

November 2004

ENET NEWS

Informationen zur Energieforschung

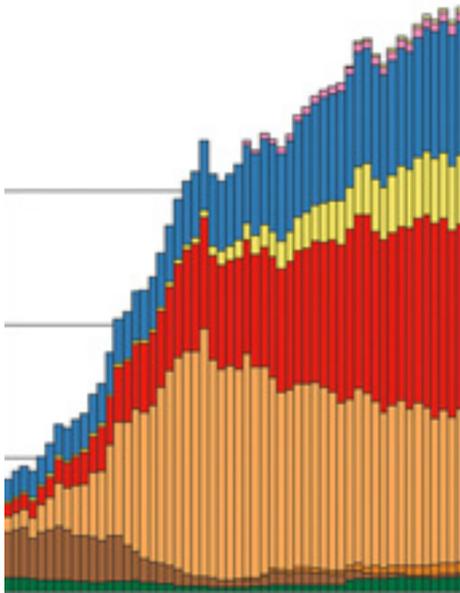


Bundesamt für Energie
Raum für die Energieforschung

Alle Energieforschungs-Programme
in der Übersicht

www.energieforschung.ch

 **energie**schweiz



Bundesamt für Energie

- Raum für die Energieforschung4
- ENET-Publikationsservice kommt ins BFE.....4
- Energieverbrauch in der Schweiz.....5

CORE

- Die Herausforderungen angenommen6

Energiewirtschaftliche Grundlagen

- Basis für Perspektiven9
- Perspektiven durch Workshop erweitert9
- Energievollzug weiter optimieren10

Solarchemie/Wasserstoff

- Sonnenenergie effizient nutzen12
- In einem Schritt zu Kupfer12

Biomasse/Holz

- Aus Tradition beliebt14
- Systemvergleiche mit spezifischen Ertragsfaktoren14

Kleinwasserkraftwerke/Windenergie

- Das Schwimmen gegen den Strom16
- Wasserrad in renovierter Umgebung16
- Konzept Windenergie Schweiz.....17

Geothermie

- Mit globalem Potenzial18
- Lavey-les-Bains:
Energienutzung ausweiten.....18
- Erdwärmesonden nehmen im Grand Hotel Dolder Einzug19

Solarwärme/Photovoltaik

- Vorstoss in den Markt20
- SPF mit neuem Leiter20
- Farbreflektion überdeckt schwarzen Absorber21

Umgebungswärme

- 4:1 für die Umwelt23
- Berechnungsverfahren für IEA-Projekt23

Gebäude

- Energieeffizienter Sanieren.....24
- Gute Luft im Himmelrich.....24
- Status-Seminar präsentierte Stand der Forschung.....25

Verkehr/Akkumulatoren

- Auf dem Weg zu mehr Effizienz.....26
- VEL Expo Ticino26
- Innovationen auf den Strassen Luzerns27

Verbrennung

- Zur globalen Entwicklungen beitragen28
- Miniaturisierter Sensor28

Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)

- Mehr Wirkungsgrad und weniger Emissionen29

Kernenergie

- Als Option offen halten30
- Heater-Projekt im Mont Terri30
- GEMS für den Durchblick bei Endlagerfragen31
- TORPEX:
neue Anlage zur Plasmaforschung32

Verfahrenstechnische Prozesse

- In vielen Branchen ein Thema33

Elektrizität

- Chancen zu mehr Effizienz34
- Elektromotoren im Fokus34
- Energiereiche Briefmarken35

Brennstoffzellen

- Nischenmärkte werden gesucht36
- SAM mit PEFC36
- EnergyCube.....37

Internationale Zusammenarbeit

- Auf Globales ausgerichtet38
- Schweizer Forscher gehören nun dazu38

Neu erschienene Publikationen40

Impressum

ENET-NEWS
Informationen zur Energieforschung

November 2004 / Nr. 59

Erscheinungsweise: dreimal pro Jahr in deutscher und französischer Version

Herausgeber
Bundesamt für Energie BFE
Worbentalstrasse 32
CH-3063 Ittigen

Postadresse
Postfach
CH-3003 Bern

Redaktion
ENET Kommunikation
Jürg Wellstein
Parkstrasse 15
CH-4106 Therwil

Tel. +41 61 726 92 18
Fax +41 61 726 92 11
enet.kommunikation@bro.ch

Nachdruck nur mit Quellenangabe.

Papier: Recycling-Feinpapier, Cyclus Print, matt, beidseitig gestrichen
Gedruckt in der Schweiz

Titelbild

Energieforschung wirkt langfristig. Auf deren Grundlage entwickelte Technologien prägen die Energieversorgung und -nutzung während Jahrzehnten. Für die kommenden Generationen müssen daher nachhaltige Systeme geschaffen werden. Energieforschung ist also eine Generationen übergreifende Disziplin. (Foto EMPA: Kinder besuchen während einer Sommerferienwoche den Arbeitsort der Eltern. Im Labor der Abteilung Luft-fremdstoffe und Umwelttechnik wird der pH-Wert von Regenwasser gemessen.)

Der Vision verpflichtet

Haben Sie die neuesten Infos der Materialforschung im Bereich der Photovoltaik verstanden? Sind Ihnen die technologischen Zusammenhänge bei der Entwicklung der nuklearen Fusionsreaktoren bereits bekannt? Können Sie die stichhaltigen Argumente für die Förderung der Brennstoffzelle auflisten?

