

# ETH GLOBE

Das Magazin der ETH Zürich, Nr. 4/November 2007

## Risiko und Sicherheit

- Weshalb Risiken uns verfolgen
- Wie ETH-Forscher für Sicherheit sorgen
- Was für und was gegen grüne Gentech spricht



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



**Yesterday**  
Playing Doctor

**Today**  
Clinical Science Specialist

# ROCHE – WE INNOVATE HEALTHCARE. LET US INSPIRE YOUR CAREER.

Roche mit Hauptsitz in Basel, Schweiz, ist ein global führendes, forschungsorientiertes Healthcare-Unternehmen in den Bereichen Pharma und Diagnostika. Mit innovativen Produkten und Dienstleistungen, die der Früherkennung, Prävention, Diagnose und Behandlung von Krankheiten dienen, trägt das Unternehmen auf breiter Basis zur Verbesserung der Gesundheit und Lebensqualität von Menschen bei. Roche ist einer der weltweit bedeutendsten Anbieter von Diagnostika, der grösste Hersteller von Krebs- und Transplantationsmedikamenten und nimmt in der Virologie eine Spitzenposition ein.

Innovation ist der Schlüssel zum Erfolg – nicht nur in der Forschung und Entwicklung, sondern auch in der Gewinnung, Förderung und Begleitung der Mitarbeitenden.

Besuchen Sie uns auf unserer Homepage: [www.roche.ch](http://www.roche.ch), registrieren Sie sich einfach im Talentpool oder bewerben Sie sich unter: <http://careers.roche.com/switzerland/>

Ihre Ideen könnten Teil unserer Innovationen für die Gesundheit werden.



*We Innovate Healthcare*



## Inhalt

- 5 **ETH Persönlich**
- 6 **ETH Brennpunkt**  
Das Ziel: vernetzte Kompetenz für Risikofragen
- 8 **Dossier Risiko**
  - 8 Die Wirklichkeit von Risiken – Wird die Welt immer unsicherer?
  - 13 Dem Zufall keine Chance geben – ETH-Forscher als Risikomanager
  - 34 Wie sicher ist grüne Gentechnik? – Ein Befürworter und ein Gegner im Gespräch
  - 38 Risiken prognostizieren – Wie ein ETH-Professor und ein Rückversicherer rechnen
- 44 **ETH Porträt**
  - 44 Ari Helenius – Pragmatiker mit Schalk
- 47 **ETH Projekt**
  - 47 Programmierte Interdisziplinarität – 10 Jahre Collegium Helveticum
- 48 **ETH Partner**
  - 48 ETH Foundation: Mehr Gewicht für die elektrische Energietechnik
  - 51 ETH Alumni: Das Verborgene sichtbar machen
- 52 **ETH Input**
  - 52 Medien
  - 53 Treffpunkt
  - 54 Nachgefragt

# A world of opportunities



Karl Schnyder, Trainee bei ABB Schweiz

## ABB ist in über 100 Ländern weltweit führend in Energie- und Automationstechnik

Wir bieten Möglichkeiten, Ihre Fähigkeiten, Ihr Wissen und Ihre Kreativität für eine erfolgreiche Zukunft weiter zu entwickeln.

Dazu haben wir interessante und herausfordernde Aufgaben in einem internationalen Umfeld. Wir leben eine offene Firmenkultur, die Initiative und Verantwortung verlangt. Das macht einen Job bei ABB spannend.

Mehr dazu: [www.abb.ch/karriere](http://www.abb.ch/karriere)





01\_ Rolf Jeltsch

02\_ Tobias Kraus

03\_ Johanna Häckermann



03



## Kluge Köpfe

### 01\_Mathematik für die Praxis

Im Juli dirigierte er als Direktor des weltgrössten Kongresses für angewandte Mathematik in Zürich erfolgreich über 3200 Teilnehmer. Die Mathematiker dankten es ihm. Sie wählten ETH-Professor Rolf Jeltsch nun zum Präsidenten des International Council for Industrial and Applied Mathematics (ICIAM). Schon die Tatsache, dass der ICIAM-Kongress 2007 überhaupt in Zürich stattfand, ist bemerkenswert: «Dieser Anlass findet nur alle vier Jahre statt. Vor Zürich war Sydney Gastort. Im Jahr 2000 machte mich der damalige ICIAM-Präsident darauf aufmerksam, dass noch keine Bewerbung aus Europa für die Austragung des nächsten Kongresses eingegangen sei. Wenn Europa noch einmal leer ausgehen würde, käme eine ganze Generation von Mathematikern nicht dazu, an einem solchen Kongress teilzunehmen», erklärte Rolf Jeltsch in der Webzeitung ETH Life. Neben Zürich hatten sich Toronto und Neu-Delhi beworben.

Im Gegensatz zu Vertretern der reinen Mathematik haben Vertreter der angewandten Mathematik meist keine Schwierigkeiten, der Welt zu erklären, wozu man sie eigentlich braucht. So auch Rolf Jeltsch: «Früher benötigte man die angewandte Mathematik vor allem für technische Anwendungen oder in der Physik. Heute nehmen Anwendungen in Biologie und Medizin stark zu. Man berechnet mit mathematischen Modellen die Faltung von Proteinen, wie ein Medikament im Körper verteilt wird oder wie sich Plaque in der Aorta abgelagert. Im Trend liegen zudem das Financial Engineering, Risk Management im Finanz- und im Energiebereich sowie die Modellierung von neuen Materialien.» Der nächste ICIAM-Kongress findet übrigens 2011 in Vancouver, Kanada, statt. //

### 02\_Ausgezeichneter Nanodrucker

Auf die Frage, was er mit dem Preisgeld anfangen, erklingt am anderen Ende der Leitung nur schallendes Lachen. Darüber hat sich Tobias Kraus nun wirklich noch keine Gedanken gemacht. Der Materialwissenschaftler hat anderes im Kopf. Im September wurde er für seine Arbeiten an der Professur für Oberflächentechnik der ETH und an IBMs Zurich Research Laboratory mit dem Forschungspreis der Schweizerischen Gesellschaft für Optik und Mikroskopie (SSOM) ausgezeichnet. Inzwischen ist er in Saarbrücken am Leibniz-Institut für Neue Materialien tätig, wo der Jungforscher eine eigene Gruppe aufbaut. Nur zu gerne hätte man ihn wohl auch in Zürich behalten. Hier hat er ein neuartiges Verfahren entwickelt, um auf Mikro- und auf Nanoskala Partikel aus unterschiedlichen Materialien zu drucken. Die Technik lässt sich etwa für die Strukturierung von Halbleitern einsetzen. Der grosse Vorteil von Kraus' Methode liegt in ihrer Effizienz. «Die Herstellung von Nanostrukturen auf Halbleitern ist normalerweise sehr aufwändig. So wird zum Beispiel die ganze Oberfläche mit Metall beschichtet, dann wird fast alles wieder entfernt», erklärt Kraus. Sein Verfahren ist direkter: Chemisch hergestellte Nanopartikel werden auf einer strukturierten Oberfläche platziert. Anschliessend wird diese «Druckplatte» auf ein Substrat gepresst und die Partikel darauf übertragen. Kraus erstellte so etwa eine Struktur aus Gold-Nanopartikeln auf einer Siliziumoberfläche, aus denen Nanodrähte wachsen. Denkbar sind auch Anwendungen im Bereich der Medizin und der Optik. Kraus' Methode wurde in der September-Ausgabe von «Nature Nanotechnology» publiziert und stiess auf breites Echo im In- und Ausland. //

### 03\_Nützliche Doktorarbeit

Die Agrarwissenschaftlerin Johanna Häckermann staunte nicht schlecht, als sie Ende Oktober die Nachricht erhielt, dass ihre Doktorarbeit mit dem Hans-Vontobel-Preis ausgezeichnet wird. «Ich wusste nicht einmal, dass ich vorgeschlagen wurde», sagt sie. Mit dem Förderpreis wird insbesondere auch der anwendungsorientierte Charakter ihrer Forschung gewürdigt. Die junge Wissenschaftlerin nahm einen Nützling namens *Hyssopus pallidus* unter die Lupe – eine Schlupfwespe, welche zur Bekämpfung von Schädlingen eingesetzt werden kann. Häckermann untersuchte, ob dieser Parasitoid sich zur Massenproduktion und zum Einsatz als Mittel gegen Apfel- und Pfirsichwickler im Obstbau eignet. Dazu muss er nicht nur in Massen gezüchtet, sondern auch längere Zeit ohne Effizienzverluste gelagert werden können. Häckermann konnte beide Fragen klar mit Ja beantworten. Ausserdem stellte sie fest, dass sich der Parasitoid bei der Wahl seines Wirts stark am Duft des Wirtshabitats, in diesem Falle des Apfelbaums, orientiert. Die Forscherin stiess auch auf unerwartete neue Erkenntnisse: Es zeigte sich, dass der untersuchte Nützling auf beiden Schädlingen gedeiht und dass er sich auf dem wesentlich kleineren Pfirsichwickler sogar stärker vermehrt. «Das ist eine ganz neue Entdeckung, bisher ging man davon aus, dass die Wirtsgrösse mit der Anzahl Nachkommen des Parasitoiden positiv korreliert», erklärt sie. Die Forschungsidee gründet auf dem Bedürfnis der Obstproduzenten im Trentino, Italien, die Anwendung chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel zu reduzieren und durch alternative Strategien zu ergänzen. Häckermanns Forschung leistet somit auch einen Beitrag zum Umweltschutz. //

## Newsticker

### → Investition in die Quantenforschung

Die Schulleitung der ETH Zürich investiert in den nächsten drei Jahren 1,7 Mio. Franken in die Quantenwissenschaft und -technologie. Sie hat ein Polyprojekt bewilligt, an dem 12 Professorinnen und Professoren aus den vier Departementen Physik, Chemie, Informatik sowie Informationstechnologie und Elektrotechnik beteiligt sind. Die Investitionen, die zurzeit weltweit in die Informationsverarbeitung auf Basis von Quantensystemen getätigt werden, sind gross, denn die Herstellung solcher Systeme und deren Verknüpfung sind ausserordentlich komplex. Das nun bewilligte Polyprojekt erlaubt es der ETH Zürich, gemeinsam mit weiteren Schweizer Forschungsgruppen ihre internationale Spitzenposition in dieser Forschungsrichtung auszubauen.

### → SAP und ETH eröffnen Labor

Ziel der Zusammenarbeit zwischen der ETH Zürich und SAP Research ist es, Doktoranden aktiv mit der Wirtschaft in Kontakt zu bringen. Am vom deutschen Softwarehersteller SAP finanzierten Research Lab können ETH-Doktoranden erforschen, ob das Konzept ihrer Arbeit in die Praxis umgesetzt werden kann. In einer ersten Phase sind acht Doktorandenstellen geplant, die jeweils zur Hälfte von der ETH und SAP finanziert werden.

### → Errichtung eines Hanna-Böhi-Fonds

Die ETH Zürich erhält einen Nachlass in Höhe von rund 16 Mio. Franken. Gemäss dem Willen der Erblasserin soll damit nun ein Hanna-Böhi-Fonds errichtet werden. Zweck des Fonds ist die «Förderung der wissenschaftlichen Forschung in allen an der ETH gepflegten Gebieten». Der Fonds «soll der Leitung der ETH die Mittel zur Verfügung stellen, die es ihr gestatten, die veränderten Ansprüche in Forschung und Lehre sowie die Modernisierung der Lehrmethoden befriedigen zu können», heisst es in der Verfügung der Verstorbenen. Hanna Elsa Böhi-Meier, geboren am 23. Februar 1920 und gestorben am 5. Januar 2007, war die Gattin des im Jahre 1980 verstorbenen ETH-Professors Carl Böhi.

# Das Ziel: vernetzte Kompetenz für Risikofragen

Technischer Fortschritt hat seit je unsere Lebensräume verändert und stets neue Risiken geschaffen. Was sich jedoch in den letzten Jahren dramatisch gesteigert hat, ist die Geschwindigkeit des Wandels. Innovationszyklen etwa in der Mikroelektronik sind von einigen Jahren auf wenige Monate geschrumpft. Von diesen zunehmend schnelleren Entwicklungsprozessen ist die Gesellschaft immer intensiver betroffen. Wir werden daher auch immer stärker von der Technik abhängig und ihren Risiken ausgesetzt.

Globale Umweltprobleme wie der Klimawandel bestimmen zurzeit die weltpolitische Agenda. Die Erderwärmung erhöht die Naturgefahren und bedroht exponierte Staaten – mit Folgekosten für die Volkswirtschaft. So steht auch das Sorgenbarometer im Schweizer Tourismus wegen der steigenden Schneegrenze auf «hoch». Ebenso unbeeindruckt von nationalen Grenzen wie der Treibhauseffekt sind die Finanzmärkte geworden. Die weltumspannende Wirtschaft ist heute in ein engmaschiges, sensibles Geldsystem eingebettet, das etliche politische Risiken birgt.

### Ganzheitliche Betrachtung

Angesichts der Vielfalt der aktuell auftretenden Risiken in Technik, Umwelt und Politik

ist eine Technische Hochschule wie die ETH Zürich prädestiniert, sich eingehend mit der komplexen Problematik zu befassen. Sie verfügt über das erforderliche breite Fachwissen, um die unterschiedlichsten Gefahren abschätzen zu können. Risiken stehen oft miteinander in Wechselbeziehung und müssen ganzheitlich untersucht werden – gerade auch bezüglich der damit verbundenen Sicherheit.

Zu einer solch umfassenden Betrachtungsweise leistet die ETH Zürich bereits wesentliche Beiträge. Sie beherbergt verschiedene Institute, Zentren und Weiterbildungsstellen, die sich mit Risiko und Sicherheit befassen. Wenn dieses Know-how vermehrt vernetzt eingesetzt wird, kann die Hochschule als einheitliches Kompetenzzentrum noch markanter auftreten und das vielschichtige Thema transdisziplinär vermitteln – auf schweizerischer wie auch internationaler Ebene.

### Unterschiedliche Risikowahrnehmung

Eine Herausforderung ist dabei die unterschiedliche Risikowahrnehmung. Die Wissenschaft geht die Aufgabe rational an und operiert mit Eintretenswahrscheinlichkeiten. In der Bevölkerung hingegen spielen emotionale Momente mit, und es herrscht eine binäre Wahrnehmung vor: Ist eine Situation oder Technik



Ralph Eichler, Präsident der ETH Zürich, sieht in der ETH das Potenzial, sich als eine der weltweit führenden Hochschulen für Risikofragen zu profilieren. (Foto: Claude Plattner)

## «Sicherheit kann aus meiner Erfahrung als Forscher keinesfalls an eine Organisation, Abteilung oder Gruppe delegiert werden.»

gefährlich, ja oder nein? Sind Kernkraftwerke sicher oder kann gleichwohl ein gravierender Unfall passieren? Die adäquate Antwort fällt differenzierter aus und lautet: Die Werke sind so sicher, wie sie sein sollen. Das Risiko ist in diesem Fall kleiner als andere gesellschaftlich akzeptierte Risiken. Einer ähnlichen Situation begegnet man bei der landwirtschaftlichen Gentechnik, wo die ETH Zürich weitere Feldversuche plant. Auch hier hat die Akzeptanz seitens der Öffentlichkeit einen spürbaren Einfluss auf die Risikobetrachtung.

Nichts ist so unsicher wie die Zukunft, sagt treffend der Volksmund. Und besonders Gefahren, die wir mit unsern Sinnesorganen nicht wahrnehmen können, erzeugen Angst und bringen Irrationalität ins Spiel. Als wohl einziger Ausweg bietet sich hier an, Vertrauen in diejenigen Menschen zu schaffen, welche

die Verantwortung für Sicherheit übernehmen – wie zum Beispiel für den sicheren Betrieb eines Kernkraftwerks. Aber auch diese Fachleute sind gefordert: Wer mit grossen Risiken sorgfältig umgehen will, muss eine glaubwürdige Sicherheitskultur demonstrieren.

### Keine Delegation an eine Organisation

Sicherheit kann aus meiner Erfahrung als Forscher keinesfalls an eine Organisation, Abteilung oder Gruppe delegiert werden. Jede und jeder Einzelne muss sich mit diesem (überlebenswichtigen) Aspekt beschäftigen und ihn integral in seine Ideen, Projekte und tägliche Arbeit einbeziehen.

Die ETH Zürich hat das Potenzial, sich als eine der weltweit führenden Hochschulen für Risikofragen zu profilieren. Gesellschaftlich und global wird die Problematik immer bedeut-

samer, doch auch wissenschaftlich sind höchst anspruchsvolle und interessante Aufgaben zu lösen. Mein persönliches Fazit zum Schluss mündet daher im Wunsch, dass die in der Risiko- und Sicherheitsforschung tätigen ETH-Professoren und -Fachleute zusammenspannen. Damit liessen sich ihre wertvollen Kompetenzen synergetisch noch besser einbringen. Aus diesem hochkarätig konzentrierten Wissen zur hochaktuellen Thematik könnte die Gesellschaft künftig einen wesentlichen Nutzen ziehen. //

Ralph Eichler  
Präsident der ETH Zürich

☞ [www.ethz.ch](http://www.ethz.ch)





# Risikogesellschaft: Zwischen Kalkül und Gefühl

Risiko und Sicherheit sind dominierende Themen in Politik, Wirtschaft und Alltagsleben.  
Doch weshalb eigentlich? Eine Suche nach Antworten.

Text: Conny Schmid Fotos: Zoé Tempest

Die S-Bahn, die Sie heute zur Arbeit brachte, könnte morgen früh entgleisen. In der Tasche, die jemand beim Eingang zum Kaufhaus stehen liess, liegt möglicherweise eine Bombe. Wer weiss schon, ob in der Polenta kein genmanipulierter Mais, in der Milch keine Nanopartikel stecken und ob dies der Gesundheit schadet? Die Hautcreme ist eventuell krebserregend, die Bürowände sind vielleicht asbestverseucht. Und was, wenn der nächste Wirbelsturm in Übersee den Wert Ihrer Aktien ins Bodenlose fallen lässt, Computerpiraten Ihren Rechner angreifen und Ihr Sparkonto plündern? Tag für Tag, auf Schritt und Tritt sieht sich der moderne Mensch mit einer Vielzahl von Gefährdungen konfrontiert. Risiken als Antizipation all dessen, was vielleicht passieren könnte, verfolgen uns – so scheint es – mehr denn je.

## Leben im Konjunktiv

Als Reaktion darauf entwickeln wir immer neue, immer effektivere Massnahmen, Geräte, Kontrollinstanzen, die Sicherheit schaffen und dem Zufall den Garaus machen sollen: Virencanner und komplexe Risikokalkulationsmodelle, Qualitätsstandards, Zertifikate, biometrische Pässe, Iris-Scans, winzige Überwachungskameras und riesige Raketenabwehrsysteme. Nicht selten resultieren aus diesen Entwicklungen nur mehr neue Unsicherheiten und Risiken. In Bezug auf die Terrorgefahr kritisiert der bekannte deutsche Soziologe Ulrich Beck in seinem neuesten Buch («Weltrisikogesellschaft») diese «Priorität der Prävention», die «ganze Gesellschaften in den Zustand des Konjunktivs versetzt». Das Paradox ist offensichtlich: Obwohl das Leben in westlichen Wohlstandsgesellschaften dank des technischen Fortschritts immer sicherer wird, obwohl wir immer länger leben und eine Sommergrippe uns in der

Regel nicht mehr umbringt, sehen wir uns von immer mehr und immer grösseren, immer umfassenderen Risiken bedroht. Erscheint Ihnen dies nun alles ein wenig paranoid und übertrieben? Sind wir nicht einfach nur überängstlich, überversichert, zumal überfordert? Ist es denn nicht so, dass auch Höhlenmenschen täglich einer Vielzahl von Risiken ausgesetzt waren? Ist nicht das Leben an sich lebensgefährlich? Was ist dran an der These, dass der moderne Mensch sich durch stetigen Fortschritt immer mehr Gefahren aussetzt? Hat sich nicht lediglich die Qualität der Risiken verändert, sodass sie uns bedrohlicher erscheinen? Wodurch zeichnet sich diese aus?

## Eine Frage der Einschätzung

Die Suche nach Antworten beginnt im Büro von Professor Wolfgang Kröger, Leiter des Laboratoriums für Sicherheitsanalytik an der ETH und Mitbegründer des International Risk Governance Council (IRGC). Kröger befasst sich seit Jahrzehnten mit der Modellierung, Analyse und Optimierung komplexer technischer Systeme. Eben noch hat er eine Prüfung abgenommen, sich rege mit dem Kollegen ausgetauscht, jetzt stockt sein Redefluss, er zögert. Objektiv gesehen sei es durchaus so, dass das Mortalitätsrisiko in modernen Gesellschaften sinke und die Lebenserwartung steige, sagt er vorsichtig. «So gesehen, sind wir vielleicht etwas überängstlich. Das heisst aber nicht, dass wir nicht versuchen sollten, Risiken zu vermeiden.» Die Grossrisiken hätten in Häufigkeit und Schadensausmass leicht zugenommen, vergleichsweise kleine Ursachen sorgten für grosse Wirkungen, etwa wenn ein Kurzschluss in der Schweiz zu einem Blackout in ganz Italien führe. Kröger spricht von einem erhöhten Gefährdungspotenzial. Risiken seien aber vor allem



«Wenn eine Gesellschaft durch technische Systeme sehr grosse Macht über Naturprozesse gewonnen hat, ist die Vorstellung, dass etwas Unvorhergesehenes geschieht, viel bedrohlicher.»

Michael Hampe

auch eine Frage der Wahrnehmung. Alltägliche und freiwillig eingegangene Risiken würden gemeinhin unterschätzt, Risiken für Grossereignisse tendenziell überschätzt, auch in ihrer Häufigkeit. Er zeigt Wahrscheinlichkeitstabellen und Schadenindikatoren, belegt schwarz auf weiss, wie ungleich grösser das Risiko ist, an Krebs zu sterben als etwa bei einem Verkehrsunfall. «Dabei meinen viele, es sei genau umgekehrt.»

Insgesamt scheint der technische Fortschritt aber doch zu einem vergleichsweise weniger riskanten Leben zu führen. Nehmen wir zum Beispiel eine Reise nach Griechenland: Eine solche ist heute per Flugzeug mit Sicherheit weit weniger riskant als noch vor einigen hundert Jahren, als die gleiche Distanz auf Eseln und Holzschiffen zurückgelegt werden musste und hinter jedem Felsvorsprung Wegelagerer lauerten. Das würde bedeuten, wir glauben bloss, es gäbe immer mehr Risiken, in Wahrheit sind es jedoch weniger. Es hiesse, unsere Ängste basierten auf falschen Einschätzungen, auf Konstrukten und nicht auf einem wirklichen Gefahrenpotenzial.

#### Ein Risiko bleibt ein Risiko

Ein Theoretiker muss her. Mittagessen mit Michael Hampe, Professor für Philosophie an der ETH. Er setzt das Wasserglas an, trinkt einen winzigen Schluck und wiegt leicht den Kopf. «Das hängt natürlich davon ab, ob man das bloss Meinen als etwas Wirkliches anschaut oder nicht», meint er, ganz Philosoph. Es gäbe die Tendenz zu behaupten, wenn Menschen sich etwas vorstellten, dann sei es nicht so wirklich wie das, was da ist, unabhängig davon, was Menschen sich vorstellen. «Sehen Sie, dieses Gebäude hier ist ja auch ein menschliches Konstrukt, trotzdem kommt es uns sehr wirklich vor.» Die Realität an sich, unabhängig von menschlichen Zugangsweisen zu ihr, ist eine Fiktion. Anders ausgedrückt: Ein Risiko, das als solches wahrgenommen wird, ist immer ein Risiko, unabhängig vom möglichen Schadensausmass und der effektiven Eintrittswahrscheinlichkeit (sofern diese überhaupt schätzbar ist).

#### Erwartungen definieren das Risiko

Hier mag nun der Risikoanalyst den Kopf schütteln, für den Philosophen, aber auch für den Soziologen ist die Frage nach Risiken vor allem eine Frage des Umgangs mit ihnen. In seinem 2006 erschienenen Buch «Die Macht des Zufalls – vom Umgang mit dem Risiko» analysiert Hampe das Verhältnis von Zufall, Macht und menschlichem Handeln. Risikowahrnehmung hat demnach letztlich und vor allem mit Erwartungen zu tun. Technische Entwicklung bedeutet nach Hampe nichts anderes als eine Ausdehnung menschlicher Macht im Sinne einer Erweiterung des Möglichkeitsspielraums. Doch mit wachsender Machtausdehnung und zunehmender Komplexität steigt auch die Gefahr, dass unsere Pläne durchkreuzt werden, dass es zu einem Ausfall kommt. Wann immer

dies geschieht und der Zufall zuschlägt, bedeutet dies also nichts anderes als ein Machtverlust. Versicherungen, aber auch Weisheitslehren und religiöse Strategien sind gemäss Hampe im Grunde Kompensationsstrategien, um mit der Unfähigkeit, gewisse Dinge vorherzusehen, umzugehen.

