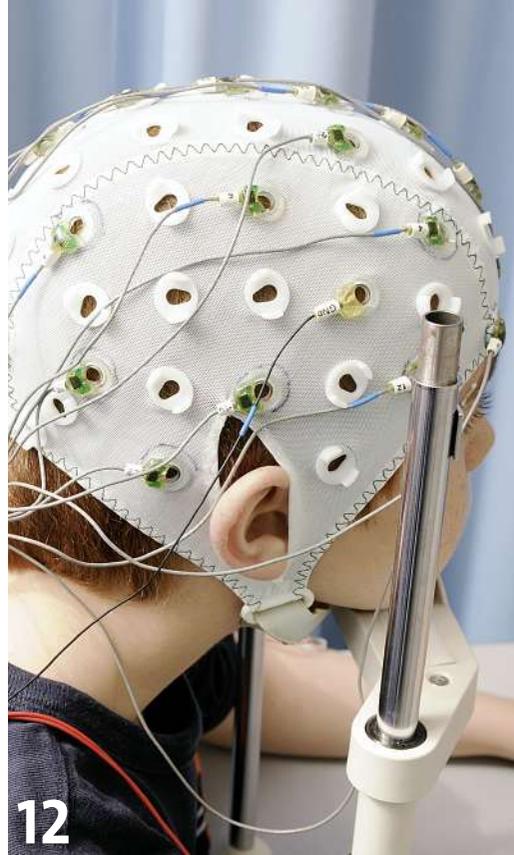
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck von Artikeln mit  
Genehmigung der Redaktion



Dieses Produkt wurde klimaneutral produziert.



## FORSCHUNG



12

**Zappelphilippe kurieren**  
Neurofeedback gegen ADHS

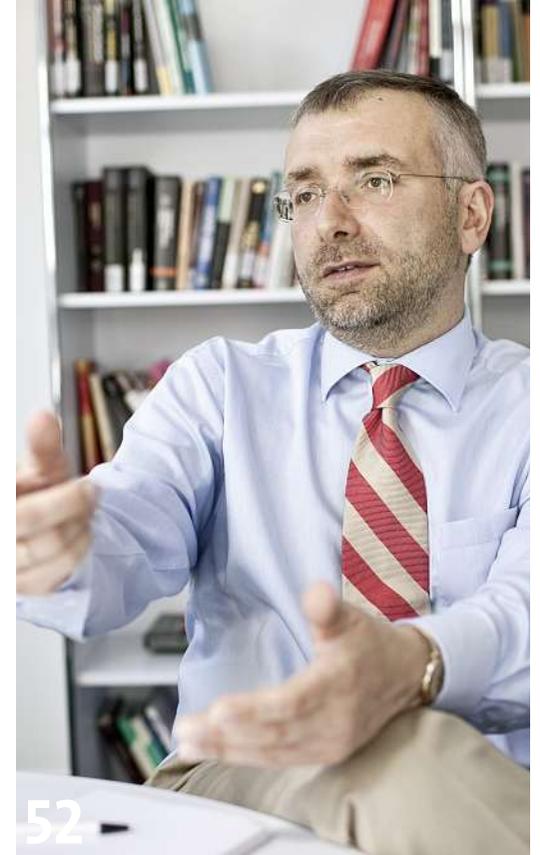
**14 Die anderen Griechen**  
Frühe Hochkulturen in Kleinasien

**18 Kidney.CH**  
Spitzenforschung an der Niere

**20 Geächtet, aber populär**  
Weshalb Schweizer rauchen

**22 Gut gewickelt**  
Was die Medizin von Mumien lernt

## RUBRIKEN



52

**Konfuzius gegen Mao**  
Fabrizio Zilibotti über Chinas Aufstieg

**6 Heureka**

**7 Philosophie des Alltags**

**8 Smalltalk**

**9 Buch fürs Leben**

**11 Kunststück/Rückspiegel**

**48 Essay**  
Katajun Amirpur über Moslems im Westen

**50 Porträt**  
Der Arzt Edouard Battagay

**56 Bücher**

**58 Schlusspunkt**



Nach Feinden ausschauen: drei Erdmännchen halten Wache.

## Heureka – Neues aus der Wissenschaft

### Die schrillen Laute der Erdmännchen

Schrille Töne sind für unsere Ohren unangenehm. In der Natur haben sie aber durchaus ihren Sinn. So fanden Verhaltensbiologen der Universität Zürich heraus, dass Erdmännchen mit schrillen Lauten kommunizieren. Die so genannt nicht-linearen Lautphänomene sorgen bei den geselligen, kleinen Raubtieren für verstärkte Aufmerksamkeit. Die Erdmännchen in der Gruppe befolgen solche Warnrufe stärker als harmonische Rufe. Frühere Forschungen hatten nahegelegt, dass nicht-lineare Lautphänomene überraschender, unvorhersehbarer und damit schwieriger zu überhören seien – so wie das Schreien eines hungrigen Säuglings nicht zu ignorieren ist und bei den Eltern sofort für rege Betriebsamkeit sorgt. Simon Townsends und Marta Mansers neue Arbeit

unterstützt diese Hypothese und zeigt zum ersten Mal, dass bei Tierrufen nichtlineare Lautphänomene ebenfalls eine wichtige Funktion haben.

Quelle: *Biology Letters* (2010) 00, 1–3, doi:10.1098/rsbl.2010.0537

### Wie supermassive Schwarze Löcher entstanden sind

Die ersten supermassiven Schwarzen Löcher sind kurz nach dem Urknall entstanden. Zu diesem Schluss kommt eine internationale Forschungsgruppe unter der Leitung von Lucio Mayer, Professor für theoretische Physik an der Universität Zürich. Wie die Forschenden in der Wissenschaftszeitschrift «Nature» schreiben, haben sich die supermassiven Schwarzen Löcher vor 13 Milliarden Jahren durch die Kollision von Galaxien gebildet. Die neuen, mittels Computersimulationen gewon-

nenen Erkenntnisse sind wichtig, um die Entstehung der Gravitation und kosmologischer Strukturen zu verstehen. Während mehr als zwei Jahrzehnten ging die Wissenschaft davon aus, dass Galaxien hierarchisch wachsen, also durch die Gravitation zuerst kleine Massen zusammengezogen werden und aus diesen dann schrittweise grössere Strukturen entstanden sind. Die Forscher der Universität Zürich haben diese Annahme nun auf den Kopf gestellt. Dazu Lucio Mayer: «Unser Resultat zeigt, dass grosse Strukturen wie Galaxien und massive Schwarze Löcher in der Geschichte des Universums schnell entstanden sind.»

Quelle: *Nature* (vol 466, issue 7310), doi:10.1038/nature 09294

### Pflanzen mit Temperatur-Gedächtnis

Der Klimawandel hat bei einigen Pflanzenarten die Blütezeit verschoben. Dadurch ist die Koordination mit Bestäubern wie Insekten gestört. Kentaro Shimizu, Professor am Institut für Pflanzenbiologie der Universität Zürich, und seine japanischen Kollegen konnten nun zeigen, dass ein für die Blütezeit verantwortliches Gen als Gedächtnis fungiert. Dieses Gen registriert die Temperatur der letzten sechs Wochen und beeinflusst die pflanzliche Entwicklung entsprechend. Diese Erkenntnis ermöglicht es, das Blühverhalten der Pflanzen zu modellieren und mögliche Konsequenzen des Klimawandels auf pflanzliche Ökosysteme vorauszusagen.

Quelle: *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, doi/10.1073/pnas.0914293107.

### Vererbte Traumata

Chronischer Stress und traumatische Erlebnisse während der Kindheit können Verhaltensstörungen wie Depressionen oder Borderline-Persönlichkeitsstörungen hervorrufen. Diese können an Nachkommen weitergegeben werden, das zeigt eine Studie von Universität und ETH Zürich. Die vererbten Verhaltensänderungen sind jedoch nicht auf Mutationen der Erbsubstanz zurückzuführen. Der Stress verändert vielmehr das Methylierungs-Profil bestimmter Gene im Gehirn und in den Spermien männlicher Mäuse, wie eine Arbeitsgruppe unter der Leitung der Hirnforscherin Isabelle Mansuy, Professorin für Molekulare und Kognitive Neurowissenschaften an der

# Über den Anfang und das Weitere



Alles hat seinen Anfang und alles sein Ende. Das ist eine Grundgewissheit menschlichen Existenz. Doch über den Ur-Anfang grundsätzlich nachzudenken, bringt uns nicht weniger in Schwierigkeiten als das Nachdenken über den totalen Schluss, das Ende aller Dinge; der Welt wie unseres Daseins. Wenn man es weniger gra-

---

*«Anfänge sind unumgänglich geladen und beladen mit Geschichtsstoff, der sich in der Zukunft entrollt.»*

---

vitätisch sagen will, kann man auch vom Huhn-odereiproblem reden oder von jener kleinen, winzigen, Zwergminimisekunde, die doch auch der Urknall als Anfang von ihm selber gebraucht hat, um überhaupt mit Knallen beginnen zu können. Die Frage nach dem Anfang des Anfangs ist übrigens nur der Anfang. Sogleich kommen die nächsten Probleme (woher eigentlich?): Ist er – der Anfang – Zufall (Zu-fall) oder vorher schon (wo eigentlich?) festgelegt? Und ist mit ihm dann ebenso der ganze kommende Rest determiniert? Wenn nicht: Was eigentlich ist Zufall? Eine Laune der Quanten? Ein Würfeln Gottes (aber den sollten wir doch aus dem Spiel lassen)?

Ich will nicht weiter grübeln und deshalb bloss anmerken, dass Anfänge wie Schlüsse zwar durchaus alltäglich sind, ihr Wesen aber stets etwas bleibt, was wenigstens die philosophischen Naturen unter uns zur Verzweiflung bringen kann. Es sei denn, sie lesen Kants «Kritik der reinen Vernunft». Dort wird einem immerhin verständlich gemacht, weshalb diese elementaren

Anfang-und-Schluss-Reflexionen so furchtbar vertrackt und endlos sein müssen.

Einen Anfang zu machen, ist das Alltäglichs-te überhaupt: Ein Tag beginnt, wir wachen auf, er-öffnen einen neuen Lebensabschnitt (zum Bei-spiel als frischgebackener Prof.em.). Obwohl wir immer wieder anfangen – und anzufangen haben –, ist es zu tun, nicht immer leicht. Einerseits weil das bisherige Leben seine eigene Schubkraft be-sitzt, andererseits weil mit der Wahl des Anfangs sehr vieles mit gesetzt wird. Auch wenn man keinem Determinismus anhängt: Anfänge sind für uns nie folgenlos. Sie sind unumgänglich ge-laden und beladen mit Geschichtsstoff, der sich in der Zukunft entrollt. Den reinen Punkt null gibt es für uns nie.

Auch wer eine Geschichte erzählt, muss wis-sen, wovon sie ihren Ausgang nimmt. Das scheint selbstverständlich, aber es ist nicht ohne Pointe. Denn es ist gewissermassen die Umkehr der nor-malen Verhältnisse: Von der Gegenwart her wird das Frühere mit der Setzung des vergangenen Anfangs in eine Ordnung gebracht. Und dabei haben wir im Grunde nur drei Möglichkeiten; wenn man will, ist diese Tatsache der Nukleus zu einer Philosophie der Historiographie, aber auch zu einer Anthropologie in praktischer Absicht: Entweder werden wir den Anfang als Auftakt zu einer Fortschritts- und Erfolgsgeschichte verste-hen oder als den ersten Schritt in den Abfall und in die Dekadenz oder, das ist dritte Alternative, als mehr oder weniger beliebigen Einschnitt auf einer Kurve stetiger Oszillation zwischen Polen.

Aus dieser Trias erwachsen die drei Theorien der Universalgeschichte, aus der sich dann der Platz und die Aufgabe des Menschengeschlechts ergibt: (a) Alles wird besser und gut; da sollst du mitwirken! (b) Alles wird schlimmer; mach dein Bestes daraus! (c) Alles kann besser oder schlech-ter werden; sei ein behutsamer Hüter deiner Herde! Vielleicht sollte man gelegentlich fragen, welche von den drei Möglichkeiten man sich sel-ber zu eigen gemacht hat – und ob man das noch ändern kann.

Georg Kohler ist emeritierter Professor für Philosophie an der Universität Zürich

Universität Zürich, herausgefunden hat. Die unterschiedliche Methylierung steuert die Ak-tivität der betroffenen Gene und damit zahl-reiche wichtige Körperfunktionen. Dass solche Informationen epigenetisch, das heisst ohne Veränderung der DNA-Sequenz, weitergege-ben werden, wurde schon lange vermutet. Doch Mansuys Arbeitsgruppe ist die erste, die dies nun auf molekularer Ebene und für mehrere Generationen nachweisen konnte. Mansuy denkt daran, ihre Forschung auf Menschen auszudehnen. Sie ist überzeugt, Methylierungen auch in menschlichem Ge-webe zu finden.

Quelle: Biological Psychiatry. 2010 Sep 1; 68(5):408-15. Epub 2010 Jul 31.

## Konsumfreudige Jugend im Kanton Zürich

Jugendliche im Kanton Zürich sind kaufkräftig und konsumfreudig, wie eine Längsschnitt-studie des Lehrstuhls für Marketing der Uni-versität Zürich zeigt. Im Durchschnitt steht ihnen ein monatliches Budget von 700 Franken zur Verfügung. Allein für Verpflegung, Aus-gang sowie Kleider und Schuhe geben sie mo-natlich 350 Franken aus. Die Studie von Ar-mon Pfister, Anja Huber und Regula Hanhart macht auch deutlich, dass Jugendliche einem erhöhten Risiko unterliegen, Schulden zu ma-chen. So lassen sich 55 Prozent der Befragten dem Konsumtyp «Schuldengefährdete» zu-ordnen, die oft knapp bei Kasse sind und kaum Hemmungen haben, Einkäufe zu tätigen – auch wenn das Geld nicht vorhanden ist. Nur gerade fünf Prozent der Jugendlichen kann als preisbewusst bezeichnet werden. In der Studie wurden ausserdem für verschiede-ne Produktesparten die beliebtesten Marken erhoben. Vor allem bei Zigaretten, Handys so-wie Kleidern und Schuhen sind Marken wich-tig oder sehr wichtig. Beim Handy beispiele-weise ist die Marke Sony Ericsson vor Nokia am beliebtesten und bei Schuhen Nike vor Adidas.

Kontakt: Armon Pfister, armon.pfister@isu.uzh.ch

Ausführliche Berichte zu den Themen unter: [www.mediadesk.uzh.ch](http://www.mediadesk.uzh.ch)



«Eine langfristige Perspektive ins Leben zu bringen, erweist sich oft als schwierig», sagt Psychologe Cornelius König.

## «Wir werten die Zukunft ab»

Sich optimal zu organisieren ist eine tägliche Herausforderung. Der Psychologe Cornelius König untersucht, wie ein gutes Zeitmanagement funktioniert – und weshalb es oft misslingt. Von Roger Nickl

*Herr König, weshalb fällt es vielen Menschen so schwer, ihren Alltag gut zu organisieren?*

Cornelius König: Menschen standen wohl schon immer vor der Frage, wie sie sich gut organisieren können. Vielleicht ist dieses Problem heute einfach offenkundiger geworden, weil die Arbeitswelt vielen mehr Freiheiten lässt und auch die Technik weiter gereift ist. Es gibt sicher viel mehr Möglichkeiten, sich ablenken zu lassen als früher. Die grundsätzliche Herausforderung ist aber geblieben: Wir müssen lernen, dass es nicht reicht, Dinge ohne grosses Nachdenken kurzfristig zu regeln. Denn langfristig zahlt man dafür, wenn man nicht gut geplant hat. Diese langfristige Perspektive ins Leben hineinzubringen, erweist sich aber oft als schwierig.

*Was sind die häufigsten Probleme beim Zeitmanagement?*

König: Viele Leute unterschätzen, wie lange eine zu erledigende Aufgabe dauert, und kommen so in einen Zeitkonflikt. Der häufigste Grund dafür ist, dass man sich einfach verschätzt.

*Gibt es Erklärungen dafür, weshalb das so ist?*

König: In der psychologischen Literatur gibt es zwei Erklärungen dafür. Die eine besagt, dass wir uns zu wenig mit Schwierigkeiten befassen, die auftauchen könnten. Das heisst: Informationen und Erfahrungen, die wir mit ähnlichen Aufgaben gemacht haben, werden oft ignoriert. Die andere Erklärung sagt dagegen, dass wir uns

sehr wohl daran erinnern, wie es in ähnlichen Fällen war. Das Problem ist nun aber, dass wir die aufgewendete Zeit oft falsch einschätzen: In unserer Erinnerung waren wir viel schneller, als dies tatsächlich der Fall war.

*Wir neigen auch dazu, Aufgaben aufzuschieben. Woher kommt die Tendenz, beim Einhalten von Terminen immer auf dem letzten Drücker zu sein?*

König: Ich glaube, dass viele Menschen versuchen, ihre Zeit so rational wie möglich zu verteilen. Wir analysieren, was momentan gerade wichtig ist und was wir aufschieben könnten. Ereignissen, die in weiter Ferne liegen, fühlen wir uns in der Regel nicht so stark verpflichtet. Entsprechend sehen wir uns nicht veranlasst, schon jetzt etwas dafür zu tun, und vertagen sie auf später. Wir neigen ganz generell dazu, die Zukunft abzuwerten.

*Welches sind die erfolgreichsten Rezepte für ein gelingendes Zeit- und Selbstmanagement?*

König: Die Lösung muss letztlich immer individuell sein. Der erste Schritt ist aber für alle gleich: Zuerst sollte man damit anfangen, sich selbst genau zu beobachten und diese Beobachtungen protokollarisch festzuhalten. So wird man schnell auf die persönlichen Herausforderungen stossen. Und man wird Anhaltspunkte dafür erhalten, an welchen Schrauben man drehen könnte. Die Lösungen sind dann wahrscheinlich oft gar nicht so kompliziert. Das zeigt übrigens auch ein Blick in die Ratgeberliteratur: Man wird da kaum etwas finden, auf das man nicht auch selber kommen könnte.

*Zum Beispiel?*

König: Etwa Listen zu führen oder Aufgaben und Anlässe nach verschiedenen Prioritäten zu sortieren. Es geht also nicht darum, wahnsinnig originelle Strategien zu entwickeln, sondern man sollte versuchen, sich zu sensibilisieren und mit bereits vorhandenem Wissen zu experimentieren. Wichtig ist auch, dass man kleine Schritte macht und nicht gleich alle Probleme auf einmal zu lösen versucht.

**Kontakt:** Dr. Cornelius König, c.koenig@psychologie.uzh.ch

## Der einzig wahre Opernführer

Mitunter kommt ein Buch fürs Leben recht unscheinbar daher. Zu meinem 25. Geburtstag schenkte mir ein Freund ein gerade mal 120 Seiten dünnes Taschenbuch zur Hebung meines kulturellen Niveaus, wie es in der Widmung heisst. Wie nötig das damals war, vermag ich rückblickend nicht mehr zu beurteilen, aber ich habe das Angebot bereitwillig angenommen. Neben der Fotografie pflege ich kein Hobby so intensiv wie das Hören und Sehen von Opern, hier in Zürich und andernorts. Der einzig wahre Opernführer von Wolfgang Körner ist mir dabei noch immer ein kurzweiliger Begleiter.

Erstmals 1985 erschienen, wurde der Band 1999 erweitert «jetzt mit Operette und Musical – völlig neu inszeniert.» Zwar hat der Autor mit seinen Texten zu 69 Opern (von Aida bis Zauberflöte) ein weniger passioniertes (männliches) Publikum im Auge: «Jeder kann unversehens in die

Situation geraten – aus gesellschaftlichen Gründen oder auf Wunsch einer unverständigen Ehefrau –, die Freizeitkleidung mit dem Abendanzug vertauschen zu müssen und sich widerstrebend in eine Opernaufführung zu begeben.» doch dürfte der einzig wahre Opernführer die wahre Freude vor allem bei den wahren Kennerinnen und Kennern dieses Musikgenres auslösen. Denn wer Musik und Handlung der Opern kennt, kann sich über die Ironie und die Prägnanz der Inhaltsangaben und vor allem der sich daran anschliessenden drei Rubriken bestens amüsieren. Dafür das Beispiel Aida: «Kurztext für sehr Nervöse: Missglückte Dreiecksbeziehung am Hof der Pharaonen. (Zwei Tote). Tipp für Pausengespräche: Verdi schrieb diese Oper im Auftrag für ein Honorar von 80 000 Franken zur Eröffnung des Sueskanals, wurde mit seiner Arbeit jedoch – im Gegensatz zu den Kanalbauern – nicht rechtzeitig fertig. Besondere Hits: Triumphmarsch!»

Aber auch denjenigen, die bisher nicht in «das unvergängliche Reich der Oper» eintreten wollten, sei dieses ausgesprochen preisgünstige Buch

als Einstiegslektüre empfohlen. Kurztext für sehr Nervöse: «Erfreuen Sie sich am Leid anderer, gehen Sie in die Oper!»

**Claudia Zey** ist Professorin für Geschichte des Mittelalters an der Universität Zürich.

Wolfgang Körner: **Der einzig wahre Opernführer mit Operette und Musical – völlig neu inszeniert**  
3. Auflage, Rowohlt-Verlag, Reinbek bei Hamburg 2007, 288 Seiten, 14.50 Franken.



## Jeden Montag: «Bildung & Chancen» im Tages-Anzeiger

Für alle Bachelor- und Masterstudierenden:  
Die Serviceseite rund um die Themen Bildung, Weiterbildung und Karriere. Jeden Montag im Kultur- und Gesellschaftsbund.  
Für alle, die nie ausgelernt haben.

**Dranbleiben.**

**Tages-Anzeiger**

Lernpower – die interaktive Kolumne für mehr Lust und Knowhow beim Lernen  
Jeden Montag auf der Seite Bildung und Chancen  
[www.lernpower.tagesanzeiger.ch](http://www.lernpower.tagesanzeiger.ch)





## Sie haben es in Ihrer Karriere weit gebracht – die UFL bringt Sie weiter!

### Medizinisch-Wissenschaftliche Fakultät

- Doktoratsstudium Dr. scient. med. und MD-PhD (Medizinische Wissenschaft)
- Leadership und Research Management

### Rechtswissenschaftliche Fakultät

- Doktoratsstudium Dr. iur.
- Executive Master Internationales Zivilprozessrecht und Schiedsgerichtsbarkeit (LL.M.)
- Executive Master Internationales Sportmanagement (MSc.)

### Studieren an der UFL in Liechtenstein

- berufsbegleitende Ausbildung
- staatlich und international anerkannte Abschlüsse
- hochqualifizierte Lehrkräfte
- persönliche Atmosphäre

Bei uns sind Sie immer willkommen!

[www.ufl.li](http://www.ufl.li)



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



## Studentenrabatt

SchülerInnen, StudentInnen und Lehrbeauftragte  
essen gegen Vorweisung ihrer Legi

## 20% günstiger

Wir sind sieben Tage in der Woche für Sie da:

### Ristorante FRASCATI

Zürich, Bellerivestrasse 2, Tel. 043 / 443 06 06

### Ristorante Pizzeria MOLINO

Zürich, Limmatquai 16, Tel. 044 / 261 01 17

Zürich, Stauffacherstrasse 31, Tel. 044 / 240 20 40

Winterthur, Marktgasse 45, Tel. 052 / 213 02 27

Wallisellen, Einkaufszentrum Glatt, Tel. 044 / 830 65 36

Uster, Poststrasse 20, Tel. 044 / 940 18 48

Dietikon, Badenerstrasse 21, Tel. 044 / 740 14 18



waterpik®



## Waterpik Sensonic Professional SR 1000E – hydrodynamische Schallzahnbürste

entfernt hochwirksam den  
Plaque-Biofilm

- Mit 30 000 wippenden Bewegungen pro Minute
- Reinigt schonend ohne Druck
- Mit zwei Funktionsstufen
- Geeignet bei empfindlichen Zahnhälsen, Implantaten und für Spangenträger
- Speziell mit Aufsteckbürsten Small – für Kinder geeignet.



mit  
Interdental-  
bürste

Für gesündere Zähne  
ein Leben lang!

**BioMed**

Biomed AG  
8600 Dübendorf

Tel. 044 802 16 16  
Fax 044 802 16 00

biomed@biomed.ch  
[www.richtigzahnputzen.ch](http://www.richtigzahnputzen.ch)



Prime Tower von Gigon/Guyer Architekten in Zürich-West.

## Grüner Kristall

Wer in Zürich Architekturfreunde herumführen will, hat es nicht leicht. Während die Region Basel von Stararchitektur förmlich überquillt, während die Region Chur wegen der Bauten von Peter Zumthor nach wie vor junge Architekten aus aller Welt anzieht und auch Lausanne seit kurzem mit Sanaas spektakulärem Rolex Learning Center auf dem Campus der EPFL eine Sensation besitzt, ist Zürich keine nennenswerte Destination für den Architekturtourismus. Einzelne Bauten, etwa das Schulhaus Leutschenbach von Christian Kerez, haben in jüngster Zeit zwar viel Aufmerksamkeit erweckt, aber ein Wahrzeichen sucht man vergeblich. Der biedere Erweiterungsbau des Kunsthauses, falls er zustande kommt, wird sicherlich keines werden.

Nun hat im Juni das höchste Hochhaus der Schweiz Aufrichte gefeiert. Noch trägt der 36-stöckige, 126 Meter hohe Bau den hässlichen Namen Prime Tower, den ihm die Developer-Firma gege-

ben hat. Noch schwebt der grünlich schimmernde Kristall ein wenig wie ein Phantom über dem Bahnhof Hardbrücke. Umgeben von Grossbaustellen und Gerüsten, welche die Konturen von weiteren Türmen anzeigen, prallen im Turm verschiedene zeitliche Regimes aufeinander. Steht er für eine neue Gründerzeit oder kündigt er bereits das Ende der aktuellen Wachstumsphase an?

Es ist ein Glücksfall, dass Gigon/Guyer Architekten den Wettbewerb gewonnen und den Bau entworfen haben. Die Zürcher Architekten hatten ihre Laufbahn in den frühen 1990er-Jahren mit herausragenden kleineren Museumsbauten begonnen. Nun haben sie bewiesen, dass ihr formalistischer Ansatz, Projekte aus farblichen und räumlichen Entscheidungen heraus zu generieren, auch im urbanen Massstab funktioniert. So wie ihnen einst mit der Erweiterung des Kunstmuseums Winterthur – meinem Lieblingsprojekt – gelungen war, den Anachronismus von Alt und Neu räumlich zu artikulieren, so spielt auch ihr Hochhaus das Thema der Transformation räumlich und farblich durch. Indem sie die Metapher des Kristallins gewählt haben, sind sie dem Dilemma so vieler vergleichbarer Projekte entkommen, die noch immer der Grammatik der International Style verhaftet bleiben. In den Facetten des Kristalls spiegelt sich das Alte und das Neue, das Nahe und das Ferne. Halbwegs zwischen dem Soliden und dem Volatilen verkörpert es das Potenzial ständiger Veränderung und bildet zugleich einen Orientierungspunkt.

Der amerikanische Künstler Robert Rauschenberg hatte Ende der 1960er-Jahre das Kristalline der 1930er-Jahre als Antithese zur modernistischen Rhetorik von Transparenz und Funktionalismus interpretiert und geschrieben: «Der heutige Künstler möchte, dass seine Kunst auf nichts verweist, während die Kunst der Dreissiger auf alles zu verweisen schien.» Gerade in dieser Vieldeutigkeit liegt eine verblüffende Qualität des Baues von Gigon/Guyer Architekten. Es verweist weniger auf sich selber als einzelnen Bau als auf die Dynamik des Kontexts, der urbanen Veränderung. Es fixiert Bedeutung nicht, sondern öffnet sie. Es schärft unseren Blick auf das, was mit der Stadt geschieht und fungiert als Vorbild für das, was kommen wird.

**Philip Ursprung** ist Professor für Moderne und zeitgenössische Kunst an der Universität Zürich.

## Vom Tintenscheisser zum Dozenten

Gerade einmal ein Jahr benötigte er, um die Welt der Physik aus der Bahn zu werfen. Die Rede ist von Albert Einstein, der 1905 in seinem «Annus Mirabilis» nicht nur die spezielle Relativitätstheorie formulierte, Aufsätze über die Lichtquantenhypothese und die Brownsche Bewegung publizierte, sondern gleich noch mit der Arbeit über «Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen» an der Universität Zürich dissertierte. Trotz dieser Pionierleistungen sollte sich an seiner beruflichen Situation vorerst nichts ändern. Er verblieb als «Experte II. Klasse» dem Patentamt in Bern erhalten. Frohgemut schrieb er einem Freund: «Mir geht es gut; ich bin ehrwürdiger Tintenscheisser mit ordentlichem Gehalt. Daneben reite ich auf meinem alten mathematisch-physikalischen Steckenpferd und fege auf der Geige.»

Trotz steigender Anerkennung in der Physikerzunft sollte es Einstein bis 1909 verwehrt bleiben, einen Akademikerposten zu erhalten. Erst mit der Schaffung einer Extraordinariatsstelle an der Universität Zürich, die Professor Alfred Kleiner, Einsteins Doktorvater, mühselig den Zürcher Erziehungsbehörden abringen musste, fand Einstein den Einstieg in den Kreis der Gelehrten. Seinen Aufstieg quittierte er mit den Worten: «Nun bin ich also auch ein offizieller von der Gilde der Huren.»

Trotzdem schien es ihm in Zürich zu gefallen, in Briefen äusserte er sich jedenfalls mehrmals, dass ihm die Lehrtätigkeit zusage und er den intimen Umgang mit seinen Studenten schätze. Dies beruhte auf Gegenseitigkeit. Als sich das Gerücht verbreitet, Einstein werde Zürich verlassen und nach Prag gehen, schrieben seine Studenten eine Petition an die Erziehungsdirektion des Kantons Zürich mit der Bitte, «das bestmögliche zu thun, um unserer Universität diesen hervorragenden Forscher & Dozenten zu erhalten». Bezugnehmend auf diese Petition wurde Einsteins Jahresgehalt von 4500 auf 5500 Franken erhöht. Das hielt ihn jedoch nicht davon ab, dem Ruf nach Prag zu folgen. Er kündigte auf den 15. April 1911. *Maurus Immoos*

# Hirngesteuerte Computerspiele

Kinder mit ADHS sind unaufmerksam, hyperaktiv und impulsiv. Mittels Neurofeedback können sie lernen, sich besser zu konzentrieren und zu kontrollieren.

Forscher haben nun untersucht, wie die Therapie wirkt. Von Roger Nickl

Er gaukelt und schaukelt, trappelt und zappelt – Philipp turnt so lange auf seinem Stuhl herum, bis er schliesslich nach hinten kippt. Um den Sturz zu vermeiden, greift er nach dem rettenden Tischtuch. Alles umsonst: Der Junge donnert genauso auf den Boden wie Suppenschüssel, Teller und Gläser. Zurück bleibt ein Scherbenhaufen.

In seiner bekannten Geschichte vom Zappelphilipp beschrieb Heinrich Hoffmann bereits Mitte des 19. Jahrhunderts ein Phänomen, das heute als Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bekannt ist. Kindern mit ADHS fällt es ausgesprochen schwer, still zu sitzen oder sich auf eine Aufgabe zu konzentrieren. Sie haben Mühe, ihr Handeln zu kontrollieren, platzen oft in Gespräche oder stören Spiele und den Unterricht. Sie sind – so die drei klinischen Hauptsymptome – unaufmerksam, hyperaktiv und impulsiv. Probleme Zuhause, mit Freunden oder etwa in der Schule sind deshalb vorprogrammiert.

## Häufigste kinderpsychiatrische Störung

ADHS ist heute die am häufigsten diagnostizierte kinderpsychiatrische Störung überhaupt. Rund fünf Prozent der Kinder sind gemäss Schätzungen weltweit davon betroffen. Entsprechend gross sind das öffentliche Interesse an der Erkrankung und die Bemühungen von Forschung und Klinik, optimale Therapien zur Bekämpfung von ADHS zu entwickeln. Eine Methode, die neben der medikamentösen Therapie nachweislich positiv wirkt, ist das Neurofeedback. Ein computergestütztes Hirntraining, das bereits seit den späten 1970er-Jahren bei der Behandlung von ADHS eingesetzt wird – mit ermutigenden Resultaten. «Es gibt kaum ein Land, in dem Neurofeedback-Therapien so verbreitet sind wie in der Schweiz», betont Renate Drechsler vom Zentrum für Kinder- und Jugendpsychiatrie der Universität Zürich (ZKJP).

