

# GLOBE

RESSOURCEN

## KNAPPHEIT UND VERSCHWENDUNG

Wertvolle Rohstoffe finden, ersetzen,  
wiederverwenden

SEITE 14

Erdbebenland Schweiz:  
Neue Gefährdungskarte  
SEITE 10

Spurensuche  
an der Baumgrenze  
SEITE 38

Arno Candel: Big-Data-  
Pionier im Silicon Valley  
SEITE 46

axpo

## WERTVOLLE GRUNDLAGEN

Rohstoffe prägen unser Leben. Ohne sie gäbe es keine Gebäude, keine Medikamente, keine Computer – und auch keine Lebensmittel. Unseren heutigen Lebensstil verdanken wir der Tatsache, dass es uns gelungen ist, Rohstoffe für unsere Zwecke verfügbar zu machen. In vielen Fällen gehen wir mit diesen Gütern jedoch verschwenderisch um. Umweltschäden und mögliche Verknappungen sind die Folgen. An der ETH arbeiten deshalb viele Menschen an neuen Lösungen. Sie suchen etwa nach heute noch verborgenen Bodenschätzen, überdenken den Einsatz von Baumaterialien, untersuchen, wie Spurenelemente den Ertrag von Pflanzen beeinflussen, oder entwickeln Verfahren, um chemische Verbindungen effizienter herzustellen. Und nicht zuletzt suchen sie nach Wegen, wie sich unser Umgang mit Ressourcen optimieren lässt. Lesen Sie dazu mehr im [Fokus zum Thema Ressourcen ab Seite 14](#).



Lino Guzzella,  
Präsident der ETH Zürich

Den Umgang mit Rohstoffen thematisiert auch die Ausstellung «Boden Schätze Werte», die noch bis zum 28. Februar 2016 im erdwissenschaftlichen Forschungs- und Informationszentrum focusTerra zu sehen ist. Und auch das ETH-Erlebnisprogramm «Treffpunkt Science City» wird sich im November mit dem Thema befassen.

Sie sehen: Rohstoffe sind ein wichtiges Thema, das die ETH in der ganzen Breite angeht. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

Lino Guzzella  
Präsident der ETH Zürich

**Voller Energie  
unterstützen wir spannende Ideen.**

Schon heute stellt Axpo die Weichen für die Stromversorgung von morgen. Denn wir arbeiten stetig daran, noch bessere Produkte und Dienstleistungen für unsere Kunden zu entwickeln. Zu einer erfolgreichen Gestaltung der Energiezukunft gehören für uns Investitionen in die Forschung ebenso wie der Ausbau neuer Technologien und die Förderung unserer Mitarbeiter. Erfahren Sie, was Innovation noch für uns bedeutet: [www.axpo.com](http://www.axpo.com)

Mit uns können Sie Ihre Zukunft planen.

Die RUAG verfügt zu Land, in der Luft und im Weltraum über herausragende Technologiekompetenzen. Falls auch Sie Herausragendes bewegen und keine Kompromisse bei der Kunden- und Serviceorientierung eingehen wollen, sollten wir uns kennenlernen. Motivierten Hochschulabsolventen bieten wir ein faszinierendes Arbeitsumfeld mit spannenden Aufgabenstellungen.



Starten Sie Ihre Karriere unter [www.ruag.com/jobs](http://www.ruag.com/jobs)

Together ahead. **RUAG**

## Medical technologies



**CHF 50,000.- for the best project**

Neode, a leading industrial business incubator in French-speaking Switzerland, is offering a prize for the best innovation in medical technology. The winner will benefit from a host of expertise allowing their project to be industrialized.

**Deadline for entries: October 31, 2015: [www.neode.ch](http://www.neode.ch)**



Neode

Partners:

PKXGROUP

E-GESTION

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DIFER  
Commission pour la technologie et l'innovation CTI  
Agence pour la promotion de l'innovation

# INHALT

GLOBE  
NR. 3/2015

- NEW AND NOTED**
- 7 News aus der ETH Zürich
- 8 Wundheilung hautnah
- 10 Erdbebenland Schweiz

- FOKUS RESSOURCEN**
- 16 **Schätze aus der Tiefe**  
Christoph Heinrich sucht in immer grösserer Tiefe nach abbauwürdigen Erzlagerstätten.
- 19 **Nährstoffe für Pflanzen**  
Rainer Schulin und Emmanuel Frossard wollen Zink und Phosphor besser verfügbar machen.
- 22 **Ressourcen, Politik und Glaubwürdigkeit**  
Wie lässt sich der Umgang mit Ressourcen umweltfreundlicher gestalten, und was kann die Schweiz zur globalen Situation beitragen?
- 27 **Eine Bauwelt ohne Zement**  
Guillaume Habert will den Zementeinsatz in der Bauindustrie markant verringern.
- 30 **Antrieb für nachhaltigere Chemie**  
Javier Pérez-Ramírez entwickelt Katalysatoren, um Kunststoffe umweltfreundlicher herzustellen.



*Auch in der Schweiz kann die Erde jederzeit beben. – Seite 10*



*Das Datieren von Baumringen erfordert viel Handarbeit. – Seite 38*



- COMMUNITY**
- 33 Verbunden mit der ETH
- 34 Ausbau des Zurich Information Security and Privacy Center
- 37 Kolumne
- REPORTAGE**
- 38 **Spurensuche an der Baumgrenze**  
Matthias Jochner untersucht, wie sich der Klimawandel auf die Bäume im Hochgebirge auswirkt.
- CONNECTED**
- 42 **Begegnungen an der ETH**
- 44 Agenda
- PROFIL**
- 46 **Ein Pionier im Silicon Valley**  
Arno Candel arbeitet als Chiefentwickler von H2O an neuen Lösungen für Big-Data-Probleme.
- 5 FRAGEN**
- 50 **Nicole Wenderoth**  
«Mein Studium war erschreckend unwissenschaftlich.»



ClimatePartner®  
klimaneutral  
Druck | ID: 53232-1502-1013

**IMPRESSUM** — **Herausgeber:** ETH Alumni/ETH Zürich **Redaktion:** Roland Baumann (Leitung), Corinne Johannssen-Hodel, Martina Märki, Felix Würsten **Mitarbeit:** Peter Rüegg, Samuel Schlaefli **Inseterverwaltung:** ETH Alumni Communications, globe@alumni.ethz.ch, +41 44 632 51 24 **Insetermanagement:** print-ad kretz gmbh, Männedorf, info@kretzgmbh.ch, +41 44 924 20 70 **Gestaltung:** Crafft Kommunikation AG, Zürich **Druck, Korrektorat:** Neidhart + Schön AG, Zürich **Übersetzung:** Burton, Van Iersel & Whitney GmbH, München; Anna Focà, Nicol Klenk, ETH Zürich **Auflage:** 32400 in Deutsch, 30800 in Englisch; erscheint viermal jährlich **Abonnement:** «Globe» ist im Abonnement für CHF 20.– im Jahr (vier Ausgaben) erhältlich; die Vollmitgliedschaft bei ETH Alumni beinhaltet ein Globe-Jahresabonnement. **Bestellungen und Adressänderungen:** globe@hk.ethz.ch, +41 44 632 42 52, bzw. für Alumni direkt unter [www.alumni.ethz.ch/myalumni](http://www.alumni.ethz.ch/myalumni) **Weitere Infos:** [www.ethz.ch/globe](http://www.ethz.ch/globe), ISSN 2235-7289 **«Globe» gibt es auch als kostenlose Tablet-Version (iPad und Android) in Deutsch und Englisch**



## Mit uns in die Zukunft.

Wenn Ihnen Ihre berufliche Entwicklung wichtig ist, sind Sie bei uns richtig. Wir sind, wo Sie hinwollen. In der Schweiz, Europa, Amerika, Asien und Australien. Sie haben einen Abschluss in Elektrotechnik, Maschinenbau oder Werkstofftechnik. Wir bieten Ihnen den idealen Einstieg in R&D, Product und Market Management oder im Application Engineering.



Patricia Stolz, Personalleiterin  
Telefon +41 71 353 44 26, patricia.stolz@hubersuhner.com

Das weltweit tätige Schweizer Unternehmen HUBER+SUHNER entwickelt und produziert Komponenten und Systeme zur elektrischen und optischen Übertragung von Daten und Energie. Mit Lösungen aus den Technologiebereichen Hochfrequenz, Fiberoptik und Niederfrequenz beliefert HUBER+SUHNER Kunden in den Märkten Kommunikation, Transport und Industrie.

**HUBER+SUHNER AG**  
Tumbelenstrasse 20, 8330 Pfäffikon, Schweiz  
Degersheimerstrasse 14, 9100 Herisau, Schweiz

[hubersuhner.com](http://hubersuhner.com)

# NEW AND NOTED



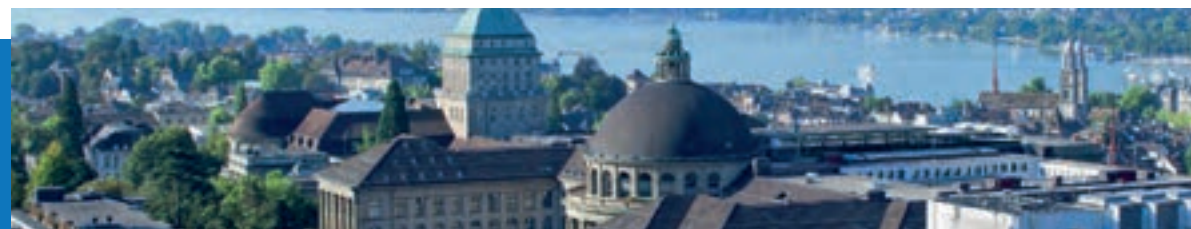
Nicola Spaldin mit Brutus, dem starken Supercomputer der ETH Zürich

*Körber-Preis 2015*

## HOHE AUSZEICHNUNG

Nicola Spaldin, Professorin für Materialtheorie an der ETH Zürich, erhielt mit dem Körber-Preis eine der bedeutendsten Wissenschaftsauszeichnungen Europas. Mit dem mit 750 000 Euro dotierten Preis werden herausragende, in Europa tätige Wissenschaftler ausgezeichnet. Der Forscherin wurde der Körber-Preis für die Entwicklung einer neuen Klasse kristalliner Verbindungen, der Multiferroika, verliehen. Diese könnten die Welt der Computer revolutionieren.

**ETH zürich**



## Beste Karrierechancen dank ETH Management-Ausbildung

Rund ein Drittel des Top-Managements der Schweiz hat an der ETH studiert.

### MBA ETH SCM

Eine einzigartige Management-Ausbildung mit einem Fokus auf Supply Chain Management

Studienreisen: China, Japan, Russland, USA  
Dauer: 18 Monate, Teilzeit

[www.mba.ethz.ch](http://www.mba.ethz.ch) →

### MAS ETH MTEC

Management-Ausbildung mit individuell wählbarem Schwerpunkt in den Bereichen Management, Technologie und Ökonomie

Studienreise: China  
Dauer: 4 Semester, Teilzeit

[www.mas-mtec.ethz.ch](http://www.mas-mtec.ethz.ch) →

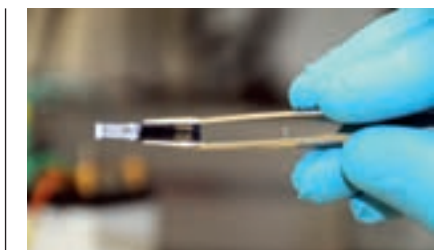
### Lernforschung

## INTELLIGENTE HIRNE ARBEITEN EFFIZIENTER

Wie genau sich Intelligenzunterschiede im menschlichen Gehirn zeigen, ist eine der grossen Fragen der Intelligenzforschung. Eine Hypothese ist die der neuronalen Effizienz: Das Gehirn intelligenterer Menschen kann Aufgaben effizienter lösen, das heisst, es braucht weniger Aktivität. Diese Hypothese ist in der Wissenschaft bereits mit Daten belegt. ETH-Forschende konnten diesen Effekt nun auch bei Aufgaben nachweisen, die das sogenannte Arbeitsgedächtnis betreffen, sowie erstmals innerhalb einer überdurchschnittlich intelligenten Personengruppe. Als Arbeitsgedächtnis bezeichnen Psychologen die Fähigkeit eines Menschen, Erinnerungen mit neuen Informationen zu verknüpfen,

sich an wechselnde Ziele anzupassen und unwichtig gewordene Informationen auszublenden.

Die ETH-Forschenden liessen über 80 Studierende vor dem Bildschirm Aufgaben lösen und massen die elektrische Aktivität des Gehirns. Bei sehr leichten und sehr schwierigen Aufgaben zeigten sich keine Unterschiede der Hirnaktivität zwischen intelligenten und sehr intelligenten Probanden. Die leichten Aufgaben waren für alle Teilnehmenden ein Kinderspiel; bei den sehr schwierigen Aufgaben waren auch die sehr intelligenten Teilnehmenden kognitiv gefordert. Bei mittelschweren Aufgaben konnten die Forschenden hingegen deutliche Unterschiede zwischen den beiden Personengruppen messen. Die mittelschweren Aufgaben wurden zwar von allen Probanden gleich gut gelöst, die sehr intelligenten Teilnehmenden mussten dafür aber weniger Ressourcen einsetzen.



### Materialwissenschaft

## NEUER CO<sub>2</sub>-SENSOR

Materialwissenschaftler der ETH Zürich und des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam entwickelten einen neuartigen Sensor, der Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) messen kann. Er besteht aus einem neuen Polymer-Nanopartikel-Verbundmaterial, das mit CO<sub>2</sub>-Molekülen wechselwirkt und in Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Umgebung seine Leitfähigkeit ändert. Damit können sehr kleine und energiesparende Geräte entwickelt werden.

*Unterm Mikroskop*

## HAUTNAHE FORSCHUNG

Im interdisziplinären Mikroskopiezentrum ScopeM der ETH können Forschende modernste Elektronen- und Lichtmikroskope nutzen. Einer von ihnen ist Eric Härtel, Doktorand in der Gruppe von Sabine Werner am Institut für Molekulare Gesundheitswissenschaften. Er analysiert anhand von Gewebeproben Mechanismen der Wundheilung. Eines der Ziele ist, die Eigenschaften der Kollagenfasern im Narbengewebe von geheilten Hautwunden zu charakterisieren und zu quantifizieren und sie mit der Situation in normaler Haut zu vergleichen.

Die Mikroskopaufnahme zeigt die Kollagenfasern in normaler Haut einer Maus, deren Orientierung sich mittels Multi-Photonen-Anregung sichtbar machen lässt. Eine Überlagerung des durchscheinenden (weiss) mit dem reflektierten Signal (rot) kann weitere Informationen zum Beispiel bezüglich des Reifegrads des Binde- oder Narbengewebes vermitteln. In Grün ist das Signal eines Haarschaftes zu erkennen.

In gesunder Haut sind die Kollagenfasern maschen- oder netzwerkartig verflochten und sorgen so für Reißfestigkeit, aber auch für Flexibilität des Gewebes.

# Erdbebenland Schweiz

Der Schweizerische Erdbebendienst (SED) hat soeben eine aktualisierte Erdbebengefährdungskarte für die Schweiz herausgegeben. Sie verdeutlicht: Auch in der Schweiz kann die Erde jederzeit beben.

Das letzte mittelstarke Erdbeben in der Schweiz liegt gut drei Jahre zurück. 30 Kilometer tief unter Zug ereignete sich ein Beben der Magnitude 4,2. Dieses war in weiten Teilen der Zentral- und der Ostschweiz deutlich spürbar. Das Beispiel macht klar: Mittelstarke Erdbeben können auch in der Schweiz jederzeit und an jedem beliebigen Ort auftreten.

Dennoch sind gewisse Behörden, Ämter oder Versicherungen davon überzeugt, dass Teile der Schweiz erdbebensicher sind. Dies mag damit zu tun haben, dass die Erdbebengefährdungskarte von 2004 grün oder blau

eingefärbte Zonen aufwies – etwa das Mittelland zwischen Zürich und Bern oder das Südtessin. Dies mag als Entwarnung bezüglich Erdbeben interpretiert worden sein.

Dieser Fehlinterpretation wirkt die neue seismische Gefährdungskarte entgegen, die der Schweizerische Erdbebendienst (SED) im Auftrag des Bundes erstellt und Anfang September 2015 der Öffentlichkeit präsentiert hat. In die Gefährdungsanalyse sind viele neue Daten und Modelle eingeflossen. Die SED-Wissenschaftler betrachten das neue Gefährdungsmodell denn auch als deutliche Verbesserung

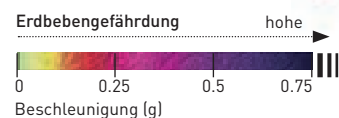
gegenüber demjenigen von 2004. Am augenfälligsten für den Laien ist, dass die «harmlosen» Farben durch gelbe, orange, rote und violette Farbtöne ersetzt worden sind. Damit signalisiert die Karte, was SED-Direktor Stefan Wiemer mit einem Satz ausdrückt: «Die Schweiz ist ein Erdbebenland, sichere Ecken gibt es nicht.»

Als stärker gefährdet als bisher angenommen wurde der Kanton Graubünden eingestuft, insbesondere das Engadin. Hier berechneten die Wissenschaftler eine um 20 bis 30 Prozent höhere Gefährdung als vor zehn Jahren. Dies erklärt sich unter anderem

## NEUE GEFÄHRDUNGSKARTE

An der regionalen Verteilung der Gefährdung hat sich bei der Neuauflage der Gefährdungskarte nur wenig verändert. Das Wallis gilt weiterhin als der Erdbeben-Hotspot der Schweiz, es folgen Basel und Graubünden, das St. Galler Rheintal und die Zentralschweiz. In der übrigen Schweiz gilt flächendeckend eine etwas schwächere Gefährdung.

Die Karte zeigt die horizontale Beschleunigung bei einer Frequenz von 5 Hertz, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% innerhalb von 50 Jahren auftreten kann.



Diese Station misst Starkbeben.

dadurch, dass zwei der zehn stärksten Beben der vergangenen 800 Jahre in Graubünden auftraten. In den letzten 30 Jahren wurde dieser Kanton zudem von zahlreichen mittelstarken Erdstössen von mindestens Magnitude 3 heimgesucht.

## Massgebende Bodenbewegung

Die Gefährdungskarte ist indessen nur der sichtbarste Teil des neuen seismischen Gefährdungsmodells, das die SED-Forschenden erstellt haben. Dieses probabilistische Modell beruht auf einer Synthese von vielen unterschiedlichen Elementen, die nach dem besten Stand der Wissenschaft zusammengefügt wurden.