Grundlage für alle diese Kenntnisse ist eine breit abgestützte, sorgfältig strukturierte Vermittlung der wissenschaftlichen Resultate der Energieforschung bzw. der verwandten Disziplinen. Diese werden aufbereitet, in Texte und Bilder umgeformt und an Interessierte übermittelt. Informationen sollen verstanden werden, müssen also einen Bezug zu bereits Bekanntem enthalten, damit die Bedeutung der dargestellten Fakten abgeschätzt werden kann. Zu den hier ersichtlichen Gesetzmässigkeiten der Kommunikationstheorien gehört aber auch der oft unterschätzte Aspekt des Anliegens, den Empfänger der Botschaft gezielt zu beeinflussen.

Informationen sind in den wenigsten Fällen von Selbstzweck geprägt, sondern werden meist durch eine mehr oder minder deutlich erkennbare Motivation getrieben. Sie sollen Reaktionen auslösen, Meinungen bilden, Werte vermitteln und Verhaltensänderungen hervorrufen. Diese Tatsache gilt ehrlicherweise auch für die vorliegende Publikation, die ENET-NEWS. Ausgehend von den Nachhaltigkeitszielen des Bundes, des Forschungskonzepts der CORE, der Programmausrichtung von EnergieSchweiz und dem Bestreben der Verantwortlichen der einzelnen

Forschungsprogramme – sie kommen im Folgenden erneut zu Wort – geht es darum, die bereits getätigten Schritte hin zu zukunftsweisenden Energietechnologien aufzuzeigen und Vertrauen in diese zu fördern. Aus der Zielsetzung ergeben sich Prioritäten und Schwerpunkte. Dies gilt sowohl für die Vermittlung von Informationen als auch für die Erarbeitung von Energiekonzepten.

Visionäre Gedanken haben immer wieder entscheidende Entwicklungen in Gang gebracht, welche dann von der nächsten Generation bereits als Selbstverständlichkeit betrachtet wurden. Heute stellt die Formulierung der „2000-Watt-Gesellschaft“ eine solche für uns alle gültige Herausforderung dar, deren sich auch die Kommunikation über die Energieforschung verpflichtet weiss. Sie soll die spannenden Ideen thematisieren, Bewegung schaffen und somit konsequent das Ziel einer neuartigen Energiestruktur anstreben. Die ersten Meilensteine sind erreicht, weitere befinden sich schon in Sichtweite.

Am Etappenziel bereits angelangt ist die ENET-NEWS, welche sich mit dieser Ausgabe von seiner geschätzten Leserschaft verabschiedet. Für die wertvolle Unterstützung, die das Redaktions-Team seit dem Jahr 2000 erfahren hat, sei herzlich gedankt.

Jürg Wellstein

Redaktor der ENET-NEWS

Raum für die Energieforschung

Strukturanpassung stärkt die Bedeutung der Forschung und Ausbildung für eine nachhaltige Energieversorgung

Vor kurzem hat das Bundesamt für Energie eine Anpassung seiner Struktur durchgeführt. Die bisherige Abteilung „Programme“ heisst neu „Energieeffizienz und erneuerbare Energien“. Zudem wurde in dieser Abteilung eine Sektion für „Forschung und Ausbildung“ geschaffen. Deren Leiter, Gerhard Schriber, erläutert im Folgenden die neue Situation:

Vor Jahren wurde die Energieforschung als Grundpfeiler der schweizerischen Energiepolitik angesehen. Welchen Stellenwert hat die Forschung und Entwicklung heute?

Gerhard Schriber: Wie in allen Industrieländern, ist die Energieforschung auch in der Schweiz ein unbestrittenes Standbein der Energiepolitik geblieben. Ja, ihre Rolle ist sogar noch wichtiger geworden, nicht nur als Lieferant konkreter Massnahmen, sondern auch für die Versachlichung der Diskussion zur Nachhaltigkeit. Das BFE hat sich als zentrale Koordinationsstelle der öffentlichen Energieforschung bewährt und ist eng mit nationalen und internationalen Organisationen verbunden. Die Kooperation mit dem europäischen Forschungsraum ist allerdings noch weiter ausbaubar.

Die Energieforschung steht im Spannungsfeld zwischen notwendigen langfristigen Perspektiven und kurzfristigen politischen Prioritäten. Was kann man in dieser Situation tun?

Mit gezielten Programmen – z.B. im Rahmen von EnergieSchweiz – wollen wir einen Sog für Entwicklungsergebnisse erzeugen, so dass ein schnellerer Transfer in den Markt möglich wird. Energietechnologien sind jedoch langfristiger Natur, und deshalb braucht die Einführung neuer Systeme weiterhin viel Zeit.

Das BFE koordiniert, begleitet und unterstützt die Energieforschung in der Schweiz. Auf welche Weise erfolgt dies?

Spezialisierte Programmleiter, unterstützt von Experten, betreuen die Forschungsaktivitäten. Das entsprechende Controlling erfolgt durch die Bereichsleiter des BFE, durch die CORE und durch international besetzte Evaluationsteams.

In der neu benannten Abteilung „Energieeffizienz und erneuerbare Energien“ ist die Sektion „Forschung und Ausbildung“ geschaffen worden. Haben damit

diese Aktivitäten wieder mehr Bedeutung erhalten?

Obschon die Forschung und Ausbildung dadurch sichtbarer wird, haben sich die einzelnen Aufgaben nicht verändert. Und



Gerhard Schriber: Die Rolle der Energieforschung ist auch in der Schweiz noch wichtiger geworden.

ENET-Publikationsservice kommt ins BFE

ENET wird beendet. Damit stellt das BFE nicht nur die Herausgabe der ENET-NEWS ein, sondern übernimmt auch den bisherigen Publikationsservice von Forschungsberichten. Ab 2005 wird der Zugriff zu den elektronischen Ausgaben der Berichte über den Internetauftritt des BFE möglich sein.

Themenbeiträge zur Energieforschung werden ab 2005 im Rahmen der BFE-Zeitschrift „energie extra“ veröffentlicht.

