

ETH GLOBE

Das Magazin der ETH Zürich, Nr. 1/Februar 2007

Zukunft Energie

- Was Wissenschaftler vorhersagen
- Wie ETH-Forscher gegen den Klimawandel antreten
- Was Experten von der Kernenergie halten



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Hochschulabsolventen finden bei der seit mehr als 100 Jahren aktiven Pöyry Energy AG abwechslungsreiche Aufgabengebiete mit zahlreichen attraktiven Entwicklungsmöglichkeiten in einem multidisziplinären Umfeld. Für die Erarbeitung optimaler Lösungen für Projekte auf der ganzen Welt sind wir auf kompetente und kreative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter angewiesen.

Pöyry Energy AG beschäftigt Mitarbeitende in den folgenden Fachbereichen:

- Energy Consulting
- Thermische Anlagen
- Wasserkraft
- Öl und Gas
- Erneuerbare Energie
- Regionale Dienste

Pöyry Energy AG (ehemals Electrowatt-Ekono AG)
Hardturmstrasse 161, Postfach, CH-8037 Zürich
Tel.: +41 44 355 55 54, Fax: +41 44 355 55 56, E-Mail: energy.ch@poyry.com



Competence. Service. Solutions.

www.poyry.com



Inhalt

5 ETH Persönlich

6 ETH Brennpunkt

Forschung für das Energiesystem der Zukunft

8 Dossier Klima und Energie

8 Energieversorgung quo vadis? – Szenarien von Experten

14 Der Blick fürs Ganze – Ökobilanzen

15 Schnelles Wachstum als Problem – Indien und China im Fokus der Energieforscher

18 Forschung für eine saubere Zukunft – Neue Technologien aus dem Hause ETH

24 Streitfall Kernenergie – Ein Gespräch mit Fachleuten aus Forschung und Politik

29 Antreten zum Wissens-Check – Energiequiz mit überraschenden Lösungen

30 Offroader oder Hybridfahrzeug? – Wie Autokäufer entscheiden

32 Energie studieren – Ein neuer, interdisziplinärer Lehrgang

34 Strommarktöffnung – Ein Unternehmer und ein Forscher über Chancen und Risiken

39 ETH Projekte

39 SiROP – süsser Einstieg in die Forschung

42 ETH Porträt

42 Mit Felicitas Paus dem Universum auf der Spur

44 ETH Partner

44 ETH Foundation: Ein Bau für die Informationszukunft

47 ETH Alumni: Einblicke von oben

48 ETH Input

48 Medien

49 Treffpunkt

50 Nachgefragt

ABB macht Dampf in der Energiespar-Technologie.



Höhere Effizienz im Umgang mit Ressourcen bei gleichzeitiger Produktivitätssteigerung – ABB ist in der Schweiz auf diesem Weg mit weltweit führenden energiesparenden Lösungen dabei. Erfahren Sie mehr über ABB und ihre Energie- und Automatisierungs-Technologien unter www.abb.ch



01_ Annette Oxenius

02_ Werner Oechslin

03_ Simon Ammann



Kluge Köpfe

01_ Im «All-Star-Team»

«Promoting the scientific leaders of tomorrow» ist das erklärte Ziel. Eine davon ist vielleicht Annette Oxenius. Unter den 21 Forscherinnen und Forschern, welche die European Molecular Biology Organization (EMBO) für ihr prestigeträchtiges Young Investigator Programme ausgewählt hat, ist eine Vertreterin der ETH: die Assistenzprofessorin für Immunologie Annette Oxenius. In dieser Auswahl zu sein, ist eine grosse Ehre. Zur Wahl standen über 150 aussergewöhnliche Wissenschaftler aus ganz Europa.

Annette Oxenius ist seit Juni 2002 Assistenzprofessorin für Immunologie an der ETH Zürich. Ihr Studium in Biochemie, Molekularbiologie und Immunologie absolvierte die gebürtige Zürcherin jedoch nebenan an der Universität Zürich. Für ihre Dissertation forschte sie anschliessend am Institut für Experimentelle Immunologie im Laboratorium von Hans Hengartner und Nobelpreisträger Rolf Zinkernagel. Nach einem Postdoc-Aufenthalt im renommierten Oxford kehrte sie an die ETH Zürich zurück. Hauptthema ihrer Forschungen an der ETH sind die molekularen, zellulären und systemischen Mechanismen angeborener oder erworbener Immunabwehr gegen virale oder bakterielle Infektionen.

Das EMBO Young Investigator Programme unterstützt Wissenschaftler, die dabei sind, in den nächsten 4 Jahren ihre eigenen Laborarbeitsgruppen zu errichten. Die Nachwuchsforscherinnen und -forscher profitieren von Mentor-Programmen, professionellem Training und einer jährlichen Preissumme von 15 000 Euro. Das Programm besteht seit dem Jahr 2000 und unterstützt inzwischen ein Netzwerk von 70 Wissenschaftlern. //

02_ Ehre für Büchersammler

Werner Oechslin, ETH-Professor für Kunst- und Architekturgeschichte, erhält den diesjährigen Innerschweizer Kulturpreis in der Höhe von 20 000 Franken. Der Stiftungsrat der Innerschweizer Kulturstiftung, der aus den Bildungs- und Kulturdirektoren der sechs Zentralschweizer Kantone besteht, würdigt mit dieser Preisvergabe die herausragende kunst- und architekturhistorische Lehr-, Forschungs- und Publikationsarbeit von Werner Oechslin. Die Jury ehrt zudem seine grossen Verdienste um seine einzigartige geistesgeschichtliche Quellensammlung und die Errichtung seiner Bibliothek in Einsiedeln als «spezieller und wertvoller Ort der Kultur in der Zentralschweiz». Der Preis wird am 27. Oktober in Einsiedeln übergeben. Der grösseren Öffentlichkeit bekannt geworden ist Werner Oechslin letztes Jahr als Gründer und Stifter der «Stiftung Bibliothek Werner Oechslin». Diese Bibliothek in Einsiedeln umfasst mehr als 50 000 Bücher, einige davon sind älter als 500 Jahre. Oechslin sammelt seit seiner Studienzeit leidenschaftlich Bücher, die er mit der Eröffnung seiner Bibliothek im Juni 2006 dem Publikum zugänglich gemacht hat. Mit der ETH hat der Wissenschaftler einen Nutzungsvertrag abgeschlossen. Gebaut wurde die Bibliothek vom bekannten Tessiner Architekten Mario Botta.

An der ETH leitete Werner Oechslin von 1987 bis 2006 das Institut für Geschichte und Theorie der Architektur (gta). Im Lauf seiner akademischen Karriere hat Oechslin zahlreiche bedeutende Publikationen über die Architektur- und Kunstgeschichte des 15. bis 20. Jahrhunderts geschrieben, als neueste Werke den umfassenden Semper-Katalog und die Monografie «Palladianesimo» (2006). //

03_ Sauber abgehoben

«Sauber abheben und schön fliegen ist das Grösste», sagt er. Und landete prompt auf dem Siegerpodest. Simon Ammann, Dritter bei der 4-Schanzen-Tournee der Skispringer dieses Winters, ist ETH-Student und Medienliebling. Denn er schaffte es, den 1. Podestplatz seit 1979 für die Schweiz zu holen.

Seit Herbst 2006 studiert Simon Ammann Elektrotechnik an der ETH. Ein offenbar beflügelndes Studium. Das sieht auch Simon Ammann so: «Das Studium ist sehr vielseitig und liegt genau in meinem Interessengebiet. Ich will bis zum Ende meiner Karriere als Skispringer den Bachelor erwerben.» Immerhin, ganz einfach ist es nicht, die Sportkarriere mit dem Studium zu vereinbaren. Da braucht es schon Willen von beiden Seiten. Und der ist eindeutig vorhanden. Die ETH kam dem ehrgeizigen Jungsportler mit einer toleranten Regelung entgegen: «Ich kann das Basisjahr auf zwei Jahre ausweiten und habe daher nicht das volle Pensum. Das ist überaus grosszügig!», freut sich Simon Ammann. Das erste Semester ist überstanden – nicht ganz herausforderungsfrei, wie der junge Skispringer offen zugibt: «Ich hätte gerne jede Stunde besucht und dafür am liebsten viele andere Termine sausen lassen. Dies abzuwägen, war mitunter schwierig. Zusätzlich erschweren mir meine eher mässigen Mathekenntnisse aus der Kanti-Zeit einen reibungslosen Studienablauf. Alles in allem ist das Studium aber eine grandiose neue Welt, die mir sehr gefällt.» Sein Springer-Ehrgeiz ist auch hier ungebrochen. Was er mit dem Studium einmal anfangen will? «Ich möchte gerne in der Grundlagenforschung landen», lautet die Antwort. //

Newsticker

→ Neue Professur für Logistik

Die Kühne-Stiftung finanziert die Errichtung einer «Professur für Internationales Logistik-Management» an der ETH Zürich. Zugleich wurde dem mit der ETH eng verbundenen Forum für Supply Chain Management (Forum-SCM) eine finanzielle Unterstützung der Executive-MBA-Programme zugesagt. Der Förderumfang in den nächsten vier bis fünf Jahren beträgt zirka 6 Mio. Schweizer Franken. Zielsetzung und Grundausrichtung der Professur sind Lehre und Forschung im Bereich des Logistikmanagements mit besonderer Betonung auf globaler Wertschöpfung bei Supply Chains (Lieferketten). Von Bedeutung ist die Verknüpfung der technischen Ausrichtung der ETH Zürich mit betriebswirtschaftlichen Inhalten (Logistik-Management). Die Professur ergänzt in idealer Weise die Aktivitäten des D-MTEC (Department für Management, Technologie und Ökonomie) sowie verwandter Professuren an der ETH Zürich und an der Universität Zürich.

→ Bundesamt für Energie ehrt Pac Car II

Das ETH-Projekt Pac Car II ist eines von acht innovativen Energieprojekten, das vom Bundesamt für Energie den Preis «Watt d'Or» erhalten hat. Das ETH-Institut für Mess- und Regeltechnik gewann den Preis in der Sparte «Energieeffiziente Mobilität» für die Entwicklung des Pac Car II, der im Jahr 2005 mit Wasserstoff im Äquivalent von einem Liter Benzin hochgerechnet 5383 km weit fahren konnte und damit einen Weltrekord erzielte.

☞ www.ethlife.ethz.ch/articles/news/wattdor.html

→ Energy Made in Switzerland: Öffentliche Vorträge

«Energy Made in Switzerland» – unter diesem Titel startet ab dem 22. März 2007 die neue Vortragsreihe des Energy Science Centers der ETH Zürich. Exponenten aus Wissenschaft, Industrie, Politik und Wirtschaft beleuchten das Thema Energie aus vielschichtiger Perspektive und laden ein zum gemeinsamen Nachdenken über die Energieperspektiven der Schweiz. Weitere Informationen:

☞ www.esc.ethz.ch/news/colloquia

Forschung für das Energiesystem der Zukunft

Das globale Energiesystem ist in seiner heutigen Gestaltung für eine wachsende, in Wohlstand lebende Weltbevölkerung nicht aufrechterhalten. Die wichtigsten Herausforderungen lassen sich klar formulieren:

a) die energiebedingten Treibhausemissionen, insbesondere des Kohlendioxids (CO₂). Sie leiten schon jetzt eine substantielle Änderung des globalen Klimas ein.

b) der Druck auf die verbleibenden vor allem fossilen Primärenergiequellen, deren Ertrag mit dem wachsenden Bedarf langfristig nicht Schritt halten kann. Geopolitische Verwerfungen und schockartige Auswirkungen auf die Weltwirtschaft aufgrund instabiler Preise werden wahrscheinlich.

c) lokale und regionale Umweltschäden durch Schadstoffe, die bei Energieumwandlungsprozessen entstehen, mit negativen Auswirkungen auf Gesundheit, Produktivität und Lebensqualität.

Letztgenannte Probleme lassen sich bei einer konsequenten Umsetzung von Technologien und entsprechenden «Policy-Instrumenten» mittelfristig entschärfen: PKW-Antriebe mit «Fast-Null»-Emissionen (ausser CO₂) werden flächendeckend in 10–20 Jahren verfügbar sein, und zwar als weitgehend hybride, verbrennungsbasierte Systeme.

Zentral ist jedoch ohne Zweifel der Klimawandel. Würde das CO₂-Problem prioritär angegangen, so ergäben sich auch fast automatisch positive Auswirkungen auf die Ressourcenengpässe bei Öl und Gas und teilweise bei Kohle.

Wo stehen wir heute?

Noch heute sind nur einer kleinen Minderheit der Bevölkerung die Zusammenhänge innerhalb des Energiesystems bekannt, so z. B., dass: → über 40% der weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen von der Stromerzeugung herühren; der gesamte Personen- und Güterverkehr verursacht demgegenüber einen etwa halb so grossen Ausstoss.

→ etwa die Hälfte des heute täglich verbrauchten Erdöls für Heizung und Warmwasser in Gebäuden bei Temperaturen um die 50 °C aufgewendet wird.

→ die Effizienzsteigerungspotenziale in jedem Schritt der Energieumwandlung (von der Primär- über die End- zu der Nutzenergie) sehr gross sind: An jeder Umwandlungsstufe wird heute etwa ein Drittel der Primärenergie thermodynamisch verloren. Eine intelligente Gestaltung von Energiedienstleistungen zur Minimierung des Nutzenergiebedarfs birgt ebenfalls eine grosse, oft verkannte Chance.

Was ist zu tun?

→ Grosse Einsparungen an Niedertemperaturwärme sind – zusätzlich zu Niedrigenergiebedarf-Gebäuden – durch einen kleinen Anteil von Elektrizität (Exergie) zum Antrieb von Wärmepumpen und unbegrenzt verfügbare – Umgebungswärme (Anergie) machbar.

→ Ein Vergleich der Effizienz der Energieumwandlungsketten zeigt, dass die Substitution von Kohlenwasserstoffen als Energieträger für den Verkehr langfristig direkt über Elektrizität erfolgen soll. Wasserstoff für die Mobilität würde erst Sinn machen, wenn zum Beispiel die solarchemische Erzeugung grosse Fortschritte macht.

→ Bei den Biotreibstoffen ist zu beachten, dass nur bei einigen wenigen Herstellungsverfahren deren gesamte CO₂-Bilanz deutlich positiv ist und dass das Anbaupotenzial begrenzt ist.

→ Eine Schlüsselrolle beim Übergang zu einem CO₂-armen globalen Energiesystem spielt die Gestaltung der Stromerzeugung. Zurzeit werden dazu weltweit über 60% durch fossile Brennstoffe sowie je ein Sechstel durch Kernenergie und Wasserkraft beigesteuert. Ausser der Windenergie ist der Beitrag von sonstigen erneuerbaren Energien noch marginal.

→ Wichtig ist hier eine optimale zeitliche Staffelung der CO₂-Minderungsmaßnahmen. So ist Erdgas gegenüber Kohle eindeutig vorzu-



Konstantinos Boulouchos, Leiter des Energy Science Center der ETH, plädiert für eine interdisziplinäre Energieforschung. (Foto: Daniel Boschung)

ziehen und der Ersatz alter Kohlekraftwerke muss forciert werden. Wenn neue Kohlekraftwerke gebaut werden dürfen, dann nur unter der Auflage von mindestens 90% CO₂-Sequestrierung. Dazu muss jedoch noch viel Forschungsarbeit geleistet werden. Die Kernenergie kann in den Industrieländern für eine Übergangszeit eine Entlastung bringen, ihr Ausbaupotenzial weltweit ist aber im Hinblick auf vielfältige Risiken beschränkt. Die solarthermische Stromerzeugung kann in günstigen geographischen Breiten bald konkurrenzfähig werden.

→ Mittel- (~2035) bis langfristig (ab 2050) muss der Anteil erneuerbarer Elektrizitätserzeugungsmöglichkeiten relevant beziehungsweise dominant werden. Vom Ausbaupotenzial her steht die Photovoltaik an erster Stelle, Windenergie und Wasserkraft werden mit einigem Abstand folgen.

Dieser Entwicklung stehen jedoch zwei Probleme im Wege: erstens die noch sehr hohen Investitionskosten für die Photovoltaik und zweitens die intermittierende Verfügbarkeit

«Das Energy Science Center entwickelt eine kohärente Strategie zum globalen Energiesystem im 21. Jahrhundert.»

von Wind- und Sonnenenergie. Das Problem kann nur unter grossen Anstrengungen in Forschung und Entwicklung, begleitet durch die finanzielle Unterstützung des Ausbaus gelöst werden. Unentbehrlich sind aber auch wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der elektrischen Energiespeicherung.

→ Ganz wichtig ist der Beitrag der Sozialwissenschaften, damit Entscheidungsmechanismen verstanden und gesellschaftspolitisch robuste Strategien entwickelt werden können.

Die Strategie der ETH

Am Energy Science Center der ETH Zürich arbeiten mehr als 35 Forschungsgruppen aus allen genannten Gebieten. Das ESC entwickelt

zurzeit eine kohärente Strategie zum globalen Energiesystem im 21. Jahrhundert, wobei die Schweiz als besonders wichtiger Bilanzrahmen betrachtet wird. Das Strategiepapier wird im Sommer 2007 fertiggestellt sein. Es will einerseits Empfehlungen für die Politik und Verwaltung ausarbeiten und den «opinion leaders» in der Gesellschaft die Sicht der Wissenschaft vermitteln. Andererseits sollen aber neue zukunftssträchtige Forschungsgebiete für die ETH Zürich aufgezeigt werden. Entsprechende Konsequenzen sollen dann für Inhalt und Form der Aus- und Weiterbildungsangebote gezogen werden. Und schliesslich wollen wir damit im Dialog mit der Industrie die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Schweiz im Energiebereich stärken. //

Konstantinos Boulouchos
Professor am Institut für Energietechnik und
Vorsitzender des Leitungsausschusses des Energy Science
Centers (ESC)

☞ www.esc.ethz.ch

Vordringliches Problem CO₂:
 1 Klimaschäden treffen arme Länder besonders.
 Flussboot auf einer Sandbank östlich von Barreirinha in
 Brasilien während einer der schwersten Dürren im
 Amazonas (Oktober 2005). (Foto: Daniel Beltrá)

Wohin die Welt steuert

Szenarien, wie die Weltgesellschaft in Zukunft ihren Energiebedarf decken wird und mit welchen Auswirkungen, gibt es viele. Vorschläge für mögliche Massnahmen auch.

ETH GLOBE befragt Experten aus der ETH, aus Politik und Wissenschaft zu den wichtigsten Tendenzen.

Text: Roland Fischer

Die Zeiten des sorglosen Energieverbrauchs sind ein für allemal vorbei, von allen Seiten werden mahnende Stimmen laut: Die Ölressourcen gehen zu Ende! Wir steuern auf Versorgungsengpässe in den nationalen Netzen zu! Der CO₂-Ausstoss muss besser heute als morgen begrenzt werden! Die Abhängigkeit von den Ölstaaten ist ein wirtschaftliches Vabanquespiel! Es ist nicht ganz leicht, sich in diesem Chor zu orientieren. Politik, Wirtschaft und Wissenschaft versuchen ihre Stimme gleichermaßen einzubringen. Wohin geht der Weg – kurz-, mittel- und langfristig? Auf den nächsten Seiten soll versucht werden, die wahrscheinlichsten Szenarien aufzuzeigen, aus wissenschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Perspektive.

Energiepolitik und Klimapolitik

In den letzten Monaten sind eine ganze Reihe von Berichten erschienen, die sich mit dem Thema Energiezukunft beschäftigen und die ein grosses Echo fanden: Von weltweiter Bedeutung waren sowohl der jüngste World Energy Outlook der Internationalen Energieagentur (IEA) wie der Stern-Report, der sich mit der Klimaproblematik aus ökonomischer Sicht beschäftigt. Auf nationaler Ebene sorgte der Schlussbericht des Forums Energieperspektiven für energiepolitischen Gesprächsstoff. Der Stern-Report hat wohl am meisten für Aufsehen gesorgt, da er sowohl mit einem prominenten Verfasser (Stern ist ehemaliger Weltbank-Chefökonom) als auch mit spektakulären Zahlen aufwartet. Stern betrachtet die Folgen

der drohenden Klimaveränderungen mit den Augen des Ökonomen, das heisst, er berechnet die Kosten, die der Weltwirtschaft zu erwachsen drohen, wenn sie sich dem Problem nicht stellt. Sein Schluss ist so einfach wie nüchtern: Es wird uns um vieles teurer zu stehen kommen, die Klimaschäden zu berappen, als jetzt die nötigen Investitionen zu tätigen, um sie weitgehend zu verhindern. Die Folgekosten des Klimawandels dürften im Rahmen von 5–20% des globalen Bruttoinlandprodukts liegen, wohingegen Massnahmen zur Stabilisierung der Treibhausgasemissionen nur rund 1% des BIP ausmachen würden.

Zwar gibt es von wissenschaftlicher Seite bereits Überlegungen, wie das CO₂, das hauptsächlich für den Treibhauseffekt verantwortlich ist, im grossen Stil aus der Atmosphäre reabsorbiert werden könnte. Doch sind sich die Experten im Grunde einig, dass der Hauptansatzpunkt bei der Energieeffizienz und den geeigneten Primärenergieformen liegt und dass man den Ausstoss des Kohlendioxids bei der Nutzung fossiler Brennstoffe begrenzen muss. Aus diesem Grund ist Klimapolitik zwingend auch Energiepolitik.

Jedoch ist Energiepolitik nicht allein Klimapolitik, gibt Massimo Filippini, Professor für Volkswirtschaftslehre und Energiewirtschaft an der ETH, zu bedenken. Auf dem politischen Parkett gilt es noch weitere Aspekte zu berücksichtigen. Die Versorgungssicherheit spielt bei energiepolitischen Entscheidungen eine mindestens ebenso wichtige Rolle, und die Klimafrage teilt sich die Aufmerksamkeit mit lokalen Um-

weltanliegen, sei es Feinstaub, Smog oder Atommüll. Die Klimaproblematik hingegen ist das erste ernsthafte umweltpolitische Thema von globaler Dimension, und das stellt uns vor ein grundsätzliches Problem. «Es gibt keine globale Energiepolitik», bringt es Massimo Filippini auf den Punkt. Die Welt kennt keine Energie-UNO, die sich um eine nachhaltig funktionierende Energiepolitik kümmern würde und auch mit der Macht ausgestattet wäre, Sanktionen zu verhängen. Das Beispiel des Kyoto-Protokolls hat das eindringlich gezeigt: Aller Voraussicht nach werden die gesteckten Ziele auf breiter Front verfehlt, und niemand hat ernsthafte Konsequenzen zu befürchten. So gesehen war das Kyoto-Protokoll nur ein erster Schritt.

Ernst Ulrich von Weizsäcker kennt die internationalen Strukturen genau. Der Physiker bewegt sich seit Jahrzehnten zwischen Wissenschaft und Politik, unter anderem als Direktor des UNO-Zentrums für Wissenschaft und Technologie. Von der IEA erhofft er sich in Sachen Nachhaltigkeit nicht viel: «Die Agentur ist in den 70er Jahren als Antwort auf die Ölkrise und die mächtige Position der OPEC gegründet worden. In ihr suchten sich die grossen Nachfrager-Staaten gut zu organisieren.» Die IEA orientiert sich stark an Fragen der Versorgungssicherheit, Umweltthemen sind zweitrangig. Auch in ihrem jüngsten Bericht ist die Reihenfolge klar: «Die Sicherung der Energieversorgung steht erneut ganz oben auf der internationalen politischen Agenda. Bei der derzeitigen Energieversorgungsstruktur ist >



Szenarien, an die wir uns gewöhnen müssen?

1 Künstlicher Schnee in der Halle, Xanadu, Spanien.
Der Schnee wird von 7 500 000-Watt-Kühlmaschinen produziert.

(Foto: Pierre MÉRIMÉE/Corbis)

2 Überschwemmungen als Folge des Klimawandels werden häufiger.