Diese Angst vor Machtverlust erklärt auch unsere Risikowahrnehmung. «Wenn eine Gesellschaft durch technische Systeme sehr grosse Macht über Naturprozesse gewonnen hat, ist die Vorstellung, dass etwas Unvorhergesehenes geschieht, viel bedrohlicher», sagt Hampe. Ähnliches lässt sich auch bei Friedrich Dürrenmatt nachlesen. «Je planmässiger die Menschen vorgehen, desto wirksamer vermag sie der Zufall zu treffen», schrieb er im Anhang seines Stücks «Die Physiker».

#### Verursacher definieren das Risiko

Indirekt spielt das Thema Macht auch beim Soziologen Beck eine tragende Rolle. Becks «Weltrisikogesellschaft» ist nicht durch Katastrophen an sich gekennzeichnet, sondern durch die Antizipation von Katastrophen. Das «Weltrisiko» ist für ihn die «Realitätsinszenierung des Weltrisikos», wobei er mit Inszenierung eben diese «Vergegenwärtigung des Weltrisikos» meint. In seinem viel zitierten Klassiker «Risikogesellschaft», erschienen 1986, kurz vor der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl, entwickelte Beck die Theorie der reflexiven Modernisierung. Zentrales Merkmal postmoderner Gesellschaften ist demnach nicht mehr der (technologische) Fortschritt wie im Industriezeitalter, sondern der Umgang mit seinen unintendierten Folgen beziehungsweise die Antizipation möglicher Folgen. Das Charaktermerkmal reflexiver Gesellschaften ist der Umgang mit dem Risiko. Beck benennt als Hauptmerkmal aktueller Risiken deren Grenzenlosigkeit, das heisst deren globale Auswirkungen. Kennzeichnend seien die Unkalkulierbarkeit, die Nicht-Kompensierbarkeit und die Delokalisation globaler Risiken, womit gemeint ist, dass Ursache und Wirkung sich räumlich nicht trennen lassen. Er unterscheidet zwischen drei Logiken solcher globaler Risiken, nämlich ökologischen Krisen, globalen Finanzkrisen und terroristischen Gefahren.

Letztlich führt die These von der Antizipation der Katastrophe aber zur Frage, wer Risiken als solche definiert, beziehungsweise bei wem die Macht der Definition liegt. Beck kritisiert, dass ausgerechnet die Verursacher von Risiken diese auch definieren, nämlich die Technikwissenschaften. Der durch und durch expertenkritische Beck zitiert aus Gesetzesartikeln und Verordnungen, in denen etwa Grenzwerte und Richtlinien stets mit dem Vermerk «gemäss dem Stand der Technik» begründet würden. Als konkretes Beispiel für seiner Meinung nach unzulässige Definitionsmachtverhältnisse nennt er den Bereich der Kernenergie.

Und damit wären wir wieder bei Wolfgang Kröger, der sich auf Sicherheitsanalysen exakt in diesem Gebiet spezialisiert hat. Die Erwähnung

«Der Bereich Kernkraft ist ein typisches Beispiel für die Überschätzung einer Gefahr, wohingegen ein möglicher Zusammenbruch der Stromnetze, der viel wahrscheinlicher ist, gemeinhin massiv unterschätzt wird.»

Wolfgang Kröger

des Namens Beck genügt, um eine abweisende Handbewegung und einen verächtlichen Blick zu ernten: «Die Analysetechnik hat ohne Zweifel ihre Grenzen. Wir zerlegen ein hochkomplexes System in viele Subsysteme. Die Risikoanalysen werden jedoch mit Sicherheit nicht von den Konstrukteuren gemacht, wie Herr Beck das insinuiert.» Der Bereich Kernkraft sei ein typisches Beispiel für die Überschätzung einer Gefahr, wohingegen ein möglicher Zusammenbruch der Stromnetze, der viel wahrscheinlicher sei, gemeinhin massiv unterschätzt würde, so Kröger.

### Gefährdungspotenzial gewachsen

Für ihn liegen die Ursachen, weshalb Risiko und Sicherheit in an sich sicheren Gesellschaften dennoch dominante Themen sind, vor allem im zunehmenden Gefährdungspotenzial vieler Risiken begründet. Das Stromnetz sei dafür wiederum ein gutes Beispiel: Es handelt sich dabei um ein hochkomplexes System, das durch die Marktliberalisierung und den damit einhergehenden Abbau von Redundanzen an Sicherheit verlor, mittlerweile sehr störungsanfällig ist, kaskadenartig zusammenbrechen und in andere Netzwerke einwirken kann. Welch enormen Schaden ein grosses Blackout anrichtet, hat beispielsweise der Stromausfall im Winter vor zwei Jahren in Deutschland verdeutlicht, als rund 250 000 Menschen teilweise tagelang ohne Strom waren.

### Schuldige finden

Dass die Einschätzungen zwischen Expertenkritiker Beck und eben jenen Experten gar nicht so weit auseinanderliegen, zeigt ein Blick auf die Risikoforschung an der ETH. Von der Sicherheit im Datenverkehr bis hin zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, von der Gefahr des Bioterrorismus über die Modellierung komplexer Finanz- und Versicherungssysteme: Risiko und Sicherheit, zumal die von Beck genannten ökologischen, terroristischen und Finanzmarkt-Risiken, sind wichtige Forschungsgebiete, teilweise zusammengefasst in eigenen Kompetenzzentren (siehe Kasten). Wenn es um Handlungsstrategien in der «Weltrisikogesellschaft» geht, bleibt Beck mit seinem Plädoyer für «kosmopolitisches Handeln» und ein «Risikoweltbürgerrecht» vage genug. Forschung im Bereich von Risiko und Sicherheit dagegen kann mit Michael Hampes Zugang als eine heilsame und notwendige Suche nach Schuldigen angesehen werden, welche hilft, das Gefühl des Machtverlusts zu überwinden. Der globale Klimawandel zum Beispiel werde nicht zuletzt deswegen als besonders schlimm angesehen, weil er (mit grosser Wahrscheinlichkeit) vom Menschen verursacht ist, so Hampe. Dabei könne man sich fragen, ob nicht eben dies in gewissem Sinne ein Glück sei. «Schlimmer wäre, wenn keiner Schuld hätte. Dann könnten wir nichts dagegen unternehmen.» Eine philosophische Aufforderung zum Weiterforschen. //

## Vier Zentren für Risikokompetenz

Forschung zu den Bereichen Risiko und Sicherheit hat an der ETH Zürich Tradition. Neben dem Lehrstuhl für Sicherheitsanalytik von Prof. Wolfgang Kröger am Institut für Energietechnik des Departements Maschinenbau und Verfahrenstechnik haben sich in den vergangenen Jahren vier Kompetenzzentren mit je eigenem Forschungsfokus herausgebildet:

‣ Das **Zurich Information Security Center (ZISC)** ist ein Verbund von ETH-Forschern und Partnern aus Industrie und Politik. Es wurde 2003 gegründet mit dem Ziel, die Sicherheit im Bereich der Informationstechnologie durch innovative Forschung und Lehre im gegenseitigen Austausch zu erhöhen und Zürich zu einem führenden Forschungszentrum in diesem Bereich zu machen. Partner sind IBM, Sun Microsystems, die Credit Suisse sowie das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport.

‣ [www.zisc.ethz.ch](http://www.zisc.ethz.ch)

‣ Am **Center for Security Studies (CSS)** forschen inzwischen rund 60 Wissenschaftler im Bereich der nationalen und internationalen Sicherheitspolitik und Konfliktanalyse. Es wurde 1986 als Forschungsstelle gegründet und betreibt heute im Auftrag des Bundes und in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern das International Relations and Security Network (ISN), das Comprehensive Risk Analysis and Management Network (CRN), das Parallel History Project on NATO and the Warsaw Pact (PHP) sowie das Netzwerk schweizerische Aussen- und Sicherheitspolitik (SSN).

‣ [www.css.ethz.ch](http://www.css.ethz.ch)

‣ Das **Research Network on Natural Hazards (HazNETH)** verbindet 14 Professuren aus den Departementen Naturwissenschaften, Erdwissenschaften, Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften sowie Bau, Umwelt und Geomatik. Im HazNETH werden Naturgefahren ganzheitlich analysiert, modelliert und simuliert, stets mit dem Ziel, Risiken zu reduzieren und/oder optimal zu managen. Das HazNETH ist Teil des Schweizerischen Forschungsverbunds CENAT (Swiss Competence Center on Natural Hazards).

‣ [www.hazneth.ethz.ch](http://www.hazneth.ethz.ch)

‣ Das **Risklab Switzerland** wurde 1994 als Forschungskollaboration gegründet mit dem Ziel, Grundlagenforschung und angewandte Forschung für integriertes Risikomanagement im Versicherungs- und Finanzwesen zu betreiben. Es wird finanziell getragen von der ETH Zürich, der Credit Suisse Group, der Swiss Re sowie der UBS AG. Es ist ausserdem verbunden mit dem Institut für schweizerisches Bankwesen der Universität Zürich.

‣ [www.risklab.ch](http://www.risklab.ch)

# Risikoforschung konkret

Wissenschaftlicher und technischer Fortschritt birgt stets neue, oft kaum voraussehbare Risiken. Zugleich sind Forschung und Entwicklung aber nötig, um Risiken zu minimieren und Sicherheit zu schaffen. Was die ETH Zürich dafür tut, lässt sich auf den folgenden Seiten anhand von ausgewählten Forschungsbeispielen nachlesen.





Im Teststollen des Mont Terri messen die Forscher mit einer optischen TelevIEWer-Sonde, ob und wie der Fels auf «Stress» reagiert. Die Schichtorientierung des Felsens wird mit einem Geologenkompass erhoben (kleines Bild).



# Endlager gesucht

Für die Endlagerung radioaktiver Abfälle fehlen nach wie vor geologische Tiefenlager. ETH-Geologen untersuchen im Berglabor unter Tag, wie sicher Gesteinsformationen wirklich sind.

Vor bald 40 Jahren wurde das erste Schweizer Kernkraftwerk in Betrieb genommen. Die Vorgabe an die Betreiber ist klar: Sie müssen geeignete Standorte für die Endlagerung radioaktiver Abfälle finden, und zwar im Inland. 1972 gründeten die Kernkraftwerkbetreiber zusammen mit dem Bund deshalb die Nagra, die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle. Diese prüft verschiedene Gesteine und Regionen und betreibt selbst auch Grundlagenforschung, um den Nachweis zu erbringen, dass die geplanten Endlager tatsächlich alle Anforderungen für die sichere Entsorgung strahlender Abfälle über lange Zeiträume erfüllen. Regelmässig erstellt die Nagra dicke Berichte zuhanden von Bund und Öffentlichkeit, in denen sie über ihre Forschungsergebnisse informiert und Anträge zum weiteren Vorgehen stellt. Diese Anträge werden von der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) beurteilt.

## Nicht nur Nagra-Forschung

«Die wissenschaftliche Qualität der Nagra-Berichte ist exzellent», stellt Simon Löw, Professor für Ingenieurgeologie am Geologischen

Institut der ETH, klar. Doch findet er, am mitunter geäusserten Vorwurf, es gebe in dem Bereich nicht genug unabhängige Forschung, sei durchaus etwas dran: «Es passiert in dieser Richtung noch zu wenig.» Seine Gruppe sei die einzige, die in der Schweiz in grösserem Umfang unabhängige erdwissenschaftliche Forschung zum Thema Endlagerung radioaktiver Abfälle mache. Löws Gruppe unterstützt die HSK auch bei der Beurteilung der Nagra-Anträge. Darüber hinaus verfolgt sie auch eigene, langfristig angelegte Projekte. «Obwohl die HSK grösstenteils unsere Endlagerforschung finanziert, werden die Themen unserer Forschung nicht von der HSK vorgegeben.» So kann die Gruppe frei von politischen Vorgaben Forschungsfelder auswählen, die noch nicht mit dem nötigen Tiefgang angegangen worden sind. Sie will durch diese Arbeit auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewinnen. Löw sieht seine Aufgabe keineswegs darin, einfach die Nagra-Forschung nachzukontrollieren.

## Stress im Fels

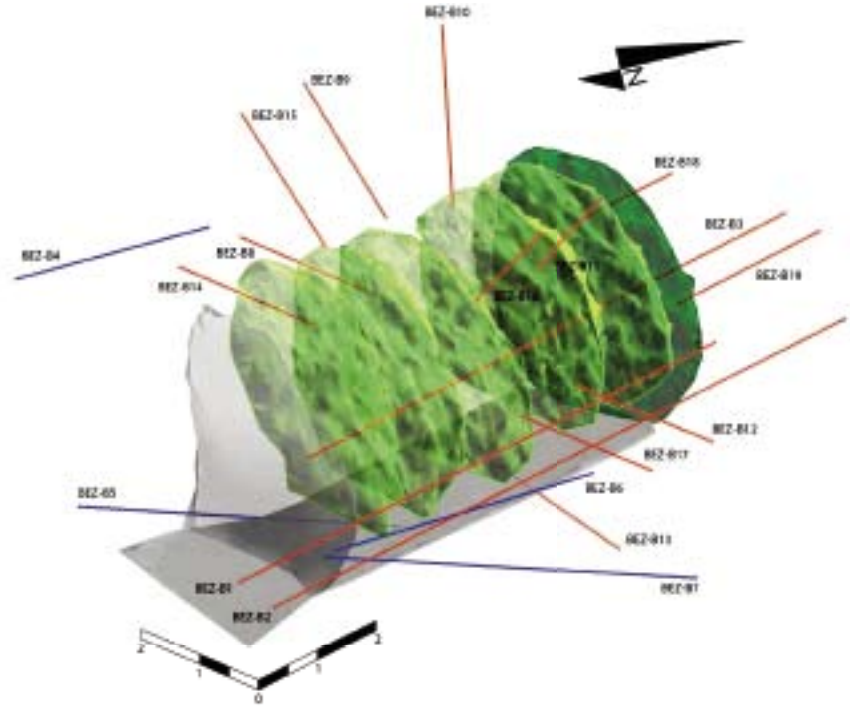
Im Moment ist man daran, ein fünfjähriges Projekt abzuschliessen, das den Opalinuston,

eine der vielversprechendsten Gesteinsformationen, unter die Lupe nimmt. Geforscht hat man in einem Stollen unter Tage im Mont Terri, Kanton Jura. Dort gibt es, abzweigend vom Sicherheitsstollen der Transjurane-Autobahn zwischen St.-Ursanne und Courgenay, ein grosses Felslabor, das verschiedenen internationalen Forschungsgruppen einen geeigneten Standort für Versuche unter realen Bergbedingungen bietet.

Der Opalinuston gilt als sehr kompaktes Gestein, das ideale und zudem über lange Zeiträume stabile geologische Eigenschaften aufweist, die es als Lagerstätte prädestinieren. Weder Wasser noch Gase können in dem Gestein zirkulieren; nach heutigem Kenntnisstand dürfte darin eingeschlossener Abfall sehr lange sicher versorgt sein. Doch es gibt auch noch offene Fragen. So ist bislang nie im Detail untersucht worden, wie der Fels auf den «Stress» eines neu ausgebrochenen Endlagerstollens in mehreren hundert Meter Tiefe reagiert. Man ging davon aus, dass es rund um die Endlagerstollen eine auf ein, zwei Meter beschränkte Zone grösserer Risse und mikroskopischer Veränderungen gibt. «Das war aber nur eine sehr



Als Doktorandin von Simon Löw, Professor für Ingenieurgeologie, hat Salina Yong im Felslabor im Mont Terri, Kanton Jura, Opalinuston auf seine Tauglichkeit für die Endlagerung radioaktiver Abfälle geprüft. Konkret wurde untersucht, wie der Fels auf das Ausbrechen eines neuen Stollens reagiert und wie die Rissbildungen verlaufen. Es wurden dreidimensionale Laseraufnahmen gemacht. Nebenstehende Ansicht zeigt in Grün die einzelnen Ausbruchphasen. Linien stellen Beobachtungsbohrungen dar, in denen vor, während und nach dem Stollenausbruch genaue Messungen der Gebirgsveränderungen durchgeführt wurden. Rot sind Kernbohrungen mit 10 cm Durchmesser, blau sind kleine Bohrungen (2,5 cm Durchmesser) zur Messung der Porenwasserdrucke.



grobe Einschätzung. Wir wollten die Mechanik, wie Risse entstehen, exakt verstehen», erklärt Simon Löw das Ziel des Projekts.

Zu diesem Zweck hat man im Felslabor im letzten Jahr eigens einen kurzen Stollen ausbrechen lassen. Löws Doktorandin Salina Yong hat das Projekt koordiniert. «Es war eine etwas chaotische Zeit», erinnert sie sich. Tagsüber wurde der Stollen vorangetrieben, dann war an wissenschaftliche Arbeit nicht zu denken. «Wir hatten ein relativ beschränktes Budget, deshalb konnten wir die Mineure nicht bitten, zwischen den Vortriebsphasen jeweils lange Pausen einzulegen. Während einer Woche haben sie jeden Tag weitergebohrt.» Gemessen wurde dann in der Nacht. «Von sieben Uhr abends bis sieben Uhr morgens waren wir jeweils an der Arbeit, wir haben jede freie Stunde genützt», erzählt Salina Yong. Drei Forschungsgruppen waren jede Nacht im Schichtbetrieb im Berg. Es wurden dreidimensionale Laseraufnahmen (detaillierte «Abgüsse» der Stollenoberflächen) gemacht, Veränderungen der seismischen Geschwindigkeiten und Porendrucke im Gestein erfasst und alle Rissbildungen in Bohrungen und um den frisch

ausgebrochenen Stollen detailliert aufgenommen, um die strukturellen Veränderungen im Fels laufend zu verfolgen.

#### Schwächezonen und Selbstheilung

Die gewonnenen Daten flossen auch in Computersimulationen ein, die das Verhalten des Gesteins nachvollziehbar und bis zu einem gewissen Grad berechenbar machen sollen. Die Resultate sind interessant: «Das Gebirge hat auf den Stollenausbruch reagiert, und zwar nicht so, wie man das anhand der bisherigen Modelle hätte erwarten können», sagt Simon Löw. Im Teststollen selbst entstanden nur wenige makroskopische, von Auge sichtbare Risse, dafür ist im Zugangsstollen umso mehr passiert. Die feinstrukturellen Veränderungen im Teststollen sind fast nur physikalisch sichtbar zu machen. «Was wir gefunden haben, ist nicht beunruhigend. Aber es ist wichtig, dass man genau versteht, wie solche Veränderungen im Fels vor sich gehen», sagt Simon Löw. Durch die Störung würden tektonische Schwächezonen, sogenannte Scherflächen, im Fels aktiviert. Die Studie habe es erlaubt, dieses Verhalten besser zu verstehen.

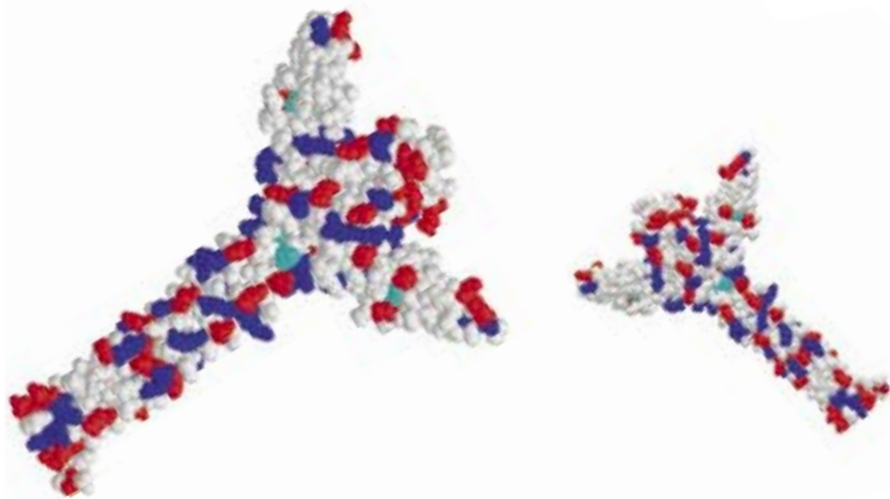
In einer nächsten Phase will die Gruppe untersuchen, wie sich der Fels in den nächsten Jahren weiter verhält. Es gibt Hinweise, dass der Opalinuston über «Selbstheilungskräfte» verfügt und sich Risse nach und nach wieder verschliessen. Eine Eigenschaft mehr, die den Fels in den Augen der Nagra besonders attraktiv macht. Simon Löw wird mit seiner Gruppe weiterhin mit nüchternem Blick verfolgen, ob man dem Opalinuston diese Vorzugsbehandlung zu Recht zukommen lässt. //

Roland Fischer

- ‡ [www.mont-terri.ch](http://www.mont-terri.ch)
- ‡ [www.erdw.ethz.ch](http://www.erdw.ethz.ch)
- ‡ [salina.yong@erdw.ethz.ch](mailto:salina.yong@erdw.ethz.ch)
- ‡ [simon.loew@erdw.ethz.ch](mailto:simon.loew@erdw.ethz.ch)

# Elektromog und Eiweisse unter der Lupe

Wir sind im Alltag immer mehr und stärkeren elektromagnetischen Feldern ausgesetzt. Handystrahlen und drahtlose lokale Netzwerke sind nur zwei Stichworte. Ob uns das bekommt, ist bis heute nicht geklärt. Jürg Fröhlich geht der Frage mit einem neuen Ansatz nach.



Struktur des Thermosensor-Proteins GrpE (nach Harrison et al., Science 276, 431–435)



Jürg Fröhlich von der Forschungsstiftung Mobilkommunikation untersucht zusammen mit einem interdisziplinären Forschungsteam, wie sich elektromagnetische Strahlen auf Proteine und Zellen auswirken. Das Protein GrpE ist zentraler Baustein der Untersuchung, weil man von diesem Protein sehr genau weiss, wie es auf Wärme reagiert. Damit lassen sich thermische Effekte und sonstige Strahlenwirkungen besser voneinander unterscheiden.

Jürg Fröhlich ist von Haus aus Elektroingenieur. Einer mit breit gefächerten Interessen. «Mich faszinieren nicht nur elektromagnetische Felder», sagt er. Das war auch so, als er während fünf Jahren Einrichtungen mitentwickelte, mit denen die Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf Zellen, Labortiere und den Menschen untersucht werden. Fröhlich wollte wissen, welche medizinisch-biologischen Gründe hinter den Effekten stecken. Er baute am Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik der ETH die Gruppe Elektromagnetismus in Medizin und Biologie auf. Ein Forschungsprojekt der Gruppe versucht nun, die Auswirkungen von elektromagnetischen Strahlen auf ein bestimmtes Protein zu messen. Die Idee zu diesem Ansatz kam Fröhlich dank seinem Faible für biologische Fragen. An einem Workshop in Stuttgart hörte er ein Referat von Professor Philipp Christen vom Biochemischen Institut der Universität Zürich. Der hatte über Thermosensor-Proteine gesprochen. Das sind

Proteine, die reagieren, wenn sich die Temperatur – zum Beispiel bei Fieber – verändert. Auf der Heimreise diskutierte Fröhlich mit Christen darüber, wie diese Sensoren in der Forschung mit elektromagnetischen Feldern eingesetzt werden könnten. Das Resultat war ein gemeinsamer Antrag von Fröhlich und Ilian Jelesarov, Privatdozent am Biochemischen Institut der Universität Zürich, bei der Forschungsstiftung Mobilkommunikation. Dem Antrag wurde entsprochen, und seither sind Ingenieure der ETH und Biochemiker der Universität gemeinsam an der Arbeit.