Trotz der positiven Erfahrungen, die man mit der Methode gemacht hat, weiss man heute noch

wenig Genaues darüber, weshalb Neurofeedback überhaupt wirkt. Ist es tatsächlich deshalb, weil die Kinder gelernt haben, die eigene Hirnaktivität positiv zu beeinflussen, und sich deshalb besser konzentrieren und ihre übermässigen Affekte wirksamer kontrollieren können? Dies würde die Methode zumindest nahelegen. Oder sind vielleicht ganz andere Faktoren entscheidend – etwa der Therapeut oder die Unterstützung der Eltern? Solche Fragen versucht Renate Drechsler gemeinsam mit Daniel Brandeis, Leiter des Neurophysiologischen Labors am ZKJP, in einem Forschungsprojekt zu klären. Sie möchten damit auch ein gezielteres und effektiveres Neurofeedback-Training ermöglichen.

## Hirnwellen ausbalancieren

Ein Seiltänzer balanciert über den Computerbildschirm im Zentrum für Kinder- und Jugendpsychiatrie. Immer wieder steht er still, dann geht er einige Schritte weiter. Gesteuert wird die Spielfigur allein über die Hirnaktivitäten des Jungen, der aufmerksam vor dem Computer sitzt. Über den Kopf des Kindes ist eine Art Badekappe gestülpt, an der verschiedene Elektroden angebracht sind. Sie sind mit einem Elektro-Enzephalografen verbunden, der die elektrischen Signale im Kopf misst und an den Rechner zurückmeldet.

Die Aufgabe des Jungen ist es, sich zu konzentrieren und dadurch das Verhältnis von langsameren theta- und schnelleren beta-Hirnwellen in einem definierten Verhältnis zu halten. Während theta-Wellen mit einem eher schläfrigen Zustand in Zusammenhang gebracht werden, sind beta-Wellen Ausdruck wacher Konzentration. Sinken die Werte für die Hirnwellen unter eine kritische Grenze, bleibt der Seiltänzer in der Computeranimation stehen. Sind sie wieder richtig eingependelt, balanciert die Figur weiter. Mit diesem so genannten Frequenzbandtraining soll das Kind lernen, seine Aufmerksamkeit über

eine längere Zeit hinweg auf das Lösen einer Aufgabe zu richten. Über das Computerspiel erhält es immer direkt Rückmeldung, wie gut ihm dies gelingt.

In einer anderen Therapiesequenz, die die Forscher am ZKJP unter die Lupe nehmen, geht es darum, mit Neurofeedback eher kurzfristige Veränderungen zu trainieren. Die Kinder müssen auf ein Signal am Bildschirm hin ihre Aufmerksamkeit steigern oder sich geistig entspannen. Zudem erkunden die Wissenschaftler die Regulierung der Muskelspannung und der Feinmotorik mit Feedback-Methoden. «Viele Kinder mit ADHS sind motorisch ungeschickt und haben beispielsweise Mühe mit dem Schreiben, weil sie den Stift zu fest umklammern und zu fest aufdrücken», weiss Renate Drechsler.

Bei diesem Feedback-Training geht es deshalb darum, eine vorgegebene Muskelspannung – etwa das Halten eines Griffs – über eine gewisse Zeit kontrolliert aufrechtzuerhalten oder eine Übung zu absolvieren, die Fingerspitzengefühl erfordert. Misslingt die Aufgabe oder werden die Soll-Werte unter- oder überschritten, hat das augenblicklich Konsequenzen für die Animation am Computerbildschirm. «Für eine gut gelöste Aufgabe gibt es auch immer Punkte – das ist zentral für die Motivation», sagt Neuropsychologin Renate Drechsler. Zudem sei es bei Kindern mit ADHS wichtig, dass diese sofort wüssten, was sie richtig oder falsch gemacht haben.

Bei allen Trainingsaufgaben arbeiten die Forscher nicht nur mit den neun- bis zwölfjährigen Kindern, sondern sie schauen gleichzeitig genau, was sich dabei in ihrem Hirn abspielt. Über die Messwerte der EEG-Elektroden, die an verschiedenen Stellen des Kopfes angebracht sind, können sie rechnerisch Rückschlüsse ziehen über Aktivitäten in ganz bestimmten Hirnregionen. Besonders interessiert die Wissenschaftler die Regulation des anterioren cingulären Cortex (ACC) mittels Neurofeedback – einer Region im vorderen Stirnhirn. «Wir wissen, dass diese Struktur, die an der Handlungsvorbereitung und -kontrolle beteiligt ist, bei ADHS betroffen ist», betont Daniel Brandeis. Und der Hirnforscher ergänzt: «Eigentlich ist das Konzept, das dem Neurofeedback zugrunde liegt – Hirnaktivitäten durch Training positiv zu beeinflussen –, sehr elegant. Wir wollten nun die spezifischen Effekte

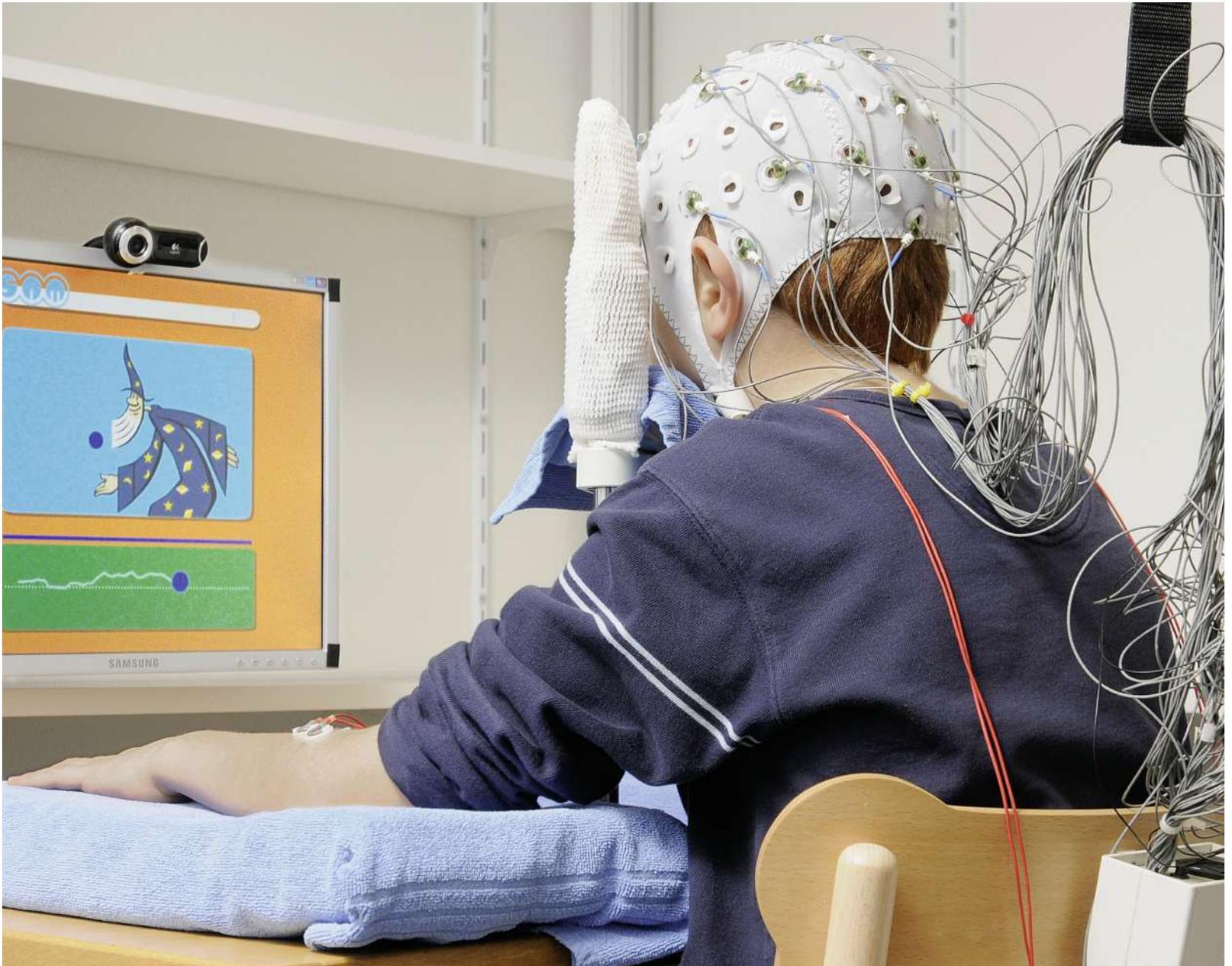
eines Feedback-Trainings, das direkt auf die Regulation im ACC abzielt und dessen Aktivität rückmeldet, untersuchen.»

### Hightech-Placebo

Wie eine bereits abgeschlossene Studie deutlich macht, sind diese spezifischen Effekte gar nicht so eindeutig festzustellen. Denn es zeigte sich zwar, dass Eltern und Lehrer die Therapie-Erfolge eines regelmässigen Neurofeedback-Trainings

gut bewerteten und sogar besser einstufen als die Fortschritte einer Kontrollgruppe von Kindern, die eine Gruppentherapie absolvierten. Dies obwohl nur die Hälfte der Kinder der Neurofeedback-Gruppe tatsächlich lernte, die Hirnaktivität gezielt zu regulieren, wie die Forscher feststellten. Erstaunlicherweise schätzten Eltern und Lehrer aber die Verbesserungen im Verhalten bei allen Kindern, die eine Neurofeedback-Therapie durchliefen, gleich ein.

Neben dem spezifischen Hirntraining, folgerten die Forscher, spielen anscheinend auch andere, unspezifische Faktoren, eben etwa die Unterstützung der Eltern, für den Therapie-Erfolg mit Neurofeedback eine Rolle. «Und», mutmasst Brain-Mapping-Spezialist Brandeis, «es könnte eine Art Hightech-Placebo geben, der für den positiven Effekt des Trainings mitverantwortlich ist.» Das heisst, das imposante technische und wissenschaftliche Setting, in dem das Neurofeed-



Spielerisch lernen: Neurofeedback hilft Kindern mit ADHS, ihre Hirnaktivitäten positiv zu beeinflussen.

## Jenseits des Hellespont

Althistoriker Christian Marek legt mit der «Geschichte Kleinasiens in der Antike» ein monumentales Standardwerk vor, das durch Quellennähe besticht. Es ist die Summe von dreissig Jahren Forschung. Von Thomas Gull

back stattfindet, könnte stimulierend auf die Therapie wirken. Um diesen Placebo-Effekt auszuschliessen, haben die Forscher nun eigens eine neue Studie lanciert.

### Wem hilft Neurofeedback-Training?

Momentan sind die Wissenschaftler am Zentrum für Kinder- und Jugendpsychiatrie dabei, ihr seit 2007 laufendes Projekt abzuschliessen. Bis im nächsten Frühjahr sollen die restlichen Daten ausgewertet werden. Mit ihren Forschungsergebnissen hoffen Brandeis und Drechsler, ihren Kollegen in der Praxis klarere Hinweise darüber zu geben, bei welchen Kindern eine ADHS-Therapie mit Neurofeedback nützlich ist und bei welchen besser nach anderen Heilmitteln gesucht werden sollte. Sie betreiben damit auch Aufklärungsarbeit: «Wir versuchen einen möglichst rationalen und ideologiefreien Blick auf die Therapie zu werfen», sagt Brandeis, «denn Patienten müssen nicht als Gläubige an einem Therapieprogramm teilnehmen – sie sollen wissen, wann man welche Methode aus welchem Grund nutzen soll.»

Zudem könnten die Studien der Psychiatrieforscher Hinweise dafür liefern, wie das Neurofeedback-Training gezielt verbessert werden könnte. Eines ist für Renate Drechsler und Daniel Brandeis aber bereits jetzt schon klar: Das eigentliche Neurofeedback-Training vor dem Bildschirm muss in ein verhaltenstherapeutisches Gesamtkonzept eingebunden sein. Dieses soll sicherstellen, dass die Lernerfolge an den Therapiesitzungen auch für den Alltag nutzbar gemacht werden können. «Neurofeedback ist keine Maschine, mit der man Kinder mit ADHS heilt», betont Daniel Brandeis, «sondern es ist Teil eines mehrstufigen Lernprozesses.»

**Kontakt:** Dr. Daniel Brandeis, brandeis@kjpd.uzh.ch; Dr. Renate Drechsler, rene.drechsler@kjpd.uzh.ch

**Finanzierung:** COST EU Project B27, Spende für nachhaltige Entwicklung in der Psychiatrie

**Zusammenarbeit:** Zentrum für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Lehrstuhl Neuropsychologie, Universität Zürich; Kinder- und Jugendabteilung für Psychische Gesundheit, Universität Erlangen.

Jede Geschichte hat einen Anfang. Diese beginnt mit einer Reise: Als Assistent der Universität Marburg nahm Christian Marek in den frühen 1980er-Jahren an einer Exkursion seines Doktorvaters nach Anatolien teil. Die Landschaft und die Ruinen begeisterten den jungen Historiker: «Sie waren noch nicht museal inszeniert und eingezäunt, sondern standen verlassen in der Landschaft», erinnert sich der Zürcher Ordinarius für Alte Geschichte.

Kaum beachtet und wenig erforscht, bargen die steinernen Zeugen antiker Hochkulturen noch viele Geheimnisse. Christian Marek hat einen guten Teil seines Forscherlebens darauf verwendet, einige zu lüften. Dazu reist er seit 1983 jedes Jahr in die heutige Türkei. Dort sucht er vor allem nach Inschriften, die sorgfältig dokumentiert und als Papierabklatsche mit nach Hause genommen werden. Manches historiographische Kleinod hat so seinen Weg nach Zürich gefunden. Hier werden die Abklatsche entziffert und interpretiert. Es sind Mosaiksteine, die dazu beitragen, die Geschichte Kleinasiens besser zu verstehen.

### Brückenland und Schmelztiegel

Doch der Zürcher Althistoriker hat sich nicht damit zufriedengegeben, wertvolle Fragmente an die Erforschung der Antike beizusteuern: Vor zehn Jahren machte er sich daran, das grosse Ganze darzustellen. Er hat all sein Wissen in ein gewichtiges Buch gepackt, die «Geschichte Kleinasiens in der Antike». Das monumentale Werk liegt an diesem sonnigen Nachmittag zwischen uns auf dem Tisch in Mareks Büro, fast 1000 Seiten stark, marmorfarben der Umschlag, vielleicht ein Zufall, vielleicht eine Anspielung an die vielen Monumente in den Weiten Kleinasiens, denen dieses abgetrotzt ist – Stein für Stein, Inschrift für Inschrift.

Das Buch ist die Summe von drei Jahrzehnten Auseinandersetzung mit einer Weltgegend, die

auf den ersten Blick peripher erscheint: Kleinasiens in der Antike? Das ist Grenzland, ein Vorposten der griechischen und römischen Hochkulturen im besten Fall. Eine Sichtweise, der Marek widerspricht. Für ihn ist Anatolien nicht Peripherie, sondern Brückenland und Schmelztiegel: «In Kleinasiens wird durch den engen Kontakt zu den altorientalischen Hochkulturen das griechische Wunder vorbereitet», betont der Althistoriker.

Die griechische Kultur erlebte ihre erste Blüte nicht in Attika, sondern jenseits des Hellespont, an der Westküste Kleinasiens in Städten wie Milet oder Ephesos. «Hier finden wir die Anfänge der griechischen Philosophie und Mathematik.» Seit die moderne Forschung ihren Blick nicht mehr auf die «klassische» griechische Antike fokussiert und sich für die fruchtbare Symbiose der Völker des Mittelmeers und Vorderasiens interessiert, habe Anatolien als Kontaktzone zwischen Orient und Okzident an Bedeutung gewonnen, betont Marek: «Griechisches und Orientalisches sind sich hier, an der Westküste der heutigen Türkei, schon um 1000 vor Christus begegnet und haben sich bis zum Ende der Antike in einem faszinierenden Austausch befruchtet.»

### Besetzt, erobert, ausgebeutet

Anders als ihre Brüder in Athen und Sparta, denen es in einem gemeinsamen Kraftakt gelang, den Einfall der Perser ins griechische Mutterland abzuwehren, verbrachten die kleinasiatischen Griechen mehr als 200 Jahre unter persischer Herrschaft (ca. 550 bis 333 v. Chr.). Erst Alexander dem Grossen gelang es, die Perser zu besiegen und zu vertreiben. Der makedonische Feldherr brachte die Kultur der Polis bis nach Ostanatolien. Es folgte die Zeit von Alexanders Nachfolgern, den Diadochen, bis schliesslich die Römer das Zepter übernahmen (188 v. Chr.). Mareks Darstellung endet im Jahr 330 nach Christus, als Konstantinopel zur Hauptstadt des römischen



Die griechische Kultur blühte auch in kleinasiatischen Städten wie Milet und Ephesos. Im Bild die Celsusbibliothek von Ephesos, erbaut zirka 110 bis 135 n. Chr.

Reiches wird. Kleinasien war Durchzugsgebiet und Zankapfel, es wurde besetzt, erobert, kolonisiert, ausgebeutet, meist von Herrschern, deren Machtzentrum ausserhalb des anatolischen Kernlandes lag wie den Assyern, Persern, Makedonen oder den Römern. Als autochthone Hochkulturen, die in Kleinasien selbst entstanden und blühten, gelten die frühen Reiche der Hethiter (18. bis 12. Jh. v. Chr.) und Phryger (ca. 11. bis 6. Jh. v. Chr.).

Während sich der Schlusspunkt von Mareks Geschichte an einem historischen Ereignis festmachen lässt, nimmt sie ihren Anfang im Unbestimmten, Offenen, Vagen der Prähistorie. Sie führt zu den frühen Hochkulturen der Assyrer und Hethiter und deren Untergang, es folgen die Urartäer, Phryger, Lykier, Karer, Sideten, Lyder und schliesslich die Griechen. Die Kapitel über die Spätbronze- und Eisenzeit wurden von Peter Frei verfasst, dem kürzlich verstorbenen Vorgänger Mareks auf dem Lehrstuhl für Alte Geschichte in Zürich. «Ohne Peter Frei hätte ich diese Gesamtdarstellung nicht gewagt», betont Marek, «es ist wichtig, die Quellen aus erster Hand beurteilen zu können.» Dazu war Frei in der Lage, der sich mit Keilschrift und Hieroglyphen auskannte. Eine grosse Monographie ohne seriöses Studium der Quellen zu verfassen, kam für Marek nicht in Frage.

#### Wissenschaft aus erster Hand

Christian Marek wagt in seinem Buch die Darstellung von rund 10000 Jahren Geschichte. Da wird alles behandelt: Krieg und Frieden, Herrschaft, Wirtschaft und Gesellschaft, Religion und Sport. Kompetent und eloquent schreibt der Althistoriker über so verschiedene Dinge wie religiöse Kulte und Praktiken, Handel und Münzwesen, die Rolle der Frau, die römische Verwaltung oder das weit verbreitete Wettkampfwesen in einem von griechischen Idealen geprägten Alltag. Dabei ist das akkurat wiedergegebene Detail, die minutiöse Schilderung dessen, was war, wichtiger als grosse Theorien und Thesen.

Marek hat sich bewusst für eine traditionelle Form der Darstellung entschieden: «Es ist der erste Versuch einer Synthese der Geschichte Kleinasien. Deshalb habe ich mich mit Theoriebildung zurückgehalten und mich entlang der Quellen bewegt.» Wo es ihm notwendig erschien, hat er

jedoch Stellung bezogen, etwa bei der Frage, ob in römischer Zeit auch in den ländlichen Gebieten Kleinasien Wohlstand herrschte. Aufgrund seines eigenen Quellenstudiums kommt Marek zum Schluss: Ja, das war so. Er steht damit im Widerspruch zu einem Teil seiner Zunft, der Elend und finanzielle Not diagnostiziert.

Die Nähe zu den Quellen ist die Stärke von Christian Mareks Buch: Da weiss einer, wovon er spricht, weil er selber da war, weil er die Landschaft kennt, in der sich die Geschichte abgespielt hat, die Orte, die klimatischen Bedingungen. Da arbeitet und schreibt einer, der selbst mit zum Teil sensationellen Funden zur Erhellung der Geschichte Kleinasien beigetragen hat, der die Quellen selber liest und interpretiert und nicht darauf angewiesen ist, von anderen abzuschreiben. Wissenschaft aus erster Hand ist Mareks Credo.

#### Aus dem Leben eines Bauernsohns

Christian Marek steht auf, um dem Besucher den Gipsabdruck einer zweisprachigen Urkunde zu zeigen. Der Althistoriker hat die karisch-griechische Bilingue als Mitarbeiter der Ausgrabungen von Kaunos bearbeitet, einer Stadt an der Südwestküste Kleinasien, wo sie 1996 entdeckt wurde. Dank dieses Fundes konnte eine bisher noch gänzlich unbekannte antike Sprache, die dort gesprochen und geschrieben wurde, entschlüsselt werden. Gleichzeitig ist es historisch und kulturgeschichtlich bedeutend, dass noch im 4. Jahrhundert vor Christus in einer kleinasiatischen Stadt eine Staatsurkunde nicht nur auf Griechisch, sondern auch in einer indigenen Sprache verfasst wurde. Ein anderer wichtiger Fund aus Kaunos ist eine Zollinschrift, die Einblick gibt, wie das Zollwesen in dieser römischen Provinz im 2. Jahrhundert nach Christus geregelt war.

Eine von Mareks Lieblingsquellen ist ein Grabepigramm aus dem 2. Jahrhundert nach Christus mit dem kurzen Lebenslauf eines anatolischen Bauernsohnes, der in die römische Armee eintrat, sich hochdiente und angeblich von Kaiser Traian persönlich zum Standartenträger befördert wurde. Nach dem Ende seiner Dienstzeit kehrte der Soldat auf das väterliche Landgut zurück und wies die abhängigen Bauern an, die Felder nach den Regeln Hesiods zu bestellen.



In Stein gemeisselte Geschichte: Christian Marek studiert die Ku



Itinschrift des Königs Antiochos von Kommagene (zirka 70 bis 36 v. Chr.) in Arsemeia.

«Das Beispiel zeigt, wie weit klassische Bildung verbreitet war und wie sie bis in die entferntesten Winkel Kleinasiens gelangte», erklärt Marek.

### Papier und Pferdebürste

Historische Kostbarkeiten wie diese findet Christian Marek bei Ausgrabungen und so genannten Surveys in Kaunos oder Pompeiopolis (das heutige Taşköprü im Norden der Türkei). Surveys sind Erkundungstouren, bei denen systematisch nach den Spuren antiker Besiedelung und Steinmaterial gesucht wird, das aus Ruinenstädten verschleppt wurde. Die Funde werden dokumentiert und ausgewertet.

Mareks Spezialität ist die Epigraphik, die Inschriftenkunde. Er verwendet eine traditionelle und effiziente Methode, um die meist in Stein gemeisselten Epigraphen zu sichern: grosse Papierbogen werden befeuchtet, auf den Stein gelegt und mit einer Pferdebürste festgeklopft. Wenn das Papier trocken ist, wird es abgenommen. Das Negativ der Inschrift ist oft besser lesbar als das Original, und es kann einfach transportiert werden. Zurück in Zürich werden die Abklatsche transkribiert und interpretiert. Mit Hilfe solcher Quellen rekonstruieren Marek und seine Kollegen die Geschichte der Menschen, ihres Alltags, ihrer Sitten und Gebräuche. Ein aufwändiges, kniffliges und faszinierendes Puzzlespiel. Christian Marek hat die einzelnen Stücke zusammengefügt zu einem Gesamtbild Kleinasiens in der Antike. Ein gelungenes Werk, das zu lesen sich lohnt.

**Kontakt:** Prof. Christian Marek, [marek@hist.uzh.ch](mailto:marek@hist.uzh.ch)

**Zusammenarbeit:** Prof. Peter Frei

**Finanzierung:** Feldforschung von 1983 bis heute – Deutsche Forschungsgemeinschaft, Gerda Henkel Stiftung, Alexander von Humboldt Stiftung, Schweizerischer Nationalfonds, Stiftung für Wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich.

**Publikation:** Christian Marek: Geschichte Kleinasiens in der Antike; Verlag C.H. Beck, München 2010, 941 Seiten

# Lebenswichtiges Gleichgewicht

Störungen der Nierenfunktion bringen den Körper aus dem Gleichgewicht und führen zu Folgekrankheiten. Wie dies geschieht, wird im neuen Nationalen Forschungsschwerpunkt Kidney.CH untersucht. Von Susanne Haller-Brem

Menschliche Nieren haben zahlreiche lebenswichtige Funktionen. Täglich filtern sie rund 1500 Liter Blut, kontrollieren neben dem Flüssigkeitsvolumen auch dessen Zusammensetzung aus Salzen, Nährstoffen und Abfallstoffen, produzieren Hormone, die den Blutdruck und die Blutbildung regulieren und beeinflussen den Knochenstoffwechsel. Unabhängig davon, ob wir in einer schattigen Gartenwirtschaft essen und trinken oder im Hochsommer einen Berglauf absolvieren, sorgen gesunde Nieren dafür, dass die Zusammensetzung und das Volumen unserer Körperflüssigkeiten weitgehend konstant bleiben. Dieses Aufrechterhalten des inneren Milieus – in der Fachsprache Homöostase genannt – ist eine zentrale Voraussetzung für gesundes Leben. Bei dieser komplexen Aufgabe arbeiten die Nieren eng mit anderen Organen wie dem Verdauungstrakt, dem Herz-Kreislauf und dem hormonellen System zusammen.

## Nierenerkrankungen nehmen zu

«In den vergangenen Jahren konnten in den Nieren viele Einzelmechanismen und Gene aufgeklärt werden, die dafür sorgen, dass das innere Milieu konstant bleibt», betont der Physiologe François Verrey. Dank diesem Detailwissen hat man heute eine Ahnung davon, wie die Nieren Salz- und Wasserausscheidungen, aber auch Sauerstofftransport und Nährstoffaufnahme regulieren. Auch auf anatomischer Ebene kennt man die raffiniert konzipierten Einzelstrukturen. «Jede unserer beiden Nieren besteht aus etwa einer Million Filterchen und Röhrchen, den so genannten Nephronen», erläutert der Anatom Johannes Loffing. Entlang dieser Nephronen findet die Sekretion und Resorption, das heisst die Ausscheidung und Rückgewinnung von Substanzen, statt. Die Wechselwirkungen zwischen den Nieren und anderen Organen blieben bis heute jedoch weitgehend unverstanden. Man kennt zwar die be-

teiligten Systeme. Wie die Kommunikation und Kooperation zwischen den Organen erfolgt, ist hingegen vielfach noch unklar. Das soll sich nun mit dem neuen Nationalen Forschungsschwerpunkt «Kidney.CH» (Kidney Control of Homeostasis) ändern.

Der neue Nationale Forschungsschwerpunkt (NFS) wurde im April dieses Jahres der Universität Zürich als «leading house» zugesprochen. Die Universität Zürich gehört in der Nierenforschung zu den international führenden Institutionen. Die Vergabe von Kidney.CH würdigt diesen Erfolg und erhöht die Chance, auch künftig zu den Besten der Welt zu gehören. Der NFS wird von François Verrey und Johannes Loffing geleitet und erhält vom Bund für die nächsten vier Jahre 16,5 Millionen Schweizer Franken. Die Universität Zürich stellt weitere 3,5 Millionen als Direktmittel zur Verfügung. Bei diesem Projekt arbeiten Grundlagenforscher und Kliniker aller Schweizer Universitäten mit Kenntnissen aus den Bereichen Physiologie, Anatomie, Nephrologie, Pathologie, Pharmakologie, Gastroenterologie und Endokrinologie zusammen. Dadurch können die zahlreichen lebenswichtigen Funktionen der Nieren besser untersucht und neue Erkenntnisse zur Prävention, Diagnose und Therapie von Nierenerkrankungen gewonnen werden.

Dies ist dringend nötig, denn die Zahl der Nierenerkrankungen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Man schätzt, dass Funktionsstörungen der Nieren heute zwischen fünf und zehn Prozent der gesamten Gesundheitskosten verursachen. Die Kosten für die Nierenersatztherapie, das heisst für Dialyse und Nierentransplantationen, bilden dabei laut Verrey lediglich die «Spitze des Eisberges». Die Zunahme der Nierenerkrankungen in den Industrieländern ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die Menschen immer älter werden und sich andererseits häufig über Jahre zu wenig bewegen und falsch ernähren.

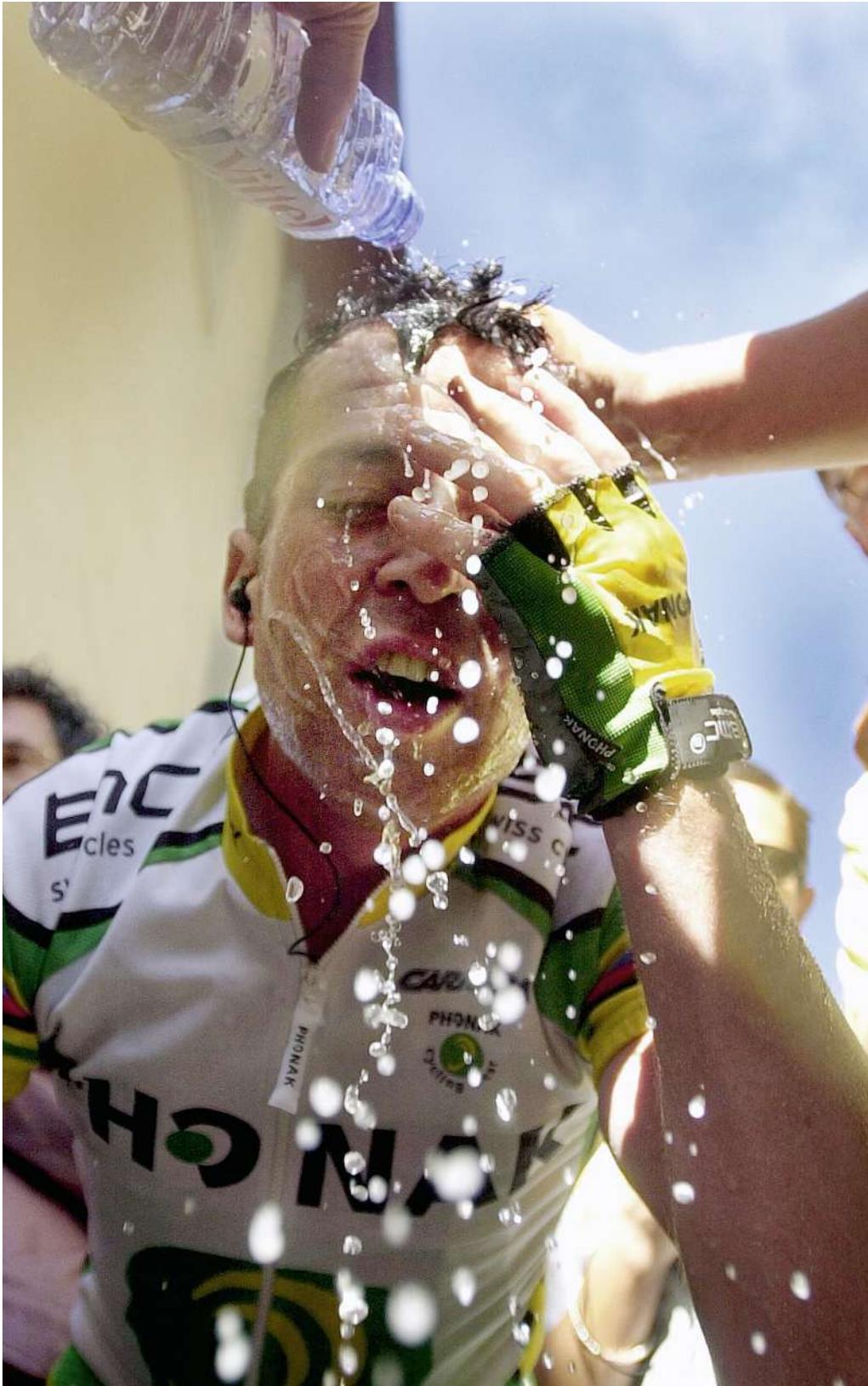
Dadurch kommt es zu Bluthochdruck und Diabetes Typ 2. In den Industrienationen sind Bluthochdruck und Diabetes inzwischen die häufigsten Ursachen für eine gestörte Nierenfunktion.