(Foto: Noah K. Murray/Star Ledger/Corbis)

jedoch die Gefahr einer schwerwiegenden und irreversiblen Schädigung der Umwelt gegeben – einschliesslich Veränderungen der globalen Klimabedingungen.» Dementsprechend widerspiegeln die Richtlinien in den regelmässig erscheinenden World Energy Outlooks für Weizsäcker für gewöhnlich «nichts Kühnes, sondern etwas, womit auch die USA leben können.»

Dennoch wird auch der von der IEA angeschlagene Ton immer drängender. Walter Steinmann, Direktor des Bundesamts für Energie (BFE): «Der World Energy Outlook zeichnet ein düsteres Bild der Zukunft, wenn wir weitermachen wie bisher.» Er hört aus dem Bericht die Mahnung an die Industrieländer heraus, den Absichtserklärungen nun konkrete Taten bei der Energieeffizienz und der Förderung erneuerbarer Energien folgen zu lassen: Ansonsten wird unsere Energieversorgung immer atom- und kohlenstofflastiger, unsicherer und volkswirtschaftlich sehr teuer.

«Die Tendenz zu einer Verteuerung der Energie ist ein Riesenglück, in jeder Hinsicht.» Ernst Ulrich von Weizsäcker

Ernst Ulrich von Weizsäcker

erbarer Energien folgen zu lassen: Ansonsten wird unsere Energieversorgung immer atom- und kohlenstofflastiger, unsicherer und volkswirtschaftlich sehr teuer.

Energieeffizienz als Wettbewerbsvorteil

Tatsächlich beginnt sich der Markt dieses Problems so langsam anzunehmen – gezwungenermassen. Wenn der Ölpreis weiter so steigt wie bisher, werden die fossilen Energieträger deutlich an Attraktivität einbüßen, schon lange bevor es zu einer ernsthaften Ressourcenknappheit kommt. «Auf absehbare Zeit wird das Öl nicht knapp», ist Ernst Ulrich von Weizsäcker überzeugt, allerdings handle es sich dabei um teures Öl, weil es nicht mehr so leicht zu fördern sei. Er hält die allgemeine Tendenz zu einer Verteuerung der Energie für ein «Riesenglück, in jeder Hinsicht». Denn den Energieverbrauch einfach der ständig steigenden Nachfrage folgen zu lassen, stellt für ihn kein realistisches Szenario dar. Auch die nichtfossilen Energielieferanten hätten nur mehr ein begrenztes Wachstumspotenzial, die Wasserkraft sei vielerorts (zum Beispiel in der Schweiz) schon fast ausgeschöpft, und auch die «Lieblinge der Ökoszene» könnten da nicht so leicht in die Bresche springen. Bei der Atomenergie schliesslich sieht er vor allem ein Sicherheitsproblem, weil das stärkste Energiewachstum in Ländern zu erwarten ist, die sich nicht unbedingt durch grosse politische Stabilität auszeichnen.

«Wir verschwenden Energie ohne Ende», findet Ernst Ulrich von Weizsäcker, und deshalb muss die Lösung seiner Ansicht nach über die Erhöhung der Energieproduktivität gesucht werden. «Alle haben ein Interesse, weniger Energie zu konsumieren», sagt auch Massimo Filippini. Das Klima ist zwar ein globales öffentliches Gut, das heisst, jeder profitiert von den Investitionen eines Einzelnen, was natürlich zum «Trittbrettfahren» einlädt. Er sieht jedoch auch zwei direkte «Dividenden» für ein Land, das seinen Beitrag zur Energieeffizienz leistet: Lokal profitiert man von besserer Lebens- wie

»

Energienavigator

Der Energienavigator ist ein Softwaretool zur Prognose der Energieentwicklung in der Schweiz. Entwickelt worden ist er in enger Zusammenarbeit zweier ETH-Institute, die sich von verschiedener Warte aus intensiv mit energetischen Problemen beschäftigen. Die technische Seite übernahm das Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme des Instituts für Energietechnik unter der Leitung von Prof. Konstantinos Boulouchos. Die wirtschaftlichen Zusammenhänge wurden von der Professur Eberhard Jochems vom Centre for Energy Policy and Economics beigesteuert.

Der Energienavigator erlaubt die Berechnung der Auswirkungen verschiedener energiepolitischer Szenarien, sowohl was den Energieverbrauch (Elektrizität, Verkehr, Heizung) wie auch die damit verbundenen Umweltaspekte (insbesondere den CO₂-Ausstoss) betrifft. Diese Resultate sind für viele Akteure im Energiesektor interessant – das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich zum Beispiel will damit die Planung des Netzes optimieren. Um die Nutzung für externe Fachleute möglichst einfach zu machen, arbeitet man derzeit an einer optionalen Nutzeroberfläche.





Energieforschung für die Zukunft:

1 ETH-Forscher erproben energieeffizientes Bauen unter extremen Bedingungen: Konzept für die Monte-Rosa-Hütte.

2 Ein Modell für das sparsame Verkehrsmittel der Zukunft: Pac Car II der ETH Zürich.

Nachhaltige Energiezukunft der Gebäude.

Die Professur für Gebäudetechnik an der ETH Zürich hat dazu eine aktuelle Broschüre erarbeitet. Die Broschüre vermittelt die nötigen physikalischen und ökonomischen Grundlagen zur Transformation des Bauwerks Schweiz in die Zeit ohne fossilen Kohlenstoff. Sie liefert Informationen zur Dynamik neuer Technologien für eine bessere Stromeffizienz und eine CO₂-freie Stromproduktion ohne künftige Altlasten. Die zurzeit offenen Fragen der Gebäudebeheizung und der Stromproduktion (Stromlücke) werden mit dem neuen Weg «viagialla» beantwortet.

Die Professur für Gebäudetechnik an der ETH Zürich wird in den kommenden Jahren wichtige Elemente der «viagialla» weiterentwickeln und beschreiben. Broschüre und weitere Informationen unter:

↳ www.viagialla.ch

Umweltqualität, und die Exportindustrie wird gefördert, wenn man innovative Technologien entwickelt. Und gerade beim zweiten Punkt ist «Europa in der Poleposition», davon ist auch Ernst Ulrich von Weizsäcker überzeugt. Die unlängst von der EU formulierte ehrgeizige Strategie für eine nachhaltige und effiziente Energiepolitik ist insofern nicht aus einem umweltpolitischen Idealismus geboren, denn die Nachfrage nach energieeffizienten Technologien wird weltweit stark zunehmen. Die Chinesen zum Beispiel werden «sofort darauf fliegen», wie es Ernst Ulrich von Weizsäcker ausdrückt. China leide am allermeisten durch den Energiepreisschock, denn dort sei man nicht reich genug um die Energie gedankenlos zu verschwenden.

Aktionsfelder auf vielen Ebenen

Konstantinos Boulouchos ist als Leiter des Energy Science Center (ESC) der ETH der Experte, wenn es um die konkrete Umsetzung dieser Vorgaben geht. Für ihn ist die Marschrichtung klar, vor allem kurzfristig: «Fast die Hälfte des weltweiten Erdölverbrauchs geht in die Erzeugung von Wärme; dieser Anteil muss runter.» Es ist tatsächlich eine Sünde, hochwertige Rohstoffe wie das Erdöl einfach zu verheizen, denn ausgereifte Alternativen in diesem Bereich sind längst vorhanden. In den nächsten zwanzig Jahren dürften wir, Experten zufolge, eine Revolution im Häuserbau erleben. Gebäude werden konsequent isoliert sein, Warmwasser wird man zu einem Grossteil durch Solaranlagen und Heizwärme durch Wärmepumpen erzeugen.

«Die Hälfte der fossilen Energie geht in die Wärmeerzeugung. Dieser Anteil muss runter.» Konstantinos Boulouchos, ETH

Als nächstes muss man sich dem Verkehr zuwenden, da werden aber laut Konstantinos Boulouchos auch grössere Anstrengungen nur eine begrenzte, allerdings dringend erforderliche Steigerung der Energieeffizienz bringen. Der Energieverbrauch von Autos wird sich mit grosser Anstrengung mittelfristig wohl halbieren lassen, doch ohne Treibstoffe auf fossiler Basis wird man in absehbarer Zeit nicht auskommen. Biotreibstoff aus Agrarproduktion beispielsweise wird nur einen kleinen Teil der Nachfrage decken können, und Alternativen wie das Wasserstoffauto kommen derzeit nicht vom Fleck, nicht so sehr wegen der Kosten, sondern wegen der niedrigen Effizienz der gesamten Umwandlungskette.

Bei der Elektrizität schliesslich hofft Konstantinos Boulouchos, dass sich die Technologie bei den erneuerbaren Energien rasch hochschaukeln wird und die Kosten runterkommen werden. Zentral sind zusätzlich aber geeignete Speichermethoden für die elektrische Energie. Auf zeitgemässe Varianten der fossilen Energieerzeugung (wie Gaskraftwerke) hingegen möchte er in grösserem Ausmass erst setzen, wenn man die CO₂-Abtrennung beherrscht. Ein Transfer der Techniken zur CO₂-Abtrennung vom Labor in die Praxis wäre in 10 bis 15 Jahren machbar, schätzt er.

Und die Kernenergie? Thomas Stocker, Leiter der Abteilung für Klima- und Umweltphysik an der Universität Bern, ist überzeugt, dass die

Erneuerung beziehungsweise Ablösung bestehender Anlagen in der Schweiz überprüft werden muss, um mittelfristig entstehende Lücken zu überbrücken. Für ihn ist die generelle Zielsetzung klar: «Es muss sofort ein aggressives Forschungs- und Entwicklungsprogramm gestartet werden, zunächst hin zur CO₂-armen und schliesslich zur CO₂-losen Gesellschaft.» Diese hält er global Ende des 21. Jahrhunderts für realisierbar. «Und wer es schon früher schafft, der wird energiepolitisch unabhängig und kann entstehende Märkte besetzen.» Denn CO₂-lose Energie wird, wie auch immer, eher lokal bereitgestellt, und das dürfte sie auch für Ökonomen, die sich um die Versorgungssicherheit sorgen, zusehends attraktiver machen. Stocker geht davon aus, dass «die Erneuerbaren stark gefördert werden müssen», doch sieht auch er längerfristig einen «grossen Return», auch wirtschaftlich.

Was man fördert und wie diese Förderung am besten aussieht, das fällt dann wiederum in die Domäne der Ökonomen und Politiker. Für Massimo Filippini ist eines grundsätzlich klar: «Wir sind im Energiesektor mit einem Marktversagen konfrontiert – deshalb brauchen wir mehr Staat.» Die Energiepreise widerspiegeln nicht alle Kosten, weshalb man nach Wegen suchen muss, auch die externen Kosten (wie eben kurz- und langfristige Umweltschäden) zu internalisieren. Am liebsten sehen Ökonomen natürlich marktorientierte >

Den Blick aufs Ganze richten

Wie sauber sind saubere Energien wirklich? Stefanie Hellweg, ETH-Professorin für ökologisches Systemdesign, über die Ökobilanzen.

Instrumente, zum Beispiel ökologische Steuerreformen, die einen Kurswechsel über Anreize einzuleiten versuchen. Massimo Filippini glaubt aber, dass es damit nicht getan ist, und dass der Staat auch direkt über Vorschriften (zum Beispiel im Bausektor, wo man bei Neubauten zwingend Wärmepumpen verlangen könnte) eingreifen müssen. Und nicht zuletzt hofft er auch auf einen kulturellen Wandel, eine grössere Bereitschaft zum Umdenken auf freiwilliger Basis.

Insofern könnte die ETH als Bildungsinstitut eine doppelte Verantwortung wahrnehmen. Einerseits vermag sie die Studenten für die Energieproblematik zu sensibilisieren, und andererseits kann sie mit ihrem technischen Know-how konkrete Lösungen erarbeiten. «Ich fände es exzellent», wirbt Ernst Ulrich von Weizsäcker, «wenn die ETH sich mit der Indus-

«Die Industrienationen müssen konkrete Taten bei der Energieeffizienz und der Förderung erneuerbarer Energien zeigen.»

Walter Steinmann, Direktor des Bundesamts für Energie

trie zusammensetzen würde, um ein grossartiges Programm zu erarbeiten, weit ehrgeiziger, als es auf den politischen Agenden steht.» Genau das hat sich das Energy Science Center der ETH Zürich als strategische Priorität zum Ziel gesetzt. //

World Energy Outlook 2006:

▸ www.iea.org

Stern Review:

▸ www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/

Frau Hellweg, Sie sind eine Expertin für Ökobilanzen. Haben Sie sich auch mit Energiefragen befasst?

Wir haben uns zum Beispiel mit Kehrrichtent-sorgungs-, Industrieabwasser- und Produktionstechnologien befasst, also nicht direkt mit reinen Energieerzeugungssystemen. Was wir allerdings in fast allen Studien beobachten konnten, ist, dass der Energieaufwand sehr oft eine ökologisch sehr relevante Rolle spielt.

In welcher Hinsicht?

Wir haben zum Beispiel bei Transportprozessen und der Produktion vieler Materialien wie Baumaterialien, Verpackungsmaterialien oder Chemikalien gesehen, dass viele Umweltwirkungen letztlich auf den kumulierten Energiebedarf zurückgehen, also all der Energie, die sich bei der Ressourcenextraktion und -aufarbeitung, den Transporten und allen Fertigungsschritten des Materials aufsummiert.

Energie ist ja nicht gleich Energie. Wie kann man die «Schmutzigkeit» eines Kernkraftwerks mit derjenigen von Gaskraftwerken vergleichen?

Bei den Gaskraftwerken spielen vor allem die Methanemissionen durch Verluste beim Transport des Erdgases und die CO₂-Emissionen bei der Verbrennung bezüglich des Treibhauseffektes eine Rolle sowie die Tatsache, dass die verfügbaren Ressourcen an Erdgas begrenzt sind. Bei den Kernkraftwerken sind die nuklearen Abfälle und deren Entsorgung das Hauptproblem sowie die Risiken eines Unfalls.

Kann man das denn quantitativ gegeneinander abwägen?

Es lässt sich sehr vieles quantitativ messen, doch bleibt eine gewisse Subjektivität bei der Wahl der zu bewertenden Faktoren. Wir gehen zum Beispiel immer vom Regelfall aus, die Auswirkungen eines möglichen ernststen Unfalls werden dabei nicht berücksichtigt.

Wie sehen denn die Ökobilanzen der sogenannten «sauberen» Energien aus? Die Solarzelle muss ja erst noch produziert werden.

Das stimmt, für die Bereitstellung vieler erneu-

erbarer Energien wird eine gewisse Menge an Energie als Input gebraucht. Allerdings wird zum Beispiel bei der Photovoltaik an den meisten Standorten viel mehr Energie erzeugt als zuvor für die Herstellung der Zelle benötigt wird, so dass sich eine Nettostromerzeugung ergibt. In der Ökobilanz werden die erneuerbaren Energien wie Photovoltaik, Wasserkraft und Windenergie viel besser bewertet als fossile Systeme. Die Probleme liegen hier woanders, zum Beispiel ist die Energieerzeugung aus Photovoltaik immer noch teurer als herkömmlich produzierte Energie. Ausserdem hängt die solare Energieerzeugung vom Wetter ab, so dass ergänzende Speichersysteme notwendig werden.

Und die Biokraftstoffe?

Da gilt wie bei allen erneuerbaren Energieträgern, dass ein gewisser Anteil an nicht erneuerbarer Energie in das Produktionssystem hineingesteckt werden muss – der Traktor des Bauern fährt halt meist mit Diesel, und Dünger und Pflanzenschutzmittel benötigen in der Herstellung ebenfalls Energie. Auch der Flächenbedarf kann ein Problem darstellen, zum Beispiel wenn naturnahe Gebiete in landwirtschaftliche Flächen umgewandelt werden. Ebenfalls ist zu bedenken, dass die Umwandlung in einen Biotreibstoff recht viele Verluste nach sich zieht und die direkte energetische Nutzung der Biomasse möglicherweise vorteilhafter wäre. //

Interview: Roland Fischer



Stefanie Hellweg.



Indien, Bangalore: Stürmische Entwicklung und wachsender Energiebedarf. (Foto: Steve Raymer/Corbis)

Schwellenländer als Schlüsselfaktoren

Bis vor kurzem standen Europa und allen voran die USA im Mittelpunkt energiepolitischer Betrachtungen. Das ändert sich gerade. China und Indien werden zu Schlüsselfaktoren der globalen Energiezukunft. Dies beschäftigt auch Forschende an der ETH.

Zwei energiewirtschaftliche Probleme kommen auf die Welt zu: knappe oder nicht ausreichende Energieversorgung bei steigenden Preisen und eine Umwelt, die durch den zunehmenden CO₂-Ausstoss erheblich geschädigt wird. Beide Aussagen sind nicht neu. Im November lenkten jedoch gleich zwei Berichte renommierter Institutionen die öffentliche Aufmerksamkeit auf einen Aspekt des Themas, der bisher nur unter Experten angedacht war: die Rolle der Entwicklungs- und Schwellenländer.

Schwerpunkt des Weltenergieverbrauchs verlagert sich

Nicholas Stern, ehemaliger Chefökonom der Weltbank und heute Berater der britischen Regierung, stellte in seinem Bericht zur Ökonomie des Klimawandels fest: «The impacts of

climate change are not evenly distributed – the poorest countries will suffer earliest and most.» Als Ökonom wies er gleichzeitig darauf hin, dass gerade jetzt in den Entwicklungs- und Schwellenländern grosse Investitionen anstehen, die in die richtige Richtung gelenkt werden müssten, um die negativen Folgen des wachsenden Energiebedarfs so gering wie möglich zu halten. Zur gleichen Zeit präsentierte die International Energy Agency (IEA), eine Organisation der OECD, ihren World Energy Outlook 2006, der wesentliche Änderungen im Vergleich zu 2005 enthielt. Eine zentrale Aussage dieses Berichts: Der Schwerpunkt des Weltenergieverbrauchs verlagert sich. Geht die Entwicklung weiter wie bisher, wird der weltweite Primärenergieverbrauch zwischen heute und 2030 um gut die Hälfte steigen:

Über 70% des voraussichtlichen Verbrauchsanstiegs werden auf Entwicklungsländer fallen, davon allein 30% auf China. Dabei entfällt fast die Hälfte der Zunahme des weltweiten Primärenergieverbrauchs auf die Stromerzeugung, ein Fünftel auf den Verkehrssektor. Insgesamt werden nach den Berechnungen der IEA fossile Brennstoffe bis 2030 die wichtigste Energiequelle bleiben. Der stärkste Verbrauchsanstieg wird dabei bei der Kohle zu beobachten sein, zur Stromerzeugung. Fast vier Fünftel des Kohleverbrauchsanstiegs werden von China und Indien ausgehen.

Lebensformen in Indien

Für Daniel Spreng, Professor am Centre for Energy Policy & Economics und seit kurzem pensioniert, sind diese Aussagen keine >

Nutzenergie Energiedienstleistungen, mit welchen in den angegebenen Intervallen gerechnet werden kann		< 15 W/Person weniger als eine Mahlzeit pro Tag und eine Kerosin- lampe					15–30 W/Person 1–2 warme Mahlzeiten pro Tag, einige Kerosin- lampen oder eine Glüh- birne, evtl. Warmwasser und Ventilator					30–60 W/Person 1–2 warme Mahlzeiten pro Tag, Warmwasser und Licht, wenige elektrische Geräte, womöglich ein Roller					> 60 W/Person 2 oder mehr warme Mahlzeiten pro Tag, Warmwasser und Licht, elektrische Geräte, evtl. Klimaanlage, Fahrzeug				
Zugang Energieträger	J/%	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
Biomasse und Kerosin	1983	[Bar chart showing ~38% in <15 W category]					[Bar chart showing ~16% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~14% in >60 W category]									
	1988	[Bar chart showing ~30% in <15 W category]					[Bar chart showing ~25% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~10% in >60 W category]									
	1993	[Bar chart showing ~20% in <15 W category]					[Bar chart showing ~25% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~15% in >60 W category]									
	1999	[Bar chart showing ~10% in <15 W category]					[Bar chart showing ~25% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~25% in >60 W category]									
Elektrizität, Biomasse und/ oder Kerosin	1983	[Bar chart showing ~10% in <15 W category]					[Bar chart showing ~15% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~5% in >60 W category]									
	1988	[Bar chart showing ~15% in <15 W category]					[Bar chart showing ~20% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~10% in >60 W category]									
	1993	[Bar chart showing ~15% in <15 W category]					[Bar chart showing ~25% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~15% in >60 W category]									
	1999	[Bar chart showing ~5% in <15 W category]					[Bar chart showing ~25% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~30% in >60 W category]									
Flüssiggas (LPG), Elektrizität und möglicherweise Kerosin	1983	[Bar chart showing ~5% in <15 W category]					[Bar chart showing ~5% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~5% in >60 W category]									
	1988	[Bar chart showing ~5% in <15 W category]					[Bar chart showing ~5% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~5% in >60 W category]									
	1993	[Bar chart showing ~5% in <15 W category]					[Bar chart showing ~5% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~10% in >60 W category]									
	1999	[Bar chart showing ~5% in <15 W category]					[Bar chart showing ~5% in 15-30 W category]					[Bar chart showing ~20% in >60 W category]									

Tab. 1: Energienutzung in indischen Haushalten: Nutzenergiezugangs-Matrix
 (Quelle: S. Pachauri, A. Mueller, A. Kemmler and D. Spreng, ETH Zürich: On Measuring Energy Poverty in Indian Households. WORLD DEVELOPMENT, Vol. 32, No. 12, December 2004)

Überraschung: «Der Energiehunger von China und Indien hat die Investitionsplanung der grossen Ölgesellschaften über den Haufen geworfen. Ein Grund für die Fehlprognosen ist das Fehlen von Energiemodellen, welche sich auf eine geeignete Darstellung des Entwicklungsprozesses abstützen.» Seit Jahren analysiert er zusammen mit einem internationalen Team junger Forscher die Energielandschaft Indiens, basierend auf Daten der nationalen Haushaltbefragungen des Departments für Statistik der indischen Regierung. «Wir sind sehr dankbar, dass wir diese Daten verwenden konnten, denn wir sind die erste akademische Forschungsgruppe, die dazu Zugang hatte. Der Inderin Dr. Shonali Pachauri ist dies zu verdanken, die dieses Ziel mit grosser Hartnäckigkeit verfolgt hat», erklärt Daniel Spreng. Shonali Pachauri promovierte an der ETH und arbeitet inzwischen als Energie- und Umweltökonomin der internationalen Forschungsorganisation IIASA. Sie hat zusammen mit den ETH-Forschern Andreas Kemmler und Adrian Müller umfangreiche Auswertungen des Datenmaterials vorgenommen. Daraus entstand ein umfassendes Bild der gelebten Energiewirklichkeit Indiens. «Uns erstaunte vor allem die Bandbreite und Vielfalt der Lebensformen. Es ist fast unmöglich, hier typische Merkmale zusammenzufassen», resümiert Andreas Kemmler seine Erfahrungen. Versucht haben es die Forscher dennoch. Das Ergebnis ist eine Matrix, die die Haushalte in-

diens nach Zugang zu Energiearten und Verbrauchsmenge charakterisiert (vgl. Tab. 1) und deren Entwicklung fast über die letzten 20 Jahre verfolgt. «Wir können eine deutliche Entwicklung sehen: Zum Beispiel lebten 1983 noch 38% der Inder in Haushalten ohne Anschluss an moderne Energieträger. Sie bezogen ihre Energie ausschliesslich aus Biomasse und mussten mit weniger als 15 Watt pro Person auskommen. Dieser extremen Energiearmut waren 16 Jahre später nur noch 14% der Bevölkerung ausgesetzt. Die untere rechte Ecke der Matrix entspricht einem komfortableren Zustand. Die Anzahl Menschen in dieser Situation wächst. Die Grenze von 60 Watt Nutzenergie entspricht ungefähr 500 Watt Primärenergie und damit etwas weniger als einem Zehntel des schweizerischen Durchschnitts», erläutert Kemmler. Doch wie wird der gestiegene Energiebedarf befriedigt? «Ressourcenmässig wäre Wasserkraft empfehlenswert, Biomasse oder Sonne. Da es aber auch viel minderwertige Kohle in Indien gibt, erfolgt die Elektrifizierung Indiens über Kohlekraftwerke», so Kemmler. Seit der Ankündigung der Liberalisierung des Strommarkts lasse sich in Indien zudem beobachten, dass die Elektrifizierung der ländlichen Gegenden stagniere. «Die Elektrifizierung erfolgt so teilweise zum Schaden, oder jedenfalls nicht zum Nutzen der Armen.» Daniel Spreng steht den Aussagen von Energieorganisationen, die den Kampf gegen Energiearmut als Mittel zum