Die entscheidenden Fragen zur Erstellung des Modells lauten: Wo werden in den nächsten 50 Jahren Erdbeben welcher Stärke auftreten? Und welche Bodenbewegungen an der Erdoberfläche (in verschiedenen Frequenzbereichen) gehen damit einher? Bauingenieure benötigen diese Informationen, um Gebäude und Infrastrukturen erdbebengerecht auszulegen. Dazu ist es insbesondere wichtig, Unsicherheiten in der Vorhersage gut abschätzen zu können. «Für uns Wissenschaftler ist die Tatsache, dass die Unsicherheit in der Vorhersage abgenommen hat, ein Indiz dafür, dass sich die intensive Forschung der letzten Jahre ausgezahlt hat», sagt Wiemer.

Die seismische Gefährdungskarte stellt die Erdbebengefahr für Laien abstrakt dar: Abgebildet werden die horizontalen Beschleunigungen, die in einem bestimmten Zeitraum an einem

gewissen Ort auftreten können. Auf der Karte sind die möglichen Beschleunigungen auf Fels angegeben. Für eine lokale Gefährdungsabschätzung muss auch der jeweilige Untergrund berücksichtigt werden. Je weicher der Untergrund, desto grösser kann die Beschleunigung an diesem Ort ausfallen.

Um die Darstellung der Gefährdung zu veranschaulichen, kann man sie auf die Lebenszeit eines Menschen übertragen. So hat eine im Wallis lebende Person eine 30- bis 50-prozentige Wahrscheinlichkeit, dass sie einmal in ihrem Leben ein Erdbeben mit einer Magnitude von 6 erleben wird. Beispiel für ein derartiges Ereignis: das Erdbeben von L'Aquila, Italien, das am 6. April 2009 die Stadt und 40 umliegende Ortschaften mit einer Magnitude von 6,3 stark getroffen hatte. Dabei verloren 300 Menschen ihr Leben. Der Sachschaden betrug 15 Milliarden Schweizer Franken.

Häufiger dürften in der Schweiz Erdbeben mit einer Magnitude von 5 vorkommen: Im Mittel rechnen die Erdbebenforscher für die Schweiz alle 8 bis 15 Jahre mit einem Erdbeben dieser Stärke. Ein solches Beben kann je nach Region und Tiefe des Erdbebenherds Gebäude stark beschädigen.

## Bis zu 800 Beben jährlich

Die SED-Experten schätzen überdies die zu erwartenden Bodenbewegungen bei Erdbeben in gewissen Frequenzbereichen als grösser ein als noch vor einem Jahrzehnt. Dieser Einschätzung liegen Daten zugrunde, die Forscher in den letzten Jahren im Nahbereich grösserer Beben erhoben haben. Die nachträglichen Auswertungen dieser Erdbeben zeigten auf, dass sich der Boden bei einigen Beben stärker bewegt als bisher angenommen. Diese Feststellung lässt sich gemäss SED zum Teil auch auf Schweizer Verhältnisse übertragen.

In die Aktualisierung der Gefährdungskarte flossen so viele Daten wie nie zuvor. Das hat mehrere Gründe. Die Schweiz verfügt mittlerweile über eines der dichtesten und modernsten seismischen Messnetze weltweit. Dieses registriert alljährlich hunderte von Ereignissen in der Schweiz. Der SED hat das Messnetz in den letzten Jahren erneuert und erweitert, insbesondere das Starkbebenmessnetz. Bis 2019 sollen 100 Messstationen gebaut werden, die vor allem Erdbeben ab einer Magnitude von 2,5 erfassen.

## Erdbebengerechtes Bauen

Wem nützt nun die seismische Gefährdungskarte? «In erster Linie richtet sie sich an Ingenieure, Behörden, Versicherungen und an Forschende», erklärt Michèle Marti, Kommunikationsspezialistin des SED. Noch sind die darauf basierenden Baunormen aber nicht in allen Kantonen gesetzlich verankert. Zudem gebe es in der Schweiz keine obligatorische landesweite Erdbebenversicherung. «Dabei sind Erdbeben die Naturgefahr mit dem grössten Schadenpotenzial des Landes.»

Man solle jedoch nicht so lange warten, bis die Normen verbindlich umgesetzt würden, findet Stefan Wiemer: «Auch ohne flächendeckende gesetzliche Verpflichtung kann man erdbebengerecht bauen. Wir erreichen schon viel, wenn alle Neubauten freiwillig sicherer gebaut werden.» Dafür müssten Hausbesitzer nicht einmal viel Geld in die Hand nehmen, doch vielfach fehlen die Kenntnisse. «Insofern herrscht noch grosser Handlungsbedarf», betont der Forscher. – Peter Rüegg

Schweizerischer Erdbebendienst:  
→ [www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch)



Viele Fertigprodukte, Limonaden und Säfte enthalten beigegebenen Fruchtzucker.

#### Herzmuskelzellen

## TEUFELSKREIS DURCH FRUKTOSE

Die Verwendung von Fruchtzucker (Fruktose) galt lange als gesündere Variante des Zuckerkonsums. Fruktose hat deshalb in den vergangenen Jahrzehnten den Nahrungsmittelmarkt erobert. Im Gegensatz zu Glukose bewirkt Fruktose kaum eine Insulinausschüttung und der Glukosespiegel im Blut steigt nur wenig an. Der Nachteil: Die Leber wandelt Fruktose sehr effizient in Fett um. Wer übermässig viel Nahrungsmittel mit hohem Fruktoseanteil konsumiert, kann mit der Zeit an Übergewicht, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörung mit Leberverfettung und Insulinresistenz leiden. Der ETH-Professor Wilhelm Krek und sein wissenschaftlicher Mitarbeiter Peter Mirtschink haben nun eine weitere brisante «Nebenwirkung» von Fruktose aufgezeigt: Fruktose ist auch

ein Treiber für unkontrolliertes Wachstum des Herzmuskels.

Leidet der Mensch unter Bluthochdruck, muss das Herz wachsen, um das Blut stärker in den Kreislauf pumpen zu können. Dabei stellen die Zellen ihre Energiegewinnung um. Statt Energie aus Fettsäuren zu gewinnen, nutzen sie vermehrt die sauerstofflose Aufspaltung von Zuckern. Steht den Herzmuskelzellen neben der Glukose auch Fruktose zur Verfügung, kommt eine fatale Kettenreaktion in Gang. Der Sauerstoffmangel in den Herzzellen ruft das Molekül HIF auf den Plan. Dieses ist ein universeller molekularer Schalter, der immer bei krankhaften Wachstumsprozessen in Aktion tritt. In den Herzmuskelzellen sorgt er dafür, dass das zentrale Enzym des Fruktosestoffwechsels, die Ketohexokinase-C, gebildet wird. Diese kann Fruktose sehr effizient verarbeiten und wirkt sich zudem verstärkend auf die Glykolyse aus. So beginnt ein Teufelskreis, der sogar zu Herzversagen führen kann.

#### Hitzewellen

## WARUM EUROPA SCHWITZTE

ETH-Meteorologen haben eine neue Erklärung, wie Hitzewellen entstehen. Schon länger ist bekannt, dass sehr stabile Hochdruckgebiete in der oberen Troposphäre, also auf einer Höhe von fünf bis zehn Kilometern, im Sommer Hitzewellen auslösen können, weil sie Tiefdruckgebiete links und rechts von sich ablenken. Nun konnten ETH-Wissenschaftler zeigen, dass auch das Aufsteigen von Luftmassen aus der unteren Troposphäre entscheidend für die Entstehung und Aufrechterhaltung solcher Systeme ist. Wichtig ist dabei das «latente Heizen»: In den aufsteigenden Luftmassen bilden sich Wolken, es kondensiert Wasserdampf und dabei wird so genannte latente Energie frei. Die daraus resultierende Erwärmung des Luftpakets kann zu einem weiteren Aufstieg führen.

Die jetzt gewonnenen Erkenntnisse könnten auch für weitere Themen der Klimaforschung nützlich sein. Denn wegen der Klimaerwärmung gelangt mehr Feuchtigkeit in die Luft. So wird mehr latente Hitze freigesetzt, was auch zu einer Änderung in der Häufigkeit solcher Hochdruckwetterlagen führen könnte.

#### Ungewöhnliche Wolle

## GARN AUS SCHLACHTABFALL

ETH-Forscher haben aus herkömmlicher Gelatine ein Garn entwickelt, das ähnlich gute Eigenschaften hat wie Merinowollfasern. Mit den biologischen Proteinfasern wäre eine umweltfreundliche Verwendung von Schlachtabfällen gegeben. Nun arbeiten die Forscher daran, ihr Verfahren zu verbessern und dieses Garn noch wasserfester zu machen.



#### Modellflug

## REKORD FÜR SOLARFLUGZEUG

Wissenschaftler der ETH Zürich arbeiten an einem Projekt, das Rekorde bricht. Sie konnten das autonome Solarflugzeug mit dem Namen AtlantikSolar erstmals während 80 Stunden ununterbrochen fliegen lassen. Damit hat AtlantikSolar den längsten unbemannten Flug in seiner Gewichtsklasse (unter 50 Kilogramm) erzielt und den zweitlängsten solarbetriebenen autonomen Flug weltweit geschafft. AtlantikSolar ist Teil des EU-Forschungsprojekts Icarus.

→ [www.atlantiksolar.ethz.ch](http://www.atlantiksolar.ethz.ch)

#### Minilabor

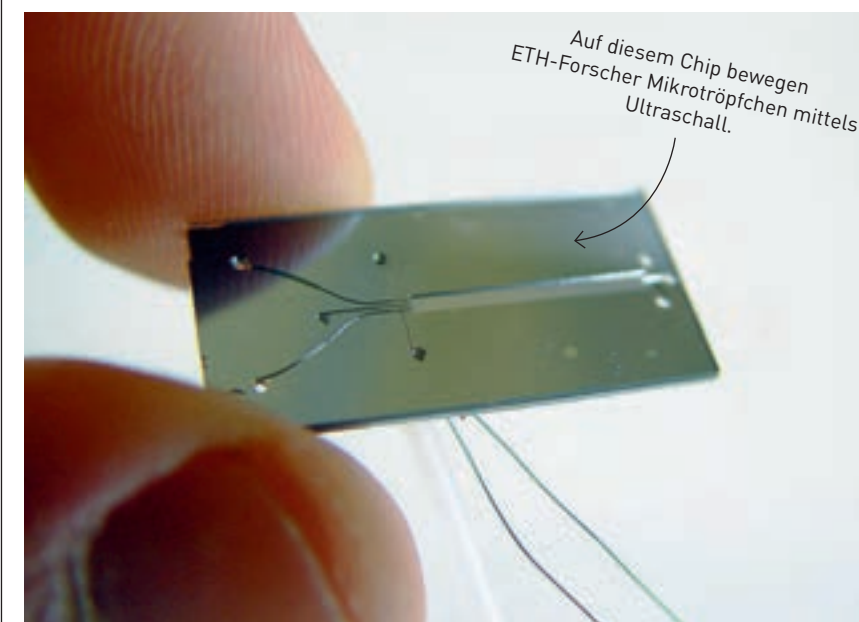
## TANZENDE TRÖPFCHEN

Um Experimente auf die Grösse eines Chips zu komprimieren, ist eine Frage zentral: Wie lassen sich winzige Flüssigkeitsmengen oder einzelne Zellen kontrolliert bewegen, zusammenführen und nach Ablauf des Experiments auswerten? Forscher der ETH Zürich haben eine Methode entwickelt, um mittels Schallwellen winzige Tröpfchen zu bewegen.

Dabei kommt eine stehende Ultraschallwelle zum Einsatz. Wässrige Tropfen bewegen sich durch eine Trägerflüssigkeit aus Öl auf einem Siliziumglas-Chip. Legen die Wissenschaftler die stehende Ultraschallwelle an, bewegen sich die Tröpfchen in den Knotenpunkt der stehenden Welle. Geben sie beispielsweise zwei verschiedene Tröpfchen von beiden Seiten in den Kanal, können die Forscher

sie kontrolliert verschmelzen lassen. Auch liessen sich durch Änderung der Frequenz bestimmte Tropfen, die beispielsweise ein Leuchtsignal aufweisen, in einen abzweigenden Kanal lenken und so aussortieren, um sie anschliessend zu analysieren. Die Tropfen mit einem Durchmesser von 50 bis 250 Mikrometern können sich dabei nicht mit der Trägerflüssigkeit vermischen und auch nicht verdunsten, weil die Oberflächenspannung sie zusammenhält.

Die Technologie ist sehr biokompatibel und vielfältig einsetzbar. Sie lässt sich sowohl für Zellen wie für DNA, Reagenzien und Chemikalien einsetzen. Die Forscher erwarten, dass ihre Technologie ein nützlicher Bestandteil von Laborgeräten wird, die Experimente im Hochdurchsatz mit minimalem Verbrauch erlauben, und haben die Methode zum Patent angemeldet.



# Knappheit und Verschwendung

Ohne Nutzung der natürlichen Rohstoffe wäre unser Leben undenkbar. Doch unser verschwenderischer Umgang mit diesen Gütern hat gravierende Konsequenzen - nicht weil sie zur Neige gehen könnten, sondern wegen der damit verbundenen Umweltbelastung.

Klimawandel, Luftverschmutzung oder der Verlust an Biodiversität sind Folgen unseres sorglosen Ressourcenverbrauchs. ETH-Forschende suchen deshalb nach Ansätzen, wie man dessen Auswirkung auf die Umwelt mindern könnte.





## Schätze aus der Tiefe

Abbauwürdige Erzlagerstätten finden sich in immer grösserer Tiefe. Wie man sie dort unten entdeckt, untersucht der ETH-Geologe Christoph Heinrich.

TEXT Felix Würsten

### Metalle

Der Abbau von metallhaltigen Rohstoffen in Open-Pit-Minen ist mit enormen Umweltfolgen verbunden. Der grösste Tagebau der Welt, die Chuquibambilla-Mine in der nordchilenischen Atacama-Wüste, ist bis zu 1000 Meter tief.

Eines möchte Christoph Heinrich, ETH-Professor am Institut für Geochemie und Petrologie, gleich zu Beginn klar festhalten: «Von einer Verknappung kann keine Rede sein, zumindest nicht bei den metallischen Rohstoffen.» Zwar stimme es, dass Rohstoffe wie Kupfer, Gold oder Zink nicht mehr so einfach zu gewinnen sind wie früher; aber im physikalischen Sinn zur Neige gehen diese Metalle noch lange nicht.

Für Heinrich ist nicht die Verknappung das zentrale Thema, sondern die Umweltwirkung bei der Rohstoffgewinnung. «Natürlich ist es sinnvoll, Metalle sparsam zu verwenden und wo möglich zu rezyklieren. Aber nicht weil uns die Metalle ausgehen, sondern weil deren technische Gewinnung ohne vorgängige natürliche Anreicherung mit allzu hohen Umweltbelastungen und Energiekosten verbunden wäre.» Heinrich sieht demnach das Auffinden geologischer Anreicherungen als limitierenden Faktor und betont die Bedeutung einer sozialverträglichen Erschliessung natürlicher Bodenschätze sowie die umweltgerechte Verarbeitung von Erzen als unsere wichtigsten Herausforderungen. Entsprechend ärgert er sich auch über das Schlagwort Rohstoff-Fluch. «Dieser Begriff ist unnötig negativ», erklärt er. «Rohstoffe sind notwendig und für viele Länder ein wertvolles Gut», meint er. «Das Problem sind nicht die Rohstoffe, sondern die Menschen. Aber wir brauchen seltene Elemente und spezialisierte Materialien, um das wohl grösste Umweltproblem der Menschheit zu lösen: die nachhaltige Umsetzung von Energie ohne katastrophale Veränderung des Erdklimas.»

### Metalle aus vier Kilometer Tiefe

Heinrich hat gute Gründe für seine pointierte Position. Denn als Forscher beschäftigt er sich schon seit Jahren mit der Geologie metallischer Rohstoffe. Ihn treibt eine Frage an: Wie kommt es dazu, dass Elemente, die im Durchschnitt nur in Spuren in der Erdkruste verteilt sind, an bestimmten Stellen angereichert werden? Und wie hilft dieses Wissen, neue Rohstoffvorkommen zu finden? Die Frage gewinnt zunehmend an Brisanz. Denn diejenigen Vorkommen, bei denen man Metalle in abbauwürdigen Mengen direkt an der Erdoberfläche findet, sind zu 90 Prozent bekannt – und bereits weitgehend abgebaut. Doch in einer Tiefe von einigen Kilometern gibt es noch viele Stellen, wo abbauwürdige Mengen an Metallen zu erwarten sind. Doch diese sind schwieriger zu finden als diejenigen an der Erdoberfläche.

Heinrich erwartet einen Trend hin zum Abbau in unterirdischen Minen, was auch aus ökologischen Gründen geboten sei. Der grossräumige Abbau von Erzen in Tagebauminen benötigt viel Land und ist mit einem hohen Energieverbrauch verbunden. Um an eine tiefer gelegene Lagerstätte zu kommen, muss man rund um die Kernzone viel unbrauchbares Gestein wegräumen, da man nicht einfach ein senkrechtes Loch in die Erde graben kann. Unter Umständen sei es deshalb energetisch effizienter, die Kernzone im Untergrund direkt abzubauen. Technisch ist das heute machbar: Die tiefsten Minen reichen inzwischen bis vier Kilometer unter die Erdoberfläche.

Will man künftig vermehrt Erzlagerstätten in grosser Tiefe finden, braucht es ein besseres Verständnis, wie solche Zonen überhaupt entstehen. Dazu liefert Heinrichs Forschung die Grundlagen. Einerseits geht es um die geologische Charakterisierung von bestehenden Lagerstätten, die Aufschluss über die Geometrie

«Das Problem sind nicht die Rohstoffe, sondern die Menschen.»

Christoph Heinrich

der Metallverteilung liefert, und um die genaue Datierung geologischer Ereignisse, die ein präzises Bild liefert, wann grossräumige erzbildende Prozesse wie Magmatismus aktiv waren. Aber auch die physikalischen und chemischen Prozesse, die zur Anreicherung der Metalle führen, sind von Interesse.

Im Vordergrund stehen für ihn jene Lagerstätten, die im Umfeld von Vulkanen entstehen, wie man sie beispielsweise in den Anden findet. Diese Vulkane bilden sich bei Subduktionszonen, wo eine ozeanische Platte unter eine kontinentale Platte geschoben wird. Oberhalb der Subduktionszone entstehen in der Erdkruste Magmenkörper, die beim Aufsteigen heisse, stark salzhaltige Fluidlösungen absondern. Diese Fluide transportieren die Metalle aus dem Magma in die umgebenden Gesteine. Doch die Mobilisierung alleine reicht nicht: Damit eine Lagerstätte entstehen kann, braucht es einen zweiten, chemischen Prozess, der die Metalle in Form von Erzmineralien auf eng begrenztem Raum wieder ausfällt.