Weitere Informationen:
www.energieschweiz.ch
(→ Medien)



nun beeinträchtigen die Budgetkürzungen und Sparübungen beim Bund die von der CORE und vom BFE angestrebte Verstärkung der Anstrengungen. Die durchaus beachtliche Stellung der Schweizer Energieforschung soll jedoch gewahrt werden; wir wollen dafür unsere Beziehungen zu privaten und öffentlichen Stellen verstärken.

Welche Schwerpunkte setzt das BFE bei der Energieforschung?

Die Technologien betreffenden Schwerpunkte sind – in Zusammenarbeit mit der

CORE – im Energieforschungskonzept des Bundes festgelegt worden. Die einzelnen Programme haben somit klare Vorgaben. Als Ressortforschung des BFE sehen wir das Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG), bei welchem Perspektiven und Akzeptanzfragen im Vordergrund stehen, sowie die nationale regulatorische Sicherheitsforschung von Kernanlagen.

Die Projekte der einzelnen Forschungsprogramme sollten immer mehr miteinander vernetzt werden. Wie kann diese Entwicklung berücksichtigt bzw. unterstützt werden?

Seit einiger Zeit sind Systembetrachtungen und entsprechende Projektdefinitionen für uns von grösster Bedeutung. Wir versuchen verstärkt, Themen übergreifende Projekte

**„Wir wollen einen Sog für Entwicklungsergebnisse erzeugen.“
Gerhard Schriber**

zu lancieren, z.B. die Energieoptimierung in ganzen Quartieren, unterschiedliche Disziplinen und Forschungsstellen zu verknüpfen und auch im Bereich der Ausbildung ganzheitliche Betrachtungsweisen beliebt zu machen. Letzteres beginnt nach unserer Meinung bereits in den untersten Schulstufen, für die wir kürzlich eine Informationsbroschüre mitrealisiert haben.

Internet-Links

Jahres-Überblicksberichte der Programmleiter zu F+E- und P+D-Projekten
www.energie-schweiz.ch
(→ Forschung & Bildung → Überblicksberichte der Programmleiter)

Schweizerische Gesamtenergiestatistik sowie Einzelstatistiken
www.energie-schweiz.ch
(→ Fakten, Zahlen → Statistiken)

Wie kann man die Diskrepanz zwischen der Vision einer 2000-Watt-Gesellschaft und dem Alltag mit zunehmendem Energieverbrauch überwinden?

Für die langfristige Zielsetzung braucht beides: Verhaltensänderungen und neue Technologien zur Senkung des spezifischen Energiebedarfs der Geräte und Anlagen. Für die daraus folgenden Forschungs- und Umsetzungs- sowie Aus- und Weiterbildungsanliegen schätzen wir die kooperative Haltung der privaten Energiewirtschaft, der Schulen und des Gewerbes.

Welche technologische Entwicklung beeindruckt Sie rückblickend am meisten?

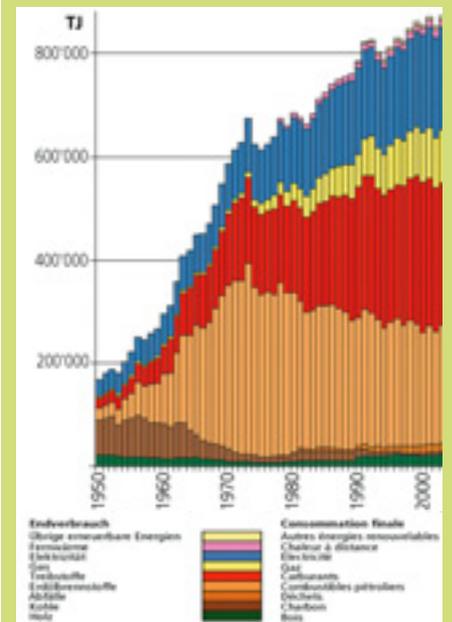
Vieles hat mich positiv beeindruckt, insbesondere aber die etlichen erfolgreichen Firmengründungen auf der Basis von Forschungsarbeiten, welche das BFE initiiert und unterstützt hat. Doch ebenso prägend waren die Schwierigkeiten, Technologien umzusetzen, weil die Risikobereitschaft privater Unternehmer zu gering war. Dies unterstreicht jedoch die Bedeutung der Arbeiten unseres Amtes: Als öffentliche Stelle haben wir die Kontinuität des Know-how und der Netzwerke über längere Zeitabschnitte zu gewährleisten. Denn oft dauert es Jahre bis die Industrie Forschungsergebnisse im Markt zur Anwendung bringen kann.

In welchen Energieforschungsbereichen erwarten Sie in Zukunft Durchbrüche und somit besondere Umsetzungspotenziale?

Im traditionellen Bereich sehe ich im Gaskraftwerksbau mit dem zugehörigen Umfeld noch grosses Innovationspotenzial, unter anderem mit dem neuen Element der CO₂-Absonderung und -Lagerung. Bei neuen Technologien gebe ich grosse Entwicklungschancen allem, was mit der Erzeugung, Verteilung und Verwendung unkonventioneller Energieträger – wie Biogas, Methanol, Wasserstoff usw. – zusammenhängt.

Energieverbrauch in der Schweiz

Der Endenergieverbrauch der Schweiz lag im Jahr 2003 mit 873'060 Terajoule (TJ) um 2,3 % über dem Niveau des Vorjahres. Wie die detaillierte Aufstellung der einzelnen Energieträger und der Verbrauchsgruppen aussieht, wird in der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik ersichtlich. Daraus geht hervor, dass der Verbrauch von Erdölbrennstoffen um 4,6 % zugenommen hat, Elektrizität um 2 %, Erdgas um 5,6 %, Kohle um 3,3 % usw. Der Verbrauch an nicht fossilen Energieträgern



Entwicklung des Endverbrauchs unterschiedlicher Energieträger in der Schweiz.