Kampf gegen Armut generell sehen, deshalb mit einer gewissen Skepsis gegenüber. «Sicher», meint er, «Armut und Energiearmut hängen zusammen. Das zeigen auch unsere Daten. Man kann aber nicht sagen, Elektrifizierung löse das Armutproblem.» Nicht sehr optimistisch beurteilt er auch einzelne Versuche, mit isolierten neuen Technologien wie Solar Kochern die Energiesituation in Indien zu ändern. «Wir können keine Rezepte abgeben und meinen, diese müssten dann von den Entwicklungs- oder Schwellenländern umgesetzt werden.» Vor allem könne man nicht einfach Technologien exportieren und erwarten, diese würden dann angenommen und damit sei das Problem gelöst. «Natürlich wäre es schön, wenn man die Feuerstellen in den Häusern der ländlichen Gegenden, die als Herd dienen und enorme Luftverschmutzung und Gesundheitsprobleme wegen schlechter Verbrennung produzieren, durch einen Solarkocher ersetzen könnte», fährt Spreng fort. Projekte, bei denen neue Typen von Kochern importiert und verteilt wurden, seien jedoch regelmässig kläglich gescheitert. «Nach wenigen Jahren ist jeweils kaum einer dieser Kocher noch in Betrieb.» Auch die Daten des indischen Alltags zeigten, dass alle gut gemeinten neuen Technologien in Indien praktisch keine Rolle spielten. Grundsätzlicher Pessimismus also? Nein, nur eine Sichtweise, die nicht unsere Bedürfnisse, sondern die Realität Indiens im Blick hat: «Entwicklungs- und Energiepolitik können nur die



Verkehr vor Kühltürmen in Baotou, China, Oktober 2001. (Foto: Michael S. Yamashita/Corbis)

Indien, China, Indonesien:	2,56 Mrd. Bewohner, 41,4% der Welt
Energieverbrauch	20,7% der Welt
China	1,3 Mrd. Einwohner
Leistung pro Kopf	1290 W
Hochbauproduktion	2 000 Mio. m ² BGF/Jahr
Wohnraum pro Kopf	10–20 m ²
Wirtschaftswachstum	8–9% pro Jahr
Gebäudeenergieverbrauch	ca. 590 MJ/m ² pro Jahr
Personenwagen	10 Mio., also 0,02 PW pro Kopf

Tab. 2: Energieeckdaten und Bauten in China (Quelle: Zur globalen Relevanz nachhaltigen Bauens, Paper von Bruno Keller, Professor für Bauphysik, Institut für Hochbautechnik, ETH Zürich)

«process owners», also Regierungen, die Unternehmen und die Gesellschaft der betroffenen Länder, richtig betreiben. Alles andere ist Kolonialisierung», ist Spreng überzeugt. «Aber dieser riesige Subkontinent hat enorme Ressourcen an intelligenten Menschen. Die weltweit und auch in den USA erfolgreichste Firma zur Errichtung von Ethanolproduktionsanlagen, in guter Startposition für die Herstellung von Ethanol aus cellulosehaltiger Biomasse, sind die indischen «Praj Industries». Das gefällt mir – so stelle ich mir die Zukunft vor.»

Minergie in China

Auch Bruno Keller, Professor für Bauphysik an der ETH, hält nichts davon, Technologien unreflektiert in ein anderes Umfeld zu verpflanzen.

«Nachhaltigkeitsideen entstehen meist empirisch. Schwellenländer haben eine andere Kultur, andere Lebensweisen, andere Materialien, andere Klimata. Eine Transferierbarkeit setzt demnach eine allgemeingültige Basis voraus», dies die erste Botschaft seiner Vorträge. Energieeffizientes Bauen in den Schwellenländern ist ein wichtiger Beitrag zur Lösung der globalen Energieprobleme, ist die zweite Botschaft. Denn wenn die grossen Schwellenländer sich den Industriestaaten annähern, wird auch hier der Gebäudebedarf den grossen Anteil des Energieverbrauchs ausmachen (vgl. Tab. 2). Aber im Gegensatz zu den OECD-Staaten, wo ein Grossteil der Gebäude bereits existiert, werden die grossen Bauinvestitionen in den Schwellenländern erst noch kommen. Eine Chance für erfolgreichen Technologietransfer, davon ist Bruno Keller überzeugt. «Es ist dringend notwendig, das rasche Wachstum der Schwellenländer in effizientere Bahnen zu lenken.» Gesagt, getan. Was mit Vorträgen begann, entwickelte sich zu Grossprojekten. Mit einer chinesischen Geschäftspartnerin gründete der ETH-Professor ein ETH-Spin-off-Unternehmen mit Sitz in Peking, spezialisiert auf energieeffizientes Bauen. Mehrere Grossprojekte sind bereits realisiert oder im Bau, darunter die Tip-top-Appartements in Peking, über die ETH Globe im Mai 2006 berichtete. Weitere Projekte sind das «Anting New Town Boardinghouse» in Shanghai mit 30 000 Quadratmetern Fläche, das seit Juni 2004 in Betrieb ist, und

Appartements in Peking auf weiteren 160 000 Quadratmetern. Ein Projekt mit 68 000 Quadratmetern Fläche steht zudem in Najing vor der Inbetriebnahme, und weitere Projekte mit insgesamt rund 500 000 Quadratmetern in Jinan, Jining und Hangzhou sind in Planung. «Der Erfolg gibt uns recht – auch in China besteht eine grosse Nachfrage nach komfortablem Wohnen, und die wollen wir auf möglichst intelligente Weise befriedigen», fasst Bruno Keller zusammen. Das ist seiner Meinung nach auch das Sinnvollste, was die Schweiz zur globalen Energiesituation beitragen kann: «Die Schweiz für sich ist quantitativ global bedeutungslos. Sie muss effiziente Technologien entwickeln, transferieren und transferierbar machen, nur so kann sie global etwas bewirken», erklärt Bruno Keller. //

Martina Märki

Energielandschaft Indien:

- ✉ www.cepe.ethz.ch/publications/index
- ✉ akemmler@ethz.ch
- ✉ dspreng@ethz.ch

Minergiebauten in China:

- ✉ www.hbt.arch.ethz.ch
- ✉ www.swiss-kt.com
- ✉ keller@hbt.arch.ethz.ch



Mehr als nur ein Spiel: Lino Guzzella will ein 1-Liter-Auto entwickeln, das dank ausgeklügelter Informationstechnologie keine Unfälle mehr baut. (Foto: Daniel Boschung)



Mit Vollgas in eine saubere Zukunft

Wenn die Menschheit nicht aufs Auto verzichten will und der Verkehr im gleichen Tempo zunimmt, brauchen wir neue Lösungen. ETH-Professor Lino Guzzella hat Ideen und arbeitet an einem alltagstauglichen 1-Liter-Auto.

Lino Guzzella rechnet vorsichtig. Die Zahlen, die er präsentiert, sind dennoch alarmierend: «Heute rollen rund 800 Millionen Autos durch die Welt. Stabilisiert sich die Weltbevölkerung auf 10 Milliarden Menschen, so werden es künftig 5000 Millionen Autos sein», erklärt der Professor am Institut für Mess- und Regeltechnik und zieht mit dem Bleistift einen Kreis in die vor ihm liegende Grafik. Sie gibt Auskunft über die Fahrzeugdichte in verschiedenen Ländern. In Guzzellas Kreis liegt die Schweiz: Ein Auto pro zwei Personen. Das ist mitteleuropäischer Standard und Basis für seine Prognose. Guzzella blickt auf: «Wir haben ein Problem», sagt er und meint nicht die schlechte Luft. Die Schadstoffbelastung sei noch die kleinste Herausforderung. «Technisch sind wir heute so weit, dass die Luftverschmutzung durch Stickoxide trotz Verkehrszunahme sogar abnimmt.»

Aktive Sicherheit schaffen

Das Hauptproblem im Zusammenhang mit der massiven Zunahme des Autoverkehrs seien Fragen rund um die Ressourcen, die Entsorgung und den CO₂-Ausstoss. «Wir müssen weniger fahren, wir müssen sparsamer fahren, und wir brauchen Fahrzeuge, die extrem wenig Kraftstoff verbrauchen», sagt Guzzella. Exakt in diesem Bereich hat der ETH-Forscher die Nase vorn. Sein Pac Car ist das sparsamste Fahrzeug der Welt. Es fährt mit einer Wasserstoffbrennstoffzelle und legt mit einem Liter Benzin umgerechnet 5385 Kilometer zurück. Alltagstauglich ist das Pac Car jedoch nicht. Das Fahrzeug bietet Platz für eine (kleine) Person, ist stromlinienförmig gebaut und extrem leicht. Die Sparsamkeit geht auf Kosten der Sicherheit. Knautschzonen fallen der Aerodynamik zum Opfer, dünne Räder mit geringem Rollwiderstand und die geringe Masse tragen nicht eben zur Stabilität bei. Hier setzt Guzzellas aktuelle Forschung an. Das Pac Car sollte der Welt zeigen, was technisch möglich ist. Nun ist Guzzellas Ziel die Entwicklung eines sicheren 1-Liter-Autos mit genügend Stauraum

und Platz für mindestens vier Personen. Den Spagat zwischen Sicherheit und Sparsamkeit soll vor allem die Informationstechnologie ermöglichen. «Wir müssen passive durch aktive Sicherheit ersetzen», sagt der Ingenieur. Oder anders ausgedrückt: Wir brauchen Autos, die Unfälle von vornherein verunmöglichen. Die meisten Unfälle gehen auf menschliche Fehler zurück, also muss die Technik das schwächste Glied im Strassenverkehr ersetzen.

An Ideen und Möglichkeiten mangelt es nicht, Guzzella hat klare Vorstellungen vom Auto der Zukunft: Es wird leicht, aerodynamisch und sparsam sein. Es wird mit einem Routenplaner ausgerüstet sein, der automatisch die schnellste und kürzeste Route wählt und auch erkennt, wenn sich irgendwo ein Stau anbahnt. Der Routenplaner wird dabei auch den Fahrzeugtyp berücksichtigen: Ein grosser Wagen fährt am sparsamsten über die Autobahn, für ein kleines, aerodynamisch weniger günstiges Auto könnte die Route über Land besser sein. Das Auto der Zukunft wird über Funk oder mit Radar andere Verkehrsteilnehmer selbständig erkennen und mit ihnen kommunizieren können. Es wird den Sicherheitsabstand konstant einhalten, es wird ein Kind, das unvermittelt zwischen parkierten Autos hervorrennt, rechtzeitig erkennen. Der Lenker wird nur noch einen Joystick in der Hand halten und damit die nötigsten Befehle wie Bremsen oder Beschleunigen geben.

Evolutionär arbeiten, revolutionär denken

Bis dahin ist es freilich noch ein weiter Weg. Guzzella will bald eine interdisziplinäre Forschergruppe bilden, die sich des Autos der Zukunft annimmt. «Die ETH ist ein Powerhouse, hier hat es so viele Leute mit guten Ideen und so viel Know-how, das müssen wir ausnützen.» Doch im Grunde ist nicht die Technik das grösste Problem, sondern der Mensch als Konsument. Kurven schneiden und Reifen quietschen lassen ist mit dem Auto der Zukunft nicht mehr möglich. «Erst wenn der Liter Benzin fünf

Franken oder noch mehr kostet, wird das Umdenken einsetzen. Vorher wird kaum jemand bereit sein, auf das so genannte Fahrvergnügen zu verzichten», schätzt Guzzella. Hinzu kommen organisatorische und rechtliche Fragen: Wie ist die Übergangsphase zu gestalten, wenn einige bereits mit leichten Zukunftsautos herumfahren, andere jedoch immer noch im nicht kommunikationsfähigen Offroad um die Ecken schlingern? Und selbst wenn dereinst alle Autos kommunikationsfähig wären, wer haftet in jenen wenigen Prozent der Fälle, in denen die Technik Ursache für eine Kollision im Strassenverkehr ist?

Die Zeit ist noch nicht reif für die «revolutionäre» Methode, wie Guzzella die Entwicklung eines aktiv sicheren Autos nennt. Deshalb konzentriert sich die Forschung heute auch stark auf die «evolutionäre» Methode. Schritt für Schritt versuchen Wissenschaftler und Autohersteller gemeinsam, die Antriebssysteme sauberer zu machen, den Kraftstoffverbrauch Deziliter für Deziliter zu senken – auch an der ETH. «Die Anstrengungen sind enorm, denn die Autos dürfen nicht wesentlich teurer werden und müssen serienmässig herstellbar sein», führt Guzzella aus. Vielleicht 20 bis 30 Prozent an Einsparungen könne man so innert der nächsten 10 Jahre erreichen. Statt durchschnittlich 8 Liter verbrauchen die gleichen Autos dann noch 6 Liter Kraftstoff. Auch das ist noch zu viel. Deshalb ist für den Forscher klar: Es braucht sowohl evolutionäre als auch revolutionäre Forschung. Je früher man mit Letzterer beginnt, desto näher kommen wir einer sauberen und sicheren Auto-Zukunft. //

Conny Schmid

☞ www.imrt.ethz.ch

☞ guzzella@imrt.mavt.ethz.ch

Die Wärme sicher aus der Tiefe holen

Die Nutzung der Erdwärme ist eine viel versprechende Möglichkeit CO₂-freier Energiegewinnung. Die komplexen Prozesse, die sich dabei in der Tiefe abspielen und Mikroerdbeben auslösen, sind aber noch wenig erforscht. ETH-Geophysiker Keith Evans geht der Sache auf den Grund.

Keith Evans sitzt auf einem Stapel rostiger Rohre. Orkanartige Windböen fegen über den ETH-Forscher hinweg und rütteln heftig am Gestänge des Bohrturms, der leise scheppernd hinter ihm steht. Gegenüber befinden sich schmucklose Pavillons. Das ganze Gelände wirkt nicht gerade wie ein Ort innovativer Forschung. Doch der Schein trügt. Unter unseren Füssen liegt eine Welt voller Klüfte, tektonischer Spannungen und Hitze, vor uns steht eines der weltweit viel versprechendsten Geothermie-Projekte. Wir sind in Soultz-sous-Forêts (F), 50 Kilometer nördlich von Strasbourg.

Die kleine Ortschaft liegt im Zentrum einer der grössten geothermischen Wärmeanomalien Mitteleuropas, im elsässischen Teil des Oberrheingraben. Bereits einen Kilometer unter der Erdoberfläche herrschen im Gestein Temperaturen von 100°C statt der üblichen 40°C. Seit 1987 bemühen sich Forscher aus ganz Europa, diese fast unerschöpfliche Energiequelle mittels des so genannten Hot-Dry-Rock-Verfahrens anzupapfen. Durch eine Tiefenbohrung wird Wasser unter hohem Druck ins kristalline Gestein gepresst. Die natürlichen Klüfte, die unter hoher tektonischer Spannung stehen, werden geschwächt; daher verschieben und öffnen sie sich, und die Durchlässigkeit des Untergrundes wird erhöht. Dieser Prozess führt dazu, dass sich die Spannungen im nahen Umfeld der Klüfte teilweise abbauen, was Mikroerdbeben auslöst. Seismologische Messungen geben Auskunft darüber, wohin das Wasser fliesst. Steht die Fliessrichtung fest, wird eine zweite Bohrung vorgenommen, die zuunterst etwa 500 Meter von der ersten entfernt liegt. Es entsteht ein unterirdischer Wärmetauscher: Das in einem Bohrloch injizierte und im Fels erhitzte Wasser wird durch das zweite Bohrloch hochgepumpt. An der Oberfläche lässt es sich direkt zum Heizen von Gebäuden einsetzen, oder es wird zum Betrieb eines Turbogenerators verwendet, um Strom zu erzeugen. Damit ein solches Kraftwerk wirtschaftlich interessant ist, sollten die Temperaturen mög-

lichst hoch, das unterirdische Rissystem grossflächig und der Fließwiderstand des Wassers gering sein. Zudem darf unterwegs nicht zuviel Wasser verloren gehen. Weltweit gibt es zahlreiche ähnliche Projekte. Bisher konnten aber nur die Forscher in Soultz-sous-Forêts zeigen, dass die Technologie effizient und marktauglich ist. 1997 liessen sie das Wasser in 3,5 Kilometern Tiefe bei 142°C während vier Monaten verlustfrei zirkulieren. Dies ergab eine Wärmeleistung von 11 Megawatt, womit man etwa 5000 Niedrigenergiehäuser heizen könnte.

Fundamentale Forschung

Mittlerweile haben die Wissenschaftler das zweite Bohrloch auf 5 Kilometer vertieft und zwei weitere, gleich tiefe Löcher gebohrt. Der ETH-Geophysiker Keith Evans arbeitet seit rund 15 Jahren in Soultz-sous-Forêts mit. Vom Ziel einer kommerziellen Anlage, die 5 bis 6 Megawatt elektrische Energie produziert, sind die Forscher aber noch weit entfernt. «Das System ist noch zu wenig durchlässig», sagt Evans. Die Nutzung der Erdwärme steckt noch in den Kinderschuhen. Die Bohrungen sind technisch anspruchsvoll und sehr teuer. Vor allem aber ist noch immer sehr wenig bekannt über die komplexen Prozesse, die im Untergrund ablaufen, wenn Wasser injiziert wird. Dies ist aber entscheidend, um Fehlbohrungen zu vermeiden und Risiken abzuschätzen.

Um zu verstehen, was in der Tiefe passiert, hat Keith Evans eine grosse Fülle von Daten zusammengeführt und analysiert. Mit Sonden wurden vor und nach der Wasserinjektion unterschiedliche physikalische und chemische Parameter des Bohrlochs erhoben. Zusammen mit den Resultaten seismologischer Messungen geben diese Daten Auskunft über die geophysikalische Beschaffenheit des Untergrundes. Mit einem interdisziplinären Team fügte Evans die vielen Mosaiksteine zu einem Bild zusammen. Seine wichtigste Erkenntnis: Die Wasserstimulation schuf fast keine neuen

Klüfte, sondern weitete lediglich bereits bestehende Risse aus.

Die Forscher nehmen an, dass dies für kristallines Gestein allgemein gilt. Gleichwohl macht Evans Einschränkungen: «Wir verfügen stets nur über limitierte Informationen. Wenn es etwa einen vertikalen Riss gibt im Gestein und das Bohrloch diesen nie schneidet, ist er für uns nicht zu sehen.» Ausserdem sind die tektonischen Spannungen sehr schwierig zu bestimmen. Gleichzeitig ist es essenziell, zu wissen, in welche Richtung das Gestein sich verschiebt. Evans betreibt Grundlagenforschung, die das Verhalten von Geothermalreservoirs voraussagbarer machen soll, von der aber auch andere Disziplinen, etwa die Rohstoffgeologie, profitieren können.

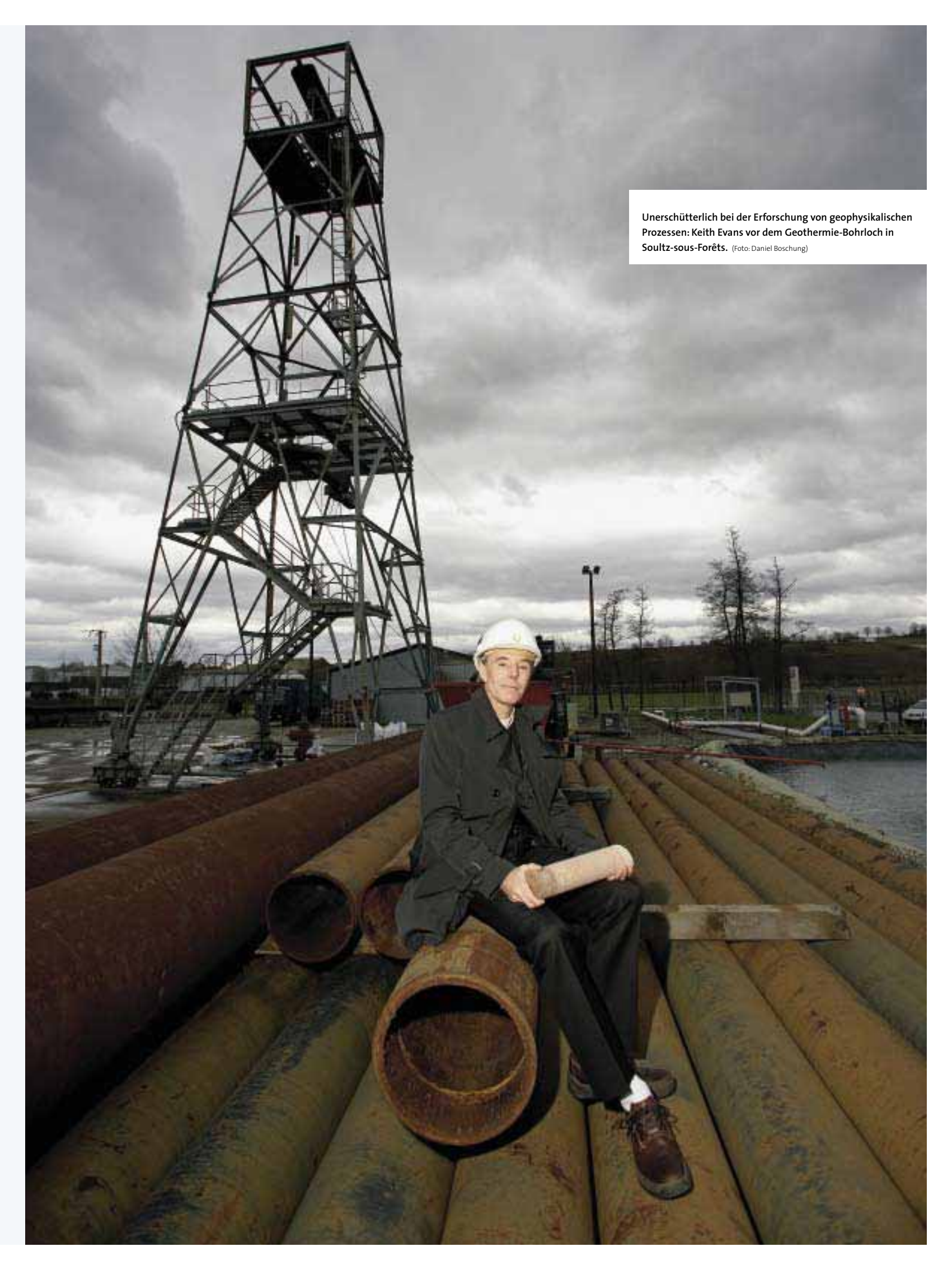
Die Bevölkerung ins Boot holen

Unumstritten ist die Geothermie indessen nicht. Die Mikroerdbeben bergen ein Risikopotenzial. Laut Evans lässt die gegenwärtige Erfahrung zwar annehmen, dass die Beben keine besondere Gefahr darstellen. Dennoch erfordere ein Beben mit Wert von 3,4 auf der Richterskala in einem dicht bevölkerten Gebiet eine Risikoanalyse. «Erdbeben, wie sie etwa durch Bergbau, Gas- oder Öl-Produktion oder durch Stauseefüllung ausgelöst werden, können wesentlich stärker sein.» Allerdings reagiere die Bevölkerung bei der Geothermie empfindlicher. Das zeigte unlängst das vorläufig gestoppte Projekt in der Nähe von Basel, das seit Dezember Schlagzeilen macht, weil die durch die Stimulation ausgelösten Erdbeben die Anwohner erschreckten. Keith Evans' Rezept: «Man muss den Menschen die Angst nehmen und ihnen mit sachlicher Information erklären, dass sie Pioniere sind auf dem Weg zu einer umweltverträglichen Form der Energiegewinnung.» //

Conny Schmid

▹ www.soultz.net

▹ keith.evans@erdw.ethz.ch

A photograph of Keith Evans, a man in a dark suit and white hard hat, sitting on a large, rusted metal pipe. He is holding a rolled-up document. In the background, there is a tall, complex metal structure, likely part of a geothermal drilling rig, and a cloudy sky. The setting appears to be an industrial or construction site.