## Nichtthermische Effekte

Vom ausgewählten Thermosensor-Protein weiss man sehr genau, wie es auf Wärme reagiert. Damit kann ein Problem ausgeschaltet werden, das sich bei der Messung von Strahleneffekten bisher immer stellte: Welcher Teil des beobachteten Effekts geht auf die Wärme

zurück, die die Strahlen erzeugen, und welche nichtthermischen Auswirkungen gibt es? Neben dem speziellen Protein hat der Ansatz des interdisziplinären Teams um Fröhlich eine zweite Besonderheit: Es soll ohne Zeitverzug gemessen werden, was die Strahlung bewirkt. In der bisherigen Forschung war es üblich, zum Beispiel eine Zelle den Strahlen auszusetzen und zu einem späteren Zeitpunkt zu schauen, ob sich etwas verändert hat. «So sieht man aber nicht, was im Moment der Bestrahlung passiert», sagt Fröhlich: «Und für diesen Mechanismus interessieren wir uns.» Um ihn sichtbar zu machen, gab es für die Ingenieure einiges zu tüfteln. Um Veränderungen der Proteinstruktur zu registrieren, braucht es mal ein optisches Messgerät, ein sogenanntes Spektralpolarimeter. Für die Instant-Messung musste es aber gründlich umgebaut werden. So wurde die Vorrichtung, die das elektromagnetische Feld erzeugt, in das Messgerät





Unser Alltag wird immer stärker von Geräten mit elektromagnetischer Strahlung durchsetzt. (Fotos: photocase.com)

hineinkonstruiert. Und eine Kühlung inklusive Sensoren zur Überwachung der Temperatur. Und ein Monitoring-System, das Frequenz und Stärke des elektromagnetischen Feldes kontrolliert. Und – last but not least – auch noch das Untersuchungsobjekt selbst: eine wässrige Lösung des Thermosensor-Proteins, die sich in einer Küvette (eine Art rechteckiges Reagenzglas) befindet.

### Initialexperiment

Bis Ende Jahr sollen erste Vorversuche stattfinden. Welche Schlüsse lassen sich ziehen, wenn ein nichtthermischer Effekt zum Vorschein kommt? Sind Handys doch gefährlich? Fröhlich winkt ab: «Wenn wir einen Effekt finden, kommt als Nächstes die Frage, welche Frequenzen und welche minimale Stärke des elektromagnetischen Feldes ihn herbeiführen können. Oberhalb dieser Schwellenwerte beginnt die Gefahrenzone für biologische Strukturen.» Diese Werte lassen sich dann mit

den Frequenzen und Feldstärken vergleichen, denen Menschen und andere Lebewesen im täglichen Leben ausgesetzt sind.

«Unser Projekt ist ein Initialexperiment. Die Erkenntnisse, die wir dabei gewinnen, können einen Fingerzeig geben, wo man weitersuchen könnte», sagt Fröhlich. Weitere Experimente könnten zeigen, ob und wie elektromagnetische Felder auf andere Proteine, aber auch auf Nukleinsäuren, Zellmembranen, Zellen und lebende Organismen einwirken. Fröhlich sieht das keineswegs nur als Risikoforschung. «Elektromagnetische Felder können auch eine heilsame Wirkung haben», sagt er. Das zeigen verschiedene diagnostische und mögliche therapeutische Anwendungen in der Medizin. //

Andreas Minder

☞ [www.ifh.ee.ethz.ch/Field/index.html](http://www.ifh.ee.ethz.ch/Field/index.html)

☞ [j.froehlich@ifh.ee.ethz.ch](mailto:j.froehlich@ifh.ee.ethz.ch)

Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation fördert die wissenschaftliche Forschung über Chancen und Risiken der Mobilkommunikation. Finanziert wird sie von der ETHZ, NOKIA Schweiz und Mobilnetzbetreibern. Institutionell mitgetragen wird die Stiftung von den Ärztinnen und Ärzten für Umweltschutz, verschiedenen Bundesämtern, der Stadt Zürich und dem Schweizer Heimatschutz. Über die Vergabe der Gelder entscheidet der Wissenschaftliche Ausschuss. Damit soll sichergestellt werden, dass die mitfinanzierenden Firmen keinen Einfluss auf die Forschung nehmen.

☞ [www.mobile-research.ethz.ch](http://www.mobile-research.ethz.ch)

# Nach der grossen Welle

Am 26. Dezember 2004 veränderte sich für viele die Welt. Die Tsunami-Welle, die damals die Ferienparadiese in Thailand überflutete, machte der Welt schlagartig bewusst, wie verwundbar sie ist. Ein ehrgeiziges Modell für globales Risikomanagement von Naturkatastrophen ist seither an der ETH am Entstehen.

Der Tsunami in Thailand hatte Auswirkungen bis in die Wohnstuben der Schweiz und Europas. «Vernetzte Gesellschaften werden immer anfälliger für Risiken. In der globalisierten Welt braucht es globale Managementmethoden für Risiken», sagt Michael Faber. Das sei das eigentliche Kerngebiet seiner Forschungen. Von Haus aus ist der gebürtige Däne ursprünglich Spezialist für Offshorebauten. Heute ist er unter anderem an einer Initiative des ETH-Forschungsnetzwerks Naturgefahren HazNETH zur Entwicklung eines nachhaltigen Risikomanagements in Südostasien beteiligt.

## Umfassende Entscheidungshilfe

Ziel des Projekts ist es, ein übergreifendes Risikomanagement für potenziell gefährdete Regionen in Südostasien zu entwickeln und zu

implementieren. «Wir wollten von Anfang an keine Soforthilfe anbieten – das ist Sache der Hilfsorganisationen. Wir sehen unsere Aufgabe vielmehr darin, den Ländern Südostasiens zu einem präventiven Risikomanagement zu verhelfen, damit zukünftige Katastrophen vermieden werden können.» Warum das so wichtig ist, lässt sich leicht erklären: «Man kann heute in den von der Tsunami-Welle betroffenen Gebieten sehen, dass der Wiederaufbau zwar erstaunlich schnell vonstatten geht, aber gleichzeitig werden dabei die alten Verhältnisse, zum Beispiel Bauweisen und Siedlungsstrukturen, wiederholt, die die Gebiete auch vorher schon besonders verwundbar gemacht haben», erläutert Faber. Präventives Risikomanagement und Computermodelle als Entscheidungshilfe könnten hier in zweierlei Hinsicht

korrigierend wirken. Einmal könnten vor diesem Hintergrund im Fall einer Katastrophe kurzfristig klarere Entscheidungen getroffen werden, welche Sofortmassnahmen die wichtigsten seien und wo man investieren müsse, um Folgeschäden so gering wie möglich zu halten. Und langfristig gehe es darum, durch geschickte Massnahmen vorbeugend darauf hinzuwirken, dass sich ähnliche Katastrophen nicht oder zumindest nicht mit ähnlich verheerender Wirkung wiederholen könnten. Dabei sei es natürlich auch eine Frage kultureller und politischer Einflussfaktoren, was an Massnahmen überhaupt realisierbar sei. An heutigen Modellen zum Risikomanagement lasse sich häufig beobachten, dass gerade der Blick für die langfristigen Folgekosten und für die sozialen Randbedingungen fehle.



Michael Faber ist Professor für Baustatik. Gemeinsam mit weiteren Mitgliedern des Network for Natural Hazards entwickelt er Modelle zum Risiko-Management von Naturkatastrophen. Die Modellierung des Tsunami-Katastrophengebiets zeigt, wo besonders exponierte und gefährdete Anlagen und Gebäude stehen und mit welchen Folgeschäden im Fall einer neuen Flutwelle zu rechnen wäre. Insbesondere die Berücksichtigung der Folgeschäden ist ein wichtiges Element, um kompetente Massnahmen des Risikomanagements treffen zu können.

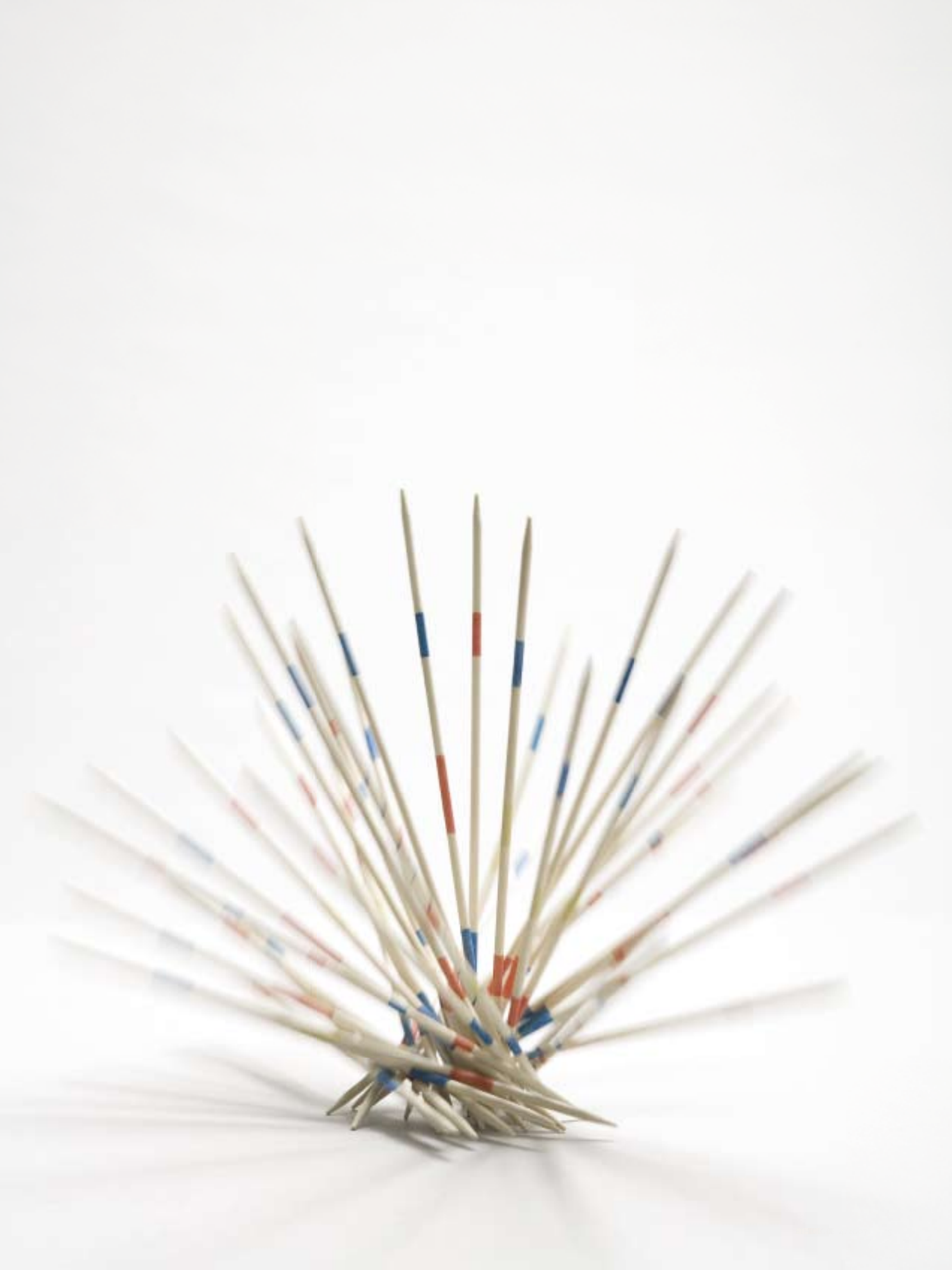
## Risk and decision analysis for tsunami risk management

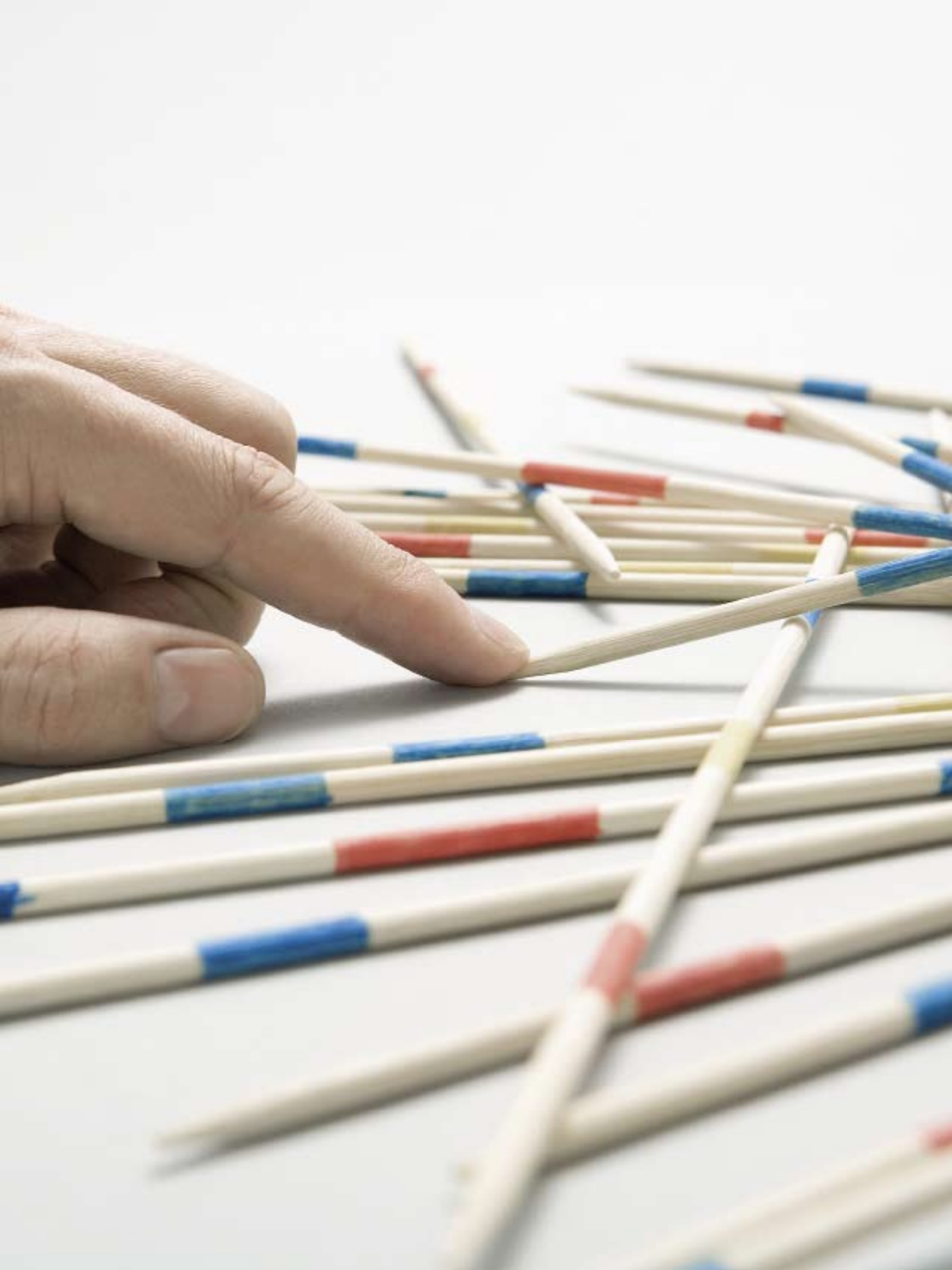


GIS map of exposed assets



Risk and decision models







Um die Realität im Modell einfangen zu können, müssen komplexe Daten zusammengeführt werden.



Ein zerstörtes Gebäude sei eben nicht nur ein zerstörtes Gebäude, das einfach wieder aufgebaut werden müsse.

### Ingenieurdaten mit sozialem Faktor

All diese Faktoren sollen im vorliegenden Risikomodell mitberücksichtigt werden. Entsprechend komplex und ehrgeizig ist das Projekt von Faber und seinen Mitforschenden. Hier werden unzählige harte Fakten aus der realen Welt wie Geodaten von Satellitenbeobachtungen, Luftaufnahmen aus Flugzeugen, offizielle Statistiken und Versicherungsdaten, Messergebnisse vor Ort (zum Beispiel Erdbebenstärke) sowie weitere Informationen aus den Gebieten wie Bauweise und Besiedlungsdichte zu Indikatoren im Computermodell zusammengefasst. Mit Hilfe dieser Indikatoren lässt sich berechnen, wie stark die Gefahr ist, dass ein Gebiet Opfer einer Naturkatastrophe wird, wie verletzlich die Infrastruktur ist und mit wie vielen Todesfällen zu rechnen ist. Aufgrund dieser Daten sollen weiterhin soziale Konsequenzen und Entscheidungsmodelle abgeleitet werden – und dies einerseits langfristig präventiv, im Ernstfall aber so schnell wie möglich, im Fall einer sich anbahnenden Naturkatastrophe am liebsten in Real-Time-Geschwindigkeit. Stolz zeigt Faber ein ähnliches Projekt, das er im Auftrag der weltweit tätigen Insurancebroker AoN entwickelt hat: Hier wer-

den minutiös die Daten eines sich aufbauenden Taifuns verfolgt und sofort berechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit und Stärke er seinen Weg der Verwüstung beispielsweise Richtung Tokio entwickeln wird.

### Die Welt im Modell

Während es einerseits darum geht, das Modell technisch fit zu machen (kann es eine riesige Menge von Daten unterschiedlicher Art schnell genug verarbeiten und zu sinnvollen Ergebnissen verknüpfen), liegt eine mindestens ebenso grosse Knacknuss im Bereich der Indikatoren für eher weiche Faktoren wie soziale Konsequenzen. Dazu gilt es, geeignete Entscheidungsmodelle zu integrieren, die den unterschiedlichen sozialen und kulturellen Gegebenheiten in verschiedenen Ländern Rechnung tragen können. Hier wird das Projekt, an dem neben dem Baufachmann Seismologen, Fachleute der Geodäsie und Photogrammetrie, Hydrologen und Geologen beteiligt sind, vollends interdisziplinär. «Je mehr Wissen aus den verschiedensten Bereichen und Gebieten wir integrieren können, desto realitätsnäher wird unser Modell. Mehr Wissen hilft, mehr Optionen zu finden. Deshalb arbeiten wir nicht nur interdisziplinär, sondern auch international mit Wissenschaftlern aus den betreffenden Ländern zusammen», erläutert Faber. Bereits im August 2005 fand ein erster Workshop in

Bangkok statt, an dem neben den ETH-Forschern das Asian Institute of Technology (AIT), das Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) und Forscher der Universität Peradeniya aus Sri Lanka teilnahmen, um die längerfristige Zusammenarbeit zu planen. Mit Erfolg: «Gerade eben kam ein Anruf bezüglich eines weiteren Teilprojekts über Risikomanagement in den Mekongländern.» Das ETH-Risikomanagement ist offenbar auch dort gefragt. Einsetzbar ist es aber nicht nur in Südostasien. «Das Modell ist überall einsetzbar, vorausgesetzt, wir verfügen über entsprechende Daten», sagt Faber. Und über Fachleute, die sich mit den Regeln des globalen Risikomanagements auskennen, möchte man hinzufügen. Dass diese zur Verfügung stehen, auch dafür möchten Faber und seine Kolleginnen und Kollegen aus dem HazNETH sorgen. Im Herbst 2009 soll an der ETH ein internationaler Nachdiplomstudiengang zum Risikomanagement von Naturgefahren starten. //

Martina Märki

✉ [www.tsunami.ethz.ch](http://www.tsunami.ethz.ch)  
 ✉ [www.hazneth.ethz.ch](http://www.hazneth.ethz.ch)  
 ✉ [faber@ibk.baug.ethz.ch](mailto:faber@ibk.baug.ethz.ch)

# Wenn elektronische Positionsbestimmung lügt

Dank RFID-Chips und Navigationssystemen alles unter Kontrolle? Mitnichten, meint ETH-Forscher Srdjan Capkun. Denn noch seien Systeme zur elektronischen Positionsbestimmung sehr unsicher.

Nein, er sei überhaupt kein Fan von Agententhrillern oder Detektivromanen. Srdjan Capkun, seit 2006 Assistenz-Professor am Departement Informatik und Mitglied der Forschungsgruppe für Systemsicherheit, ist ernsthaft erstaunt über die entsprechende Frage der Journalistin, sogar ein wenig indigniert. Ihn interessiert das Problem von Raum- und Zeitinformationen als wissenschaftliches Problem. Was er zu erzählen hat, klingt dann allerdings mindestens so spannend wie eine Episode aus 007. «Stellen Sie sich vor, Sie schicken als Speditionsunternehmer ganze Lastwagenkolonnen mit wertvoller Fracht irgendwo durch Russland. Sie sind mit jedem Lastwagen über ein Navigationssystem verbunden und können so die Route auf die Sekunde genau verfolgen. Alles scheint bestens, gleich werden die Lastwagen am Ziel sein. Sie fallen aus allen Wolken, als kurz darauf die Nachricht kommt, die

Lastwagen hätten ihren Bestimmungsort in Wirklichkeit nie erreicht.» Was geschehen sei? Ganz einfach, clevere Buschräuber hätten die Lastwagen irgendwo unterwegs gekidnappt und das Navigationssystem so manipuliert, dass es der Zentrale weiterhin vorgegaukelt habe, die Wagen seien auf dem richtigen Weg. Nein, diese Geschichte sei nicht erfunden, sondern sei so schon passiert.

«Navigationssysteme sind heute noch kinderleicht zu manipulieren, weil die Signale sehr schwach sind und deshalb relativ einfach gestört oder durch andere Signale überlagert werden können», erklärt Capkun. Ein Angreifer könne das Signal auch mit zeitlicher Verzögerung oder aus einer anderen Richtung erneut ausstrahlen.

## SecNav – ein sicheres System

In der Erläuterung Capkuns ist das «heute

noch» entscheidend. In Zukunft sollen drahtlose Navigations- und Positionierungssysteme manipulationssicherer sein. Denn genau daran arbeitet er mit seinen Leuten. Capkun und sein Team haben eines der weltweit ersten sicheren terrestrischen Positionierungssysteme entwickelt, SecNav genannt. «Zumindest als Prototyp in unserer Versuchsanlage funktioniert», sagt Capkun und zeigt ein Kästchen mit allerlei aufmontierten Chips und Elektronikteilen. Das ist der Prototyp. «Im Prinzip haben wir die Informationselemente, die das Signal ausmachen, so codiert, dass wir am entstehenden Muster sofort erkennen können, wenn Informationselemente hinzugefügt oder entfernt wurden. So können wir immer genau unterscheiden, ob das empfangene Signal manipuliert worden ist oder nicht.» Es ist somit zwar immer noch möglich, Signale zur Positionsbestimmung zu stören, aber ge-



Srdjan Capkun findet, Navigations- und Positionierungssysteme seien kinderleicht zu manipulieren. Deshalb hat er mit seinem Team ein neues, manipulationssicheres System entwickelt. SecNav existiert als Prototyp. In Versuchen unter möglichst realen Bedingungen testeten Capkun und sein Team, ob SecNav tatsächlich gegen manipulative Angriffe geschützt ist. Mögliche Einsatzgebiete gibt es viele: Im Verkehr, bei Zugangskontrollen für Gebäude oder bei der Sicherung wertvoller Güter sind eindeutige Positionsdaten gefragt.



Die vernetzte drahtlose Kommunikation der Zukunft braucht manipulationssichere Daten.

fälscht werden können sie nicht mehr. Wenn Sie derzeit in Zürich jungen Leuten im Auto mit einer merkwürdigen Anlage auf dem Dach begegnen – gut möglich, dass es sich um Capkuns Team handelt. Forscher spielen sozusagen Räuber und Gendarm für die Wissenschaft. Sie nehmen terrestrische Positionsdaten auf und versuchen, diese zu stören oder gar zu verändern. Denn was theoretisch funktioniert, muss schliesslich auch dem Praxistest standhalten.

#### **Drahtlose Kommunikation ist überall**

Noch ist alles nur ein Prototyp in begrenztem Versuchsbetrieb. Doch Capkun ist überzeugt, dass vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bestehen. Nicht umsonst werden seine Forschungen vom Schweizerischen Nationalfonds

unterstützt. Auto- und Güterverkehr sind nur eine möglich Einsatzvariante. «Es geht nicht nur darum, Lastwagen oder wertvolle Güter sicher lokalisieren zu können. Wir werden in Zukunft immer mehr von Informationen, die durch drahtlose Netzwerke verbreitet werden, abhängen. Da müssen wir natürlich genau wissen, ob diese Informationen verlässlich sind oder nicht, woher sie kommen und zu welchem Zeitpunkt die Messdaten aufgenommen wurden», erläutert der Forscher. «Oder denken Sie an drahtlose elektronische Sicherheitssysteme und Zugangskontrollen für Gebäude. Auch hier möchten wir nicht, dass die Daten manipuliert werden können.» Möglich auch, dass in Zukunft jedes Auto mit einer Blackbox ausgerüstet ist, ähnlich wie in Flugzeugen, die

im Falle eines Unfalls bei der Unfallrekonstruktion hilft. Auch dabei ist alles eine Frage der genauen, manipulationsfreien Aufzeichnung von Positionen in Raum und Zeit.