Heinrich hat in den letzten Jahren mit seiner Gruppe in den Gesteinen rund um Erzlagerstätten kleine Flüssigkeitseinschlüsse in >

den Mineralien untersucht. Diese Einschlüsse zeigen den Forschern auf, unter welchen Bedingungen sich die Mineralien bildeten und welche chemischen Eigenschaften zur Ausfällung beitrugen. In einem nächsten Schritt hat der Experte die physikalischen Transportmechanismen genauer angeschaut. Dabei zeigt sich, dass es zwei gegenläufige Kräfte sind, die für die konzentrierte Ablagerung der Metalle entscheidend sind: das heisse Fluid aus dem Magmakörper und das kalte Grundwasser, das von der Oberfläche her ins Gestein eindringt. Das Wechselspiel der beiden Faktoren begrenzt im Untergrund eine relativ enge Zone, in der sich die Metalle ablageren.

Um diese Prozesse besser zu verstehen, hat Heinrichs Gruppe ein numerisches Modell entwickelt. Es verbindet die grossräumige Zirkulation des Oberflächenwassers und der Fluide aus dem Magma mit den kleinräumigen chemischen Reaktionen. «Im Moment handelt es sich noch um ein generisches Modell, mit dem wir die Verhältnisse in allgemeiner Form abbilden», hält der Forscher fest. «Nun wollen wir das Modell besser an die realen Verhältnisse angleichen, so dass wir künftig konkrete Situationen modellieren können.»

Doch bereits das grobe Modell bestätigt, dass sich die entscheidende Zone für die Erzbildung in einer Tiefe von zwei bis fünf Kilometern befindet. Man kann also mit guten Gründen davon ausgehen, dass sich in dieser Tiefe zahlreiche bisher noch unentdeckte Vorkommen gebildet haben. «Für uns Geologen stellt sich die Frage: Wie können wir feststellen, wo sich im Untergrund eine abbauwürdige Lagerstätte befindet, obwohl man vom längst vergangenen Fluidprozess an der Erdoberfläche kaum etwas erkennen kann», sagt Heinrich.

**Modellfall Osteuropa**

Das numerische Modell will Heinrich im Rahmen eines Horizon-2020-Forschungsprojekts weiterentwickeln, zusammen mit Forschern aus Genf, Frankreich, England und Deutschland. Ziel des Vorhabens ist es, die Entstehung von Lagerstätten in Osteuropa – von Rumänien bis in die Türkei – besser zu verstehen. «Ein Computermodell kann die klassische geologische Exploration nicht ersetzen», erläutert der ETH-Forscher. «Aber es gibt neue Einsichten zur Entstehung, und das hilft, tief verborgene Vorkommen effizienter zu lokalisieren.» Dass die Forscher just Osteuropa für dieses Vorhaben ausgewählt haben, hat seinen guten Grund:

Während der letzten grossen Phase der Gebirgsbildung, als auch die Alpen aufgefaltet wurden, lag diese Region am nördlichen Rand des Meeres Tethys. Im Zuge der Gebirgsbildung entstand eine Subduktionszone mit Magmatismus ähnlich den Anden. Damit waren die Voraussetzungen für die Bildung von Erzlagerstätten gegeben, in denen wichtige Metalle wie Kupfer, Blei, Zink, Gold und Silber, aber auch andere seltene Metalle angereichert wurden.

Mit dem Modell der ETH-Forscher lässt sich auch die Bildung von Erzvorkommen auf dem Meeresgrund untersuchen. So wurden kürzlich vor der neuseeländischen Küste interessante Metallablagerungen entdeckt. Diese



Die Feldarbeit bleibt bei der Suche nach Rohstoffen wichtig – trotz numerischer Modelle.

sind zwar auch auf die vulkanische Umgebung zurückzuführen. Doch ihre heutige Position verdanken sie einem anderen Vorgang. Aufgrund seiner Berechnungen geht Heinrich davon aus, dass die metallreichen Fluide aus dem Magma zu schwer sind, um bis zum Meeresboden aufzusteigen, und sich deshalb zunächst im Untergrund ansammeln.

Eine wichtige Rolle spielt sodann das salzhaltige Meerwasser, das die metallreichen Lösungen während des Abklingens des untermeerischen Magmatismus an den Meeresboden spült und an heissen Quellen besonders kupfer- und goldreiche «schwarze Raucher» bildet. «Dank unserem Modell verstehen wir nun viel genauer, welche Faktoren das Geschehen prägen, und leisten damit einen Beitrag zur Exploration von bislang ungenutzten Ressourcen für die Zukunft», resümiert Heinrich. ○

Gruppe Fluidprozesse und mineralische Rohstoffe:  
→ [www.ethz.ch/mineralische-rohstoffe](http://www.ethz.ch/mineralische-rohstoffe)

# Nährstoffe für Pflanzen effizienter nutzen

Pflanzennährstoffe wie Zink und Phosphor sind weltweit ungleich verteilt. Wie man sie überall effizienter nutzen könnte, daran arbeiten ETH-Wissenschaftler.

TEXT Corinne Johannssen-Hodel

Wenn es um den wertvollsten Bodenrohstoff geht, muss Rainer Schulin nicht lange überlegen. «Weder Zink noch Phosphor, noch Stickstoff», sagt der Professor für Bodenschutz, «sondern die Fläche des fruchtbaren Bodens ist knapp.» Weltweit wird guter Boden immer mehr überbaut statt landwirtschaftlich genutzt. In der Schweiz nimmt zudem die Qualität vieler landwirtschaftlich genutzter Böden durch mechanische Verdichtung infolge der Intensivierung der Landwirtschaft ab.

Um Fehler auszubessern, wird der Boden nicht selten überdüngt. So kommt zum Beispiel Zink mit dem Hofdünger im Übermass auf die Felder, weil dem Vieh Zinkpräparate verabreicht werden. Kommt hinzu, dass die Böden unserer Breitengrade verhältnismässig jung sind und dadurch noch hohe Mengen an primären Mineralien enthalten, die durch Verwitterung Spurenelemente freisetzen. «In Schweizer Böden gibt es so viel Zink, dass es mindestens für zwei bis drei Jahrzehnte ohne Nachschub ausreicht, um die Pflanzen mit diesem essenziellen Mikronährelement zu versorgen», fasst Schulin zusammen.

Ganz anders in vielen Tropengebieten. Dort sind die Millionen von Jahre alten Böden längst ausgelaugt und die Bauern haben oft kaum Zugang zu Düngungsmitteln. Problematisch ist die Situation auch in ariden und semiariden Gebieten, wo die Böden zwar genügend Zink enthalten, dieses aber stark fixiert und für Pflanzen kaum verfügbar ist. So sind die Böden in grossen Teilen Irans und Indiens kalkreich, und der pH-Wert ist entsprechend hoch. Dadurch ist der grösste Teil des Zinks an die



**Zink und Phosphor**  
Nur wenn der Boden genügend Nährstoffe wie Zink und Phosphor enthält, können die Pflanzen ausreichend gedeihen. Doch das alleine reicht nicht immer aus. Die Nährstoffe müssen auch in einer Form vorliegen, die von den Wurzeln aufgenommen werden kann.

Christoph Heinrich ist Professor für mineralische Rohstoffe am ETH-Departement Erdwissenschaften. Sein Hauptinteresse gilt der Entstehung mineralischer Rohstoffe. Daneben befasst sich seine Gruppe auch mit anderen Fluidprozessen, namentlich im Bereich Tiefengeothermie. Neben Felduntersuchungen entwickelt seine Gruppe auch Methoden zur Modellierung von Transportprozessen im Erdinnern und Techniken zur Analyse von Flüssigkeitseinschlüssen in Mineralien.

festen Bodenteilchen gebunden und kann von den Wurzeln nicht aufgesogen werden. «Zink ist vorhanden, einfach in falscher Form», hält Schulin fest. Mit schwerwiegenden Folgen: Zinkmangel ist eines der auf globaler Skala gravierendsten Ernährungsprobleme. Erschwert wird die Situation dadurch, dass grosse Teile der Weltbevölkerung kaum Zugang zu Fleisch haben. Doch gerade in tierischen Produkten ist das Zink für den Körper besonders gut verfügbar, während Getreidekörner reich an Phytinsäure sind, die dem Verdauungssystem die Zinkaufnahme erschwert.

**Zink mobilisieren**

Doch es gibt Mikroorganismen, die Zink im Boden mobilisieren können. Solche Bodenbakterien sind entscheidende Akteure, wenn es um die Nährstoffverfügbarkeit im Boden geht. Manche Bakterien scheiden zum Beispiel Säuren aus und verändern so den pH-Wert des Bodens. Dadurch wird Zink gelöst und kann von den Pflanzen aufgenommen werden. Ein Doktorand ist in einem gemeinsamen Projekt mit der Gruppe von Emmanuel Frossard und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) derzeit daran, ein grossflächiges Screening zu machen, um die Bodenbiologie besser zu verstehen. Welche Gattungen von Bakterien gibt es überhaupt, die diese Eigenschaft haben? Wo kommen sie im Feld vor und wie steht es dort um den Zinkgehalt? «Solche Beziehungen zu kennen ist wichtig», betont Schulin.

Ein bereits abgeschlossenes Projekt im Iran hat gezeigt, dass das Einarbeiten von Klee und anderen Leguminosen den Ertrag und den Zinkgehalt verbessern kann. Denn Wurzelknöllchen dieser Pflanzen besitzen Bakterien, die Stickstoff fixieren können. Die verbesserte Stickstoffversorgung wiederum fördert die Aufnahme und Speicherung von Zink. «Die Balance muss stimmen», sagt Schulin. «Wenn genügend Zink da ist, dann ist bald ein anderer Nährstoff limitierend.»

Wie Zinkgehalt und pH-Wert zusammenhängen, untersucht Schulins Team ebenfalls gemeinsam mit der Gruppe von Frossard auf einer Parzelle am Agroscope, dem Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung. Am Standort Reckenholz laufen seit 1949 Versuche mit 15 verschiedenen Düngungsregimen: von Mulch über Mist bis hin zu Mineraldünger. In Indien hat sich Hofdünger, also Mist vom eigenen Vieh, als Mittel erster

Wahl erwiesen, um die Nährstoffverfügbarkeit des Bodens zu erhöhen. Er kann selber produziert werden und ist damit viel billiger als Mineraldünger. «Daher ist unser Ansatz: Dort, wo Kleinlandwirtschaft betrieben wird, sollen Kreisläufe geschlossen werden», sagt Schulin. «So können wir langfristig etwas erreichen.»

Diese Erfahrung hat auch Emmanuel Frossard gemacht. «Bei uns in der Schweiz ist die Tierproduktion stark mit der Pflanzenproduktion verzahnt», erklärt der Professor für Pflanzenernährung. «In vielen tropischen Gebieten sind sie traditionellerweise getrennt.» Dadurch profitieren die Pflanzen zu wenig vom Mist und wichtige Nährstoffe gehen so ungenutzt an die Umwelt verloren. Doch gerade in Ländern, in denen die Pflanzenproduktion oft durch zu wenig Stickstoff und Phosphor limitiert ist und wo die Bauern Schwierigkeiten haben, an Dünger zu kommen, wäre dieser Ansatz wichtig. In Madagaskar könnte Hofdünger eine vielversprechende Lösung sein. Denn nach dem Tag in der Savanne werden die Tiere in der Nacht zusammengetrieben – aus Angst vor Dieben. So kann der Mist gesammelt und später aufs Feld gebracht werden.

Zurzeit ist Frossards Forschungsgruppe daran, Daten eines mehrjährigen Projekts aus Madagaskar auszuwerten. Die Wissenschaftler haben untersucht, wie wirkungsvoll die so ge-

nannte Conservation Agriculture auf der afrikanischen Insel ist. Diese Art der Landwirtschaft wird von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) in Subsahara-Afrika gefördert.

Drei Ansätze machen diese Methode aus: Der Boden darf nicht gepflügt, die Fruchtfolge muss eingehalten und der Boden muss ständig mit Pflanzenmaterial bedeckt werden. So soll die Bodenerosion verhindert und vor allem die Produktion gesteigert werden. Eine langfristige Erhöhung der Produktivität muss aber durch eine genügende Nährstoffversorgung unterstützt werden. Allerdings verfügen die madagassischen Landwirte nur über ein bisschen Mist.

Nach fünf Jahren Feldarbeit können die Wissenschaftler erste Ergebnisse präsentieren: Der Gehalt an Stickstoff nimmt dank der Fruchtfolge mit Leguminosen tatsächlich zu. Im Gegensatz dazu vermag die Conservation Agriculture nicht den Gehalt an Phosphor zu erhöhen. Ist Phosphor vorhanden, kommt er vom Mist. «Das Allerwichtigste an unseren Projekten in afrikanischen Ländern ist, dass die Bauern überhaupt zu diesem Wissen kommen, um ihre eigenen Anbausysteme zu entwickeln», sagt Frossard. Information ist eine wichtige Ressource, zu der viele Bauern keinen Zugang haben.

**Nur einmalige Nutzung ist unvernünftig**

Von Frossards Forschung profitiert aber auch die Schweiz. Eines seiner hiesigen Projekte nahm im Jahr 2006 seinen Anfang, als aus Angst vor BSE verboten wurde, den Klärschlamm in der Landwirtschaft zu rezyklieren. Seither wird der Klärschlamm verbrannt und landet als Asche auf der Deponie. «Es ist nicht vernünftig und auch nicht nachhaltig, Phosphor nur einmal zu benutzen», gibt Frossard zu bedenken. Damit aber weder Schwermetalle noch andere Schadstoffe aus dem Klärschlamm die Böden verunreinigen, müssen diese in einem aufwendigen Prozess entfernt werden. Zurück bleibt ein phosphathaltiges Substrat. Labor-, Treibhaus- und Feldversuche haben allerdings ergeben, dass Pflanzen den Phosphor nicht aufnehmen können, weil er stark kristallisiert vorliegt. Ein neuer Ansatz ist, Phosphor direkt zu extrahieren, statt die Schadstoffe zu eliminieren. Mit Unterstützung des Kantons Zürich testen die Wissenschaftler dazu nun ein neues Verfahren. «Das Produkt hätte hervorragende Eigenschaften», sagt Frossard. «Allerdings enthält es noch immer Schwermetalle, wie etwa Cadmium.» Deshalb muss das Verfahren weiter verfeinert werden.

Diese Bandbreite von der Suche nach Elementen im Labor bis hin zur Feldarbeit begeistert Emmanuel Frossard. Auch Rainer Schulin schätzt an seiner Arbeit das breite Spektrum und die Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen. Eine von Frossard und Schulin gemeinsam betreute Masterstudentin hat kürzlich in Zusammenarbeit mit dem FiBL untersucht, warum Bauern einen konventionellen oder einen biologischen Betrieb führen. «Auch solche soziologische Studien sind in meinem Forschungsgebiet wichtig», sagt Schulin. «Sie helfen, das grosse Ganze zu verstehen.» ○

Professur für Bodenschutz:  
→ [www.soilprot.ethz.ch](http://www.soilprot.ethz.ch)

Professur für Pflanzenernährung:  
→ [www.plantnutrition.ethz.ch](http://www.plantnutrition.ethz.ch)



*In Indien untersuchen ETH-Forschende die Zinkverfügbarkeit in der biologischen Landwirtschaft.*



Rainer Schulin

Rainer Schulin ist seit 1990 Professor für Bodenschutz am Institut für Terrestrische Ökosysteme der ETH Zürich. Der Biologe und Forstwissenschaftler lehrt sein Gebiet an den Departementen Umweltsystemwissenschaften und Bau, Umwelt und Geomatik. Seine Forschung befasst sich mit Bodenbelastungen durch Schwermetalle und Bodenverdichtungen durch hohe maschinelle Belastung.



Emmanuel Frossard

Emmanuel Frossard ist seit 1994 Professor für Pflanzenernährung am Institut für Agrarwissenschaften an der ETH Zürich. Die Schwerpunkte seiner Forschung sind Verfügbarkeit, Dynamik und Wirkung von Nährstoffen im Boden und in der Pflanze. Auch der Rezyklierung der Nährstoffe zu Hofdünger, Klärschlamm und Kompost gilt sein Interesse. Ausserdem ist er Präsident des Nationalen Forschungsprogramms «Ressource Boden».

# Ressourcen, Politik und Fairness

Wie sich der Umgang mit Ressourcen in der Schweiz und weltweit umweltfreundlicher gestalten liesse, diskutieren BAFU-Chef Bruno Oberle, Umweltingenieurin Stefanie Hellweg und Ökonom Lucas Bretschger.

TEXT Roland Baumann und Martina Märki

BILD Nicole Bachmann

*Frau Hellweg, welches ist aus Ihrer Perspektive die knappste Ressource?*

**STEFANIE HELLWEG** – Ressourcen im engeren Sinn sind natürliche Rohstoffe, beispielsweise fossile Rohstoffe und Metalle, aber auch erneuerbare Ressourcen wie Wasser. Knappheit liegt dann vor, wenn ein Rohstoff nicht in der Menge oder Qualität zur Verfügung steht, um die Nachfrage zu befriedigen.

Ich beschäftige mich mit Ressourcen aus der Umweltperspektive und gehe auf die Umwelteffekte ein, die beispielsweise bei der Extraktion entstehen. Wenn etwa Metalle stärker genutzt werden, findet man nur noch Erze mit geringerer Konzentration. So könnte es sein, dass man in Zukunft mehr Energie aufwenden muss, um sie zu extrahieren. In der Vergangenheit war dies allerdings nicht so, weil die Technologie sich weiterentwickelt hat und die Energie effizienter eingesetzt wurde.

Bei Wasserressourcen gibt es global gesehen keine Knappheit, aber regional kann Wasserknappheit beträchtliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Bei den fossilen Rohstoffen ist der Klimawandel, der

durch die Verbrennung verursacht wird, unserer Ansicht nach das grösste Problem als ihre Verfügbarkeit.

*Und wenn man den Begriff weiter fasst?*  
**HELLWEG** – Dann gehören auch das Klima oder die Biodiversität zu den natürlichen Ressourcen. Neben der Klimaerwärmung ist Biodiversitätsverlust wohl eines der grössten Probleme, das wir weltweit haben.

*Sehen Sie das als Umweltpolitiker auch so, Herr Oberle?*

**BRUNO OBERLE** – Im Bundesamt für Umwelt fassen wir den Ressourcenbegriff sehr breit, ähnlich wie die Europäische Union. Da ist Biodiversität beispielsweise auch mit enthalten. Das schweizerische Recht kennt aber bisher keine Schutzbestimmungen für seltene Güter. Das jetzige Umweltschutzrecht befasst sich eigentlich nur mit den negativen Konsequenzen der Nutzung von Ressourcen wie Emissionen oder Belastungen. Mit der Revision des Umweltschutzgesetzes, das sich zurzeit im Parlament befindet, wird in der Schweiz zum ersten Mal auch die Knappheit an sich zu einem Thema und zu einem Handlungsgrund.