Unerschütterlich bei der Erforschung von geophysikalischen
Prozessen: Keith Evans vor dem Geothermie-Bohrloch in
Soultz-sous-Forêts. (Foto: Daniel Boschung)



Auf dem Weg zu einer CO₂-freien Energiezukunft: Aldo Steinfeld am High-Flux-Simulator des PSI, wo er Reaktoren für die Herstellung von solarem Wasserstoff testet. (Foto: Daniel Boschung)

Sonne speichern statt CO₂ ausstossen

Wasserstoff könnte fossile Brennstoffe dereinst ersetzen und eine CO₂-freie Energieversorgung ermöglichen – sofern er sauber produziert wird. ETH-Professor Aldo Steinfeld entwickelt ein neues Verfahren mit Hilfe von konzentrierter Solarenergie.

Es ist kurz vor Mittag, im Labor des Instituts für Energietechnik herrscht rege Betriebsamkeit. Ein Student sägt an einem Metallrohr, ein anderer hantiert mit Flüssigkeiten, ein dritter kontrolliert die Temperatur in einem chemischen Reaktor – und mittendrin steht Aldo Steinfeld. Am liebsten würde er gleich mit anpacken, so scheint es. «Leider fehlt mir dafür meist die Zeit», sagt der Forscher, der 2004 als ausserordentlicher Professor für erneuerbare Energieträger an die ETH berufen wurde. Steinfeld und seine Gruppe untersuchen thermochemische Hochtemperatur-Prozesse, mit denen konzentrierte Sonnenenergie effizient in speicher- und transportierbare chemische Brennstoffe wie etwa Wasserstoff umgewandelt werden kann. Dies könnte dereinst eine CO₂-freie Versorgung mit Energie ermöglichen und leistet damit einen Beitrag zur Lösung der Klimaproblematik.

Langfristiges Ziel der Forschung ist die direkte Herstellung von Wasserstoff aus Wasser, was den Wissenschaftlern weltweit Kopfzerbrechen bereitet. Denn die entsprechenden thermochemischen Verfahren bedingen sehr hohe Temperaturen (über 2000 °C). «Mittelfristig ist es deshalb sinnvoll, solare Hybridprozesse zu entwickeln, die zwar fossile Brennstoffe als chemische Ausgangsstoffe verwenden, die benötigte Prozesswärme jedoch ausschliesslich aus konzentrierter Sonnenenergie beziehen», erklärt Aldo Steinfeld. Solche hybriden Dekarbonisierungsprozesse ermöglichen eine Übergangsphase zum solaren Wasserstoff.

Aus Abfall wird saubere Energie

Genau daran forschen Steinfeld und seine Gruppe intensiv. Wir steigen über eine kurze Treppe in den unteren Teil des Raumes. Hier steht der Prototyp einer solchen Hybridanlage, ein 10-Kilowatt-Solarreaktor. Mit ihm kann Erdöl-Koks in ein qualitativ hochwertiges Synthesegas vergast werden. Dieses bildet den Ausgangsstoff für eine Vielzahl von Treibstoffen wie etwa Methanol oder Wasserstoff. Erdöl-

Koks ist ein Abfallprodukt, das bei der Veredelung von Rohöl in Raffinerien anfällt. Wir haben es also im Grunde mit einer Anlage zu tun, die Abfall in einen sauberen Brennstoff verwandelt, und zwar mit dem zusätzlichen Vorteil eines erhöhten Heizwerts durch die Zuführung von Sonnenenergie. Was wie Magie klingt, ist das Resultat jahrelanger Grundlagenforschung. Die ETH-Wissenschaftler stellten thermodynamische Analysen von neuartigen Energieumwandlungsprozessen an, modellierten den Wärme- und Stofftransport in den chemisch reaktiven Mehrphasen-Strömungen, die im Innern des Reaktors ablaufen, und entwickelten das verfahrenstechnisch ausgeklügelte Reaktordesign. Vor allem die Strahlungsübertragung, gekoppelt mit der chemischen Reaktionskinetik, bildet ein komplexes Phänomen, das mit CFD (Computational Fluid Dynamics) und Monte-Carlo-Ray-Tracing-Methoden untersucht wird. «Diese Modelle dienen dem fundamentalen Verständnis der solaren thermochemischen Prozesse und deren Optimierung», erklärt Steinfeld. Die hohe Qualität des Synthesegases – hauptsächlich einer Mischung von H₂ und CO – habe man experimentell oberhalb von 1000 °C nachgewiesen.

Zwei Doktorarbeiten und fünf Masterarbeiten stecken in dem Prototyp. Beim Testen beschränkten sich die Forscher nicht auf das institutseigene Labor, in dem die 5000-fach konzentrierte Solarstrahlung mit so genannten Plasma-Arcs, einer Art Argon-Leuchtstoffröhren, simuliert wird. Steinfeld und sein Team führten auch zahlreiche Experimente mit dem High-Flux-Solarofen am Paul-Scherrer-Institut (PSI) durch. Steinfeld leitet das Labor für Solartechnik am PSI – dank der Synergien ein grosser Vorteil, wie der Forscher betont.

Der chemische Reaktor im ETH-Labor kann mit 10 Kilowatt konzentrierter Sonnenenergie Synthesegas mit einem zusätzlichen Energiewert von 2 Kilowatt erzeugen. Das entspricht ungefähr dem Energieverbrauch eines Einfamilienhauses. Es handelt sich dabei aber immer noch

um eine Miniversion des Möglichen. In diesen Tagen wird in Almería am spanischen Energieforschungszentrum CIEMAT, einem Kollaborationspartner bei Steinfelds Projekt, eine Pilotanlage mit 500 Kilowatt solarer Leistung in Betrieb genommen. «Wir erwarten einen thermischen Wirkungsgrad von 35 Prozent, so Steinfeld nicht ohne Stolz.

Erdölgesellschaft als Sponsor

Das Projekt überhaupt ermöglicht hat die venezolanische Erdölgesellschaft PDVSA. «Sie sasssen auf einem Berg von Erdöl-Koks und wollten etwas Sinnvolles damit anfangen», erzählt Steinfeld. Das Unternehmen finanziert das 7-Millionen-Dollar-Projekt. Bis diese neue Technologie für kommerzielle Anwendungen in industriellem Massstab einsatzbereit ist, wird es jedoch noch einige Zeit dauern. Um mit anderen Formen der Energieerzeugung mithalten zu können, müssten solche Anlagen eine Leistung von 50 Megawatt erreichen. «So weit sind wir aber noch lange nicht», sagt Steinfeld.

Bei der Nutzung von Solarenergie stellt sich zudem die Frage der Investitionskosten. Prof. Steinfeld kennt die Argumente der Kritiker, seine Entgegnung ist einfach und klar: «Nachhaltigkeit gibt es nicht umsonst.» Der heutige Preis für fossile Brennstoffe enthalte keine externen Umweltkosten für die Verminderung oder gar Vermeidung von CO₂ und anderen Schadstoffen. Früher oder später werde sich das ändern. «Ich betrachte den Preis, den wir heute für die Nachhaltigkeit bezahlen müssen, als eine langfristige Investition, die unseren Kindern in Form eines umweltfreundlichen Energieversorgungssystems zurückbezahlt wird.» //

Conny Schmid

☞ www.pre.ethz.ch

☞ aldo.steinfeld@ethz.ch

Stromversorgung: Wie viel Kernenergie braucht die Welt?

Neue Szenarien des Energiebedarfs, die Sorge vor einer möglichen Stromlücke und die globale Klimaveränderung intensivieren die Diskussion: Wie muss eine nachhaltige Stromversorgung aussehen und welche Rolle soll die Kernenergie dabei spielen? Ein Roundtablegespräch zwischen ETH-Experten und Politikvertretern.

Die Internationale Energieagentur hat kürzlich den World Energy Outlook 2006 veröffentlicht. Was halten Sie von den darin geschilderten Szenarien?

Jochem: Das Referenzszenario hat meines Erachtens den Nachteil, dass die Energievorkommen und der Energieverbrauch sehr hoch angesetzt werden. Das zu Grunde gelegte Wirtschaftswachstum halte ich für zu optimistisch. Die Politikvariante dagegen halte ich für zu zögerlich, man könnte in Sachen Energieeffizienz mehr machen.

Hofstetter: Ich kann mich dem anschliessen. Dieser Outlook hat für uns relativ wenig Relevanz. Ein alternatives Szenario muss für mich zwingend die Klimaschutzvorgaben der Klimaforschung berücksichtigen. Das kann ich hier nicht erkennen, denn keines der Szenarien verhindert den Klimakollaps.

Previdoli: Dem möchte ich widersprechen. Ich halte den Bericht für wichtig. Er gibt einen guten Überblick über die Ausgangslage. Die Botschaft ist ganz klar: Wir verbrauchen zu viel Energie, und wir verpuffen zu viel CO₂. Das Alternativszenario ist aber zu wenig ambitiös. Man könnte durchaus weiter gehen. Doch dann stellt sich die Frage der politischen Durchsetzbarkeit.

Die Teilnehmer

Eberhard Jochem ist ordentlicher Professor für Nationalökonomie und Energiewirtschaft an der ETH Zürich. Er ist Mitglied des Rates für Nachhaltige Entwicklung der deutschen Bundesregierung.

Patrick Hofstetter ist Leiter der Abteilung Klima & Energie beim World Wildlife Fund (WWF) Schweiz. Er studierte Maschinenbau an der ETH, wo er auch als Umweltnaturwissenschaftler promovierte.

Horst-Michael Prasser ist seit April 2006 ordentlicher Professor für Kernenergiesysteme an der ETH Zürich. Er arbeitet auf dem Gebiet der Sicherheit kerntechnischer Anlagen mit Schwerpunkt Thermofluidynamik.

Pascal Previdoli ist Leiter der Abteilung Internationales, Strategie und Politik beim Schweizerischen Bundesamt für Energie (BfE). Er studierte Wirtschaftswissenschaften, promovierte in Volkswirtschaft und publizierte unter anderem zum Thema Energie, Wirtschaft und Nachhaltigkeit.

Prasser: Für mich ist diese Botschaft klar: Wir haben mehr CO₂-Emissionen zu erwarten bei einer gleichzeitigen, längerfristigen Verknappung der Rohstoffe. Wir müssen auf diese Herausforderung antworten. Die Studie zeigt im Alternativszenario deutlich die Option Kernenergie. Nur wenn Kernenergie, regenerative Quellen und effizienter Energieeinsatz gemeinsam eingesetzt werden, gibt es überhaupt eine Chance, die CO₂-Emissionen wirksam zu senken.

Die Kernenergie als Retterin des Weltklimas? Wie stehen Sie als Umweltschützer dazu, Herr Hofstetter?

Hofstetter: Wir kennen die Realität spätestens seit Tschernobyl. Den Atomkraftvertretern ist es seither nicht gelungen, uns die Kernenergie schmackhaft zu machen. Realistischerweise muss man aber davon ausgehen, dass es einige Länder geben wird, vor allem Schwellenländer, in denen neue Reaktoren gebaut werden. Vom weltweiten Energieverbrauch deckt die Kernenergie heute lediglich 2,5% ab. Die Kernenergie wird die globalen Energieprobleme nicht lösen, weder heute noch in Zukunft.



Diskutieren über Energiebedarf und Kernkraft: Eberhard Jochem, Patrick Hofstetter, Horst-Michael Prasser und Pascal Previdoli (v. l.). (Foto: Daniel Boschung)

Prasser: Die Frage ist, ob wir das beruhigend finden sollen. Wir reden jetzt von einer Herausforderung an die Politik. Natürlich muss die Politik auf das Sicherheitsbedürfnis der Menschen Rücksicht nehmen. Aber ich postuliere, dass die technologischen Fortschritte, die die Kerntechnik gemacht hat, nicht richtig wahrgenommen werden. Wenn wir die wissenschaftlich-technische Seite betrachten, dann ist die Kernenergie nicht identisch mit Tschernobyl. Es ist bekannt, dass wir es mit einem Reaktor zu tun hatten, der schon damals nicht den Auslegungsprinzipien entsprach. Seit Tschernobyl hat sich sehr viel getan im Bereich Sicherheit. Es gibt Optionen, eine Kernschmelze zu verhindern, auch wenn mehr Sicherheitssysteme ausfallen, als es die Auslegung vorsieht. Wenn das nicht gelingen sollte, gibt es Möglichkeiten, Kernschmelzen im Gebäude zu lokalisieren, und es gibt Optionen, selbst wenn man die Kernschmelze nicht mehr beherrschen kann, so doch deren Auswirkungen zu minimieren. Natürlich ist es Sache des Wählers, zu entscheiden. Aber die Kerntechnik steht bereit, und sie hat starke Optionen zu bieten.

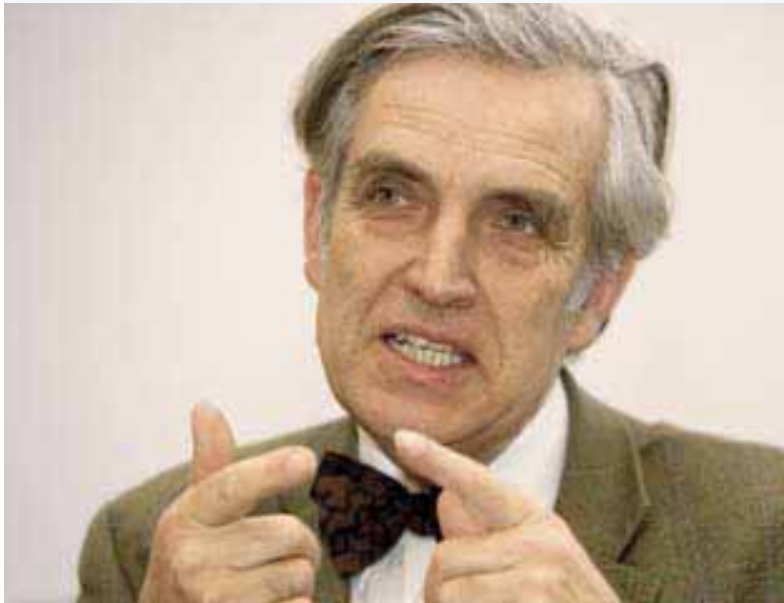
Jochem: Ich stimme Ihnen da zu. Wir können heute wahrscheinlich das Betriebsrisiko von neuen Reaktoren ausschliessen. Das Betriebsrisiko ist jedoch gar nicht mehr das Problem,

sondern die Proliferation. Denken Sie an Pakistan, Indien, Israel, die sich schon selbständig gemacht haben. Jetzt kommen der Iran und Nordkorea dazu. Die Frage ist doch, wie sicher die internationale Absicherung gegen ein politisches Durchdrehen von solchen Ländern ist, die sich inzwischen Atomwaffen zugelegt haben beziehungsweise zulegen könnten.

Hofstetter: Solange Privatversicherer nicht sämtliche Risiken der Kernenergie versichern, haben wir offenbar ein Problem. Das ist ja mit ein Grund, warum nur in wenigen Ländern Kernenergieanlagen gebaut werden. Weil es dazu einen starken Staat braucht, der dieses zusätzliche Risiko übernehmen will und kann. Und wir tun gut daran, dafür zu sorgen, dass es nur in solchen Ländern zum Bau von Kernenergieanlagen kommen kann. Bei der Technikdiskussion dürfen wir nicht vergessen, dass die bisherigen Reaktorunfälle immer auf menschliches Versagen zurückzuführen waren. Die Technik mag besser werden, der Mensch nicht. Zum Thema Nuklearwaffen möchte ich Al Gore zitieren, der sagte: «In den acht Jahren, die ich im Weissen Haus verbrachte, war jedes einzelne Proliferationsproblem bei Kernwaffen, das ich erlebt habe, mit einem Reaktorprogramm verknüpft.»

Prasser: Ich sehe nur eine bedingte Verknüpfung von Nuklearwaffen mit der Kernenergie. Die Nuklearwaffen sind weltweit mit Anreicherungsanlagen und Reaktoren gebaut worden, die nicht der Energienutzung dienen. Wenn eine Regierung entscheidet, eine Nuklearwaffe anzustreben, dann wird diese Regierung technische Wege und Möglichkeiten finden. Ich finde es sehr bedenklich, wenn eine Zivilisation sich dadurch einer Energiequelle berauben lässt, die für ihr Überleben wichtig sein könnte.

Previdoli: Ich möchte grundsätzlich dafür plädieren, einzelne Energieträger nicht gegeneinander auszuspielen. Wir müssen auf allen Wegen vorwärtsgehen und alle Energieträger ausschöpfen, die sich anbieten. Die wichtigste Massnahme ist meines Erachtens ganz klar: Wir müssen die Energieeffizienz in allen Bereichen erhöhen. Dort haben wir ein grosses wirtschaftliches Potenzial. Dann müssen wir zusehen, dass wir die erneuerbaren Energien irgendwie finanzieren können. Die Lösungen müssen ökologisch, sozial und politisch vertretbar sein. Wenn das gegeben ist und auch das Entsorgungsproblem gelöst ist, dann ist auch die Kernenergie eine Option. Der Wähler soll auf jeden Fall die Möglichkeit haben, diese Option auch zu wählen. >



«Wenn wir die 2000-Watt-Gesellschaft realisieren, müssen wir nicht in zusätzliche Kernkraftwerke investieren.»

Eberhard Jochem, ETH-Professor für Nationalökonomie und Energiewirtschaft



«Energiepolitik ist für uns auch zwingend Klimapolitik.» Patrick Hofstetter, WWF Schweiz

Jochem: Die zentrale Frage ist doch, welche Optionen habe ich, um CO₂ zu vermeiden, und mit welchen Kosten.

Wenn Sie, Herr Jochem, sagen, Kernenergie sei dafür nicht die beste Option, welche Option empfehlen Sie dann und wie realistisch ist das?

Jochem: Die Kernenergie macht etwa 5% der Primärenergie aus, und es braucht etwa 50 Jahre, bis ein Primärenergieträger seinen maximalen Marktanteil erreicht, der bei der Kernenergie vielleicht bei 20% liegt. Das sind bestenfalls 0,3 Prozentpunkte CO₂-Minderung pro Jahr. Damit leistet die Kernenergie nur einen relativ kleinen Beitrag zur Lösung des CO₂-Problems. Mit Massnahmen zur Energieeffizienz können wir um ein Vielfaches schneller sein als die Kernenergie, hier schaffen wir jährlich ein bis zwei Prozent CO₂-Minderung pro Jahr. Das heisst, was immer die Menschheit macht, der Hauptpartner ist die Energieeffizienz.

Previdoli: Das geht übrigens auch aus dem Alternativszenario des IEA deutlich hervor. Dort werden 10% CO₂-Reduktionspotenzial für die Kernenergie angegeben, 12% bei den erneuerbaren Energien, 13% durch effizientere Energiebereitstellung, 29% für die Effizienz im Strombereich und 36% bei der Effizienz-

erhöhung bei der Nutzung fossiler Energieträger. Also, wir sehen: Wir holen insgesamt 65% durch Effizienzmassnahmen.

Prasser: Ich denke trotzdem, dass diejenigen Nationen, die technologisch und ökonomisch stark sind, eine besondere Verantwortung haben, die Kernenergie zu nutzen. Die Kernenergie ist eine sehr investitionsintensive Technologie, sie ist heute aber weniger investitionsintensiv wie die Erneuerbaren. Beispielsweise braucht die Windkraft bezogen auf die jährlich produzierte Energiemenge doppelt so hohe Investitionen wie die Kernkraft. Im Moment ist es so, dass die Kernkraft in den entwickelten Ländern wie der Schweiz zu einer kostengünstigen Stromversorgung beiträgt. Und in der Umweltverträglichkeit liegt sie etwa auf gleichem Niveau wie Wasserkraft. Bezüglich der Zuwachsraten hängt viel von politischen Entscheidungen ab. Vergessen wir nicht, dass ein Land wie Frankreich innerhalb von 30 Jahren seinen Stromsektor praktisch vollständig nuklearisiert hat. Der zweite Gedanke ist die Frage nach dem Sektor Wärmeversorgung. In Verbindung mit Wärmepumpen könnte die Kernenergie mit ein bis zwei Reaktoren einen bedeutenden Teil dieses Bedarfs decken. Hier ist die Schweiz schon heute weltweit führend.

Jochem: Aber die Diskussion ist doch schon viel weiter. Die technischen Kollegen hier von der ETH sagen, wir bauen in Zukunft das Passivhaus. Und wenn sie den Passivhausbau in Deutschland anschauen, ist es jetzt eigentlich nur noch die Frage, wie schnell Neubauten und Renovationen voranschreiten. Nachher wird Strom im Wesentlichen nur für die Lüftungsanlage gebraucht.

Denken wir falsch, wenn wir mit einer drohenden Stromlücke argumentieren?

Jochem: In der Schweiz wird der Strombedarf zu 60% durch Wasserkraft und zu 35% durch Kernenergie gedeckt. Das sind alles langfristige Investitionen von mindestens 50 bis hundert Jahren. Nun könnte Folgendes passieren: Zurzeit hat die Schweiz einen steigenden Strombedarf. Jetzt reinvestieren wir in zwei oder drei Kernkraftwerke in der Schweiz. Aber gleichzeitig machen wir enorme Fortschritte in der Energieeffizienz. Wenn die Industriestaaten irgendwann die 2000-Watt-Gesellschaft realisieren, so gegen das Jahr 2070 oder 2080, dann hätten wir in Europa die Kernkraftwerkskapazitäten dastehen, die man nicht voll benötigen würde.



«Die Kerntechnik steht bereit, und sie bietet wichtige Optionen.»

Horst-Michael Prasser, ETH-Professor für Kernenergiesysteme



«Wir dürfen einzelne Energieformen nicht gegeneinander ausspielen.»

Pascal Previdoli, Bundesamt für Energie

Prasser: Ich sehe nicht, dass wir eines Tages eine Situation haben werden, in der der Strombedarf so weit zurück geht, dass ein Investitionsrückfluss in der Kernenergie nicht mehr gegeben ist. Ich denke aber, es herrscht Konsens darüber, dass wir in eine Stromlücke hineinlaufen, weltweit sowieso, aber auch europaweit. Das Ausweichen der Energieversorger auf fossile Quellen wie etwa Gas oder Kohle findet nicht ohne Grund statt. Sie haben nicht die Perspektive, die gesamte Stromlücke regenerativ zu füllen, sonst würden sie nicht ausweichen. Und sie haben dort auch ein Investitionsproblem. Sie investieren lieber in fossile Kraftwerke, wenn die Politik nicht die richtigen Rahmenbedingungen setzt.