(Fernwärme, Abfälle, Brennholz und erneuerbare Energie) wurde wiederum überdurchschnittlich gesteigert.

Obwohl die Massnahmen zur rationellen Energienutzung in den vergangenen Jahren Fortschritte erzielt haben, vermochten sie den Wachstumstrend beim Energieverbrauch nicht zu brechen. Die Bevölkerungsentwicklung, der zunehmende Wohnraumbedarf und die steigende Zahl der Motorfahrzeuge tragen wesentlich zu dieser Situation bei.

Die Herausforderungen angenommen

Neue CORE-Mitglieder nehmen Stellung zur Energiethematik und zu den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen

Andreas Gut
CORE-Sekretariat
BFE
CH-3003 Bern

Anfang 2004 ist die Eidg. Energieforschungskommission CORE um drei Mitglieder vergrössert worden. Neu hinzugekommen sind: Eva Gerber von der Hochschule für Gestaltung und Kunst in Luzern,

Rolf Wüstenhagen vom Institut für Wirtschaft und Ökologie der HSG St. Gallen sowie Pankraz Freitag, Baudirektor des Kantons Glarus.

Umsetzung braucht gutes Design

Mit welchen Fragen befassen Sie sich bei Ihrer beruflichen Tätigkeit an der Hochschule für Gestaltung und Kunst (HGK) in Luzern?

Eva Gerber: Ich leite als Mitglied der Schulleitung das Institut Relais, welches für den Wissens- und Technologietransfer, also angewandte Forschung und Entwicklung, Weiterbildung und Dienstleistungen zuständig ist. Zudem bin ich als Vorstandsmitglied des Swiss Design Network SDN am nationalen Aufbau der Designforschung beteiligt.



Eva Gerber: Nachhaltiges Verhalten darf nicht nur ein Thema für gut ausgebildete obere Mittelständler sein, sondern muss für alle selbstverständlich werden.

Wie hat sich Ihr Bezug zur Energieforschung entwickelt? Das Thema Nachhaltigkeit begleitet mich seit einigen Jahren. Zuerst als ehemalige Kantonspolitikerin, wo es um gesetzliche Leitplanken im Energiebereich ging. Als Geschäftsführerin des Design Preis Schweiz und des Design Centers war nachhaltige Produkt- und Dienstleistungsgestaltung immer ein wesentliches Kriterium für gutes Design. Denn energieeffiziente Geräte müssen auch gestalterisch etwas hergeben, damit sie sich auf dem Markt durchsetzen. Am Gottlieb Duttweiler Institut befasste ich mich zuletzt unter dem Stichwort „Sustainable Business“ mit der wirtschaftlichen,

ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit unternehmerischen Handelns.

Welchen Eindruck haben Sie von der Funktion und Arbeit der CORE?

Die Mitglieder verfügen über eine sehr hohe Fachkompetenz in den einzelnen Disziplinen. Die Aufgabe besteht meines Erachtens darin, diese Kompetenzen zu einer Gesamtschau zu verdichten und die Behörden bei der Planung der Energieforschung der nächsten Jahre zu beraten.

Sie befassen sich mit sozialwissenschaftlichen Problemstellungen. Welchen Zusammenhang sehen sie hierbei zur Energiefrage?

Nachhaltigkeit ist mindestens so sehr eine gesellschaftspolitische wie eine technologische Frage. Fakten alleine führen nicht zu Verhaltensänderungen – und diese braucht es neben allen technischen Verbesserungen ja auch. Zum einen indem individuelle Energiekonsumenten für ein „anderes“ Energieverhalten gewonnen werden. Zum andern, indem im politischen Prozess die Rahmenbedingungen so gestaltet werden, dass sich Energieverschwendung nicht lohnt. Beides hat auch mit der Gestaltung kommunikativer Prozesse zu tun.

Als Leiterin des Wissens- und Technologietransfers an der HGK führen Sie auch Umsetzungsprojekte durch. Können Sie bereits Parallelen zur Energiethematik erkennen?

Internet-Links

CORE
www.energieschweiz.ch
(→ Forschung & Bildung → Organisation der Energieforschung → Eidgenössische Energieforschungskommission und/oder Strategie der Energieforschung)

Hochschule für Gestaltung und Kunst (HGK) in Luzern
www.hgk.fhz.ch

Baudirektion des Kantons Glarus
www.gl.ch
(→ Regierung und Verwaltung)

Institut für Wirtschaft und Ökologie der Hochschule St. Gallen
www.iwoe.unisg.ch

Einer unserer Kompetenzschwerpunkte ist „Didaktisches Design“, also eine effektive Vermittlung von Botschaften und Inhalten. Zusammen mit der HTA Luzern/BRENET arbeiteten unsere Graphic Designer z.B. am Projekt „Atrien der Zukunft“. Die Aufgabe der Gestalter bestand darin, die gewonnenen Erkenntnisse anwenderspezifisch so aufzubereiten, dass sie für Investoren, Bauherren, Planer und Ausführende attraktiv sind. Sie leisteten damit einen Beitrag zum Transfer in die Praxis.

Sozio-ökonomische Gegebenheiten scheinen die Energienutzung oft stärker zu beeinflussen als technologische. Welche Massnahmen schlagen Sie vor, um die festgelegten Nachhaltigkeitsziele erreichen zu können?