## Leben mit einer Niere

Im neuen NFS werden die regulatorischen Hauptfunktionen der Nieren in vier Modulen erforscht. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen erhalten dabei von vier Plattformen und Referenzzentren methodische und technische Unterstützung. Im Modul «Nährstoffe und Stoffwechsel» wird zum Beispiel untersucht, wie sich eine Abnahme der Nierenfunktion auf den Stoffwechsel auswirkt und ob die Homöostase im Körper mit einer Niere noch gleich gut funktioniert wie mit beiden. Ferner möchten die Forscher und Forscherinnen den Einfluss des metabolischen Syndroms auf die Nierenfunktion untersuchen und prüfen, ob eine eingeschränkte Nierenfunktion das Syndrom zusätzlich verstärkt. Personen mit einem metabolischen Syndrom leiden an einer Kombination aus bauchbetonter Fettleibigkeit, gestörter Glukoseverwertung aufgrund von Insulinresistenz, hohen Blutfettwerten und hohem Blutdruck. Die Forschung reicht dabei von Experimenten an Zellkulturen über Versuche an Mausmodellen bis zu klinischen Studien an Patienten.

Ein weiteres Modul widmet sich dem Thema Sauerstoff. Ein Mangel an Sauerstoff ist für gesundes Leben bedrohlich. Sensoren in der Niere messen deshalb ständig den Sauerstoffgehalt des Blutes und produzieren je nachdem mehr oder weniger Erythropoetin. Dieses Hormon ist für die Bildung der roten Blutkörperchen verantwortlich. Als Träger des Hämoglobins sind die roten Blutkörperchen für den Sauerstofftransport von den Lungenbläschen ins Gewebe verantwortlich. Im Rahmen des NFS möchte man nun herausfinden, ob diese Sauerstoffsensoren auch Schädigungen der Nieren und die Entstehung von Krebs beeinflussen können.

Im dritten Modul untersucht eine Forschergruppe, wie Säure- und Phosphatsensoren den Transport von Kalzium, Phosphat und Säuren in den Nieren regulieren. Durch das Modul «Säure und Mineralien» erhofft man sich weitere Informationen darüber, wie diese Sensoren die Nierensteinbildung und den Knochenbau, respektive die Entstehung von Osteoporose, beeinflus-



Gesunde Nieren halten auch bei sportlichen Höchstleistungen das Flüssigkeitsvolumen im Körper konstant.

sen. Im Modul «Wasser und Salz» wiederum geht es unter anderem um die Frage, wie eine Leberzirrhose die Nierenfunktion so verändert, dass sich Ödeme, das heisst Wassereinlagerungen im Gewebe, bilden.

### Blick auf den ganzen Körper

Die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung in die klinische Forschung ist ein wesentliches Anliegen des neuen NFS, ebenso die Nachwuchsförderung. So wird beispielsweise ein Nationales Doktoratsprogramm aufgebaut, um das fachübergreifende Denken sowie die ganzheitliche Betrachtung von Körperfunktionen und Krankheiten zu fördern. Zudem werden zwei neue Assistenzprofessuren an der Universität Zürich geschaffen, um erfolgreiche junge Nierenforscher zu fördern.

François Verrey empfindet grosse Genugtuung, dass mit den neuen NFS eine Disziplin übergreifende, das heisst integrative Nierenforschung möglich ist, ohne die Sicht auf Details zu vernachlässigen. «Es ist unbestritten, dass in den letzten Jahrzehnten viel nützliches Detailwissen entstanden ist, doch der Blick auf die Gesamtheit ging leider etwas verloren», sagt er. Verrey weiss aber nur allzu gut, dass es einfacher ist, Forschung am Detail zu betreiben, denn diese Resultate sind schneller zu erhalten, oft auch klarer und lassen sich meist auch einfacher publizieren. Ein nicht zu unterschätzender Faktor für eine erfolgreiche Forscherkarriere.

**Kontakt:** Prof. François Verrey, [verrey@access.uzh.ch](mailto:verrey@access.uzh.ch), Prof. Johannes Loffing, [johannes.loffing@anatom@uzh.ch](mailto:johannes.loffing@anatom@uzh.ch)

**Zusammenarbeit:** Modul Sauerstoff: Roland H. Wenger und Clemens Cohen, Physiologisches Institut, UZH, und Klinik für Nephrologie, USZ, [roland.wenger@access.uzh.ch](mailto:roland.wenger@access.uzh.ch), [clemens.cohen@access.uzh.ch](mailto:clemens.cohen@access.uzh.ch); Modul Nährstoffe und Stoffwechsel: François Verrey und Jean-Pierre Montani, Physiologisches Institut, UZH, und Département de Médecine/Physiologie, Fribourg, [verrey@access.uzh.ch](mailto:verrey@access.uzh.ch), [jean-pierre.montani@unifr.ch](mailto:jean-pierre.montani@unifr.ch); Modul Säure und Mineralien: Carsten A. Wagner und Jürg Biber, Physiologisches Institut, UZH, [wagnerca@access.uzh.ch](mailto:wagnerca@access.uzh.ch), [juergbiber@access.uzh.ch](mailto:juergbiber@access.uzh.ch); Modul Wasser und Salz: Eric Féraille, Felix Frey und Johannes Loffing, Service de Néphrologie, HUG, Universitätsklinik für Nephrologie und Hypertonie, Uni Bern, [eric.feraille@unige.ch](mailto:eric.feraille@unige.ch), [felix.frey@insel.ch](mailto:felix.frey@insel.ch), [johannes.loffing@anatom@uzh.ch](mailto:johannes.loffing@anatom@uzh.ch)

**Finanzierung:** Schweizerischer Nationalfonds, Universität Zürich

# Der Griff zum Glimmstängel

Die Zahl der Raucherinnen und Raucher in der Schweiz ist rückläufig, doch es rauchen wieder mehr Junge. Obwohl Rauchen heute nicht mehr cool ist, wie die Befragungen des Tabakmonitoring Schweiz zeigen. Von Regula Zehnder

Ueli B. ist ein starker Raucher. Für den 65-Jährigen ist Rauchen bis heute mit einer «Indianer-Romantik» verbunden. «Anfangen habe ich mit zwölf Jahren. Wir haben als Buben im Wald als Friedenspfeife Nielen geraucht.» Mit vierzehn stellte er auf Zigaretten um. Seitdem raucht er. Ans Aufhören hat er nie auch nur einen Gedanken verschwendet. «Sterben müssen wir alle», sagt er lakonisch.

Ueli B. gehört zu den 27 Prozent Rauchern, die es zurzeit in der Schweiz gibt. Vor zehn Jahren haben noch 33 Prozent geraucht, wie das Tabak-

monitoring Schweiz des Psychologischen Instituts für Sozial- und Gesundheitspsychologie der Universität Zürich aufzeigt. Seit Anfang 2001 erfasst das Tabakmonitoring unter der Leitung von Rainer Hornung im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) den Tabakkonsum der Schweizer Wohnbevölkerung. Für die Erhebung werden in jedem Quartal 2500 Interviews durchgeführt.

Seit 1997 geht die Zahl der Raucherinnen und Raucher in der Schweiz zurück und stagniert nun bei einem knappen Drittel. Worauf dieser Rückgang zurückzuführen ist, darüber können Rainer

Hornung, Professor für Sozialpsychologie an der Universität Zürich, und sein Team nur spekulieren: «Wahrscheinlich ist es ein ganzes Bündel von Massnahmen», sagt der Studienleiter. Da sind zum einen die verschiedenen Präventionskampagnen, andererseits die gross auf den Raucherwarenpackungen aufgedruckten schriftlichen und neu auch bildlichen Warnhinweise etwa mit Fotos von Raucherlungen. Da sind aber auch die Aufklärung an den Schulen, die Verteuerung der Zigaretten und die Rauchverbote.

## Hardcore-Raucher

Ueli B. raucht überall, wo er noch darf. Die generellen Rauchverbote sind für ihn schlicht undemokratisch. «Demokratisch wäre es, wenn jeder Gastwirt selber entscheiden könnte, wie er das Rauchen in seinem Lokal handhabt.» Beim Thema Rauchverbot kommt er so richtig in Fahrt: «Die Gesellschaft grenzt auf diese Weise Minderheiten aus», echauffiert er sich.



Trotz Präventionskampagnen und Verboten: Der Anteil der Raucherinnen und Raucher ist bei den 20- bis 24-Jährigen gestiegen.

Hornung und sein Team sehen das anders: «Die Schutzmassnahmen vor dem Passivrauchen wird auch zu einer geringeren Anzahl von Rauchern führen», ist Hornung überzeugt. Denn wenn im Kopf des Rauchers konditioniert ist: «Ich rauche nach dem Essen», so wird sich diese Konditionierung verändern. Je mehr solche Konditionierungsmöglichkeiten – «gutes Essen ist gleich Zigarette» oder «im Zug reisen bedeutet Rauchen» – getilgt werden, umso weniger werden die Menschen zur Zigarette greifen, meint Hornung. Wie Umfragen zeigen, wird auch zu Hause weniger geraucht. Offensichtlich stinkt auch den Raucherinnen und Rauchern der Qualm in den eigenen vier Wänden.

Die Forscher haben festgestellt, dass die stärksten Raucher zwischen 55 und 65 Jahre alt sind. Zwar rauchen in diesem Alter nur noch wenige. Aber wer in diesem Alter noch zum Glimmstängel greift, den kann man als Hardcore-Raucher bezeichnen. Das sind die starken Raucher, die täglich 20 oder mehr Zigaretten konsumieren und wie Ueli B. auf eine Raucherbiografie von mindestens 30 Jahren zurückblicken können.

Hornung und sein Team haben sich auch gefragt, wie die Zukunft der Rauchenden aussehen wird. Doch die Wissenschaftler können nur spekulieren: «Wir gehen davon aus, dass die überzeugten Raucher eine in sich geschlossene Gruppe bilden. Und eine geschlossene Gruppe hat immer auch etwas Exklusives. Sie könnte unheimlich attraktiv werden, vor allem für Nichtraucher», warnt Hornung. Das Stigma wird zum Geheimnis: So werden Raucherlounges oft edel ausgestattet und mutieren zu einer Art Geheimclubs mit Zutrittsbeschränkung.

### Meister des intellektuellen Selbstbetrugs

Michael S. (33) raucht ab und zu. «Eigentlich rauche ich fast nur dann, wenn Alkohol im Spiel ist. Das ist dann so, wie wenn ein Schalter gekippt wird», sagt er. Eine Schachtel Zigaretten reicht ihm schon mal mehrere Wochen, manchmal ist sie nach einem Wochenende weg. «Die Zigaretten, die ich rauche, rauche ich auch gerne. Schliesslich rauche ich ja nicht regelmässig», beruhigt er sich gleich selber. Michael S. ist gemäss Tabakmonitoring einer der typischen Gelegenheitsraucher. Diese haben häufig einen akademischen Hintergrund oder verfügen über eine höhere Schulbil-

dung. Gelegenheitsraucher sind Meister des intellektuellen Selbstbetrugs. Sie sehen sich nicht als richtige Raucher und haben – anders als die starken Raucher – nicht mit morgendlichem Auswurf oder schwerem Atem zu kämpfen. Auch die Joggingrunde kriegen sie meistens ohne Probleme hin. Hier gibt es allerdings einen Geschlechterunterschied: «Frauen mit höherer Bildung sind – zugespitzt gesagt – klug genug, gar nicht zu rauchen», sagt der Forscher, «rauchen sie trotzdem, sind sie clever genug, das rational zu begründen.»

Judith H. (42) hat jahrelang originelle Begründungen für jede Zigarette gefunden. Während zwei Schwangerschaften hat sie mit dem Rauchen aufgehört – und jedes Mal wieder angefangen. Nach der ersten Schwangerschaft beschloss sie, nur in den Ferien zu rauchen. Nach den Ferien rauchte sie wie vor der Schwangerschaft. Nach der zweiten Schwangerschaft nahm sie sich vor, sich nur noch zur Belohnung eine Zigarette zu gönnen. Waren die Belohnungen am Anfang noch auf Geburtstage oder berufliche Erfolge beschränkt, wurden die Zigaretten bald aus immer irrationalerem Anlass geraucht. Bis schliesslich ein sonniger Tag Grund genug war für einen Glimmstängel. Bald schon hatte die Sucht sie wieder fest im Griff. «Da ich tagsüber nicht rauchte, meldete sich beim Abendessen das Bedürfnis umso stärker. Irgendwann realisierte ich, dass das Rauchen mein Zusammensein mit den Kindern beeinträchtigte», erzählt Judith H. «Während die Kinder noch beim Essen waren, schlich ich mich auf den Balkon, um zu rauchen. Ich hielt es nicht länger aus.» Damit ist Schluss, seit acht Jahren ist Judith H. Exraucherin.

Frauen hören aus gesundheitlichen Gründen und wegen Schwangerschaften oft schon früher mit dem Rauchen auf als Männer. Nach dem 45. Altersjahr ist die Bereitschaft aufzuhören unabhängig vom Geschlecht höher. Ab diesem Alter nehmen die gesundheitlichen Probleme in der Bevölkerung zu. Noch keine gesundheitlichen Probleme haben die rauchenden Jugendlichen. Sie sind überzeugt, sofort mit dem Rauchen aufhören zu können. Das Gefährliche dabei ist: Je früher jemand mit dem Rauchen anfängt, umso schwieriger ist das Aufhören.

Lina L. (18) ist Kauffrau. Sie raucht seit anderthalb Jahren. «Im Moment rauche ich einfach. Aber

wenn ich wollte, dann könnte ich schon damit aufhören», ist sie überzeugt. So wie Lina L. geht es vielen Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Doch wie die Statistik zeigt, ist das mit dem Aufhören meist ein frommer Wunsch. Ab 16 Jahren rauchen die Jugendlichen deutlich mehr – es ist die Zeit des Übertritts ins Erwachsenenleben. Die Eltern mischen sich nicht mehr so häufig ein, und Zigaretten können legal gekauft werden. Auch das Ausgehverhalten ändert sich. Gemäss früheren Erhebungen hat die Zahl der Rauchenden unter 20 Jahren zugenommen. Das hat mittlerweile auch zu mehr Rauchern bei den 20 bis 24-Jährigen geführt. «Das zeigt deutlich, wie schwierig es ist, aufzuhören», unterstreicht Hornung.

### Lehrlinge rauchen mehr als Gymnasiasten

«Eigentlich gilt Rauchen unter Jugendlichen als nicht cool», gibt Lina L. zu. Das Image der Raucherinnen und Raucher hat sich tatsächlich geändert, das bestätigt auch das Monitoring. Raucher gelten längst nicht mehr als attraktiv oder erfolgreich. Die Forscher haben festgestellt, dass Jugendliche eher zu Rauchern werden, wenn das soziale Umfeld, ältere Geschwister oder ein Elternteil raucht. Noch höher ist die Wahrscheinlichkeit, wenn beide Elternteile rauchen. Bei Lina L. rauchen beide Eltern und der ältere Bruder.

«Das Gesundheitsverhalten ist auch abhängig von der sozialen Schicht», sagt Hornung. Und das Gesundheitsverhalten hat immer auch mit dem Bildungsniveau zu tun. Bildungsfernere Schichten sind weniger empfänglich für Gesundheitsinformationen. Deshalb erstaunt es kaum, dass mehr Lehrlinge als Gymnasiasten rauchen.

Für die Präventionsverantwortlichen ist es heikel, Rauchern gegenüber zu argumentieren, Rauchen mache süchtig. «Denn die Sucht liefert ein Argument, nicht aufhören zu müssen oder zu können», sagt Hornung. Trotz aller Prävention: Keine Volkswirtschaft will null Prozent Raucher, denn sie sind auch ein Wirtschaftsfaktor. Volkswirtschaftlich verträglich wären zwanzig Prozent Rauchende. Diese Zahl wird das Tabakmonitoring Schweiz wohl nicht mehr präsentieren können. Die Studie läuft Ende Jahr aus.

**Kontakt:** rainer.hornung@psychologie.uzh.ch, roger.keller@psychologie.uzh.ch, theda.radtke@psychologie.uzh.ch

**Finanzierung:** BAG, Tabakpräventionsfonds des Bundes

# Was uns die Toten erzählen

Auch wenn es etwas gruselig scheint: Die Forschung an Mumien verschafft der Medizin wertvolle Erkenntnisse über die Entwicklung von Krankheiten wie Malaria oder Grippe, sagt der Anatome Frank Rühli. Von Thomas Müller

Der Patient aus Lausanne hält mucksmäuschenstill – ideal für eine Untersuchung im Computertomographen (CT), wo Bewegungen im erzeugten Bild rasch eine störende Unschärfe bewirken und dadurch die Diagnosestellung erschweren. Ausgestreckt auf dem Rücken liegend wird der Körper behutsam kopfvoran in die kreisrunde Öffnung des Geräts geschoben. «Vorsicht», mahnt Frank Rühli, der im weissen Medizinerkittel den Vorgang überwacht. Leise schnurrt der CT vor sich hin. In der «Röhre» an der Universitätsklinik Balgrist ist eine Gegensprechanlage eingebaut. Auf deren Knopf wird der Patient garantiert nicht drücken; er ist seit vermutlich zwei- bis dreitausend Jahren tot. Die Diagnose einer Diskushernie oder eines Tumors im Schädel käme somit reichlich spät. Warum also hat der Direktor des Waadtländer Musée d'archéologie et d'histoire die ägyptische Mumie aus dem Sarkophag befreit und sie für den Untersuch zum Spezialisten nach Zürich geschickt?

## Mumifizierte Katze auf dem Estrich

Erstes Ziel ist es, grundlegende Fakten über die einbandagierte Gestalt zu gewinnen: Grösse oder Geschlecht zum Beispiel. Dann folgen Fragestellungen nach körperlichen Besonderheiten und der Todesursache. Das sei mehr als ein Gruselkabinett, spielt Frank Rühli auf ein verbreitetes Vorurteil an. Der 38-jährige Mediziner ist Co-Leiter des vom Nationalfonds unterstützten «Swiss Mummy Projects» und hat sich vor über zehn Jahren auf das interdisziplinäre Feld der Paläopathologie spezialisiert, der Lehre der Krankheiten vergangener Zeitepochen. Rühli und sein Team am Anatomischen Institut der Universität Zürich haben schon Dutzenden Leichen die Geheimnisse ihres Lebens und Sterbens entlockt. Darunter sind Berühmtheiten wie die 5300 Jahre alte Gletschermumie Ötzi, bei der 2006 der Nachweis gelang, dass die Verletzung durch eine Pfeil-

spitze zum Tod führte. Oder der sagenumwobene, vor 3333 Jahren gestorbene altägyptische König Tutanchamun. «Wir können heute», sagt Rühli, «von Mumien viel Wertvolles für das Verständnis von Krankheiten lernen.»

Eine Mumie zeichnet sich dadurch aus, dass sie aus mehr als dem blossen Skelett mit Zähnen besteht. Weil der Verwesungsprozess – hervorgerufen durch Enzyme, Bakterien und Insekten – gestoppt worden ist, bleiben Reste von Weichgewebe und Haaren erhalten. Darin schlummert eine Fülle von Informationen, etwa über Krankheiten wie Tuberkulose (TB). So arbeiten die Zürcher Forscher mit einer ausländischen Gruppe zusammen, die sich den Veränderungen der TB über die Jahrhunderte verschrieben hat. Erkenntnisse über frühere Mutationen der Erreger versprechen Hilfe bei der Entwicklung von Medikamenten. Denn in Asien und Russland treten immer häufiger neue Formen der Infektionskrankheit auf, gegen die vorhandene Wirkstoffe machtlos sind.

Derzeit laufen zudem Versuche, aus antikem Material ganze Viren oder zumindest Teile davon zu extrahieren. Testobjekt ist eine per Zufall auf einem Schweizer Estrich gefundene mumifizierte Katze. Gelingt das Vorhaben, macht die evolutionäre Medizin einen gewaltigen Schritt vorwärts. Statt in alten Büchern nachzulesen, wer wo an der Pest, Malaria oder Grippe starb, stünde vielleicht bald eine geballte Ladung erstklassiger Informationen zur Verfügung: Wie mutierten die Grippeviren über Jahrtausende? Für die Impfstoffherstellung sind derartige Erkenntnisse wesentlich. «Solche Extraktionen sind extrem schwierig», räumt Rühli ein, «wir planen, die nötigen Protokolle hoffentlich in Zukunft zu etablieren.»

Doch: Was darf ein Forscher mit einer Mumie überhaupt anstellen? Der CT-Untersuch der einbandagierten Gestalt aus Lausanne scheint unproblematisch – auch wenn der daraus resultie-

rende Befund alle Beteiligten vor den Kopf stossen wird. Im Innern der Maschine saust der eingebaute Röntgenstrahler um den Körper herum und nimmt scheinchenweise bei jeder Umrundung vierzig Querschnittbilder auf. Weder Würde noch Integrität werden dabei verletzt. «Berührend sind solche Momente dennoch, sie konfrontieren uns mit der Tragik des Todes», sinniert Frank Rühli.

## Grusel-Partys im 19. Jahrhundert

Früher war der Umgang mit Mumien ruppiger: Gem-tu-es, die Tochter eines Amun-Priesters, wurde 1948 in der Westschweiz eingäschert, nachdem ihr jemand einen Fuss abgerissen hatte – obwohl der Feuertod nach altägyptischer Vorstellung die Existenz im Jenseits verunmöglicht. Im 19. Jahrhundert luden finanzkräftige Herrschaften gerne zu gruseligen Partys, wo eine im regen Ägyptika-Handel erstandene Mumie ausgewickelt und entblösst bestaunt wurde. Pulver aus zermahlenden Mumien galt damals als Heilmittel, das zu einem langen Leben verhilft. Zerschneiden, verbrennen, zerbröseln: Bleibt die Ethik dabei auf der Strecke? Das wollen die Zürcher Forschenden verhindern. Mit einem jüngst im «Journal of Medical Ethics» publizierten Papier stossen sie erstmals eine weltweit vernachlässigte Debatte an.

Heutige Methoden sind minimal- oder nicht-invasiv. Endoskopie, konventionelles Röntgen oder die modernen bildgebenden Verfahren der Computer- und der Magnetresonanztomographie (MRI) gehören zu den modernen Werkzeugen der Paläopathologie. Die Zürcher forschen in diesem Bereich an der Weltspitze mit. Auch die Terrahertzstrahlung, die man seit einiger Zeit von so genannten Nacktscannern auf Flughäfen kennt, kommt zum Einsatz. Weil die Molekulardiagnostik in den vergangenen Jahren immer wichtiger geworden ist – selbst Tutanchamun musste sich einem Vaterschaftstest unterziehen – ist am Irchel Mitte 2009 eines der weltweit wenigen Labors entstanden, die speziell für die Arbeit mit den Mumien-Resten von Erbgutmolekülen geeignet sind, der so genannten ancient oder aDNA. Sie ist auch in Körpern auffindbar, die schon 5000 Jahre und länger tot sind. Die Arbeit mit aDNA gleicht dem Versuch, ein Puzzle zusammenzustellen. «Die DNA ist sehr fragmentiert, weil sie durch die



Entlockt Mumien die Geheimnisse ihres Lebens und Sterbens: der Anatom und Paläopathologe Frank Rühli (rechts im Bild).

Einflüsse von Zeit, Temperatur und Sauerstoff in kleine Stücke zerfällt», erläutert Nathalia Shved, die nun 2000 Jahre alte menschliche Gewebereste aus dem Iran untersuchen wird.

### Salzmumien aus dem Iran

Das derzeit wichtigste Projekt sind die Salzmumien aus dem Iran, bei dem die Schweizer unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit iranischen und deutschen Stellen zusammenarbeiten. Vor rund 2000 Jahren stürzte nordwestlich von Teheran ein Salzbergwerk ein, erst kürzlich wurden sechs zumindest teilweise mumifizierte Körper entdeckt, «ein sensationeller, weltweit einmaliger Fund», so Rühli, der bei

den Grabungen zuletzt selbst Hand angelegt hat. In den nächsten Wochen werden Proben zur Analyse in Zürich eintreffen.

Mittlerweile sind die CT-Scans an der Klinik Balgrist abgeschlossen. Schon kurz danach zeigt eine erste Analyse der Bilder das ernüchternde Resultat: Es handelt sich gar nicht um eine Mumie, die Bandagen sind leer. «Medizinisch ist das Objekt damit nicht mehr interessant», stellt Rühli fast ein bisschen enttäuscht fest. Den Ägyptologen hingegen stellen sich neue Fragen. Sassi man am Lausanner Musée d'archéologie et d'histoire einst einer von Ägyptika-Händlern angefertigten Fälschung auf? Oder handelt es sich um ein altägyptisches Falsifikat, zum Schutz der ech-

ten Mumie mit Absicht für Grabräuber hergestellt? Eine Altersbestimmung mittels Isotopenmessung wird diese Fragen klären.

**Kontakt:** PD Dr. Frank Rühli, frank.ruhli@anatom.uzh.ch

**Finanzierung:** SNF; Mäxi-Stiftung, Zürich; Stiftung Mercator Schweiz; Siemens Healthcare Systems Germany; Forschungskredit Universität Zürich; Winkelried-Fund Zürich, Helen-Bieber-Grant, Universität Zürich; Stiftung für Wissenschaftliche Forschung, Universität Zürich; Cogito Foundation, Wollerau; Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); Göhner Stiftung, Zug; G+B Schwyzer Stiftung

**Zusammenarbeit:** Dr. Thomas Böni (Balgrist, Co-Leitung Swiss Mummy Project); Institute for Mummies and the Iceman, Bozen; Adelaide University; American University, Kairo; Harvard University; RWTH Aachen; Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg; ETHZ; USZ.



DOSSIER

# Vorbild Natur

Die Wissenschaft hat bisher vor allem gelernt, die Natur nachzuahmen, sagt Molekularbiologe Michael Hengartner im Interview. Dieses Dossier zeigt, wie Forschende der Universität Zürich von der Natur lernen und zu welch überraschenden Ergebnissen sie dabei kommen. Das sind technologische Innovationen wie eine absolut Wasser abweisende Oberflächenbeschichtung, ein künstliches Auge, das Bewegungen sehen kann, ein artifizielles Ohr, das es Hörgeschädigten wieder erlauben könnte, Musik zu hören. Oder neue synthetische Impfstoffe und Medikamente, die sich an natürlichen Vorbildern orientieren. Am Artificial Intelligence Lab (AI Lab) wird der erste Roboter gebaut, der den Körperbau und die Bewegungen des Menschen imitiert.

Illustriert wird dieses Dossier mit Bildern, die Andri Pol am AI Lab gemacht hat. Die abgelichteten Mitglieder dieses Roboterzoo werden vom Leiter des AI Lab Rolf Pfeifer vorgestellt.

## 26 Nie mehr nass

Wie unsere Kleider sauber und trocken bleiben

## 28 Muskeln aus Gummi

Der Roboter ECCE bewegt sich fast wie ein Mensch

## 32 «Mit Gott liebäugeln»

Kann der Mensch bald künstliche Wesen schaffen?

## 38 Schafe im Wolfspelz

Mit synthetischen Molekülen können effektive Impfstoffe hergestellt werden

## 41 Schöner hören

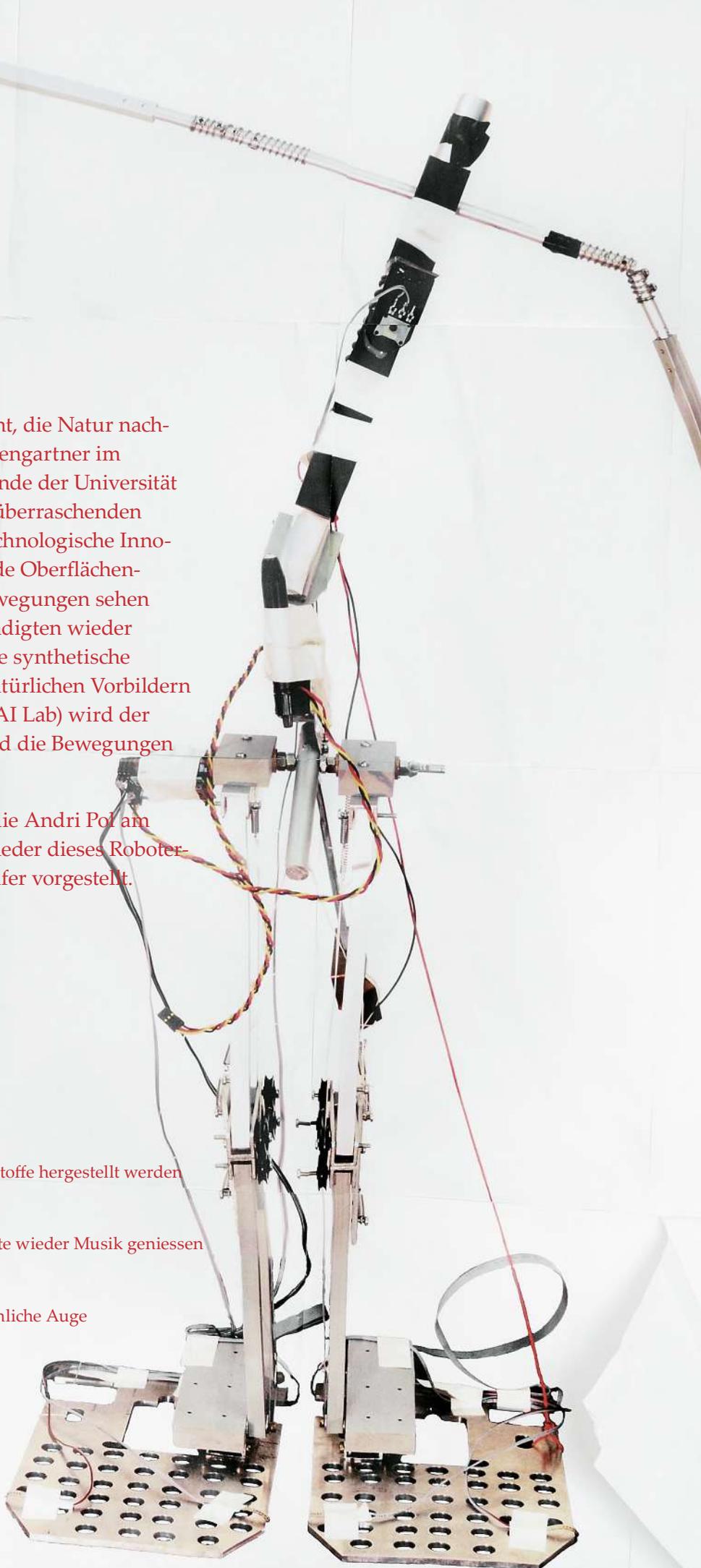
Dank einem künstlichen Ohr könnten Hörgeschädigte wieder Musik genießen

## 42 Im Dunkeln sehen

Ein intelligenter optischer Sensor imitiert das menschliche Auge

## 44 Das Apothekerkästchen der Natur

Bessere Medikamente dank natürlichen Wirkstoffen



# Nie mehr nass

Dank einer neu entwickelten Oberflächenbeschichtung können wir vielleicht schon bald mit trockenen Badehosen aus dem Swimming Pool steigen. Das Prinzip dahinter funktioniert ähnlich wie in der Natur. Von Roger Nickl

Die Natur ist ein grosses und unglaublich kreatives Experimentallabor. Über Jahrmillionen hinweg hat die Evolution unzählige Lösungen für Probleme hervorgebracht, die Lebewesen und Pflanzen in ihrer jeweiligen Umgebung zu bewältigen haben. Wenn beispielsweise die südamerikanische Sumpffjagdspinne in tropischen Flüssen nach Beute taucht, umgibt sie eine unter Wasser silbern schimmernde Schicht aus Luft. Das Luftpolster wirkt wie eine Sauerstoffflasche und ermöglicht es dem rund drei Zentimeter langen, braunen Tier, bis zu einer Stunde unter Wasser zu bleiben und nach Insekten, kleinen Fischen und Krebsen zu jagen. Aber nicht nur das: Krabbeln die Spinne nach einem Beutezug wieder aus dem Fluss, ist sie völlig trocken und kann sich ohne zusätzlichen Ballast weiter fortbewegen.

Grund für die Fähigkeiten der Sumpffjagdspinne ist der aus kleinen und kleinsten, Wasser abweisenden Härchen bestehende Pelz, der sie umgibt. Im dichten Gewirr dieser Härchen bilden

und Pflanzenwelt von grossem Nutzen. Sie sind auch für Menschen attraktiv, denkt man etwa an wetterfeste Kleider oder Baumaterialien. Deshalb sind Wissenschaft und Industrie schon längere Zeit damit beschäftigt, Verfahren zu entwickeln, wie Materialien mit einer super-wasserabweisenden Schicht überzogen werden könnten. Ein entscheidender Durchbruch ist nun Stefan Seeger von der Universität Zürich gelungen.