Hofstetter: Und genau da unternimmt zum Beispiel die EU mit dem Effizienzaktionsplan entsprechende Schritte. Die Erhöhung der Energieeffizienz ist das wichtigste Instrument und führt am schnellsten zum Erfolg. Die Energiebereitstellung durch erneuerbare Energien leistet den zweitgrössten Beitrag. Wird ausserdem die Abspaltung und langfristige Speicherung von CO₂ technisch machbar, könnte sie gemäss Plänen der EU schon bald Vorschrift werden und bereits 2020 einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen leisten. Diese Option hätte natürlich einen Einfluss auf

die Wirtschaftlichkeit von fossilen Kraftwerken, was indirekt auch wieder die Energieeffizienz und die erneuerbaren Energien voranbringt.

Prasser: Wir haben heute eine Situation, in der die Kohle gesamtökonomisch die Nase vorne hat, wenn man die indirekten Kosten nicht mitrechnet. Die Kohlekilowattstunde aus Steinkohle ist geringfügig kostengünstiger als die Kilowattstunde aus Kernenergie. Dieses Verhältnis wird durch die Sequestrierung (Abspaltung und Speicherung von CO₂, Anm. d. Red.) umgekehrt. Wir laufen in eine Situation hinein, in der die Ersatzkapazitäten, welche die Stromlücke europaweit füllen sollen, alle teurer sind als die Kernenergie. Jetzt sagen Sie, in 20 oder 30 Jahren werden wir den Kapitalrückfluss für ein neues Kernkraftwerk nicht mehr kriegen. Das widerspricht sich eklatant.

Jochem: Sie vermischen zwei Dinge. Einmal ist da die Frage der Wahl, welche Technologie man zur Stromerzeugung nimmt. Man kann sich schon überlegen, ob man den Strombedarf mit teurer Kohle und teuren erneuerbaren Energieträgern decken will, um auf gar keinen Fall ein Proliferationsrisiko einzugehen. Das ist eine subjektive Entscheidung der Bevölkerung. Ausserdem hat man ein dynamisches Problem. Das hat mit der Nachfrage und der dezentra-

len Erzeugung zu tun. Wenn die politischen Kräfte endlich mal in der Lage wären, die Effizienzpotenziale auszunutzen, dann gehen die Industriestaaten irgendwann durch ein Bedarfsmaximum und danach wird die Kurve flach. Die Wahl der Technologie – einschliesslich der dezentralen Stromerzeugung – ist das eine, die Dynamik der Nachfrage das andere.

Previdoli: Genau, und man darf die Versorgungslücke nicht komplett mit Grosstechnologien decken, denn greifen die Effizienzanstrengungen, hätten wir nach ein paar Jahren zu viel Kapazität.

Jochem: Und deshalb muss die Stromwirtschaft genau überlegen, ob und wieviel Kernenergie wirklich gebraucht wird vor dem Hintergrund der Vision einer 2000-Watt-Gesellschaft im Jahr 2080. Man braucht dann vielleicht eben nur ein Kraftwerk und nicht zwei. Dass wir eine Kombination verschiedener Technologien haben werden, ist ja unbestritten.

Sie setzen auf das Pferd Energieeffizienz. Das ist ja schön und gut, doch sind Massnahmen in dem Rahmen, wie sie nötig wären, auch politisch durchsetzbar?

Jochem: Das ist ein ganz zentraler Punkt. >

2000-Watt-Gesellschaft

Vor neun Jahren wurde im ETH-Bereich die Idee einer 2000-Watt-Gesellschaft lanciert, in der jedem Menschen dieser Erde gleich viel Energie zur Verfügung steht, und zwar so viel, dass der Totalenergieverbrauch nicht über den Stand von 1990 wächst. In der Schweiz liegt der Durchschnitt derzeit bei gut 5000 Watt. Weniger Verbrauch bei gleicher Lebensqualität ist das Motto der Initiative. Erreicht werden kann dies durch mehr Energieeffizienz und eine rigorose Anpassung der Infrastruktur, allem voran im Bausektor. Das Bundesamt für Energie ist der wichtigste Partner der ETH-Initiative, das aktuelle Energiesparprogramm des Bundes orientiert sich an der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft.

↳ www.novatlantis.ch

Die Effizienz hat ein Problem, das die erneuerbaren Energieträger nicht haben: Es kümmert sich kaum ein Mensch um sie. Die Effizienz hat keine Lobby. Alle anderen Energieträger sind politisch akzeptabel, weil sie medial sexy sind. Energieeffizienz lässt sich nicht über die Medien transportieren und ist überhaupt nicht sexy.

Previdoli: Ich teile diese Meinung. Langsam fängt es aber doch an: Die Internationale Energiebehörde setzt die Energieeffizienz als Schwerpunkt, die G-8 haben Energieeffizienz als das Megathema deklariert, Deutschland will während seiner EU-Präsidentschaft bei der Energieeffizienz vorwärts machen. Ich glaube, der Moment ist jetzt gut, um eine Lobby aufzubauen.

Hofstetter: Ich denke dennoch, dass es am politischen Willen mangelt. Das hat vor allem mit fehlenden Interessensvertretern für die Energieeffizienz in der Politik zu tun. Es gibt im Bereich Effizienz kaum Grossanlagen mit hohem Geldumsatz. Das heisst, es fehlen Verwaltungsratsmandate, die mit Leuten besetzt werden können, welche an den Machthebeln der Politik sitzen.

Jochem: Das Ganze ist ja noch etwas komplexer. Die heutigen Effizienzproduzenten stellen zugleich auch Energieangebotstechnologien her. Wenn nun die grosse Kundschaft die Effizienzangebote nicht nachfragt, so halten sich diese Produzenten natürlich bedeckt.

Previdoli: Ich denke, ein ganz wichtiges Instrument ist die Energieetikette, womit der Konsument jetzt endlich einmal Informationen erhält, ob ein Gerät effizient ist oder nicht. Wenn dies nicht reicht, müsste man Verbrauchsvorschriften erlassen.

Prasser: Sie können den Leuten natürlich vorschreiben, dass man in der Schweiz nur noch Autos mit 3-Liter-Verbrauch kaufen kann. Das kann funktionieren, es kann aber auch nicht funktionieren. Nicht funktionieren bedeutet, dass Unzufriedenheit aufkommt, die sich in politischen Entscheidungen niederschlägt.

Jochem: Langfristig müssen wir die CO₂-Emissionen in Industriestaaten um mindestens 80% senken. Da reden wir nicht vom 3-Liter-Auto, sondern vom 2- oder vom 1-Liter-Auto. Sie sagen jetzt, das kriegen wir politisch nicht durch. Doch weshalb? Weil sich der Autobesitzer über den Status definiert, über Präferenzen seiner sozialen Gruppe, er strebt nach Aner-

kennung. Ziel müsste nun sein, die Wertesysteme der die Werte bestimmenden gesellschaftlichen Schichten zu verändern. Sie müssten sagen können, es ist schick, ein Auto zu haben, das maximal 3 Liter verbraucht und das im Grunde noch so gut daherkommt wie ein Bentley. Man muss jene Wertesysteme verändern, die derzeit ein nicht nachhaltiges Konsummuster erzeugen, obwohl es technologisch möglich wäre.

Previdoli: Der Vorteil beim Auto ist, dass es sichtbar ist. Bei den meisten Energieeffizienzbereichen fehlt die Sichtbarkeit.

Hofstetter: Richtig. Wir haben keine emotionale Bindung zu Strom. Strom ist kein Statussymbol, ausser, er wird auf dem eigenen Dach sichtbar produziert. Ich denke, das ist einer der ganz wichtigen Gründe dafür, dass Sonnenenergie trotz ökonomischen Hindernissen ein erstaunliches Potenzial hat. Sie bietet die Möglichkeit, tatsächlich Farbe zu bekennen. //

Das Gespräch führten Martina Märki und Conny Schmid

Testen Sie Ihr Wissen!

Energiefragen sind komplex. Selbst Experten sind gelegentlich überrascht über die Zusammenhänge. Ein von ETH-Forschenden entwickeltes Online-Quiz mit Fragen rund um die Energie sensibilisiert und vermittelt anspruchsvolles Wissen auf spielerische Weise. Zugänglich ist es derzeit im Verkehrshaus Luzern. Eine Kostprobe gibt es hier im ETH Globe.

Frage 1:

Im Haushalt braucht man Energie für die Heizung, die Beleuchtung, für warmes Wasser sowie für elektrische Geräte wie z.B. Kühlschrank, Spül- und Waschmaschine, Fernsehgeräte, Computer und Küchengeräte. Wofür braucht ein durchschnittlicher Schweizer Haushalt am meisten Energie, und welche Reihenfolge trifft zu?

- a) Beleuchtung/Elektrogeräte/Heizung/Warmwasser
- b) Beleuchtung/Heizung/Elektrogeräte/Warmwasser
- c) Heizung/Elektrogeräte/Warmwasser/Beleuchtung
- d) Elektrogeräte/Heizung/Warmwasser/Beleuchtung

Frage 2:

Der durchschnittliche Schweizer Einwohner stösst 6 Tonnen Kohlendioxid (CO₂) pro Jahr aus.

Welcher Anteil dieser 6 Tonnen entspricht dem CO₂, das für den Flug einer Person Zürich–Kuala Lumpur (Malaysia) retour ausgestossen wird?

- a) Gar nichts, Flugzeuge stossen kein CO₂ aus
- b) 30%
- c) 80%

Frage 3:

Was denken Sie, welcher Energieträger ist derzeit für die Schweiz am bedeutendsten? Und welche Reihenfolge trifft zu?

- a) Wasserkraft – Uran – Erdöl
- b) Wasserkraft – Erdöl – Uran
- c) Erdöl – Wasserkraft – Uran
- d) Erdöl – Uran – Wasserkraft

Frage 4:

Der durchschnittliche Arbeitsweg pro Person in der Schweiz beträgt 12 km für einen Werktag. Welchen Anteil an den jährlichen durchschnittlichen Kohlendioxid(CO₂)-Emissionen pro Einwohner in der Schweiz spare ich, wenn ich diesen Weg mit dem elektrisch angetriebenen öffentlichen Verkehr (Bahn, Tram, Trolleybus) anstatt mit meinem Mittelklasse-Auto zurücklege?

- a) 1%
- b) 10%
- c) 30%

Weitere Informationen

Das Energiequiz umfasst insgesamt zweimal 14 Fragen und wurde bisher von mehr als 4500 Spielerinnen und Spielern genutzt. Mehr als die Hälfte der Spielenden beantworteten Frage 1 und 2 richtig, Frage 3 wurde von knapp 30% richtig beantwortet. Die richtige Antwort zu Frage 4 fanden nur knapp 23%.

Kontakt

Die Fragen entwickelten ETH-Mitarbeiter des Laboratoriums für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme und des Centre of Energy Policy and Economics. Das Quiz wurde im Rahmen der 150-Jahr-Feierlichkeiten der ETH an Schweizer Mittelschulen, an der Ausstellung «Welten des Wissens» gezeigt und kann gegenwärtig im Verkehrshaus Luzern gespielt werden.

Marcel Wickart
Centre for Energy Policy and Economics
✉ mwickart@ethz.ch

Fabrizio Noembrini
Institut für Energietechnik
✉ noembrini@lav.mavt.ethz.ch

Für die Lösungen bitte umblättern >

Lösungen von Seite 29

Frage 1

Richtig ist c): Ein durchschnittlicher Haushalt in der Schweiz benötigt für die Heizung ca. 70 bis 75% des gesamten Energieverbrauchs, für die Elektrogeräte rund 13 bis 15%, für das Warmwasser ca. 10% und für die Beleuchtung ca. 2 bis 3%. Der hohe Energiebedarf für Heizung (Heizöl, Erdgas, Holz oder Strom) wird häufig unterschätzt. Ähnliches gilt für Warmwasser. Energiebewusst ist der private Haushalt am ehesten bei der Beleuchtung, weil hier der Energieverbrauch am augenfälligsten ist, obwohl es sich hier um die geringsten Anteile am Energiebedarf handelt.

Frage 2

Richtig ist b): die Länge der Strecke Zürich–Kuala Lumpur beträgt 10 000 km. Der Treibstoffverbrauch eines Flugzeugs beträgt etwa 4 Liter Kerosin pro 100 km und Passagier. Aus der Verbrennung von Kerosin ergibt sich somit für diese Reise ein CO₂-Ausstoss von 1,9 Tonnen. Diese grosse Menge ist u. a. durch die beträchtliche Länge der Strecke bestimmt. Beachten Sie, dass die von den internationalen Flugreisen verursachten CO₂-Emissionen im Kyoto-Protokoll zur Reduktion von CO₂ sowie in den nationalen Statistiken nicht berechnet werden!

Frage 3

Richtig ist d): Der Anteil von Erdöl beträgt etwa 48% am gesamten Energiebedarf. Dieser Anteil ist relativ hoch, gemessen an dem europäischen Staaten. Er ist erklärbar durch die hohe Motorisierung in der Schweiz und einen hohen Heizölanteil infolge einer relativ späten Einführung des Erdgases als Energieträger in der Schweiz. Etwa 40% des Strombedarfs werden mit Kernkraftwerken hergestellt, die wegen ihres relativ geringen Umwandlungswirkungsgrades (etwa 36%) relativ viel Uran benötigen.

Frage 4:

Richtig ist b): Die CO₂-Emissionen aus dem Elektrizitätsverbrauch sind für den schweizerischen Strommix zwar sehr klein, da 40% der Elektrizität mit Kernkraftwerken und 60% mit Wasserkraftwerken produziert werden. Diese Anlagen benutzen direkt keine fossilen Brennstoffe, und ihr Betrieb ist nahezu CO₂-frei. In Wirklichkeit ist die Ersparnis aber viel kleiner als zu erwarten, da bei zusätzlichem Stromverbrauch die Schweiz weniger von ihrem «sauberen» Strom exportieren kann bzw. mehr aus dem europäischen Verbundnetz importieren muss. Dieser Zusatzstrom stammt zu einem grossen Teil aus CO₂-intensiven Kohlekraftwerken.

Autofahren light

Der Autokauf ist energiebezogen eine der wichtigsten Entscheidungen, die ein privater Haushalt treffen kann. Wie sich Schweizer Konsumenten dabei verhalten und wie die Chancen energieeffizienterer Autos verbessert werden können, untersucht eine interdisziplinäre Forschungsgruppe am ETH-Institut für Umweltentscheidungen.

Derzeit gibt es etwa 800 Millionen Autos auf der Welt. Bald werden es doppelt so viele sein. Sorgen bereitet vor allem der damit einhergehende wachsende CO₂-Ausstoss. Auch in der Schweiz, dem Land mit der weltweit besten Versorgung durch öffentlichen Verkehr, nimmt die Anzahl der Motorfahrzeuge weiterhin zu. Und auch der CO₂-Ausstoss des motorisierten Individualverkehrs steigt in der Schweiz weiterhin rasant. Dies, obwohl die Autotechnik selbst immer besser und auch treibstoffsparender wird.

Der Ball liegt bei den Käufern

Energiesparender und umweltverträglicher Auto fahren – es wäre demnach gar nicht so schwer. «Der Ball liegt zurzeit nicht bei der Technik, sondern bei den Käufern», davon ist ETH-Forscher Peter de Haan, von Haus aus Physiker, überzeugt. Doch wissen das auch die Autofahrer? Nach welchen Kriterien wählen sie ihre Wagen, und wie bringt man die Leute dazu, schon beim Kauf eines Neuwagens umweltbewusster zu handeln? Am Institut für Umweltentscheidungen der ETH Zürich, wo Peter de Haan gegenwärtig forscht, will man es genau wissen. Hier, unter der Leitung von Professor Roland Scholz, gibt es seit bald drei Jahren eine

interdisziplinäre Forschungsgruppe, die den Entscheidungsprozess beim Kauf neuer Autos unter die Lupe nimmt. Denn an diesem Punkt fallen wesentliche Entscheide, die sich nachher in der Energie- und Schadstoffbilanz langfristig auswirken. Tatsächlich ist der Kauf eines neuen Autos aus Energiesicht eine der wichtigsten Entscheidungen, die ein privater Haushalt heute fällen kann. Denn die Spannbreite der Auswahl ist gross, und jedes Auto wird im Schnitt in 11 Jahren 160 000 km zurücklegen. «Der Käufer eines Neuwagens ist sich oft gar nicht bewusst, wie weitreichende Folgen seine Entscheidungen haben», glaubt Anja Peters, Umweltpsychologin und Mitarbeiterin des Projekts. Entsprechende Hinweise liefern die Daten der Grossbefragung «Mobilität und Autokauf», die die Basis für die Arbeiten der Forschungsgruppe bildet. 6000 Haushalte der Schweiz wurden erstmals im Juni 2005 per Fragebogen über ihr Mobilitätsverhalten, den Fahrzeugbesitz und zum Verhalten beim Autokauf befragt. 70% der 2500 Antwortenden erklärten sich zum Weitermachen bereit und erhielten im Juni 2006 einen weiteren Fragebogen, in dem ihre Werte und Einstellungen noch genauer erfasst wurden. Ein dritter Fragebogen soll im Sommer 2007 folgen.



Käufer haben es in der Hand: 40 Prozent Reduktionspotenzial bei CO₂ ohne Komforteinbusse. (Foto: Derek Trask/Corbis)

Schon heute ist klar, dass das Kaufverhalten der Schweizer Autofahrerinnen und Autofahrer von vielen Faktoren beeinflusst wird. Treibstoffverbrauch ist dabei nur eine Frage unter vielen. Sicherheit, Leistung, Prestige und viele andere Bedürfnisse spielen mit. Doch allzu viel Zeit mag oder kann der Kunde offenbar für eine gründliche Evaluation gar nicht aufwenden. Es werden häufig nur eine Marke und/oder wenige Modelle ernsthafter betrachtet. Gleichzeitig sind aber 4300 Modellvarianten auf dem Markt erhältlich. So ist verständlich, dass innovative, energieeffiziente Antriebstechnologien erst mit Verzögerung wahrgenommen und gekauft werden. Die Käufer sogenannter Hybridfahrzeuge beispielsweise, die Benzin- und Elektromotor und Batterien kombinieren und dadurch substanziell Treibstoff sparen, unterscheiden sich denn auch deutlich von anderen Käufergruppen, wie die Analysen der Forschungsgruppe zeigen. Für diese Gruppe ist das bewusste Suchen nach innovativer Technik zentral.

Doch es muss nicht gleich ein Hybridfahrzeug sein. «Es ist gar nicht unbedingt sinnvoll, viele neue Antriebstechnologien auf den Markt zu bringen», so die überraschende Schlussfolgerung der Forscher. «Unsere Daten zeigen eher,

dass die Käufer, ja das ganze System, Zeit brauchen, um zu lernen», sagt Peter de Haan. Und Anja Peters ergänzt: «Wir müssen auch in Betracht ziehen, dass der durchschnittliche Neuwagenkäufer um die 50 ist und endlich Zeit und Geld hat, Autos zu fahren, die er sich früher nicht leisten konnte. Klimaschutz hat dann einen schweren Stand neben den anderen Bedürfnissen.»

Frauen sind besonders offen

Gibt es so gesehen überhaupt Spielraum für Einflussmöglichkeiten? Ja, sind die Forschenden überzeugt, aber im Rahmen des Denkhorizonts der Käufer. «Unsere Botschaft ist: Selbst wenn Autogrösse und Marke für den Kaufentscheid praktisch schon vorgegeben sind, kann sich der Käufer immer noch innerhalb dieses Rahmens für das sparsamere und umweltfreundlichere Modell entscheiden, ohne Komfort- oder Prestigeinbusse», erklärt Peter de Haan, «und damit hätten wir immer noch ein CO₂-Reduktionspotenzial von bis zu 40%!» Und er fährt fort: «Wohlgemerkt, wir reden hier nicht über alternative Technologien oder Ökoautos, sondern nur über den etwas kleineren Motor.» Gegenüber den kaufkräftigen Kunden sollte man dann nicht hauptsächlich

Laufende Projekte

Aktuelle Projekte zum Thema Autokaufverhalten sind: Entscheidungsfaktoren beim Kauf treibstoffeffizienter Neuwagen, Autoklassenwechsel-Verhalten: Mögliche Beeinflussung durch Lenkungsabgaben, Grossbefragung Mobilität und Autokauf, KäuferInnen von Hybridfahrzeugen, Multi-Agenten-Simulation des Automarktes bis 2050.

Die Projekte werden unter anderem finanziert durch die Vereinigung Schweizerischer Automobil-Importeure, die Erdöl-Vereinigung, TCS, Toyota AG, Honda automobiles (Suisse) SA, Lexus, Bundesamt für Energie und den Schweizerischen Nationalfonds. Die Ergebnisse sind auf dem Netz verfügbar:

☞ www.nssi.ethz.ch/res/emdm

von weniger Verbrauch reden, sondern die Zukunftstechnik in den Vordergrund rücken, rät de Haan, um den Zusatznutzen zu kommunizieren. Interessanterweise sind es übrigens Frauen, die für die Reduktionspotenziale besonders offen sind. Denn sie votieren, wenn in den Haushalten über den Kauf eines Neuwagens beraten wird, schon heute für die sparsameren Modelle.

Das allein reicht aber nicht aus. Noch immer sind die in der Schweiz zugelassenen neuen Personenwagen deutlich stärker motorisiert als in den umliegenden Ländern. «Wir sind ein extremes Wohlstandsland. Der Markt allein wird nicht zu einer positiven Entwicklung hin zu treibstoffeffizienteren Autos führen; hier muss die Politik lenkend eingreifen», so Peter de Haans Einschätzung. Die Karten dafür stehen nicht mal so schlecht. «Unsere Umfrageergebnisse zeigen, dass die Autokäufer Lenkungsmaßnahmen wie zum Beispiel staatlichen Förderprämien für den Kauf verbrauchsgünstiger Wagen durchaus positiv gegenüberstehen», betont Anja Peters. //

Martina Märki

Powerstudium in Sachen Energie

Umfassend energetisch gebildet – die zukünftigen Absolventen und Absolventinnen des Masterstudiengangs Energy Science and Technology sollen Energiesysteme im Gesamtzusammenhang verstehen. Mit Herbstsemester 2007 startet das neue Ausbildungsangebot.

«Wir wollen unseren Studierenden ein übergreifendes Verständnis für die Systeme und Abhängigkeiten im Energiebereich und alle damit verbundenen Fragen vermitteln», sagt Professor Göran Andersson, Leiter des neuen Masterstudiengangs Energy Science and Technology. Die Begründung dafür: Umweltverträgliche, erschwingliche und verlässliche Energieversorgung ist die Voraussetzung für das Wohlergehen der Industrienationen und für Entwicklungsländer. Um die komplexen Energiesysteme so zu planen, dass sie zukunftsfähig sind, wird immer mehr interdisziplinäres Wissen benötigt. So wird der neue Studiengang neben technischen Gebieten auch explizit ökonomische, politische und soziale Aspekte mit einbeziehen. Die Studierenden sollen lernen, dass es nicht nur um technische Optimierung und Innovation geht, wenn man die anstehenden Energieprobleme lösen will, sondern dass ökonomische Faktoren, Erwartungen, Einstellungen und soziale Traditionen sowie politische Fragen eine Rolle spielen.

Breite Perspektive

Getragen wird der Studiengang gleich von mehreren Departementen: vom Departement Informationstechnologie und Elektrotechnik als Leading House und vom Departement für Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Stark beteiligt ist zudem das Departement Management, Technologie und Ökonomie. Zahlreiche

Vertreter weiterer Departemente tragen zum Lehrangebot bei. «Die ETH Zürich weist in Energiefragen ein einmalig breites Kompetenzspektrum auf, das in diesem Masterstudiengang zum Tragen kommen soll», erklärt Andersson.