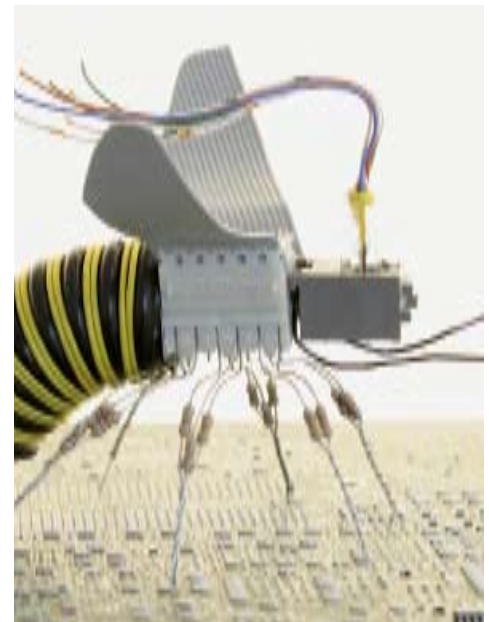
Es gibt natürlich auch den umgekehrten Fall. In Zukunft möchten wir uns vielleicht auch besser dagegen schützen können, dass unsere Position überall relativ einfach festgestellt werden kann. Webcams sind dazu gar nicht nötig, auch keine Satellitenaufnahmen oder Navigationssysteme. «Haben Sie ihr Mobiltelefon gerade eingeschaltet? Ja? Nun, dann können Sie auch lokalisiert werden», teilt Capkun lapidar mit. Privacy ist deshalb ein weiterer Forschungsaspekt, mit dem sich die Forschungsgruppe befasst.

Die Zukunft der drahtlosen Kommunikation hat gerade erst begonnen. Zunächst war man fasziniert von der Frage, was technisch möglich ist. Doch nun treten neue Aspekte ins Blickfeld. Die Frage, wie sicher die neuen Systeme überhaupt sind, ist einer davon. So gesehen ist es kein Zufall, dass der jährliche Workshop des Zurich Information Security Center diesen Herbst genau diesem Thema gewidmet war. Der Workshop, der an zwei Tagen die namhaftesten Experten aus Europa und den USA zum Thema Sicherheit in drahtlosen Netzwerken präsentierte, wurde organisiert von Srdjan Capkun. //

Martina Märki

✉ [www.syssec.ethz.ch/people/capkun](http://www.syssec.ethz.ch/people/capkun)

✉ [capkuns@inf.ethz.ch](mailto:capkuns@inf.ethz.ch)



Bienen an den Topf: Um die Methoden von Hackern in Erfahrung zu bringen, werden Internetkriminelle mit sogenannten Honeybots geködert und ausgehorcht. (Fotos: istockphoto)

# Mit Honig gegen Hacker

Internetkriminelle entwickeln immer bessere Methoden, um fremde Computer unbemerkt unter ihre Kontrolle zu bringen. Der ETH-Doktorand Bernhard Tellenbach arbeitet im Rahmen eines EU-Projekts daran, sie zu überlisten.

Wenn der durchschnittliche Internet-User ahnte, welcher Vielzahl von Gefahren er sich unbedarft surfend täglich aussetzt, würde er den Computer wohl gar nicht mehr einschalten, zumindest jedoch vom Netz nehmen. Unter der schillernden Oberfläche des World Wide Web herrscht Krieg, und es wird mit zunehmend harten Bandagen gekämpft. Hacker entwickeln immer perfidere Methoden, um sich unbemerkt auf fremden Rechnern einzunisten. Und sie tun es längst nicht mehr nur aus Spass oder um der Anerkennung innerhalb der Community willen. «Viele Angreifer machen inzwischen richtig viel Geld damit», sagt Bernhard Tellenbach. Es sei für den versierten Hacker ein Leichtes, tausende von Rechnern innert weniger Minuten zu infizieren und zu kontrollieren, erklärt der Doktorand am Institut für Technische Informatik und Kommunikationsnetze. Der User merkt davon meist nichts. Über sogenannte Bots lassen sich dann zum Beispiel Spam-Mails verschicken oder weitere Computer attackieren. Geschäftstüchtige Angreifer vermieten ihre Bots weiter – und verdienen sich eine goldene Nase. Der volkswirtschaftliche Schaden, den sie alleine mit der

Verbreitung von Spam-Mails anrichten, geht weltweit in die Milliarden.

## Angreifer aushorchen

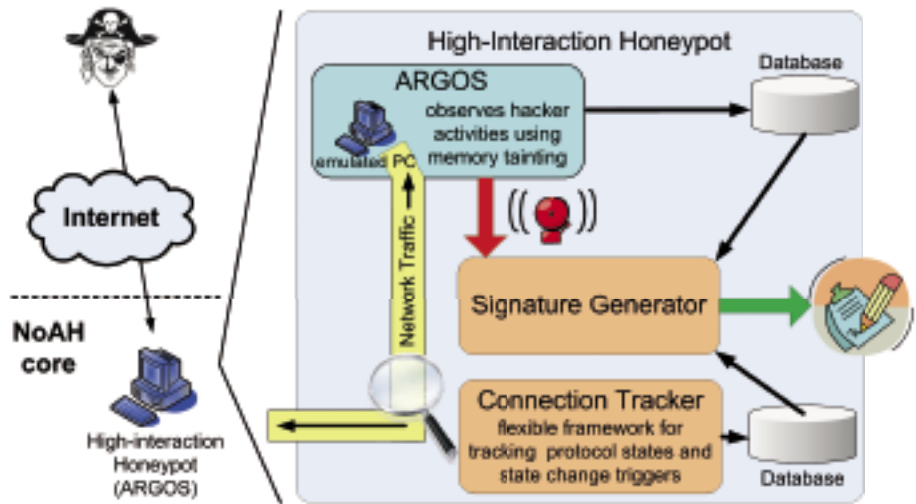
Es gibt zwar Möglichkeiten, sich gegen solche Angriffe zu schützen. «Vieles ist einfach auch eine Frage des vorsichtigen Umgangs mit E-Mail-Anhängen und Web-Inhalten im Allgemeinen», weiss Tellenbach. Ausserdem sind auf dem Markt viele verschiedene Virens Scanner und Intrusion Detection Systeme erhältlich. Doch diese sind gegen neuartige Cyberattacken oft machtlos. Der Grund hierfür ist, dass Virens Scanner und Intrusion Detection Systeme Angriffe meist über die sogenannten Signatures identifizieren, die manuell oder halbautomatisch erstellt werden. «Wird eine neue Schwachstelle entdeckt, dauert es oft nur Minuten oder wenige Stunden, bis diese von Hackern auch ausgenutzt werden kann. Da bleibt den Herstellern kaum Zeit, rechtzeitig die richtigen Signatures bereitzustellen», so Tellenbach. Im Rahmen eines dreijährigen EU-Projekts entwickelt der junge Forscher jetzt deshalb ein Tool, mit dem Signatures automatisch und damit viel schneller gene-

riert werden können. Voraussetzung dafür ist, dass die Methoden der Angreifer bekannt sind. Um dies in Erfahrung zu bringen, nutzen die Informatiker Honeybots. Ein Honeybot ist vereinfacht ausgedrückt ein mit dem Internet verbundener Computer, der einzig als Köder dient. Sobald jemand versucht, auf den Honeybot zuzugreifen, kann dies als Angriffsversuch gewertet werden. Im Gegensatz zu einem normalen Heimcomputer läuft die attackierbare Software innerhalb einer mit speziellen Überwachungs- und Schutzmechanismen versehenen Umgebung, zum Beispiel in einer virtuellen Maschine. Dadurch kann alles, was der Angreifer auf dem Honeybot treibt, registriert und analysiert werden. «Wir können auf diese Weise wichtige Daten über die Angriffe sammeln», erklärt Bernhard Tellenbach. Filter sorgen dafür, dass nur Daten gesammelt werden, die auch tatsächlich interessant sind.

## Schnell und sicher

Tellenbachs neues Tool nutzt nun die Informationen über die für einen Angriff relevanten Daten im Hauptspeicher sowie über die korrespondierenden Daten im Netzwerkverkehr,





verknüpft sie mit Kenntnissen über die Struktur des Netzwerkverkehrs und kann so letztlich automatisch zuverlässige Signaturen erzeugen. Das Instrument eignet sich ausschliesslich zum Erkennen von Code-Injection-Angriffen. So werden Attacken bezeichnet, bei denen der Angreifer versucht, einen eigenen Code auf einem fremden Rechner zur Ausführung zu bringen. «Für Code-Injection-Angriffe, die auf einer Buffer-Overflow-Schwachstelle beruhen, ist die erzeugte Signatur mit nahezu 100-prozentiger Sicherheit perfekt», sagt Tellenbach. Weil sein neues Instrument explizit auf die Verwundbarkeit eines Rechners zielt, lassen sich die sonst bei ähnlichen Generatoren verbreiteten, für den User jedoch sehr ineffizienten Falsch-positiv-Meldungen, das heisst Fehlalarme, auf ein Minimum begrenzen. Tellenbachs Arbeit ist Teil des EU-Projekts NoAH (Network of Affined Honey pots), das noch bis Ende März 2008 läuft. Der Prototyp des Generators wird derzeit am Institut ausführlich getestet. Später soll er dann voll in die Honey pot-Infrastruktur bei den griechischen und den niederländischen Projektpartnern integriert werden. Ziel ist es, bis April nächsten



Jahres einen Demonstrator zu haben. Tellenbach kann sich auch bereits vorstellen, den Ansatz zu erweitern. «Es wäre interessant, die Daten mehrerer Pakete gleichzeitig analysieren zu können.» Ausserdem ist das Tool lediglich gegen Angriffe gerichtet, denen kein User eingriff vorangeht. Gegen Hacker, die schädliche Programme auf fremden Rechnern nur durch (un)freiwillige Mithilfe eines Users, zum Beispiel durch das Öffnen eines präparierten E-Mail-Attachments, unterbringen, ist es nutzlos. Für automatische Signaturen gegen solche Angriffe wäre ein anderer Lösungsansatz nötig. «Möglicherweise gibt es aber ein Nachfolgeprojekt», sagt Tellenbach. So oder

Bernhard Tellenbach, Doktorand am Institut für Technische Information und Kommunikationsnetze, entwickelt ein neues Tool, um Internetkriminellen das Handwerk zu legen. Mit einem ans Internet angeschlossenen Computer, dessen Software auf einer virtuellen Maschine läuft, werden Hacker angelockt und ihre Aktivitäten überwacht. Durch Verknüpfung verschiedener Analysesysteme lassen sich daraus automatisch Signaturen für Virens Scanner generieren (siehe Grafik).

so: Die Arbeit wird ihm nicht ausgehen. Denn eines scheint klar: Wo es um Geld geht, bleibt die Entwicklung nicht stehen. Das gilt auch für die Methoden der Hacker. //

Conny Schmid

- ‡ [www.fp6-noah.org](http://www.fp6-noah.org)
- ‡ [www.tik.ee.ethz.ch](http://www.tik.ee.ethz.ch)
- ‡ [tellenbach@tik.ee.ethz.ch](mailto:tellenbach@tik.ee.ethz.ch)

# Gegen den Bioterrorismus-Hype

Seuchen und Pandemien gab es schon immer, doch die Bedrohung durch biologische Krankheitserreger ist heute nicht zuletzt durch die von Terroristen ausgehenden Gefahren vielfältiger denn je. Politikwissenschaftler Prof. Andreas Wenger warnt vor Überreaktionen und plädiert für eine ganzheitliche Abwehrstrategie.

Es ist wie verhext. Im Mittelalter fehlten schlicht die Mittel und Möglichkeiten, um eine Seuche wie die Pest einzudämmen. Heute ist die medizinische Entwicklung weit fortgeschritten. Dennoch scheinen die Risiken durch biologische Krankheitserreger ständig zuzunehmen. SARS und Rinderwahn, Maul- und Klauenseuche, Vogelgrippe und Anthraxsporen sind nur einige Beispiele für eine Vielzahl aktueller Bedrohungen durch pathogene Mikroorganismen. «Das Problem ist alt, sein Charakter jedoch neu», bringt es Andreas Wenger auf den Punkt. Der Professor für internationale und schweizerische Sicherheitspolitik

und Leiter des Center for Security Studies (CSS) der ETH hat mit seinem Team Biorisiken in politikwissenschaftlicher Perspektive untersucht. Drei Entwicklungen verleihen diesen Risiken in der heutigen Zeit eine neue Dimension: die zunehmende Mobilität von Menschen, Tieren und Gütern, die rasanten Fortschritte in den Biowissenschaften und die mit der Zunahme des globalen Terrorismus verbundenen Hinweise darauf, dass al-Qaida versucht haben soll, Biowaffen zu beschaffen. Das Ausbreitungstempo gefährlicher Organismen nimmt ebenso zu wie die Gefahr, dass Wissen in falsche Hände gerät. Biorisiken kennen keine

Staatsgrenzen, sie haben transnationalen Charakter und verlangen transnationale Lösungen. Die Frage ist nur, ob und wie die Politik diesem Anspruch gerecht wird. Eben dies haben Wenger und sein Team untersucht.

## Hype um Bioterrorismus

Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass die USA nach der Versendung von mit Anthraxsporen verseuchten Briefen im Dunstkreis der Anschläge vom 11. September 2001 ihr Bio-defense-Programm massiv ausbauten. Dabei konzentrierten sie die finanziellen Mittel zunehmend auf die Abwehr von Terrorismus-



Der Politikwissenschaftler Andreas Wenger hat die Abwehrstrategien gegen biologische Gefahren von Staaten und internationalen Organisationen unter die Lupe genommen. Er rät explizit zu einer ganzheitlichen Ausrichtung der Biodefense-Programme. Eine Konzentration auf Biorisiken mit terroristischem Hintergrund kann zu einer gefährlichen Verschiebung der Mittel und zu Lücken im Gesundheitswesen führen. Nebenstehendes Bild aus dem Jahr 2002 zeigt ein US-Spezialistenteam während einer Übung am Flughafen von Tulsa, Oklahoma. Es wurde ein Anschlag durch Pockenviren simuliert. (Foto: The Tulsa World, James Gibbard)



risiken. Die Ausgaben stiegen von 417 Millionen Dollar im Jahr 2001 auf geschätzte 7,6 Milliarden im Jahr 2005. Die Katastrophenszenarien und -übungen fokussierten auf «worst case»-Sprühszenarien, Senatoren sprachen von Bioterrorismus als der «grössten aktuellen Gefährdung», was schliesslich gemäss Wenger in einer überdimensionierten Bedrohungswahrnehmung resultierte. «Es gab einen regelrechten Hype, der auch vor dem Rest der Welt nicht haltmachte. Die zahlreichen Nachahmungstäter und Anthrax-Fehlalarme auch hierzulande belegen dies.»

#### **Falsche Prioritäten, schwindende Transparenz**

Zu welchen unerwünschten Nebeneffekten eine solch einseitige Ausrichtung der Politik führen kann, zeigen Wenger und Reto Wollenmann als Herausgeber des Buchs «Bioterrorism – Confronting a Complex Threat»<sup>1</sup> deutlich auf. Es ist das Resultat eines 2005 an der ETH abgehaltenen internationalen Kongresses und enthält Beiträge von Autoren aus aller Welt. Die Quintessenz: Eine Konzentration der Bioabwehr auf bioterroristische Gefahren kann das Interesse von terroristischen Akteuren an Biowaffen überhaupt erst anstacheln und ausserdem dazu führen, dass finanzielle Mittel andernorts fehlen, namentlich für die Bewältigung einer natürlichen Pandemie. «Dabei muss man sich vor Augen führen, dass jährlich über 14 Millionen Menschen an natürlichen Infektionskrankheiten sterben», kritisiert Wenger. Der Forscher glaubt, dass das amerikanische Gesundheitswesen heute im Fall einer Pandemie sehr schnell an seine Grenzen stiesse. Als Folge des massiven Ausbaus der staatlichen Bioabwehrprogramme und der Ausweitung der Geheimhaltungspflichten in den Biowis-

senschaften erhöht sich aber auch das Risiko eines unbeabsichtigten Transfers von Expertise oder Material aus staatlichen und privaten Sicherheitslabors. «Die Anthraxbriefe sind hierzu das beste Beispiel, denn es wird vermutet, dass es sich beim Täter um einen Insider aus dem staatlichen Bioabwehrprogramm der USA handelt», erläutert Wenger.

#### **Ganzheitliche Ausrichtung nötig**

Die Schwierigkeit in der Bewertung von Bioisiken, insbesondere im Fall terroristischer Anschläge, liegt darin begründet, dass bisher nur wenige, auf nichtstaatliche Akteure zurückgehende Fälle bekannt sind und es damit an Referenzdaten mangelt. Ausserdem ist die Bedrohung unübersichtlich und vielfältig, die Zahl möglicher Akteure und Methoden gross. Eine Einschätzung der von Staaten ausgehenden Gefahr durch Biowaffenprogramme ist ebenso schwierig, zumal die Grenzen von defensiven und offensiven Programmen oft fließend sind. «Viele Komponenten lassen sich sowohl militärisch als auch zivil einsetzen.» Wenger und seine Fachkollegen propagieren deswegen einen «all hazards»-Ansatz: Staaten sollten ihre Politiken im Bereich der Bioabwehr ganzheitlich ausrichten, unabhängig davon, ob die Risiken von Staaten, Terroristen oder von der Natur ausgehen. «Dem Gesundheitswesen ist es egal, woher ein Krankheitserreger kommt, es muss einfach funktionieren», sagt Wenger.

Welche Strategien Staaten und transnationale Organisationen entwickelt haben, untersuchte Wengers Team in Zusammenarbeit mit internationalen Fachexperten. Die Gruppe analysierte die aktuellen Biodefense-Programme in sieben Staaten sowie die Strukturen bei WHO,

EU, NATO, dem Internationalen Roten Kreuz und der G8. Entstanden ist ein in der Fachwelt rege nachgefragtes Handbuch für Bioabwehr, das einen umfassenden Überblick gibt und Schwachstellen aufdeckt.<sup>2</sup> Es wird laufend aktualisiert und ergänzt. Denn bei aller Unsicherheit in Bezug auf Bioisiken scheint eines sicher: Transparenz tut not. //

Conny Schmid

✉ [www.css.ethz.ch](http://www.css.ethz.ch)

✉ [wenger@sipo.gess.ethz.ch](mailto:wenger@sipo.gess.ethz.ch)

<sup>1</sup> Andreas Wenger and Reto Wollenmann, eds. Bioterrorism: Confronting a Complex Threat. Boulder: Lynne Rienner, 2007.

<sup>2</sup> Sergio Bonin, International Biodefense Handbook 2007: An Inventory of National and International Biodefense Practices and Policies. Zurich: Center for Security Studies, 2007.



# Wenn Umweltressourcen zum Konfliktherd werden

Vom Umweltwissenschaftler zum «Mediator» für Krisengebiete – was ungewöhnlich klingt, wird offenbar dringend gebraucht. Simon Mason untersuchte in seiner Dissertation Konfliktlösungsmöglichkeiten zwischen Ländern, die sich das Nilwasser teilen, und ist seither gefragter Experte für Umweltkonflikte.

Zur Jahrtausendwende machte ein Schlagwort zu einem neuen möglichen Risiko die Runde: Wasserkriege. Damals sprachen Fachleute davon, Wasser werde in Zukunft Öl als Hauptkriegsgrund ablösen. Just zu dieser Zeit führte Simon Mason sein Forschungsprojekt am Nil durch. Seine im Jahr 2004 publizierte Dissertation erschien unter dem optimistisch stimmenden Titel: «From Conflict to Cooperation in the Nile Basin.» Von da an hat Simon Mason das Thema Umweltressourcen als Konfliktfaktor nicht mehr losgelassen. Simon Mason und weitere Mitarbeiter am Center for Security Studies der ETH gelten seither international als gefragte Experten für Konflikte rund um natürliche Ressourcen.

## Konflikt und Konsens am Nil

Aufgrund seiner Forschungen ist Simon Mason heute überzeugt: «Die Rede von Wasserkriegen ist ein Medienhype. Hauptursache für Ressourcen-Kriege im eigentlichen Sinn ist nach wie vor das Erdöl.» Wasserkonflikte dagegen seien eher regional und liessen sich mit entsprechenden Massnahmen auch positiv beeinflussen, wie seine Erfahrungen im Niltal zeigten. Das Niltal ist schon lange ein potenzieller Krisenherd. Ägyptens Wasserversorgung ist zu mehr als 95% abhängig von Wasser, das aus den oberen Bereichen des Nils stammt. 86% dieses Wassers stammt aus den Berggebieten Äthiopiens. Äthiopien nutzte bisher nur wenig seines Nilwassers, möchte in Zukunft aber die Nutzung verstärken, was in

Ägypten Besorgnis auslöst. Denn je nachdem, wie das Wassermanagement in Äthiopien gehandhabt wird, könnten die Abflussmengen flussabwärts deutlich verringert werden. Äthiopien wiederum befürchtet, dass Ägypten Wasserentwicklungsprojekte, die für Äthiopiens Fortschritt wichtig sind, verhindern wolle. Zwischen beiden Ländern liegt als weiterer Nilanrainer Sudan, dessen Interessen ähnlich wie Äthiopiens vor allem die Bedürfnisse eines Entwicklungslands sind, das zudem aber auch immer wieder durch Überflutungen bedroht ist. Vor diesem Hintergrund suchten Mason und sein Forschungspartner Yacob Arsano nach Lösungsansätzen. Während sich Arsano forschungsmässig auf sein Heimatland Äthiopien konzentrierte, setzte sich Mason mit Ägypten



Konflikte um knappe Umweltressourcen könnten in Zukunft zunehmen. Man nimmt heute an, dass Wasser als Ressource in Zukunft kostbarer und knapper wird. Am Beispiel der Nilanrainerstaaten Ägypten, Sudan und Äthiopien untersuchte Simon Mason vom Center for Security Studies einen Wasser-Konflikt, der schon lange schwelt, und erprobte neue Lösungswege. Für Sudan ist das Nilwasser wichtig zur Bewässerung; gleichzeitig geht es aber auch darum, die Nilanwohner vor regelmässigen Hochwassern zu schützen. Sudanese Fachleute erläutern ihre Anliegen vor Ort (rechts).





Neue Bewässerungsprojekte in Äthiopien beunruhigen Ägypten, denn das äthiopische Hochland liefert mehr als 80% des Wassers für Ägypten.

und Sudan auseinander. Bereits hier prallten in Diskussionen der beiden Forscher die unterschiedlichen Standpunkte mitunter heftig aufeinander, wie Mason freimütig zugibt. «Zudem gab es in jedem dieser Länder Projekte und Spezialisten, die sich mit Entwicklungsprojekten zum Wassermanagement befassten – da waren wir eigentlich nicht die ersten», beschreibt Mason die Situation der Forscher. «Aber die Perspektiven waren häufig einseitig. Was eindeutig fehlte, war eine Zusammenführung der unterschiedlichen Interessen und Perspektiven.» Spätestens an diesem Punkt mutierte der Naturwissenschaftler zum Dialogmanager und Mediator. Er und sein Partner Arsano initiierten eine Serie von Workshops zwischen Fachleuten aus den betroffenen Ländern, um einen Dialog in Gang zu bringen und das gegenseitige Verständnis zu fördern. Dies erwies sich als kluger Schachzug, frei nach dem Motto «Gemeinsames Fachsimpeln verbindet»: «Fachexperten finden schnell mal eine Basis, sich zu verständigen, auch über politische Grenzen hinweg. Und zum Glück konnte ich als Naturwissenschaftler mithalten. Wäre ich nicht Fachexperte gewesen, wäre ich vermutlich gar nicht akzeptiert worden», sagt Mason.