## Gestrüpp aus Nano-Filamenten

Der 48-jährige Wissenschaftler vom Institut für physikalische Chemie beschäftigt sich schon seit seiner Dissertation mit der chemischen Beschaffenheit von Oberflächen. Nun hat er gemeinsam mit seinen Mitarbeitenden eine Oberflächenbeschichtung entwickelt, die ähnlich funktioniert, wie die Vorbilder in der Natur. Das neue Verfahren basiert auf einer Polymerisationsreaktion von Siliziumverbindungen. Das Resultat dieser chemischen Reaktion ist ein dichtes Gestrüpp aus

dazu, ihre Oberfläche zu verkleinern und Kugelform anzunehmen. Liegen solche Wasserkugeln auf einer Oberfläche, wirken wiederum stärkere oder schwächere Adhäsionskräfte. Sie wirken der Oberflächenspannung entgegen und sind abhängig von der Grösse einer Kontaktfläche – je grösser die Fläche, desto stärker die Kraft. Ist die Adhäsionskraft gross genug, platzt die Wasserkugel und benetzt die Oberfläche. Genau dies verhindert aber die Beschichtung, die die Zürcher Chemiker entwickelt haben. Denn das Wasser liegt auf dem dichten Gestrüpp der winzigen Nano-Filamente auf. Die Kontaktfläche ist deshalb minimal, entsprechend klein sind die Adhäsionskräfte.

Hinzu kommt, dass Silikon an sich stark Wasser abweisend ist. Dies führt dazu, dass das Wasser mit dem Trägermaterial, beispielsweise einer Textilfaser, erst gar nicht in Berührung kommt. «Man kann sich einen Luftballon vorstellen, der auf eine Wiese trifft», beschreibt Stefan Seeger, «er kommt mit dem Boden nicht in Berührung, sondern liegt auf den Grashalmen, zwischen denen sich Luft befindet.» Neigt man eine mit dieser Nanostruktur überzogene Oberfläche leicht, bleiben die Wassertropfen nicht haften, sondern rollen einfach weg. Die Oberfläche ist wieder trocken – wie bei Sumpffjagdspinne und Lotusblatt.

## Einen Glückstreffer gelandet

Mit der Entwicklung des neuen Beschichtungsverfahrens hat Stefan Seeger einen Glückstreffer gelandet. Denn mit solch herausragenden Qualitäten ihrer Beschichtung hatten die Forscher zu Beginn ihres Projekts gar nicht gerechnet. «Wir erwarteten eine mehr oder weniger kompakte Silikonschicht», erzählt Seeger. «Dass auf behandelten Flächen Nano-Filamente wuchsen, die eine hoch wasserabweisende Wirkung hatten, war sehr überraschend.» Aufgrund dieses, wie Seeger sagt, «dramatischen» Befunds erhielt das Forschungsprojekt plötzlich eine völlig neue Dimension und eine ganz andere Dynamik. Das Potenzial der neuen Technologie für eine wirt-

---

*Wenn die südamerikanische Sumpffjagdspinne nach einem Beutezug aus dem Fluss krabbeln, ist sie völlig trocken.*

---

sich Hohlräume, die Luft aufnehmen können. Sie bilden eine eigentliche Schutzschicht und führen dazu, dass der Körper der Spinne erst gar nicht mit Wasser in Berührung kommt. Ähnliches kann man auch bei den Blättern der Lotusblume beobachten. Aufgrund von kleinsten, mit Wachs beschichteten Papillen perlen Wassertropfen auf einem Lotusblatt einfach ab, ohne es zu benetzen. Dabei nehmen sie gleich Schmutzpartikel auf der Blattoberfläche mit. Man spricht deshalb auch vom Lotuseffekt.

Stark Wasser und Schmutz abweisende Oberflächen und Materialien sind nicht nur in der Tier-

Nano-Filamenten – klitzekleinste fadenartige Silikon-Ausstülpungen, die auf einer behandelten Oberfläche wachsen. Sie haben einen ähnlichen Effekt wie die Behaarung der Sumpffjagdspinne und die Papillen des Lotusblattes: Trifft Wasser auf ein so beschichtetes Material, perlt es einfach ab. Die unter Wasser getauchte Badehose bleibt trocken und die mit Ketchup bekleckerte Krawatte sauber. Die rote Sasse läuft einfach ab, ohne Spuren zu hinterlassen.

Das Prinzip, das dahintersteckt, ist das gleiche wie in der Natur. Wasser hat eine grosse Oberflächenspannung: Wassertropfen neigen deshalb

schaftliche Verwertung lag auf der Hand. Zwar gibt es bereits heute stark wasserabweisende Textilien auf dem Markt. Sie bestehen jedoch meistens aus Fluorverbindungen, die umweltbelastend sind und deshalb ein schlechtes Image haben. Dagegen ist das Silikon, aus dem Seegers Schutzschicht besteht, gesundheitlich und ökologisch unbedenklich.

Ihre Entdeckung stellte die Forscher vor eine entscheidende Frage: Entweder konnten sie nun bis ins kleinste Detail analysieren, wie ihre Technik funktioniert – denn die Ausbildung von Nano-Filamenten wurde bisher noch bei keiner Polymerisationsreaktion beobachtet. Oder sie konnten untersuchen, wo das neue Beschichtungsverfahren überall praktisch anwendbar ist. Seeger und sein Team entschieden sich für den zweiten Weg. «Wir hätten problemlos fünf bis zehn Jahre Grundlagenforschung machen und viele schöne Erkenntnisse gewinnen können», betont der Chemiker, «aber wir wollten unseren Vorsprung für eine allfällige praktische Anwendung wahren.»

#### **Saubere Sonnenstoren, trockenes Glas**

Bei weiteren Tests im Labor zeigte sich dann, dass die Zürcher Chemiker mit ihrem Verfahren tatsächlich etwas ganz Besonderes in Händen halten. Sie stellten fest, dass sich ihre Beschichtung auf ganz unterschiedliche Materialien – Textilien und Holz genauso wie Metall und Glas – aufbringen lässt. Die Publikation dieser Forschungsergebnisse erregte weltweit grosse Aufmerksamkeit und führte zu einer Flut von Medienberichten. Diesen Frühling wurde seine super-wasserabweisende Beschichtung zudem an der Weltausstellung in Schanghai als eine der dreissig weltweit wichtigsten wissenschaftlichen und technischen Innovationen der letzten Jahre vorgestellt.

Nach den Journalisten klopfen die Unternehmen bei Stefan Seeger an. «Am Anfang haben sie uns mit Anfragen fast die Tür eingerannt», erzählt er. Bei vielen ist es bei dieser ersten Anfrage geblieben. Mit einigen Industriepartnern haben sich aber auch Kooperationen für eine Weiterentwicklung der Beschichtungstechnik ergeben. Denn von einer breiten kommerziellen Nutzung ist Seegers Verfahren noch weit entfernt. Was im Labor gut funktioniert, muss erst noch fit gemacht werden für die Anforderungen in der

harten Realität. Deshalb arbeiten die Forscher momentan in verschiedenen Bereichen an der Entwicklung von konkreten Anwendungen und Produkten. Sie untersuchen beispielsweise, wie feuchtigkeitsempfindliches Holz für Fassadenplatten, aber auch für Küchenmobiliar behandelt werden könnte.

Ebenfalls genauer unter die Lupe nehmen sie technische Textilien – etwa für Sonnenstoren, die schnell verschmutzen oder nass werden, vergisst man sie bei Regen einzuholen. Und sie entwickeln Verfahren, wie Glas beschichtet werden kann. Erste Produkte könnten hier bereits in diesem Jahr auf den Markt kommen: Flüssigkeit

---

*Stefan Seegers Zukunftstraum sind super-wasserabweisende Kleidungsstücke, die mit seiner Technologie veredelt wurden.*

---

abweisende Gefässe und Pipetten für die Life-Science-Forschung. Denn etwa beim Pipettieren bleiben oft unerwünschte Rückstände an den Glaswänden zurück. Seegers Oberflächenbeschichtung soll dies verhindern. «Das ist zwar ein vergleichsweise kleiner Markt», sagt der Forscher, «aber immerhin ist damit ein Anfang gemacht.»

#### **Härtetest in der Waschmaschine**

Stefan Seegers Zukunftstraum sind vor allem super-wasserabweisende Kleidungsstücke, die mit seiner Technologie veredelt wurden. Dazu sind noch einige entscheidende Schritte notwendig: Denn die Schutzschicht auf Jacken, Röcken und Hosen wird vor allem in der Waschmaschine stark belastet und muss entsprechend widerstandsfähig sein. Das ist sie aber noch nicht in genügendem Mass. Für die Wissenschaftler ist die Weiterentwicklung der mechanischen Stabilität ihrer Beschichtung deshalb die grösste Herausforderung. Im Moment sind sie damit beschäftigt, ihr Verfahren weiter zu optimieren und die Widerstandsfähigkeit ihrer Beschichtung zu erhöhen. «Immerhin sind wir heute, was die Stabilität, aber auch die Kosten anbelangt, bereits besser als vorhandene Technologien», räumt Seeger ein, «und – von uns behandelte Materialien bleiben im Wasser über eine viel längere Zeit trocken.» Künftig muss die Beschichtung ein Kleidungsstück aber idealerweise rund zwei Jahre

lang vor Wasser und Schmutz optimal schützen – auch nach dem x-ten Waschgang.

Sollten die Forscher am Institut für physikalische Chemie schliesslich auch das Problem der mechanischen Belastbarkeit befriedigend gelöst haben, ist damit noch lange nicht garantiert, dass ihre Beschichtung auch ein wirtschaftlicher Erfolg wird. Denn soll es kommerziell genutzt werden, muss das Verfahren für die Massenproduktion tauglich sein und in bestehende Produktionsanlagen integrierbar sein. Es sollen ja nicht nur fünf Jacken damit behandelt werden, sondern Millionen von Quadratmetern Stoff. Und letztlich muss das Ganze auch kostengünstig sein: Eine

Beschichtung, die dreimal teurer ist als die Jacke, die sie veredelt, ist kommerziell unbrauchbar. «Wenn man an der Hochschule forscht, weiss man am Anfang oft viel zu wenig über die Anforderungen und Bedürfnisse der Industrie», sagt Seeger. «In solchen Dingen lerne ich jeden Tag dazu.»

Und so ist Stefan Seeger nicht nur Wissenschaftler, sondern er ist im Laufe des Projekts selbst ein Stück weit Unternehmer geworden. Mittlerweile haben die Forscher mit Unterstützung der universitären Technologietransferstelle Unictetra eine Lizenzverwertungsgesellschaft gegründet, die eine Brücke zwischen Universität und Wirtschaft schlagen soll. Die Gründung eines produzierenden Unternehmens ist aber nicht geplant. «Gerade im Textilbereich sind die Kosten unglaublich hoch», gibt Seeger zu bedenken. «Wir versuchen eher, unser Wissen zu vermarkten.» Auf diesem Weg hofft der Forscher, das Potenzial seiner neuen Technologie optimal auszuschöpfen. Damit wir in Zukunft – ähnlich wie die Sumpfschnecke – mit trockenen Badeanzügen aus dem Swimming Pool steigen und der hartnäckige Novemberregen an unseren Regenschirmen abperlt wie auf einem Lotusblatt.

**Kontakt:** Prof. Stefan Seeger, sseeger@pci.uzh.ch

# Muskeln aus Gummi

Er wird weder Autos bauen noch Wohnungen putzen. Als erster anthropomimetischer Roboter soll ECCE vielmehr menschähnliche Bewegungen ausführen und einfache Handlungen erlernen können. Von Michael T. Ganz.

Für sein zartes Alter von fünf Jahren ist ECCE schon weit in der Welt herumgekommen – Sussex, Schanghai, Singapur. Dabei hat ECCE gar keine Beine und nur ein einziges Auge. Tritt er nicht gerade an einem internationalen Robotik-kongress auf, steht ECCE im Artificial Intelligence Lab (AI Lab) der Universität Zürich auf seinem Rollgestell und empfängt mitunter Besuch. Die erste Begegnung mit dem Roboter lässt einen allerdings erschauern. Denn ECCE ähnelt mehr einem menschlichen Skelett als einem jener blechnen Gesellen, wie wir sie aus Science-Fiction-Streifen kennen.

«Sehen Sie das Schultergelenk?», sagt Postdoc Hugo Marques und bewegt den aus Thermoplastik geformten Oberarmknochen des Roboters in alle Richtungen. «Da gibt es keine rigide Struktur, da ist nichts fixiert, genau wie beim Menschen.» Spannungsgummis aus dem Fahrradbedarf und Drachenschnur vom Spielzeughändler halten die Körperteile zusammen. Marques bedient Tasten, sirrend spannt ein Schraubenziehermotor die künstlichen Muskeln und Sehnen. ECCE hebt den Arm zum Gruss.

## Die Hardware ist die Software

Das Geheimnis von ECCE heisst Compliance, Nachgiebigkeit, Geschmeidigkeit, Elastizität. Während bei humanoiden Robotern wie etwa Hondas berühmtem Asimo eine Unzahl von Motoren die starren Glieder in fest vorgegebener Weise bewegen, sind Arme, Hände und Finger von ECCE fast so beweglich wie jene des Menschen. Da gibt es keine klar definierten Achsen oder Zahnräder, ECCE lässt seine Glieder genauso locker hängen wie wir. «Unser Problem ist nur, dass sich solche Gliedmassen sehr schwer steuern lassen», sagt Hugo Marques. Der klassische Ansatz mit mathematisch errechenbaren Bewegungsabläufen, wie er in der Industrierobotik

oder bei humanoiden Robotern wie Asimo durchaus erfolgreich genutzt wird, ist für einen anthropomimetischen Roboter wie ECCE unbrauchbar. «Dieser Ansatz funktioniert deshalb nicht, weil wir beim anthropomimetischen Roboter kaum zwischen Hardware und Software unterscheiden können», sagt Marques' Forscherkollege Max Lungarella, während ECCE seinen Arm wieder sinken lässt. «In der Natur lassen sich Objekt und Kontrolle ja auch nicht voneinander trennen.»

Marques und Lungarella suchen deshalb nach neuen sowohl mechanischen als auch regeltechnischen Strategien, um den Roboter zu steuern. Das ist ihr nächstes Etappenziel. Sie lassen sich dabei vom menschlichen Körper inspirieren. Welche Prinzipien liegen menschlichen Bewegungen zugrunde? Wie lassen sich diese Prinzipien so

---

*«ECCE muss lernen, was jedes Baby und jeder heranwachsende Mensch auch lernt: mit seinem Körper umzugehen.»* Rolf Pfeifer, Artificial-Intelligence-Forscher

---

abstrahieren, dass die Nachahmung menschlicher Bewegung möglich wird? Eine grobe Abstraktion wird ECCE immer bleiben, da sind sich die Forscher einig. «Nehmen Sie nur schon mal den menschlichen Muskel», gibt Hugo Marques zu bedenken. «Er besteht aus Hunderten von winzigen Fasern, schnellen und langsamen, und jede dieser Fasern wird vom Körper einzeln aktiviert. Bei ECCE machen wird das mit einem Gummi und einem Motor.»

Über etwas müsse man sich im Klaren sein, ECCE sei kein menschlicher Körper und werde nie einer sein, sagt Rolf Pfeifer, Professor für Computerwissenschaften am Institut für Informatik der Universität Zürich, Vater des AI Lab und internationale Koryphäe auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz. «Auch wenn wir mit

ECCE versuchen, das menschliche Bewegungssystem nachzuahmen, ist das, was wir realisieren können, immer noch weit vom Original entfernt.»

## Eine Kaffeetasse an den Mund führen

Es geht Rolf Pfeifer und seinen Postdocs Marques und Lungarella auch gar nicht darum, Frankenstein zu spielen. Sie wollen keinen künstlichen Menschen erschaffen. «Für mich ist der Weg das Ziel», sagt Pfeifer. Mit Hilfe von ECCE wollen er und sein Team mehr über die Intelligenz und die Lernfähigkeit des Menschen erfahren. Pfeifer will den Roboter dazu bringen, selbständig einfache Handlungen einzustudieren. Zum Beispiel eine Kaffeetasse zu erkennen, sie zu ergreifen und an den – nicht vorhandenen – Mund zu führen. Mehr nicht. Doch auch das ist schon viel, denn bislang gibt es über solche Lernvorgänge nur wenig Information.

Ein Industrieroboter muss nicht lernen. Seine Stärke liegt darin, möglichst rasch und präzise eine vorgegebene Handlung auszuführen; das ist

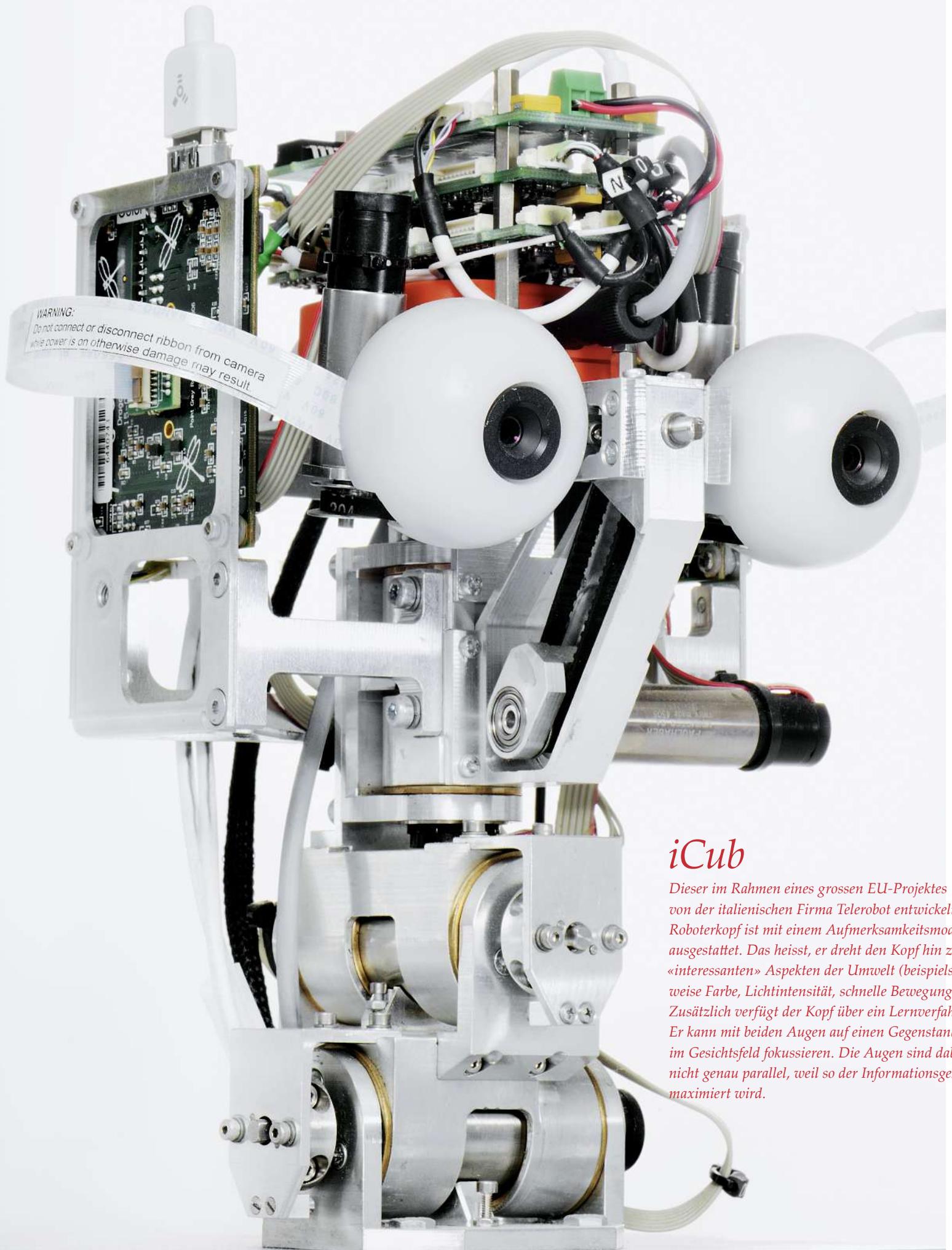
plan- und deshalb auch programmierbar. Die Natur indes kennt solche Handlungen nicht; hier sind andere Fähigkeiten gefragt. Nicht umsonst hat die Evolution Systeme hervorgebracht, die mit ungeplanten und immer wieder wechselnden Situationen umzugehen wissen. «In der realen Welt bewegen wir uns in Menschenmengen, weichen Autos aus. Wir sind ständig am Reagieren», sagt Pfeifer. Solches Verhalten ist nicht voraus-sagbar und deshalb zu komplex, um sich jemals mathematisch programmieren zu lassen.

Es lässt sich aber lernen. Das Prinzip klingt einfach: In der Interaktion mit seiner Umwelt sammelt der Roboter Erfahrungen und erwirbt dabei das nötige Knowhow für aktive und reaktive Handlungen. Die Umsetzung ist etwas komplizierter. Denn dazu braucht es Systeme, die



## ECCE

*Im Gegensatz zu andern humanoiden Robotern wird bei ECCE (Embodied Cognition in a Compliantly Engineered Robot) nicht nur die äussere menschliche Form abgebildet, sondern auch die innere Struktur, die Knochen, Gelenke, Muskeln und Sehnen. Aufgrund der enormen Komplexität, der vielen Freiheitsgrade, der Elastizität und Beweglichkeit von ECCE ist eine direkte Programmierung nicht mehr möglich: Der Roboter muss die Bewegungskoordination selbst lernen.*



## *iCub*

*Dieser im Rahmen eines grossen EU-Projektes von der italienischen Firma Telerobot entwickelte Roboterkopf ist mit einem Aufmerksamkeitsmodell ausgestattet. Das heisst, er dreht den Kopf hin zu «interessanten» Aspekten der Umwelt (beispielsweise Farbe, Lichtintensität, schnelle Bewegung). Zusätzlich verfügt der Kopf über ein Lernverfahren. Er kann mit beiden Augen auf einen Gegenstand im Gesichtsfeld fokussieren. Die Augen sind dabei nicht genau parallel, weil so der Informationsgehalt maximiert wird.*

Erfahrungen auswerten und Knowhow speichern können – zum Beispiel künstliche neuronale Netze. Solche Netze existieren bereits ansatzweise in Form von komplexen Computerprogrammen und sind dem menschlichen Gehirn nachempfunden. Sie ermöglichen es, auf Compliance beruhende Bewegungen zu kontrollieren.

Pfeifer beschreibt es am Beispiel der Kaffeetasse. Durch sein Videoauge sieht ECCE das Objekt auf dem Tisch stehen. Ungelenk tastet er mit seiner Hand danach. Vorerst verfehlt er die Tasse, stösst dann mehrmals daran, um sie schliesslich mit seinen Fingern zu berühren, zu umschliessen und hochzuheben. Zukunftsmusik freilich, denn so weit ist ECCE noch nicht ganz. Doch Pfeifers

kommen. Denn auch der Mensch nutzt den Schwung, die Compliance seines Körpers, um Bewegungen möglichst elegant und Kräfte sparend ausführen zu können – ganz im Gegensatz zum Blechroboter, der in seiner Steifheit nur mit enormer Rechenleistung und unverhältnismässigem Energieaufwand funktioniert.

Bis ECCE die Kaffeetasse heben kann, braucht er allerdings noch etwas mehr Ausrüstung. Sensoren an seinen Fingern müssen ihm mitteilen, wie gross und schwer das Objekt und ob dessen Oberfläche weich oder hart ist. Nur so wird es ihm gelingen, die Bewegung des Tassenhebens behutsam auszuführen. «Wir nennen diesen Ansatz bio-inspired», erklärt Pfeifer – von der Natur

kommt die Zürcher Robotikforschung nun auch vom Bund: Für die kommenden vier – und möglicherweise für acht weitere – Jahre finanziert der Schweizerische Nationalfonds ein entsprechendes Kompetenzzentrum, das die Universität Zürich gemeinsam mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne leiten wird. Ziel des Nationalfonds-Projekts ist es, Möglichkeiten eines Zusammenlebens mit humanoiden Robotern auszuloten.

Werden uns Roboter wie ECCE dereinst im Alltag begleiten? Rolf Pfeifer bleibt vorsichtig. «Wir interagieren schon heute sehr gut mit Maschinen, denken Sie nur an Computer und Auto. Und schon heute gibt es für viele Tätigkeiten Maschinen, die viel schneller, genauer und billiger arbeiten als wir.» Der Mensch, so Pfeifer, könne vieles, aber nichts wirklich gut. «Deshalb frage ich mich, ob sich anthropomimetische Roboter wie ECCE, die auch vieles, aber nichts wirklich gut können, wirtschaftlich jemals durchsetzen werden.» Pfeifer lässt die Frage im Raum stehen. Dass Roboter wie ECCE wiederum als helfende Spezialisten Gutes tun könnten, davon ist Pfeifer überzeugt. Beispielsweise als Prothesen im Gesundheitsbereich. Oder als dritte Hände beim Bau komplexer Geräte. «Solche Anwendungen verlangen Compliance. Eine gute Prothese etwa müsste lernfähig sein und sich menschähnlich bewegen», meint Pfeifer.

Etwas unheimlich ist so ein künstlicher Geselle wie ECCE aber schon. Ein kurzes Video im Internet zeigt ihn in Aktion; um seinen fleischlosen Oberkörper zu bedecken, trägt der Roboter ein T-Shirt, was ihn erschreckend menschlich macht. «Man muss aufpassen, dass man da nicht seine Gefühle hineinprojiziert», sagt Pfeifer. Selbst er ist dagegen nicht gefeit. «Wenn mich ECCE mit seinem beweglichen Videoauge anschaut und all meinen Bewegungen folgt, dann ist mir das fast etwas peinlich», sagt der Mann, der sich seit Jahrzehnten unter Robotern bewegt.

---

*«Wenn mich ECCE mit seinem Videoauge anschaut und meinen Bewegungen folgt, ist mir das fast etwas peinlich.» Rolf Pfeifer, Artificial-Intelligence-Forscher*

---

Vision erklärt den Lernvorgang: Ergeben Zufallshandlungen ein positives Resultat (Kaffeetasse greifen), werden die Verbindungen zwischen den Bewegungen im neuronalen Netz gestärkt. Auf diese Art erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass ECCE die erfolgreiche Handlung wiederholt.

#### **Lernen wie ein Kleinkind**

Die Lernmethode für kluge Roboter basiert auf einer siebzig Jahre alten Theorie des russischen Biomechanikers und Physiologen Nikolai Bernstein. Bernstein fragte sich damals, wie der Mensch seinen Körper trotz der unendlich vielen Freiheitsgrade überhaupt beherrschen und steuern kann. Seine Lösung: Wir frieren, was unsere Bewegungsmöglichkeiten betrifft, einen grossen Teil der Freiheitsgrade ein, machen also von vornherein nur einen Bruchteil aller möglichen Bewegungen. «Und genau das wollen wir auch auf ECCE übertragen», sagt Rolf Pfeifer. ECCE soll lernen, nur jene Handlungen zu vollziehen, die zu einem Resultat führen – genau wie ein heranwachsendes Kleinkind.

ECCE mit seinen Plastikknochen, Gummimuskeln und Schnursehnen ist dabei nur Mittel zum Zweck. Pfeifers grosse Herausforderung wird es sein, den anthropomimetischen Roboter mit neuronalen Netzen zu verbinden, die mit einem Minimum an Steuerung und Energie aus-

inspiriert. «ECCE muss lernen, was jedes Baby und jeder heranwachsende Mensch auch lernt: mit seinem Körper richtig umzugehen.»

Die Verbindung von Intelligenz und Körper ist für die AI-Wissenschaft nicht neu. Bereits in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts stellte Rodney Brooks, damals Robotiker am Massachusetts Institute of Technology (MIT), die mehrheitlich auf elektronischer Rechenleistung basierende Intelligenzforschung auf den Kopf. «Elefanten spielen nicht Schach», betitelte Brooks einen Aufsatz, in dem er postulierte, Intelligenz brauche einen Körper. Denn intelligent sei nur, wer mit seiner realen Umwelt interagieren könne; gemäss Brooks ist ein Schachcomputer also weit weniger klug als ein Elefant, der im Dschungel zu überleben weiss. Von da an hiess das Motto der Robotiker «embodiment». Oder anders gesagt: ohne Körper kein Hirn. Das Eccerobot-Projekt ist die bislang wohl konsequenteste Anwendung des «embodiment»-Prinzips.

#### **Roboter im T-Shirt**

Die Erforschung der künstlichen Lernfähigkeit ist der Hauptbeitrag von Pfeifers AI Lab zum Eccerobot-Projekt; neben der Universität Zürich sind auch die Universitäten von Belgrad, München und Sussex daran beteiligt, bezahlt wird das Unternehmen aus EU-Geldern. Stärkung be-

**Kontakt:** Prof. Rolf Pfeifer, pfeifer@ifi.uzh.ch

# «Mit Gott liebäugeln»

Synthetische Biologen versuchen, im Labor künstliche Organismen zu designen, und rühren so an fundamentale Fragen. Mit dem Biologen Michael Hengartner und dem Theologen Hans Weder sprachen Roger Nickl und Thomas Gull

*Herr Hengartner, Herr Weder, einem Team um den Genforscher und Synthetischen Biologen Craig Venter ist es in diesem Jahr gelungen, ein künstliches Genom in ein Bakterium einzusetzen. Damit wurde erstmals ein künstlicher Organismus erzeugt. Wie bedeutend ist dieser Schritt für die Wissenschaft, aber auch für die Gesellschaft?*

Michael Hengartner: Venter ist ein technisch interessanter Schritt gelungen. Das Ereignis wurde in den Medien aber aufgebauscht. Wir wissen schon länger, dass man mit Maschinen grössere DNA-Abschnitte synthetisieren kann. Ganze Vireng Genome wurden auf diese Weise schon hergestellt. Ebenfalls nicht neu ist die Erkenntnis, dass

man DNA in ein Bakterium einschleusen kann – das weiss man bereits seit den 1970er-Jahren. Damals wurde auch das erste künstliche DNA-Molekül, die rekombinante DNA, synthetisiert. Venter hat nun einfach ein sehr grosses Stück künstliche DNA in eine Zelle transferiert, die kein eigenes Erbgut mehr hatte. Das Gefäss hat diese DNA aufgenommen und dann, wie erwartet, damit begonnen, sie zu vervielfältigen.

*Also keine Sensation?*

Hengartner: Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen sicher nicht. Es war zu erwarten, dass das Unterfangen gelingen würde.

Hans Weder: Ich rechnete auch damit, dass Venters Vorhaben gelingen würde. Ich kann mir aber gut vorstellen, weshalb das Ereignis eine solche Aufmerksamkeit auf sich zog. Der Mensch ist hier in einem merkwürdigen Zwiespalt: Einerseits liebäugelt er immer damit, Gott zu spielen; andererseits hat er zugleich Angst vor seinen eigenen Möglichkeiten. Nüchtern betrachtet hat Venter bestehende Technologie angewendet. In seinem Experiment spielt immer noch ein Exemplar der Natur mit anderen natürlichen Dingen zusammen. Venters Bakterium ist nicht aus der natürlichen Ordnung herausgefallen.

*Die Gilde der Synthetischen Biologen, der auch Craig Venter angehört, hat sich zum Ziel gesetzt, im Labor neue Lebensformen mit spezifischen Eigenschaften zu designen. Ist das einfach eine Weiterführung der Biotechnologie mit anderen Mitteln, oder eröffnen sich da ganz neue Möglichkeiten?*

Hengartner: Die meisten Synthetischen Biologen sehen sich wohl in der Tradition der Gentechnologie, die sie weiterführen. Statt einem Gen will man nun einen ganzen biosynthetischen Weg in einen Organismus einpflanzen, um so eine neue Form von Stoffwechsel zu erzeugen. Damit verknüpft sind Hoffnungen auf interessante Anwendungen dieser künstlichen Organismen – etwa der Abbau von Öl oder die Produktion von Brennstoffen.

Weder: Solche Anwendungen könnten tatsächlich interessant sein. Ein Hauptproblem der biotechnologischen Verfahren ist aber die fehlende gesellschaftliche Akzeptanz. Das sieht man bereits bei der Gentechnologie, die bei vielen Menschen auf Ablehnung stösst. Das ist problematisch: In Afrika wird zum Beispiel gentechnologisch veränderter Mais geächtet, obwohl damit das Leben von Tausenden gerettet werden könnte. Die emotionale und kulturelle Entwicklung des Menschen scheint mit seinen technischen Möglichkeiten nicht Schritt zu halten. Die Gen- aber auch die Nanotechnologie wecken riesige Widerstände, die heute überhaupt nicht bearbeitet werden.