Es ist nur ein kleiner Teil der Bevölkerung mit moralischen Appellen zu einer Verhaltensänderung zu bewegen, wenn unter dem Strich Aufwand und Kosten höher sind. Nachhaltiges Verhalten darf aber nicht nur

ein Thema für gut ausgebildete obere Mittelständler sein, sondern muss so selbstverständlich werden, wie wenn ich heute bei Coop nur noch Havelaar-Bananen kaufen kann. Das heisst, es braucht Lenkungseffekte durch teurere Energie, Bonus-Malus-Systeme bei den Autoimportsteuern usw. Womit wir wieder beim Thema der gesellschaftspolitischen Durchsetzung wären...

Wirtschaftliche Chancen im Energiebereich ergreifen

Mit welchen Fragen befassen Sie sich bei Ihrer beruflichen Tätigkeit am Institut für Wirtschaft und Ökologie der Universität St. Gallen (HSG)?

Rolf Wüstenhagen: Mein Forschungsschwerpunkt lässt sich mit dem Stichwort „Venturing for Sustainable Energy“ zusammenfassen. Ich untersuche das Thema nachhaltige Energie aus einer betriebswirtschaftlichen Innovationsperspektive, naturgemäss unter Berücksichtigung interdisziplinärer Verknüpfungen. Die zentrale Frage ist dabei, wie Innovationen in Organisationen des Energiesektors entstehen und erfolgreich am Markt eingeführt werden.

In der Lehre spiegeln sich die gleichen Themen wieder, ergänzt durch Grundlagen des Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagements. Einer traditionellen Stärke der HSG entsprechend finden Lehrveranstaltungen oft in direkter Zusammenarbeit mit der Praxis statt.

Welchen Stellenwert hat die Energieforschung bei Ihren Aktivitäten?

Ich betrachte meine Arbeit als sozialwissenschaftliche Energieforschung. Unter „Energieforschung“ wird landläufig in erster Linie die technologische Forschung verstanden. In dieser ingenieurwissenschaftlichen Perspektive wird dann häufig bedauert, dass die Schweiz zwar brillante technologische Innovationen hervorbringt, dass aber die Umsetzung oft ausbleibt. Genau hier setzt mein Forschungsinteresse an: Was passiert an der Schnittstelle vom La-

bor zum Markt? Und wie kann der Markt gestaltet werden, damit die Diffusion nachhaltiger Energietechnologien erfolgreich verläuft? Ich denke, hier besteht noch viel Nachholbedarf in Forschung und Lehre.

Welchen Eindruck haben Sie von der Funktion und Arbeit der CORE?

Die CORE ist ein spannendes Gremium, das viel Know-how im Energiebereich bündelt und zugleich Akteure aus verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen an einen Tisch bringt. Als neues Mitglied sehe ich einige Herausforderungen. Zum einen ist der Auftrag an die CORE recht breit gefasst, zum anderen gibt es einen Widerspruch zwischen der Vision einer nachhaltigen Energieversorgung und einem Umfeld, in dem sowohl auf Bundes- als auch auf kantonaler Ebene immer weniger Mittel zur Verfügung stehen.

Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit der notwendige Wandel der Energie-Technologien zu interessanten Voraussetzungen für Unternehmensentwicklungen und Kapitalgeber führen kann?

In den drei Jahren, in denen ich für einen Schweizer Venture Capital-Fonds im Energiebereich gearbeitet habe, haben wir keine einzige Investition im Inland getätigt. Das stimmt mich nachdenklich. Wenn es auch keine einfache Erklärung gibt, so spielen meines Erachtens zwei Faktoren eine Rolle: Einerseits das Fehlen eines günstigen Heimatmarktes für nachhaltige Energie, und andererseits ein Mangel an Entre-

preneurship. Wie wichtig ein funktionierender Heimatmarkt ist, hat beispielsweise die dänische Windturbinen-Industrie gezeigt. Die staatliche Förderung für Windenergie hat es den dänischen Herstellern in den frühen 90er Jahren erlaubt, Vorsprünge in Technologie und Markterfahrung zu sammeln, die der späteren Internationalisierung klar zugute kamen. Heute werden über 90 % der Turbinen exportiert, und dänische Firmen spielen immer noch in der



Rolf Wüstenhagen: Wie können Innovationen in Organisationen des Energiesektors entstehen und erfolgreich am Markt eingeführt werden?

Champions League der Windbranche mit. Was das Entrepreneurship anbelangt, so brauchen wir zum einen mehr Ingenieure, die den Schritt aus dem Labor in die Praxis mutig wagen, und zum andern mehr Manager, welche die Chancen im Energiebereich be- und ergreifen. Mit meiner Arbeit an der HSG hoffe ich einen kleinen Beitrag zum zweiten Punkt zu leisten.

Welche Massnahmen schlagen Sie vor, damit Wirtschaft und Ökologie bei der

Erzeugung und Nutzung von Energie gemeinsam zum Ziel führen können?

Die wirksamste Möglichkeit, die Schnittmenge von Wirtschaft und Ökologie im Energiebereich dauerhaft zu vergrössern, ist eine Internalisierung externer Kosten, das heisst im Klartext eine Erhöhung der Energiepreise mit marktwirtschaftlichen Instrumenten wie zum Beispiel einer CO₂-Abgabe oder einer Energiesteuer. Viele Investitionen, die heute am Rande der Wirtschaft-

lichkeit stehen, werden sich in der Zukunft bei steigenden Energiepreisen rentieren. Wartet man jedoch ab, bis ein Ölpreisschock oder der sichtbar werdende Klimawandel zu einer abrupten Preiserhöhung führt, ist es für sinnvolle Anpassungsprozesse der Wirtschaft vermutlich zu spät. Eine vorausschauende Politik müsste den Mut haben, hier durch klare Signale den Investoren Planungssicherheit zu geben.

Weichenstellungen und Prioritäten beeinflussen

Welche kantonalen Besonderheiten müssen Sie bei Ihrer Tätigkeit als Baudirektor von Glarus berücksichtigen?