#### Schweiz indirekt betroffen

Arsano ist inzwischen Universitäts-Dozent in Addis Abeba, Mason befasst sich als Forscher am ETH-Center for Security Studies längst nicht mehr nur mit Konflikten ums Wasser. Stattdessen ist er beispielsweise Mitautor eines umfassenden Berichts, in dem Umwelt- und Ressourcentrends der nächsten Jahrzehnte im Hinblick auf ihre Konsequenzen für die Schweizer Sicherheitspolitik analysiert werden. «Direkt

wird die Schweiz in den nächsten 30 Jahren nicht durch Ressourcenkonflikte bedroht sein», führt Mason dazu aus. Wohl aber wird sie indirekt die Folgen von ressourcen- und umweltbedingten Konflikten zu spüren bekommen. Die Abhängigkeit von den Öl- und Gasreserven im Mittleren Osten und in Russland macht die Schweiz verwundbar durch Konflikte in diesen Regionen. Doch auch Wasser ist ein wichtiges Thema. Wasserknappheit wird in den jetzt schon betroffenen Ländern noch zunehmen. Generell werden Umwelt- und Ressourcenkonflikte zunehmen, vor allem in den Ländern, deren Wirtschaft schrumpft, die von Primärgütern abhängen und in denen die Einkommen besonders tief sind und die Schere zwischen Arm und Reich besonders gross ist. «Armut, Marginalisierung und Ressourcenmanagement werden zentrale Konfliktursachen sein. Die Schweiz wird die Folgen davon vor allem in Form von Drogenkriminalität, Verbreitung von Krankheiten, Menschenhandel, organisierter Kriminalität und internationalem Terrorismus spüren», erklärt Mason. Es ist also durchaus auch im Interesse der Schweiz, Umwelt- und Ressourcenkonflikte zu verhindern. Das nächste Projekt, an dem Mason mitarbeiten wird, zielt genau in diese Richtung. Es soll zeigen, was die UNO tun kann, um Konflikte, die durch Umweltschäden oder nicht nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen entstehen, zu verhindern. //

Martina Märki

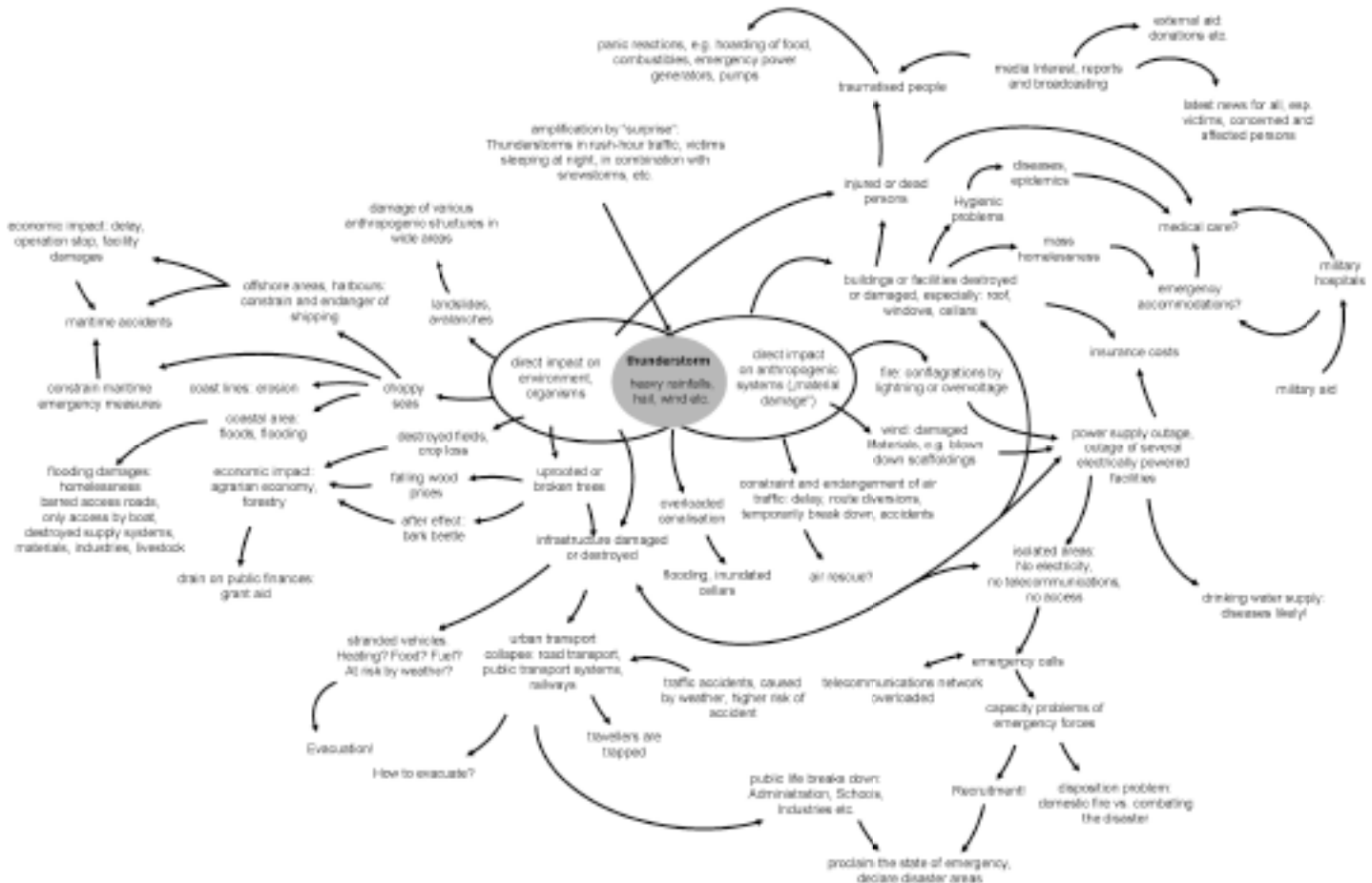
✉ [www.css.ethz.ch](http://www.css.ethz.ch)  
✉ [mason@sipo.gess.ethz.ch](mailto:mason@sipo.gess.ethz.ch)

Literatur: Arsano, Yacob: Ethiopia and the Nile. Dilemmas of National and Regional Hydropolitics. Center for Security Studies, ETH Zürich. Zürich 2007.  
Mason, Simon A.: From Conflict to Cooperation in the Nile Basin. Center for Security Studies, ETH Zürich. Zürich 2004.



# Die Katastrophe verstehen

Dirk Helbing untersucht, wie sich Katastrophen in komplexen Systemen ausbreiten. Das Wissen, das dabei gewonnen wird, soll helfen, Netzwerke robuster zu bauen und in der Krise besser zu reagieren.



Die Katastrophenkaskade eines Gewittersturms als Mindmap.

Im Jahr 2002 traten die Elbe und ihre Nebenflüsse über die Ufer. Es kam zur Augustflut, der teuersten Naturkatastrophe in der Geschichte Deutschlands. Dirk Helbing arbeitete zu dieser Zeit an der Technischen Universität Dresden und erlebte mit, wie die Stadt im Wasser versank, wie der Strom ausfiel und der Verkehr zusammenbrach. Diese Erfahrung lenkte das Forschungsinteresse des Physikers und Mathematikers in eine etwas andere Richtung. Helbing begann, Katastrophen auf dem Computer zu modellieren, ein Forschungsfeld, das noch relativ wenig beachtet war. Seit dem 1. Juni dieses Jahres tut er dies als Professor auf dem ETH-Lehrstuhl für Soziologie, insbesondere Modellierung und Simulation.

## Die Katastrophenkaskade

«Am Anfang der Katastrophe steht meist eine starke Störung», sagt Helbing. Das kann eine Flut sein, eine Fehlmanipulation, ein Baum, der

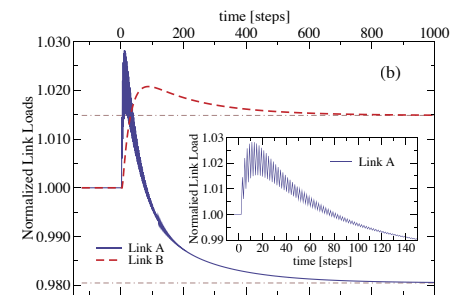
auf eine Hochspannungsleitung fällt. Dieses Ereignis kann eine ganze Kaskade auslösen: Kommunikationssysteme versagen, der Verkehr kollabiert, die Lebensmittelversorgung funktioniert nicht mehr, die Industrie steht still. «Wir wollen verstehen, wie sich eine Katastrophe ausbreitet. Dazu stellen wir Kausalnetzwerke auf, in denen die Reihenfolge deutlich wird, in der die verschiedenen Sektoren betroffen werden», erklärt Helbing. «Es geht darum, die Dynamik von Katastrophen in Netzwerken zu beschreiben.» Kein einfaches Unterfangen, denn je nach Netzwerktyp entwickeln sich Katastrophen anders. Netzwerke bestehen aus Knoten und Verbindungen zwischen den Knoten. Je nachdem, wie die Verbindungen geknüpft sind, hat eine Störung andere Folgen. In einem Computernetzwerk mit einem zentralen Server, mit dem alle anderen Rechner verlinkt sind, hat ein Ausfall dieses Servers einschneidende Folgen. Können hingegen an-

dere Knoten die Funktion des ausgefallenen Elements ganz oder teilweise übernehmen, ist das ganze System weniger anfällig. Zu wissen, wie bestimmte Netzwerke auf eine Störung reagieren, ist in mehrfacher Hinsicht wichtig. Erstens kann ein System bewusst robust gebaut werden, zum Beispiel durch Redundanz, also bewusste «Doppelspurigkeit» wie im Computernetzwerk. Allerdings sind solche belastungsresistenten Systeme in der Regel teuer. Zusätzliche Infrastruktur kostet. «Da muss man den Aufwand für mehr Sicherheit und den möglichen Schaden eines relativ seltenen Ereignisses gegeneinander abwägen», sagt Helbing. Robustheit ist aber nicht immer nur für teures Geld zu haben. Das lässt sich an Organisationsstrukturen zeigen. «Sie sind häufig hierarchisch aufgebaut», sagt Helbing: «Das macht sie anfällig.» Wird beispielsweise jemand krank, gibt es Störungen im Informationsfluss, was die Fähigkeit der Organisation





In einer Katastrophenkaskade können kleine Ursachen grosse Wirkungen haben. Unter Umständen kann ein Baum, der auf eine Hochspannungsleitung fällt, den öffentlichen Verkehr eines Landes lahmlegen. Je nach Art der Vernetzung sind Systeme mehr oder weniger stör anfällig. Die Simulationsmodelle des Teams von Dirk Helbing an der Professur für Soziologie sollen helfen, die Konsequenzen zu antizipieren und vernetzte Systeme sicherer zu machen.



Wenn in einem Hochspannungsnetz eine Leitung ausfällt, ergibt sich im übrig gebliebenen Netz zunächst eine höhere Belastung. Das kann weitere Überlastungen auslösen.

zu reagieren beeinträchtigt. Geeigneter wären deshalb nichthierarchische Netzwerke, die auch funktionieren, wenn jemand ausfällt.

#### Wissen, wie die Dominosteine fallen

Erkenntnisse, wie ein System robuster gemacht werden kann, sind ein Nutzen der Forschung von Dirk Helbing. Ein anderer liegt darin, besser reagieren zu können, wenn das initiale Ereignis die Schadenkaskade bereits angestossen hat. Wenn man weiss, wie und wie schnell die Dominosteine fallen, kann man nicht mehr nur atemlos hinterherrennen, sondern antizipieren. Die Simulationen von Helbing können den Katastrophenmanagern Entscheidungshilfen liefern: Wo wann wie viel der meist knapp vorhandenen Ressourcen einzusetzen sind, um den Schaden zu begrenzen. Eine allgemein gültige Regel hat sich dabei ergeben: «Je rascher, desto besser. Je später, desto teurer», fasst sie Helbing zusammen. Weniger einfach zu beant-

worten als die Frage nach dem Wann ist jene nach der geeigneten Art des Interventions. Zum einen muss je nach Netzwerktyp anders reagiert werden, zum andern ist es generell schwierig, komplexe Systeme zu beeinflussen. «Eingriffe können unbeabsichtigte Nebenwirkungen haben», gibt Helbing zu bedenken. In seinen Modellen hat er deshalb auch Eingriffe simuliert. Auf Punkt und Komma genau lassen sich die Effekte zwar nicht bestimmen. Aber qualitativ lässt sich doch etwas über die Auswirkungen sagen. «Besser als nichts», meint Helbing. Als «Perspektive» bezeichnet er «Entscheidungsunterstützungsmodelle», die den Verantwortlichen beim Bewältigen von Katastrophen zur Seite stehen könnten. Das braucht noch Zeit, am Bedarf nach solcher Hilfestellung ist aber nicht zu zweifeln. «Menschen sitzen in den Netzwerken meist an den Schnittstellen», sagt Helbing. Sie müssen im Katastrophenfall wichtige Entscheide treffen,

und das unter Stress: ungewohnte Situation, wenig Zeit und eine Flut von Informationen, die oft unzuverlässig und widersprüchlich sind. «Fehlentscheidungen sind in solchen Situationen relativ wahrscheinlich.» Dank Dirk Helbings Forschung werden sie eines Tages vielleicht seltener. //

Andreas Minder

✉ [www.soms.ethz.ch](http://www.soms.ethz.ch)

✉ [soms@ethz.ch](mailto:soms@ethz.ch)

# Grüne Gentechnik im Meinungsstreit

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 59 wurde kürzlich ein Freisetzungsversuch mit gentechnisch verändertem Weizen bewilligt. Herbert Karch, Geschäftsführer der schweizerischen Kleinbauern-Vereinigung und Kritiker des Freisetzungsversuchs, sowie ETH-Professor Wilhelm Gruissem, der an diesem Versuch beteiligt ist, diskutieren über Nutzen und Risiken der grünen Gentechnik.

«Wir brauchen neue Technologien wie die Gentechnik in der Landwirtschaft, um die Weltbevölkerung zu ernähren.»

Wilhelm Gruissem

**Als vor zwei Jahren die Gentechfrei-Initiative der Bauern-, Konsumenten- und Umweltorganisationen angenommen wurde, argumentierten die Gegner, diese Initiative schädige den Forschungsplatz Schweiz. Herr Gruissem, wie beurteilen Sie die Situation der Forschung heute, können Sie mit dem Moratorium leben?**

**Wilhelm Gruissem:** Wir leben mit dem Moratorium! Es ist mehr die längerfristige Perspektive, die mich beschäftigt. Die Grundlagenforschung war durch das Moratorium nie gefährdet. Es ist vielmehr die angewandte Forschung, die Biotechnologie, auf die ein Moratorium doch Auswirkungen hat, vor allem hinsichtlich des Nachwuchses an Studierenden. Wenn die jungen Leute keine Zukunftsmöglichkeiten sehen, ihr Wissen anzuwenden, dann werden sie das Studium gar nicht erst beginnen.

**Herr Karch, die Befürworter des Gentech-Moratoriums haben argumentiert, es brauche eine Denkpause, um offene Risikofragen zu klären. Ist das NFP 59 in Ihrem Sinn?**

**Herbert Karch:** Wir haben vor allem eine Anwendungspause gefordert. Wir wollen, dass umwelt- und tiergerecht produziert wird, und zwar basierend auf einer möglichst naturnahen Technologie. Und da hat die Agro-Gentechnik – der Begriff grüne Gentechnik ist absurd – bis jetzt nicht den Beweis erbracht, dass sie naturgerechte Produktion zum Ziel hat.

**Und wie stehen Sie konkret zum NFP 59?**

**Karch:** Hinter der Gentechfrei-Initiative stand

natürlich nicht eine völlig homogene Allianz von Organisationen. In Bezug auf die Forschung gibt es divergierende Ansichten. Wir haben uns zusammengerauft auf die Maxime, zunächst einmal die Anwendung der Gentechnik in der Schweiz zu verhindern. Den Versuchen im NFP 59 stehen wir insofern offen gegenüber, soweit sie im Einklang sind mit den gesetzlichen Grundlagen. Wir pochen aber bei den Freisetzungsversuchen und bei allen Forschungsvorhaben des NFP 59 auf Einhaltung des Gentechnikgesetzes. Unsere Opposition richtet sich vor allem dagegen, dass durch die aktuelle Bewilligungspraxis dem Gesetz nicht genügend Rechnung getragen wird.

**Was stört Sie an der Bewilligung der Freisetzungsversuche?**

**Karch:** Eines unserer Anliegen ist, dass das von der Gesetzgebung vorgeschriebene stufenweise Verfahren eingehalten wird, dass nicht einfach verkürzte Bewilligungswege eingeschlagen werden. Im NFP 59 ist das derzeit nicht gegeben. In der Verfügung des Bundesamts für Umwelt steht eigentlich: «Diese Bewilligung ist erteilt vorbehaltlich noch zu erbringender Resultate in Vorversuchen.» Man spürt, es herrscht offensichtlich Zeitdruck, und schon wird das Verfahren abgekürzt. Und da es das erste Bewilligungsverfahren ist, hat es natürlich präjudiziellen Charakter.

**Herr Gruissem, stehen Sie unter Zeitdruck?**

**Gruissem:** Nein, ich lasse mich nicht unter Zeit-

druck setzen – und Forschung soll man nicht unter Zeitdruck setzen. Was ich allerdings hinzufügen möchte: Es wurde im Zusammenhang mit der Moratoriumsinitiative immer argumentiert, dass man eine Denkpause schaffen sollte. Man sollte diese Denkpause nun auch nützen, um in dieser Zeit auch wirklich neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu erbringen. Letztlich ist es eine juristische Erwägung, ob das Gentechnikgesetz eingehalten wurde oder nicht. Im Verfahren waren ja auch von beiden Seiten Juristen involviert. Wir haben alles sorgfältig geprüft und keine Hinweise darauf bekommen, dass eine Verletzung des Gentechnikgesetzes vorliegt.

**Hinter den juristischen Fragen dieses Einzelfalls stehen ja andere Aspekte, nämlich Nutzen- und Schadensüberlegungen, also die Fragen: Was bringt uns grüne Gentechnik, und wo liegen die Risiken?**

**Karch:** Es ist klar: Aufgrund der Rechtssituation sind Versuche möglich. Wenn Sie mich aber persönlich fragen, dann sage ich, wir brauchen in der Landwirtschaft diese Technologie nicht, und zwar weder in der Schweiz noch global. Ich bin der Meinung, dass sie uns mehr Probleme bringen wird, als dass sie Probleme löst. Die beiden Hauptanwendungen der Agro-Gentechnik sind die Herbizidtoleranz und die Produktion eines pflanzeneigenen Toxins. Das sind die Anwendungen, die auch wirtschaftlichen Erfolg versprechen. Aber ökologisch gesehen sind es vollkommen falsche Strategien. Mit der



W. Gruissem: «Wenn es uns gelänge, die Ziele des biologisch orientierten Landbaus mit den Methoden der Gentechnologie zu verknüpfen, wäre das in meinen Augen eine wirklich zukunftsorientierte Entwicklung.»

Herbizidtoleranz pushen Sie ein Anbauverfahren, das auf relativer Monokultur bei wenig Fruchtwechsel basiert und auf grossflächig industriell betriebener Landwirtschaft. Was wir fördern sollten, wäre dagegen ein vielfältiges Anbausystem und eine Landwirtschaft, die auf eine bäuerliche Struktur ausgerichtet ist. Von der verspreche ich mir sehr viel mehr Stabilität als von einer industriellen Landwirtschaft. Ich sehe von den ökologischen und von den ökonomischen Implikationen her einfach keinen Fortschritt in der Agro-Gentechnik.

**Gruissem:** Da sehe ich die Dinge doch etwas anders. Ich stimme mit Herrn Karch darin völlig überein, dass wir eine nachhaltige Landwirtschaft brauchen. Es ist auch klar, dass wir so, wie wir heute Landwirtschaft betreiben, in fünfzig Jahren nicht mehr wirtschaften können. Wir müssen zu einer anderen Form von Landwirtschaft kommen. Ob das die Form von Landwirtschaft ist, die Herrn Karch vorschwebt, etwa zurück zu einer Landwirtschaft vor der grünen Revolution der 50er Jahre – ich weiss nicht, ob das möglich ist. Wenn wir so eine Landwirtschaft betreiben würden, bräuchten wir Milliarden von Hektaren neues Land, um die Weltbevölkerung zu ernähren. Für mich ist das einfach unrealistisch. Wir brauchen neue Technologien in der Landwirtschaft, um die Weltbevölkerung zu ernähren. Und da dürfen wir nicht einfach neue Technologien grundsätzlich ausschliessen, weil sie nicht in ein bestimmtes Bild von Landwirtschaft passen.

#### Wo sehen Sie den Hauptnutzen der grünen Gentechnik?

**Gruissem:** Nehmen Sie zum Beispiel Baumwolle, die in der Regel zehn- bis zwölfmal mit relativ gefährlichen Insektiziden gespritzt werden muss. Dank der Gentechnik ist es heute möglich, ähnliche Erträge mit nur ein- oder zweimal Spritzen zu erzielen. Das ist für mich Nachhaltigkeit! Wenn ich sehe, dass in den USA und anderen Ländern tatsächlich weniger Insektizide eingesetzt werden, ist das für mich ein Fortschritt! Ich denke, wir müssen in diese Richtung weiterarbeiten. Die zentrale Frage ist für mich: Welche Technologien können wir entwickeln und einsetzen, um die Landwirtschaft nachhaltiger zu machen und die Produktion zu gewährleisten.

#### Wo liegen für Sie die Risiken bei den heutigen Anwendungen der Gentechnik?

**Karch:** Sehen Sie, da verbauen sich die Wissenschaftler in meinen Augen eine gewisse Annäherungsmöglichkeit. Man stellt sich einfach immer mit relativ fadenscheinigen Argumenten hinter die Maschinerie der Konzerne, die Gentech vorwärtstreiben. Man getraut sich nicht, sich zu distanzieren. Wäre zum Beispiel von der schweizerischen Wissenschaftlergilde eine Distanzierung von der Herbizidtoleranz und ähnlichen heute angewandten Formen der Gentechnik möglich, würde das die Atmosphäre sehr entspannen. Ich könnte mir zum Beispiel vorstellen, dass man sagt: In einem ersten Schritt akzeptieren wir eine Gentechnik,

die sich innerhalb der Artengrenze bewegt. Solche Gentechnik gibt es auch hier an der ETH. Ein solches Entgegenkommen von Seiten der Gentechnikkritiker wäre möglich, wenn wir umgekehrt etwas mehr kritische Distanz auf Seiten der Wissenschaft gegenüber den von den Konzernen gepushten Formen der Gentechnik spürten. Aber da spürt man nichts! Herbizidtoleranz ist eine Technik, die abstützt auf Anwendung eines Totalherbizids in alle Ewigkeit, und das ist ein gewaltiges Problem. Ganz zu schweigen von der Bodenerosion, die damit verbunden ist, von der Vernachlässigung des Fruchtwechsels...

**Gruissem:** Das ist aber die Produktion, die wir brauchen. Wenn Sie die Landwirtschaft der USA auf Schweizer Verhältnisse umstellen wollten, könnten Sie die amerikanische Bevölkerung nicht ernähren. Dann könnten wir nicht die Produkte erzielen, die wir auch industriell verwenden.

**Karch:** Zur Ernährungsfrage, die Sie immer wieder anbringen: Was wird denn heute mit Gentechnologie produziert? Viehfutter und Bioethanol!

**Gruissem:** Zur Industrienähe: Von mir weiss man ganz genau, welche Beziehungen ich zur Industrie habe, und Sie werden in meinen Projekten keinen einzigen Franken für die Forschung finden, der von der Industrie kommt. Die Gentechnikforschung, die ich mache, ist für die Industrie nicht interessant, da wir vor allem für mögliche Anwendungen in der Dritten Welt forschen. Aber mich interessiert Ihre



H. Karch: «Wir brauchen in der Landwirtschaft diese Technologie nicht, und zwar weder in der Schweiz noch global. Ich bin der Meinung, dass sie uns mehr Probleme bringen wird, als dass sie Probleme löst.»

Bemerkung, dass Sie doch Möglichkeiten sehen für eine Annäherung der Gentechnik an die Weise der Landwirtschaft, die Sie betreiben. Sie deuteten an, dass artnahe Gentechnologie dort möglich wäre. Es verwundert mich dann aber, warum Sie oder verschiedene NGOs gegen die Versuche sind, die wir gegenwärtig mit Weizen machen wollen. Wir nutzen ja Resistenzgene, die aus dem Weizen kommen, um die Resistenz im Weizen zu erhöhen. Wir nehmen Gene, die aus der Gerste kommen, um die Resistenz im Weizen zu erhöhen. Was ist falsch daran?

**Karch:** An diesen Versuchen haben wir grundsätzlich kritisiert, dass Sie überhaupt den Ansatz Getreide wählen. Der Weizen wird weltweit noch gentechfrei produziert, und es ist unsere grosse Hoffnung, dass das auch so bleibt. Natürlich sagen Sie, es ist Grundlagenforschung und nicht produktorientiert. Aber es setzt eben doch ein Signal Richtung Weizen.

#### Wo läge denn Ihrer Meinung nach die goldene Mitte, wo sich Gentechniker und Gentechnikskeptiker treffen können?

**Karch:** Ich kann mir Gentechnik vorstellen, die das von der Gesellschaft akzeptierte Landwirtschaftssystem unterstützt. Und dieses Zielsystem heisst ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit. Für mich stellt sich ökologisch gesehen dort das Hauptproblem, wo wir mit technologischen Mitteln etwas erzeugen, das die Natur per se eigentlich nicht kann oder nur sehr selten macht. Und das ist die ar-

tenübergreifende Gentechnik. Da erwarte ich auf lange Sicht ein genetisches Chaos. Das ist für mich das grösste Hindernis, und daran sollten wir vorläufig nicht rühren.

#### Herr Gruissem, sehen Sie das genetische Chaos auch als mögliches Risiko?

**Gruissem:** Als Wissenschaftler kann ich da eigentlich nur antworten: Wir transferieren DNA. Wir wissen, was ein Gen ist. Und ob das Gen aus einer Tomate oder aus einer Maus kommt, birgt wissenschaftlich gesehen kein grösseres Risiko. Es kommt vielmehr darauf an, was das Gen kann, was seine Funktion ist und was man damit erreichen will. Das ist es letztendlich, was ein mögliches Risiko einschliesst.