---

*«Die emotionale und kulturelle Entwicklung des Menschen scheint mit seinen technischen Möglichkeiten nicht Schritt zu halten.» Hans Weder, Theologe*

---





*«Künstliches Leben zu schaffen, das keine Kopie von jetzigem Leben ist, wird auch in Zukunft nicht möglich sein.»* Michael Hengartner, Molekularbiologe

*Wird es der Synthetischen Biologie in der Zukunft gelingen, künstliches Leben im Labor zu erschaffen?*

Hengartner: Zuerst muss man definieren, was neues Leben ist. Wenn man darunter eine neue DNA-Sequenz oder eine bislang noch nicht existente Genkombination versteht, dann kreieren wir – wenn auch unbewusst – seit Jahrtausenden neues Leben. Bewusst tun wir es seit den 1970er-Jahren. Künstliches Leben zu schaffen, das keine Kopie von jetzigem Leben ist, wird der Synthetischen Biologie aber auch in Zukunft nicht möglich sein. Wir verfügen zwar über einen Baukasten mit bekannten biologischen Elementen, die wir neu zusammensetzen können. Um ganz neues Leben zu schaffen, bräuchten wir allerdings einen ganz neuen Baukasten, der aus Komponenten besteht, die nicht bereits natürlich vorhanden sind. Davon sind wir Jahrhunderte entfernt. Bisher haben wir vor allem gelernt, die Natur nachzuahmen.

*Sie haben den Forschungserfolg von Craig Venter relativiert. «Nature» hat das Ereignis etwas höher*

*gehängt als Sie. Die Wissenschaftszeitschrift schrieb: «Erstmals hat Gott Konkurrenz bekommen.» Auch eine Übertreibung?*

Weder: Da wird es noch komplizierter, weil man nicht nur definieren muss, was Leben, sondern auch, was Gott ist. Wenn man mit dem Begriff «Gott» so etwas wie Kreativität meint, so hatte der Mensch immer schon eine gewisse Gottähnlichkeit. Denn er ist in einem bestimmten Rahmen zur Kreativität fähig. Aber es gibt einen grundlegenden Unterschied: Denn das traditionelle Gottesprädikat ist nicht einfach Kreativität, sondern Kreativität, die aus dem Nichts schafft. Beim Gottesgedanken geht es vielmehr um die grundlegende Frage, wieso überhaupt etwas ist und nicht vielmehr nichts. Die Frage, wie und warum Leben überhaupt entstanden ist, ist ja auch heute noch weitgehend ungeklärt. Man weiss einfach, dass es so ist.

*Die Kreativität des Menschen schafft Artefakte. Die Frage ist nun, ob Synthetische Biologen etwas anderes machen, als beispielsweise eine Brücke zu bauen oder ein Buch zu schreiben.*

Hengartner: Die Arbeit der Synthetischen Biologen unterscheidet sich vom Bau einer Brücke, aber nicht vom Kreuzen zweier Hundarten, um eine neue Hundart zu erhalten.

*Die Synthetische Biologie ist der jüngste Spross in der biologischen Forschung. Was bringt diese neue Entwicklung?*

Hengartner: Wir suchen in der Biologie die Regeln, nach denen der menschliche Körper funktioniert. Der Mensch ist aus Elementen des Baukastens der Natur zusammengesetzt. Doch welchen Regeln gehorchen diese Elemente? Und wieso funktioniert dieser Baukasten so gut? Darüber wissen wir heute noch sehr wenig. Entsprechend wissen wir auch wenig darüber, was im Körper schief läuft, wenn wir erkranken. Und was man dagegen tun kann. Ich erhoffe mir, dass wir via Synthetische Biologie mehr darüber erfahren, wie die Expression von Genen reguliert werden kann. Die Synthetische Biologie wäre dann eine Art Reverse Engineering, um herauszufinden, wie die Elemente des Baukastens, aus dem wir bestehen, zusammenspielen und funktionieren.

*Wie beurteilen Sie das technische Potenzial der Synthetischen Biologie?*

Hengartner: Je mehr Elemente man kennt und in diesem biologischen Baukasten zur Verfügung hat, desto mehr kann man natürlich damit machen. Worüber wir noch viel zu wenig wissen, ist,

### Zu den Personen

*Michael Hengartner (44) ist Professor für Molekularbiologie und Dekan der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der UZH. Seine Forschungsgruppe untersucht grundlegende biologische Prozesse, insbesondere den programmierten Zelltod, beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*.*

*Hans Weder (63) ist Professor ad personam für Neues Testament an der Theologischen Fakultät der UZH. Seine Forschungsschwerpunkte sind Gleichnisse und metaphorische Sprache der Religion, neutestamentliche Hermeneutik und Theologie, Theologie und Naturwissenschaften.*



zu welchen Eigenschaften die Kombination verschiedener Elemente führt.

*Die Synthetische Biologie steckt zwar noch in den Kinderschuhen. Aber es stellt sich auch hier wie bei der Atom- oder der Gentechnologie die Frage nach Grenzen und Regulierungen. Braucht es bereits jetzt gesetzliche Richtlinien?*

Weder: Die Frage nach den Grenzen finde ich grundsätzlich schon sehr wichtig. Heute versucht man aber oft, bereits Grenzen zu setzen, bevor die Dinge zu Ende gedacht wurden. Das finde ich problematisch. Das Denken sollte zuerst einmal frei stattfinden. Seriöse Forscher werden von sich aus den Punkt erkennen, über den hinaus aus Vernunftgründen nicht gegangen werden sollte. Dazu braucht es keine Regulierungen.

Hengartner: Ich erlebe den gesellschaftlichen Umgang mit potenziellen Gefahren als sehr ambivalent. Bezüglich neuer Gefahrenpotenziale, mögen sie auch noch so klein sein, leben wir heute in einer Nulltoleranz-Gesellschaft. Mit der Gefahr etwa des Autofahrens scheinen wir im Gegensatz dazu viel weniger Probleme zu haben,

obwohl täglich unzählige Menschen weltweit im Strassenverkehr sterben. Menschen haben grosse Mühe, mit ganz kleinen Gefahrenpotenzialen zu leben, sie können diese nicht relativieren.

*Welche Konsequenzen ziehen Sie aus dieser Feststellung?*

Hengartner: Mir ist es ein Anliegen, dass die Menschen verstehen, worum es in der Biologie und in der Wissenschaft ganz allgemein geht.

*Der Gedanke, dass man im Zusammenhang mit der Synthetischen Biologie sofort an Regulierung denkt, ist eine Art Reflex. Er widerspiegelt ein fundamentales Misstrauen dem wissenschaftlichen Fortschritt gegenüber, das heute viele hegen. Gibt es einen Weg, dieses Misstrauen abzubauen?*

Weder: Das kann man nur erreichen, wenn in der Gesellschaft eine Kultur der Selbstreflexion gepflegt wird. Spätestens seit der Mitte des letzten Jahrhunderts hat sich eine grosse Skepsis dem

---

*«Ängste sind immer auch Signale. Sie weisen darauf hin, dass der Mensch eben auch abgründige Fähigkeiten hat.» Hans Weder, Theologe*

---

Das ist eine grosse Herausforderung für eine Demokratie: Unsere Welt wird immer komplizierter, und die Entscheide, die wir treffen müssen, setzen immer mehr Wissen voraus. Wenn wir den Stimmbürgern weiterhin aufbürden, solche Entscheide zu treffen, müssen wir auch dafür sorgen, dass sie über das notwendige Wissen verfügen, um vernünftig und nicht durch Angst beeinflusst entscheiden zu können.

Fortschritt und dem Wissenschaftsglauben gegenüber etabliert. Das halte ich ein Stück weit für gesund – gerade wenn man an die naive Fortschrittseuphorie des 19. Jahrhunderts denkt. Ich möchte in diesem Zusammenhang aber auch an die mittelalterliche Einsicht erinnern: «Abusus non tollit usum», der Missbrauch hebt den Gebrauch nicht auf. Will man heute einen Missbrauch bekämpfen, verbietet man in der Regel

den Gebrauch. Und natürlich ist es so: Wenn man den Gebrauch verbietet, findet auch kein Missbrauch mehr statt. Gleichzeitig verliert man damit aber auch einen möglichen Gewinn. Darüber müsste man intensiver nachdenken.

*Synthetische Biologen sind weit davon entfernt, im Labor Leben zu schaffen. Dennoch weckt diese Forschungsrichtung alte Fantasien und Ängste. Zu denken ist etwa an Dr. Frankenstein, der im gleichnamigen Roman von Mary Shelley einen Furcht erregenden künstlichen Menschen erschafft. Wie berechtigt sind solche Ängste?*

Weder: Ängste sind immer auch Signale. Sie weisen darauf hin, dass der Mensch eben auch abgründige Fähigkeiten hat. Er ist das einzige Lebewesen, das nicht nur sich selbst, sondern gleich seine ganze Biosphäre vernichten kann. Zudem es ist ja durchaus sinnvoll, skeptisch ge-

---

*«Forscher werden die moralischen Grenzen selber erkennen und nicht überschreiten.» Michael Hengartner, Molekularbiologe*

---

genüber einem menschlichen Verhalten zu sein, das sich in der Welt um jeden Preis breitmachen will und sich gegen die Natur stellt. Das heutige Verständnis von Freiheit ist, dass jeder machen kann, was er will. In der Stoa bedeutete Freiheit etwas ganz anderes. Frei ist, wer in Harmonie mit der Natur lebt. Das sollten wir heute vielleicht wieder vermehrt bedenken.

Hengartner: Ich finde auch, dass man bestehende Ängste ernst nehmen muss. Gefahren können total imaginär sein, die Angst ist dagegen immer real. Wenn man diese Ängste kleinmachen will, hat man auch keinen Respekt vor dem Gegenüber. Wir Wissenschaftler müssen versuchen, durch direkten Kontakt und die Vermittlung von Wissen Vertrauen zu schaffen und Ängste abzubauen.

*Die Synthetische Biologie konfrontiert uns mit fundamentalen Fragen: Was ist Leben? Und wie ist es entstanden? Fragen, bei denen Wissenschaft und Religion unweigerlich aufeinanderstossen. Es geht auch darum, ob die Naturwissenschaft die alleinige Hoheit über die Welterklärung für sich*

*beansprucht oder ob noch Raum bleibt für etwas Göttliches. Wie sehen Sie das?*

Weder: Die religiöse Wahrnehmung der Welt würde ich nicht auf den Begriff der Erklärung bringen. Die Wissenschaften versehen uns mit Vorstellungen über die Welt. Bei der Religion geht es aber darum, eine Einstellung zur Welt zu gewinnen. Religion versucht zudem Respekt einzubringen, nicht nur vor den anderen Menschen, sondern auch vor dem Leben. Das hat immer miteinander zu tun und schliesst sich nicht gegenseitig aus. In der Theologie spielt der Begriff «Leben» eine ganz wichtige Rolle. Ich kann ihn als Theologe nicht einfach gebrauchen, ohne mich darüber zu informieren, was Biologen heute darunter verstehen.

Hengartner: Ich gehe mit Herrn Weder einig. Wenn jemand Herzprobleme hat, dann sollte er zum Arzt gehen. Für Fragen der Seele ist aber die Religion zuständig. Was ist der Zweck des Le-

bens? Und weshalb sind wir überhaupt hier? Auf solche grundsätzlichen Fragen haben die Naturwissenschaften auch heute keine Antworten.

*Versuchen wir in die Zukunft zu blicken: Wird die Synthetische Biologie unser Verständnis dessen, was Leben ist, verändern?*

Hengartner: Nein, das denke ich nicht.

*Wo liegen die Grenzen der Synthetischen Biologie – werden sie durch das technisch Machbare definiert oder durch ethisch motivierte Verbote?*

Hengartner: Wenn es Verbote geben wird, so werden sie politisch motiviert sein. Ich bin davon überzeugt, dass die Forscher selber die moralischen Grenzen erkennen und nicht überschreiten werden.

*Es bestehen erhebliche Zweifel, dass sich alle daran halten.*

Hengartner: Das Problem ist, dass es für verschiedene Menschen verschiedene Limiten gibt. Es gibt Leute, die sagen, die Wissenschaft hat die Grenzen schon vor dreissig Jahren überschritten.

*Wo ist denn diese Grenze aus Ihrer Sicht?*

Hengartner: Wenn man auf rein synthetischem Weg ein Lebewesen kreieren würde, das unnötig Schmerzen verspürt – möglicherweise weil unser eigenes Wissen so bruchstückhaft ist –, dann wäre diese Grenze sicher überschritten. Diese Grenze existiert aber nicht nur in der Synthetischen Biologie – auch bei herkömmlichen Züchtungen gilt dieses Gebot.

*Herr Weder, darf man denn so optimistisch sein und annehmen, dass Wissenschaftler die Grenzen ihres Tuns selber erkennen?*

Weder: Ja, ich sehe bis zum Beweis des Gegenteils keine andere Lösung. Es gibt vielleicht einzelne Wissenschaftler, die destruktiv handeln würden und die man entsprechend mit Sanktionen im Zaum halten muss. Letztlich ist das Setzen von ethischen Grenzen eine Sache der Verständigung. Es existiert niemand, der bereits weiss, wo die Grenzlinie verläuft. Sie kann nur innerhalb einer wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion definiert werden. Dem Denken, das immer besser verstehen will, sollten aber grundsätzlich keine Grenzen gesetzt werden – in dieser Hinsicht betrachte ich die Forschungsfreiheit als absolut.

*Herr Hengartner, Herr Weder, wir danken Ihnen für das Gespräch*

## Synthetische Biologie

Die Synthetische Biologie gilt als jüngster Zweig der biologischen Forschung. Vertreter des Fachs im Grenzbereich von Biologie, organischer Chemie, Ingenieurwissenschaften und Informatik versuchen, künstliche Moleküle, Zellen und Organismen mit neuen Eigenschaften zu designen. Die Forscher hoffen, dadurch mehr über die biologischen Prozesse, die dem Leben zugrunde liegen, zu erfahren. Die Synthetische Biologie arbeitet auch daran, technologisch verwertbare Organismen zu schaffen. So experimentiert der Genforscher Craig Venter mit Algen, die aus Sonnenlicht und Kohlendioxid Brennstoffe herstellen sollen. Der Ölkonzern Exxon Mobil hat bereits mehrere hundert Millionen Dollar in das Projekt investiert.



## *Dumbo, Bendy, Mini- Stumpy*

*Mit den drei Robotern Dumbo (links), Bendy und Mini-Stumpy (rechts unten) wird die Rolle von morphologischen Eigenschaften (Form) und Materialeigenschaften bei der Fortbewegung untersucht. Obwohl diese Roboter weder Menschen noch Tieren sehr ähnlich sehen, sind ihre Funktionsprinzipien biologisch.*



# Schafe im Wolfspelz

John Robinson geht bei der Entwicklung von Impfstoffen neue Wege: Mit künstlichen Molekülen will er den Körper vor gefährlichen Krankheiten schützen – und die Nachteile herkömmlicher Impfstoffe überwinden. Von Felix Würsten

Als der englische Arzt Edward Jenner im Jahr 1796 begann, Menschen mit dem Kuhpockenvirus zu infizieren, um sie so vor einer Ansteckung mit Pocken zu schützen, wusste er noch nicht, dass er damit den Grundstein für eine medizinische Erfolgsgeschichte legen würde. Seit Jenners Entdeckung gelang es nach und nach, mit Hilfe von Impfstoffen eine ganze Reihe von weiteren schweren Krankheiten in den Griff zu bekommen. Wenn die medizinische Forschung heute nach weiteren Impfstoffen für neue Krankheiten sucht, arbeitet sie in den meisten Fällen immer noch mit dem genau gleichen Ansatz, den Jenner vor mehr als 200 Jahren unbewusst anwendete: Den Patienten werden abgeschwächte Krankheitserreger injiziert, die das körpereigene Immunsystem aktivieren. Dieses entwickelt in der Folge Antikörper und Abwehrzellen, die dann bei einer Infektion mit dem eigentlichen Erreger eine Erkrankung verhindern.

## Den Körper täuschen

So eindrucklich die Erfolge dieser Impfstoffe auch sind, so hat die Verwendung von abgeschwächten Viren und Bakterien als Impfstoffe doch stets auch gewisse Nachteile. So werden beispielsweise bei jeder Impfung Antikörper gebildet, die für den Schutz gegen die Krankheit eigentlich gar nicht nötig wären. Diese überflüssigen Antikörper können unter Umständen Nebenwirkungen verursachen. Immer wieder gibt es bei der Herstellung der Impfstoffe auch unerwartete Komplikationen. So hat beispielsweise die US-Arzneimittelbehörde FDA im März dieses Jahres empfohlen, den Rotavirus-Impfstoff Rotarix vorerst nicht mehr anzuwenden, weil darin Spuren eines fremden Virus nachgewiesen werden konnten.

Genau wegen dieser Nachteile sucht John Robinson, Professor für organische Chemie an der Universität Zürich, nach einem neuen Ansatz,

um Impfstoffe herzustellen. Seine Grundidee ist es, anstelle von Viren und Bakterien kleine synthetische Bausteine als Impfstoffe zu verwenden. Dabei orientiert sich der Forscher bewusst an der Art und Weise, wie der Körper auf Krankheitserreger reagiert. Dieser erkennt gefährliche Eindringlinge, weil es auf der Oberfläche der Krankheitserreger bestimmte Moleküle (so genannt Pathogen-assoziierte molekulare Muster) gibt, die dem Immunsystem signalisieren, dass es aktiv werden muss. Andere Moleküle auf der Oberfläche der Erreger werden von diesen beispielsweise benötigt, um in die Zellen des infizierten Menschen einzudringen. Gelingt es dem Immunsystem, diese Moleküle durch Immunzellen oder Antikörper zu blockieren, können sich die Erreger nicht mehr weiter ausbreiten – die Erkrankung kann abgewendet werden.

Robinson versucht nun, künstliche Partikel zu bauen, die auf ihrer Oberfläche die genau gleichen Molekülfragmente – Epitope genannt – aufweisen wie die entsprechenden Viren. Sie sind eine Art Schafe im Wolfspelz: Denn die an sich harmlosen Partikel täuschen dem Körper da-

her Nebenwirkungen gerechnet werden, da diese künstlichen Impfstoffe keinen ganzen Erreger enthalten, sondern aus medizinisch völlig unbedenklichen Bausteinen zusammengesetzt sind.

Die Schwierigkeit besteht nun darin, dass das Imitieren der natürlichen Epitope sehr kompliziert ist. Die nachgebauten Epitope müssen nämlich nicht nur aus den gleichen Bausteinen bestehen wie ihre Vorbilder, sondern auch die gleiche räumliche Struktur aufweisen. Doch gerade darin besteht die Crux: Kleine Proteinfragmente zum Beispiel nehmen als synthetische Peptide in Lösung eine ganz andere Struktur an, als wenn sie in einem natürlichen Protein eingebunden sind. Doch wenn diese Proteinfragmente eben eine andere Struktur haben, werden die künstlichen Impfstoffe vom Immunsystem nicht mehr als das wahrgenommen, was sie darstellen sollten, sondern eben als das, was sie tatsächlich sind: harmlose Moleküle, die nicht abgewehrt werden müssen.

## Synthetischer Impfstoff gegen Malaria

Die Aufgabe, die entscheidenden Epitope synthetisch nachzubilden, ist von Erreger zu Erreger unterschiedlich anspruchsvoll. Das Grippevirus zum Beispiel braucht eine sehr komplexe Bindungsstelle, um in die Körperzellen einzudringen. «Eine solche Struktur nachzubauen, ist heute schlicht unmöglich», hält Robinson fest. «Von

---

*Künstliche Impfstoffe sind aus medizinisch unbedenklichen Bausteinen zusammengesetzt, deshalb ist mit weniger Nebenwirkungen zu rechnen.*

---

durch vor, sie seien Krankheitserreger, die bekämpft werden müssten. Damit lösen sie eine Immunreaktion aus und zwingen den Körper, ein Abwehrdispositiv aufzubauen, das er bei einer späteren Infektion mit dem richtigen Krankheitserreger einsetzen kann. Im Gegensatz zu abgeschwächten Viren oder Bakterien haben diese synthetischen Impfstoffe den grossen Vorteil, dass sie zielgerichteter wirken. Zudem muss bei einer Anwendung mit weniger unerwünsch-

daher bietet es sich nicht an, mit diesem Erreger anzufangen. Andere Krankheitserreger hingegen verfügen über einfacher gebaute Epitope, die eher Aussicht auf Erfolg versprechen.»

Tatsächlich kann Robinsons Gruppe heute bei der Herstellung von synthetischen Impfstoffen erste Erfolge vermelden. So gelang es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, einen synthetischen Träger zu entwickeln, der im Kern aus kleinen Eiweissketten und Fettmolekülen

aufgebaut ist. Diese Ketten gruppieren sich aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften selbstständig zu sternförmigen, virusähnlichen Nanopartikeln, die an einen Seeigel erinnern. Auf den Spitzen der Stacheln sind die Epitope angebracht, die den Körper zu einer Immunreaktion verführen sollen. Der Vorteil dieser Struktur ist, dass die künstlichen Epitope räumlich ähnlich angeordnet sind wie ihre Vorbilder auf den entsprechenden Krankheitserregern. Dadurch lässt sich der Körper zu einer Immunreaktion überlisten.

Ein weiterer Vorteil der synthetischen Impfstoffe ist, dass die einzelnen Komponenten gleichsweise einfach ausgetauscht werden können. «Wir nutzen gezielt die Möglichkeiten der modernen Chemie», erklärt Robinson. «In absehbarer Zeit werden wir Impfstoffe auf die gleich sichere Weise herstellen wie normale Medikamente.» Dass es sich dabei nicht um irgendeine ferne Zukunftsvision handelt, zeigt sich daran, dass die Forschungsarbeiten von Robinsons Gruppe inzwischen von einer Spin-off-Firma

rauszusagen, an welchen Stellen sie mit anderen Substanzen reagieren könnten.» Der Chemiker ist überzeugt, dass es noch Jahrzehnte an intensiver Forschungsarbeit brauchen wird, bis diese Frage zuverlässig beantwortet werden kann.

Wenn man heute ein synthetisches Molekül bauen will, das gezielt bestimmte Reaktionen zwischen Proteinen beeinflusst, braucht man daher einen vernünftigen Ausgangspunkt. Will man beispielsweise ein Enzym mit einem künstlichen Inhibitor blockieren, gibt das Substrat, das mit diesem Enzym umgesetzt wird, erste Hinweise, wo die Reaktion genau stattfindet und wie das synthetische Molekül aussehen müsste. Auch die Epitope auf Viren und Bakterien sind mögliche Ansatzpunkte, um massgeschneiderte Substanzen zu entwerfen.

Synthetische Moleküle, wie sie Robinson mit seiner Gruppe entwickelt, eignen sich jedoch nicht nur zur Herstellung von Impfstoffen, sondern können auch als Medikamente eingesetzt werden. So haben die Zürcher Forscher beispiels-

weise sich der Ansatz in der klinischen Praxis durchsetzen, wäre dies ein grosser Erfolg: Pseudomonas-Bakterien, die in der Alltagswelt weit verbreitet und im Normalfall völlig ungefährlich sind, stellen die Spitäler vor zunehmende Probleme, haben diese Bakterien doch gegen die klassischen Antibiotika inzwischen Resistenzen entwickelt. Für die Patienten sind sie daher eine ernsthafte Bedrohung, können Infektionen mit diesen Bakterien doch kaum noch behandelt werden.

### Segen für Krebspatienten

Bereits wesentlich weiter fortgeschritten ist die Entwicklung eines so genannten CXCR4-Inhibitors, der auf einem ähnlichen Ansatz beruht. Hinter dem sperrigen Namen verbirgt sich eine synthetisch hergestellte Substanz, die das Rezeptorprotein CXCR4 blockiert. Dieses spielt in vielen Zellen des Blutsystems eine wichtige Rolle und reguliert unter anderem die Freisetzung von Blutzustammzellen. Gleichzeitig ist es aber auch bei der Bildung von Metastasen bei Krebspatienten und bei der Entstehung von Entzündungen involviert.

Zusammen mit der Firma Polyphor hat Robinsons Gruppe nun einen Ansatz entwickelt, der insbesondere für Krebspatienten ein Segen sein könnte: Diesen Patienten werden vor der Chemo- oder Strahlentherapie Stammzellen entnommen, die nachher wieder zugeführt werden. Um die Stammzellen zu gewinnen, kommt bisher ein sehr aufwändiges Verfahren zur Anwendung, das von den Patienten einen mehrtägigen Spitalaufenthalt erfordert. Der neue CXCR4-Inhibitor bewirkt nun, dass die Stammzellen schneller aus ihren Reservoiren herausgelöst werden und deshalb einfacher gewonnen werden können. Dadurch können die Patienten viel früher wieder aus dem Spital entlassen werden. Gegenwärtig finden die klinischen Versuche der Phase II zu diesem Medikament statt.

CXCR4 sei ein wahnsinnig interessantes Forschungsobjekt, erklärt Robinson mit Stolz. «Als wir vor ungefähr acht Jahren begannen, mit diesem Rezeptorprotein zu arbeiten, hätten wir nie gedacht, dass mit dieser Verbindung eine so breite Palette an möglichen Anwendungen verknüpft ist. Aber manchmal braucht man eben auch etwas Glück in der Forschung.»

**Kontakt:** Prof. John A. Robinson, [robinson@oci.uzh.ch](mailto:robinson@oci.uzh.ch)

---

*«In absehbarer Zeit werden wir synthetische Impfstoffe auf gleich sichere Weise herstellen wie normale Medikamente.» John Robinson, Chemiker*

---

weitergeführt werden. Die Firma Virometix ist zurzeit daran, synthetische Impfstoffe gegen Malaria und Streptokokken-Infektionen zu entwickeln, die auf genau diesem Ansatz basieren.

### Künstliche Antibiotika entwickelt

«Die grundlegende Frage unserer Forschung ist, wie Proteine mit anderen Proteinen reagieren», erläutert Robinson. «Wir haben erst sehr vage Vorstellungen, wie das wirklich funktioniert.» Eine zentrale Herausforderung ist zum Beispiel herauszufinden, wie Proteine andere Proteine erkennen und wo sie miteinander in Kontakt treten. Es geht also darum, die chemisch-physikalische Basis der Protein-Protein-Erkennung zu verstehen. Um beispielsweise eine Wechselwirkung zwischen zwei Proteinen zu blockieren, reicht es nicht, die Kristallstruktur dieser Proteine zu kennen, hält Robinson fest. «Die Kristallstruktur ist wie ein Standbild eines Films. Doch Proteine sind nicht starr, sie verändern laufend ihre Form. Das macht es für uns so schwierig vo-

weise synthetische Moleküle entwickelt, die eine neuartige antibakterielle Wirkung zeigen. Ähnliche antibakterielle Substanzen kommen auch in Tieren vor und schützen zum Beispiel deren Schleimhäute vor Infektionen. Robinson konnte nun einen unerwarteten Erfolg verbuchen: Mit dieser natürlichen Substanz als Vorbild gelang es ihm, in Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen der Universität Zürich und der Start-up-Firma Polyphor, eine neue Klasse von Antibiotika zu schaffen, die auf einem ganz anderen Wirkungsmechanismus basiert als die herkömmlichen Antibiotika.

Dank ihrer speziellen Molekülstruktur können diese neuen Wirkstoffe an Proteine binden, die für gewisse Bakterien lebenswichtig sind. Die Proteine befinden sich auf der Oberfläche von Pseudomonas-Bakterien und werden von diesen für den Aufbau der äusseren Zellmembran benötigt. Werden diese Proteine durch das synthetische Molekül blockiert, können sie ihre Funktion nicht mehr erfüllen – das Bakterium stirbt. Sollte



## *Tribolons*

*Im Projekt «Scalable self-assembling robots» geht es um spontane Strukturbildung, also um Selbstorganisation und Emergenz. Welche Strukturen gebildet werden, hängt von vielen Faktoren ab – insbesondere von Form und Materialeigenschaften. Die im Bild gezeigten Tribolons, Robotermodule mit einem Durchmesser von zirka 3 bis 4 cm, können zu Strukturen zusammengebaut werden, die unterschiedliche elektronische Schaltungen darstellen.*

# Schöner hören

Der Neuroinformatiker Ruedi Stoop hat nichts weniger als das Geheimnis des Hörens gelüftet. Die Lösung hat er – dank genauer Beobachtung der Biologie – in einer mathematischen Gleichung gefunden. Von Theo von Däniken

2003, eine Festveranstaltung in der Hamburger St. Michaeliskirche: Kurz vor dem Festkonzert verlässt der deutsche Alt-Kanzler und grosse Musikliebhaber Helmut Schmidt die Kirche. «Es ist ein grosser Schmerz meines Alters, dass ich nach weitgehendem Verlust des Gehörs Musik nicht mehr vernehmen kann», begründet er seinen Rückzug. Schmidt, selber ein hoch begabter Pianist, hat zwar ein Hörgerät, aber Musik oder Gespräche von mehreren Personen nehme er nur als Krach wahr. Der Alt-Kanzler rückte damit in die Schlagzeilen, was für hörgeschädigte Menschen Alltag ist: Was Hörgeräte oder Implantate als Signal an das Hirn schi-

lagernder Geräusche bewusst einzelne zu verfolgen und herauszuhören.» «Cocktail-Party-Effekt» nennen die Forschenden diese Fähigkeit der Cochlea zum aktiven Hinhören. Doch nicht nur das: Die Cochlea kann zur Schärfung des Klangbildes sogar Töne erzeugen, die im ursprünglichen Klangsignal gar nicht vorhanden sind.

Lange Zeit war nicht klar, wie diese aktive Signalverstärkung und -erzeugung in der Cochlea funktioniert. Dass Stoop dieses Rätsel gelöst hat, ist einer glücklichen Fügung zu verdanken. Als Doktorand und Postdoc beschäftigte er sich mathematisch mit nichtlinearer Dynamik und Bifur-

damit das System richtig beschrieben hatten», sagte Stoop. Als Mathematiker begeisterte ihn die Erkenntnis, einen so komplexen und bisher unverstandenen Vorgang mit einer letztlich einfachen mathematischen Gleichung ausdrücken zu können. Doch als Physiker wollte er den Beweis führen, dass seine Berechnung richtig war: «Erst wenn man es bauen und durch Messungen verifizieren kann, hat man es verstanden.»

## Implantate für Hörgeschädigte

Stoop baute mit weiteren Mitarbeitern eine Reihe von elektronischen Hopf-Verstärkern, die – genau wie die Haarzellen in der Cochlea – miteinander verbunden sind und von denen jeder einen bestimmten Frequenzbereich abdeckt. Sie lieferten ihm den Beweis, dass er den Hörprozess wirklich verstanden hat: «Wir können mit unserer Cochlea alle Messungen reproduzieren, die in der Biophysik an Tieren gemacht werden», erklärt er. Viel mehr noch: Stoops Cochlea kann wie eine biologische Cochlea gezielt hinhören. In einem kürzlich durchgeführten Experiment konnte die Cochlea eine Trompetenstimme von einer Geige unterscheiden und mitverfolgen.

Stoops noch tischgrosse Cochlea könnte auf die Grösse eines Daumennagels verkleinert und Menschen mit Hörschwächen implantiert werden. Sie würde ein Signal an das Hirn senden, das weitestgehend dem natürlichen Signal entspricht. Über die Auswertung neuronaler Impulse kann es sogar vom Hirn aktiv modelliert werden. Die künstliche Cochlea zu verkleinern, sei kein Problem, so Stoop. Schwieriger ist, sie mit dem Nervensystem zu verbinden. «Dazu benötigt es besonders dünne und biegsame Elektroden sowie Chirurgen, die die Elektroden auf den Mikrometer genau platzieren können.» Beides sei heute möglich, sagt der Neuroinformatiker. Er hofft, im nächsten Jahr einen Versuch mit einem Implantat machen zu können. Das der Natur entlockte mathematische Geheimnis könnte künftig Menschen wie Helmut Schmidt helfen, die Schönheit der Musik wieder zu geniessen.

**Kontakt:** Ruedi Stoop, ruedi@ini.phys.ethz.ch

---

*Wieder Musik hören: Ruedi Stoops künstliches Ohr kann eine Trompetenstimme von einer Geige unterscheiden.*

---

cken, gleicht in keiner Weise dem klar strukturierten Klangbild, das ein gesundes Ohr wahrnimmt. Vielmehr ist es ein undifferenzierter Klangteppich, der als «Krach» empfunden wird.