Pankraz Freitag: Glarus ist ein Bergkanton. Bei der eigenen Energieproduktion sind Holz und insbesondere die Wasserkraft bedeutsam. In unserem stark industrialisierten Kanton versuchen wir zudem, technologische Akzente, wie zum Beispiel mit Erdgasbussen im Glarner Mittelland, zu setzen.

Seit Anfang dieses Jahres sind Sie Mitglied der CORE. Welchen Bezug haben Sie zur Energieforschung?

Ausbildungsmässig bin ich Mathematiker, mit den Nebenfächern Biologie und Physik. In den letzten Jahren habe ich mich auf verschiedenen Ebenen für Energiefragen interessiert und auch engagiert. Ich habe grosses Interesse an der Thematik, natürlich speziell an der Umsetzung von Ergebnissen der Energieforschung.

Welchen Eindruck haben Sie von der Funktion und Arbeit der CORE?

In der CORE treffen erstklassige Fachleute verschiedener Richtungen zusammen, die wichtige Zukunftsfragen behandeln und über die Beratung des UVEK auch wichtige Weichenstellungen und Prioritätensetzungen bezüglich Forschung und Umsetzung im Energiebereich beeinflussen können. Die Kommissionsarbeit entwickelt sich aus meiner Sicht gut, und ich bin daran, mich laufend besser einzuarbeiten.

CORE-Mitglied Pankraz Freitag, Baudirektor des Kantons Glarus, übergibt Bea Göltenboth und Beni Giger das Minergie-P-Zertifikat für Solvita in Mollis. (Foto: Minergie)



Sie vertreten in der CORE die kantonalen Energiedirektoren. Können Sie trotz den verschiedenen Voraussetzungen in den einzelnen Kantonen eine gemeinsame Grundhaltung der Energiedirektoren erkennen?

Ich habe kein Mandat der Energiedirektorenkonferenz, sondern bin persönlich angefragt worden. Ich sehe mich aber durchaus als Vertreter der Kantone, die ja im Gebäudebereich zuständig sind und ihrerseits finanziell einiges für Forschungs- und Pilotprojekte aufwenden. Als gemeinsame Grundhaltung – bei aller Verschiedenheit – sehe ich folgendes: Förderung der einheimischen erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und der Technologieentwicklung am Standort Schweiz sowie die Betonung der Umsetzbarkeit von Massnahmen und Innovationen.

Wie beurteilen Sie die Unterstützung Ihrer Arbeit als Energiedirektor durch den Bund?

Ich bin sehr zufrieden. Wenn wir Auskünfte brauchen, erhalten wir diese unkompliziert. Anlässlich der Kantonsbesuche durch das BFE können Fragen vor Ort direkt geklärt werden. Wir haben einen guten Austausch. Was fehlt ist eine klare und konsistente Schweizerische Energiepolitik, aber da kann man ja nicht einfach dem Bund die Schuld geben.

Basis für Perspektiven

Wirtschaftliche und gesellschaftliche Grundlagen als Ausgangspunkt für Analysen zukünftiger Energiesysteme

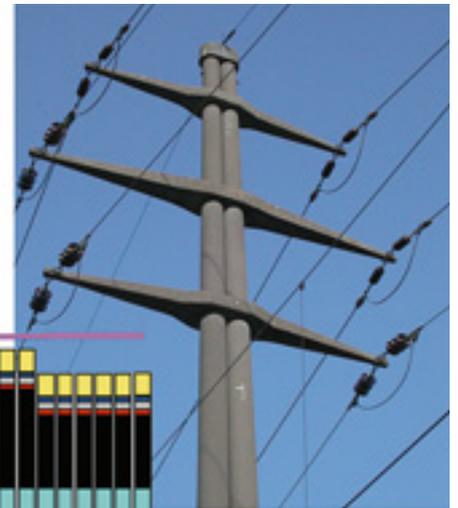
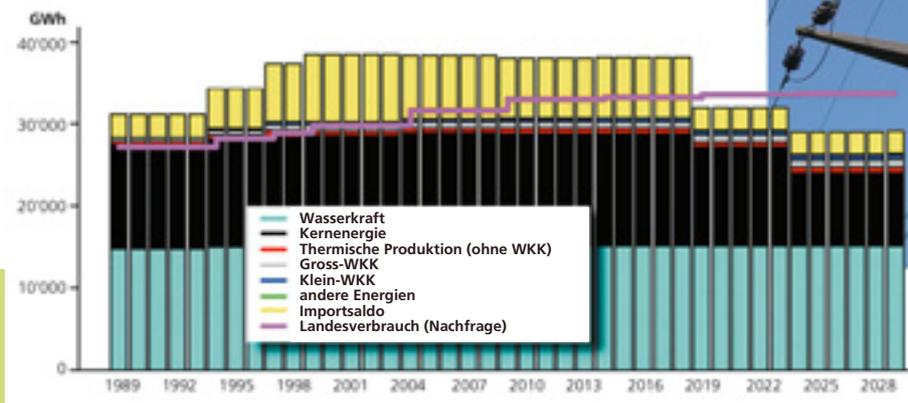
Lukas Gutzwiller
BFE-Programmleiter
Energiewirtschaftliche Grundlagen

Welche Perspektiven besitzt die Schweiz im Energiebereich? Mit dieser und weiteren energierelevanten Fragen beschäftigt sich das BFE-Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG) schwerpunktmässig. Es befasst sich im Wesentlichen mit den energiepolitischen Rahmenbedingungen in den vier Sektoren Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Energiebereitstellung (Umwandlungssektor). Hinzu kommen die beiden übergreifenden Themen „Vision 2050“, welche ein strategisches Ziel im Konzept der Energieforschung ist, und der Technologietransfer. In

der Regel wird bei den entsprechenden Projektarbeiten von den technischen Gegebenheiten ausgegangen, um darauf abgestützt die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Probleme zu analysieren und mit geeigneten Methoden richtungsweisende Aussagen machen zu können.