Einmaliges Angebot

Claudia Casciaro vom Energy Science Center ist deshalb überzeugt: «Dieses Angebot ist auf Hochschulebene nahezu einmalig. Wir kennen keine andere Hochschule, die ein ähnlich umfassendes Angebot hat. Energiebezogene Studiengänge gibt es viele, aber die meisten konzentrieren sich doch jeweils auf sehr spezifische Blickwinkel.» Und genau das will man im Masterstudiengang Energy Science and Technology nicht. Schliesslich sollen hier zukünftige Führungspersonen in Energiefragen ausgebildet werden. «Wer Spezialist für eine ganz bestimmte Technologie werden will, ist mit einem energiebezogenen Studium in der entsprechenden Fachdisziplin besser bedient», sagt Andersson explizit.

Ein breites Angebotsspektrum einerseits – und gleichzeitig grosse Wahlfreiheit in der Zusammenstellung der Fächer, das ist ein weiteres Merkmal des Studiengangs. Fix vorgeschrieben sind lediglich 5 Kernvorlesungen (Energy Systems Analysis, Electric Power Engineering, Energy Economics and Policy, Energy Conversion und ein Laborkurs). Aus über 50 weiteren

Lehrangeboten kann sich jeder und jede Studierende ein persönliches Profil zusammenstellen.

Ein persönlicher Tutor wird jedem Studierenden bei der Auswahl und während des ganzen Masterstudiums zur Seite stehen. «Ich stelle mir vor, dass sich sehr viele interessante Ideen in diesem sehr engen Kontakt zwischen Studierenden und Tutoren entwickeln können», ist Anderssons Vision. «Wir kennen dieses System aus englischen und amerikanischen Hochschulen, an der ETH ist es in dieser Form noch nicht so verbreitet.» 25 bis 30 Studierende können und sollen so pro Jahrgang betreut werden. «Die Zulassung zum Masterstudiengang ist zahlenmässig unter anderem deshalb beschränkt, weil uns diese intensive Betreuung sehr wichtig ist», ergänzt Claudia Casciaro.

Über die Zulassung zum Masterstudiengang Energy Science and Technology entscheidet eine Zulassungskommission. Bedingungen sind einerseits formelle Kriterien. Grundsätzlich, betont Andersson, ist der Studiengang ein technisches Studium. Ausreichende Kenntnisse in Mathematik, Physik, Ingenieurwissenschaften sind Voraussetzung. «Ich persönlich finde, dass die Motivation und ein echtes Interesse an Energiefragen ein weiteres wichtiges Kriterium sind», fügt Andersson an. «Ein breites Spektrum an Teilnehmenden mit unterschiedlichem Hintergrund kann der Ausbildung sehr viel zusätzliche Dynamik geben.» Gerade im



Das Masterstudium hat vielfältige Energieformen im Blick.

Hinblick auf Fachhochschulabsolventen soll die Tür auch offen bleiben. Man kann sich durchaus vorstellen, dass interessante Bewerber sich fehlende Kenntnisse in einem Brückensemester aneignen können.

International

Flexibilität bei Auswahl und Betreuung der Studierenden wird also gross geschrieben. Grundsätzlich ist der Masterstudiengang international ausgerichtet. Unterrichtssprache ist Englisch. «Obwohl der Studiengang bisher noch gar nicht offiziell ausgeschrieben war, haben wir bereits Anfragen aus verschiedensten Ländern, von Griechenland bis Kanada», erzählt Claudia Casciaro. «Energiefragen müs-

sen heute international und global angegangen werden», ergänzt Andersson. «Und Schwellen- und Entwicklungsländer werden hier immer wichtiger. Deshalb wäre es sehr wünschenswert, wenn wir auch Studierende aus solchen Ländern ausbilden könnten. Nur leider können sich die wenigsten die hohen Lebenshaltungskosten in Zürich leisten.» Vielleicht, denkt er laut, könnten hier interessierte Industrie- und sonstige Partner mit Stipendien weiterhelfen. Unter Umständen könnten auch die beteiligten Departemente mit zu solchen Stipendien beitragen. Aber das ist noch Zukunftsmusik. Dass Industrie und Behörden grundsätzlich einen Bedarf für den Studiengang sehen, hat dagegen das Patronatskomitee

des Energy Science Centers bereits im Planungsvorfeld bestätigt. Und regelmässige Kontakte zu Industrie und Behörden werden auch durch die vorgeschriebenen Industriepraktika sichergestellt. //

Martina Märki

✉ www.master-energy.ethz.ch

Strommarktöffnung in Schritten

Wie beurteilen Schweizer Stromlieferanten und Energieforscher die Liberalisierung des Strommarkts in Europa? Welche Erwartungen verbinden sie damit, wo sehen sie die Chancen und wo die Risiken dieser Entwicklung? Conrad Ammann, Direktor des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich, ortet Handlungsbedarf auf der gesetzgeberischen Ebene.

«In der Schweiz besteht Handlungsbedarf für ein Strommarktöffnungsgesetz, das auch Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit berücksichtigt.» Conrad Ammann

In Europa ist die Liberalisierung des Strommarktes weit fortgeschritten. Ab Mitte 2007 werden alle Kundinnen und Kunden der EU frei wählen können, von wem sie den Strom beziehen wollen. Die Unternehmen, die den Strom transportieren und verteilen, müssen ihn durchleiten und werden dafür entschädigt.

Die Schweiz gilt traditionell als Stromdrehscheibe Europas. Die Schweizer Stromunternehmen sind interessiert, weiterhin eine führende Rolle in Europa wahrzunehmen. Vergangene grossräumige Versorgungsunterbrüche zeigen, dass die Schweiz keine Insel ist.

Mangelnde gesetzliche Regelung

Die Liberalisierung des Strommarktes in der Schweiz ist nur durch das Kartellgesetz geregelt. Das Bundesgericht hat im Fall «Freiburger Elektrizitätswerke gegen Watt Suisse AG und Migros» am 17. Juni 2003 festgehalten, dass der Netzzugang für Dritte rechtlich gewährleistet ist. Der Netzzugang kann damit erzwungen werden. Die Regelung der Rahmenbedingungen für den Netzzugang fehlt jedoch vollständig. Sie müsste in jedem einzelnen Falle verhandelt werden.

In der Schweiz besteht Handlungsbedarf für ein Gesetz, welches eine geordnete, europakompatible Öffnung des Strommarktes sicherstellt und neben dem Wettbewerb auch die Versorgungssicherheit und die Nachhaltigkeit berücksichtigt. Die eidgenössischen Räte behandeln zurzeit das Stromversorgungsgesetz. Frühestens im Jahr 2008 wird mit der Einführung gerechnet. Etappenweise sollen zuerst Firmen von der Marktöffnung profitieren, nach fünf Jahren auch die Bevölkerung.

Mit Dienstleistungen überzeugen

Dieser Liberalisierungsschritt dürfte den Wettbewerb in der Schweiz verstärken. Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) profitiert von seinem breit gefächerten Produktionspark mit eigenen Wasserkraftwerken und namhaften Beteiligungen an Wasserkraftwerken und Kernkraftwerken. Weiter besitzt das ewz über 13% des schweizerischen Höchstspannungsnetzes, hat lokale Verteilnetze in Zürich und in Teilen

Graubündens und ist auch im Endkundengeschäft tätig. Bereits heute bietet das ewz neben der klassischen Stromversorgung weitergehende Dienstleistungen an. Im Bereich Energie sind das zum Beispiel Beratung, Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Unterhalt von komplexen Heizungs- und Lüftungsanlagen. Netzbezogen bietet das ewz kundenspezifische Lösungen zur weiteren Verbesserung der Netzverfügbarkeit und im Bereich Telecom schnelle Datenverbindungen.

Seit dem 1. Oktober 2006 können die Kundinnen und Kunden in der Stadt Zürich ihr persönliches Stromprodukt auswählen und so den Strommix, Produktionsart und Stromherkunft aktiv beeinflussen. Wegen des grossen Interesses an «naturemade star»-zertifiziertem Ökostrom können voraussichtlich in den Jahren 2007 und 2008 rund 30 neue Solarstromanlagen mit zirka 1,7 Megawatt Leistung realisiert werden.

Das ewz ist also seit vielen Jahren an allen Fronten aktiv und bereitet sich auf die Marktöffnung vor. Wir befinden uns aufgrund unserer umfassenden Leistungen in einer guten Ausgangslage. Strom anbieten können viele, mit umfassenden Dienstleistungen auf die Bedürfnisse der Kunden eingehen nur wenige. Wir sind bereit.

Dr. Conrad Ammann ist Direktor des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich, ewz. Seit 1892 versorgt das ewz die Stadt Zürich und Teile des Kantons Graubünden mit Strom. Insgesamt beliefert es rund 260 000 Kundinnen und Kunden. 885 Mitarbeitende des städtischen Unternehmens erbringen aber auch weitere mit Strom zusammenhängende Dienstleistungen.

» www.ewz.ch



Liberalisierung bringt neue Fragen

Was bedeutet die Liberalisierung des Strommarkts für die Forschung bezüglich elektrischer Energiesysteme? Göran Andersson, Professor am Power Systems Laboratory der ETH Zürich, sieht neue Fragen und Gebiete für die Forschung. Entsprechende Forschungsprojekte sind bereits am Laufen.

«In einem liberalisierten Markt müssen ganz neue Netzführungskonzepte eingeführt werden.» Göran Andersson

Die Liberalisierung des Strommarkts hat tiefgehende Konsequenzen für die Forschung an unserem Institut. Zwar verändern sich kurzfristig nicht die grundlegenden physikalischen und technischen Voraussetzungen, aber die Regeln zwischen den verschiedenen Geschäftsinteressenten, das heisst zwischen Kraftwerkbesitzern, Netzbetreibern und Stromverbrauchern, werden sich drastisch verändern. Dies wird eine direkte Auswirkung auf den Betrieb und die Planung des Systems haben. Langfristig wird die Liberalisierung auch die Entwicklung der Technologie beeinflussen, und man kann schon heute einige dieser Tendenzen erkennen.

Neue Konzepte für Netzführung

Ein wichtiger Zweck der Liberalisierung ist, die Aufgaben der verschiedenen Beteiligten deutlicher und eindeutiger zu machen. Besonders einschneidend haben sich die Voraussetzungen für den Netzbetreiber verändert. Vorher war es ihm möglich, die Energieerzeugung einzelner Kraftwerke zu steuern, um so das System in einem sicheren und wirtschaftlich optimalen Zustand zu betreiben. Aber in einem liberalisierten Markt besteht diese Möglichkeit nicht mehr. Ganz neue Netzführungskonzepte müssen nun eingeführt werden, was zu einem neuen und wichtigen Forschungsthema führt. Es gibt nicht mehr nur eine technische Kopplung zwischen den Komponenten im System, sondern neu auch eine wirtschaftliche Kopplung, die fortan berücksichtigt werden muss. An unserem Institut haben wir verschiedene Methoden des Engpass-Managements im Übertragungsnetz untersucht und die wirtschaftlichen und technischen Folgen dieser Methoden klargelegt. Auch in der Zukunft werden wir Projekte in diesen Bereich fortführen.

In einem anderen Projekt studieren wir, wie man mit Hilfe neuer steuerbarer Geräte, sogenannter FACTS-Geräte, die Flexibilität und Sicherheit des Netzes erhöhen kann. Eine ganz wichtige Frage ist: Kann man diese Netzführung dezentral entwerfen oder braucht man eine zentrale Koordination zwischen den Netzbetreibern, das heisst zwischen den

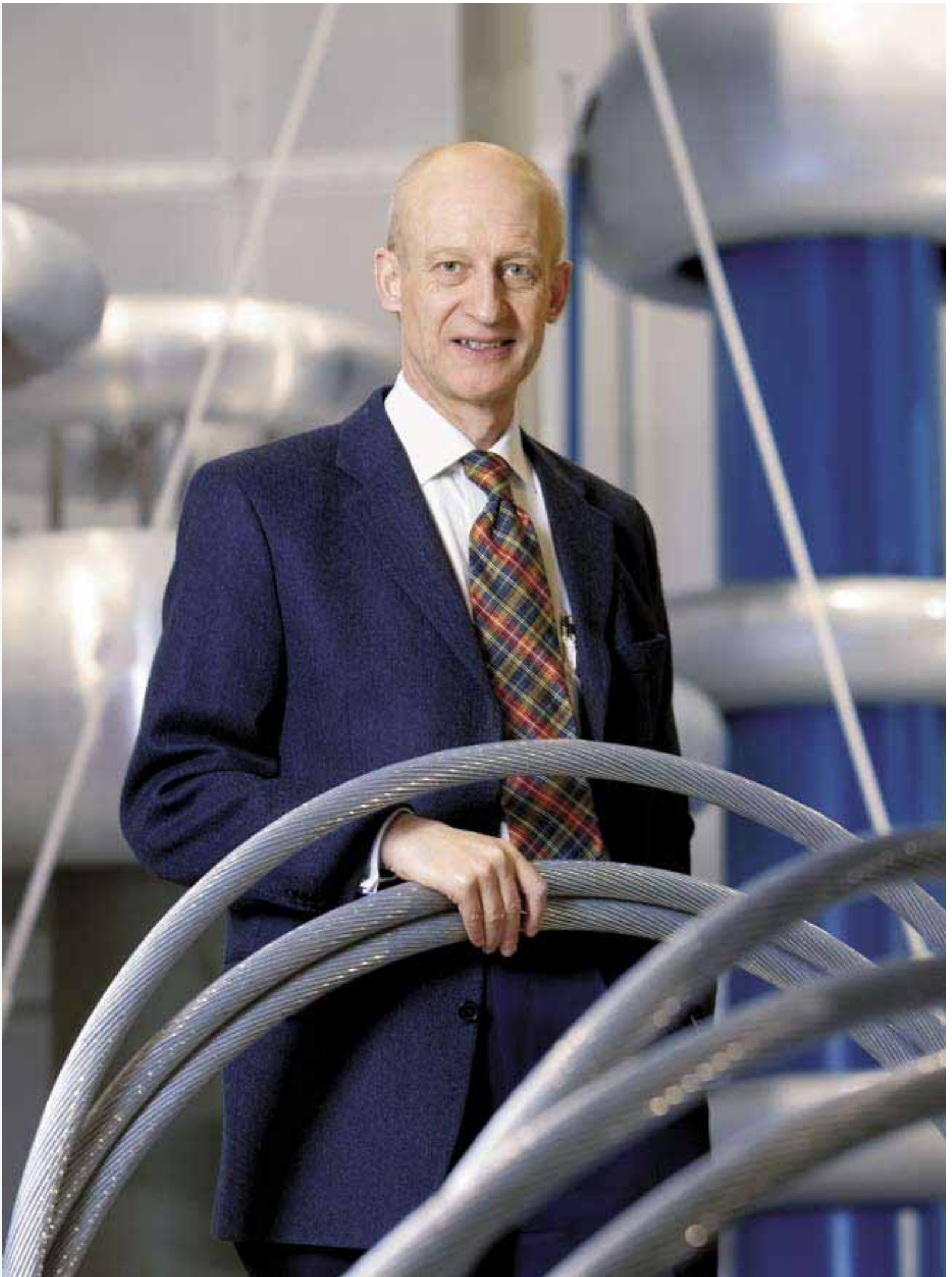
Ländern? Mit der Initiative der EU, Europa in einen gemeinsamen Strommarkt zu verwandeln, hat der Stromhandel zwischen den Mitgliedsländern kräftig zugenommen, und man kann nicht mehr ein Land einzeln betrachten, sondern das Gesamtsystem Europas muss berücksichtigt werden. Die Schweiz, mit ihrer Position in der Mitte Europas, spielt eine sehr wichtige und zentrale Rolle im europäischen Übertragungsnetz, weshalb diese Fragen für die Schweiz auch von besonderem Interesse sind. Forschung bezüglich dieses Themas ist sehr wichtig, und unser Institut hat etliche Aktivitäten in diesem Bereich entwickelt.

Energieversorgungssysteme der Zukunft

Die Liberalisierung soll zunehmend auch den Einfluss der Verbraucher erhöhen. Das bedeutet, dass der Stromkunde den Stromlieferanten frei wählen kann. Künftig werden wahrscheinlich mehrere Verbraucher auch über eigene Energieerzeugung verfügen, zum Beispiel über Solaranlagen, Windanlagen, Brennstoffzellen oder Mikroturbinen. Das ermöglicht eine weitere Kostenoptimierung für den Verbraucher. Zusammen mit der Fachgruppe Hochspannungstechnik haben wir das Projekt Vision of Future Energy Networks initiiert, wo neue Lösungen des künftigen Energieversorgungssystems untersucht werden. Nicht nur die elektrische Energie, auch chemische Energieträger, wie etwa Erdgas oder Wasserstoff, und thermische Energieträger werden in diesem Projekt berücksichtigt, um das optimale System zu entwerfen. Das Projekt ist von der Industrie, ABB, AREVA und Siemens, und vom Bundesamt für Energie gesponsert. Im Rahmen des Projekts gibt es eine aktive Zusammenarbeit mit der TU Delft, der RWTH Aachen und der TU Trondheim. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Liberalisierung des Strommarkts unsere Forschung deutlich beeinflusst und dies auch künftig tun wird.

Göran Andersson ist Professor für Energiesysteme am Departement Informationstechnologie und Elektrotechnik der ETH Zürich.

» www.eeh.ee.ethz.ch/psl/people/andersson.html





DISCOVER A WORLD OF EXTRAORDINARY PROJECTS.

**WE DESIGN AND MARKET THE 21ST CENTURY'S
LEADING TECHNOLOGIES FOR POWER GENERATION
AND RAIL TRANSPORT. INTERESTED?**

Our next generation of very high speed trains will run at 350 km/h. That's no small achievement. We are already leading the high speed market worldwide, with trains running at 320 km/h. Gaining 30 km/h is a tremendous technical challenge. We need your talent to strengthen our leadership in the train, metro and tramway industry.

Our coal-fired power stations are the cleanest on the planet. That's no small achievement. We are developing the new environmental technologies needed for the next generation of power plants, leveraging our unique know-how in all fuel types. We need your talent to strengthen our leadership in the power generation and related services market.

Whether your profile is technical or business oriented, if you enjoy teamwork, responsibility and an international environment, join us to manage projects and activities in which people make the difference.

OPEN THE BOX AT
www.careers.alstom.com

ALSTOM

The future every day

POWER
TRANSPORT

SiROP – ein süsser Einstieg in die Praxis

Schon früh im Studium ernsthaft forschen? An der ETH ist das möglich. Hier vermittelt die Website www.siropglobal.org aktive Studierende an aufgeschlossene Forscher mit geringstem administrativem Aufwand. Dieses Jahr feiert die Studenteninitiative SiROP ihr fünfjähriges Bestehen.

Als Judith Zaugg im Jahr 2002 ihr Biologiestudium an der ETH Zürich begann, hatte sie keine Ahnung von Forschung. Getrieben von der Frage: «Was macht eine Biologin eigentlich genau?» suchte die 19-Jährige den Kontakt zur praktischen Wissenschaft und stiess dabei auf die Internetseite des Students Research Opportunities Program, kurz SiROP (siehe Kasten). Über das Internet bewarb sie sich für die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt am Institut für Mikrobiologie. Bald konnte Zaugg am eigenen Leib erfahren, was der Praxisalltag einer Biologin mit sich bringt: Für die Bekämpfung des Legionärskrankheitsparasits klonete sie Plasmide und kümmerte sich um das Aufschliessen und Zählen von Zellen. Gleichzeitig lernte sie den Umgang mit Pipetten und Reagenzgläsern. Während zweier Monate unterstützte Zaugg ihre Betreuerin im Labor, je nach Vorlesungen zwei Nachmittage oder drei Tage die Woche. Zauggs Einsatz wurde weder entlohnt, noch konnte sie ihn dem Studium anrechnen. Das kümmerte sie jedoch nicht: «Als Lohn für mein Engagement habe ich ein SiROP-Zertifikat erhalten, das meine Praxiserfahrung ausweist, und gelangte über mein Projekt zu einer bezahlten Hilfsassistentenstelle, die dann wiederum den Weg für meine jetzige Diplomarbeit an gleicher Stelle geebnet hat.»

Selbstselektion mit System

Heute ist Judith Zaugg Head of SiROP ETH und damit in erster Linie für die Bekanntmachung der Organisation bei Forschern und Studierenden an der ETH Zürich zuständig. «Die Aufgabe von SiROP ist nicht die Selektion von Studenten oder Forschern, sondern einzig die Vermittlung zwischen diesen beiden Gruppen auf einer zentralisierten Homepage», erklärt Zaugg. Forscher schreiben auf der SiROP-Homepage ein



Die SiROP-Macher: Adrian Liggerstorfer, Dominic Frutiger und Judith Zaugg (v.l.). (Foto: Samuel Schläfli)

Projekt aus, für welches sie Unterstützung benötigen. Interessierte Studenten bewerben sich direkt über das Internet für ein Projekt, welches ihr Interesse weckt. Der Forscher wählt aus den Bewerbungen den passenden Studenten aus und trifft sich für ein Gespräch mit ihm. Wenn sich beide über die Bedingungen des Einsatzes einig geworden sind, schliesst der Forscher in seiner zukünftigen Funktion als Betreuer via Internet einen SiROP-Vertrag ab. Darin ist unter anderem festgehalten, dass die Projektarbeit zur Wissenserweiterung beim Studenten beitragen muss. «Billige Arbeitskräfte zum Reagenzgläserabwasch sind über SiROP nicht zu finden», betont Adrian Liggerstorfer, Mitbegründer und Vizepräsident des SiROP-Dachverbandes.

Zur Qualitätssicherung werden sämtliche eingehenden Projekte von einem Project Supervisor beurteilt. Beschwerden sowohl von Studenten als auch von Betreuern sind Liggerstorfer praktisch keine bekannt. Die

selbstselektive Art des SiROP-Konzepts sorgt im Normalfall für ein ideales «Matching», also das erfolgreiche Zusammenführen von Student und Betreuer. «Nur sehr motivierte Studenten nehmen die zusätzliche zeitliche Belastung eines SiROP-Projekts auf sich, und nur aufgeschlossene, am Kontakt mit den Jungen interessierte Forscher schreiben ein Projekt aus», erklärt Liggerstorfer den Erfolg des Modells.

MIT als Inspiration

Angefangen hat die fünfjährige Erfolgsgeschichte der Studenteninitiative 2002 mit einem Besuch des Initiators Pascal Kaufmann am Massachusetts Institute of Technology (MIT) im Rahmen seines Gastsemesters an der North Western University Chicago. Der ETH-Student Kaufmann, Mitbegründer und Präsident der Dachorganisation über vier Jahre, lernte am MIT das Undergraduate Research Opportunities Program (UROP) kennen. >



maxon-Antriebe in Insulinpumpen.

**Für die richtige Dosis Adrenalin sorgt er selbst.
Für die richtige Dosis Insulin sorgt maxon.**

Wenn es drauf ankommt, setzt die Medizintechnik auf unsere Antriebssysteme. Die ermöglichen z.B. in Insulinpumpen eine bisher unerreicht präzise Dosierung und verbessern so die Lebensqualität von Diabetikern wesentlich.
www.maxonmotor.com

maxon motor
driven by precision



Hast du gehört,
wir erhalten
Konkurrenz?

Ja, Biodiesel B100
und Bioethanol E85
sind im Trend!

AGROLA setzt auf Erneuerbare Energie

AGROLA folgt dem Weg der Erneuerbaren Energie aus Biomasse mit Überzeugung und so ist die Einführung der beiden neuen Biotreibstoffe E85 und B100 an verschiedenen AGROLA Tankstellen ein wichtiger Schritt.

agrola.ch

AGROLA 
the swiss energy

0800 HEIZOEL

Heizöl · Diesel · Benzin



Einer von vielen SiROP-Teilnehmern: Benedikt Baumgartner aus München sammelt Forschungserfahrung am Computational Biophysics Labor.