Wenn wir aufzeigen wollen, dass Handeln tatsächlich effektiv ist, kommen wir automatisch auch auf die globale Ebene zu sprechen. Und dann haben wir sofort die komplizierten Diskussionen, die wir aus dem Klimabereich kennen. In diesem Sinn ist die knappste Ressource, die ich habe, politischer Konsens (lacht).

*Wieso soll das Umweltschutzgesetz geändert werden?*

**OBERLE** – Weil wir denken, dass die Wohlfahrt der Schweiz mittel- und langfristig bedroht ist, wenn wir den Systemen, auf denen wir unsere wirtschaftliche und gesellschaftliche Tätigkeit abstützen, zu viel abverlangen. Und die Wissenschaft signalisiert, dass dies in vielen Beziehungen bereits der Fall ist. Im Bereich des Klimas und der Biodiversität bewegen wir uns ausserhalb des «safe operating space»; wir haben also die Belastungsgrenze für die Erde überschritten.

*Und welches, Herr Bretschger, sind aus ökonomischer Sicht knappe Ressourcen?*  
**LUCAS BRETSCHEGER** – In der Ökonomie operieren wir mit einem sehr breiten Ressourcenbegriff, weil uns >



Stefanie Hellweg

ist Professorin für Ökologisches Systemdesign an der ETH Zürich. Sie befasst sich mit der Modellierung, Evaluierung und Verbesserung der ökologischen Auswirkungen von Produkten, Technologien und Konsummustern.

Bruno Oberle

ist seit Januar 2006 Direktor des Bundesamts für Umwelt (BAFU). Er studierte an der ETH Zürich Biologie und war dort während mehrerer Jahre Dozent an der Abteilung für Umweltnaturwissenschaften.

Lucas Bretschger

ist Professor für Ressourcenökonomie an der ETH Zürich. Er interessiert sich besonders für die Dynamik der Nutzung der natürlichen Ressourcen und für ökonomische Fragen im Zusammenhang mit Energie- und Klimapolitik.

## «In diesem Sinn ist die knappste Ressource, die ich habe, politischer Konsens.»

Bruno Oberle

der menschliche Umgang mit Ressourcen interessiert: Natürliche Ressourcen, aber auch etwa Zeit oder politische Restriktionen können unter diese Betrachtung fallen. Knappheit ist eigentlich überall anzutreffen. Von den meisten Ressourcen gibt es weniger, als wir haben möchten.

*Dann geht es um die Frage der Verteilung?*

BRETSCHGER – Für die Zuteilung der knappen Güter gibt es gewisse Mechanismen. Das sind zum einen die eigenen Entscheidungen, also die Eigenverantwortung, aber auch der Markt, der den Preis setzt. Der Preis ist ein Knappheitsindikator.

*Dann sind ganz einfach die teuersten Güter die knappsten?*

BRETSCHGER – Ganz so einfach funktioniert das nicht, wie etwa das «Wasser-Diamanten-Paradox» zeigt. Obwohl Wasser fast gratis ist, und Diamanten sehr teuer sind, würden wir in einer Überlebenssituation liebend gern einen Diamanten hergeben, um Wasser zu bekommen. In gewissen Situationen kehren sich die Verhältnisse um. Das heisst, wir müssen den Wert oder den Preis unter allen möglichen Umständen berücksichtigen.

*Und wenn Ressourcen praktisch keinen Preis haben, wie Luft oder Wasser, führt das zur Verschwendung?*

BRETSCHGER – Das ist der Kern der Umweltökonomie. Wenn der Preis eines Gutes nicht die gesamten sozialen Kosten reflektiert, dann ist er zu tief und führt zu Verschwendung. Güter, die ganz gratis sind, gibt es praktisch nicht mehr. In allen Bereichen gibt es Nutzungskonkurrenz, auch die freie Luft wird von vielen beansprucht. Natürlich kann ich Verschmutzung verur-

sachen, ohne dass ich dafür zahlen muss, aber irgendjemand anderer leidet darunter. Ganz zu schweigen von den langfristigen Folgen für unser Klima. Und so müssen wir andere Zuteilungsmechanismen generieren, die vom Markt nicht geleistet werden.

*Welche sind das?*

BRETSCHGER – Etwa der Staat, der über Regulierung die Zuteilung unterstützt. Und es gibt den internationalen Handel, der Nutzungsrechte zwischen den Ländern ausgleicht. In unserer Forschung beschäftigen wir uns damit, wie wir mit natürlichen Ressourcen nachhaltig umgehen können. Wie wir also die natürlichen Systeme auf eine Art nutzen können, dass künftige Generationen keine schlechtere Lebensqualität haben als wir heute. Da kommen noch andere Ressourcen ins Spiel: die vom Menschen gebildeten Inputs wie Wissen und Humankapital, bessere Institutionen usw.

HELLWEG – In unserer Forschung versuchen wir, die Umweltwirkungen zu quantifizieren, zum Beispiel Artenverlust bei Biodiversität oder Lebensjahre, die verloren gehen, wenn etwas die menschliche Gesundheit beeinträchtigt. So wollen wir die Wirkungen transparent machen, die momentan keinen Preis haben, die so genannten externen Kosten. Über dieses Transparentmachen wollen wir Entscheidungshilfen zur Verfügung stellen, welche Ressourcen mehr geschützt werden sollen. Man könnte auch einen Schritt weitergehen und die Kosten wieder in eine Geldwährung umrechnen, aber das ist nicht ganz so einfach.

*Wie wirksam ist der Preis als Regelungsmechanismus?*

BRETSCHGER – Oft können wir uns kurzfristig relativ schlecht an den Preis

anpassen. Lassen Sie mich das am Beispiel von Erdöl erklären: Der Preis von Öl signalisiert viele Dinge, kann aber nichts daran ändern, dass die Heizsysteme in unseren Häusern auf 10 bis 30 Jahre ausgelegt sind. Um den Gebäudepark der Schweiz vollständig umzubauen, brauchen wir mit der heutigen Erneuerungsrate ein Jahrhundert. Entsprechend hat der Preis vor allem langfristig einen starken Einfluss. Das Gleiche gilt auch für die Verkehrssysteme, die ebenfalls langfristig ausgerichtet sind. Dazu noch ein interessanter Gedanke: Wenn China die Benzinmobilität überspringen und direkt zur Elektromobilität gehen würde, hätte das einen riesigen Impact – auch auf die europäische Automobilindustrie.

*Neben Preisen gibt es Gesetze und Vorschriften.*

OBERLE – Vernünftige Gesetze sollte man dort einsetzen, wo das System sich nicht selber reguliert, also eine Art Marktversagen vorliegt. Man kann aber auch eine bestimmte Entwicklung begünstigen. So könnten die Chinesen zum Beispiel Benzinautos verbieten, was eine harte Gouvernanz bräuchte. Etwas, das die Chinesen im Gegensatz zu uns haben. Doch auch wir könnten versuchen, künftig etwas mehr zu machen. Theoretisch könnte man sich vorstellen, dass man bei bestimmten Ressourcen zuerst aufgrund von Erkenntnissen der Wissenschaft eine Obergrenze definiert und erst dann den Preismechanismus spielen lässt. Das hat man mit dem CO<sub>2</sub>-Pool gemacht.

*Und wie sieht es mit Appellen an die Freiwilligkeit aus?*

HELLWEG – Das kann Erfolg haben, wenn die Leute verstehen, wofür es geht, und dann entsprechend ihr Han-

### Hintergrund

Rund um Ressourcen und Umweltbelastungen laufen derzeit sowohl auf nationaler wie auf internationaler Ebene wichtige politische Prozesse:

#### ...zur Revision des schweizerischen Umweltschutzgesetzes

Mit der aktuellen Revision des Umweltschutzgesetzes (USG) als indirekter Gegenvorschlag zur Volksinitiative Grüne Wirtschaft soll die Umweltpolitik in der Schweiz weiterentwickelt und modernisiert werden. Die Anpassungen schaffen neue Rechtsgrundlagen für die Schonung und effizientere Nutzung der natürlichen Ressourcen. Zum einen geht es dem Bundesrat darum, die Umweltbelastung durch den Schweizer Konsum zu reduzieren; dabei soll auch die im Ausland anfallende Belastung berücksichtigt werden. Zum anderen will er mit der Revision die Leistungsfähigkeit und Versorgungssicherheit der Schweizer Wirtschaft stärken.

Die Revision soll geeignete Rahmenbedingungen schaffen, um den Konsum ökologischer zu gestalten, Stoffkreisläufe zu schließen und Informationen zur Ressourceneffizienz bereitzustellen. Die Wirkung dieser Massnahmen soll verstärkt werden durch die Förderung von freiwilligen Initiativen in enger Zusammenarbeit mit Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft.

#### ...zur UN-Klimakonferenz

Ende 2015 wird in Paris über ein neues, globales Klimaschutzabkommen beraten. Damit soll ein Nachfolgeregime für das auslaufende Kyoto-Protokoll gefunden werden, das erstmals völkerrechtlich verbindliche Zielwerte für den Ausstoss von Treibhausgasen festgelegt hat. Die globale Post-Kyoto-Regelung sollte nach den Beschlüssen von Durban (2011) bis zum Jahr 2015 erarbeitet und auf der 21. UN-Klimakonferenz in Paris beschlossen werden. Der Vertrag soll ab 2020 in Kraft treten.

deln anpassen. Ich bin allerdings skeptisch, ob Appelle als einzige Massnahmen funktionieren. Vor allem Änderungen des Konsumverhaltens sind sehr schwierig zu erreichen. Meistens sind begleitend zusätzliche Instrumente wie gesetzliche Auflagen, Steuern oder Fördermassnahmen für neue Technologien notwendig.

BRETSCHGER – Der Eigenverantwortung kommt in jedem System eine wichtige Rolle zu, doch bei den drängenden Umweltproblemen greift sie zu kurz. Was die Leute wirklich antreibt – das sehen wir bei den Klimaverhandlungen – ist die Fairnessüberlegung. Der Preis ist zwar der Mechanismus, der die Knappheit richtig signalisiert, aber die Zuteilung der Rechte, die Umwelt zu nutzen, ist für die politische Akzeptanz zentral. Wenn Leute guten Willens sind und etwas für die Umwelt

len. Und wenn wir dann beispielsweise ein Zwei-Liter-Auto haben oder ein Elektroauto oder die Ingenieure wissen, wie man die Häuser energetisch optimal baut, dann kann man sagen: Okay, ab jetzt ist diese Technologie Standard und obligatorisch. Politik braucht Zeit – für grosse Änderungen etwa 30 Jahre.

*Besonders schwierig für die Umweltpolitik wird es wohl in Rezessionszeiten, wenn es wirtschaftlich nicht so gut läuft?*

BRETSCHGER – So gesehen kommt Umweltpolitik nie zum richtigen Zeitpunkt. In schlechten Zeiten sagen die Leute, wir können uns das jetzt nicht leisten; und in Zeiten der Hochkonjunktur sagen sie, jetzt läuft es gerade so gut, das wollen wir nicht gefährden. Mit anderen Worten, Umweltpolitik

## «Was die Leute bei Klimaverhandlungen wirklich antreibt, ist die Fairnessüberlegung.»

Lucas Bretschger

tun, andere aber nicht, dann finden die Gutwilligen es mit der Zeit unfair und hören damit auf. Das ist kontraproduktiv.

OBERLE – Der politische Alltag ist komplex, da geht es nicht nur um die Frage «Freiwilligkeit – ja oder nein?». In der ersten Phase arbeiten wir oft mit Leuten zusammen, die freiwillig Dinge bewegen wollen. Diese Pioniere muss man schützen, damit sie nicht gleich von der Realität erschlagen werden. Wenn genügend von diesem Substrat da ist, kann man versuchen, mit Anreizen noch mehr Leute ins Boot zu ho-

solte sich nicht auf diese Konjunkturzyklen ausrichten; wir müssen viel langfristiger denken.

*Kann man heute in der Politik noch langfristige Perspektiven durchsetzen?*

BRETSCHGER – Es gibt Beispiele in der Geschichte der Schweiz, wo es gelungen ist, Generationenprojekte durchzusetzen. Denken Sie an den Gotthardtunnel. Heute fehlt es allerdings zunehmend am Willen, sich so langfristig zu engagieren, und auch am Pioniergeist. Die Leute überschätzen oft auch die Schwierigkeiten und >

## «Den grössten Teil des Fussabdrucks unseres Konsums hinterlassen wir ausserhalb der Schweiz.»

Stefanie Hellweg

Kosten, die ein Wandel mit sich bringen würde. Langfristig bietet ein Wandel zu umweltfreundlichen Technologien auch Wachstumschancen und internationale Wettbewerbsvorteile.

*Die Schweiz ist ein rohstoffarmes Land. Die meisten Rohstoffe importieren wir. Was bedeutet das hinsichtlich der Umweltbelastungen?*

HELLWEG – Den grössten Teil des Fussabdrucks unseres Konsums hinterlassen wir ausserhalb der Schweiz. Das können wir mit Hilfe von Lebenszyklusanalysen aufzeigen.

*Wie äussert sich das konkret?*

HELLWEG – Nehmen wir das Beispiel Nahrungsmittelimporte. Der Landverbrauch für die gesamten in der Schweiz konsumierten Nahrungsmittel liegt im Ausland in der gleichen Grössenordnung wie hier in der Schweiz. Die Wirkungen auf die Biodiversität sind auch in der Schweiz sichtbar; aber die negativen Auswirkungen im Ausland sind um ein Vielfaches stärker, wenn wir beispielsweise die Artenverluste anschauen. Ähnlich ist es mit dem Wasserverbrauch. In der Schweiz haben wir genügend Wasser. Aber wenn wir Früchte aus Spanien importieren, dann tragen wir dort zur Wasserknappheit bei. Bezüglich der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Wirkungen auf den Klimawandel ist das Verhältnis ausgewogener; aber auch hier importieren wir viele Endprodukte, die im Ausland fast die Hälfte der durch den Schweizer Konsum bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Das ist auch ein Problem der Politikinstrumente, gerade wenn sie etwas älter sind wie etwa das Kyoto-Protokoll. Hier wird noch sehr national gedacht und es werden kaum Anreize für die Reduktion der indirekten Emissionen gegeben.

OBERLE – Das Kyoto-Protokoll teilt die Emissionen tatsächlich den Produktionsorten zu. Der Ansatz, die Emissionen den Ländern aufgrund ihres Konsums zuzurechnen, ist eine alternative Betrachtungsweise. Nur sollten wir dann auch die Möglichkeit haben, an der Grenze sagen zu können, dieses oder jenes Produkt darf nicht ins Land kommen, weil es unser CO<sub>2</sub>-Konto zu stark belastet. Das kollidiert aber mit den internationalen Verträgen und natürlich mit den Interessen der Exportländer. Was mich in diesem Zusammenhang aber noch viel mehr beschäftigt: Wir sollten bedenken, dass wir komplett abhängig von der Welt sind, nicht nur was Erdöl und Erdgas angeht, sondern auch bezüglich der Ernährung.

*Angesichts dieser internationalen Verflechtung: Was kann die Schweiz tun?*

BRETSCHGER – Einen Wechsel von der produktionsbezogenen Sichtweise zur konsumbezogenen Sichtweise halte ich für kompliziert und nicht notwendig. Die Konsumenten tragen nämlich die Lasten von Umweltabgaben durchaus, wenn diese auf den Produktpreis umgelegt werden, was ökonomisch zweckmässig ist.

Erfolgversprechender ist meiner Meinung nach, wenn wir hier in der Schweiz neue emissionsarme Technologien entwickeln und vorantreiben, damit können wir global etwas bewirken. Und wir können uns in den internationalen Verhandlungen einbringen. Zwar sind wir nicht das einflussreichste Land, aber wir können Brücken bauen und vermitteln, gute Ideen einbringen und vielleicht die starre Haltung der grossen Blöcke aufweichen. Denn ich glaube, dass die kommenden internationalen Klimaverhandlungen in Paris etwas Substanzielles bringen müs-

sen, wenn wir das 2-Grad-Ziel noch erreichen wollen.

*Wie wirkungsvoll ist es global, wenn wir hier in der Schweiz neue Technologien entwickeln?*

OBERLE – Wir exportieren auch Technologien und Standards. Nehmen wir das Beispiel Zement: Zementproduktion ist eine wichtige CO<sub>2</sub>-Quelle. Lafarge-Holcim ist der grösste Zementhersteller in Indien. Die Firma arbeitet grundsätzlich in jedem Land mit dem gleichen Standard. Wenn Holcim also mit einer guten Technologie kommt, dann hilft das auch in Indien enorm.

HELLWEG – Ein anderes Beispiel wären Abfallverbrennungstechnologien und Technologien zur Wiedergewinnung von Metallen aus der Schlacke. Das ist ein Gebiet, wo die Schweiz weltweit führend ist, und das Interesse für diese Technologien ist international sehr gross.

OBERLE – Wenn das neue Umweltschutzgesetz seinen Weg findet, hätten wir auch die Möglichkeit, solche neuen Technologien flächendeckend in der Schweiz einzuführen. Damit würden wir schon mal einen minimalen Markt schaffen. ○

## Eine Bauwelt ohne Zement

Weniger Zement im Bau, das ist das ambitionierte Ziel des ETH-Professors für Nachhaltiges Bauen, Guillaume Habert. Doch es gibt viele Hürden zu bewältigen.

TEXT Corinne Johannssen-Hodel



Zement  
Eine der wichtigsten lokalen Ressourcen zum Bauen in der Stadt ist bereits verbauter Beton. Vor allem einer seiner Inhaltsstoffe ist interessant für das Recycling: Zement. Denn bei seiner Herstellung fallen grosse Mengen an CO<sub>2</sub> an.

Die Idee war ausgeklügelt: Die gotische Kathedrale Notre-Dame im Zentrum von Lausanne sollte mit Steinen renoviert werden, die nach dem Abriss einer Überbauung in der Stadt freigelegt würden. Denn die Kirche wurde aus lokalen Steinen gebaut, die heute unter der Stadt liegen. «Dank der Baustelle waren die Ressourcen für eine kurze Zeit wieder zugänglich», sagt Guillaume Habert, ETH-Professor für Nachhaltiges Bauen. Das Projekt wird von einem Doktoranden untersucht, der von Habert und

dem Initiator der Idee, einem Architektur-Professor der Genfer Fachhochschule Hepia, betreut wird. Eines steht jedoch jetzt schon fest: «Aus zeitlichen Gründen konnte das Vorhaben nicht umgesetzt werden», bedauert Habert. Bis alles geklärt war, waren die Steine auf der Baustelle bereits zerstört und zu klein für die Renovation. «Doch das Bewusstsein wurde geweckt – ein erster Schritt», freut er sich. «Vielleicht klappt es ein anderes Mal, vielleicht auch in einer anderen Stadt.» >

Habert beschäftigt sich seit längerem mit der Nutzung lokaler Ressourcen vor allem im urbanen Raum, wo der Bedarf besonders hoch ist. Eine Problematik, die dabei immer wieder auftaucht, ist die Verfügbarkeit von Ressourcen. Zwar gibt es unter einer Stadt mehr als genug Steine zum Bauen. Aber niemand will einen Steinbruch in der Stadt. Und dort wo Steine abgebaut werden, braucht sie keiner. Die Folgen: lange Transportwege, hohe Transportkosten – von der Ökobilanz ganz zu schweigen. Für Habert geht es in der Baubranche weniger um die Knappheit von Ressourcen, sondern vielmehr um deren Verteilung.