## Der Cocktail-Party-Effekt

Die Lösung für Helmut Schmidts Problem liegt auf einem Tisch des Physikers und Mathematikers Ruedi Stoop in seinem Büro an der Universität Zürich: eine künstliche Hörschnecke oder Cochlea aus Dutzenden von grünen Leiterplatten mit Widerständen, Kondensatoren, Drähten und Chips. Das Besondere daran: Stoops Cochlea «hört» genau so, wie eine biologische Cochlea dies auch tut. Denn die natürliche Cochlea ist kein passives Organ, das lediglich Schallwellen aufnimmt und sie als Nervensignale an das Hirn weiterleitet. «Die Cochlea verstärkt bestimmte Signale und kann andere unterdrücken», erläutert Stoop. «Dies ermöglicht uns, aus einem wirren Gemenge unterschiedlicher, sich über-

kationstheorien. Bifurkationen beschreiben die Übergänge eines Systems von stabilen in un stabile Zustände. Vor rund zehn Jahren erwähnte ein Paper die Möglichkeit, dass die Art und Weise, wie die Schwingungen in der Cochlea verstärkt oder unterdrückt werden, mit einer spezifischen Bifurkationsgleichung, der so genannten Hopf-Bifurkation, beschrieben werden könnte. «Aufgrund meiner früheren Arbeiten habe ich verstanden, dass hier eine Erklärung für das Funktionieren der Cochlea liegen könnte», erinnert sich Stoop.

Stoop begann daraufhin mit einem Doktoranden, die Effekte in der Cochlea mathematisch zu modellieren. Dazu wollte er zuerst verstehen, was in einer biologischen Cochlea physiologisch genau passiert. Also studierten sie, wie die Cochlea aufgebaut ist, wie die Haarzellen funktionieren, wie sie miteinander gekoppelt sind und welche molekularen Prozesse ablaufen. All das packten Stoop und seine Mitarbeiter in eine Differentialgleichung. «Wir waren überzeugt, dass wir

# Im Dunkeln sehen

Die Neuroinformatiker Patrick Lichtsteiner und Tobi Delbrück haben einen intelligenten optischen Sensor entwickelt, der Eigenschaften des Auges nachahmt. Damit lässt sich etwa der Verkehrsfluss besser regeln. Von Thomas Gull

Patrick Lichtsteiner sitzt vor seinem Laptop. Auf dem Bildschirm tauchen aus dem grauen Hintergrund die Umrisse von Autos auf. Sie kommen näher, werden grösser und verschwinden wieder. Was der junge Physiker vorführt, ist eine Anwendung von smart eye. Das smarte Auge ist ein «intelligenter optischer Sensor», der vom Austrian Institute of Technology (AIT) entwickelt wurde und nun für verschiedene Anwendungen

«Es kann einerseits sehr schnell auf sich zeitlich verändernde Reize reagieren und andererseits sehr langsam oder gar nicht auf stationäre Stimuli.» Die Reaktionsmuster sind mit bestimmten Zellen verbunden, die in verschiedenen Regionen der Retina angesiedelt sind. Die langsamen Zellen erlauben es uns, Farben und Formen zu sehen. Die schnellen ermöglichen, Hindernisse zu erkennen und zu umgehen, wenn wir gehen oder

---

*«Die Pixel der künstlichen Retina kommunizieren kontinuierlich Veränderungen – wie Neuronen im menschlichen Auge.»* Patrick Lichtsteiner, Neuroinformatiker

---

angeboten wird: zur Erfassung von Verkehrsdaten, Personenzählungen oder für die Steuerung und Überwachung von industriellen Produktionsprozessen.

Die innovative Technologie basiert auf dem von Patrick Lichtsteiner und Tobi Delbrück vom Institut für Neuroinformatik (INI) von Universität und ETH Zürich erfundenen Dynamic Vision Sensor (DVS). Der DVS ist ein elektronischer Sensor, der eine spezifische Eigenschaft des Auges nachmodelliert: das Bewegungssehen. «Unsere Inspiration ist die Biologie. In diesem Fall waren es die beim Sehen aktivierten neuronalen Schaltungen im Gehirn, die wir technologisch umgesetzt haben», erklärt Patrick Lichtsteiner.

## Die künstliche Retina

Die Entwicklung des DVS basiert auf einer einfachen und bestechenden Idee: Statt zu versuchen, sämtliche Eigenschaften des Auges zu imitieren und nachzubauen, haben sich Lichtsteiner und Delbrück auf eine Fähigkeit konzentriert. «Unser visuelles System hat zwei Möglichkeiten, um Informationen zu verarbeiten», erklärt Tobi Delbrück, Professor für Neuroinformatik am INI:

fahren. Um dies tun zu können, muss das menschliche Auge Kontraste registrieren. Diese Fähigkeit wird vom DVS imitiert.

Architektur und Funktion der künstlichen Retina orientieren sich sehr stark am natürlichen Auge, wie Patrick Lichtsteiner erklärt: «Wir haben in der Netzhaut sehr viele Photorezeptoren, die durch das Licht angeregt werden, das einfällt. Mit den Rezeptoren verbunden ist ein Netzwerk von Neuronen, das diese Informationen verarbeitet und dann ans Sehzentrum weitergibt.» Anders als eine Kamera macht das Auge deshalb nicht einzelne Bilder, Momentaufnahmen der Wirklichkeit, sondern produziert einen kontinuierlichen Strom von Impulsen. Diese Eigenschaft imitiert die Silikon-Retina, indem 16 384 Pixel die Veränderung der Helligkeit registrieren. Jeder Pixel ist so verschaltet, dass er diese Veränderungen mit einem Puls, einem so genannten «spike», an einen nachgeschalteten Computer weitergibt, sobald ein bestimmter Schwellenwert überschritten ist. «Die Pixel kommunizieren kontinuierlich Veränderungen, wie dies die Neuronen im menschlichen Auge auch tun», erklärt Patrick Lichtsteiner stolz.

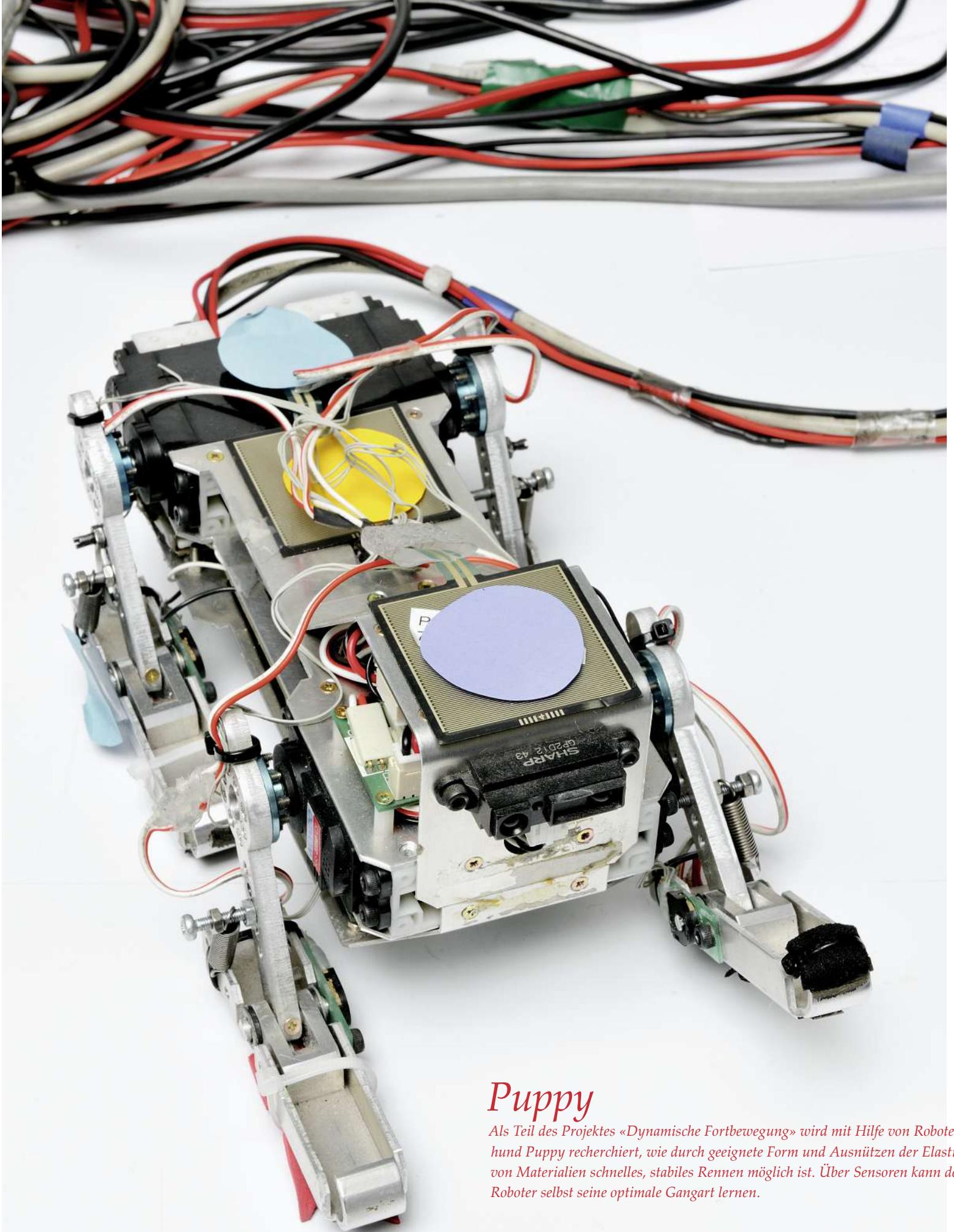
Dass die künstliche Retina nur Bewegungen registriert, hat viele Vorteile: Der Sensor ist schneller und kostengünstiger als herkömmliche Bildsensoren, die in regelmässigen Abständen für jeden Bildpunkt einen Messwert liefern. Damit reduziert sich die Datenmenge drastisch, was den Transport und die Verarbeitung vereinfacht. Ein weiteres Plus ist, dass die Pixel nicht auf die absolute Helligkeit, sondern auf die Veränderung der Kontraste reagieren. Deshalb funktioniert das System bei Sonnenlicht genauso gut wie bei Vollmond. «Was mich immer noch erstaunt, ist, wie wirkungsvoll dieser scheinbar primitive Sensor ist», schwärmt Tobi Delbrück.

Die eigentliche Erfindung von Lichtsteiner und Delbrück, die von der Universität Zürich patentiert wurde, ist die Schaltung des Pixels, die spezifische technische Modellierung des Bewegungssehens. Die grösste Herausforderung war dabei die Konstruktion der Pixel, wie Tobi Delbrück erklärt: «Die Vorläufer waren zu wenig empfindlich.» Diese Defizite konnten behoben werden, indem bewährte analoge Schaltungselemente mit neuronal inspirierten Schaltungen, so genannten «neuromorphic circuits», fusioniert wurden.

## Staus verhindern, Ampeln schalten

Mit der Lizenzvergabe an das AIT wird der DVS nun auch industriell ausgewertet. Das AIT hat die Retina aus Silikon für verschiedene praktische Anwendungen weiterentwickelt. Eine davon ist der «Universal Counting Sensor» (Ucos), der bei der Fussball-Europameisterschaft 08 in Wien eingesetzt wurde, um in der U-Bahn die Fahrgäste zu zählen und so den Zugang zum Perron zu regeln. Mit gutem Erfolg. Weitere viel versprechende Einsatzmöglichkeiten sind die Regelung des Verkehrsflusses, etwa um Staus zu verhindern, oder die Schaltung von Ampeln, indem viel einfacher und kostengünstiger als bisher erhoben werden kann, ob sich Autos der Ampel nähern.

**Kontakt:** Prof. Tobi Delbrück, tobi@ini.phys.ethz.ch, Dr. Patrick Lichtsteiner, patrick.lichtsteiner@espros.ch



## *Puppy*

*Als Teil des Projektes «Dynamische Fortbewegung» wird mit Hilfe von Roboterhund Puppy recherchiert, wie durch geeignete Form und Ausnützen der Elastizität von Materialien schnelles, stabiles Rennen möglich ist. Über Sensoren kann der Roboter selbst seine optimale Gangart lernen.*

# Das Apothekerkästchen der Natur

Naturstoffe spielen in der Pharmakologie auch heute eine wichtige Rolle. Pflanzliche Heilmittel gelten in der modernen Medizin indes oft als Störfaktoren. Doch die Natur hätte interessante Denkanstösse zu bieten. Von Paula Lanfranconi

Herr Keller, 67, hatte sich in der letzten Zeit stark verändert. Manchmal vergass er seine Arzttermine oder Verabredungen mit Freunden. Es kam auch vor, dass er seine Wohnung nicht mehr fand und in einem Quartier aus dem Tram stieg, wo er vor 30 Jahren gewohnt hatte. Der Arzt stellte die Verdachtsdiagnose einer Alzheimer-Demenz.

Für Professor Reinhard Saller, Leiter des Institutes für Naturheilkunde an der Universität Zürich, befinden sich Menschen wie Herr Keller in einer Situation, in der pflanzliche Präparate wie *Ginkgo biloba* helfen können: «Die Patienten werden wieder etwas wacher, sie sind weniger erschöpft, ihr Kurz- und Mittelzeitgedächtnis verbessert sich – kurz: Sie können den Krankheitsverlauf um Monate bis ein oder zwei Jahre zurückdrehen und ihren normalen Alltag noch ein halbes Jahr aufrechterhalten.»

Wie dieser Effekt zustande kommt, weiss man trotz vieler Studien noch nicht im Detail. Klar ist indes: *Ginkgo biloba*, ein Präparat aus den Blättern des ostasiatischen Ginkgo-Baumes, ist ein Vielstoffgemisch, das sich aus Hunderten von Komponenten zusammensetzt und als eine Art Netzwerkmodell funktioniert. Da die Einzelsubstanzen nur in geringen Dosen vorhanden sind, vertragen die meisten Patienten das Präparat gut; zudem ist es preiswerter als ein synthetisches Medikament.

## Weidenrinde und Kokablätter

Naturarzneien sind so alt wie die Menschheit selber. Lange bevor der griechische Arzt Galen in seinem Arzneibuch die Erscheinung, Eigenschaften und Anwendung vieler Pflanzen beschrieb, kannte man zum Beispiel die schmerzlindernde und fiebersenkende Wirkung der Weidenrinde. Die Andenvölker verwendeten schon in grauer Vorzeit Chinarinde und Kokablätter. Und es entwickelte sich die traditionelle chinesische Medi-

zin oder das indische Ayurveda, um nur einige wenige Beispiele zu erwähnen.

Doch worin unterscheiden sich Naturarzneien von synthetisch hergestellten Medikamenten? «Naturmedikamente», erläutert Reinhard Saller, «sind pleiotrope Arzneien: Sie haben mehrere, voneinander unabhängige Wirkmechanismen.» Anders als bei synthetischen Medikamenten kann die eine oder andere Teilwirkung ausfallen und das Mittel wirkt trotzdem. Gut untersucht ist dieser Effekt beim Johanniskraut, *Hypericum perforatum*. In der Schweiz sind sieben solche Präparate zugelassen. Alle wirken vergleichbar gut gegen leichte bis mittelschwere Depressionen,

---

«Die moderne Medizin sieht pflanzliche Heilmittel oft negativ, als so genannte Confounder, die andere Medikamente stören.» Reinhard Saller, Naturheilkundler

---

von den Inhaltsstoffen her unterscheiden sie sich jedoch stark voneinander. «Dies», sagt Reinhard Saller, «widerspricht der zum Dogma erstarrten Ansicht, es brauche möglichst elegante Medikamente, bei denen man klar eine Wirkung mit einer bestimmten Einzelsubstanz in Verbindung bringen kann.»

Natursubstanzen spielen bei der Entwicklung von neuen Medikamenten auch heute eine grosse Rolle. Die moderne pharmakologische Forschung benutzt das Vorbild der Natur indes hauptsächlich auf der Suche nach Monosubstanzen, aus denen sich neue Arzneien entwickeln lassen. Allein das US National Cancer Institute wendet jedes Jahr grosse Summen für das Screening Zehntausender von Natursubstanzen auf. Allerdings gestaltet sich dieser Prozess oft sehr aufwändig, denn Naturstoffe sind komplex strukturiert. Auch die Interaktionsforschung ist schwieriger als bei Monosubstanzen, bei denen man

einfacher messen kann, wie sie im Körper verteilt, verstoffwechselt und ausgeschieden werden. Kritiker bemängeln, man suche ständig nach neuen Substanzen, statt bereits vorhandenes traditionelles Wissen ernst zu nehmen und aufzuarbeiten, was auch ökonomisch Sinn machen würde.

Ein handfester Grund, warum die moderne Forschung das Vorbild der Natur wenig aufgreift, ist die Rentabilität: Pflanzliche Arzneien sind von ihrer Tradition her einfache Drogenzubereitungen. Wässrige Lösungen oder ähnliche Zubereitungsarten lassen sich indes nicht patentieren, was sie für die Industrie uninteressant macht.

## Weihrauch gegen Arthritis

«Die moderne Medizin», sagt Reinhard Saller, «sieht pflanzliche Heilmittel oft nur negativ, als so genannte Confounder, die andere Medika-

mente stören.» Ein klassisches solches Beispiel ist das Johanniskraut: Es regt bestimmte Transportproteine in Darm oder Leber so an, dass Arzneimittel sofort wieder aus dem Körper ausgeschieden werden. Für Transplantationspatienten, die auf Immunsuppressiva angewiesen sind, kann das bedrohlich werden. Doch dieser Effekt, betont Reinhard Saller, sei der Sonderfall eines lebensnotwendigen Prinzips: Unser Körper sollte in der Lage sein, Fremdstoffe zu erkennen und rasch wieder auszuscheiden. Fakt ist, dass die koevolutionären Beziehungen zwischen Mensch und Pflanzen noch kaum erforscht sind: Unser Organismus hat sich im Lauf der Zeit auf bestimmte pflanzliche Wirkstoffe eingestellt; davon wird auch unser Immunsystem beeinflusst.

Reinhard Saller und sein Institut beschäftigen sich intensiv mit dem phytotherapeutischen Wirkstoff als Vielstoffgemisch. Dabei geht es weniger um die Vorbildwirkung der Natur denn um

gängige Vorurteile: Ist ein Vielstoffgemisch nicht blosses Beiwerk für die Monosubstanzen? Ein Beispiel ist der Indische Weihrauch, *Boswellia serrata*, ein Arzneimittel, das bei entzündlichen Darmerkrankungen und rheumatischer Arthritis eingesetzt wird. Der Indische Weihrauch wirkt nur, weil er Boswelliasäuren enthält, besagt ein häufiges Vorurteil. Man müsste also lediglich diese Säuren in eine stabile Form bringen, dann bräuchte es die übrige Pflanze nicht. Saller und sein Team konnten indes experimentell nachweisen, dass das Gesamtextrakt deutlich wirksamer ist als die vermeintliche Monosubstanz – ein Effekt, der sich immer wieder zeigt.

Bei Vielstoffgemischen könnten sich auch spannende neue Therapiemöglichkeiten ergeben. Padma 28 zum Beispiel, ein Mittel aus der tibetischen Medizin, ist in der Schweiz für arterielle Verschlusskrankheiten zugelassen. Naturheilkundler Reinhard Saller traut diesem Vielstoffgemisch indes mehr zu. Es basiere auf einem milden antientzündlichen Prinzip und könnte überall dort sinnvoll eingesetzt werden, wo leichte chronische Entzündungen eine Rolle spielen, zum Beispiel beim Diabetes mellitus.

### Rosenwurz aus Sibirien

Potenzial hat die Naturheilkunde auch bei Mehrfacherkrankungen, wie sie etwa bei alten Menschen vorkommen: Ärztinnen und Ärzte, die sich mit dem netzwerkartigen Wirkspektrum pflanzlicher Arzneien auskennen, kommen mit wenigen Mitteln aus, anstatt für jede Einzelbeschwerde ein Medikament mit Monowirkstoff zu verordnen. Zusätzlicher Vorteil: Die Patienten klagen weniger über Nebenwirkungen. Dies, sagt Reinhard Saller, sei aber «nichts Wundersames der Natur», sondern biologisch begründbar, da bei Vielstoffgemischen die Einzelkomponenten des Wirkstoffes niedriger dosiert sind als bei alleiniger Verwendung der Einzelkomponente als Monosubstanz. Auch in ökologischer Hinsicht sind Naturarzneien vorbildhaft: Sie lassen sich biologisch rascher abbauen und belasten somit Boden, Luft und Wasser weniger stark als synthetische Medikamente.

Längst schon hat die Naturheilkunde nationale Grenzen gesprengt, zudem öffnen ihr geopolitische Entwicklungen bisher verschlossene Türen. So arbeitet die Universität Zürich seit ein

paar Jahren mit der Universität von Ulan Ude zusammen, der Hauptstadt der russischen Republik Burjatien. Es geht um Pflanzenscreenings, um Traditionen und Rezepturen aus der mongolisch-tibetischen und der sibirisch-schamanistischen Tradition. Und um die Frage, wie man östliche und westliche Medizinansätze so vereinbaren könnte, dass sich die asiatischen Kooperationspartner nicht übervorteilt oder als blosses folkloristisches Beiwerk fühlen.

Neue, viel versprechende Kontakte pflegt die Universität Zürich auch mit den baltischen Staaten. Estland, Lettland und Litauen sind heute EU-Mitglieder. Falls die EU-Regeln für die erleichter-

---

*«Wenn wir eine wirksame Mischung gegen Gedächtnisverlust finden, könnten diese Kräuter Teil unserer Ernährung werden.»* Lawrence Rajendran, Systembiologe

---

te Zulassung von dort traditionell verwendeten Pflanzen auch für die Schweiz gelten, bekäme unser Land Zugang zu einer Reihe von immunstimulatorischen und antientzündlichen Pflanzen – zum Beispiel dem Rosenwurz, einer sibirischen Steinbrechpflanze, die Konzentrationsfähigkeit und Erinnerungsvermögen steigert und zudem gegen Depressionen und Angststörungen wirkt.

### Wassernabel fürs Gehirn

Dass sich traditionelles naturheilkundliches Wissen und modernste Forschungsmethoden durchaus ergänzen können, zeigt Lawrence Rajendran, Assistenzprofessor und Ko-Direktor der Abteilung für Psychiatrische Forschung an der Universität Zürich. Sein Forschungsschwerpunkt: Er untersucht mit systembiologischen Methoden, welche Gene die krankhaften Ablagerungen im Gehirn von Alzheimerpatienten verursachen. Lawrence Rajendran stammt aus Madras. «Unserer Mutter», sagt er, «mischte uns Kindern jeweils Vallarai in die Milch, zu Deutsch Wassernabel. Das Extrakt schmeckte uns nicht sehr, es sei aber gut für unser Gehirn, sagte die Mutter.» Solche pflanzlichen Heilmittel gehörten in Indien ganz selbstverständlich zur täglichen Nahrung. Pharmakonzerne, bedauert Rajendran, nähmen traditionelle Heilmittel oft nicht ernst, weil die Identifizierung der Einzelwirkstoffe langwierig sei.

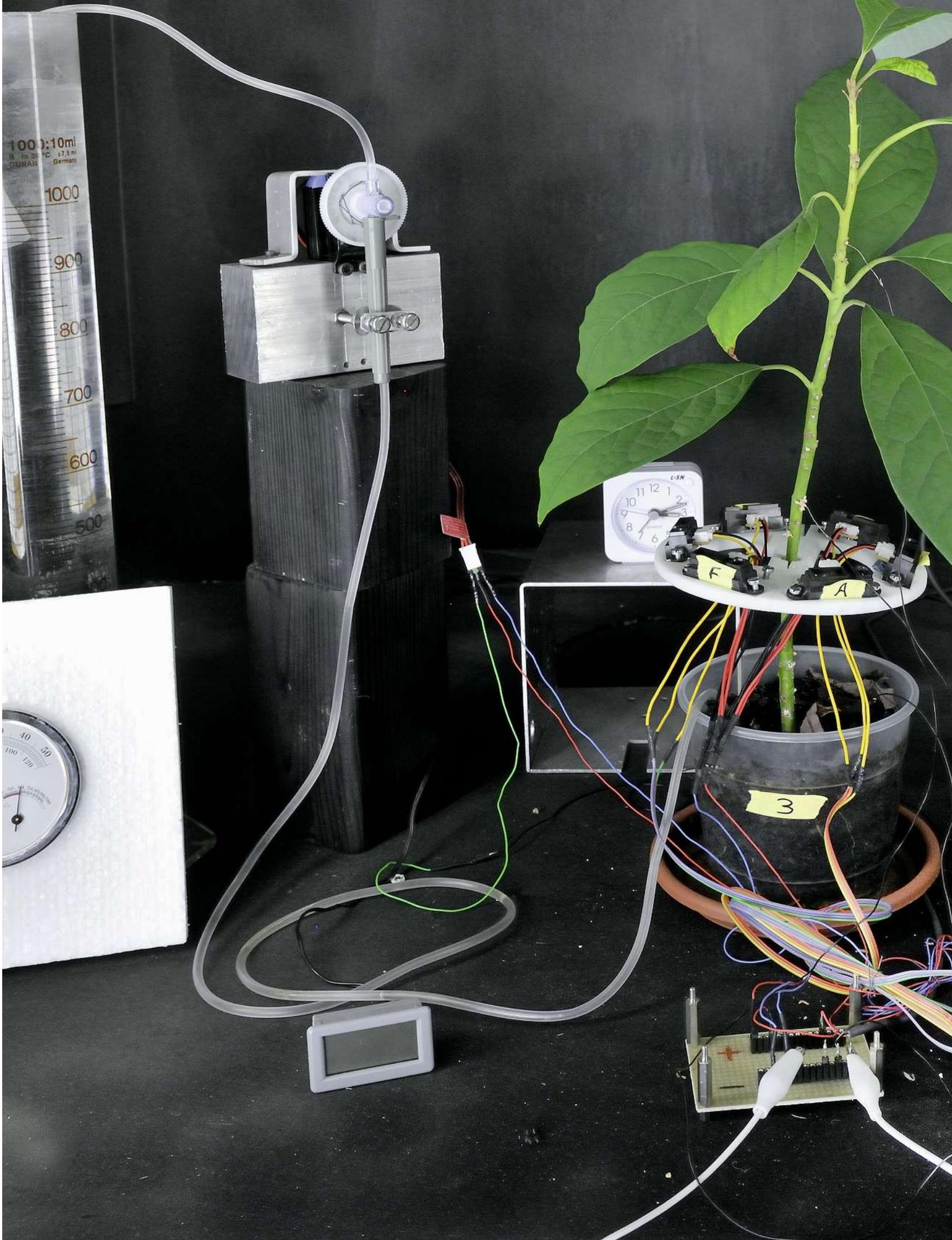
Dies sei aber gar nicht notwendig, da solche Pflanzen keinen individuellen, sondern einen kumulativen Effekt auf das Gedächtnis haben.

Vor drei Jahren hat Rajendran in Indien das Programm «RAISE.rural» (Research Awareness in Student Environment) gegründet. Damit will er Studenten aus ländlichen Gebieten ermöglichen, an Forschungsprojekten teilzunehmen. Durch dieses Programm kam er auch in Kontakt mit jungen Leuten, die in den Hügeln von Madras Heilpflanzen sammeln. Für den Alzheimerforscher sind diese Pflanzen interessant. Rajendran hat nun begonnen, 2000 Extrakte zu screenen, um sie dann im Tiermodell auf ihre Wirksamkeit

gegen Alzheimer und Parkinson zu testen. Alzheimer und ähnliche Formen des Gedächtnisverlustes, argumentiert er, seien Erkrankungen, bei denen eine Vielzahl von Molekülen involviert seien, da brauche es forschungsmässig Mehrfachstrategien – zum Beispiel auch Pflanzenextrakte, die an verschiedenen Punkten ansetzen.

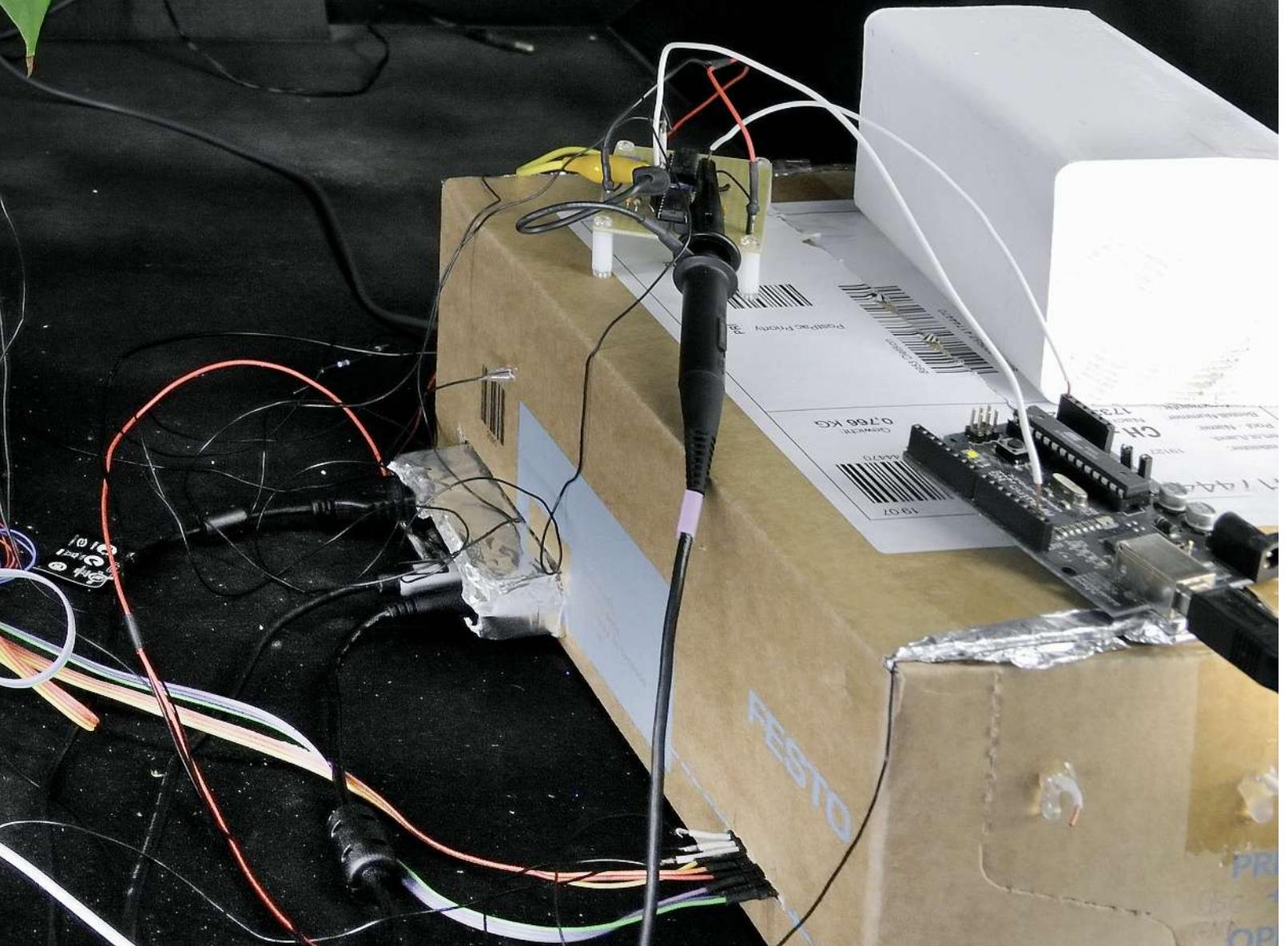
Wie aber steht es um die Toxizität dieser Pflanzen? Die westliche Welt, sagt Rajendran, investiere Milliardenbeträge, um Substanzen auf ihre Giftigkeit zu prüfen, dabei gebe uns die Natur Kräuter, welche die Menschen seit Jahrtausenden zu sich nehmen. Es sei Zeit, diese Heilpflanzen mit modernsten Technologien zu untersuchen und zu nutzen. «Wenn wir eine wirksame Mischung gegen Gedächtnisverlust finden, könnten diese Kräuter eines Tages Teil unserer Ernährung werden.» Noch aber haben die Pflanzen einen weiten Weg vor sich. Nicht bloss von Madras nach Zürich.

**Kontakt:** Prof. Lawrence Rajendran, rajendran@bli.uzh.ch, Prof. Reinhard Saller, reinhard.saller@usz.ch



# Lernfähige Pflanzen

Die Aktivität des Gehirns lässt sich als Informationsverarbeitung – als «computation» – beschreiben. In letzter Zeit hat sich nun vermehrt die Idee durchgesetzt, dass auch Pflanzen eine Art Informationsverarbeitung durchführen. Die Pflanze im Bild ist mit einem «Roboter» gekoppelt, der für Nahrungs- und Flüssigkeitszufuhr verantwortlich ist. In diesem futuristischen Projekt wird untersucht, inwieweit eine Pflanze lernen kann, einen Roboter so zu steuern, dass ihr eigenes Wachstum optimiert wird.