Über UROP sollen Studierende so früh wie möglich aktiv in die praktische Forschung mit eingebunden werden. Kaufmann importierte die Idee in die Schweiz und entwickelte sie in den folgenden Jahren mit interessierten Studierenden und Doktoranden der ETH und der Universität Zürich weiter – vorerst ohne finanzielle Unterstützung. SiROP (das «i» wurde der Einprägsamkeit halber in den Namen eingeschoben) war geboren. Mittlerweile bietet die SiROP-Webplattform wesentlich umfassendere Dienstleistungen als ihr ursprüngliches Vorbild aus Massachusetts. 2004 wurde der selbständige Verein vertraglich als offizielles Organ in die ETH eingegliedert.

Während der vergangenen fünf Jahre sind sowohl Angebot als auch Nachfrage bei SiROP kontinuierlich gewachsen: Im Jahr 2003 interessierten sich 75 Studenten für 35 ausgeschriebene Projekte, 2006 waren es bereits 550 Studierende und 180 neu registrierte Projekte. Seit 2005 öffnet SiROP ihre Plattform den 15 ETH-Departementen auch, um an zentraler Stelle Praktika, Semester-, Bachelor- oder Masterarbeiten auszuschreiben. Da diese Projekte jedoch Bestandteile des regulären Studiums sind, werden dafür auch keine SiROP-Zertifikate vergeben.

«Erst der Anfang»

Für Dominic Frutiger, Präsident der Dachorganisation seit Anfang 2006, ist die Internationalisierung der Projektvermittlung eines der Hauptanliegen für die Zukunft. 2007 sollen an den Hochschulen Aachen und Delft lokale SiROP-Zentralen eingerichtet werden. Auch Hochschulen aus Osteuropa will Frutiger mittelfristig in das SiROP-Netzwerk integrieren. «Wir befinden uns erst am Anfang. Unsere Vermittlungsplattform hat gerade in Zeiten der

verstärkten Globalisierung ein enormes Potenzial: Über sie finden Studierende und Forscher weltweit zusammen – und dies bei geringstem administrativem Aufwand», so Frutiger. Bereits im Frühjahr 2007 wird die SiROP-Dachorganisation eine überarbeitete Website mit verbesserter Software aufschalten, welche die Vermittlung zusätzlich vereinfacht und den Benutzern neue Optionen bietet.

Unter dem Namen SiROP Transfer wird in Zukunft auch der Kontakt zwischen Studenten und der Wirtschaft gefördert, indem auch Forschungsprojekte von Wirtschaftsunternehmen Einzug ins SiROP finden. Dadurch liesse sich die Dienstleistung zum ersten Mal verrechnen. Seit fünf Jahren ist die Organisation auf Fronarbeit angewiesen, denn die Fixbeiträge der Hochschulen decken nur gerade die Spesen des Dachverbandes. Unternehmen könnten laut Liggenstorfer für jedes erfolgreich vermittelte Projekt eine Pauschale direkt über das Internet an SiROP entrichten. Gönner und Sponsoring auf der Website könnten zusätzliche Einnahmequellen werden. Erste Anfragen aus der Wirtschaft liegen Liggenstorfer bereits vor. «Die Triebfeder der Organisation soll aber primär eine ideelle bleiben – genauso wie in den vergangenen fünf Jahren», so Frutiger. Im Mittelpunkt der Anstrengungen werden also auch weiterhin die Studierenden stehen. Für die ETH Zürich formuliert Judith Zaugg ihre zukünftigen Ziele wie folgt: «Jeder interessierte ETH-Student muss die Möglichkeit erhalten, an einem SiROP-Projekt mitzuarbeiten. Deshalb müssen wir das Angebot an Forschungsprojekten in den kommenden Jahren noch weiter ausbauen.» //

Samuel Schläfli

SiROP (Students Research Opportunities Program)

SiROP wurde 2002 an der ETH geboren und vermittelt seither engagierte Studenten an Forscher aus der Praxis. Neben der ETH sind der Verbund der Zürcher Fachhochschulen mit ihren neun Hochschulen und seit 2005, als erste internationale Kooperation, die Technische Universität München Teil des SiROP-Netzwerks. Die Partner-Hochschulen unterhalten je eine eigene SiROP-Vertretung, organisiert als eigenständiger Verein, und sind für die Akquisition von Forschungsprojekten und die Promotion bei den Studierenden verantwortlich. Die SiROP-Dachorganisation stellt den Aussenstellen die Vermittlungs-Plattform mit eigenem Internetauftritt zur Verfügung und übernimmt zentrale Dienste wie Weiterentwicklung, Qualitätssicherung, Marketing, Juristisches und Finanzen.

☎ www.siropglobal.org

Dem Universum auf der Spur

Ende Jahr soll es am CERN nach jahrelanger Bauarbeit endlich losgehen: Der grösste Teilchenbeschleuniger der Welt nimmt seinen Betrieb auf. Ganz vorne dabei sein wird auch ETH-Professorin und Teilchenphysikerin Felicitas Pauss.

Wir fühlen uns grossartig, als wir in Zürich den Zug nach Genf besteigen. Endlich werden wir die Welt erklärt bekommen, am Ende des Tages das Universum begreifen! Als wir sieben Stunden später im Zug nach Zürich Platz nehmen, kommen wir uns kleiner vor denn je, und alles, was wir wissen, ist, dass wir im Grunde gar nichts wissen. Dazwischen liegt ein überaus gehaltvolles Kontrastprogramm mit ETH-Professorin Felicitas Pauss. Die Leiterin der Schweizer Aktivitäten am CMS-Experiment am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf (siehe Kasten) zeigt uns an diesem Nachmittag ihr Universum. Es ist eine Welt voller Annahmen, Theorien, Erkenntnisse – und voller offener Fragen, auf deren Klärung die Forscherin brennt.

Der Detektor

Der Compact Muon Solenoid (CMS) ist ein aus Einzelkomponenten zusammengebauter, 12 500 Tonnen schwerer Teilchendetektor, der die physikalischen Eigenschaften aller am LHC erzeugten Elementarteilchen misst. Der Detektor besteht aus einem 4 Tesla starken, supraleitenden Magneten, der die einzelnen geladenen Teilchen separiert. Der so genannte Tracker verfolgt die Spuren der Teilchen und erlaubt es, aus der Krümmung der Spuren im Magnetfeld ihre Impulse zu vermessen. Kalorimeter werden zur Energiemessung der Teilchen verwendet, der Myon-Detektor zeichnet die Myonenspuren auf. Ein Triggersystem sorgt für eine Datenreduktion auf etwa 100 Ereignisse pro Sekunde. Der Hauptbeitrag der ETH-Forschergruppe um Felicitas Pauss liegt in der Vorbereitung der Physikanalyse und in der Konstruktion des elektromagnetischen Kalorimeters. Dieses besteht aus etwa 80 000 Bleiwolframat-Kristallen, welche die Energien von Photonen und Elektronen präzise messen.

Kleine Teilchen, grosse Magnete

Sie holt uns am Bahnhof ab, versteckt ihre strahlend blauen Augen hinter einer schicken Sonnenbrille, nimmt uns im sportlichen Kleinwagen mit nach Cessy (F) zu «ihrem» Experiment, an dem rund 2300 Forscher aus der ganzen Welt beteiligt sind. CMS steht für Compact Muon Solenoid und bezeichnet eine hochkomplexe Anlage, einen 15 Meter hohen, 12 500 Tonnen schweren Detektor mit einem vier Tesla starken Magnetfeld. Mit ihm lassen sich Elementarteilchen nachweisen – die kleinsten Bausteine der Materie. Sie werden erzeugt vom stärksten Teilchenbeschleuniger der Welt, dem Large Hadron Collider (LHC). In einem ringförmigen, 27 Kilometer langen Tunnel 100 Meter unter der Erdoberfläche werden Protonen extrem beschleunigt und mit beinahe Lichtgeschwindigkeit aufeinander geschossen. 1 232 supraleitende, acht Tesla starke Magnete sorgen dafür, dass sie nicht von der vorgesehenen Bahn abweichen und es jede Sekunde zu ungefähr 1 Milliarde Kollisionen kommt. Mit 14 000 Giga-Elektronvolt sind die Kollisionsenergien sehr hoch. Es herrschen gleiche Bedingungen wie etwa ein Hundertstel einer Milliardstel Sekunde nach dem Urknall. Bei den Kollisionen wird die Energie der Teilchen in Masse umgewandelt; so können neue Teilchen entstehen, welche dann in bekannte Teilchen zerfallen. Wenn diese in den Detektor gelangen, hinterlassen sie Spuren. Ihre Beobachtung ist wie ein Blick in die Vergangenheit und kann Aufschluss geben über die Entwicklung des Universums. Eine grosse Hoffnung der über 6500 Wissenschaftler am CERN ist die Entdeckung des so genannten Higgs-Bosons. Dieses bisher unentdeckte, rein hypothetische Elementarteilchen kann erklären, weshalb Teilchen überhaupt eine Masse haben. Sowohl der Beschleuniger als auch der CMS-Detektor sind noch im Bau. Sie gehen voraussichtlich Ende 2007 in Betrieb und ersetzen dann die leistungsschwächeren Vorgänger.

Felicitas Pauss forscht seit über 20 Jahren am CERN. Sie studierte theoretische Physik und Mathematik an der Universität Graz und wechselte dann zur experimentellen Teilchenphysik ans Max-Planck-Institut nach München. «Die Hochenergieforschung übte von Anfang an einen besonderen Reiz auf mich aus», sagt sie – wohl wissend, dass es alles andere als selbstverständlich ist, auch hier gelandet zu sein. Allein der LHC kostet rund 4,5 Milliarden Franken (inklusive Experimente). Dieses prestigeträchtige und kostenintensive Forschungsgebiet steht nur den Besten offen.

Einmal Universum und zurück

Die Landschaft fliegt an uns vorbei, wir passieren die Grenze und versuchen Pauss' Worten zu folgen. Sie spricht von Leptonen und Quarks, von Bosonen, Fermionen, von Photonen und Gluonen, vom Standardmodell der Teilchenphysik, von der Supersymmetrie, von der schwachen, der starken, der elektromagnetischen Kraft, der Gravitation, von Einstein, den Keplerschen Gesetzen, von dunkler Materie und von Supersymmetrie-, kurz SUSY-Teilchen, deren Entdeckung am CERN ebenfalls gelingen und das Standardmodell durch die Theorie der Supersymmetrie ersetzen könnte. Mit ihrem österreichischen Charme, ihrer Offenheit und ihrem feinen Sinn für jene Worte, die beim Gegenüber Bilder auslösen, führt sie uns vom Mikrokosmos der Elementarteilchen zum Makrokosmos der Galaxien und wieder zurück. Die Frage, weshalb es ihr, die aus einer Musikerfamilie stammt, ausgerechnet die Teilchenphysik angetan hat, erübrigt sich. Die Faszination überträgt sich in Lichtgeschwindigkeit. Pauss hält nebst wissenschaftlichen Referaten auch regelmässig Vorträge, die sich an ein Laienpublikum richten. «Einmal kam danach ein Zuhörer zu mir und meinte: Frau Pauss, ihr Vortrag war absolut klasse, ich habe nichts verstanden, aber es war klasse», erinnert sie sich lachend. Die Anekdote veranschaulicht die be-



Auf der Suche nach Higgs und Co.: Felicitas Pauss vor dem Teilchendetektor am CERN in Genf. (Foto: Daniel Boschung)

sondere Gabe der Forscherin, ihre Begeisterung auf andere zu übertragen, ohne dass deren Sachverständnis eine zwingende Voraussetzung dafür wäre. Eine Qualität, die bei derartigen teuren und auf öffentlichen Goodwill angewiesenen Projekten wie dem CMS unabdingbar ist. Sie kommt Pauss, die in mehreren leitenden Gremien sitzt und die internationalen Aktivitäten der ETH am CMS koordiniert, zugute.

Was für eine monströse Aufgabe dies ist, wird uns bewusst, als wir am Ort des Geschehens eintreffen: In einer 18 Meter hohen Halle werden die einzelnen Komponenten des Detektors zusammengebaut und später per Seilkran Millimeter für Millimeter 100 Meter in die Tiefe an den definitiven Standort hinuntergelassen. Eine optimale Koordination der Abläufe, gute Kommunikation, Flexibilität und die Fähigkeit, Kompromisse einzugehen, sind zwingende Voraussetzungen, um ein solches Projekt fristgerecht realisieren zu können. Natürlich ist Felicitas Pauss dafür nicht alleine verantwort-

lich. Sie vergleicht das CMS-Experiment mit einem Orchester: Die Exzellenz des Einzelnen ist nur von Nutzen, wenn das Zusammenspiel stimmt. Und: «Auch der Dirigent ist Teil des Teams.»

«Physik machen»

Kurze Nächte sind für Felicitas Pauss und die CMS-Forscher immer dann absehbar, wenn die vom Detektor aufgezeichneten Signale auf die Möglichkeit eines bisher noch nicht nachgewiesenen Elementarteilchens hinweisen. Dies war vor sechs Jahren der Fall, als noch der alte Teilchenbeschleuniger im Einsatz stand und gerade abgebrochen werden sollte. «Es gab Anzeichen für das Higgs», erinnert sich die Forscherin. Nächtelang habe man über den Daten gebrütet. Doch fehlte am Ende die statistische Signifikanz. Die Forscher mussten aufgeben, um den Bau des neuen Beschleunigers nicht zu verzögern. Weil dieser sehr viel stärker ist, steigt mit ihm auch die Chance, auch sehr schwere Teilchen wie das Higgs-Boson oder

die SUSY-Teilchen beobachten zu können. Das Erkenntnispotenzial ist so riesig, dass Geduld und Ausdauer für Pauss gar kein Thema sind. Einmal, so erzählt sie, sass sie im Flieger in Nepal. Turbulenzen schüttelten das Flugzeug durch, sie wurde unruhig. Und was ging ihr durch den Kopf? «Ich dachte nur, das wäre jetzt ja zu blöd, wenn ich den Nachweis des Higgs- oder der SUSY-Teilchen nicht mehr erleben dürfte.» Die Geschichte zeigt zweierlei: Eine starke Identifikation der Forscherin mit ihrer Arbeit und ein exzellentes Gespür für zielgerichtete Kommunikation. Es sind diese Worte, mit denen sie uns auf den Heimweg schickt. //

Conny Schmid

- # www.ipp.phys.ethz.ch
- # www.eth.cern.ch/pauss
- # pauss@particle.phys.ethz.ch



Das neue Laboratorium für Informationswissenschaften soll im Herbst bereits den Betrieb aufnehmen. (Foto: Daniel Boschung)

Ein Bau für die Informationszukunft

Aus Plänen werden Realitäten – dank grosszügigen Donatoren. Das neue Information Science Lab, genannt HIT, ist im Bau bereits fortgeschritten und setzt neue Massstäbe in Science City.

Das ambitionierte Projekt «Science City», die Umgestaltung des ETH-Campus am Hönggerberg zu einem lebendigen akademischen Quartier, nimmt Gestalt an, das ist seit kurzem unübersehbar. Über die letzten Monate ist ein mächtiges Volumen zu den bestehenden Gebäudekomplexen hinzugekommen, das Laboratorium für Informationswissenschaften HIT. Architektur und Nutzung gehen im Science-City-Flaggschiff Hand in Hand – das Nutzungskonzept spiegelt sich wider in der grossen Flexibilität, die der Grundriss bei der Raumeinteilung gewährt. Laut Gerhard Schmitt, Vizepräsident für Planung und Logistik, geht es darum, die Forschungsgruppen im Bereich Information Science am HIT «nicht einzubetonieren», sondern ein fruchtbares Kommen und Gehen in dem Haus zu ermöglichen. Auf sechs Etagen stehen 480 Büroarbeitsplätze für Forscherinnen und Forscher sowie 750 Arbeitsplätze für Studierende zur Verfügung.

In der Anfangsphase wird man am HIT vielen Physikern begegnen, zuoberst richten sich die theoretischen Physiker ein, und auch die Astronomen ziehen von der Scheuchzerstrasse ans HIT. Während der Renovation der Physikgebäude wird auch die Bibliothek des Fachbereichs am HIT zu finden sein sowie die Praktikumsräume.

Ein Hypermedia Space

Längerfristig will man hier die Informationswissenschaften aus verschiedenen Bereichen konzentrieren. Eine enge Zusammenarbeit von Anwendern und Experten für Kommunikation und Information soll neue, innovative Formen der Informationsübertragung und Informationsverarbeitung erschliessen. Die ETH hat bereits eine starke Position in den klassischen e-science-Fächern wie der Informatik oder der Kommunikationstechnologie. Aber auch in der Biologie und in der Chemie sind rechnerge-

stützte Anwendungen stark am Kommen, und diese seien nicht mehr angewiesen auf die ganze Wetlab-Infrastruktur, erklärt Gerhard Schmitt. Stattdessen sei auf diesen Gebieten der Austausch mit Wissenschaftlern aus anderen Disziplinen umso wichtiger, und dafür biete das HIT einen idealen Rahmen. Die Wege im Haus sind kurz, die Raumstruktur offen. Den Eingangsbereich will man zu einem hochmodernen Hypermedia Space ausbauen, einem einzigartigen Auditorium, wo die Resultate aus den oberen Etagen visualisiert werden können. Auch dieser Raum soll sehr flexible Nutzungen erlauben, er soll für Vorlesungen ebenso zur Verfügung stehen wie für Sponsoring Events. Ermöglicht wird diese im wahrsten Sinne des Wortes wegweisende Lobby durch einen namhaften Beitrag der Werner-Siemens-Stiftung. «Die Finanzierung des Werner-Siemens-Auditoriums knüpft an die bedeutende Förderung der Naturwissenschaften durch Werner

Das Value Lab

Neben dem Hypermedia Space im Eingangsbereich plant man im HIT noch einen zweiten Visualisierungsraum, das Value Lab. Es ist wesentlich kleiner angelegt und wird einen intimen Rahmen bieten für Simulationen und Visualisierungen von grosser Prägnanz. Kernstück wird ein zwei mal fünf Meter grosser Wandscreen, der praktisch die gesamte Front des Raums einnimmt. Dazu kommen ein spezieller «Pixeltisch», leistungsstarke Server mit Visualisierungssoftware sowie lichtstarke Beamer für virtuelle Konferenzen. Bei aller technischen Raffinesse sollen die Geräte aber in jedem Fall einfach zu bedienen sein. Ohnehin sollen in dem Raum laut Remo Burkhard, dem Konzipienten des Value Lab, technische Spielereien nicht im Vordergrund stehen. Wichtig sind ihm sinnvolle Nutzungskonzepte in dem Sinne, dass nicht nur technologische Lösungen, sondern auch Werte generiert werden. Diese sollen der Wissenschaft ebenso wie der Gesellschaft zugute kommen, das sei für ihn zentral, das habe man schon mit dem Namen



zum Ausdruck bringen wollen. Den Rahmen für diese Wertschöpfung will er bewusst weit belassen, er kann sich vorstellen, dass Grossbanken ebenso wie gemeinnützige Organisationen einen Nutzen aus den Möglichkeiten des Value Lab ziehen könnten. Finanziert wird das Value Lab grösstenteils durch einen grosszügigen Beitrag der Baugarten-Stiftung. Unterstützungswürdig war laut dem Geschäftsführer Thomas Enzler die zukunftsweisende Konzeption von Science City und des Value Lab im Besonderen.

Siemens an», wie Manfred Nagel, der Geschäftsführer der Stiftung, erklärt.

Minimaler Energieverbrauch

Das Gebäude, entworfen vom österreichischen Büro Baumschlager + Eberle, ist auch in baulicher Hinsicht ein Schritt in die Zukunft. Der Energieverbrauch wird auf ein Minimum beschränkt, ohne deswegen Kompromisse bei der Raumqualität einzugehen. Nachhaltigkeit ist das Motto sowohl bei den verwendeten Materialien wie bei der Bewirtschaftung des Gebäudes. Das HIT wird, was den Energieverbrauch angeht, mit Abstand das sparsamste Gebäude auf dem Science-City-Areal sein. Selbstredend darf man bei einem Institutsgebäude für Information Science auch die Haustechnik nicht hintansetzen. In einem üblichen Bürogebäude gibt es heute 10 bis 15 verschiedene Systeme, so die Raumautomation (für Licht und Klima), Zugangskontrollsysteme,

Leitsysteme, Alarmsysteme, Audio- und Videosysteme, Sprechanlagen und diverse IT-Systeme. Im HIT-Gebäude soll diese babylonische Vielfalt durch neueste PC- und Internettechnologien vereinheitlicht werden. Es soll ein «responsive Building» entstehen, wie es Gerhard Schmitt ausdrückt, das mit der Zeit «immerschlauer wird» und sich den Nutzerbedürfnissen anpasst.

Dass das HIT überhaupt so rasch realisiert werden konnte (zwischen Ausschreibung und der Aufnahme des Hochschulbetriebs diesen Herbst werden gerade mal zwei Jahre liegen), liegt ganz wesentlich an einer grosszügigen Donation des Unternehmers und ETH-Alumnus Branco Weiss, der kurzentschlossen die Hälfte der Baukosten übernommen hat. «Ich bin mit der ETH Zürich seit über 50 Jahren eng verbunden und wollte ihr ein grösseres Geschenk machen, und zwar da, wo es ihr am meisten nützt», sagt Branco Weiss. Er ist

überzeugt: «Das neue Laboratorium für Informationswissenschaften ist ein ganz ausserordentlich sinnvoller Ansatz.»

Und ein überaus undogmatischer dazu: Informationswissenschaft ist für die Verantwortlichen ein sehr facettenreicher Begriff. Auf den ersten Blick mag es erstaunen, dass auch das Schweizerische Kompetenzzentrum für Denkmalschutz seinen Sitz am HIT haben wird. Doch auch in diesem Bereich wird auf vielerlei Weise mit Information umgegangen, weshalb die Denkmalschützer sich gut ins HIT-Mosaik einfügen werden. Und für den Bau, der schon im Rohbau eine klassische Eleganz ausstrahlt, darf dies wohl als gutes Omen gelten. //

Roland Fischer

was kann
ich mal alles
werden?

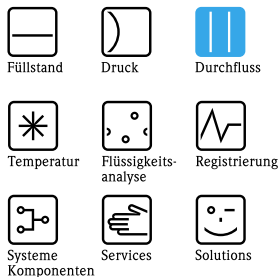


Wissen – der Stoff, aus dem Erfolge sind

Ich habe schon viel gelernt: Rechnen, Lesen und Sachkunde. Meine Mama sagt, wenn ich weiter so fleissig bin, kann ich mal Lehrerin werden. Ich will aber lieber Tierärztin sein. Schön wäre, wenn ich das mal ausprobieren könnte. Am besten ginge das im Zoo! Oder in der Tierhandlung?

Endress+Hauser Flowtec AG, die Firma für Durchfluss-Messtechnik, lädt alle motivierten Nachwuchskräfte ein, ihr Wissen bei uns einzubringen und in die Zukunft zu schnuppern: als Praktikant/in, Diplomand/in oder als Karrierestart. Willkommen.

www.flowtec.endress.com



Endress+Hauser Flowtec AG
Postfach
Kägenstrasse 7
CH-4153 Reinach/BL
Telefon +41 61 715 61 11
Telefax +41 61 715 34 10
recruiting@flowtec.endress.com

Endress+Hauser 
People for Process Automation



ELCA

ELCA ist Platinsponsor von

JAZZON07

THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON JAVA TECHNOLOGY
JUNE 24 - 26, 2007 ZÜRICH

Infos zu Gratistickets für
StudentInnen gibt es unter
www.elca.ch

Mit mehr als 350 hochqualifizierten IngenieurInnen und gesamthaft über 400 MitarbeiterInnen zählt ELCA zu den grössten IT Software Entwicklern und System Integrierten der Schweiz.