Eine der wichtigsten lokalen Ressourcen zum Bauen in der Stadt stellt bereits verbauter Beton dar. Denn die Inhaltsstoffe – Kies, Sand und Zement – können nach dem Abriss eines Gebäudes teilweise erneut verwendet werden. Dazu wird der abgebaute Beton zunächst zerkleinert. So können Kies und Sand wiedergewonnen und in neuem Beton verwendet werden. Der dabei entstehende Staub besteht zum grössten Teil aus Zement, der bei der Herstellung von Beton mit Wasser reagiert hat.

«Das Recycling von Zement ist anspruchsvoller – aber besonders wichtig», hält der Professor für Nachhaltiges Bauen fest. Denn bei der Herstellung von Zement fallen grosse Mengen an Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) an: einerseits bei der Erhitzung der beiden Ausgangsmaterialien Kalkstein und Ton auf 1500 °C und andererseits durch die chemische Umwandlung des Kalks. Alleine durch Letztere entsteht pro Tonne Zement eine halbe Tonne CO<sub>2</sub>. Beim Recyclieren in einem Zementwerk muss der Rohstoff zwar nochmals hoch erhitzt werden, um wieder in der Ursprungsform vorzuliegen, aber immerhin entsteht dabei nicht nochmals CO<sub>2</sub> – sofern klimaneutral geheizt wird.

**Weniger Zement, weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen**  
Zement ist der ideale Binder im Beton, der mit Wasser angerührt Kies und Sand zusammenhält. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms Energiewende (NFP 70) leitet Habert das Projekt «Energiearmer Beton», an dem auch andere ETH-Wissenschaftler und Forschungsgruppen der ETH Lausanne und der Empa mitarbeiten. Das Projektziel: ein Betonprodukt, das weniger Zement enthält als herkömmliche Betonprodukte, aber noch immer die gleichen Eigenschaften hat. Bereits heute wird bei der Herstellung von Beton ein Teil des Zements mit Abfall von anderen Indus-



Verschiedene Baustoffe an der Summer School «Grounded Materials» im Vergleich

trien ersetzt, zum Beispiel von der Stahl- oder Kohleindustrie. Er hat ideale Eigenschaften und kann von der produzierenden Industrie nicht wiederverwertet werden. Solche Abfallprodukte ersetzen heute in kommerziellen Betonprodukten gut 30 Prozent des Zements.

Die Forschenden wollen nun den Gehalt an Abfallprodukten verdoppeln, ohne dass sich die mechanische Festigkeit des Endprodukts verschlechtert. Sie sollte bei 30 Megapascal bleiben. «Damit liessen sich Bauten gleicher Dimension wie heute realisieren, die CO<sub>2</sub>-Bilanz aber wäre deutlich besser», sagt Habert. Derzeit ist das Team daran, den neuen Beton mit weniger Zement zu charakterisieren und immer weiter zu optimieren.

Eine Herausforderung, die sich den Forschenden dabei immer wieder stellt, ist die Interaktion des zementarmen Betons mit anderen Materialien, wie etwa dem Bewehrungsstahl, der beim Bauen mit dem Beton vergossen wird. Enthält der Beton nicht genügend reinen Zement, rostet der Stahl viel zu schnell. «Solche Stahlbetonbauten wären weniger dauerhaft, und das kann selbstverständlich nicht unser Ziel sein», bringt es Habert auf den Punkt. Neben der Optimierung des neuen Betons entwickeln deshalb die Wissenschaftler auch Alternativen zum Bewehrungsstahl. Gemeinsam suchen sie nach rostfreien Alternativen wie etwa Karbonfaser-Polymerer oder Kunstfasern. «Mein Fokus liegt auf dem Umweltimpact dieser Materialien», sagt Habert. Er analysiert die CO<sub>2</sub>-Bilanz der verschiedenen Technologien und zeigt auf, wo es Möglichkeiten gibt, die Bilanz zu optimieren.

Auf dem Campus Höggerberg wurde beispielsweise diesen Sommer das «House of Natural Resources» unter der Leitung von

Andrea Frangi eingeweiht, das Bürogebäude und Forschungslabor zugleich ist. Beim Bau wurde der Beton nicht etwa mit Stahl vergossen, sondern mit Holz. «Die Kombination von Beton und Holz ist ideal. Denn es besteht kein Risiko, dass das Material korrodiert», sagt Guillaume Habert.

#### Radikaler Ansatz

Ein anderer Forschungsansatz von Guillaume Habert ist weit radikaler: Beton mit Ton statt mit Zement. Weil der Baustoff nicht hoch erhitzt und damit keine chemische Reaktion in Gang gesetzt wird, ist er viel umweltfreundlicher. Das hat aber auch seine Nachteile: Die mechanische Festigkeit liegt rund zehnmal tiefer bei nur 3 Megapascal als bei herkömmlichem Beton mit Zement. «Deshalb kommt diese Art von Beton nicht für die gleichen Anwendungen in Frage», sagt Habert. Eine Möglichkeit könnte sein, den zementfreien Beton nur für nichttragende Wände zu verwenden. Bereits damit könnte der Zementverbrauch massgeblich verringert werden.

Haberts Forschungsgruppe ist derzeit daran, nicht nur das Material an sich zu optimieren, sondern auch dessen Verwendung auf der Baustelle. Wird der neuartige Beton in die Schalung gegossen und trocknet aus, bilden sich derzeit noch Risse. Deshalb arbeiten die Forscher daran, die Oberflächeneigenschaften des Tons chemisch zu verändern. Das Ziel ist, dass der Beton ohne Zement innert drei Stunden verarbeitet werden kann – wie das Original. Im Versuch trocknet zementfreier Beton bereits nach 30 Minuten aus. Das ist viel zu kurz für Transport und Verarbeitung. Zusätzlich Abhilfe schaffen könnten auch spezielle Schalungen mit Poren, die durchlässig sind für Wasser.

Doch Habert ist sich bewusst, dass ein neuer Baustoff nur dann Chancen auf dem Markt hat, wenn weiterhin das konventionelle Know-how der Bauindustrie gefragt ist. «Kaum jemand ist bereit, mehr zu zahlen für umweltfreundliches Bauen», sagt Habert.

#### Nächste Generation

Das sollen auch Haberts Studierende lernen. Deshalb hat er in diesem Jahr gemeinsam mit der Hochschule für Architektur Ensag in Grenoble und dem TdLab des ETH-Departements Umweltsystemwissenschaften die Summer School «Grounded Materials» organisiert. Die ETH-Studierenden setzten sich mit der

Frage auseinander: Wie können umweltfreundliche, lokale Materialien von Zürich in die hiesige Bauindustrie gebracht werden? Studierende der Departemente Architektur, Materialwissenschaft, Umweltsystemwissenschaften sowie Bau, Umwelt und Geomatik haben während zweier Wochen Barrieren identifiziert, die den Aufschwung lokaler Baustoffe verhindern. Davon ausgehend haben sie Strategien entwickelt, um solche Materialien für Stakeholder attraktiv zu machen. Dabei standen nicht die technischen Kennzahlen wie die

«Wo immer es eine Schnittstelle zwischen Umwelt und Gesellschaft gibt, wird es spannend.»

Guillaume Habert

Festigkeit von Beton oder die CO<sub>2</sub>-Bilanz im Vordergrund; vielmehr haben sich die Teilnehmenden in den Disziplinen Soziologie, Ökonomie und Kommunikation bewegt.

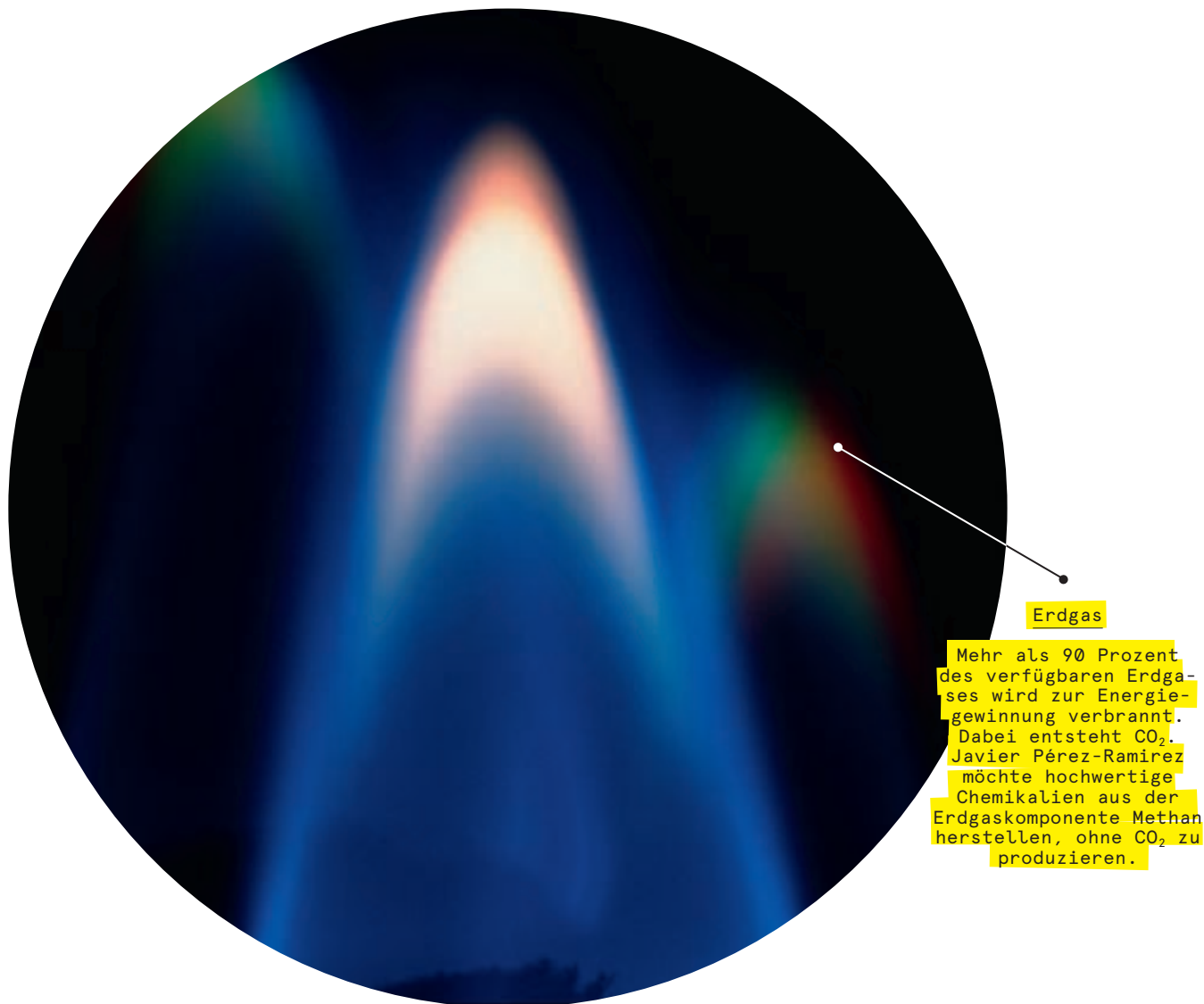
Guillaume Habert ist sehr zufrieden, dass er beim Nachwuchs ein Bewusstsein für solche Fragen geweckt hat. «Für mich als Geologen sind Ressourcen zunächst etwas Physisches: an einem Ort in einer bestimmten Menge», fasst er zusammen. «Aber wo immer es eine Schnittstelle zwischen Umwelt und Gesellschaft gibt, beginnt es spannend zu werden.» Wie kann man die Ressource nutzen? Wo befindet sie sich? Und wo wird sie gebraucht? Wer weiss, wie man mit ihr umgeht? Was kostet sie? Dass das wichtige Fragen sind, haben diesen Sommer auch seine Studierenden gelernt. ○

Professur für Nachhaltiges Bauen:  
→ [www.ibi.ethz.ch/sc](http://www.ibi.ethz.ch/sc)



Guillaume Habert

Guillaume Habert ist seit 2012 Assistenzprofessor für Nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich. Nach seiner Promotion in Geologie an der Université de Toulouse arbeitete er als Ingenieur in der Bauindustrie, bevor er seine akademische Karriere fortsetzte. Heute liegt sein Forschungsschwerpunkt auf dem nachhaltigen Gebrauch von Baumaterialien während des gesamten Lebenszyklus von Bauten.



Erdgas

Mehr als 90 Prozent des verfügbaren Erdgases wird zur Energiegewinnung verbrannt. Dabei entsteht CO<sub>2</sub>. Javier Pérez-Ramírez möchte hochwertige Chemikalien aus der Erdgaskomponente Methan herstellen, ohne CO<sub>2</sub> zu produzieren.

## Antrieb für nachhaltigere Chemie

Die Forschungsgruppe von Javier Pérez-Ramírez entwickelt Katalysatoren, mit deren Hilfe die Kunststoffproduktion umweltfreundlicher und weniger abhängig von Erdöl wird.

TEXT Martina Märki

Im Mittelalter träumten Alchemisten davon, billige Materialien in Gold zu verwandeln. Dies ist bis heute nicht gelungen. Dennoch macht ein grosser Teil der Chemie Ähnliches: Aus wenigen, möglichst günstigen Grundstoffen stellt sie eine Vielzahl von veredelten Produkten her. Geschätzte 90 Prozent der dabei ablaufenden chemischen Reaktionen funktionieren mit Hilfe von Katalysatoren.

Katalysatoren sind Stoffe, die chemische Reaktionen beschleunigen oder überhaupt erst ermöglichen. «Sie sind sehr wichtig, wenn es darum geht, den Umgang mit Ressourcen zu optimieren», sagt Javier Pérez-Ramírez, Professor für Katalyse-Engineering. Er und sein Team wollen neue katalytische Verfahren für eine Chemie entwickeln, die umweltfreundlicher produziert und deren Produkte nachhaltiger sind. «Ziel ist die effiziente Nutzung von Rohstoffen mit geringerem Energieverbrauch und weniger Abfall.»

### Bioplastik aus Abfallstoff

Pérez-Ramírez zeigt auf die mit Wasser gefüllten Plastikbecher auf dem Besprechungstisch: «Das ist ein wunderbares Beispiel.» Die meisten Kunststoffe bestehen aus Erdöl. Plastikmüll ist zudem ein grosses Umweltproblem, weil die meisten Kunststoffe nicht abbaubar sind. Eine bereits bestehende Alternative ist biologisch abbaubarer Bioplastik auf der Basis von Polymilchsäure (PLA). Der Gruppe von Pérez-Ramírez und weiteren ETH-Forschern ist es gelungen, ein neues Verfahren zur Herstellung von Milchsäure zu entwickeln. Es ist nicht nur produktiver und kosteneffizienter, sondern auch klimafreundlicher als die übliche Herstellung: Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind bis zu 30 Prozent geringer.

Das Verfahren nutzt Glycerin, das als Abfallprodukt der Biodiesel-Industrie bei der Produktion von Biotreibstoffen der ersten Generation anfällt. Es konnte bisher nicht weiterverwendet werden. Nun gibt es einen Weg zur umweltfreundlichen Nutzung. Essenziell für die gute Ökobilanz ist der in der Reaktion eingesetzte Katalysator, der mit verschiedenen Verfahren optimiert wurde. Basis ist ein Zeolith, ein poröses Mineral, dessen Porenstruktur für bestimmte chemische Reaktionen ideal ist. «Mit neuen Methoden können wir zum Beispiel untersuchen, wie die Poren eines Katalysatormaterials miteinander verbunden sind», erklärt Pérez-Ramírez. «Ein passgenaues rationales Design mit Hilfe der Nanotechnologie erlaubt es uns, eine neue Qualität von Katalysatoren zu schaffen.»

### Neue Verwendung für Erdgas

Solche entwickelt sein Team auch, um neue Verwendungsmöglichkeiten für Erdgaskomponenten wie Methan zu ermöglichen. «Erdgas ist heute Energielieferant, es könnte aber ein ebenso interessanter Rohstoff für die Chemie werden, wie derzeit das Erdöl», meint Pérez-Ramírez. «Vielleicht können wir in Zukunft nicht nur Kunststoffe, sondern sogar Vitamine oder pharmazeutische Produkte aus Methan herstellen.»

Methan ist ein breit verfügbarer Rohstoff, denn in den vergangenen Jahren konnten durch Fracking grosse Erdgasvorkommen erschlossen werden. Allerdings ist Methan chemisch sehr stabil. Die Umwandlung von Methan in nützliche Chemikalien stellt deshalb eine grosse Herausforderung dar. Das üblichste Verfahren zur Methannutzung ist bisher die



Bioplastik lässt sich noch umweltfreundlicher herstellen.

Umwandlung in Syngas durch Dampfreformierung. «Das braucht viel Energie und produziert CO<sub>2</sub>. Beides kann nicht das Ziel sein», betont Pérez-Ramírez. Alternative Versuche zur Herstellung von chemischen Produkten aus Methan litten bisher darunter, dass die Katalyseverfahren teuer und aufwändig oder wenig selektiv sind, also nur ein geringer Anteil der Endprodukte der Reaktion das gewünschte Zielprodukt darstellt.

Pérez-Ramírez und seine Gruppe haben einen neuen Weg gefunden und dafür einen Katalysator mit sehr hohem Wirkungsgrad entwickelt. Sie nutzen Chlorwasserstoff und Bromwasserstoff, so genannte Halogenwasserstoffe, um Methan umzuwandeln. Beides sind chemische Abfallprodukte, die so recycelt werden könnten. Doch die Halogenchemie stellt hohe Anforderungen, da diese Stoffe hochgiftig und sehr korrosiv sind. «Weltweit gibt es nur sehr wenige Labore, die Halogene so verarbeiten können wie wir», sagt der Forscher. Bei der Umwandlung entstehen Produkte, aus denen sich gut nutzbare Ausgangsstoffe für die Chemie gewinnen lassen. Für die Katalyse arbeitete die Forschungsgruppe mit verschiedenen Phosphaten und Metalloxiden. Ihr Katalysator erreicht eine Selektivität von über 90 Prozent. Nun wollen die Forscher ihr bahnbrechendes Verfahren als Spin-off-Unternehmen auf den Markt bringen. ○

Gruppe Advanced Catalysis Engineering:  
→ [www.perez-ramirez.ethz.ch](http://www.perez-ramirez.ethz.ch)

Bioplastik aus Abfallstoff:  
→ [www.ethz.ch/news-bioplastik](http://www.ethz.ch/news-bioplastik)



Javier Pérez-Ramírez

Javier Pérez-Ramírez ist seit 2010 Professor für Katalyse-Engineering am Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften an der ETH Zürich. Er studierte Chemieingenieurwissenschaften an der Universität Alicante und schloss 2002 sein PhD an der TU Delft, Niederlande, ab. Nach einigen Jahren in der Industrie wechselte er 2005 als Forschungsprofessor zum ICIQ in Tarragona, Spanien, und kehrte damit in eine akademische Laufbahn zurück.