**Karch:** Vor zwanzig Jahren sass ich in einer Expertenkommission, bei der es um die Verwendung von Tiermehl in der Tierfütterung ging. Ich fühle mich gerade sehr stark an die damalige Diskussion erinnert. Die Wissenschaftler sagten uns damals, ob ein Eiweiss pflanzlichen oder tierischen Ursprungs ist, spielt keine Rolle. Es ist ein Eiweiss und kann verfüttert werden. Heute wissen wir, dass es eben doch einen Unterschied macht. Das ist die Lehre aus meiner Berufstätigkeit, dass die Gesellschaft dem Vorwärtsgang der Forschung etwas korrigierend und bremsend entgegenwirken muss.

**Gruissem:** Natürlich kann ich als Forscher immer nur mit dem gegenwärtigen Stand des Wissens und den mir zur Verfügung stehenden Fakten argumentieren, alles andere wäre aus Forschersicht unethisch. Und in diesem

Bereich kann ich das Risiko abschätzen. Wir wissen, dass nichts im Leben risikofrei ist, und auch biologischer Landbau ist nicht risikofrei. Wir Menschen haben, seit wir Landwirtschaft betreiben, in die Pflanzenwelt eingegriffen. Wir haben Kreuzungen gemacht und Pflanzen geschaffen, die vorher nie existiert haben und die ohne Pflege des Menschen gar nicht mehr gedeihen können. Nur machen wir es heute mit der modernen Gentechnik in einer viel präziseren Art und Weise und schneller. Seit über 10 Jahren werden jetzt gentechnisch veränderte Pflanzen weltweit auf über 100 Millionen Hektar von mehr als 10 Millionen Bauern angebaut. Seither wurden keine negativen Auswirkungen bekannt, die anders sind als bei konventionell gezüchteten Pflanzen.

#### Die einen plädieren für Züchtung, die anderen für Gentechnik. Warum?

**Gruissem:** Ich bin der Meinung, wir sollten Technologien entwickeln, damit das, was wir bisher geschaffen haben, so nachhaltig genutzt werden kann, dass auch die nachfolgenden Generationen noch überleben.

**Karch:** Ich halte die Pflanzenkreuzung für ausreichend, um diese Ziele in der Nahrungsmittelproduktion zu erreichen.

**Gruissem:** Wir wollen ja auch die konventionelle Züchtung nicht abschaffen. Wir wissen aber auch, dass wir uns in tausenden von Jahren durch die Züchtung einen sehr limitierten Genpool geschaffen haben. Wir sind durch ein Nadelöhr gegangen. Wir wissen, dass unsere

## «Die Hauptanwendungen der Gentechnologie, die wir derzeit haben, sind in meinen Augen mit biologischem Landbau völlig unverträglich.»

Herbert Karch

heutigen Kulturpflanzen viele Gene verloren haben, wie zum Beispiel Resistenzgene, die sich in den Wildarten noch finden. Deshalb sehe ich es sogar als Vorteil an, wenn man es mit gentechnischen Mitteln erreichen kann, dass solche Gene wieder Eingang in die Kulturpflanzen finden.

**Karch:** Ich halte es für viel erfolgversprechender, vor Ort zu züchten, als in wenigen wissenschaftlichen Zentren etwas für andere Weltgegenden herzustellen. Der gentechnisch erzeugte Golden Rice ist so ein Beispiel. Die Züchtung muss vor Ort stattfinden, unter den gegebenen Bedingungen. Dann passt sie sich auch der Umwelt an. Und dann kommen noch die sozioökonomischen Fragen dazu: Was nützt Ihnen eine schöne neue gentechnisch erzeugte Sorte, wenn Sie sie nicht zu den Leuten bringen und nachher die Erträge nicht in die Städte zu den Konsumentinnen und Konsumenten? Da will man in hochkomplexen Systemen alles auf eine Karte setzen – das ist doch Tunneldenken!

### Wie beurteilen Sie den Golden Rice?

**Gruissem:** Der Golden Rice, der ja an der ETH entwickelt wurde, ist ein sehr gutes Beispiel. Er hat einen erhöhten Provitamin-A-Anteil, um gegen Erblindung zu schützen. Mittlerweile ist dieser Reis in den Züchtungsprogrammen vieler Entwicklungsländer. Er ist in Züchtungsprogrammen in Vietnam, auf den Philippinen, in Indonesien, in China und in Indien, und er wird dort in die lokalen Sorten eingezüchtet.

**Karch:** Ja, aber er wird die Probleme nicht lösen. Das Problem ist doch bekannt. Vitaminmangel führt zu Sehschäden oder Erblindung. Der Vitaminmangel ist klar zurückzuführen auf einseitige Reisernte. Unter Entwicklungsschritten, die teilweise durch Kriege oder Kolonialisierung beeinflusst wurden, ist die Vielfalt in der Ernährung der Bevölkerung zurückgegangen. Die Hausgemüseproduktion hat gelitten. Für mich wäre es nur logisch, dass man den Leuten wieder auf einfache Art beibringt, ihr Gemüse zu produzieren, und das Problem wäre behoben. Aber nein, da sucht man nach einer gentechnischen Lösung, die erstens viel Geld verschlingt, zweitens an die Patentierungsfrage geknüpft ist und dann noch ins Geschäft der internationalen Konzerne eingeht.

**Gruissem:** Natürlich ist in der Vergangenheit

schon viel versucht worden, den Ernährungsstandard zu heben – Tatsache ist, es hat nicht funktioniert. Deshalb sucht man nach alternativen Lösungen, und der Golden Rice mit seinem gentechnisch erzeugten Vitamin-A-Gehalt ist eine Alternative, die man anbieten kann. Er ist auch nicht an Patente gebunden. Wenn ein Farmer diesen Reis anbauen will, ist das kein Problem. Bis 10 000 Dollar Profit ist die beteiligte Firma Syngenta gar nicht interessiert. Aber sobald jemand den Golden Rice in Grossproduktion für Profit anbauen will, dann will Syngenta auch von dem Gewinn abschöpfen können. Das ist, finde ich, ein total faires Angebot.

**Karch:** Wir werden sehen, wie sich das umsetzt. Es gibt ja auch weiterhin die Versuche, den Gemüseanbau zu fördern. Man muss diese Programme vielleicht mehr an den Frauen als an den Männern anbinden. Ich denke, dass jetzt im Zusammenhang mit der Mikrofinanzierung auch diese Kleinprojekte wieder grössere Chancen haben.

### Was halten Sie von den Alternativen der NGOs?

**Gruissem:** Diese Argumente höre ich immer wieder von den NGOs. Nur sehe ich einfach die Erfolge nicht. Deshalb versuche ich als Wissenschaftler, alternative Methoden zu entwickeln. Wir arbeiten zum Beispiel auch mit Cassava, auch Maniok genannt. In Afrika kommt die Cassava-Produktion aufgrund von Virenbefall und Insektenbefall teilweise völlig zum Erliegen. Wir haben dort mit den Ärmsten der Armen zu tun. Da überlege ich mir, was ich als Wissenschaftler beitragen kann, um die Pflanze widerstandsfähiger zu machen, wenn

Züchtungsprogramme nicht greifen. In dieser Situation ist für mich der beste Weg die Gentechnologie, und das machen wir und sind erfolgreich.

**Karch:** Da muss ich Ihnen widersprechen. Es ist ja nicht ein Mangel an Technologie, der die Situation in Afrika kreiert hat. Ursache sind vor allem Verteilungsprobleme, auch um den Boden, und die Abwanderung der Bevölkerung in die Städte. Hier liegt der Kern des Problems. Wir können das Problem nicht nur mit Gentechnik lösen. Deshalb ist für mich diese Fixierung auf einen technologischen Fortschritt nicht gerechtfertigt. Es braucht das Ganze und vor allem einen technologischen Fortschritt, der vor Ort und unter lokalen Bedingungen entsteht. Meine Befürchtung bleibt, dass wir Ähnliches erleben wie bei der grünen Revolution der 50er Jahre. So wie man danach von der Düngerspritze abhängig war, hängt man in Zukunft von Gentechnikpatenten ab. Das ist in meinen Augen nicht nachhaltig.

**Gruissem:** Es kann doch nicht einfach nur eine Definition von Nachhaltigkeit geben. Wir sind alle an Nachhaltigkeit interessiert und ich rechne die Gentechnologie dazu. Wenn es uns gelänge, die Ziele des biologisch orientierten Landbaus mit den Methoden der Gentechnologie zu verknüpfen, wäre das in meinen Augen eine wirklich zukunftsorientierte Entwicklung.

**Karch:** Ich denke, da müssen Sie noch etwas Geduld haben. Die Hauptanwendungen der Gentechnologie, die wir derzeit haben, sind jedenfalls in meinen Augen mit biologischem Landbau völlig unverträglich.

Das Gespräch führte Martina Märki.

## Das Nationale Forschungsprogramm 59

Im Rahmen des NFP 59, das diesen Sommer startete, sollen Nutzen und Risiken gentechnisch veränderter Pflanzen untersucht werden. In diesem Rahmen wurde Forscherinnen und Forschern der ETH Zürich, der Universität Zürich und weiterer Institutionen vom Bundesamt für Umwelt die mit Auflagen verknüpfte Bewilligung erteilt, Freisetzungsversuche mit gentechnisch verändertem Weizen durchzuführen. Die Aussaat soll im Frühjahr 2008 beginnen. Mit den Freisetzungsversuchen wollen die Wissenschaftler herausfinden, wie sich der gen-

technisch veränderte Weizen im Freiland verhält, ob die zusätzlich eingebauten Resistenzgene gegen Mehltau den erhofften Nutzen bringen oder ob sie sich negativ beispielsweise auf nützliche Wurzelpilze auswirken. Gegner der Freisetzungsversuche sehen durch die Art der Bewilligung das Gentechnikgesetz verletzt. Sie argumentieren, das sogenannte Stufenprinzip Labor – Gewächshaus – Freisetzung sei nicht eingehalten.

# Risiken und Extreme

Extremereignisse und Risiken sind auch für Mathematiker eine Herausforderung. Mathematikprofessor Paul Embrechts plädiert dafür, den Kontakt mit der Realität nicht zu scheuen.

«Mathematik legt die Bedingungen, unter denen ein Ergebnis angewendet werden kann, klar auf den Tisch.» Paul Embrechts

«Ich wurde 1953 in Antwerpen geboren, drei Tage nachdem ein schrecklicher Sturm die Westküste der Niederlande heimsuchte. Mehr als 1830 Menschen wurden getötet und zahlreiche Deichbrüche führten zu Überschwemmungen. Danach startete die niederländische Regierung das berühmte Deltaprojekt, um mit genügend hoher Wahrscheinlichkeit eine ähnliche Katastrophe in Zukunft vermeiden zu können. Die Deichhöhe im sogenannten Randstad sollte so bemessen sein, dass der jährliche maximale Wasserhochstand diese aller Wahrscheinlichkeit nach höchstens einmal in 10 000 Jahren übersteigen würde. Natürlich wurden zahlreiche Umweltfaktoren, physikalische Einflussgrössen, Ingenieursmessungen und ökonomische Überlegungen mit einbezogen. Schliesslich einigte man sich auf eine Deichhöhe von 5,14 Metern über dem standardisierten Amsterdamer Pegel.

Zentral an diesem Fallbeispiel sind: eine Bedrohung (maximaler jährlicher Wasserhochstand), eine Sicherheitsbarriere (Deich) und ein Risikomass (ein Ereignis in 10 000 Jahren). Dies sind die klassischen Komponenten des modernen quantitativen Risikomanagements im Versicherungs- und Finanzwesen. Der kritischste Begriff dabei ist das Wort «maximal». Für viele Fragen des quantitativen Risikomanagements ist die Modellierung von Extremen, also des Schlimmsten, was einem System unter gegebenen Bedingungen passieren kann, zentral. Wenn man Durchschnittseffekte mit der Sprache der Wahrscheinlichkeit modelliert, dann geht es um Glockenkurven oder die Gauss-Kurve. In der Welt der Extreme gibt es andere Modelle; Namen wie Fréchet, Gumbel oder Weibull tauchen auf. Daraus wurde eine Theorie entwickelt, die als Extremwerttheorie bekannt ist. Sie erlaubt die statistische Einschätzung seltener Ereignisse und die Modellierung sogenannter Hochrisikoszenarien.

Anstelle des Deichbeispiels kann man auch an das Risikokapital einer Bank oder Versicherung denken. Jede grössere internationale Bank muss täglich den Value at Risk des Marktrisikos (VaRMR) berechnen, bezogen auf ein Konfidenzniveau von 99 Prozent über zehn Tage. Wenn dieser Wert beispielsweise 20 Millionen Franken beträgt, dann liegt die Wahrscheinlichkeit eines Verlusts von 20 Millionen oder mehr für die Bank über zehn Tage bei einem Prozent. Ähnliche Fragestellungen gibt

es für Kredit- oder operationelle Risiken. Andere Anwendungen, bei denen Extreme eine zentrale Rolle spielen, sind CAT-Bonds, auch Katastrophenanleihen genannt, wo die Zinsauszahlung und Rückzahlung des Kapitals davon abhängen, ob ein bestimmtes, seltenes Extremereignis (beispielsweise Sturm- und Hagelschaden oder Erdbeben) stattfindet oder nicht. Diese Produkte gehören in den Bereich des alternativen Risikotransfers und werden vor allem zwischen Versicherern beziehungsweise Banken und Investoren gehandelt. Die Märkte dafür blühen meist nach Katastrophen wie Hurrikan Andrew, 9/11 oder Katrina.

Wie kommt die Mathematik ins Spiel? Tatsache ist, dass moderne Gesellschaften nach Schätzwerten für solche Extremereignisse fragen. Die Mathematik bietet Theorien und Techniken, um entsprechende Zahlen zu liefern, jedoch unter sehr präzise formulierten Bedingungen. Dies kann nicht genug betont werden. Mathematik legt die Bedingungen, unter denen ein Ergebnis angewendet werden kann, klar auf den Tisch. Die Endnutzer sind damit nicht immer glücklich, weil diese Bedingungen sehr stringent sein können, wie zum Beispiel Stationarität oder voneinander unabhängige und gleich verteilte Beobachtungen. Deshalb sind mathematische Modelle nur ein Teil des Puzzles, das Probleme in der realen Welt darstellt. Wie sagte Freeman Dyson: Die reale Welt ist schmutzig, chaotisch und vielfach unverständlich. Es ist für einen Wissenschaftler einfacher, in einem klimatisierten Büro am Computer Modelle zu entwickeln, als sich Winterkleider überzuziehen und zu messen, was wirklich draussen in Wind und Wetter vor sich geht. So kommt es, dass Klimaexperten schliesslich ihren eigenen Modellen glauben. Deshalb müssen wir in Anwendungsbereichen, in denen Extreme eine Rolle spielen, auch bereit sein, die Stiefel anzuziehen und in die reale Welt hinauszugehen.»

Paul Embrechts ist Leiter des RiskLab der ETH, das in Zusammenarbeit mit der Industrie Modelle für quantitatives Risikomanagement, insbesondere im Bereich des Finanz- und Versicherungswesens, entwickelt.

» [www.risklab.ch](http://www.risklab.ch)

» [www.math.ethz.ch/~embrechts](http://www.math.ethz.ch/~embrechts)



# Risiken verstehen heisst Menschen verstehen

Risiken sind sein Beruf. Andreas Schraft, Risk Engineer bei der Rückversicherung Swiss Re, plädiert für schadensmindernde Vorausschau und für Forschung, die den Risikoaspekt bei der Entwicklung neuer Technologien systematisch mit einbezieht.

«Erst wo Menschen eine Gefahr schaffen oder sich einer Gefahr aussetzen, entstehen Risiken.» **Andreas Schraft**

«Für einen global tätigen Rückversicherer gehört der Umgang mit Risiken zum Tagesgeschäft: Wir übernehmen die grössten Risiken unserer Kunden und diversifizieren sie in unserem globalen Portfolio. Allerdings müssen wir diese Risiken verstehen: Wie gross ist der Erwartungswert der Schäden? Mit welchem Schadenausmass ist bei Extremereignissen zu rechnen? Nicht immer lassen sich diese Fragen mit Schadenstatistiken beantworten. Dann müssen wir auf Modelle zurückgreifen. Das ist beispielsweise der Fall, wenn einer unserer Risikoingenieure eine Chemieanlage beurteilt. Dazu muss er sich ein Bild machen von den angewandten Produktionsverfahren, dem Layout der Anlage und den Vorkehrungen, die zum Schutz vor Schäden getroffen wurden. Aber um das Risiko ganz zu verstehen, reicht das Erfassen dieser technischen Aspekte nicht aus. In einer umfassenden Beurteilung müssen auch andere Aspekte berücksichtigt werden: Wie gehen die Arbeiter und das Management mit Risiko um und wie sorgen sie für Sicherheit? Der Risikoingenieur ist daher immer auch ein Risikopsychologe. Das Zusammenspiel von Mensch und Technik noch besser zu verstehen, ist eine der Herausforderungen für mein Team von Risikoingenieuren. Denn: Risiko existiert nicht im luftleeren Raum. Erst wo Menschen eine Gefahr schaffen oder sich einer Gefahr aussetzen, entstehen Risiken. Risikobeurteilung ist deshalb nicht allein eine Frage des technischen Verständnisses – sie muss den Menschen mit einbeziehen.

Bei einer Chemieanlage ist klar: Die Risiken sind von Menschen geschaffen. Dass Menschen auch bei Naturkatastrophen eine wichtige Rolle spielen, ist hingegen weniger offensichtlich. Erst die nähere Betrachtung zeigt: Naturereignisse sind nicht gleichbedeutend mit Naturkatastrophen. Nur wo Bauwerke in gefährdeten Gebieten oder in ungenügender Bauweise erstellt werden, richten Erdbeben, Stürme oder Überschwemmungen katastrophale Schäden an. Wie Menschen in der betroffenen Region auf ein Naturereignis reagieren, beeinflusst die Schadenhöhe ebenfalls. Besonnenes Verhalten der direkt Betroffenen, gute Koordination seitens der Behörden und privaten Akteure, wozu auch die Versicherungswirtschaft zählt, kann wesentlich zur Schadenbegrenzung beitragen. Umgekehrt kann schlechtes Zusammenspiel die Folgen eines Naturereignisses verstärken. Die Fehler bei der Bewältigung von Hurrikan Katrina in New Orleans illustrieren dies.

Einige Stadtteile sind selbst zwei Jahre nach dem Ereignis nicht wieder aufgebaut worden, und die Bevölkerung und die Wirtschaft der Region leiden noch immer unter den Folgen des Hurrikans.

Ein besseres und systematischeres Verständnis dieser Zusammenhänge kann helfen, Naturkatastrophen weitgehend zu vermeiden. Selbstverständlich ist damit nicht gemeint, dass Naturereignisse keine Schäden mehr anrichten würden, aber deren Folgen könnten auf ein zu bewältigendes Mass unterhalb der Katastrophenschwelle reduziert werden. Dem Nachhaltigkeitsprinzip folgend, könnten Naturkatastrophen-Versicherer in Zukunft noch mehr als bisher versuchen, die im Zusammenhang mit Naturkatastrophen relevanten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen schadensmindernd zu beeinflussen, ähnlich wie Feuerversicherer heute schon ein Mindestmass an Brandschutzmassnahmen fordern.

Neben bereits bekannten Risiken befasst sich Swiss Re auch mit neuen Risiken («emerging risks»). Dazu zählen beispielsweise die möglichen negativen Auswirkungen der Nanotechnologie auf Umwelt und Gesundheit oder die zunehmende Abhängigkeit von Gesellschaft und Wirtschaft von komplexen Infrastrukturen wie dem Stromnetz, IT-Netzwerken oder dem Finanzsystem. Wie stark unsere Gesellschaft diese Risiken akzeptiert, hängt davon ab, zu welchem Ergebnis der Einzelne beim Abwägen von Nutzen und Gefahren kommt. Nur wenn Risiken grundsätzlich akzeptiert sind, kann eine neue Technologie den erhofften Nutzen bringen. Die Gentechnologie ist ein Beispiel dafür, wie fehlende Akzeptanz den Durchbruch einer Technologie behindern kann.

Mit verantwortungsbewusster Forschung, welche auch die Risikoaspekte der Technik mit einbezieht, und mit ausgewogener Kommunikation kann die ETH wesentlich zur Akzeptanz und damit zur Versicherbarkeit neuer Risiken beitragen.»

**Andreas Schraft**, dipl. Kultur-Ing. ETH, Swiss Re, Zürich, leitet ein globales Team von Risk Engineers, die industrielle Grossrisiken beurteilen und modellieren.

» [www.swissre.com](http://www.swissre.com)





# MIGROS

SO ODER SO

## HEUTE BEDANKT SICH NARESH KHAN BEI SILVIA HUG FÜR IHR ENGAGEMENT.

Naresh Khan aus Indien ist umweltbewusst. Als Angestellter einer Textilfabrik arbeitet er nach den Richtlinien des Eco-Labels. Das bedeutet: Verzicht auf umweltgefährdende Stoffe im ganzen Verarbeitungsprozess.

So bleibt die Natur intakt, das Grundwasser und die Flüsse bleiben sauber. Darüber hinaus garantiert Eco Herrn Khan und seinen Mitarbeitenden Sicherheit am Arbeitsplatz.

Derart produzierte Engagement-Produkte sind vielen Menschen, wie zum Beispiel Silvia Hug, lieber. Dank ihnen können Entwicklungsprojekte erst realisiert und die Umwelt nachhaltig gesichert werden.

Darum haben wir Naresh Khan zu Silvia Hug eingeladen, weil er sich einmal persönlich bei einer seiner Kundinnen bedanken wollte. Ein Dank, der allen gebührt, die mit ihrem Kaufverhalten ihrer Umwelt ein paar Schritte voraus sind.

TATEN SIND WORTER.

**ENGAGEMENT**  
migros.ch



# Wissenschaft als Lebensweise

Für seine wegweisenden Arbeiten über die Eindring- und Vermehrungsmechanismen von Viren in Zellen erhält Prof. Ari Helenius den diesjährigen Marcel-Benoist-Preis. Der gebürtige Finne ist ein Pragmatiker mit feinem Humor und lebt für die Wissenschaft.

Man kennt das: Stundenlang auf den Bildschirm gestarrt, getippt, gerechnet, gebrütet und schwups! – plötzlich ist der Text verschwunden, das File verloren, unauffindbar in den Tiefen des Rechners verschollen. Den meisten treiben solche Situationen Schweissperlen auf die Stirn. Viele neigen zum Fluchen, Haare raufen, Computer dreschen. Nicht so Ari Helenius. Vielleicht war die Zahlenreihe, die der Professor für Biochemie gerade noch vor sich auf dem Bildschirm sah und jetzt partout nicht mehr finden kann, nicht so wichtig. Als Beobachterin der Szene kann man sich aber des Eindrucks nicht erwehren, dass sich dieser gemütlich wirkende, bärtige Mann mit den wachen, braunen Augen schlicht durch nichts aus der Fassung bringen lässt.

Helenius entschuldigt sich beim Gast («ich muss nur noch schnell ein kleines Problem lösen»), greift zum Telefonhörer, bittet um Hilfe und drückt etwas ratlos, aber keineswegs hektisch auf der Maus herum. Die Assistentin kommt, er schildert mit ruhiger Stimme sein Problem. Sie übernimmt, er überlässt. «Ich kenne mich mit Excel nicht so gut aus», meint er lächelnd und setzt sich an den Besprechungstisch. Aufgewachsen auf einem Bauernhof nahe am Polarkreis, inmitten von kargem Land, das zum Sterben zu viel und zum Leben zu wenig hergab, habe er gelernt, anderen zu vertrauen, wird er später sagen. «Man muss wissen, was man kann und was andere besser können.» Er

sei, wie die meisten Finnen, ein Pragmatiker und ein ruhiger Typ. «In der Landwirtschaft wie in der Forschung herrscht ein ähnlicher Rhythmus. Ergebnisse kommen nicht sofort, man muss geduldig sein.»