## Wenn Muslime im Westen leben

Es wird heutzutage von vielen islamischen Denkern und Intellektuellen selbst so empfunden, dass das islamische Denken einen Erneuerungsprozess durchmachen muss. In der islamischen Welt werden gegenwärtig sehr lebendige Debatten über den Islam in der modernen Welt geführt. Allerdings erfahren jene Denker und Intellektuellen im Gegensatz zu radikalen Islamisten, die sich seit einigen Jahren in unser Bewusstsein bomben, hier nur recht wenig Aufmerksamkeit. Vom Reformdiskurs in der islamischen Welt können Rückschlüsse darauf gezogen werden, wie viel Anpassung an das europäische Rechtssystem theoretisch möglich wäre, wenn der echte politische Wille auf Seiten der Muslime dazu vorhanden wäre – wobei hier gar nicht in Abrede gestellt werden soll, dass dieser Wille vorhanden ist. Heiner Bielefeldt, Inhaber des Lehrstuhls für Menschenrechte und Menschenrechtspolitik in Erlangen und ehemaliger Direktor des Deutschen Instituts für Menschenrechte, schreibt dazu in seiner Untersuchung «Muslime im säkularen Rechtsstaat»: «Eine aktive Abwehrhaltung gegenüber dem säkularen Staat ist in Deutschland jedoch offenbar Sache einer radikalen Minderheit unter den Muslimen. Die Mehrheit hingegen scheint sich mit den bestehenden Verhältnissen mehr oder weniger arrangiert zu haben.»

\*

Hier soll zum einen verdeutlicht werden, wie viel Reform mit Hilfe welcher Instrumentarien möglich ist, und zum anderen, dass der Hinweis «Das steht aber doch so im Koran», mit dem meist ein unergiebiges Suren-Pingpong eingeleitet wird, ein Scheinargument ist. Um eine solche Reformposition vorzustellen, wurde ganz bewusst kein «religiöser Aufklärer», wie viele der Denker, die diese Diskussion heute vorantreiben, sich selber nennen, gewählt. Als Beispiel für eine sehr weitgehende theoretische Anpassungsmöglichkeit an das säkulare Recht wird stattdessen ein Blick in die Rechtsgutachten eines eher konservativen Geistlichen geworfen. Denn selbst Konservative betreiben weit gehende Rechtsanpassung. Ausserdem wird dieser Geistliche in Kreisen als

Autorität akzeptiert, in denen viele der religiösen Aufklärer als Abtrünnige gelten oder als westlicht oder als Denker, die nicht mehr in der islamischen Tradition verankert sind.

Das kann man von Ali al-Sistani (geb. 1930) nicht sagen. Der im irakischen Nadschaf residierende Gross-Ayatollah ist die vermutlich bedeutendste schiitische Autorität der Gegenwart. Er verfügt weltweit über die wohl grösste Anhängerschaft unter den Schiiten, und sein Wort gilt seinen Anhängern, vielen Millionen, als ähnlich weisungsstark wie das eines Papstes. Dabei tritt Sistani nie in der Öffentlichkeit auf, gibt keine Interviews und hält keine öffentlichen Reden. Der einfache Gläubige, der Rat braucht, wendet sich an die von Sistani beauftragten Geistlichen, oder er klickt die Internet-Site des Ayatollah [www.sistani.org](http://www.sistani.org) an, auf der unter den *Frequently Asked Questions* vielleicht auch seine Frage schon beantwortet wurde, oder aber er wendet sich per Mail an das Büro des Ayatollahs. Antworten auf seine Fragen erhält man postwendend. Die Kommunikation zwischen der «Quelle der Nachahmung» und dem einfachen Gläubigen, dem Nachahmenden, funktioniert. Weil er einen Internet-Auftritt hat, wie man ihn von einem alten, weisen Mann der islamischen Jurisprudenz nicht erwarten würde, wird Sistani gerne als der elekttronische Gross-Ayatollah bezeichnet.

Über Sistani heisst es, er würde asketisch leben. Doch er herrscht über ein Milliardenollar-Imperium, das aus Wohlfahrts- und religiösen Stiftungen in aller Welt zwischen Pakistan und Grossbritannien besteht. Ebenso mag der Geistliche zwar sein Haus nicht verlassen, aber er präsidiert über ein fein gesponnenes Netzwerk aus zirka 2000 Repräsentanten überall dort, wo es Schiiten gibt. Sistani hat eine interessante Position zum säkularen Recht entwickelt, mit der er sich sowohl gegen die schiitischen Quietisten positioniert, die meinen, jedwede Herrschaft sei illegitim, bis der 12. Imam, der eschatologisch dem jüdischen Messias vergleichbar ist, wiederkehrt, als auch gegen die politischen Geistlichen des 19. und 20. Jahrhunderts. Einer von ihnen, Shaykh Fazlollah Nuri (gestorben 1909), der einer

der wichtigsten Geistlichen der iranischen Konstitutionellen Revolution (1905–1911) war, meinte, dass es grundsätzlich kein von Menschen gemachtes Recht geben könne. Deshalb hielt er die von ihm bekämpfte iranische Verfassung des Jahres 1906 für *bid'a*, also eine unerlaubte religiöse Neuerung. Der iranische Staatsgründer Ayatollah Khomeyni, der Fazlollah Nuri als seinen Vorläufer sah, berief sich Jahre später auf diese Ansicht und meinte, dass ausschliesslich das islamische, göttliche Recht angewandt werden dürfe. Im Parlament sah Khomeyni keine gesetzgebende Instanz.

\*

Aufgrund praktischer Notwendigkeiten hat im Iran von heute zwar dennoch eine starke Säkularisierung des Rechts stattgefunden, aber während hier notgedrungen einem gewissen Pragmatismus Raum gegeben wurde, hat Ali Sistani neue Wege beschritten. Sein wirkungsmächtigstes Buch ist *Al-fiqh li-l-mughtaribin* (1998), ein rechtswissenschaftlicher Leitfaden für Muslime im Westen. Es gilt als bahnbrechend, weil es sich einem aktuellen, neuen Problem stellt: dem Leben von Muslimen im Westen. Der Leitfaden geniesst hohe Verbreitung, er findet sich übersetzt in viele Sprachen, unter ihnen Deutsch und Englisch, auf verschiedenen Homepages ([shiamasjid.net](http://shiamasjid.net); [coej.org](http://coej.org); [shiaislam.wordpress.com](http://shiaislam.wordpress.com)).

Sistani gestattet es den ihm Nachahmenden hier, sich einer säkularen und unislamischen Gesetzgebung zu unterstellen und verpflichtet zu fühlen. Während älteren Gelehrten schon die Reise in ein Land, das nicht unter muslimischer Herrschaft steht, als eine der grössten Sünden galt, geschweige denn unter nichtmuslimischer Herrschaft zu leben, erklärt Sistani, dass ein Muslim, der sich in einem nichtmuslimischen Land aufhält, sich an sämtliche Gesetze des Landes ohne Ausnahme und im strengsten Sinne halten muss. Denn wer mit einem Visum in ein Land gelange, habe sich dazu vertraglich verpflichtet. Andere Geistliche argumentieren hingegen, ein Muslim sei eben gerade nicht verpflichtet, sich an nichtislamisches Recht zu halten.

Doch Sistani ist also offensichtlich kein Anhänger der Idee, dass dem Gläubigen unter nichtmuslimischer Herrschaft die Verstellung (*taqiya*) und damit die Umgehung der herrschenden Ge-

setze, wann immer dies möglich ist, erlaubt sei. Dass Muslime im Westen massgeblich von diesem Prinzip gesteuert würden, ist ein oft gehörter Topos antiislamischer Schriften. Bei Sistani heisst es, und mit seiner Antwort positioniert er sich gegenüber älteren Autoritäten: «Es ist niemandem erlaubt, etwas auf der Strasse in einem muslimischen oder nichtmuslimischen Land zu hinterlassen, das den Fussgängern oder anderen schaden könnte. Es ist einem Moslem nicht erlaubt, Plakate an Wände, die jemand anderem gehören, zu kleben oder sie zu beschreiben.»<sup>1</sup>

Sistani verlangt also vom Gläubigen – anders als von Islamkritikern behauptet, die den Muslimen *taqiya* unterstellen –, dass er sich an sämtliche Gesetze und Anordnungen zu halten habe, denn: *pacta sunt servanda* – Verträge muss man einhalten. Und einmal abgeschlossene Verträge stehen für ihn sogar in der Hierarchie der einzuhaltenden Gebote über dem islamischen Recht. Denn es gilt, sich an säkulares Recht zu halten, auch wenn es das ist, was es ist, nämlich von Menschen gemachtes Recht. Der Muslim, der eigentlich nur Gottes Gesetz untersteht, wird hier in die Pflicht genommen, sich an von Menschen gemachtes Gesetz zu halten. Mit dem Prinzip *pacta sunt servanda* liesse sich grundsätzlich eine sehr weite Anpassung an säkulares Recht herbeiführen.

Aufschlussreich ist der Bereich «Fragen und Antworten» aus *Al-fiqh li-l-mughtaribin*. Denn immer schimmert die weltanschauliche Position des Fragenden durch. Der Fragende nimmt offensichtlich an, dass sich der Gläubige nicht an das geltende Recht halten müsse, weil sich der Gläubige im nichtislamischen Gebiet aufhalte und dort säkulares Recht herrscht. Doch laut Sistani ist nicht einmal die kleinste Übertretung erlaubt:

Frage: *Wenn ein Muslim versucht, Geld von einem Bankautomaten zu ziehen, und es kommt mehr Geld heraus, als er wollte, darf er dieses Geld dann behalten?*

Antwort: Das ist nicht erlaubt.

Frage: *Ist es erlaubt, Wasser- oder Gaszähler in nichtmuslimischen Ländern zu manipulieren?*

Antwort: Das ist nicht erlaubt.

Grundsätzlich ist jede Art von Betrug verboten:

Frage: *Ist es erlaubt, in den Schulexamina zu mogeln?*

Antwort: Das ist nicht erlaubt.

Es gilt alle Gesetze des westlichen, nichtislamischen Landes zu beachten.

Frage: *In manchen Transportmitteln befinden sich Schilder mit der Aufschrift «Rauchen verboten». Ist es erlaubt, diese zu ignorieren?*

Antwort: Das ist nicht erlaubt.<sup>2</sup>

Zwar hatte die Tatsache, dass Sistani nicht nach einer Herrschaftsform iranischer Prägung strebt, bei vielen Beobachtern den Eindruck geweckt, er sei ein Liberaler im westlichen Sinn. Seine Darstellung in Opposition zu Khomeyni veranlasste viele zu meinen, er sei «in seinem Herzen ein Demokrat». Doch kann man dies lediglich aus der Tatsache, dass Sistani an das Recht des Volkes zu wählen glaubt, kaum schliessen. Sistani vertritt einen Demokratiebegriff, der mit dem westlichen sicher nicht deckungsgleich ist, und in vielen Bereichen höchst bedenkliche, konservative Ansichten. Vor allem, was soziale Belange angeht, war Sistani immer ein Konservativer. Aufschlussreich sind in dieser Hinsicht seine Ansichten über Verschleierung, Musik, Singen, Tanzen, Essen, Trinken oder Kleidung, die auf seiner Homepage nachzulesen sind – auch auf Englisch.

\*

Dessen ungeachtet ist für unseren Zusammenhang aber entscheidend, welches Verhalten Autoritäten wie Sistani von ihren Gläubigen erwarten, wenn die Gläubigen nicht unter einer islamischen Rechtsordnung leben, das heisst unter einer westlichen Rechtsordnung. Zudem belegt Sistanis Beispiel, dass grundsätzlich genug Instrumentarien zur Modernisierung des islamischen Rechts vorhanden sind. Es gibt neben dem hier beschriebenen Prinzip zur Rechtsfortbildung zahlreiche weitere Instrumentarien, mit deren Hilfe islamische Vorschriften an moderne Gegebenheiten angepasst werden können: So gibt es den Ansatz, gegenüber der «traditionellen Rechtswissenschaft» eine «dynamische Rechtswissenschaft» zu betreiben. Oder man verschreibt sich dem «*ijtihad* in Bezug auf die Vorschriften», oder unterscheidet zwischen Religion und Scharia sowie zwischen einem «Maximal- und einem

Minimalislam», oder betont die Möglichkeit, dass «Regierungsvorschriften» aufgestellt werden könnten, die dem strengen Wortlaut des Korans auch widersprechen dürfen.

Die von Sistani betriebene Rechtsfortbildung, die seinen Anhängern ein Leben unter einer säkularen Rechtsgebung ermöglicht, ohne sich als schlechte Muslime zu fühlen, funktioniert deshalb, weil Sistani Millionen von Gläubigen als Quelle der Nachahmung gilt. Anders als der sunnitische Islam, dem 90 Prozent der Muslime angehören, kennt der schiitische Islam eine klerikale Hierarchie, und es zählt zu den Grundlagen des schiitischen Glaubens, dass sich jeder Gläubige eine «Quelle der Nachahmung» suchen muss, deren Anweisungen er Folge zu leisten hat.

Paradoxiereise wohnt dem schiitischen Islam möglicherweise durch diese Autoritätsgläubigkeit, die er postuliert, ein grösseres Potenzial zur Modernisierung und Progressivität inne als dem sunnitischen Islam, der solche Autoritäten nicht kennt. Denn die Schia hat mehr Möglichkeiten, Veränderung von oben durchzusetzen. Dieses Modernisierungspotenzial hängt natürlich stark ab von der Weltanschauung der Autorität, doch wenn sie – wie Sistani – für die Muslime in Europa betreffenden Fragen eine offene Geisteshaltung pflegt, ist mit einem solchen Wort *ex cathedra* viel gewonnen. Und das Beispiel zeigt allemal, dass es so ist, wie es der iranische Geistliche Mohammed Mojtahed Shabestari (geboren 1936) einst auf den Punkt gebracht hat, als er sagte: «Die Frage ist nicht, ob der Islam und die Demokratie miteinander vereinbar sind, sondern ob die Muslime diese Vereinbarkeit entstehen lassen wollen.»

<sup>1</sup> Sistani, Ali I- (1998): *Al-fiqh li-l-mughtaribin*; in: najaf.org, zuletzt abgefragt 19.8.10

<sup>2</sup> A Code of Practice For Muslims in the West: Dealing with laws in non-Muslim countries – Questions and Answers; [www.sistani.org/local.php?modules=nav&nid=2&bid=53&pid=2788](http://www.sistani.org/local.php?modules=nav&nid=2&bid=53&pid=2788), zuletzt abgefragt 19.8.2010.

**Katajun Amirpur** ist Assistenzprofessorin am UFSP Asien und Europa der Universität Zürich. Der Universitäre Forschungsschwerpunkt Asien und Europa erforscht die Beziehungen zwischen den Regionen Asiens und Europas in Geschichte und Gegenwart beziehungsweise die aus dieser Begegnung resultierenden Prozesse der Aneignung und Abgrenzung in Kultur, Religion, Recht und Gesellschaft.

# Den ganzen Menschen sehen

Viele ältere Menschen leiden gleichzeitig an mehreren chronischen Krankheiten. Trotzdem wurde die so genannte Polymorbidität bislang wenig erforscht. Der Internist Edouard Battegay will das ändern. Von Marita Fuchs

Morgendliche Visite im Universitätsspital Zürich. Das Ärzteteam geht den langen Gang entlang. Sie reden vom Wochenende, die Stimmung ist gut. Im Krankenzimmer werden sie schon erwartet. Aufrecht sitzt die Patientin im Bett. Seit vier Tagen liegt sie auf der stationären Abteilung der Klinik für Innere Medizin. Sie ist ungeduldig. Wie geht es mit der Behandlung voran? Edouard Battegay, Direktor der Klinik und Poliklinik für Innere Medizin, begrüsst die Patientin freundlich, fragt, wie es geht. Er hat nichts von einem Halbgott in Weiss, wirkt offen und konzentriert. Vor der Visite hat Battegay das medizinisch Erforderliche mit seinen Assistenzärztinnen und -ärzten besprochen. «Zusammen die Diagnose und Behandlung zu entwickeln, ist wichtiger als vorschreiben», sagt der leidenschaftliche Ausbilder. «Einen guten Lehrer und Tutor vergisst man sein Leben lang nicht.» Das Krankheitsbild der Patientin ist kompliziert. Die Lungen sind angegriffen, aber nicht nur das – auch die Blutwerte sind schlecht. Zusätzlich muss die Depression behandelt werden.

## Bis zu zehn Medikamente am Tag

Ein wichtiges neues Forschungsgebiet Battegays ist die so genannte Multi- oder Polymorbidität. Das gleichzeitige Auftreten mehrerer chronischer Krankheiten dürfte bei Personen im Alter über siebzig Jahre das häufigste Krankheitsbild überhaupt darstellen – betroffen sind damit etwa 30 Prozent der Schweizer Bevölkerung, die bei Hausärzten in Behandlung sind, schätzt Battegay. Trotzdem ist das Gebiet kaum erforscht. «Das heutige Gesundheitssystem wird den Bedürfnissen von multimorbiden Patienten nicht gerecht», bilanziert der Internist.

Patienten, die bis zu zehn verschiedene Medikamente am Tag einnehmen müssen, sind körperlich und seelisch stark belastet. «Das Abwägen zwischen dem so genannten Grenznutzen oder

-schaden der Medikamente ist eine anspruchsvolle Aufgabe, denn Mehrfacherkrankungen können nicht einfach als Summe mehrerer einzelner Krankheiten betrachtet werden», erklärt Battegay. Therapieempfehlungen für die eine Krankheit können im Widerspruch zu den Empfehlungen für die andere, gleichzeitig bestehende Krankheit stehen. Es gibt zwar Datenbanken, die die Unverträglichkeiten einzelner Medikamente untereinander aufzeigen, doch das Zusammenspiel eines Medikamentencocktails für den einzelnen Patienten kann nur ein erfahrener Mediziner beurteilen.

«Patientinnen und Patienten mit mehreren Krankheiten werden heute häufiger von verschiedenen Organspezialisten betreut. Dabei besteht die Gefahr einer Fragmentierung der medizinischen Versorgung. Das ist nicht immer sinnvoll», konstatiert Battegay und plädiert für medizinische Versorgungssysteme mit einer koordinier-

---

*«Patienten mit mehreren Krankheiten werden häufig von verschiedenen Spezialisten betreut – das ist nicht immer sinnvoll.»*

---

ten Versorgung. Ab Herbstsemester 2010 baut er deshalb ein «Netzwerk Multimorbidität» auf. Damit will sich die Klinik und Poliklinik für Innere Medizin in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hausarztmedizin sowie anderen internen und externen Partnern zu einem nationalen und internationalen Zentrum für die Erforschung der Multimorbidität etablieren.

## Aus der Helikopterperspektive

Der nächste Patient an diesem Morgen ist ein älterer Herr. Er hat eine Herz- und Nierenschwäche. Zudem leidet er unter Diabetes. Auf dem Nachttisch liegt der neueste Krimi des schwedischen Autors Henning Mankell. «Kommissar Wallan-

der wird auch älter», meint Battegay. «Ich glaube, er hat Alzheimer.» Er kennt das Buch. Er hat alle Krimis des Schweden im Original gelesen.

Neben Schwedisch spricht Battegay mehrere Fremdsprachen: Französisch, Englisch, Hebräisch und Italienisch. Er spielt Klarinette und war früher Hobby-Handballer. Für intensiven Sport hat er bei einer 60- bis 70-Stunden-Woche keine Zeit mehr. Doch seit er als Kind seine Leidenschaft für Comics entdeckte – auch heute schwärmt er noch für «Tim und Struppi» – interessiert ihn die bildende Kunst. «Wenn ich Zeit habe, besuche ich mit meiner Frau Ausstellungen und Galerien. Zum Sammler jedoch taue ich nicht. Ich kann mich einfach nicht entscheiden.»

Battegays breites Interesse hat wohl auch dazu geführt, dass er sich für das umfangreiche Gebiet der Inneren Medizin entschied und nicht für ein Fachgebiet der Medizin. «Die Sicht auf den Patienten als Ganzes, quasi aus einer Helikopterperspektive heraus, hat mich schon immer fasziniert.» Battegay ist überzeugt, dass in der Inneren Medizin auf Dauer Generalisten und Grundversorger wie er wichtige Rollen übernehmen müssen – innerhalb wie auch ausserhalb des Spitals.

Bereits in seinem Elternhaus hat Battegay gelernt, den kranken Menschen als umfassende Persönlichkeit zu sehen. Sein Vater, Facharzt für Psychiatrie und Psychotherapie in Basel, arbeitete

bis zu seiner Emeritierung 1997 als Ordinarius für Psychiatrie an der Universität Basel. «Als ich noch ein Kind war», erinnert sich Battegay, «flog einmal ein Hammer in unser Wohnzimmer. Die Fensterscheibe zersplitterte mit einem unglaublichen Lärm. Ich erschrak furchtbar.» Eine Patientin von Battegays Vater hatte in einer Wahnphase den Hammer geworfen. Sein Vater blieb ruhig. Zusammen mit der Mutter, die als Krankenschwester arbeitete, erklärte er seinen drei Kindern das Problem dieser Patientin. Die zerbrochene Scheibe und der Schreck waren nun erklärbar und nicht mehr so bedrohlich. Später entschieden Edouard Battegay und sein Bruder Manuel sich für ein Medizinstudium, der dritte Bruder wurde Jurist.



## INTERVIEW

# «Der Kommunismus ist nur noch Fassade»

Fabrizio Zilibotti analysiert die Wirtschaft und Gesellschaft Chinas. Im Interview zeichnet der Ökonom das Bild eines Landes, das sich vom Kommunismus verabschiedet hat und sich rasant verändert. Von Thomas Gull und Roger Nickl

Abläufe ausfeilen und Dienstleistungen verbessern waren die ersten Aufgaben, die der heute 53-Jährige vor drei Jahren in Angriff nahm, als er an die Universität Zürich berufen wurde. Die neue Stelle als Direktor für die Klinik und Poliklinik für Innere Medizin hat den Basler nach Zürich gelockt. «Die Zusammenführung der beiden Kliniken unter einem Dach hat mich gereizt.» Bategay brachte viel Erfahrung mit. Er hatte vorher drei Jahre die Poliklinik für Innere Medizin des Universitätsspitals Basel geleitet. Sein angestammtes Forschungsgebiet, die Gefässneubildung und deren molekulare Mechanismen und Signalwege, konnte er samt Labor mit nach Zürich nehmen. Die neue Form der integrierten Patientenbetreuung zwischen ambulant und stationär und die Forschungsmöglichkeiten gaben schliesslich den Ausschlag für seinen Umzug von Basel nach Zürich.

### Wie sich Ärzte entscheiden

Auch die internistische Notfallaufnahme des Universitätsspitals gehört zu Bategays Verantwortungsbereich. Bei Notfällen müssen sich Ärzte schnell und richtig entscheiden. Daraus hat sich ein weiteres Forschungsprojekt ergeben, das er zusammen mit Psychologen der Universität Zürich durchführt: das Entscheidungsverhalten von Ärztinnen und Ärzten bei Abklärungen in der Notfallaufnahme – vom ersten Kontakt bis zur Diagnosestellung. Wie laufen Entscheidungsprozesse ab? Wie viele und welche Informationen ziehen Ärztin oder Arzt bis zur Diagnosestellung heran? Die Ergebnisse der Analyse fliessen direkt in die Optimierung der Prozesse in der Notfallaufnahme ein.

Abends in seinem Büro mit Blick auf die Rämistrasse liest Bategay seine Mails. Es sind sehr viele. Unter verwaltungstechnischen und administrativen Anfragen das Mail einer Patientin. Sie bedankt sich für die Behandlung und schreibt begeistert von einem App auf ihrem iPhone: Dort könne man einen Medikamentennamen eingeben und die Verträglichkeit mit andern abfragen. Ob er das schon kenne.

**Kontakt:** Prof. Edouard Bategay, edouard.bategay@usz.ch

*Herr Zilibotti, Sie forschen nicht nur über China, sondern Sie fahren selbst immer wieder ins Reich der Mitte. Welche Eindrücke bringen Sie von solchen Reisen zurück nach Europa?*

Fabrizio Zilibotti: Der erste Eindruck ist der eines Landes in rasanter Bewegung: Die Menschen dort gehen schnell, grosse Gebäude werden in kurzer Zeit gebaut, viele Dinge verändern sich zwischen zwei Besuchen. Da stehen riesige neue Gebäude neben kleinen alten Häusern, die daran erinnern, wie es in China aussah, bevor sich 1978 alles zu ändern begann. Der zweite Eindruck ist weniger positiv: Man spürt die Umweltverschmutzung, insbesondere die schlechte Luft.

*Das Umweltproblem ist eines der wichtigen Themen für China in der Zukunft. Ist es auch ein Problem für die Wirtschaft?*

Zilibotti: Langfristig wird das ein Problem sein, aber das Bewusstsein dafür ist in China noch sehr beschränkt. Die chinesische Bevölkerung will ihr Land entwickeln und reicher werden, Umweltfragen spielen für die Mehrheit immer noch eine untergeordnete Rolle. Für die Chinesen ist die Erfahrung wichtig, dass sie heute viel reicher sind als vor 30 Jahren. Das streichen sie in Gesprächen immer wieder heraus. Ich hoffe, dass China so schnell reich wird, dass sich die chinesischen Konsumenten vermehrt für qualitativ hoch stehende Produkte interessieren und dies mit höheren Umweltstandards und dem Einsatz von sauberen Technologien einhergeht.

*Sie haben prognostiziert, China werde die wichtigste Wirtschaftsmacht der Welt sein. Was veranlasst Sie zu dieser Aussage?*

Zilibotti: China wird bald das Land mit dem höchsten Bruttosozialprodukt der Welt sein. Das bedeutet allerdings nicht, dass es auch das höch-

ste Pro-Kopf-Einkommen (PKE) erwirtschaftet. Wenn wir die Lebenshaltungskosten einbeziehen, beträgt das PKE in China heute rund 7000 Dollar, während es in der Schweiz bei 42 000 und den USA bei 46 000 Dollar liegt. China hat damit sein Wachstumspotenzial bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Die Volksrepublik ist bereits heute die wichtigste Exportnation der Welt, nachdem sie kürzlich Deutschland überholt hat. Die Entwicklung Chinas ist spektakulär.

*Welche Konsequenzen hat der Aufstieg Chinas zur wirtschaftlichen Weltmacht?*

Zilibotti: Das chinesische Wirtschaftswunder wirft neue Fragen auf. Seit dem Fall der Berliner Mauer sind die wichtigsten Akteure der Weltwirtschaft Demokratien mit westlichen Werten, zu denen ich auch Japan zähle. Jetzt gibt es einen neuen Spieler, dessen wirtschaftliche Macht mit jener der USA und der EU vergleichbar ist, der aber über eine ganz andere Regierungsform verfügt. Wie sich das langfristig auswirken wird, wissen wir nicht. Tatsache ist, dass China sehr auf politische Stabilität bedacht ist und Konflikte mit den wichtigsten Wirtschaftspartnern wenn möglich vermeidet.

*Welches sind die historischen Hintergründe für diese rasante Entwicklung im Reich der Mitte?*

Zilibotti: Nach dem Tod Maos 1976 gab es politische Auseinandersetzungen innerhalb der Kommunistischen Partei Chinas. Man sah ein, dass sich die Wirtschaft zu wenig schnell entwickelte: Zwischen 1960 und 1980 wuchs die chinesische Wirtschaft ungefähr gleich schnell wie jene der reichen Länder. Aber das Ausgangsniveau war extrem tief. 1978 war China ärmer als beispielsweise Kenia oder Niger, Länder, die sehr arm waren und es immer noch sind. Die Refor-



«Die Mehrheit der Chinesen denkt sehr individualistisch. Wie die US-Amerikaner sind sie überzeugt, dass Erfolg auf Leistung beruht.» Fabrizio Zilibotti

men, die dann angestossen wurden, waren zu Beginn sehr experimentell.

*Es gab demnach keinen eigentlichen Plan für einen weiteren «grossen Sprung» nach vorne?*

Zilibotti: Nein, das glaube ich nicht. Die Elite selbst war überrascht, wie schnell sich die Wirtschaft veränderte. In den 1980er-Jahren war die wirtschaftliche Öffnung und Entwicklung Chinas ein Trial-and-Error-Prozess, der jedoch sehr erfolgreich verlief. Die Einführung der so genannten «Haushaltsverantwortlichkeit», die es den Bauern erlaubte, ausserhalb des kollektiven Systems selbständig zu produzieren, führte zu einem fantastischen Anstieg der Produktivität und setzte viele Ressourcen frei. Sehr erfolgreich war auch die Einführung der Sonderwirtschaftszonen. Diese Gebiete wuchsen unglaublich schnell und generierten neuen Reichtum. Das System wurde sukzessive ausgebaut. Ende der 1980er-Jahre gab

es dann eine Krise, wirtschaftlich und politisch, mit der Demokratiebewegung. Das Massaker auf dem Tiananmen-Platz in Peking setzte dieser Protestbewegung schliesslich ein Ende.

*War in diesem Moment auch die wirtschaftliche Liberalisierung gefährdet?*

Zilibotti: Ja. Wichtige Teile der Elite der Kommunistischen Partei wollten den wirtschaftlichen Reformprozess stoppen. Es folgten Jahre tiefer Verunsicherung, bis 1992 Deng Xiaoping, der bereits der Held der ersten Runde der Liberalisierung war, in öffentlichen Auftritten betonte, die Reformen müssten weitergehen und ausgeweitet werden. Darauf wurde das individuelle Unternehmertum erlaubt. Zuvor war dies nur in den Sonderwirtschaftszonen unter bestimmten Bedingungen und unter relativ strengen Kontrollen möglich gewesen. Von diesem Moment an entwickelte sich ein neues System privater Firmen.

*In einem Ihrer Aufsätze analysieren Sie zwei verschiedene Firmentypen: die grossen Unternehmen, oft frühere Staatsbetriebe, und die kleinen Firmen, die auf private Initiative entstanden sind. Diese kleinen Unternehmen sind der Motor des chinesischen Wirtschaftswunders. Was zeichnet sie aus?*

Zilibotti: Die kleinen Unternehmen sind viel produktiver als die grossen Staatsbetriebe. Die Verlagerung der Ressourcen vom schrumpfenden Staatssektor hin zu diesen neuen, von unabhängigen Unternehmern geführten Firmen ist eine der zentralen Ursachen für das starke Wachstum der Produktivität. Die andere sind die Wanderbewegungen vom Land in die Stadt. Wie unsere jüngste Forschung zeigt, haben diese beiden Faktoren dazu geführt, dass die Löhne weniger schnell wachsen als die Produktivität. Deshalb sind Investitionen in China sehr interessant, und selbst Unternehmer zu werden, ist für immer mehr Chinesen eine Option.

*Ist dieser Unternehmergeist nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die Menschen während Jahrzehnten einer kommunistischen Hirnwäsche unterzogen wurden?*

Zilibotti: Dem Kommunismus ist es nicht gelungen, jahrtausendealte Elemente der chinesischen Kultur auszulöschen. Das gilt etwa für die Werte des Konfuzianismus, dessen Rolle heute mit jener des Protestantismus während der Industriellen Revolution verglichen werden kann. Wenn man internationale Umfragen zu den Wertehaltungen anschaut, stellt man überrascht fest, dass die Mehrheit der Chinesen sehr individualistisch denkt. Sie sind wie die US-Amerikaner überzeugt, dass Erfolg auf Leistung beruht. Das kontrastiert stark mit der Haltung in den ehemaligen Staaten der Sowjetunion, wo die Menschen glauben, Erfolg sei Glückssache und

#### Zur Person:

*Fabrizio Zilibotti (47) ist Professor für Volkswirtschaft an der Universität Zürich. 2009 hat er vom Europäischen Forschungsrat (ERC) einen Grant von 1,6 Millionen Euro zugesprochen erhalten, unter anderem um die wirtschaftliche Entwicklung Chinas zu analysieren.*

hänge unter anderem von den richtigen Kontakten ab. Indem man glaubt, dass etwas möglich ist, wird es möglich. Diese Überzeugung treibt die chinesischen Unternehmer und die chinesische Wirtschaft an.