# BodenSchätzeWerte

Unser Umgang mit Rohstoffen

25. August 2015 bis 28. Februar 2016

Eine Sonderausstellung von focusTerra



Mineralische Rohstoffe sind in unserem Leben allgegenwärtig. Welche Herausforderungen stellen sich uns durch ihren zunehmenden Verbrauch?

Für weitere Informationen, auch über Vorträge und Führungen, Schulunterlagen und Workshops für Lehrer, besuchen Sie unsere Website:

[www.focusterra.ethz.ch](http://www.focusterra.ethz.ch)

**focusTerra**

ETH Zürich, Sonneggstrasse 5, 8092 Zürich  
info\_focusTerra@erdw.ethz.ch

**ETH zürich**



# COMMUNITY



ETH-Professor Yaakov Kobi Benenson

*Erfolgreiches Spin-off*

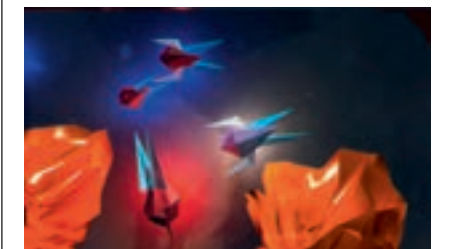
## KOUBACHI WIRD ÜBERNOMMEN

Sensoren und Apps, die die Pflanzenpflege vereinfachen, haben das ETH-Spin-off Koubachi zum Erfolg gebracht. Nun wurde das im Jahr 2009 gegründete Jungunternehmen von der schwedischen Firma Husqvarna Group übernommen.

*Game Technology*

## NEUES ZENTRUM

Am Departement Informatik entsteht ein Game Technology Center. Im neuen Zentrum sollen Wissenschaftler disziplinübergreifend und in Zusammenarbeit mit der Industrie an neuen Technologien für die Entwicklung von Computerspielen arbeiten. ETH-Präsident Lino Guzzella begründete den Entscheid wie folgt: «Die Game-Technologie ist nicht nur interessant für junge Firmen und die Kreativwirtschaft, sie ist es auch für die Wissenschaft und Lehre. Wir wollen in Zukunft die Kräfte an der ETH bündeln und dieser Technologie erhöhte Aufmerksamkeit schenken.»



Ein Computerspiel – von Masterstudierenden an der ETH Zürich entwickelt

**ETH zürich**

Vorlesungen, Workshops, Führungen und Talkrunden

# ROHSTOFF ERDE

25. Oktober bis 22. November 2015

Werden wir bald ums Wasser kämpfen? Sind Insekten die Nahrung der Zukunft? Wasser, Luft, Tiere oder Pflanzen: Alle Ressourcen sind begrenzt. Es gibt nur eine Erde. Wie die Welt gesund bleibt und was Sie dafür tun können!

**ERLEBNIS ETH**  
Wissen für alle!



**TREFFPUNKT SCIENCE CITY**

[treffpunkt.ethz.ch](http://treffpunkt.ethz.ch)

*ETH Alumni*

## EINBLICKE IN DIE SYNTHETISCHE BIOLOGIE

Die Alumni Vereinigung der ETH Zürich und diejenige des Massachusetts Institute of Technology (MIT) brachten, in Kooperation mit swissnex Boston, zwei der weltweit führenden Wissenschaftler im Bereich der synthetischen Biologie zusammen. Die Netzwerkveranstaltung fand im Koch Institute for Cancer Research am MIT in Cambridge (USA) statt.

Der ETH-Professor Yaakov Kobi Benenson und der MIT-Professor Ron Weiss präsentierten die neuesten Ergebnisse ihrer Forschung. Beide befassen sich mit dem Einsatz von Zell- und Molekularmechanismen für eine optimierte Performance von Computeraufgaben. Zellen, die so aufgebaut

sind, dass sie von Menschen programmierten Logarithmen folgen, haben ein grosses Potenzial. Sie sind vielversprechend für therapeutische Anwendungen, die von der zielgerichteten Krebstherapie bis hin zur Züchtung von Gewebe im Reagenzglas reichen können.

Im Anschluss an die Präsentation blieb genügend Zeit für angeregte Diskussionen zwischen den Wissenschaftlern und den ETH Alumni sowie den Alumni des MIT.

Professur für Synthetische Biologie von Yaakov Kobi Benenson:  
→ [www.bsse.ethz.ch/synbio](http://www.bsse.ethz.ch/synbio)

# Gemeinsam für mehr Informationssicherheit

Dank einer Donation der Zürcher Kantonalbank kann die ETH Zürich das Zurich Information Security and Privacy Center (ZISC) ausbauen. Gestärkt wird dadurch auch die Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie.

Je stärker Informationstechnologien unser Leben bestimmen, desto bedeutender wird die Frage der Sicherheit. Wirtschaft, Finanzen, Kommunikation, Energieversorgung, Transport und Unterhaltung sind mehr und mehr auf vernetzte Informationssysteme angewiesen. Doch egal, ob elektronischer Zahlungsverkehr, die Steuerung von Kraftwerken oder private Daten im E-Mail-Austausch, nichts ist gegen Angriffe gefeit. «Nicht erst Wikileaks und Edward Snowden haben gezeigt, wie verwundbar wir sind», sagt Srdjan Capkun, Professor am Institut für Sys-

temsicherheit und Direktor des Zurich Information Security and Privacy Center (ZISC).

Der Bedarf an Know-how auf dem Gebiet der Informationssicherheit ist gross und wird weiter ansteigen. Weltweit herrscht zudem ein akuter Mangel an Sicherheitsfachleuten. «Wir haben nun die Möglichkeit, noch vermehrt herausragende Talente zu rekrutieren und auszubilden», freut sich Capkun. Möglich macht dies eine zweckgebundene Donation der Zürcher Kantonalbank an die ETH Zürich Foundation in der Höhe von fünf Mil-

lionen Schweizer Franken. Die Donation steht für einen Zeitraum von zehn Jahren zur Verfügung.

## Open Lab mit Partnern

Derzeit umfasst das ZISC vier Professuren und rund zehn Doktoranden und Forschende. Nun soll die Zahl der Forschenden und des Nachwuchses im Bereich Informationssicherheit deutlich erhöht werden. Auch der Austausch mit Fachleuten aus der Industrie und Wirtschaft soll weiter intensiviert werden. Informationssicherheit ist ein komplexes Thema, das man nicht rein

*Sie freuen sich auf eine fruchtbare Zusammenarbeit: Emo Welsch, stellvertretender Leiter des Departements Informatik; Daniel Heinzmann, Leiter IT-Strategie, Architektur & Sicherheit bei der ZKB, und ZISC-Direktor Srdjan Capkun (v. l. n. r.) anlässlich der Vertragsunterzeichnung.*



akademisch oder technologisch angehen kann, erläutert Capkun: «Das beste Sicherheitssystem nützt nichts, wenn es die Kunden und User nicht akzeptieren und anwenden.» Deshalb sei der direkte Austausch mit den Fachspezialisten an der Front, die die Bedürfnisse der User kennen, äusserst wertvoll.

Zentrale Neuerung am ZISC ist das geplante ETH-ZISC Open Lab, eine offene Plattform, wo sich Studierende, Wissenschaftler und IT-Spezialisten der am ZISC beteiligten Partner und Firmen (siehe Kasten) direkt austauschen können. Ende 2015 soll das Open Lab startbereit sein. Es wird Platz für rund 20 Personen bieten, die sich hier nicht nur virtuell, sondern auch physisch begegnen können. Der ZISC-Direktor verspricht sich viel von diesem Konzept: «Heute weiss man, dass die besten Ideen immer im direkten Kontakt entstehen.» Der direkte Umgang miteinander fördere sowohl

## ZISC-PARTNERSCHAFTEN

Seit seiner Gründung im Jahr 2003 arbeitet das ZISC eng mit der Wirtschaft zusammen, um gemeinsam Lösungen für praktische Probleme zu finden. Es bietet Forschungsprojekte sowie Aus-, Weiter- und Fortbildung für Fachleute aus der Wirtschaft an. Die früheren und derzeitigen externen Partner sind Armasuisse, Credit Suisse, Google, IBM, Kaba, NEC und Sun Microsystems. Die Zürcher Kantonalbank wird eine Gründungspartnerin des neuen ETH-ZISC Open Lab.

die Kreativität wie das gegenseitige Vertrauen. Und Vertrauen sei gerade im Bereich der Forschung zu Themen der Informationssicherheit entscheidende Voraussetzung für die Zusammenarbeit.

## Grundlagenforschung und Praxis

Durch den engeren Kontakt zwischen Forschenden und Wirtschaftsvertretern können die Bedürfnisse der Wirtschaft in Zukunft noch besser abgeholt und kann der Transfer von Forschungsergebnissen in alltägliche Anwendungen beschleunigt werden, wie die ZISC-Beteiligten hoffen. Geplant ist sowohl der Ausbau der Grundlagenforschung als auch der angewandten Forschung. Dabei werden die Projekte stets im Sinne von «Open innovation» für alle sichtbar durchgeführt.

Im Visier haben die Forschenden am ZISC nicht nur Anwendungen der Gegenwart, sondern sie arbeiten auch intensiv an grundlegend neuen Systemen der Zukunft. Capkun beispielsweise möchte sicherere und genauere Alternativen zum heutigen satellitenbasierten GPS entwickeln. ZISC-Professor Adrian Perrig dagegen arbeitet mit seiner Forschungsgruppe an einem völlig neuen Internetsystem, das nicht nur besser als das heutige System gegen Unterbrüche gefeit sein soll, sondern bei dem die jeweilige Hoheit zur Entschlüsselung der Daten bei den einzelnen Ländern liegen soll. «Vielleicht kommt das Internet der Zukunft aus Zürich» – so Capkun enthusiastisch. Sein Ziel ist auf jeden Fall klar: «Wir wollen zu einer der weltweit ersten Adressen für Informationssicherheit werden.» – Martina Märki

Zurich Information Security and Privacy Center:  
→ [www.zisc.ethz.ch](http://www.zisc.ethz.ch)

## Karriere

### SWISS ENGINEERING

Beat Dobmann wurde im Mai dieses Jahres zum neuen Zentralpräsidenten des Berufsverbands Swiss Engineering gewählt. Der 54-jährige diplomierte Maschinenbauingenieur ETH mit Zweitstudium Betriebswirtschaft HSG setzt sich speziell für die Vernetzung von KMUs mit den Schweizer Hochschulen ein.

### FLEXIBLE VERPACKUNGEN



Seit Mai 2015 ist Suk-Woo Ha [47] neuer CEO der Cellpack Packaging mit Produktionsstätten in Frankreich, Deutschland und der Schweiz. Suk-Woo Ha, diplomierte ETH-Ingenieur mit Executive MBA der Universität St. Gallen, war zuletzt Mitglied der Geschäftsleitung der IVF Hartmann AG.

### LANDWIRTSCHAFT

Er ist 36 Jahre jung, Ingenieur-Agronom der ETH Zürich mit Spezialgebiet Tierproduktion und war bisher Direktor des Verbands Schweizer Gemüseproduzenten. Neu ist Pascal Toffel Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts Grangeneuve (LIG).



Der Auszug aus den heutigen Ställen läutet die Realisierung der Neubauten ein.

*Bewilligung erteilt*

## BAUBEGINN FÜR STRICKHOF

In Eschikon Lindau kann gebaut werden: Die Zürcher Gemeinde Lindau hat die Baubewilligung für die geplanten Neu- und Ersatzbauten für das Bildungs- und Forschungszentrum Agrovet-Strickhof erteilt. Damit können das kantonale Kompetenzzentrum für Land- und Ernährungswirtschaft Strickhof, die Universität Zürich und die ETH Zürich in Eschikon Lindau ein gemeinsames Bildungs- und Forschungszentrum im Bereich Agrar- und Veterinärwissenschaften aufbauen. Die Eröffnung von Agrovet-Strickhof ist für Frühjahr 2017 vorgesehen.

*ETH-App*

## NEUE FUNKTIONEN DANK UPDATE

Auf dem Handy die ETH-News lesen, Gebäude und Personen finden oder die Mensa-Menüs vergleichen: Das geht mit der offiziellen ETH-App. Das aktuellste Update erweitert die bisherigen Funktionen um wichtige Punkte. Neu können Nutzerinnen und Nutzer ihre bevorzugten News-Quellen auswählen, Artikel kommentieren, News und Veranstaltungen auf Facebook, Twitter oder per E-Mail teilen sowie ausgewählte Veranstaltungen in den eigenen Kalender eintragen. Die Aktualisierungen ergänzen aber auch die bisherigen Funktionen der App.



*Eni-Preis*

## AUSGEZEICHNETER GEOPHYSIKER

Johan Robertsson ist Professor für Geophysik an der ETH Zürich und Spezialist für seismische Wellenausbreitung. Für eine neue Methode zur seismischen Datenerfassung wird er jetzt mit dem Eni-Award «New Frontiers of Hydrocarbons» ausgezeichnet. Dieser Preis ist einer der weltweit wichtigsten auf dem Gebiet der Energiegewinnung.

*Berufsbildung*

## 63 LEHRABSCHLÜSSE

26 Lehrabgängerinnen und 37 Lehrabgänger haben 2015 ihre Berufslehre an der ETH Zürich erfolgreich abgeschlossen. Die Hälfte von ihnen mit einer Berufsmatur. Als Geschenk erhielten die Lehrabgängerinnen und -abgänger von Lukas Vonesch, Leiter Human Resources, eine Taschenlampe mit ihrem Namen und Beruf. Diese hatten Lernende der Elektronik und der Polymechanik aus der Werkstatt des Departements Physik hergestellt. Die ETH Zürich bildet über 170 Lernende in 13 kaufmännischen und technischen Berufen aus.

Berufsbildung an der ETH Zürich  
→ [www.ethz.ch/berufsbildung](http://www.ethz.ch/berufsbildung)



*Kolumne*

## Virtuous Circle – der «Engelskreis»

Als Rektorin bin ich fast täglich zu einem Anlass eingeladen, an manchen Abenden auch an zwei oder drei. Diese Veranstaltungen sind für mich sehr bereichernd, auch wenn ich nicht überall zusehen kann. Denn wenn ich an einen Anlass gehe, möchte ich Zeit haben, mich mit den Gastgeberinnen und Gästen zu unterhalten. In diesen Gesprächen lerne ich nicht nur immer wieder neue Seiten der ETH kennen, ich stelle auch mit Freude fest, wie viel Ansehen und Wohlwollen, ja sogar Zuneigung unsere ETH geniesst.

Dann gibt es Anlässe, zu denen ich selbst einladen darf. Eine besondere Freude war es mir, letzten Mai die Gönnerinnen und Gönner des «Excellence Scholarship and Opportunity Programme» zum «Meet the talent» einzuladen. Wie der Name der Veranstaltung sagt, konnten die Eingeladenen mit Studierenden, die von diesem Programm profitieren, ins Gespräch kommen und erfahren, welche

Projekte die jungen Talente verfolgen. Es war ein angeregter Abend mit vielen frohen Gesichtern.

Diese Art der Förderung ist mir als Engländerin sehr vertraut. Seit meinem Studienabschluss habe ich eine innige Beziehung zu meiner Alma Mater. Schon im Bachelorstudium waren wir begeistert, die Möglichkeit zu haben, an der Cambridge University zu studieren. Und das Studium erwies sich als eigentlicher Raketenantrieb für unser Leben. Natürlich ist ein Studium in Cambridge nicht ganz billig, und für viele war es keine Selbstverständlichkeit, dort studieren zu dürfen. Umso wichtiger ist es für mich und meine Kommilitoninnen und Kommilitonen, etwas zurückzugeben. So wie wir von den Vorgängerinnen und Vorgängern profitiert haben, möchten wir den nachfolgenden Generationen die gleichen – oder noch bessere – Chancen eröffnen. Und so Teil eines «Engelskreises» werden.

Was in England funktioniert, muss nicht zwingend für die Schweiz gelten. Wer hier ein Maturitätszeugnis hat, darf an jeder Universität des Landes studieren, und den Löwenanteil der Ausbildungskosten übernimmt der Staat. Dies mag ein Grund dafür sein, dass die Studierenden weniger fragen, was sie von der Universität erhalten. Ist es auch ein Grund dafür, dass sich Studierende weniger mit ihrer Universität verbunden fühlen? Oder sind Schweizerinnen und Schweizer einfach zurückhaltender?

In Gesprächen mit Studenten oder Alumnae dauert es oft eine Weile, bis sie ihren Stolz auf die ETH zeigen. Doch irgendwann fällt der Satz, dass ein Studium an der ETH Gold wert ist. Die Ausbildung hat eine lange Halbwertszeit. Gefragt sind aber ergänzende Angebote zum lebenslangen Lernen. Im Bereich der Weiterbildung sehe ich ein grosses Potenzial, wie ETH Alumni und Alumnae künftig vermehrt von ihrer Alma Mater profitieren können. Und vielleicht ist das auch ein Beitrag, um in Zürich den «Engelskreis» zu stärken.



Sarah Springman ist seit 2015 Rektorin der ETH Zürich und seit 1997 ordentliche Professorin für Geotechnik.

# Spurensuche an der Baumgrenze

Ob Bäume im Gebirge wegen der Klimaänderung tatsächlich in immer höheren Lagen und immer schneller wachsen, will Matthias Jochner in seiner Doktorarbeit herausfinden.

TEXT Felix Würsten BILD Daniel Winkler



An der Baumgrenze gruppieren sich die Fichten zu Rotten, um sich besser vor dem rauen Klima zu schützen.



Das Wetter könnte besser sein. Soeben zieht eine neue Regengfront über die Alp Ällgäu, wenige Autominuten hinter Habkern bei Interlaken. Der mächtige Hohgant, die Krone des Emmentals, ist in Nebelwolken verhüllt. Doch Matthias Jochner und Christof Bigler lassen sich von den garstigen Bedingungen nicht abschrecken. «Letztes Jahr musste ich häufig bei solchem Wetter ins Feld», meint Jochner nur mit einem Achselzucken.