## Leben für die Wissenschaft

Sein stoisches Wesen steht in bemerkenswertem Kontrast zu seiner Forschungstätigkeit. Wenn Helenius von seiner Arbeit erzählt, den Blick fast unentwegt auf seine Hände gerichtet, die zwei Kugelschreiber gleichmässig parallel hin- und herrollend, so hört es sich an wie ein aufregender Spionagethriller. Der Forscher erklärt, wie Viren mit fiesen Tricks in Zellen eindringen, sich heimlich zum Zellkern transportieren lassen, um dort Codes zu knacken und die Maschinerie der Zelle für ihre eigenen Zwecke, sprich zu ihrer Vermehrung, zu benutzen. Der Einzige, der bei solchen Erzählungen jeweils die Augen schliesst und wegdöst, ist Emil, Helenius' Hund, der zwei Mal pro Woche mit in die Vorlesung darf. Vermutlich kennt er die Materie einfach schon zur Genüge. Denn Helenius' Arbeit ist in dessen Leben (und somit auch in Emils Dasein) omnipräsent. «Wissenschaft ist eine Lebensweise», sagt der Forscher irgendwann in einem Nebensatz.

Diese Haltung äussert sich vielfältig in Helenius' Leben. Die Aspiranten etwa, die sich auf eine Stelle in seiner Gruppe an der ETH bewerben, wohnen in der Regel während der Tage der

Interviews bei ihm zu Hause. Das gemeinsame Fachsimpeln nach dem Abendessen bietet die Gelegenheit, einander auf privater Ebene kennenzulernen, die Zwischentöne zu vernehmen. Auch sonst ist Helenius' Arbeit oft Thema am Familientisch oder auf Bergtouren, die er gerne mit seiner Frau und mit Kollegen aus der Forschungsgruppe unternimmt. Durch Austausch kommt er auf neue Ideen.

Dass er sein Leben der Wissenschaft verschrieben hat, ist durchaus nicht selbstverständlich, zumal nicht für einen Finnen. «In meiner Heimat gab es damals für Forscher wenig Zukunft», sagt er. Doch er liess sich weder davon noch von seinem skeptischen Vater abhalten. Schon als Kind begeisterte Helenius sich für Ornithologie. Das Interesse an der Natur nahm er vom Land mit nach Helsinki, wohin die Familie zog, als der Vater das Bauernleben aufgab und eine Stelle antrat. Als 17-Jähriger, drei Jahre nachdem die Russen mit Sputnik den ersten Satelliten ins All geschossen hatten, reiste Helenius als Austauschschüler in die USA. An den dortigen Schulen wurde vor dem Hintergrund des Kalten Krieges besonders viel Wert auf die Naturwissenschaften gelegt. Helenius liess sich vom Virus infizieren, kehrte voller Tatendrang nach Helsinki zurück und schrieb sich an der dortigen Universität in Chemie ein. Es folgte eine herbe Enttäuschung. «Was dort im ersten Jahr gelehrt wurde, kannte ich alles bereits.»

## Der eigensinnige Student

Mit dem Wechsel zur Biochemie kam das Glück aber doch noch und gleich in doppelter Hinsicht. Helenius lernte seine heutige Frau kennen, die an der gleichen Universität Chemie studierte. Deren Bruder, ein Molekularbiologe, war gerade als Postdoc aus den USA zurückgekehrt und wollte in Helsinki eine eigene Forschungsgruppe aufbauen. Helenius, noch Student, stieg ein und fand über die Membranbiologie bald zu seinem heutigen Spezialgebiet. Vorlesungen empfand der junge Forscher als Zeitverschwendung, er habe sie selten besucht. «Ich las sehr viel und experimentierte oft im Labor. Das hilft enorm, Wichtiges von

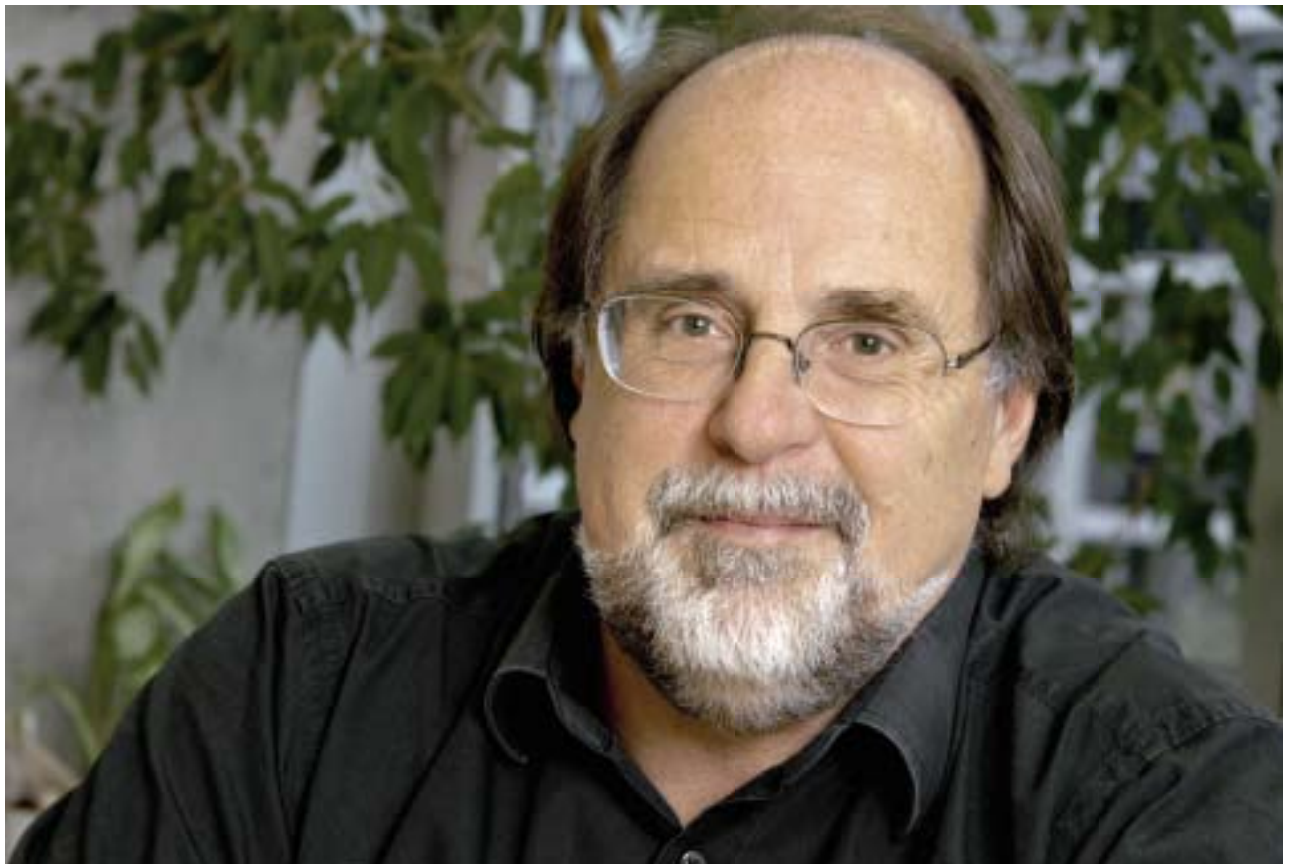
## Marcel-Benoist-Preis 2007

Der mit 100 000 Franken dotierte Marcel-Benoist-Preis wird seit 1920 jährlich für bedeutende Arbeiten mit Auswirkungen auf das menschliche Leben an in der Schweiz etablierte Wissenschaftler verliehen. Er geht zurück auf den 1918 verstorbenen Anwalt Marcel Benoist und wird als «Schweizer Nobelpreis» bezeichnet.

Der 63-jährige Ari Helenius erforscht die molekularen Mechanismen von Viren. Er entdeckte, wie bestimmte Arten von Viren über das sogenannte Endosom in Zellen eindringen und wie sie Teile

des zellulären Transitsystems ausnutzen, um sich zum Zellkern transportieren zu lassen und sich zu vermehren. Ausserdem konnte der Forscher nachweisen, dass Zellen über Qualitätskontrollen für neu zusammengesetzte Proteine verfügen. Helenius' Erkenntnisse helfen bei der Entwicklung antiviraler Medikamente, gegen die Viren keine Resistenz aufbauen können.

Helenius nimmt Auszeichnung anlässlich einer öffentlichen Feier am 29. November 2007 an der ETH entgegen.



Ein ausgezeichnete Forscher, den nichts aus der Ruhe bringt: Benoist-Preisträger Ari Helenius. (Foto: Monika Estermann)

Unwichtigem zu unterscheiden», erinnert er sich. Dasselbe rate er seinen Studierenden auch heute. «Eigene Erfahrung ist durch nichts zu ersetzen», sagt er und fügt schelmisch an: «Aber meine Vorlesungen sollten sie natürlich trotzdem besuchen.»

Der eigensinnige Student schloss mit Bravour ab und glänzte anschliessend mit der besten Doktorarbeit des Landes. Seine internationale Forscherkarriere startete er nach einem weiteren Jahr als Postdoc. «Meine Frau und ich fuhren 1975 in Finnland los», sagt er augenzwinkernd. Denn zurückgekehrt sind die beiden – abgesehen vom Urlaub, den sie meist in ihrem finnischen Sommerhaus verbringen – nie. Erste Station für die Familie mit zwei kleinen Kindern war Heidelberg, wo Helenius und sein Schwager beim Aufbau des Europäischen Labors für Molekularbiologie mithalfen. Nach sechs Jahren packte die Familie die Koffer erneut und zog nach Amerika. Helenius wurde als Professor für Zellbiologie an die Yale-Universität berufen. «Es war sicher nicht immer einfach für meine Familie, mich überallhin zu begleiten, aber ich glaube nicht, dass die Kinder gelitten haben», sagt er. Vielmehr scheint

es, als hätten sie sich vom wissenschaftlichen Geist im Hause Helenius anstecken lassen. Die Tochter studierte Medizin, der Sohn stieg als Bioingenieur sehr früh in die Forschung ein. «Er half schon mit 16 Jahren im Labor mit. Er war unser Sklave», sagt Helenius mit ernster Miene. Sein feiner, trockener Humor tritt immer dann zum Vorschein, wenn man am wenigsten damit rechnet.

#### **Eigenverantwortung und Spass als Führungsprinzipien**

Vermutlich trug und trägt dieser Wesenszug auch viel zum Erfolg bei, den der Wissenschaftler an der ETH hat, wo er nach 16 Jahren in den USA («viel länger als geplant») wieder bei null anfang. Hier baute der erfahrene Forscher ab 1997 eine neue Gruppe und ein Institut auf, das inzwischen weltweit einen ausgezeichneten Ruf genießt. Helenius gelingt es, die besten Nachwuchstalente zu finden und zu motivieren. Sein Rezept ist so einfach wie bestechend: Er setzt seine Gruppe möglichst international zusammen, überlässt ihnen viel Entscheidungsspielraum und legt besonderen Wert auf ein gemeinsames Sozialleben. Es sollen sich

Freundschaften bilden, es muss ein Teamgeist entstehen. Gemeinsames Skifahren oder Wandern sind keine Seltenheit. Ausserdem achtet Helenius bewusst auf ein möglichst ausgeglichenes Geschlechterverhältnis. «Frauen sind oft besonders gut in ihrem Job.» Forschen unter Helenius ist anspruchsvoll, aber es soll auch Spass machen. Seine Mitarbeiter müssen viel Verantwortung übernehmen, aber sie dürfen dafür auch vieles selber entscheiden. «Es muss nicht immer alles über mich laufen.»

Vertrauen ist letztlich, worauf Helenius' Erfolg gründet: Vertrauen in seine eigenen Fähigkeiten und in jene anderer. Dass dies sich lohnt, zeigte übrigens auch «das kleine Problem», welches es noch zu lösen galt: Die versierte Assistentin hat die verschollene Zahlenreihe im Nu wieder auf den Bildschirm gezaubert. //

Conny Schmid

☞ [www.bc.biol.ethz.ch/people/groups/arih](http://www.bc.biol.ethz.ch/people/groups/arih)  
☞ [ari.helenius@bc.biol.ethz.ch](mailto:ari.helenius@bc.biol.ethz.ch)

# Spread your wings.

[graduates@swissre](mailto:graduates@swissre)

If you have ideas, talent and drive, our [graduates@swissre](mailto:graduates@swissre) programme can give you the time to realize your vision. At Swiss Re we enable the risk-taking that is essential for enterprise and progress. Businesses of all kinds use our innovative financial and reinsurance solutions to understand risk and use it to further their growth and progress. So whatever your discipline, there could be a place for you in this intense, 18-month interdisciplinary graduate programme. You'll develop leadership skills that will shape your future, and maybe even discover how a career in managing risks doesn't mean having to take them.

Expertise you can build on.

**Swiss Re**





Professor Gerd Folkers, Leiter des Collegium Helveticum in der Sternwarte, möchte das Virus des transdisziplinären Denkens verbreiten.

# Querdenken als Programm

Das wohl eigenwilligste Kind der ETH Zürich, das Collegium Helveticum, wird erwachsen. Das Laboratorium für Transdisziplinarität feierte dieser Tage das 10-Jahre-Jubiläum.

Nein, er wolle nicht jubiläumsmässig zurückschauen, liess Professor Gerd Folkers, Leiter des Collegiums, seine Zuhörerinnen und Zuhörer anlässlich des Festsymposiums zum 10-Jahre-Jubiläum wissen. Man wolle sich vielmehr mit der Zukunft des Wissens beschäftigen. Das sei man sich als Versuchstation für neue Denkweisen, als Laboratorium für Transdisziplinarität, einfach schuldig. Der Rahmen, in dem dies geschah, hätte allerdings traditioneller nicht sein können. Das Symposium zum Thema «Wissen: Entstehung und Relevanz» versammelte namhafte und bekannte Köpfe in der gut besetzten Aula der Universität Zürich.

Die Wahl des Ortes war durchaus symbolkräftig: Das Collegium Helveticum wird heute, 10 Jahre nach seiner Gründung, nicht nur von der ETH Zürich, sondern auch von der Universität Zürich getragen und bewegt sich stärker als auch schon in die Institutionen hinein. So vermerkt Folkers im Gespräch mit ETH GLOBE mit Stolz, dass man inzwischen auch international Vorbildcharakter habe. Sowohl in Berlin wie auch in Wien seien ähnliche Einrichtungen nach dem Vorbild des Collegium Helveticum im Entstehen.

## Gegenmodell zur Disziplinierung

Doch was ist das Besondere am Collegium Helveticum? Für Folkers ist die Frage, wie relevantes Wissen generiert werden kann, zentral. Es gehe in diesem Laboratorium für Transdisziplinarität darum, herauszufinden, welche Prozesse etabliert werden müssten, um innovative Ansätze in der Wissensfindung, Verständigungen über lineare Extrapolationen des Bestehenden hinaus, zu fördern. «Es geht auch darum, die gegenwärtig in der Wissenschaft herrschende Disziplinierung, und dabei mei-

ne ich Disziplinierung gewollt doppeldeutig, aufzubrechen», sagt der derzeitige Leiter des Collegiums. Einerseits entstünden immer spezialisiertere Subdisziplinen, andererseits müsse man sich immer stärker wissenschaftsfremden Normvorgaben – zum Beispiel bezüglich Outputmengen, Umsetzungszeiten etc. – anpassen. Die Grenzen zwischen den Disziplinen würden so immer höher, Wissen immer fragmentierter. Dem gelte es entgegenzuwirken, indem die verschiedensten Kulturtechniken, zu denen zum Beispiel auch Literatur und Kunst zu zählen seien und von denen Wissenschaft nur eine sei, wieder vermehrt zusammengeführt würden. In diesem Punkt sieht sich Folkers ganz in der Tradition des Gründers des Collegiums, Adolf Muschg.

## Vom Graduiertenkolleg zur Akademie

Deutlich geändert haben sich allerdings die Strukturen, auf deren Basis das Collegium Helveticum heute wirkt. Nicht nur, dass vor einigen Jahren die Universität Zürich als zweiter Träger des Collegiums hinzukam. Auch das System, wer wie am Collegium arbeitet, wurde umgestellt. Das ursprüngliche Modell sah vor, dass ausgewählte Doktoranden am Collegium die Möglichkeit hatten, ihre Dissertation für ein Jahr zu unterbrechen, um interdisziplinär zu arbeiten. In dieser Zeit wurden sie vom Collegium bezahlt. In der Praxis zeigte sich jedoch, dass dieses Modell zwar für Geisteswissenschaftler attraktiv war, der einjährige Unterbruch für Dissertationen in naturwissenschaftlichen Fächern jedoch ein kaum zu realisierender Luxus war.

Das neue System dagegen basiert auf dem Fellowsystem. Die Fellows widmen während vier Jahren 20 Prozent ihrer Arbeitszeit den For-

schungen am Collegium und gehen daneben ihren üblichen Tätigkeiten nach. Folkers sieht darin gleich mehrere Vorteile. Die Zeitdauer erlaubt eine intensivere Beschäftigung mit dem Collegiumsthema. Dies komme sowohl den Interessen der Fellows als auch den Interessen des Collegiums an fundierter Arbeit entgegen. Und nicht zuletzt sei so die Rückwirkung der am Collegium gemachten Erfahrungen mit Transdisziplinarität in den Alltag der wissenschaftlichen Institute von ETH und Universität wesentlich grösser. «Als Pharmazeut setze ich auf virale Ansteckungstaktik», umschreibt Folkers seine Strategie. Die Wirksamkeit zeige sich zum Beispiel daran, dass aus dem Kreis der gegenwärtigen, bald ehemaligen Fellows gerade der Antrag für ein gemeinsames interdisziplinäres Nationalfondsprojekt gestellt worden sei. //

Martina Märki

## Collegium Helveticum

Forum für den Dialog zwischen den Wissenschaften. Ziel ist, das gegenseitige Verständnis zwischen den Natur- und Technikwissenschaften und den Geistes- und Sozialwissenschaften zu fördern.

Interdisziplinarität und Transdisziplinarität, der Austausch zwischen Natur-, Technik-, Geisteswissenschaften, Kunst und Medizin ist nach wie vor Kern und Vision des Collegium. Wichtiges Element ist auch der Austausch mit der Öffentlichkeit.

Seit Oktober 2004 wird das Collegium Helveticum gemeinsam von der ETH Zürich und der Universität Zürich getragen.

📍 [www.collegium.ethz.ch](http://www.collegium.ethz.ch)



Zunehmender Energie- und Innovationsbedarf – Mangel an Ingenieurinnen und Ingenieuren.

# Mehr Gewicht für die elektrische Energietechnik

Die ETH Zürich plant, den Fachbereich elektrische Energietechnik mit drei neuen Professuren aufzuwerten.

Die Hochschule reagiert damit auf die grosse Nachfrage nach Elektroingenieuren seitens der Industrie.

Die ETH Zürich Foundation versucht, Partner für die Finanzierung dieser Initiative zu gewinnen.

Strom prägt unser Leben. Im Alltag ist Elektrizität als allzeit verfügbare Energieform schlicht nicht mehr wegzudenken, und auch in der Industrie und im Geschäftsleben gibt es kaum noch eine Tätigkeit, bei der Strom nicht in der einen oder anderen Form eine zentrale Rolle spielen würde. Die Bedeutung der Elektrizität wird in den nächsten Jahren sogar noch weiter zunehmen: Der Bedarf an Energie, die in konditionierter Form den Nutzern genau dann zur Verfügung steht, wenn sie benötigt wird, nimmt rapid zu. Dazu kommt, dass viele Anlagen, welche Energie aus erneuerbaren Quellen gewinnen, als Ausgangsprodukt Elektrizität liefern. Gleichzeitig gilt es auch, die heutige Nutzung der Energie effizienter zu gestalten und den Verbrauch an Primärenergie zu senken.

Angesichts dieser Situation ist es kein Wunder, dass in der Industrie eine grosse Nachfrage nach qualifizierten Elektroingenieuren besteht. Firmen wie ABB, Alstom, Siemens oder Bombardier, aber auch Stromversorgungsunternehmen wie Axpo oder BKW sind auf junge Nachwuchskräfte angewiesen, damit sie die bevorstehenden technischen und wirtschaft-

lichen Herausforderungen bewältigen können. Die Nachfrage kann mit hiesigen Absolventinnen und Absolventen jedoch nur zum Teil gedeckt werden. Gleichzeitig besteht bei gewissen zentralen Fragen der künftigen Stromversorgung ein enormer Forschungsbedarf.

## Wachsendes Interesse

Auch bei den Studierenden hat das Interesse zugenommen. Die Zahl der Absolventinnen und Absolventen im Bereich elektrische Energietechnik stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an. Gründe dafür gibt es verschiedene: «Zum einen erkennen viele junge Menschen, dass die Chancen, in der Elektroindustrie nach dem Abschluss des Studiums eine Stelle zu finden, sehr gut sind», erklärt Göran Andersson, Professor am Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnologie. «Zum anderen teilen immer mehr Studierende unsere Einschätzung, dass das Thema Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung gesellschaftlich äusserst relevant ist.»

Um auf diese zweifache Nachfrage zu reagieren, plant die ETH Zürich nun, den Bereich elektrische Energietechnik auszubauen. Die

drei bestehenden Lehrstühle für elektrische Energieübertragung, Hochspannungssysteme und Leistungselektronik sollen durch drei weitere Professuren ergänzt werden. Die vorhandenen Mittel reichen allerdings nicht aus, um dieses ehrgeizige Vorhaben zu realisieren. Die Hochschule sucht deshalb weitere Partner aus der Privatwirtschaft, welche diese Initiative finanziell unterstützen. Der ETH Zürich Foundation kommt auch in diesem Projekt eine wichtige Rolle zu: Sie nimmt die Anliegen der potenziellen Partner und Investoren auf und versucht, für alle Beteiligten eine optimale Lösung zu finden.

Um die drei neuen Professuren aufzubauen, werden Mittel im Umfang von 30 Millionen Franken von Partnern gesucht. Zusätzlich würde die ETH Zürich selbst weitere Mittel beisteuern. «Mit dieser Summe können drei Professuren über eine Zeitdauer von 10 Jahren finanziert werden», erklärt Andersson. «Dies ist eine wichtige Voraussetzung, damit die neuen Lehrstühle mit profilierten Experten besetzt werden können.» Gelingt das Vorhaben, dann wird die ETH Zürich in eine äusserst gute Position versetzt: Mit insgesamt sechs



Professuren würde sie weltweit über eine der stärksten Gruppen im Bereich elektrische Energietechnik verfügen.

#### **Abstimmung mit Industrie und EPFL**

Welche Fachgebiete die neuen Professuren bearbeiten sollen, wird zurzeit diskutiert. Das Departement Informationstechnologie und Elektrotechnik ist einerseits mit Vertretern der Industrie im Gespräch, andererseits aber auch mit Wissenschaftlern des Paul Scherrer Instituts in Villigen und der EPF Lausanne. Damit soll sichergestellt werden, dass die einzelnen Arbeitsgebiete möglichst optimal aufeinander abgestimmt werden. Auch wenn noch nichts entschieden ist, so liegen doch schon konkrete Ideen vor, mit welchen Themen sich die neuen Professuren befassen könnten. «Ein wichtiger Bereich sind sicher die erneuerbaren Energiequellen», erklärt Andersson. «Zum Beispiel stellt die Einbindung von Windkraft- und Photovoltaikanlagen in das bestehende Verteilnetz aufgrund der unregelmässigen Stromproduktion längerfristig eine grosse Herausforderung dar, weil der Anteil an diesen Energiequellen weiter zunehmen wird.»

Auch im Hochspannungsbereich gibt es etliche offene Fragen. «Heute existiert faktisch ein europaweites Hochspannungsnetz, das von Portugal bis Polen und von Dänemark bis Griechenland reicht», erläutert Andersson. «In diesem liberalisierten Strommarkt lassen sich die Energieflüsse nicht mehr so ohne Weiteres voraussagen, und dies kann kurzfristig zu problematischen Engpässen führen.» So gab es etwa im letzten Jahr an einem Samstagabend in Portugal, Frankreich und Westdeutschland eine Stromleitung unterbrochen werden musste. Forschungsbedarf sieht Andersson auch in den Bereichen Hochleistungselektronik und Leistungsantriebe. Und schliesslich gibt es auch bei der Entwicklung von neuen Speichermöglichkeiten für elektrische Energie zahlreiche Möglichkeiten für die ETH, sich als technische Spitzenhochschule zu profilieren. Andersson ist überzeugt, dass die Industrie und die Versorgungsunternehmen grundsätzlich Interesse haben, die Hochschule in diesem wichtigen Bereich zu unterstützen. Für die Partner, welche sich engagieren, ergeben sich dabei verschiedene Nutzen, erklärt Donald

Tillman, Geschäftsführer der ETH Zürich Foundation. «Sie haben – sozusagen direkt vor ihrer Haustüre – Zugang zu einem weltweit führenden Innovations- und Experten-Pool. Insbesondere beim Nachwuchs dürfen die Partner einen grossen Entlastungsschub erwarten. Dabei ermöglicht die ETH Zürich Foundation die einfache und effiziente Abwicklung und bringt die Interessen der Partner zusammen.» Ueli Betschart, Direktor des Branchenverbandes Electrosuisse, SEV Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik, begrüsst die neue Initiative. «Wir haben uns bei der ETH-Schulleitung in den letzten zwei Jahren dezidiert dafür eingesetzt, dass der Bereich elektrische Energietechnik bei der strategischen Planung die nötige Aufmerksamkeit erhält», erklärt er. «Die grossen Firmen suchen Hunderte von Ingenieuren, und auf diese Situation müssen wir reagieren. Deshalb unterstützt unser Verband nun auch aktiv die Bemühungen, die neuen Professuren teilweise mit privaten Mitteln zu finanzieren.» //

Felix Würsten

☎ [www.ethz-foundation.ch](http://www.ethz-foundation.ch)

## Werden Sie Partner der ETH Zürich Foundation!

Die ETH Zürich Foundation hat ein klares Ziel: Sie möchte die Wirkung der ETH Zürich verstärken, den Innovations-Output beschleunigen und den jungen Talenten eine noch bessere Ausbildung ermöglichen. Als weltweit führende Hochschule ist die ETH Zürich bereits heute von grosser Bedeutung. Sie hat in der Vergangenheit national und international entscheidend zu grossem Fortschritt beigetragen. Damit das auch in Zukunft so bleibt, braucht es erstklassige Bildung, Forschung und Innovationen. Die Vision ist ein gestärkter, dynamischer Bildungs- und Wirtschaftsstandort mit sprudelnden Ideen, Lösungen und Talenten. Die ETH Zürich Foundation sucht dazu Partnerschaften mit der Industrie, Privatpersonen und anderen Organisationen, welche mithelfen möchten, diese Vision zu verwirklichen.