Zu ELCA's Kernkompetenzen gehören unter anderem:

- Architectures & Distributed Systems
- Web Development
- E-Document Solutions
- CRM & Business Intelligence
- Ticketing & E-Commerce Solutions
- Security & Strong Authentication
- Operation, Support and Delivery Services
- Business Consulting

Dank ELCA's Vielseitigkeit und erprobter Projektmethodik bietet das Unternehmen Einstiegsmöglichkeiten für dynamische und IT begeisterte HochschulabsolventInnen.

Arbeitsgebiete für InformatikerInnen

State of the art Werkzeuge und Umgebungen wie Java, J2EE (EJB), .NET, Unix/Linux, XML, PHP, ASP, Web Services, WebSphere, ...

Mehr Informationen unter www.elca.ch

We make it work.

Einblicke von oben

Die Business Events der ETH Alumni Vereinigung erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Auch dieses Jahr gelang es, eine Reihe von namhaften Persönlichkeiten als Referenten an die ETH einzuladen.



Philippe Gaydoul, CEO der Denner AG, und der Unternehmer Peter Spuhler sprechen an den beiden nächsten Business Events im Dozentenfoyer der ETH.

Bereits seit mehreren Jahren führt die ETH Alumni Vereinigung erfolgreich Business Events durch, an denen Persönlichkeiten aus der Wirtschaft erläutern, mit welcher Strategie sie ihr Unternehmen auf Kurs halten. Die Referate sind nicht nur für diejenigen von Interesse, die sich mit Führungsfragen befassen, sondern auch für all jene, welche die entsprechende Branche von einer ungewohnten Seite kennen lernen möchten. Nicht zuletzt bieten die Business Events auch eine günstige Gelegenheit, neue Kontakte zu knüpfen und alte Bekanntschaften wieder aufzufrischen. Das Konzept der Veranstaltungen scheint zu stimmen: Die Alumni Vereinigung stellt mit Befriedigung fest, dass die Teilnehmerzahl kontinuierlich zunimmt.

Organisiert werden die Business Events von einem Patronatskomitee, das von Brigitt Scharla präsiert wird und dem unter anderem auch ETH-Rektor Konrad Osterwalder sowie Thomas von Waldkirch, Präsident der Stiftung Technopark Zürich, angehören. Für das diesjährige Programm gelang es wiederum, sechs namhafte Referentinnen und Referenten zu gewinnen. Im Januar und Februar sprachen bereits Franziska Tschudi, CEO der Wicor Holding AG, und Martin Huber, Verwaltungsratspräsident der Georg Fischer AG. Als dritter Referent wird am 6. März Philippe Gaydoul erläutern, wie er als CEO den Detailhandelskonzern Denner AG auf den Erfolgspfad zurückbrachte. Auf grosses Interesse dürfte auch das Business Dinner vom 31. Mai stossen. Der Unternehmer und Nationalrat Peter Spuhler berichtet an diesem Abend, wie er mit der Stadler Rail Group

Eisenbahn-Triebfahrzeuge in der Schweiz produziert und sich damit gegen die starke Konkurrenz behauptet. Valentin Chaperon, CEO der Phonak AG, wird anschliessend im Juni oder Juli berichten, in welchem Umfeld sich der Hörgerätehersteller aus Stäfa durchsetzen muss. Abgerundet wird die Reihe der diesjährigen Business Events schliesslich durch Monika Ribar, CEO der Panalpina. Sie wird im Oktober oder November an der ETH über ihre Erfahrungen an der Spitze des Logistikkonzerns sprechen.

Das Programm

Die Business Dinners finden jeweils im Dozentenfoyer im ETH-Hauptgebäude (J-Stock) statt. 18.00 Uhr: Networking-Apéro, 18.45: Vortrag, anschliessend Fragerunde und Dinner. Der Eintritt kostet für Mitglieder der ETH Alumni Vereinigung 80, für Gäste 90 Franken. Studierende erhalten auf Anfrage hin die Möglichkeit, kostenlos an den Anlässen teilzunehmen. Ermöglicht wird der freie Eintritt durch das grosszügige Sponsoring von Teilnehmern, welche einen zusätzlichen Beitrag von 50 Franken zahlen. Aufgrund der regen Nachfrage empfiehlt sich eine frühzeitige Anmeldung. Ein elektronisches Formular findet sich auf der Homepage der ETH Alumni Vereinigung:

☛ www.alumni.ethz.ch/events/business_events

Felix Würsten

Aktive Fachvereine

Die ETH Alumni Vereinigung hat an der Delegiertenversammlung Ende 2006 zwei wichtige Mitgliedervereine aufgenommen. So gehört nun auch der Verein Amiv Alumni, der im Sommer 2006 gegründet wurde, zum illustren Kreis der Alumni-Fachgruppen. So wie die Abgänger von zahlreichen anderen Disziplinen, haben damit nun auch die Absolventinnen und Absolventen der Studienrichtungen Maschinenbau, Informationstechnologie und Elektrotechnik eine eigene Gruppierung innerhalb der Alumni-Familie.

Ebenfalls als neues Mitglied aufgenommen wurde die ETH Big Band. Sie ist nach dem Alumni-Sinfonieorchester Zürich bereits die zweite kulturelle Gruppierung innerhalb der ETH Alumni Vereinigung. Das Ensemble blickt auf eine erfolgreiche Vergangenheit zurück, trat es doch unter anderem auch schon am Jazzfestival Montreux und am Alma Jazz Festival in Bologna auf. Eine günstige Gelegenheit, die ETH Big Band live zu erleben, bietet sich übrigens am Home Coming Day, der vom 22. bis zum 24. Juni 2007 an der ETH Zürich stattfinden wird.

Ein attraktives Konzertprogramm bietet dieses Frühjahr das Alumni-Sinfonieorchester. Das Ensemble spielt die 7. Sinfonie in E-Dur von Anton Bruckner, und zwar am 27. März 2007 in der Tonhalle Zürich, am 30. März 2007 in Frauenfeld und am 3. April 2007 im Kultur- und Kongresszentrum Luzern. Informationen zu den einzelnen Fachgruppen finden sich unter:

☛ www.alumni.ethz.ch

Bücher



Bruno Jenny
Project Management

→ Knowledge for a Successful Career
2006, 288 Seiten, durchgehend vierfarbig,
Format 24 x 24 cm, gebunden
CHF 72.–, ISBN 978 3 7281 3084 6
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Das moderne Projektmanagement beruht auf einem umfassenden (zukunftsweisenden) Managementsystem. Die Effizienz dieses Systems besteht, neben der richtigen Integration, aus der optimalen Interaktion der einzelnen System-Elemente. So wird beispielsweise mit Hilfe der klassischen Projektabwicklung meist «nur» eine funktionale Veränderung erreicht, während ein zudem qualifiziert eingesetztes Changemanagement auch den psychologischen Veränderungsprozess, welchen alle Betroffenen durchlaufen müssen, auf eine professionelle Weise unterstützt.

Dieses Buch zeigt auf, dass Projektarbeit wesentlich mehr ist als «trendy». Es vermittelt, unterstützt mit vielen Grafiken, echtes Projektmanagement-Wissen, unabhängig von der Fachrichtung und der Hierarchiestufe. Dank einer leicht verständlichen Sprache, prägnanten Lerninstrumenten wie Lernziele, Checklisten, Aufgabenstellungen, Musterlösungen und einem aufschlussreichen Fallbeispiel ermöglicht es, die komplexe Thematik des modernen Projektmanagements auf eine interessante Art und Weise im Selbststudium zu erlernen. Englische Übersetzung des Standardwerkes von Bruno Jenny. //



Koni Osterwalder et al.
Virtuelle Exkursionen – Virtual Excursion

→ Unterrichtsmedium zur systematischen und ökologischen Botanik unter Einbezug der Bodenkunde
DVD für Mac/PC, inkl. Booklet
2006, Format 13,5 x 19 cm
CHF 55.–, ISBN 978 3 7281 3051 8
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Die DVD «Virtual Excursion» ist ein Lehrmittel in den Bereichen Botanik, Vegetationsökologie und Bodenkunde. Sie beinhaltet interaktiv steuerbare Medien, mit deren Hilfe Exkursionen am Bildschirm absolviert werden können. Dabei können auf dem Bildschirm Aspekte gezeigt werden, die auf realen Exkursionen nicht angetroffen werden (zum Beispiel verschiedene Jahreszeiten) oder für die spezielle Techniken benötigt werden (Videsequenzen in Zeitlupe oder im Makrobereich).

Die DVD kann in verschiedenen Lernsituationen verwendet werden (zum Beispiel in Schulen, bei der Weiterbildung von Fachleuten, von Naturliebhabern).

Das Projekt «Virtual Excursion» ist Preisträger des MEDIDA-Prix 2004, des von der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft ausgeschrieben trinationalen Wettbewerbs zur Förderung beispielhafter E-Learning-Konzepte in der Hochschullehre. //



Michael Szönyi
Geoland Schweiz

→ Landschaften entdecken – Natur erfahren
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
2007, 336 Seiten, über 300 Fotografien,
durchgehend vierfarbig, Format 20,5 x 23 cm,
gebunden
CHF 68.–, ISBN 978 3 7281 3077 8
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Das Buch legt einen Grundstein für die Motivation, während des Reisens tiefer und durchdringender zu sehen, die ausgetretenen Wege für individuelle Erkundungen zu verlassen und auf Entdeckungsreise zu gehen.

Über Regionen und Städte gelangt man zu ausgewählten Landschaften, Typ-Lokalitäten und Finessen. Themen wie Verkehr, Verstädterung und Nachhaltigkeit runden das Bild ab und schaffen Platz für grössere räumliche und zeitliche Zusammenhänge: die Dimensionen, die unter dem geografischen Aspekt eng miteinander verflochten sind.

Immer wieder begegnet man auf der Reise durch die Schweiz auch interessanten und polarisierenden Persönlichkeiten: Sie schaffen Verknüpfungen, erzählen Geschichten und liefern gerne einmal ein kleines Aha-Erlebnis, wenn man ihnen an anderer Stelle wieder über den Weg läuft.

Der Band verbindet fundiertes Wissen über landschaftliche Besonderheiten mit konkreten Reisetipps und unterscheidet sich darin von konventionellen Reiseführern. Er bietet auch Einheimischen neue Einblicke in ihr Land und ermöglicht es, die Schweiz als Natur- und Kulturlandschaft besser kennen zu lernen. //

Agenda

→ 13. März 2007 Science Fiction I

Der Titel der Abendführung durch die Spezialsammlung alter Drucke an der **ETH-Bibliothek** ist nur scheinbar widersprüchlich. «Science Fiction in Büchern vergangener Jahrhunderte» lautet er, und meint nicht Science Fiction in ihrem heutigen Gewand, sondern eine in alten Büchern durchaus auffindbare Literaturgattung, die Fiktion und Wissenschaft verbindet. So betrachtet, gab es Science Fiction schon in der Antike, als Lukianos von Samosata im Jahr 165 n. Chr. eine Weltraumfahrt beschrieb. Auch Konrad Gessner, Athanasius Kircher oder Jules Verne dürfen als Science-Fiction-Autoren bezeichnet werden – ihre Werke und viele weitere sind ebenfalls Teil der Führung. Beginn: **18.15 Uhr**.

→ bis 30. März 2007 Gesten und Gestik

Eine Geste sagt mehr als tausend Worte – ganz in diesem Sinne sind in der **Graphischen Sammlung** der ETH noch bis Ende März Blätter zum Thema Gesten und Gestik zu sehen. Die Zeichnungen vergegenwärtigen, dass bewusste oder unbewusste Körperbewegungen oder aber deren Fehlen stets eine Bedeutung haben und dass dieselbe Gebärde je nach Handlungszusammenhang verschieden gelesen werden kann. Im Rahmen von «Kunst am Montagmittag» finden im Rahmen der Ausstellung am **12.** sowie am **19. März** noch zwei Führungen statt. Zeitrahmen: **12.30 bis 13 Uhr**. Mehr Infos unter:

☛ www.gs.ethz.ch/ausstellung/aktuell_f.html

→ 16./17. März 2007 Emotionen in der Politik

2007 ist ein Wahljahr und der 21. Oktober «Zahltag» für die hiesigen Politikerinnen und Politiker. Die Wählenden dürfen sich auf emotionale Debatten gefasst machen. Deshalb kommt das Symposium des **Collegium Helveticum** zum Thema «Emotionen in der Politik – Hindernis oder Chance für gute Entscheidungen» genau zum richtigen Zeitpunkt für politisch Interessierte, die mehr wollen, als sich über unsachliche Streitgespräche zu ärgern. Zum Thema referieren **Jürg Paul Müller** (em. Prof. für Staats-/Völkerrecht, Rechtsphilosophie, politische Philosophie und Verfassungsrecht an den Universitäten Bern, Basel, St. Gallen, Fribourg sowie an der ETH Zürich), **Urs Marti** (Dozent für politische Philosophie an der Universität Zürich), die frühere Nationalrätin **Gret Haller** (Publizistin, Gastwissenschaftlerin an der Universität Frankfurt a. M.) sowie ETH-Rektor **Konrad Osterwalder**. Das Symposium findet im **Meridian-Saal** der Semper-Sternwarte statt. Zeitrahmen: Am **16. März** von **16 bis 18.30 Uhr**, am **17. März** von **10 bis 12.30 Uhr**. **Anmeldung bis 2. März** an helg@collegium.ethz.ch.

→ 26. März 2007 Science Fiction II

Wie viel Wahrheit steckt tatsächlich in Science Fiction und wo liegen die Grenzen der Wissenschaft? Diesen Fragen gehen in der Science Bar der **Bar-Buchhandlung sphères** der Uforscher **Dieter Sträuli**, psychologisches Institut der Universität Zürich, der

Leiter des **Collegium Helveticum**, **Gerd Follers**, sowie der Wissenschaftsjournalist und Autor **Beat Glogger** gemeinsam mit dem Publikum auf den Grund. Das Gespräch wird moderiert von **Hannes Hug**. Das sphères befindet sich an der **Hardturmstrasse 66**. Beginn: **20 Uhr**.

→ 28./29. März 2007 Supply-Chain-Management-Forum

Die Auslagerung der Produktion in asiatische Länder liegt im Trend. Nebst der Herstellung fassen hiesige Unternehmen jedoch zunehmend auch den Bereich Produktdesign ins Auge, die Wertschöpfung wird verlagert. Ein Prozess, der mit vielerlei Tücken verbunden ist. Am 5. SCM-Forum der ETH gehen Referierende aus Praxis und Forschung deshalb unter anderem den Fragen nach, wie Schweizer Unternehmen mit dieser Herausforderung umgehen und wie Auslagerungen erfolgreich vollzogen werden können. Das Forum richtet sich an Geschäftsführer und Entscheidungsträger aus den Bereichen Supply Chain Management, Logistik, Beschaffung, Produktion, Distribution sowie Unternehmensentwicklung. Die Veranstaltung findet im **Audimax** (HG F 30) statt, **jeweils um 8.45 Uhr**. Kosten: 880 bzw. 1280 Franken für einen bzw. beide Tage. Anmeldung bis 22. März unter:

☛ www.bwi.ethz.ch/tagungen/5_scm_forum_2007/Anmeldung

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/>

«Gehärtete Fette sind bei mir tabu»

Transfettsäuren erhöhen das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Wie ETH-Forscher gezeigt haben, enthalten Schweizer Lebensmittel teilweise grosse Mengen an Transfetten. Und dies, obwohl sie sich vermeiden liessen.



Paolo Colombani, Co-Leiter der Studie über Transfettsäuren in Schweizer Lebensmitteln am Departement für Agrar- und Lebensmittelwissenschaften

Herr Colombani, ich habe heute einen Nussgipfel gegessen. Muss ich mir nun Sorgen um meine Gesundheit machen?

Paolo Colombani: Wenn Sie nur einen gegessen haben, ist das kein Problem. Es ist alles eine Frage des Masses. Ausserdem kommt es natürlich darauf an, ob der Nussgipfel mit echter Butter oder mit einem teilgehärteten Industriefett hergestellt wurde.

Gibt es Menschen, die besonders darauf achten sollten, wenig Transfette zu sich zu nehmen?

Colombani: Bei Transfettsäuren handelt es sich um Substanzen, die in der Natur nicht in den Mengen vorkommen, wie sie heute in diversen Produkten mit industriell erzeugten, teilgehärteten Fetten vorliegen. In diesen Mengen kann man sie als Fremdkörper bezeichnen, und damit haben alle Menschen Probleme. Besonders empfindlich sind Ungeborene. Auch Menschen, die schon andere Krankheiten haben, dürften anfälliger sein.

Stellen fettleibige Menschen eine Risikogruppe dar?

Colombani: Selbst leicht Fettleibige sind keine Risikogruppe, solange sie körperlich aktiv sind. Körperlich nicht Aktive, egal ob normal- oder übergewichtig, jedoch sind generell anfälliger auf Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Darauf wirken auch die Transfette negativ.

In der Schweiz gibt es keine Deklarationspflicht. Wie kann ich mich schützen?

Colombani: Bei den verpackten Lebensmitteln können Sie schauen, ob diese gehärtete oder teilgehärtete Fette enthalten. Je nach Härungsverfahren können mehr oder weniger Transfette entstehen. Wer solche Lebensmittel generell meidet, steht zumindest in diesem Bereich auf der sicheren Seite. Bei mir sind solche Produkte tabu. Ausserdem gibt es gewisse Lebensmittelgruppen, bei denen diese gehärteten Fette häufiger eingesetzt werden. Das

sind etwa Blätterteigprodukte wie Nussgipfel, Snacks oder Crèmeschnitten. Ein weiterer Bereich sind Brat- und Backfette. In dieser Gruppe haben wir auch unseren Spitzenreiter gefunden, ein Rapsfett.

Industrielle Transfettsäuren können vom menschlichen Körper kaum abgebaut werden. Das heisst, wer bisher 30 Jahre lang nichts davon gewusst hat, trägt nun unter Umständen enorme Mengen von Transfetten mit sich herum und somit auch ein erhöhtes Herzinfarkttrisiko?

Colombani: Die Transfette lagern sich teils in die Zellmembranen ein. Wer längere Zeit solche Fette konsumiert hat, muss in der Tat mit diesem Risiko leben. Transfette sind im Grunde kein Problem der heutigen Zeit. Die ersten Grossanlagen zur Härtung von Fetten wurden in der Schweiz in den 1920er-Jahren in Betrieb genommen. Kurz vor dem Zweiten Weltkrieg waren 70 bis 80 Prozent des Ausstosses der grössten Schweizer Ölwerke gehärtete Fette. Die Auswirkungen dieser Langzeit-Belastung wollen wir in einem nächsten Projekt untersuchen. Ich erwarte schlechte Nachrichten.

Was müsste in der Schweiz jetzt passieren?

Colombani: Es gibt zwei Strategien. Einerseits ist dies der Zwang zur Deklaration. Dies hat den Nachteil, dass der Konsument aufgeklärt werden muss. Man kann davon ausgehen, genau jene Menschen nicht zu erreichen, die es am meisten betrifft. Das ist der Weg, den Amerika, Kanada, Brasilien, Argentinien, Uruguay und Paraguay gegangen sind. Die andere Möglichkeit ist, dass die Fettindustrie keine Fette mehr mit Transfettsäuren produziert oder aber dass der Gesetzgeber einen Grenzwert festlegt, wie etwa in Dänemark. Dann stellt sich aber die Frage der Kontrolle und des Umgangs mit Importprodukten. Für ihre Eigenprodukte haben nun zumindest die Schweizer Grossverteiler Massnahmen angekündigt. Sie wollen den Transfettgehalt auf die in Dänemark vorgeschriebenen zwei Prozent senken. //

Interview: Conny Schmid

↳ www.nb.inw.agrl.ethz.ch

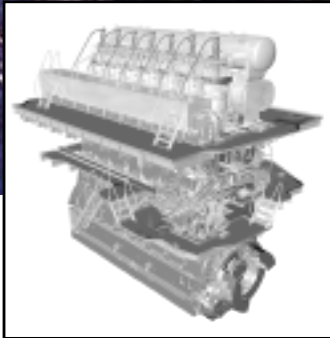
↳ paolo.colombani@inw.agrl.ethz.ch

Die Studie

Unter der Leitung von Paolo Colombani und Martin Scheeder wurden am Departement für Agrar- und Lebensmittelwissenschaften der ETH erstmals in grossem Umfang Schweizer Lebensmittel auf ihren Gehalt an Transfettsäuren untersucht. Dabei handelt es sich um besondere Fettsäuren, die im Pansen von Wiederkäuern entstehen oder bei der industriellen Härtung von Fetten und Ölen. Letztere sind für den menschlichen Körper nur schwer abbaubar und erhöhen das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen massiv. In Dänemark und in einzelnen Staaten der USA wurden bereits Gesetze erlassen, welche die Hersteller zu Deklaration und/oder Einhaltung

von Grenzwerten verpflichten. Die ETH-Forscher haben 120 in der Schweiz erhältliche Lebensmittel untersucht. Die Resultate sind alarmierend: rund ein Drittel der Produkte überschritten den in Dänemark geltenden Grenzwert. Bei einem Verzehr dieser Produkte kommt man durchaus auf 4–5 Gramm Transfette pro Tag, was das Herzinfarkttrisiko um 25% steigert. Am meisten Transfettsäuren enthalten Blätterteigprodukte oder Bratfette pflanzlichen Ursprungs, wobei es innerhalb der Gruppen grosse Unterschiede gibt. So kann ein Nussgipfel je nach Hersteller keine oder sehr viele Transfette enthalten. Eine Kurzfassung der Studie kann heruntergeladen werden unter www.swissfir.ethz.ch.

Interesting jobs for interesting people!



The ship power supplier

Wärtsilä Switzerland Ltd is the globally active development company for very large 2 stroke Diesel engines and a major provider of solutions for decentralized power generation and supporting services.

Our 400 employees in Switzerland (12 000 worldwide) enjoy attractive employment conditions such as

- international contacts
- travel opportunities
- interdisciplinary activities
- flexible annual working hours
- minimum 5 weeks holidays
- employee profit sharing system
- ongoing education and training
- ... and much more!

Our challenging job opportunities:
Mechanical engineering (thermodynamics, construction, combustion, fluid mechanics, electronics, materials, etc.)

Interested? Please contact us for further information!

Human Resources
Ms Esther Camenisch
Phone: +41 (0) 52 262 49 57
esther.camenisch@wartsila.com



Wärtsilä Switzerland Ltd
P.O. Box 414
CH-8401 Winterthur
www.wartsila.com



Mission Control Center von Open Systems AG, Zürich

polymesse 2007 security intelligence wanted

Ihnen werden Eigendynamik, Pioniergeist und ausgeprägte Initiative nachgesagt?

Sehr gut, denn genau diese Qualitäten stehen im Einklang mit der unkonventionellen und jungen Firmenkultur der Open Systems. Sie sind interessiert am Einblick in den Betrieb einer internationalen Organisation. Sie verfügen über erste Erfahrungen in den Bereichen IT-Network-Security, UNIX/Linux und Web Applikations-Programmierung.

Open Systems konzipiert, entwickelt und betreibt Sicherheitsdispositive in über 70 Ländern auf allen Kontinenten und berät multinational operierende Unternehmen im Bereich IT- und Netzwerksicherheit.

Open Systems erreicht höchste Sicherheit, Betriebsqualität und Kosteneffizienz. Die Ansprüche unserer Kunden sind hoch – das Gleiche erwarten wir von Ihnen.

Erfahren Sie mehr über den Alltag eines Security Engineers sowie über Praktika bei Open Systems. Besuchen Sie uns am 8. Mai 2007 an der Polymesse (Stand 12), ETH Zürich.

Reservieren Sie sich noch heute einen Termin für ein persönliches Gespräch an der Polymesse. Melden Sie sich an unter: polymesse@open.ch



open systems ag
räffelstrasse 29
ch-8045 zürich
t +41 44 455 74 00
f +41 44 455 74 01
www.open.ch