Der ETH-Doktorand in der Gruppe für Waldökologie von Harald Bugmann geht für seine Arbeit an die obere Grenze des Waldes. «Ich will herausfinden, wie sich der Klimawandel auf das Wachstum der Bäume und die Lage der Baumgrenze im Gebirge auswirkt», erklärt er. Hier auf der Südseite des Hohgants ist eines seiner drei Untersuchungsgebiete. Zwei weitere befinden sich unterhalb des Gornergrats in Zermatt und oberhalb von Bosco/Gurin im Maggiatal. Zusammen liefern sie ein differenziertes Bild, wie sich die Gebirgswälder im Alpenraum entwickeln könnten.

Dass Jochner just an diesen drei Orten Bäume untersucht, ist kein Zufall. Denn um seine Frage beantworten zu können, benötigt er Standorte, an denen der menschliche Einfluss möglichst gering ist – kein einfaches Unterfangen im stark genutzten Alpenraum. «An vielen Orten dehnt sich der Wald heute in höhere Lagen aus, weil die Alpweiden oberhalb der Baumgrenze nicht mehr so intensiv bewirtschaftet werden wie früher», erläutert Christof Bigler, Senior Scientist in der Gruppe Waldökologie. «Diese Effekte überlagern dann den Einfluss des Klimawandels.» Hier am Hohgant ist einer der seltenen Orte auf der Alpen-nordseite, wo sich der Baumbestand natürlich entwickeln konnte.

## Jede Stunde ein Messwert

Zusammen mit seinem Betreuer Bigler will Jochner heute weitere Proben sammeln. Rund 55 Tage hat er letztes Jahr bereits im Feld absolviert, nun steht noch das letzte Drittel der Feldarbeit bevor. Nach einer halben Stunde



Jeder untersuchte Baum wird akribisch vermessen.

schaut Jochner auf sein GPS-Gerät. «Gleich hier um die Ecke ist es», stellt er fest. Etwas abseits des Wegs hat er im letzten Jahr auf zwei Meter Höhe an einem Baum einen Temperatursensor installiert. Jede Stunde misst das Gerät die Lufttemperatur. Ein zweites Gerät, befestigt an einer Schnur, damit man es leichter wieder findet, misst die Bodentemperatur.

Um herauszufinden, ob sich das Wachstum der Bäume in den letzten Jahrzehnten hier oben verändert hat, entnimmt Jochner ausgewählten Bäumen fünf Millimeter dicke Bohrkerne, bei denen er dann später im Labor die Jahrringe analysieren wird. Die Werte wird er danach mit den entsprechenden Temperaturdaten vergleichen. «Hier oben gibt es natürlich keine offizielle Wetterstation», erklärt er. >



Fünf Millimeter dick sind die Proben, die den Bäumen entnommen werden.

«Deshalb messen wir mit eigenen Geräten während zweier Jahre die lokale Temperatur und ermitteln dann daraus, wie man die langfristigen Messreihen der Station Interlaken auf diesen Standort umrechnen kann.» Leider übermitteln die Messgeräte die Daten nicht automatisch nach Zürich. Jochner kommt deshalb regelmässig mit dem Laptop vorbei, um die neuen Daten auszulesen. Heute hat er den Computer allerdings im Auto gelassen. «Das werde ich morgen nachholen, wenn das Wetter besser ist.»

### Theorie und Praxis

Als Jochner und Bigler weitergehen, hat sich der Regen gelegt. «Dort drüben befindet sich das zweite Areal, das ich untersuche», zeigt Jochner auf die nächste Krete, die nun zwischen den Nebelwolken zu sehen ist. Ein drittes Areal befindet sich, ebenfalls weitab des Wanderwegs, gerade auf der anderen Seite. Je höher die beiden kommen, desto mehr lichtet sich der Wald. Und auch die Baumformen verändern sich. In den obersten Lagen gruppieren sich jeweils mehrere kleinere Fichten zu strauchartigen Rotten, suchen Schutz in der Gemeinschaft.

Gemäss Lehrbuch ist die Baumgrenze eine klar definierte Linie, nämlich diejenige Höhe, wo die letzten, mindestens zwei Meter hohen Bäume vorkommen. In der Realität ist die Baumgrenze eher eine Übergangszone. Auf der Aufstiegskrete haben Jochner und Bigler inzwischen die obersten Bäume erreicht. Nur ein einsames, prächtiges Exemplar liegt noch über ihnen, gut geschützt hinter einer Felsnase an sonniger Südlage. Ist dort oben die Baumgrenze – oder doch eher weiter unten, wo in einem kleinen Talkessel ein paar Fichten im kargen Geröll zu überleben versuchen?

«Man sieht den Bäumen an, dass es ihnen hier oben nicht so gut geht», meint Jochner. Er hat inzwischen eine erste Fichte ins Visier genommen, die er heute beproben will. Auf einem Datenblatt notiert er verschiedene Parameter: Baumhöhe, Stammdurchmesser auf Brusthöhe, Hangneigung,

Hangrichtung und die genaue Position – alles Werte, die im flachen Gelände mühelos zu erheben sind. Doch hier am feuchten Steilhang, mit klammen Fingern und nasser Ausrüstung, ist das Ganze wesentlich aufwändiger. «Man läuft ständig ein paar Meter hoch und runter, steht den ganzen Tag schräg am Hang – das spürt man abends in den Beinen», resümiert Bigler.

### Wo ist die Mitte?

Zwei Kerne entnimmt Jochner den Bäumen jeweils: einen auf Brusthöhe, einen zweiten am Fuss des Baums. Mit dem oberen Kern wird er später das Wachstum des Baums rekonstruieren; mit dem unteren ermittelt er, wann der Baum gekeimt ist. Auch das hört sich einfacher an, als es ist: Um überhaupt zum Stamm zu gelangen, muss sich

Jochner durch ein dichtes Gestrüpp von Ästen kämpfen.

Bei der zweiten Baumgruppe geht die Probenentnahme einfacher, denn hier ist der anvisierte Stamm leichter zugänglich. Mit etwas Druck setzt der Doktorand den Bohrer an. Ein paar Umdrehungen, dann ist die Mitte des Stamms erreicht. Sorgfältig schiebt Jochner den löffelförmigen Extraktor in den Hohlbohrer. Eine letzte Umdrehung in die Gegenrichtung, schon kann die Probe entnommen werden. Eine dünne Holzprobe mit feinen Jahrringen kommt zum Vorschein. Bigler zählt die braunen Ringe für eine erste grobe Schätzung. «Mindestens 50 Jahre», stellt er zufrieden fest.

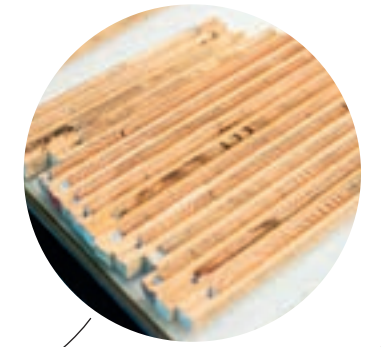
Die Mühe war allerdings umsonst: «Wir haben ziemlich weit neben dem Mark vorbeigebohrt und müssen das



Hightech im Feld: die Drohne mit Digitalkamera im Einsatz



Das Auszählen und Vermessen der Jahrringe ist mit viel Fleissarbeit verbunden.



Bei den präparierten Proben sind die Jahrringe auch von Auge gut zu erkennen.

wiederholen», stellt der Betreuer fest. Weil die Bäume am Hang stehen, wachsen sie nicht gleichmässig. Deshalb ist es nicht so einfach, das Zentrum auf Antrieb zu treffen. Im Büro bei der Vorbesprechung schien es eine einfache Arbeit zu sein, die Jochner und Bigler hier machen. Doch im Feld wird klar: Die vielen kleinen Widrigkeiten summieren sich zu einer aufwändigen Angelegenheit. Insgesamt 64 Bäume beprobt Jochner in jedem der drei Areale am Hohgant entlang der Baumgrenze, jeweils zur Hälfte Fichten und Bergföhren. Dazu kommen jeweils noch 20 weitere Bäume in tieferen Lagen, die das Bild komplettieren. Das ergibt insgesamt über 500 Bohrkerne alleine hier am Hohgant. Gleich viele kommen im Tessin und im Wallis dazu.

Kurz bevor die beiden Forscher sich wieder ins Auto setzen, demonstriert Jochner noch kurz, dass auch die Waldökologie zunehmend auf Hightech setzt. Aus dem Kofferraum packt er eine kleine Drohne aus, an der er eine einfache Digitalkamera befestigt hat. Gesteuert von einer Software auf Jochners Laptop fliegt die Drohne ein vordefiniertes Flugfeld ab und macht in regelmässigen Abständen Bilder. Diese wird der Doktorand später zu einem digitalen Höhenmodell verarbeiten. «Das 3D-Bild ist so präzise, dass man von jedem einzelnen Baum auto-

matisch die Höhe bestimmen kann», erklärt Jochner. «Da ich hier sehr viele Bäume von Hand ausgemessen habe, kann ich nun überprüfen, wie genau die im Modell errechneten Baumhöhen effektiv sind.» Sollte sich der Ansatz bewähren, liesse sich künftig sehr viel einfacher bestimmen, wie schnell die Bäume hier oben wachsen.

### Markante Jahrringe

Zurück im Jahrringlabor an der ETH, steht Jochner ein grosses Stück Fleissarbeit bevor. Die Bohrkerne, die er im Feld gut geschützt in Trinkhalme verpackt hat, leimt er sorgfältig auf Holzträger auf, bevor er sie dann in der Werkstatt anschleift und poliert. Danach analysiert er die Holzstücke aus den Bergen unter dem Mikroskop, indem er die Jahrringe zählt und deren jeweilige Breite bestimmt. «Die Breite der Jahrringe zeigt uns, wie stark der Baum im Jahr gewachsen ist», erklärt er. «Wenn wir die Jahrringreihen von allen Bäumen miteinander vergleichen, können wir charakteristische Muster erkennen.» Ein markantes Jahr war beispielsweise 1948: Aufgrund der kühlen Witterung wuchsen alle Bäume langsamer als sonst. Auch das frostige Jahr 1954 mit den vielen aufgeplatzten Zellen oder den frühen Wintereinbruch 1972 mit seinem schmalen, sehr hellen Spätholz er-

kennt Jochner mit seinem geübten Blick auf Antrieb.

Für eine aussagekräftige Auswertung ist es momentan noch zu früh. Wie stark ein Baumstamm jedes Jahr wächst, hängt nicht nur vom Klima ab, sondern auch vom Alter des Baums. Erst wenn er die Dicke der Jahrringe entsprechend der Alterskurve korrigiert hat, wird Jochner wissen, ob die Vermutung stimmt, dass die Bäume nahe der Baumgrenze unter Einfluss des erwarteten wärmeren Klimas schneller wachsen werden als heute. ○

### JAHRRINGLABOR

Das ETH Jahrringlabor wurde 2006 gegründet und gehört zur Professur für Waldökologie. Es wird hauptsächlich für dendroökologische Studien genutzt. Die Forschenden untersuchen anhand der Jahrringe von Bäumen, wie sich Wälder entwickeln und wie sich Klimaeinflüsse und natürliche Störungen auf Bäume, Wälder und Landschaften auswirken. Anhand der Jahrringe lässt sich auch das Alter von Holzstücken bestimmen, zum Beispiel bei Tothholzfunden oder bei alten Gebäuden.

→ [www.fe.ethz.ch/lab](http://www.fe.ethz.ch/lab)

# CONNECTED

Hier lief der Film «Water – The Source of Life» über ETH-Forschung in den Bereichen Wasser und Ernährungssicherheit.

## 1 Expo Milano

### WISSENSCHAFT AUF DEM TELLER

An der feierlichen Eröffnung der Zürich-Woche im Schweizer Pavillon an der Expo Milano begrüßte Michelle Grant, die Geschäftsführerin des World Food System Centers der ETH Zürich, die geladenen Gäste. Anwesend war auch der ETH-Präsident Lino Guzzella, der ebenfalls das Wort an die Gäste richtete. Unter dem Motto «Science on Your Plate» lieferten Forschende der ETH Zürich den Gästen während des Essens interessante Hintergrundinformationen zur Wertschöpfungskette der servierten Gerichte.

## 1 Expo Milano



## 2 Rössler-Preis

### BAHNBRECHENDE NANO-OPTIK

Der diesjährige Max Rössler-Preis wurde an [David J. Norris](#) (links im Bild) verliehen. Der Professor für Materialtechnik am Department Maschinenbau und Verfahrenstechnik ist spezialisiert auf die Herstellung und Untersuchung von optischen Materialien, die es in der Natur nicht gibt. Sein Ziel ist es, Strukturen zu finden, die mit Licht in neuartiger und spezieller Weise wechselwirken. Anlässlich der Preisverleihung gab Norris dem Preisstifter Max Rössler (Mitte) und Detlef Günther (rechts), Vizepräsident Forschung und Wirtschaftsbeziehungen der ETH Zürich, einen Einblick in seine Laborexperimente. Der mit 200 000 Franken dotierte Preis wird seit 2009 an vielversprechende Forscherinnen und Forscher der ETH Zürich vergeben.

## 2 Rössler-Preis



## 3 Doris Leuthard



## 3 Doris Leuthard

### BUNDESRÄTIN ZU BESUCH IN SINGAPUR

Bundesrätin [Doris Leuthard](#) besuchte das Future Cities Laboratory des Singapore-ETH Centre, um mit den Wissenschaftlern vor Ort über ihre Vision von Umwelt, Transport, Energie und Kommunikation aus Schweizer Sicht zu sprechen. Dabei zeigte sie auch Parallelen zwischen den beiden Ländern Schweiz und Singapur auf.

## 4 AIV



## 4 Akademischer Ingenieur Verein

### BUNTES PROGRAMM AM JUBILÄUMSFEST

Der Akademische Ingenieur Verein (AIV) feiert dieses Jahr sein 125-jähriges Bestehen. Am Jubiläumsfest hielten der Vizepräsident der AIV Alumni, Martin Gähwiler, AIV-Präsident Matthias Bühler, die ETH-Rektorin Sarah Springman und die beiden Professoren Hans-Rudolf Schalcher und Ulrich Weidmann (v.l.n.r.) Kurzvorträge zu aktuellen Themen. Am Nachmittag ging es spielerischer zu und her – zum Beispiel vergnügten sich zwei Alumni beim Turmspiel Jenga.

## 5 «venture»



## 5 «venture»

### BESTE GESCHÄFTSIDE

Der Start-up-Wettbewerb «venture» kürte das Team [Pregnostics](#) von Sabrina Badir (2. v.l.) für die beste Geschäftsidee. Die Nachwuchstalente haben ein System entwickelt, das das Risiko von Frühgeburten verlässlicher bestimmen kann als übliche Ultraschallverfahren. Unter den diesjährigen Finalisten waren sechs Unternehmen der ETH Zürich.

## Agenda

## EVENTS

25. Okt. bis 22. Nov. 2015

**Herbstreihe Rohstoff Erde**

Der Treffpunkt Science City widmet sich den Fragen: Welche Rohstoffe gibt es und wie nutzen wir sie sinnvoll? Wird es Kriege um Wasser und Sand geben? Wie gehen wir mit Tieren und Pflanzen um? Konsumiert der Mensch, bis die Erde stirbt? Ausserdem gibt es neu ein Angebot, das speziell auf 13- bis 17-Jährige zugeschnitten ist. Die Jugendlichen können zum Beispiel eine eigene Rohstoff-App programmieren.

→ [www.treffpunkt.ethz.ch](http://www.treffpunkt.ethz.ch)

26./27./29. Okt. 2015 / 20.15 Uhr

**Wolfgang-Pauli-Vorlesungen**

In der diesjährigen Vorlesungsreihe steht die Mathematik im Zentrum. Professorin Ingrid Daubechies von der Duke Universität in Durham, USA, zeigt in ihren drei Vorlesungen auf, was Mathematik mit Kunstgeschichte, Evolution und Datenkompression zu tun hat.

📍 ETH-Hauptgebäude, Audimax

→ [www.pauli-lectures.ethz.ch](http://www.pauli-lectures.ethz.ch)

21. Nov. 2015

**ETH-Tag**

Am ETH-Tag würdigt die ETH Zürich herausragende Leistungen, zeichnet Persönlichkeiten aus, die Ausserordentliches geleistet haben, und dankt all jenen, die sich um die Hochschule verdient machen.

📍 ETH-Hauptgebäude

→ [www.eth-tag.ethz.ch](http://www.eth-tag.ethz.ch)

Hätten Sie erkannt, dass dieses Bild von Andy Warhol ist? Die Graphische Sammlung zeigt Überraschendes vom Künstler.

*Graphische Sammlung***ANDY WARHOL AN DER ETH**

4. Nov. 2015 bis 17. Jan. 2016 Aus einem umfangreichen Schatz an Zeichnungen, die im Jahr 2011 im Nachlass von Andy Warhol als ein sensationeller

Fund entdeckt worden sind, konnte die Graphische Sammlung der ETH Zürich eine Auswahl von rund 80 Blättern treffen. Diese Werke zeigt die Sammlung nun in der Sonderausstellung «Andy Warhol – The LIFE Years 1949–1959» der Öffentlichkeit. Die Vernissage findet am 3. November 2015 um 18 Uhr statt.

→ [www.gs.ethz.ch](http://www.gs.ethz.ch)*ETH-Klimarunde 2015***VISION NULL**

4. Nov. 2015 / 15 – 19.30 Uhr Jedes Klimaziel ist mit einem CO<sub>2</sub>-Budget verbunden. Welche wissenschaftlichen Erkenntnisse dahinter stehen, diskutieren Experten an der diesjährigen ETH-Klimarunde. Unter dem Titel «Vision Null: Wege zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Gesellschaft» veranstalten das Center for Climate Systems Modeling und das

Energy Science Center Tischgespräche, Vorträge und eine Podiumsdiskussion. Auch politische und gesellschaftliche Fragen werden diskutiert: Wo steht die politische Diskussion? Was können wir von der nächsten UN-Klimakonferenz erwarten? Welche Rolle kann und soll die Schweiz spielen?

📍 ETH-Hauptgebäude, Audimax

Anmeldung bis 1. Nov. 2015:

→ [www.c2sm.ethz.ch/events/klimarunde2015](http://www.c2sm.ethz.ch/events/klimarunde2015)*100-Jahre-Jubiläum***EINSTEIN SYMPOSIUM**

12. bis 14. Nov. 2015 Das Symposium «100 Jahre Allgemeine Relativitätstheorie – Von einfachen physikalischen Prinzipien zu einer neuen Sicht von Raum, Zeit und Gravitation» feiert das 100-Jahre-Jubiläum der vier wegweisenden Publikationen über die Allgemeine Relativitätstheorie, die Albert Einstein im November 1915 bei der Preussischen Akademie der Wissenschaft eingereicht hat.