Szenarien mit Langfristoptik

Aufgabe der Energieperspektiven ist es, die Optionen für die langfristige Energiepolitik



Energie-Perspektiven 2035 beleuchten die technischen Möglichkeiten zum Schliessen der voraussichtlichen Versorgungslücke des Schweizer Elektrizitätsangebots. Situation im Winter bei KKW-Betriebsdauer 50 bzw. 60 Jahre (Prognos 2001).

Perspektiven durch Workshop erweitert

Im Rahmen des BFE-Projekts zu Energie-Perspektiven 2035 fand am 2. Juli 2004 in Bern ein Workshop zur Zukunft des Elektrizitätsangebots statt. Dabei wurden alle heute bekannten Technologiebereiche beleuchtet und deren Potenzial vorgestellt. Ausgehend von einem wachsenden Elektrizitätsverbrauch und dem Betriebsende bestehender Kernkraftwerke zeichnet sich eine Versorgungslücke ab. Um diese zu schliessen, bietet sich eine breite Palette an technischen Systemen an, die auch in Kombinationen genutzt werden können. Wohl lassen sich bei allen Technologien beachtliche Fortschritte präsentieren, nicht alle erfüllen jedoch die Nachhaltigkeitskriterien.

Für erneuerbare Energien (ohne Wasserkraft) verzeichnet man generell hohe Stromkosten und derzeit noch kleine Anteile an der Schweizer Elektrizitätsversorgung. Photovoltaik sowie Strom aus Biomasse und Geothermie sind in Entwicklung, weisen jedoch Potenzial auf. Vor allem die Geothermie gilt als sehr ergiebige Energiequelle. Das Ziel, bis 2035 rund 10 % der Stromproduktion aus „neuen“ erneuerbaren Energien zu erhalten – zusammen mit Kleinwasserkraft und Biomasse – scheint technisch problemlos machbar.

Überblick über die einzelnen Referate des Workshop zur Zukunft des Elektrizitätsangebots unter:

www.energie-perspektiven.ch

aufzuzeigen, und zwar im Spannungsfeld der vier übergeordneten Ziele der Versorgungssicherheit, Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit. Bei der Versorgungssicherheit geht es einerseits darum, die Produktionskapazitäten für Strom sicherzustellen, und andererseits die Verteilung der Netz-gebundenen Energien zu gewährleisten.

Welche Rahmenbedingungen fließen in die Erarbeitung von Energieperspektiven ein? Zunächst sind die Prognosen der globalen Energiepreisentwicklung massgebend,



und dann die Erwartungen bezüglich Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum und Klimaveränderungen. Auf der Grundlage dieser Daten lassen sich dann Szenarien ausarbeiten.

Bei den an der Politik orientierten Szenarien steht zunächst das Referenz-Szenario im Vordergrund, bei dem bestehende Massnahmen gemäss Energiegesetz, gleiche Vollzugsintensität und eine langsame Anpassung der Standards angenommen wird. Dabei werden zwei Varianten mit und ohne CO₂-Abgabe unterschieden. Das zweite Szenario baut weiter auf freiwilligen Massnahmen auf und schliesst nur eine moderate Verschärfung der Bau-Standards ein.

Die zielorientierten Szenarien basieren einerseits auf der stufenweise festgelegten

CO₂-Reduktionen. Andererseits gehen sie von den Richtlinien der Vision „2000-Watt-Gesellschaft“ aus, die bis 2050 nur noch einen Drittel des heutigen Energieverbrauchs und eine längerfristige Reduktion des CO₂-Ausstosses auf 1 t pro Kopf und Jahr vorsieht. Grundsätzlich leitet sich die Perspektive 2050 des BFE von den Nachhaltigkeitszielen des Bundes ab. Die entsprechenden Szenarien-Arbeiten sollen dazu dienen, den politischen Prozess sowie die Energieforschung zu unterstützen und strategische Entscheide zu erleichtern.



Energievollzug weiter optimieren

Die Kantone sind gemäss eidgenössischem Energiegesetz für den Gebäudebereich zuständig und vollziehen die jeweiligen kantonalen Vorschriften. In den nächsten Jahren wird eine Verlagerung der Neubau- und Erneuerungstätigkeit von Städten zu kleineren Gemeinden erwartet. Aufgrund der geringeren personellen und möglicherweise fachlichen Vollzugsressourcen werden somit bestehende Vollzugsdefizite im Energiebereich an Bedeutung gewinnen.

Eine vom BFE unterstützte Studie untersuchte deshalb die Leistungsfähigkeit des Vollzugs der Energiegesetzgebung mit dem Ziel, neue Ansätze für eine Verbesserung unter Berücksichtigung des Haftungsrechts sowie von Normen von Fachverbänden zu prüfen.

Unterschiedliche Vollzugsqualität

Die Vollzugsqualität ist von Kanton zu Kanton unterschiedlich und hängt nicht vom Vollzugsmodell ab. Mit jedem sind optimale Resultate zu erreichen. Die Projektkontrolle, d.h. die Prüfung der energetischen

Nachweise, ist in fast allen untersuchten Fällen vollständig und korrekt. Meist werden jedoch zu wenig Ausführungskontrollen auf den Baustellen durchgeführt. Diese Kontrolltätigkeit wird kaum gegenüber der betroffenen Bauherrschaft und der Baubranche im Allgemeinen kommuniziert. Werden Mängel bei der Ausführung entdeckt, resultieren langwierige Sanktionsmechanismen mit einem beträchtlichen Aufwand für die Vollzugsbehörde.