Engagieren Sie sich als Partner der ETH Zürich Foundation für die Hochschule. Investieren Sie in Spitzenbildung und -forschung und ermöglichen Sie dadurch, kreative Lösungen für die globalen Herausforderungen zu finden und die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftplatzes zu stärken. Bieten Sie den besten Studierenden die Chance, eine hochkarätige Ausbildung an der ETH Zürich zu absolvieren. Fördern Sie so den Fortschritt zum Wohle der Gesellschaft.

**Ihr Beitrag bewegt und beschleunigt!**

**Wir freuen uns, Sie persönlich informieren zu dürfen.**



Kontakt:

Dr. Donald Tillman

Tel. +41 (0)44 633 69 66,

[donald.tillman@ethz-foundation.ch](mailto:donald.tillman@ethz-foundation.ch)

[www.ethz-foundation.ch](http://www.ethz-foundation.ch)

**ETH** Foundation  
Zürich



Building today  
by thinking  
of tomorrow?

Yes!!!

Yes, your ideas can contribute to conciliate development and respect of the environment at Alstom, 65,000 employees in 70 countries. As a global provider of rail transport, power generation and emission reduction technology, project management is at the heart of every contract we sign. Being committed to economic, social, and environmental sustainability takes us one step further. If you have an international outlook, discover more on our website.

[www.careers.alstom.com](http://www.careers.alstom.com)

*we are shaping the future*

**ALSTOM**

# Das Verborgene sichtbar machen

Die wissenschaftlich-technologische Entwicklung Indiens stand im Zentrum der diesjährigen ETH Presidential Lecture: R. A. Mashelkar zeigte auf, wie sein Land den Mond erobern und die Armut bekämpfen will.



Presidential Lecture 2007: R. A. Mashelkar unterstrich das enorme Potenzial Indiens. (Fotos: Monika Estermann)

Nachdem letztes Jahr die chinesische Vize-Bildungsministerin Qidi Wu die ETH besucht hatte, war dieses Jahr nun ein Vertreter Indiens an der Reihe: Raghunath Anant Mashelkar, Präsident der Indian National Science Academy und Präsident der Global Research Alliance, zeigte Mitte Oktober im Rahmen der 22. Presidential Lecture auf, wie das zweitbevölkerungsreichste Land der Welt die grossen Herausforderungen der kommenden Jahre meistern will.

Mit R. A. Mashelkar konnte einer der führenden Wissenschaftler Indiens als Referent für diese traditionelle Vorlesungsreihe gewonnen werden. Der Ingenieur leitete bis Ende 2006 als Generaldirektor das Council of Scientific and Industrial Research (CSIR), eine der grössten Forschungsinstitutionen der Welt, der 38 Laboratorien mit insgesamt 20 000 Mitarbeitenden angeschlossen sind.

Indien besitze ein enormes Potenzial, erklärte Mashelkar, und er machte in seinem Vortrag auch deutlich, dass das Land seine Position im internationalen Wettbewerb in den nächsten Jahren deutlich verbessern will. Ausdruck des gestiegenen Selbstbewusstseins ist nicht zuletzt das Raumfahrtprogramm. Läuft alles nach Plan, so wird Indien schon nächstes Jahr eine unbemannte Sonde zum Mond schicken. Auch in der Informatik nimmt das Land inzwischen eine wichtige Rolle ein. Bemerkenswert ist, dass eine verschwindend kleine Minderheit der Bevölkerung mehr als ein Drittel sämtlicher Exporteinnahmen erwirtschaftet.

Indien will aber nicht nur in vielen Hightech-Bereichen den Anschluss an die Weltspitze schaffen; das Land sieht sich auch vor die Aufgabe gestellt, die weitverbreitete Armut zu

bekämpfen. Mashelkar verglich sein Land mit einem Eisberg, von dem nur die Spitze zu sehen sei. Der grösste Teil jedoch bleibe verborgen – nämlich all jene armen Leute, welche gar nicht die Möglichkeit haben, ihre Talente zu entfalten. Dieses enorme Potenzial nutzbar zu machen, darum gehe es in den nächsten Jahren. Er selbst, erzählte Mashelkar, stamme ursprünglich auch aus einer armen Familie; dass er heute an der ETH sprechen könne, verdanke er der grosszügigen Unterstützung von Ausenstehenden, welche ihm damals den Schulbesuch ermöglicht hätten.

Bei der Bekämpfung der Armut müsse sein Land versuchen, neue Wege zu beschreiten. Die Art und Weise zum Beispiel, wie die grossen

Pharmafirmen neue Medikamente entwickeln, komme für ein armes Land wie Indien nicht in Frage. Deshalb versuche man nun, vermehrt wieder die Erkenntnisse der traditionellen indischen Medizin zu nutzen. Mit dem «Bioactive Molecule Network» wurde dazu eigens eine entsprechende Plattform installiert. Dieser sind nicht nur Hochschulen angeschlossen, sondern auch diverse andere Institutionen, die sich mit der klassischen indischen Medizin befassen. Mashelkar ist überzeugt, dass mit diesem Ansatz neue kostengünstige Heilmethoden für die Armen entwickelt werden können. Oder anders gesagt: «Innovation bedeutet, andere Dinge auf andere Weise zu tun.» //

Felix Würsten

## Alumni Programm 2008

Die ETH Alumni Vereinigung wird auch im kommenden Jahr eine Reihe von interessanten Veranstaltungen durchführen:

Den Auftakt macht am 7. Februar 2008 Monika Ribar. Am Alumni Business Dinner wird sie erläutern, wie sie als CEO den Logistikkonzern Panalpina leitet und welche Strategie sie dabei verfolgt. Bereits am Tag darauf, am 8. Februar 2008, spielt das Alumni Sinfonieorchester in der Tonhalle Zürich auf. Zusammen mit dem Solisten Thomas Grossenbacher (Violoncello) wird es das Cellokonzert op. 104 in h-Moll von Antonín Dvořák sowie Richard Strauss' Tondichtung «Tod und Verklärung» (op. 24) aufführen. Vom 14. bis 18. Mai 2008 erhalten interessierte Alumni die Gelegenheit, auf einer Studienreise nach Norwegen das vielfältige skandinavische Land von

einer neuen Seite kennenzulernen. Wer gerne etwas länger im hohen Norden verweilen möchte, kann die Reise um weitere sieben Tage verlängern. Eine ideale Einstimmung zur EM 08 bietet dann der erste Alumni-Cup: Das Grümpelturnier mit anschliessendem gemütlichem Barbecue findet am 31. Mai 2008 in Zürich statt.

Zwei kulturelle Anlässe stehen nach den Sommerferien auf dem Programm: Am 20. September 2008 findet der nächste Alumni Ball statt, diesmal als Fundraising-Ball zugunsten der ETH Zürich. Schliesslich steht am 26. Oktober 2008 noch ein Alumni Kulturbrunch auf dem Programm. Informationen zu den einzelnen Anlässen finden sich unter:

☎ [www.alumni.ethz.ch](http://www.alumni.ethz.ch)

# Bücher



Gesellschaft für Ingenieurbaukunst (Hrsg.)  
**Robert Maillart – Betonvirtuose**

→ 3., durchges. Auflage 2007, 80 Seiten,  
 zahlr. Abb. (s/w und farbig),  
 Format 23 x 20,5 cm, broschiert  
 CHF 30.–/EUR 19,90 (D), ISBN 978 3 7281 3104 1  
 vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Die Bedeutung Robert Maillarts (1872–1940) wurde in Fachkreisen schon früh erkannt. Seine Konstruktionen sind material- und kostensparend konzipiert und wirken dadurch filigran und ästhetisch ansprechend. Besonders bekannt sind seine innovativen Brückenbauten; auch im Hochbau und als Autor wissenschaftlicher Beiträge leistete er Wesentliches zur Entwicklung der Betonbauweise und des konstruktiven Ingenieurbaus.

Das Werk Maillarts veranschaulicht in hervorragender Weise das Streben nach den Idealen der Ingenieurbaukunst. Der vorliegende, reich illustrierte Band zeigt die Vielseitigkeit des Betonspezialisten.

Der Band basiert auf einer am Institut für Bau- statik und Konstruktion der ETH Zürich erarbeiteten Ausstellung. Nach gleichem Konzept sind im vdf bereits erschienen: «Ingenieur-Betonbau», «Heinz Isler Schalen», «Schweizer Eisenbahnbrücken». In Vorbereitung ist der Band «Christian Menn – Brückenbauer». //



Computerworld (Hrsg.)  
**Lexikon**

→ Aktuelle Fachbegriffe aus Informatik und Telekommunikation  
 9., aktualisierte Aufl. 2007, 480 Seiten,  
 Format 13 x 19 cm, broschiert  
 CHF 34.–, ISBN 978 3 7281 3108 8  
 vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Über 600 aktuelle Begriffe aus Informatik, Telekommunikation und angrenzenden Gebieten, die in der Fachzeitschrift Computerworld vorgestellt wurden.

Rezensionen zu früheren Auflagen:

«Nicht nur die handliche Form des Lexikons, sondern eben auch sein Inhalt machen es eigentlich auf keinem Schreibtisch entbehrlich!» («LOG IN» 133/2005, S. 77)

«Es eignet sich nicht nur zum Nachschlagen aktueller Fachtermini – vielmehr findet man auch jene, die sich letztendlich nicht durchsetzen konnten. Eine derartige historische Ausrichtung wird man in anderen Lexika eher vermissen.»

(«IT Mittelstand» 3/06, März 2006, S. 58) //



Bernard Lehmann et al.  
**Landschaften und Lebensräume der Alpen**

→ Reflexionen zum Abschluss des Nationalen Forschungsprogramms 48  
 2007, 108 Seiten,  
 Format 20 x 24 cm, broschiert  
 CHF 25.–, ISBN 978 3 7281 3142 3  
 vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Die Alpenlandschaften der Schweiz sind nicht nur Wohn- und Lebensraum und natürliche Ressource für die alpine Land- und Forstwirtschaft. Sie sind auch eine wesentliche Grundlage für den Tourismus und generell ein zentrales Element der Marke «Schweiz», Quelle für Identität und Heimatgefühl und ein Hot Spot der Biodiversität. Um sicherzustellen, dass die alpinen Landschaften die vielfältigen Ansprüche auch künftig erfüllen können, muss ihnen deutlich mehr Aufmerksamkeit zuteil werden. Gefordert sind mehr Kohärenz in der Landschaftspolitik auf allen Ebenen, eine stärkere Verknüpfung öffentlicher Transfergelder mit Leistungen zugunsten von Kollektivgütern, aber auch ein neues Verständnis der Solidarität zwischen dem Alpenraum und den urbanen Gebieten. Der Band reflektiert Voraussetzungen und Anforderungen für eine nachhaltige Landschaftsentwicklung im schweizerischen Alpenraum und vermittelt Denkanstöße und Empfehlungen für Politik und Praxis. //

## Agenda

→ bis 13. Dezember 2007

### Schweizer Stahlbau at its best

Technisches Können und architektonische Ausdruckskraft stehen im Vordergrund, wenn das Stahlbau Zentrum Schweiz alle zwei Jahre den **Schweizer Stahlbaupreis** «Prix Acier» vergibt. In die Kränze kamen bei der Ausgabe 2005/2007 das neue Letzigrund-Stadion in Zürich, das Hugo Boss Competence Centre in Coldrerio, der Limmatsteg Baden-Ennetbaden sowie der Busterminal Twerenbold, ebenfalls in Baden. Die Bauten sind im Rahmen einer hierzu vom **Institut gta des Departements Architektur** entwickelten Wanderausstellung zu sehen. Sie bleibt noch bis **13. Dezember** an der ETH und zieht danach weiter an verschiedene Schweizer Fachhochschulen, zuerst im Januar/Februar an die Berner FH Architektur in Burgdorf. Weitere Infos unter

↳ [www.szs.ch/wanderausstellung.html](http://www.szs.ch/wanderausstellung.html)

→ 7. Dezember 2007

### Ergonomie als Marktvorteil

Ergonomie am Arbeitsplatz spielt eine zunehmend wichtige Rolle im wirtschaftlichen Wettbewerb. Die Rechnung ist im Grunde simpel: Wer Unfälle und chronische Leiden vermeidet, spart Kosten. Ein Arbeitgeber, der die Fähigkeiten und Bedürfnisse seiner

Mitarbeitenden berücksichtigt, kann sich somit einen wesentlichen Marktvorteil verschaffen. Wie dies konkret erreicht wird und was es bringt, beleuchtet eine **Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Ergonomie** (SwissErgo) im Audi Max (F30) der ETH mit Referaten von Forschern und anderen Fachleuten. So wird etwa ETH-Professor **Roman Boutellier** über Ergonomie im Innovationsmanagement sprechen, Prof. **Fritz Fahrni** berichtet über Ergonomie als Mehrwert für Aktionäre, und Prof. **Heiner Bubb** vom Lehrstuhl für Ergonomie an der TU München referiert über Fahrzeugergonomie und die fruchtbare Zusammenarbeit von Hochschule und Industrie. Dauer: **10–17.45 Uhr**. Die Teilnahme kostet 100 Franken (für Studierende 25 Franken, für Mitglieder von SwissErgo 50 Franken). Anmeldung und Detailprogramm unter

↳ [www.swissergo.ch](http://www.swissergo.ch)

→ 11. Dezember 2007

### Scherbakow spielt Beethoven an der ETH

Einen Klavierabend der Extraklasse bietet die Reihe «Musik an der ETH» diesmal im **Audi Max (F30)**: Der international bekannte, in der Schweiz lebende Virtuose **Konstantin Scherbakow** gibt sich die Ehre und spielt die besonders schwierige Transkription von Beethovens Neunter Symphonie von Franz Liszt.

Eine Einführung ins Konzert gibt zuvor der Musikwissenschaftler und Programmleiter bei DRS 2, Arthur Godel. Beginn: **19.30 Uhr**. Karten sind erhältlich im Musikhaus Jecklin an der Rämistrasse 30 sowie an der Loge im Hauptgebäude der ETH. Internetbestellungen unter

↳ [www.musicaldiscovery.ch](http://www.musicaldiscovery.ch)

→ 18. Dezember 2007

### Marke und Emotion

Gefühle auszudrücken und zu interpretieren, ist eine der ältesten Formen menschlicher Kommunikation. Dadurch, dass die Interpretation von Ausdrucksformen wie Gestik, Mimik, Tonfall oder Körperhaltung jedoch immer subjektiv ist, eröffnet sich hier auch ein weites Feld sozialer Einflussnahme, wobei der Einzelne Manipulierter oder Manipulierter sein kann. Mit anderen Worten: Wo Menschen interagieren, werden Gefühle instrumentalisiert. Das gilt insbesondere auch für den Bereich der Werbung und des Marketings. Im Rahmen der Vortragsreihe «Pragmatik der Gefühle» des **Collegium Helveticum** wird **Günter Bader**, Leiter Beratung der Design- und Markenagentur NOSE, über **die Marke als emotionales Erlebnis** referieren. Die Veranstaltung findet statt im **Meridian-Saal der Semper-Sternwarte**. Beginn: **19.15 Uhr**.

**accuRESTORE** Schweiz AG  
a Resource Care Company

**Wir verlängern die Lebensdauer Ihres Accus**

### Für alle Accu Typen

- erhöhte Lebensdauer
- grössere Kapazität
- oft bessere Leistung als bei einem Neu-Accu
- das Verfahren kann mehrmals angewendet werden

Tel. 032 343 33 00

<http://www.accurestore.ch/>

# Mehr Miete für weniger Funk

Mieter in Zürich und Lugano sind bereit, bis zu 50 Franken mehr für ihre Wohnungen zu bezahlen, wenn in der Nähe keine Mobilfunkantenne steht. Für weniger Lärm und bessere Luft greifen sie noch tiefer in die Tasche. Dies zeigt eine Studie von ETH-Ökonomin Silvia Banfi.



Silvia Banfi, Leiterin der Studie  
«Zahlungsbereitschaft für eine verbesserte Umweltqualität am Wohnort»

**Frau Banfi, Sie haben die Zahlungsbereitschaft von Mietern für bessere Luft, weniger Lärm und für die Abwesenheit von Mobilfunkantennen untersucht. Welche Ergebnisse haben Sie am meisten überrascht?**

**Silvia Banfi:** Überraschend war insbesondere, dass für die Vermeidung von Elektromog durch Mobilfunkantennen eine Zahlungsbereitschaft existiert. Schliesslich ist es wissenschaftlich gar nicht erwiesen, dass Mobilfunkstrahlung gesundheitsschädigend ist. Interessant ist, dass die Bevölkerung auch für eine Verschärfung der Strahlungsgrenzwerte etwas zahlen würde.

**Die Sensibilität für die von Ihnen untersuchten Umweltfaktoren ist in Lugano generell grösser. Trotzdem sind die Luganesi weniger zahlungsbereit als die Zürcher. Wieso?**

**Banfi:** Die höhere Sensibilität in Lugano kann unter anderem damit zusammenhängen, dass die Belastungen dort seit Jahren vor allem in Bezug auf Feinstaub und Lärm sehr hoch sind und in den Medien thematisiert werden. Auch kulturelle Faktoren könnten eine Rolle spielen. Die in absoluten Zahlen geringere Zahlungsbereitschaft dürfte mit der Methodik beziehungsweise mit dem tieferen Lohn- und Mietniveau in Lugano zusammenhängen. Wenn die Befragten bereit sind, zehn Prozent mehr Miete zu bezahlen für bessere Luft oder weniger Lärm, dann liegt dieser Wert in absoluten Zahlen in Lugano tiefer als in Zürich. Für die Vermeidung von Mobilfunkantennen in der Nähe des Wohnorts sind die Luganesi dennoch bereit, mehr zu bezahlen als die Zürcher.

**Wie stark ist die Zahlungsbereitschaft an das individuelle Einkommen gekoppelt?**

**Banfi:** Personen mit höherem Einkommen sind bereit, mehr für die Miete zu bezahlen. Dadurch ergibt sich für sie auch eine höhere Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung negativer Umwelteinflüsse. Die Studie hat aber

gezeigt, dass unabhängig vom Einkommen die Wahl einer Wohnung sehr stark von den Umweltfaktoren beeinflusst wird.

**Wie erklären Sie sich die geringere Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von Elektromog im Vergleich zu den anderen Belastungen?**

**Banfi:** Offensichtlich gewichten die Leute die Beeinträchtigung durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung stärker als die Belastung durch Elektromog von Mobilfunkantennen. Dafür, dass die Schädlichkeit von Mobilfunkstrahlung nicht wissenschaftlich erwiesen ist, ist es interessant festzustellen, dass es eine signifikante Zahlungsbereitschaft für deren Vermeidung gibt.

**Die Studie dürfte die Vermieter freuen, zumal sie sehen, dass viele Menschen bereit sind, für eine saubere und ruhige Wohnumgebung noch mehr zu bezahlen als ohnehin**

**schon. Besteht die Gefahr, dass als Folge indirekt die soziale Ungleichheit gefördert wird?**

**Banfi:** Nein, absolut nicht. Vielmehr zeigt die Studie, dass sich Investitionen in eine Verbesserung der Luftqualität und des Lärmschutzes lohnen. Menschen bezahlen ja bereits heute mehr für ruhige und saubere Wohngegenden. Wir haben nur untersucht, wie gross diese Bereitschaft ist und welchen Faktoren sie zuzuordnen ist. Personen in belasteten Wohnumgebungen wurden nach der Zahlungsbereitschaft für eine Verbesserung gefragt. Personen in wenig belasteten Umgebungen wurden gefragt, wie viel man ihnen bezahlen müsste, damit sie in eine stärker belastete Umgebung ziehen. Die Erhebung zeigt also beide Wirkungsrichtungen. //

Interview: Conny Schmid

▸ [www.cepe.ethz.ch/people/staff/sbanfi/index](http://www.cepe.ethz.ch/people/staff/sbanfi/index)  
▸ [sbanfi@ethz.ch](mailto:sbanfi@ethz.ch)

## Die Studie

Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und in Zusammenarbeit mit der Universität der italienischen Schweiz haben Silvia Banfi und ihr Team am Centre for Energy Policy and Economics der ETH den ökonomischen Wert einer Verbesserung der Umweltqualität am Wohnort erforscht. In den Städten Zürich und Lugano wurden Mieterinnen und Mieter aus 405 bzw. 253 Haushalten zu ihrer aktuellen Wohnsituation befragt. Die Forschenden legten ihnen hypothetische Alternativen vor, die sich in den Ausprägungen der Umweltmerkmale Lärmbelastung, Luftbelastung, Nähe zu Mobilfunkantennen sowie in Bezug auf den Mietpreis unterschieden. Zudem ermittelten die Forscher anhand der Mietpreis-Strukturerhebung 2003, wie stark die Mietpreise im realen Markt durch die einzelnen Faktoren geprägt sind. Schliesslich, zur Validierung der Ergebnisse, fragten Banfi und ihr

Team direkt nach einem Betrag, den jemand für bessere Umweltqualität an zusätzlicher Miete zu bezahlen bereit ist. Zürcher würden für den Wechsel von einer stark in eine schwach lärm-belastete Wohnung monatlich 241 Franken (Lugano: 168) mehr Miete bezahlen. Eine Wohnung mit mittlerer Luftqualität statt einer mit schlechter Luftqualität ist ihnen 128 Franken (Lugano: 94) wert. Die Zahlungsbereitschaft, um zu vermeiden, in der Nähe einer Mobilfunkantenne (Umkreis von 150 Metern) zu wohnen, liegt in Zürich bei 35 Franken (Lugano 50) monatlich. Die Kurzfassung der Studie kann beim BAFU per Download bezogen oder in gedruckter Form für 10 Franken bestellt werden unter [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch). Ein umfassendes Buch kann beim vdf-Verlag bestellt werden unter [www.vdf.ethz.ch](http://www.vdf.ethz.ch).



# Security Intelligence Wanted. Leading Global Infrastructure and Perimeter Security.

Ihnen werden Verantwortungsbewusstsein, Teamgeist und ausgeprägte Initiative nachgesagt? Sehr gut, denn genau diese Qualitäten stehen im Einklang mit der unkonventionellen und dynamischen Firmenkultur der Open Systems. Open Systems konzipiert, entwickelt und betreibt Sicherheitsdispositive in über 70 Ländern und berät multinational operierende Unternehmen im Bereich IT- und Netzwerksicherheit.

Sie verfügen über einen Hochschulabschluss oder eine vergleichbare Ausbildung und sprechen sowie schreiben Deutsch und Englisch. Ihre starken Seiten finden sich in folgenden Bereichen:

- **Kenntnisse relevanter Internet und Intranet Protokolle**
- **Erfahrung mit Linux und/oder Sun Solaris**
- **Kenntnisse der Skript-Sprachen, wie Perl, Bourne-Shell, etc.**
- **Interesse am Umgang mit Kunden**

Im Rahmen der Mission Control Operation sind Sie autorisiert mit internationalen Organisationen und Teams zusammenzuarbeiten.

Wenn Sie sich angesprochen fühlen, freut sich Open Systems Sie kennenzulernen und erwartet gerne Ihre Bewerbung. Senden Sie Ihre Bewerbung bitte per Post oder Email ([jobs@open.ch](mailto:jobs@open.ch)) an Frau Anja Knapp.