In den öffentlichen Vorträgen folgen die international renommierten Referenten den historischen Spuren von Einstein. Sie diskutieren aber auch über den Technologiefortschritt im Hier und Jetzt, der nur durch Einsteins Theorie möglich ist. Die Konferenzsprachen sind Deutsch und Englisch; die Teilnahme ist kostenlos.

📍 ETH-Hauptgebäude, Audimax

→ <http://einstein.phys.ethz.ch>**AUSSTELLUNG**

29. Okt. bis 11. Nov. 2015

**50 Jahre Raumplanung**

Die Jubiläumsausstellung beleuchtet den langen und oftmals steinigen Weg zur «Raumplanung Schweiz». Sie setzt sich mit den Motivationen der Raumplanungspioniere, mit den soziopolitischen



Hintergründen, der räumlichen Entwicklung des Landes, der Institutionalisierung der Raumplanung und dem Werden der Raumplanungsausbildung an der ETH Zürich auseinander. Die Ausstellung ist während der Öffnungszeiten der ETH Zürich frei zugänglich. Zudem werden öffentliche Führungen angeboten.

Vernissage: 28. Oktober 2015

📍 ETH-Hauptgebäude, Haupthalle

→ [www.raumplanung.ethz.ch](http://www.raumplanung.ethz.ch)**KONZERT**

14./18./21. Nov. 2015 / 20 Uhr

**Akademisches Kammerorchester Zürich**

Im Herbstkonzert 2015 spielt das Orchester Kompositionen von Johannes Brahms und Wolfgang Amadeus Mozart. Leitung: Johannes Schlaefli  
Victoria Hall Genf (14. Nov.)  
Kathedrale Lausanne (18. Nov.)  
Grossmünster Zürich (21. Nov.)

→ [www.ako.ethz.ch](http://www.ako.ethz.ch)*Buchtipps***10 ERFOLGREICHE SPIN-OFFS IM PORTRÄT**

Als Jungunternehmer durchstarten und die Forschungsergebnisse in ein marktreifes Produkt umsetzen: Das ist das Ziel vieler Wissenschaftler. Das Buch «The Success Formula for Startups – venture graduates go to the top» porträtiert zehn Schweizer Spin-offs, die den Durchbruch geschafft haben. Sechs davon sind von der ETH Zürich: Covagen (heute Johnson & Johnson), HeiQ, OLMERO, Optotune, Glycart und Sensirion. Alle Spin-offs haben am Ideenwettbewerb venture mitgemacht. Nicht zufällig ist der Herausgeber des Buchs Thomas Knecht, der mit Hilfe der ETH Zürich den Wettbewerb 1997 ins Leben rief. Er selbst kommt im Buch in einem Interview zu Wort. Im Vorwort betont Bundesrätin Doris Leuthard, wie viele Arbeitsplätze die Spin-offs schaffen.

ISBN: 978-3-03810-112-3

Verlag: NZZ Publishing

Preis: CHF 40.00



## ZUR PERSON

## Arno Candel

Arno Candel wuchs in Untersiggenthal im Kanton Aargau auf. Er studierte an der ETH Physik, u. a. bei Ralph Eichler und Matthias Troyer. Während seiner Doktorarbeit entwickelte er Simulationen für die Teilchenphysik. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Teilchenbeschleuniger SLAC an der Stanford University hatte er Zugang zu den weltweit leistungsstärksten Computern. Zugleich kollaborierte er mit dem CERN bei der Entwicklung einer neuen Generation von Teilchenbeschleunigern. Heute ist er Cheftwickler bei H2O, einer Plattform, die auf Big-Data-Analyse spezialisiert ist.

# Ein Schweizer Big-Data-Pionier im Silicon Valley

Arno Candel hat während seines ETH-Studiums gelernt, dass es für jedes Problem eine Lösung gibt. Heute ist er Cheftwickler von H2O, einer Plattform für Big-Data-Software.

TEXT Samuel Schlaefli BILD Khalil Anvar

Silicon Valley, das Epizentrum technologischer Innovation; belebt von kühnen Träumen, mystifiziert durch steile Karrieren und befeuert durch risikofreudige Investoren. Geburtsort von Google, Facebook, Twitter und LinkedIn sowie Brutstätte für jährlich Tausende von Startups, von denen einige die Welt verändern und viele wieder verschwinden. Mittendrin, in San Jose, ist einer angetreten, die Analyse unserer täglich produzierten Datenberge zu revolutionieren: Arno Candel, Untersiggenthaler, ETH Alumnus, Big-Data-Experte und Schweizer Hoffnungsträger im Silicon Valley.

## Candel, der «Big Data All-Star»

Ich treffe Candel an einem sonnigen Samstagnachmittag nahe seiner Wohnung in Santana Row, einer kleinen Fussgängerzone in San Jose. Hier reihen sich teure Boutiquen und schicke Restaurants, auf der Flaniermeile stehen Dattelpalmen und Inseln voller violett-leuchtender Petunien. Wir setzen uns vor die einem Pariser Bistro nachempfundene «Left Bank Brasserie». Candel bestellt Salade niçoise und ein Glas Chardonnay. Er komme gerne hierher, erzählt er. Oft aber erst um 22 Uhr, wenn er von der Arbeit heimkommt, zum Essen mit seiner Frau und seinem Sohn, der dann im Buggy schläft.

Candel schaut auf ein bewegtes Jahr zurück: Im September wurde er Vater, kurz zuvor hatte ihn das «Fortune Magazine» zu einem von 20 «Big Data All-Stars» gewählt. Und diesen April wurde er zum «Chief Architect» von H2O befördert. «Was ich hier entwickle, hat das Potenzial, die Welt zu verändern», beschreibt er den Reiz des Silicon

Valleys – in einem Aargauer-Dialekt, in den sich gelegentlich amerikanische Wörter einschleichen. Für das vor vier Jahren gegründete Unternehmen H2O, zugleich Name von Firma und Software, hat er eine der schnellsten und flexibelsten Plattformen für Big-Data-Analyse mitentwickelt. Daten sind das neue Öl, sagen Analysten. Doch nur mit intelligenter Analysesoftware können Firmen Berge von unstrukturierten Daten – darunter E-Mails, Statistiken, Tweets und Bilder – in wertvolle Informationen verwandeln. Candel verdeutlicht das mit einem Beispiel: Ein Kunde aus der Pharmabranche nutzte H2O um bessere Distributionsmodelle zu finden. Nicht mit begrenzten Datensamples, sondern mit sämtlichen verfügbaren Daten. Die Prognose fiel bedeutend präziser aus. Laut dem Kunden mündete dies in sieben Millionen Dollar Mehreinnahmen. Obwohl noch jung, hat H2O schon namhafte Anwender: Paypal nutzt das System zum Aufdecken von Versicherungsbetrug. Cisco bewertet damit potenzielle Käufer. Und Kliniken berechnen mit den Algorithmen, in welche Zimmer Patienten eingewiesen werden, damit das Infektionsrisiko möglichst tief bleibt.

## Connecten bei Pizza und Präsentationen

Candel kramt sein Smartphone aus der Jeans und zeigt mir Bilder vom H2O-Geschäftssitz in Mountain View, in der Nähe von Googles Heimatstätte. Eine lange und komplett offene Halle, von der nur ein Drittel durch Arbeitsplätze der Mitarbeiter belegt ist. Der Rest steht für Präsentationen und Meetings leer. Alle zwei, drei Tage lädt H2O Interessierte über meetup.com ein. Dann essen >

«Was ich hier entwickle, hat das Potenzial, die Welt zu verändern.»



«An das Grau von Baden könnte ich mich nur noch schwer gewöhnen.»

ZUM UNTERNEHMEN

H2O ist eine Software-Plattform für Big-Data-Analysen und Machine Learning, die 2011 von zwei Big-Data-Experten im Silicon Valley gegründet wurde. Sie bietet Unternehmen die Möglichkeit, aus Millionen von unstrukturierten Datensätzen wichtige Informationen zu ziehen und Prognosen zu berechnen. Anders als bestehende Big-Data-Software hat H2O einen offenen Quellcode und ist beliebig an Systemanforderungen adaptierbar und skalierbar.

bis zu hundert Gäste zusammen Pizza, während Mitarbeiter oder Gastredner Einblicke in ihre Arbeit geben. «Ein super Tool, um mit potenziellen Kunden in Kontakt zu kommen», sagt Candel.

Geht es nach den Inhabern, so ist das Unternehmen in zwei, drei Jahren an der Börse. Dies obschon die Software für jedermann frei zur Verfügung steht und das Unternehmen einzig mit Support und Dienstleistungen Geld verdient. Doch das Tempo ist hoch im Silicon Valley: Candel war vor eineinhalb Jahren der achte Mitarbeiter von H2O. Heute hat das Unternehmen 38 Mitarbeiter. Candel programmiert praktisch rund um die Uhr; er verbessert das System und erweitert die Funktionalität. Daneben reist er an Messen oder Kongresse und hält Vorträge. Seit eineinhalb Jahren war er nicht mehr in den Ferien. Auch an den Wochenenden verbringt er zuhause meist noch einige Stunden am Computer. Seit dem Sprung von der Forschung in die Industrie vor vier Jahren ruhen die Hobbys – das Golfspiel, die Fotografie und das Geigenspiel. Candel erzählt das ohne Reue. Für ihn ist klar: Die Möglichkeiten, die ihm H2O bietet, übertreffen die dafür gebrachten Opfer.

Lernwilliger aus musischer Familie

Candel wuchs in Untersiggental in der Nähe von Baden als Sohn einer türkischen Mutter und eines holländischen Vaters auf. Die Eltern spielten jahrelang Geige und Querflöte in der Badener Orchestergesellschaft, während der Sohn im Siggenthaler Jugendorchester Geige spielte. Candel erzählt von einer glücklichen Kindheit auf dem Land. Das Lernen fiel ihm von Beginn an leicht. Im Gymnasium in Baden war seine schlechteste Note eine 5,5. «Ich wollte immer zu den Besten gehören», erzählt Candel.

Candel entschied sich für den wissenschaftlich-technischen Weg des Vaters, sein Vorbild bis heute. Dieser hatte ein Leben lang als Elektroingenieur bei BBC (später ABB) gearbeitet. Nach Beginn des Physikstudiums an der ETH entdeckte Candel sein Interesse an Computern. Ralph Eichler, Candels Professor und späterer ETH-Präsident, bot ihm an, für die Diplomarbeit am Paul Scherrer Institut (PSI) an Simulationen mittels Supercomputern mitzuarbeiten. «Das war mein Einstieg in die Welt von Big Data», erinnert sich Candel. Seine anschließende Doktorar-

beit zur computerunterstützten Simulation von Elektronenquellen für Röntgenelektronenlaser entstand ebenfalls in Zusammenarbeit mit dem PSI und Ralph Eichler. Während dieser Zeit habe er für sein Leben die Zuversicht gewonnen, «dass es keine Probleme gibt, die nicht lösbar sind».

Der Sprung nach Stanford

Kurz vor Abschluss seiner Doktorarbeit hält Candel 2005 einen Vortrag in St. Petersburg. Dabei wird ein Wissenschaftler der Stanford University in Kalifornien auf ihn aufmerksam und lädt den jungen Physiker ein, seine Simulationen für den dortigen Teilchenbeschleuniger SLAC anzuwenden. Candel überzeugte und erhielt einen Job als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Nach sechs Jahren am SLAC und nachdem er sich für eine Greencard qualifiziert hatte, wechselte er 2011 in die Privatwirtschaft – zuerst zu Skytree, ebenfalls ein Big-Data-Unternehmen, und dann zu H2O.

Der Salat ist gegessen, der Wein getrunken, Candel bestellt einen doppelten Espresso. Ob er sich ein Leben in der Schweiz noch vorstellen könne, will ich zum Schluss wissen? Er schaut über die flanierenden Menschen aus allen Ecken der Welt, hinauf in einen blauen Himmel: «An das Grau von Baden oder Zürich könnte ich mich nur noch schwer gewöhnen.» Und gewisse Annehmlichkeiten, die das Silicon Valley seinen ambitionierten und vielbeschäftigten Protagonisten bietet, würde er ebenfalls vermissen: Einkäufe erledigt er per App – zwei Stunden nach Bestellung stehen sie vor der Haustür. Und essen kann er in San Jose rund um die Uhr – Apps gekoppelt mit Hauslieferdiensten machen es möglich. Ob Candel und seine Familie längerfristig im Silicon Valley bleiben, ist aber auch eine ökonomische Frage. Er will seinem Sohn eine Kindheit ermöglichen, wie er sie einst selbst genossen hat: mit Haus, Garten, Natur und guten Schulen. Doch das ist schwierig in einer Region, wo die monatlichen Kindergartengebühren bis zu 3000 Dollar betragen, wo ein Eigenheim Millionen kostet und mit vier Prozent Hypothekarzins belastet ist oder Häuser gleich mit Cash bezahlt werden. Für Candel ist deshalb klar: «Ich gebe mir noch fünf Jahre: Entweder schaffe ich es und ich kann meiner Familie hier ein gutes Leben garantieren. Oder wir suchen uns einen anderen Ort, wo die Lebenskosten tiefer sind.»

VENTURE KICK



Explore the business potential of your technology:

CHF 130.000 TO KICK YOUR STARTUP

A PHILANTHROPIC INITIATIVE OF A PRIVATE CONSORTIUM

GEBERT RÜF STIFTUNG

WISSENSCHAFT.BEWEGEN

ERNST GÖHNER STIFTUNG

AVINA STIFTUNG

FONDATION LOMBARD ODIER

OPO STIFTUNG

Debiopharm Group

WE DEVELOP FOR PATIENTS

André Hoffmann

Hansjörg Wyss

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

ABACUS version internet



ABACUS Business Software goes mobile

ABACUS bringt Bewegung in Ihr Business. AbaSmart, die App für das iPad, informiert Sie schneller, macht Sie und Ihre Mitarbeiter effizienter und flexibler:

- > Unterwegs Leistungen, Spesen, Stunden erfassen, Rapporte ausfüllen, Adressen und Projektdaten bearbeiten und sofort mit der Software in Ihrem Unternehmen synchronisieren
- > Überall und jederzeit Stammdaten und Standardauswertungen einsehen

[www.abacus.ch/links/mobile](http://www.abacus.ch/links/mobile)

ABACUS business software

# 5 FRAGEN

Nicole Wenderoth freut sich über Bachelor-Studierende, die im Labor arbeiten wollen.

«Mein Studium war erschreckend unwissenschaftlich.»



Nicole Wenderoth ist Professorin für Neuronale Bewegungskontrolle und Vorsteherin des Instituts für Bewegungswissenschaften und Sport. → [www.ncm.hest.ethz.ch](http://www.ncm.hest.ethz.ch)

**1** Was verstehen Sie unter «Critical Thinking»? Und wie leben Sie das in Ihrem Alltag?

Die Essenz von Critical Thinking ist uralte. Man findet sie schon bei den alten Römern und in jeder Zitate-Sammlung von Kant: «Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen.» Deshalb machen mich Sätze, die mit «Man weiss ja, dass...» beginnen, ziemlich nervös. Denn manches, «was man ja so weiss», stellt sich im Nachhinein als falsch heraus. Für mich ist entscheidend, ob eine Aussage von empirischen Daten unterstützt wird und ob ich davon überzeugt bin, dass diese Daten zuverlässig erhoben und interpretiert wurden.

**2** Schadet das heutige Publikationswesen der Wissenschaft?

Es schadet nicht der Wissenschaft an sich, aber so manchen jungen, vielversprechenden Talenten. Das heutige Publikationswesen hat die akademische Landschaft verändert. High-Impact-Publikationen haben ein enormes Gewicht bekommen. Doch erfolgreiches Publizieren hängt nicht nur von der wissenschaftlichen Qualität ab, sondern auch vom sozialen Netzwerk der Gruppenleitenden. Deshalb ist es wichtig, Qualitätsmasse wie den Impactfaktor richtig einzuordnen – und damit die Qualität der Autoren.

**3** Wie war Ihre erste Begegnung mit der ETH Zürich?

Ich war zum ersten Mal an der ETH für die Bewerbung meiner Professur. Mir wurde schnell klar, dass hier eine unglaublich inspirierende Umgebung herrscht, vor allem durch die Offenheit und Zugänglichkeit meiner Departementskolleginnen und -kollegen und durch Kontakte mit dem Institut für Biomedizinische Technik, den Mathematikern und dem Zentrum für Neurowissenschaften Zürich.

**4** Wie sinnvoll sind internationale Grossprojekte?

Ich sehe eine enorme Chance in der Erhebung von grossen Datensätzen, die öffentlich zugänglich sind. Aus der Hirnforschung wissen wir, dass

verfügbare Daten unterschiedlicher Disziplinen benutzt werden können, um neue Ansätze für die Diagnose oder personalisierte Therapie zu erforschen. Leider fokussiert die Schweiz stark auf die Genetik. Das ist für neurologische und psychiatrische Erkrankungen zu eng gedacht.

**5** Welcher Lehrer oder welche Lehrerin hat Sie geprägt?

Mein Studium war aus heutiger Sicht erschreckend unwissenschaftlich. Die Tatsache, dass unser Wissen ja irgendwo herkommt und meistens auf Experimenten beruht oder dass es so etwas wie wissenschaftliche Veröffentlichungen gibt, war bis zur Diplomarbeit für die meisten Studenten ein gut gehütetes Geheimnis – und dann ein ziemlicher Schock. Ich hatte Glück. Schon im zweiten Semester begann ich einen Studentenjob an der Deutschen Sporthochschule Köln bei Uwe Hoffmann. Alles, was ich bei der Arbeit im Labor, den Analysen und vor allem bei der Interpretation von experimentellen Daten gelernt habe, war prägend für meine spätere Karriere. Deshalb freut es mich heute sehr, wenn Bachelor-Studierende aus eigenem Antrieb zu mir kommen und gerne als Hilfsassistenten im Labor arbeiten möchten. — Aufgezeichnet von Corinne Johannessen-Hodel



Everybody's talking about secure and reliable IT networks.  
**When will you join the conversation?**

Contact us if you want to learn more about our Mission Control Security Services or if you want to join our team and make a difference in your professional life. [www.open.ch](http://www.open.ch)



Mission Control Security Services by Open Systems AG  
Network Security | Application Delivery | Identity Management | Global Connectivity | Integrated Service Management

# Problem?

Kein Problem: Zühlke löst gerne komplexe Businessprobleme – in den Bereichen Produkt- und Software-Engineering, Managementberatung und Start-up-Finanzierung. Deshalb suchen wir Talente, die lieber den Weg der besten Lösung als den des geringsten Widerstands gehen. Kein Problem für dich? Wir freuen uns auf deine Bewerbung.