*Wer sind die Unternehmer in China und woher kommen sie?*

Zilibotti: Wir haben noch zu wenige Daten, um das präzise beurteilen zu können. Was klar ist: Die chinesischen Unternehmer haben sehr unterschiedliche soziale Hintergründe. Die einen stammen aus einfachen Verhältnissen, andere haben als Kader in ehemaligen Staatsbetrieben gearbeitet. Die Mobilität ist sehr gross, und die Chinesen sind bereit, Risiken einzugehen.

*Weshalb sind die Chinesen so risikofreudig?*

Zilibotti: Man könnte sagen: weil sie nicht anders können. Heute ist das Risiko in der chinesischen Wirtschaft sehr gross, für die Unternehmer genauso wie für die Arbeitskräfte. Viele der sozialen Netzwerke werden durch die Migration oder die Schliessung von unrentablen Unternehmen zerstört. Das Pensionssystem ist nicht gesichert, und die individuellen Einkommen schwanken sehr stark von einem Jahr zum nächsten. Das erklärt, weshalb die chinesische Bevölkerung so viel spart. Chinas Wirtschaft legt im Durchschnitt die Hälfte ihrer Einkünfte auf die hohe Kante. Die chinesischen Familien sparen fast ein Drittel ihres verfügbaren Einkommens, und die Unternehmer reinvestieren einen grossen Teil der Einnahmen in ihre Firmen. Das ist ein wichtiger Faktor bei der Erklärung des rasanten Wirtschaftswachstums. Die Kombination der hohen Sparquote mit hoher Produktivität führt dazu, dass ein bedeutender Teil der chinesischen Produktion exportiert wird.

*Sie erforschen unter anderem, wie sich bestimmte Politikumfelder auf die Entwicklung eines Landes auswirken. Welche Rolle spielt in China die Kommunistische Partei?*

Zilibotti: Der Einfluss der Kommunistischen Partei ist nach wie vor sehr gross, weil sie immer noch die politische Macht monopolisiert. Die Frage ist eher, ob man in China noch von einem kommunistischen Wirtschaftssystem sprechen kann. Die chinesische Gesellschaft ist sehr ungleich geworden. Die Arbeiter haben wenig Rech-



*«Heute ist das Risiko in der chinesischen Wirtschaft sehr gross. Deshalb sparen die Menschen so viel.» Fabrizio Zilibotti*

te. Man sollte sich allerdings nicht täuschen lassen: Obwohl es dieses Machtmonopol gibt, ist der Staat nicht in der Lage, das gesellschaftliche und wirtschaftliche Leben vollständig zu kontrollieren. So ist beispielsweise die Durchsetzung von Verträgen auf dem Rechtsweg schwierig. Das ist ein Hindernis, wenn es darum geht, in China Geschäfte zu machen. Es gibt viel Schattenwirtschaft, und Unternehmen umgehen oft gesetzliche Bestimmungen, etwa bei der Bezahlung von Pensionskassenbeiträgen.

*Sie sagen, der chinesische Rechtsstaat sei schwach. Weshalb ist das ein Problem für die Wirtschaft?*

Zilibotti: Es ist beispielsweise schwierig, Verträge durchzusetzen, die nicht eingehalten werden. Das wirkt sich auf die Kreditvergabe der Banken aus, die deshalb kleinere Unternehmen kaum oder nur sehr zurückhaltend unterstützen. Das wiederum führt unter anderem dazu, dass die

Chinesen so viel sparen, weil sich die Kleinunternehmer weitgehend selber finanzieren müssen.

*Kann man im Fall von China noch von einem kommunistischen System sprechen?*

Zilibotti: Der Kommunismus ist nur noch Fassade. Die Macht ist immer noch zentralisiert, aber sozialistische oder kommunistische Prinzipien bei der Organisation von Wirtschaft und Gesellschaft sind kaum noch auszumachen. In letzter Zeit sind soziale Fragen wieder wichtiger geworden, was sich in der Parteipresse spiegelt. Meiner Ansicht nach hängt diese Entwicklung jedoch damit zusammen, dass die Gesellschaft reicher wird. Mit Kommunismus hat das nichts zu tun. Wichtig ist jedoch, dass die chinesische Elite ihr Machtmonopol nicht dazu missbraucht, sich masslos zu bereichern, wie das in anderen Ländern der Fall ist, wo oft das Einkommen, das die neuen Unternehmen generieren, abgeschöpft

wird. Da ist es schwierig und nicht sehr interessant, ein erfolgreicher Unternehmer zu werden. Obwohl auch in China die Korruption weit verbreitet ist, spielt sie eine weniger wichtige Rolle als in anderen Entwicklungsländern. Für Chinas Elite ist die Wirtschaft der Schlüssel für den Aufstieg zur Weltmacht.

*Auf welcher Stufe der Entwicklung befindet sich die chinesische Wirtschaft momentan?*

Zilibotti: China ist weit davon entfernt, saturiert zu sein. Das Marktpotenzial ist riesig. Eine unserer Studien zeigt, dass in China erst etwa 10 Prozent der Bevölkerung ein Auto besitzen. Die chinesische Wirtschaft wächst schnell, aber sie ist immer noch wesentlich ärmer als die Volkswirtschaften in den entwickelten Ländern. Was die Technologie betrifft, so wird immer mehr auch im Hightech-Bereich gearbeitet. Und China investiert viel in Forschung und Entwicklung. Ein wichtiger Faktor ist, dass die Autoproduktion nach China verlagert wird. Das ist eine reife Industrie. Die Frage wird sein, welche Art von Autos produziert wird. Grundsätzlich basiert die chinesische Wirtschaft noch auf der Nachahmung von Produkten, aber es gibt Nischen, wo innovativ gearbeitet wird.

*Um im technologischen Wettlauf mithalten zu können, braucht es gut ausgebildete Arbeitskräfte, verfügt China über solche?*

Zilibotti: Die Fähigkeiten der Arbeitskräfte verbessern sich stetig, etwa 10 Prozent haben einen Hochschulabschluss, etwa 50 Prozent einen Abschluss auf der Sekundarstufe. Das ist viel für ein Land auf dieser Entwicklungsstufe. Bemerkenswert ist das Streben nach Exzellenz. China fördert ambitionierte Universitäten und Forschungseinrichtungen. Die Forschungsgelder werden kompetitiv verteilt und exzellente Studierende werden ins Ausland geschickt. Bildung hat einen hohen Stellenwert und wird als Weg zum sozialen Aufstieg gesehen.

*Wer kann in China studieren?*

Zilibotti: Viele der Studierenden kommen aus einfachen Verhältnissen, haben es aber an die Universität geschafft. Das unterscheidet China von vielen anderen Entwicklungsländern, deren Gesellschaften hierarchisch strukturiert sind und



*«Sozialistische oder kommunistische Prinzipien sind in Chinas Wirtschaft und Gesellschaft kaum mehr auszumachen.»* Fabrizio Zilibotti

deren soziale Mobilität gering ist. Chinas soziale Mobilität erinnert an jene in den USA. Die Löhne der Hochschulabgänger sind ziemlich hoch. Das Wachstum der Löhne orientiert sich stark am Grad der Ausbildung: Von 1992 bis 2008 sind die Löhne für Arbeiter ohne Ausbildung pro Jahr um 5 Prozent gestiegen, jene der Akademiker um 14 Prozent.

*Wie wird sich die chinesische Gesellschaft in den nächsten Jahren entwickeln? Welche Konsequenzen hat dies für den Rest der Welt?*

Zilibotti: Seit der Krise der späten 1980er-Jahre ist in China eine starke Mittelklasse entstanden, zu der heute etwa 50 Prozent der Bevölkerung gezählt werden. Das war auch dank der politischen Stabilität möglich. Die Frage ist, ob diese aufrechterhalten werden kann in einem System mit einem politischen Machtmonopol. Aufgrund unserer Erfahrungen sind wir im Westen über-

zeugt, dass langfristig die Demokratie das beste und stabilste politische System ist. Vielleicht liefert uns China eine Alternative zu diesem Modell. Ich sehe zwei mögliche Entwicklungen: Die eine wäre, dass mit dem wirtschaftlichen Fortschritt auch die Forderung nach politischer Liberalisierung stärker wird. Dafür gibt es im Moment wenig Anzeichen. Es besteht ein breiter gesellschaftlicher Konsens, das aktuelle politische System stabil zu halten. Aber dieses könnte in eine Krise geraten, und wir wissen nicht, wie es darauf reagieren wird. Die andere Möglichkeit ist, dass wir in China über längere Zeit ein stabiles, wirtschaftlich prosperierendes Einparteiensystem haben werden. Das würde bedeuten, dass wir unsere Überzeugung überdenken müssen, langfristig gewährleiste nur ein demokratisches System Stabilität und Fortschritt.

*Herr Zilibotti, besten Dank für das Gespräch.*

# Der Traum vom Weltgericht

Die Menschenrechte haben das Völkerrecht revolutioniert und entwickelten sich zu einem Grundpfeiler des Rechts. Dieses Fazit zieht eine neue Publikation, an der der Zürcher Völkerrechtler Daniel Thürer beteiligt ist. Von Adrian Ritter

Max Göldi war kein Ausnahmefall. Die Lage der Menschenrechte in Libyen sei trostlos, schrieb Amnesty International im Juni 2010 in ihrem neuen Länderbericht zu Libyen. Dass Menschenrechtsorganisationen solche Kritik äussern, ist nichts Neues. Dass Uno-Gremien wie der Menschenrechtsrat die Berichte von Nichtregierungsorganisationen aber bei ihren Beratungen offiziell zur Kenntnis nehmen, ist neu.

Noch nie in der Geschichte des Völkerrechts hatte die Zivilgesellschaft einen so starken Einfluss auf die Rechtsgestaltung wie heute, stellen

sei es überholt, nur Staaten an die Einhaltung von Menschenrechten zu binden. Die Pflicht, diese zu respektieren, sollte gemäss Thürer und Buergenthal ausgedehnt werden, etwa auf Unternehmen und Medien.

Den Hauptteil des Buches bildet ein Überblick über die derzeitigen Normen, Institutionen und Prozesse des internationalen Menschenrechtsschutzes und des damit verwandten humanitären Völkerrechts. Eigene Kapitel sind dem Menschenrechtsschutz in Europa, Amerika und Afrika gewidmet. Ausführlich wird zudem die Situ-

---

*Erst nach dem Zweiten Weltkrieg gelang es, die Menschenrechte aus der Verfassung einzelner Staaten auf die Ebene des Völkerrechts zu heben.*

---

Daniel Thürer, soeben emeritierter Professor für Völkerrecht an der Universität Zürich, und Thomas Buergenthal, Professor und ehemaliger Präsident des Interamerikanischen Menschenrechtshofes, in ihrer Publikation «Menschenrechte. Ideale, Instrumente, Institutionen» denn auch fest. Es ist dies nur einer der Trends, die die Autoren im Schlusskapitel ihres 450-seitigen Werkes identifizieren.

## Wenn Staaten scheitern

Als eine der grössten Gefahren für die Menschenrechte erachten sie den Terrorismus. Einerseits bedroht er Menschenleben, andererseits werden im Namen seiner Bekämpfung Menschenrechte ausser Kraft gesetzt – von der Verletzung der Privatsphäre bis zur Folter. Gefährlich für den Schutz der Menschenrechte sind auch die so genannten «Failed States» – gescheiterte Nationen, zu denen derzeit etwa Somalia und Afghanistan gezählt werden können. Die Erfahrung zeige, dass nur stabil organisierte Staatswesen die Menschenrechte zu gewähren vermögen. Gleichzeitig

ation in Deutschland, Österreich und der Schweiz beleuchtet. Die Publikation richtet sich in ihrer gut verständlichen Sprache sowohl an Studierende, Richterinnen und Politiker wie auch interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Die Autoren lassen keinen Zweifel daran, dass sich die Menschenrechte zu einem Teil des globalen Bewusstseins verfestigt haben. Dies sei keine Selbstverständlichkeit. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg gelang es, sie aus der Verfassung einzelner Staaten auf die Ebene des Völkerrechts zu heben. Seither seien sie zu einem der wichtigsten Gegenstände des internationalen politischen Diskurses geworden. Die Menschenrechte gehören heute neben «Entwicklung» und «Sicherheit» zu den Kernzielen der Vereinten Nationen.

Sie haben sich zu einem wichtigen Grundpfeiler des Rechts entwickelt. Neu dabei ist auch, dass Staaten nicht nur Recht setzen, sondern sich auch vor dem Recht verantworten müssen, etwa vor dem Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte in Strassburg. Auch die Schweiz wurde schon mehrfach verurteilt, etwa in Fällen über-



langer Untersuchungshaft oder von fehlendem rechtlichem Gehör.

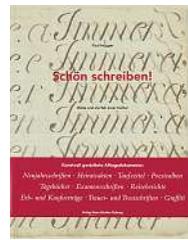
Die Autoren sind überzeugt von der zentralen Bedeutung der Menschenrechte als tragenden Grundwerten des Rechts – sowohl für die einzelnen Nationen wie auch für die internationale Gemeinschaft. Auch wenn der Schutz der Menschenrechte noch in mancherlei Hinsicht mangelhaft sei, gebe die Entwicklung doch Anlass zu Hoffnung. Um die Menschenrechte weiter zu stärken, wäre ein globaler Gerichtshof für Menschenrechte vorstellbar. Als Vorbild könnte das humanitäre Völkerrecht dienen, das durch die Einrichtung des Internationalen Strafgerichtshofes in Den Haag gestärkt wurde. Ein solch umfassendes System der «Weltgerichtsbarkeit» bleibe zurzeit allerdings noch ein «schöner Traum», schreiben die Autoren.

## Wachsame Bürger gefragt

Ein anderer Traum ist derjenige vom Gewaltmonopol des Uno-Sicherheitsrates. Auch davon kann gemäss den Autoren heute noch keine Rede sein. Immerhin habe der Sicherheitsrat aber an Handlungsmacht gewonnen, stellen Buergenthal und Thürer fest. So bestehe heute ein Konsens darüber, dass der Sicherheitsrat bei massiven Verletzungen von Menschenrechten und des humanitären Völkerrechts befugt sei, Massnahmen zu ergreifen.

Der Schutz der Menschenrechte wird nie vollendet sein, so die Rechtswissenschaftler. Sie werden immer dem Wandel der Ideen und Verhältnisse ausgesetzt sein, die sie stärken oder gefährden können. Der beste Garant der Menschenrechte sei der wachsame und aktive Bürger. Demokratische Partizipation und die Zivilgesellschaft seien deshalb Schlüsselemente eines modernen Verständnisses der Menschenrechte.

Thomas Buergenthal und Daniel Thürer: **Menschenrechte. Ideale, Instrumente, Institutionen**; Dike Verlag, Zürich/St.Gallen, Nomos Verlag, Baden-Baden, 2010, 456 Seiten, 66 Franken



## Gespaltenes Bewusstsein

Im September 1939 wurde in der Schweiz offiziell die Zensur eingeführt. Das war ein weiterer Schritt eines längeren Prozesses, in dessen Verlauf die Meinungsfreiheit kontinuierlich eingeschränkt und nationalen Interessen untergeordnet wurde. Als Handlangerin der nationalen Selbsterhaltung während des Zweiten Weltkrieges verstand sich auch die Zensurbehörde. Durch die Zensur sollte «nicht die Wahrheit an sich und als hoher, ethischer Wert geschützt werden, sondern die Sicherheit und Versorgung des Landes», resümierte rückblickend ein Zensurfunktionär.

Der Historiker Stefan Andreas Keller hat die schweizerische Buchzensur während des Zweiten Weltkrieges analysiert und kommt zu wenig schmeichelhaften Ergebnissen. Er hat weitgehende Übereinstimmungen der Schweizer Zensur mit den Haltungen im nationalsozialistischen Deutschland festgestellt. Diese Gleichschaltung war jedoch nicht eine Folge des politischen Drucks, sie ergab sich vielmehr durch die Kongruenz des Kunstverständnisses und der Werte in der Schweiz und im nationalsozialistischen Staat.

Zwar wurde vielfach die Aufrechterhaltung der Neutralität als Begründung für die Zensur oder das Verbot von Büchern angeführt. Doch auch in den Köpfen der Schweizer Zensoren hatten fremdenfeindliche und antisemitische Vorurteile ihren festen Platz. Auch in der Schweiz galt es unter dem Banner der geistigen Landesverteidigung das Volk vor kommunistischer und sozialistischer Literatur oder den «zersetzenden» Elaboraten der literarischen Moderne und der Emigranten zu schützen. Und was es mit dem Holocaust genau auf sich hatte, wollte man dem Volk auch nicht zumuten. Bis kurz vor Kriegsende wurden Schilderungen von Ghettos und Konzentrationslagern mit dem Hinweis unterdrückt, man dürfe keine «Greuelmeldungen» verbreiten. Keller diagnostiziert angesichts der Dissonanz zwischen reklamierter Neutralität und offensichtlicher Parteinahme ein «gespaltenes Bewusstsein». *Thomas Gull*

Stefan Andreas Keller: **Im Gebiet des Unneutralen** – Schweizerische Buchzensur im Zweiten Weltkrieg zwischen Nationalsozialismus und Geistiger Landesverteidigung; Chronos Verlag, Zürich 2009, 348 Seiten, 58 Franken

## Schön Schreiben

Wir schreiben, Computer und Kommunikationstechnologie machen es möglich, immer weniger von Hand. Mit dieser Entwicklung geht auch die jahrhundertalte Tradition des Schönschreibens in Europa allmählich verloren. Paul Huggers neues, aufwändig gestaltetes und reich bebildertes Buch «Schön schreiben! Blüte und Zerfall einer Kultur» dokumentiert und erinnert nun an diese kalligraphische Kultur im Moment ihres Verschwindens.

Ihre Wurzeln hat die europäische Tradition des Schönschreibens in den Skriptorien, den Schreibstuben der frühmittelalterlichen Klöster. Ihre grösste Verbreitung fand sie aber im 19. Jahrhundert. Denn mit der Einführung des Schullehrunterrichts für alle fand eine Demokratisierung des Schreibens und mit ihr eine Blüte der alltäglichen Kalligraphie statt. Als Volkskundler interessiert sich Paul Hugger gerade für solche Phänomene und Ausdrucksformen des Alltags. Entsprechend stammen auch die meisten abgebildeten und besprochenen Dokumente im Buch aus dem 19. und der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Huggers Buch hat weder den Anspruch noch das Ziel, sich detailliert wissenschaftlich mit dem Thema zu beschäftigen. Es versteht sich vielmehr als eine Art Blütenlese, die vor allem den Formenreichtum und die unterschiedlichen gesellschaftlichen Funktionen des Schönschreibens festhalten und unterstreichen will. Eine Vielfalt, die sich in Schriftdidaktiken und Schülertexten genauso zeigt wie in Einträgen in Tagebücher und Poesiealben oder in Taufzetteln und amtlichen Urkunden. Die abgebildeten und kommentierten Dokumente – die meisten stammen aus dem Privatbesitz des Autors – sind aber nicht nur interessant, weil sie mit eindrücklicher Kunstfertigkeit die schöne Form feiern. Sie beleuchten immer wieder auch historische Ereignisse – etwa in Schulaufsätzen über einen Besuch der Landesausstellung 1939 in Zürich – und sie geben vielfältige Einblicke in vergangene Beziehungskulturen. *Roger Nickl*

Paul Hugger: **Schön Schreiben!** Blüte und Zerfall einer Kultur; NZZ Libro, Zürich 2010, 168 Seiten, 70 Franken

## Revolutionäre Russinnen

Eine gleichwertige Berufsausbildung war stets eine wichtige Forderung der Frauenbewegung. Die Schweiz nahm dabei eine Vorreiterrolle ein: Die Universitäten Zürich und Bern gehörten in Europa zu den ersten, an denen Frauen ab den 1870er-Jahren studieren durften. Jetzt liegt mit «Ganz Europa blickt auf uns! Das schweizerische Frauenstudium und seine russischen Pionierinnen» ein Buch vor, das tiefe Einblicke in das Leben einiger dieser ersten Studentinnen eröffnet.

Die zentrale Figur des historischen Buches ist die adlige Moskauerin Virginia Schlykowa (1853–1949), deren Nachlass die beiden Autorinnen Monika Bankowski, Slawistin und Fachreferentin an der Zentralbibliothek Zürich, und Franziska Rogger, Historikerin und bis 2009 Archivarin der Universität Bern, untersucht haben. Ergänzend haben die beiden Wissenschaftlerinnen in russischen Archiven recherchiert und weiteres Material zu zahlreichen Bekannten Schlykows beigezogen, unter anderem zur berühmten ersten Zürcher Studentin Nadeschda Suslowa.

Das Buch ist jedoch vor allem eine detailreiche Biografie Virginia Schlykows: Sie begeisterte sich als junge Frau für die russische Revolution und wollte Ärztin werden, um dem geknechteten russischen Volk zu Hilfe eilen zu können. 1872 reiste sie mit Hilfe ihrer Mutter nach Zürich, immatrikulierte sich an der Universität und schloss 1876 ihr Studium ab. Man liest von Studienfreundschaften und von Animositäten zwischen jenen Studentinnen, die sich wie Virginia vor allem auf die Medizin konzentrierten, und jenen, die die Revolution wichtiger fanden. Zur Sprache kommen allerlei Familienzwiste und die Liebesgeschichte und Ehe mit dem an der Universität Zürich tätigen armenischen Chemiker Haruthium Tigran Abeljanz. Virginia nannte ihn zärtlich «Tigerli», doch der Tiger verbot ihr, ihren Beruf auszuüben, und verknurrte sie zum Dasein als Hausfrau und Mutter. Erst nach der Scheidung gelang es ihr, als Physiotherapeutin beruflich Fuss zu fassen. *Tanja Wirz*

Franziska Rogger und Monika Bankowski: **Ganz Europa blickt auf uns!** Das schweizerische Frauenstudium und seine russischen Pionierinnen; hier + jetzt Verlag für Kultur und Geschichte, Baden 2010, 292 Seiten, 46.90 Franken

SCHLUSSPUNKT von Simona Ryser

## Ekkeharts Error

Ächzend und quietschend ging Ekkehart durch die Strasse. Sein Gang war etwas schlingernd, aber zielstrebig. Er hatte eine Mission: Den Hund zur Versäuberungsstrecke führen, dessen Haufen einpacken und in den bereitgestellten, grünen Eimer werfen. Denselben Weg zurück. Ab und zu einen Lockpfeiff ausstossen. Wieder zuhause angekommen, verkrümelte sich der Hund schon mal in seine Hütte, während Ekkehart noch vor der Haustür das Achselgestell zum Grusse hob. Im Garten mähte nämlich die kleine kompakte Sibylle den Rasen und würdigte Ekkehart keines Blickes. Nun, ihre Augen lagen tief, genaugenommen hatte sie gar keine Augen. Sie war einfach sehr sensibel und reagierte auf Grenzen, Mauern und Zäune. Alles, was sie in ihrer Bewegung störte, bewog sie zum Rückzug. Ihr Schneidwerkzeug aber war unerbittlich. Sie zerkleinerte jeden Grashalm und machte auch vor den frisch gesetzten Hyazinthen nicht halt. Da blieb natürlich keine Zeit für einen Flirt mit dem eckigen Ekkehart, der sich immer so gross aufspielte. (Seine unzähligen auf- und einziehbaren Arme und dazugehörigen Klammern waren durchaus beeindruckend. Das eine Auge hingegen eher unschön.)

Jedenfalls las Ekkehart in seinem digitalen Oberstübchen, noch bevor er das Haus betrat, seinen nächsten Auftrag: Katze waschen. Wäsche bügeln. Anstatt sich aber gleich an die Arbeit zu machen, rollte er mit seinem Auge und liess die Gummiseile zischen. Genauer gesagt, war soeben das Fehlererueierungsprogramm angesprungen. Etwas irritierte ihn: Katze waschen. Wäsche bü-

geln? Warum nicht Katze bügeln? Auf Waschen folgte doch Bügeln. Wieder rollte er mit dem Auge. Sibylle mähte gerade die Rosen nieder, ansonsten alles grün. Dann ortete er die Katze. Sie sass friedlich schlummernd auf einem Mauervorsprung. Ekkehart schlich sich so gut wie möglich an, fuhr seinen langen Arm aus und umfasste das verschreckte Tier. Die Katze buckelte und fauchte und erstarrte. Niemals zuvor hatte das stählerne Ungetüm sie überhaupt beachtet. Doch Ekkehart war zwar ohne Hirn und nur Funktion, diese beherrschte er aber perfekt. Während Sibylle gerade die silberblauen Chrysanthemen wegmähte, griff Ekkehart die arme Katze. Überfordert von so viel plötzlich ihr angetaner Technologie und aller Instinkte beraubt, liess sie den Transport mit sich geschehen und harrete der Dinge, die da noch kamen.

Erstaunlich galant ächzte Ekkehart durch die Balkontür, ging am Bügelbrett vorbei, auf dem das Bügeleisen schon aufwärmte, und warf das wilde Tier in die Waschmaschine. Bevor er aber das Buntwäscheprogramm starten konnte, sprang ihm die Katze mit hysterischem Jaulen entgegen, überwand Ekkehart und Bügelbrett und rannte durch die offene Balkontür in den grüngemähten Garten zurück. Dort übersprang sie mit wenigen Tritten die hohe Gartenmauer und ward nie mehr gesehen. Ekkehart aber, irritiert durch den überraschenden Verlust des Waschobjektes, startete vorsorglich das Selbstschutzprogramm.

Simona Ryser ist Sängerin und Autorin.



# SEHQUALITÄT = LEBENSQUALITÄT

**Müde, gereizte Augen? Die Ursache kann eine Überanstrengung Ihrer Augen sein. Mit professioneller Erfahrung und geeigneten Hilfsmitteln können Ihre Augen entlastet werden.**

Die Sehgewohnheiten haben sich in den letzten Jahren stark verändert.

Die visuellen Anforderungen steigen ständig. Immer mehr wichtige Informationen werden mit den Augen aufgenommen.

Heute müssen die Augen oft stundenlang beim Lesen oder am Computer ununterbrochen in die Nähe von 40 cm bis 80 cm fokussieren. Ihre Augenmuskeln erbringen dabei eine Höchstleistung. Müde, gereizte Augen, Kopfweg, Nackenverspannungen und Lichtempfindlichkeit können die Folge sein.

**Bildschirm-Comfortbrillen entlasten die Augen**  
Oft reicht die universelle Gleitsichtbrille bzw. Fern- oder Lesebrille nicht aus, um diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden. So wie ein Paar Schuhe auch nicht allen Anforderungen vom Tanzen bis zum Bergsteigen gerecht wird, lassen sich mit einer einzigen Brille auch nicht immer alle wichtigen Sehaufgaben optimal erfüllen. Für stundenlange Computerarbeit werden Ihre Augen mit der

speziell entwickelten Baldinger Optik Bildschirm-Comfortbrille wesentlich entlastet.

## Vorteile gegenüber einfachen Lesebrillen

Lesebrillen mit einem Nahzusatz von +1,5 und höher haben in der Regel einen Schärfebereich bis zu 66 cm oder noch näher.

Mit der Bildschirm-Comfortbrille wird der Schärfebereich individuell erweitert. Durch den oberen Teil des Glases sehen Sie z. B. bis 80 cm entspannt scharf. Durch den unteren Teil des Glases bis auf ca. 40 cm.

So haben Sie den ganzen Arbeitsbereich in der Nähe von 40 cm bis zum Bildschirm in 80 cm optimal abgedeckt.

## Vorteile gegenüber Gleitsichtbrillen

Die Gleitsichtbrille hat sich als Allround-Universalbrille durchgesetzt und sich trotz einigen Nachteilen für viele als bester Kompromiss bewährt. Ein grosser Nachteil ist die kleine Zone für den Bildschirm und deren Position im Gleitsichtglas. Um den Bildschirm

längere Zeit mit der optimalen Korrektur zu betrachten, muss der Kopf oft immer mehr in den Nacken gelegt werden. In dieser Position kann das Blickfeld auf den Bildschirm sehr limitiert sein. Man muss immer «zielen» oder «nachfahren», was aber äusserst unergonomisch und ermüdend ist.

Mit der Baldinger Optik Bildschirm-Comfortbrille überblicken Sie den grössten Teil des Bildschirms deutlich mit der optimalen, ermüdungsfreien Sehergonomie.

## Musik-, Bastel- und Nähbrillen

Auch für alle anderen Hobbys und Arbeiten, bei denen Sie einen erweiterten Nahbereich benötigen, gibt es die optimale Baldinger Optik Nah-Comfortbrille.

## Know-how

Mit den von Baldinger Optik speziell entwickelten, bewährten Lösungskonzepten tragen Sie die optimale Baldinger Optik Comfortbrille mit der besten Sehergonomie. So lassen sich Ermüdung und andere Symptome reduzieren und eine grössere Sicherheit erreichen. Wie immer bietet Baldinger Optik auch auf diese Gläser eine Verträglichkeitsgarantie.

## Mehr Sicherheit durch weniger müde Augen!

### Weitere Informationen finden Sie unter:

[www.baldinger.ch](http://www.baldinger.ch), [info@baldinger.ch](mailto:info@baldinger.ch)  
Baldinger Optik AG, Eidg. dipl. Augenoptiker  
Hottingerstr. 40, 8032 Zürich, Tel. 044 251 95 94  
Alleestr. 25, 8590 Romanshorn, Tel. 071 463 11 77

## Baldinger Optik Sehergonomie

**Ermüdungsfreies Sehen dank optimaler Sehergonomie von Baldinger Optik. Was ist das Spezielle an den Baldinger Optik Bildschirm-Comfortbrillen?**

Die Bildschirm-Comfortbrillen ermöglichen Ihnen bei einer **natürlichen ergonomischen** Haltung ein **grosses scharfes Blickfeld** auf den Bildschirm. Nach Bedarf ist die Nähe zum Lesen unten im Brillenglas zusätzlich angepasst, um auch dort ein ermüdungsfreies Lesen in ca. 40 cm Entfernung zu ermöglichen. Die Fernkorrektur ist in der Regel in den Bildschirm-Comfortgläsern nicht enthalten. Dies zugunsten der grösseren Schärfezonen für den Bildschirm und zum Lesen. Zum Autofahren sind die Bildschirm-Comfortbrillen im Allgemeinen nicht geeignet, da das allenfalls enthaltene Blickfeld in die Ferne den Anforderungen im Strassenverkehr nicht genügt.

Das Besondere der Baldinger Optik Bildschirm-Comfortbrillen ist der **erweiterte Sehbereich**, der ein relativ grossflächiges Bild in verschiedenen Nah-Abständen ermöglicht. So können Sie **ermüdungsfrei** in verschiedenen Distanzen lesen.

## Gutschein im Wert von Fr. 20.–

Für die Einmessung und optimale Anpassung Ihrer Bildschirm-Comfortbrille nach der speziellen Baldinger Optik Methode für Fr. 25.– statt Fr. 45.–.

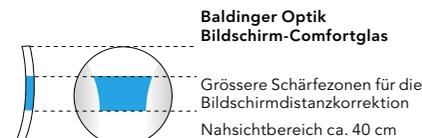
Bitte vereinbaren Sie Ihren Termin bei Baldinger Optik in Zürich  
Tel. 044 251 95 94. Gutschein nicht kumulierbar, gültig bis 30. November 2010.

**BALDINGER**  
**O P T I K**  
[www.optic-shop24.com](http://www.optic-shop24.com)



### Mit der Gleitsichtbrille

Um deutlich zu fokussieren, muss durch den unteren Teil des Gleitsichtglases geblickt werden. Dafür ist es nötig den Kopf anzuheben. Die Folge: eine unergonomische, anstrengende Haltung mit Verspannungen von Hals und Nacken. Langfristig kann dies zu Problemen führen.



### Mit der Baldinger Optik Bildschirm-Comfortbrille

Bei ergonomischer Haltung wird der Bildschirm grossflächig mit entspannten Augen dauerhaft deutlich gesehen. Optimales, entspanntes und ermüdungsfreies Sehen. Definition gemäss Edi Baldinger: die optimale Sehergonomie.

**BALDINGER OPTIK: INNOVATION VOR AUGEN**



## Auf Wunsch statten wir auch kleinere Räume aus.

Seit 1868 sorgen wir mit sicherer Hand für repräsentative Büroeinrichtung und schönes Wohnen in und um Zürich. Was Klasse hat in Sachen Ausstattung und Einrichtung, finden Sie bei uns. Zielsicher. Rüegg-Naegeli – der Klassiker für Klassiker. Mitten in Zürich.

**Rüegg-Naegeli AG**  
Beethovenstrasse 49  
8002 Zürich

Tel. 044 204 62 62    info@ruegg-naegeli.ch  
Fax 044 204 62 60    www.ruegg-naegeli.ch

**Rüegg-Naegeli**   
BüroArchitektur & WohnKultur