Gründe für eine geringe energetische Qualität von Gebäuden liegen meist bei zu später Beachtung energetischer Aspekte im Planungsablauf (Norm SIA 380/1 wird nicht als Optimierungsinstrument eingesetzt), in der oft ungenügenden Qualitätssicherung bei der Planung (Schnittstellenkoordination, Probleme in der Zusammenarbeit usw.) sowie dem teilweise mangelhaften Ausbildungsstand der Planenden. Diese Mängel können mit öffentlich-rechtlichen Massnahmen nicht behoben werden.

Rolle von Normen im Planungs- und Vollzugsablauf

Wie können bestehende Normen – mit dem Ziel einer verbesserten Energieeffizienz – verbindlich in den Planungs- und Vollzugsablauf einbezogen werden? Während sich der Voll-

zug mit der Kontrolle und Durchsetzung gesetzlicher (öffentlich-rechtlicher) Anforderungen an Bauten und Anlagen befasst, definieren die Normen von Fachverbänden die Regeln der Baukunde, die im Allgemeinen als Vertragsgrundlage im privatrechtlichen Verhältnis zwischen Bauherrschaft und PlanerInnen bzw. UnternehmerInnen gelten.

Beim Vollzug spielen diese Normen nur eine Rolle, wenn sie vom Gesetzgeber als verbindlich erklärt worden sind und damit Teil des öffentlichen Rechts werden. In der Praxis werden jedoch in der Regel die verbindlich erklärten Normen – mit Ausnahme des Wärmeschutznachweises – nicht im Vollzug berücksichtigt.

Massnahmen zur Verbesserung des Energievollzugs

Es bestehen einige interessante Ansatzpunkte, um den gesetzlichen Anforderungen mehr Nachachtung zu verschaffen. Mit der SIA-Norm 118 als Vertragsbestandteil könnte die Durchsetzung von Haftungsansprüchen erleichtert werden, indem eine Um-

Vernetzes Zusammenarbeiten als Basis

Interdisziplinarität, also der Einbezug verschiedener Fachbereiche, sowie Transdisziplinarität, ausgehend von gesellschaftlich relevanten Fragestellungen, bilden zusammen den allgemeinen Ausgangspunkt der Forschungsarbeiten für die Energiewirtschaftlichen Grundlagen. Mit privaten Forschungsstellen, Universitäten/ETH, Fachhochschulen und Instituten wird intensiv und vernetzt zusammengearbeitet. Dabei sind auch die Kantone und ihre Energiefachstellen sowie Fachverbände nach Bedarf involviert. Mit dem Einsatz von Begleitgruppen kann die Betreuung der in Arbeit befindlichen Projekte intensiviert und die Fachkompetenz aus Praxis und Wissenschaft gebührend berücksichtigt werden.

Neu formulierte Bereiche beim EWG

Das Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen erarbeitet zurzeit eine neue detaillierte Themenstruktur, welche die Projektzuordnung erleichtern soll und besser mit den Bereichen von EnergieSchweiz und den Perspektivenstudien korrespondieren wird. Ferner muss im Programm stets zwischen energiepolitischer Ressortforschung, die vor allem auf entsprechende Ereignisse und Vorgaben reagiert, und eigentlicher Programmforschung unterschieden werden.

Internet-Links

Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen mit Projektübersicht und Publikationen
www.ewg-bfe.ch

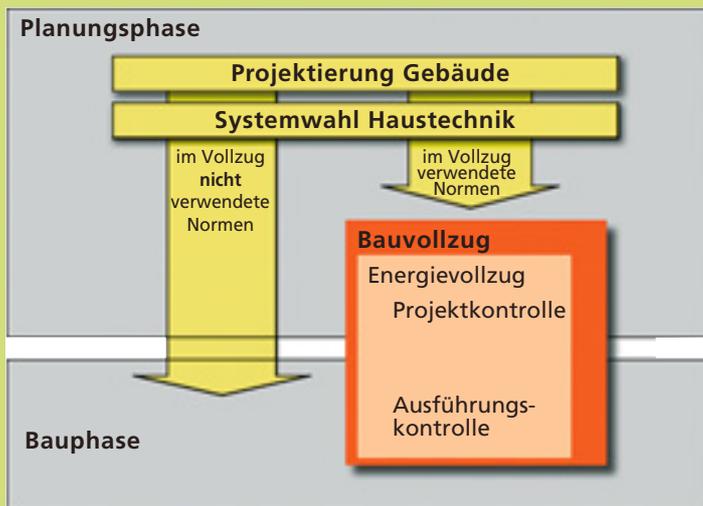
Energieperspektiven
www.energie-perspektiven.ch



kehr der Beweislast resultiert, d.h. die Bauherrschaft muss nicht mehr Fehler des Unternehmens nachweisen, sondern die Unternehmen müssen eine fachgerechte Arbeit nachweisen. Die Normen des SIA legen dabei die Regeln der Baukunde fest.

Insbesondere Kantone mit zahlreichen kleinen Gemeinden werden auch in Zukunft mit Vollzugsproblemen konfrontiert sein. Eine Regionalisierung des Vollzugs oder die Einführung privater Kontrollen würden die Gemeinden entlasten und gleichzeitig zu einer

qualitativen Verbesserung führen. Die Vollzugsbehörden sollten zudem ihre Kontrolltätigkeiten auf der Baustelle besser kommunizieren. Einerseits gegenüber der Bauherrschaft, auch wenn keine Beanstandungen vorliegen, und andererseits im Sinne eines Rechenschaftsberichtes gegenüber der Öffentlichkeit.



Ablaufschema des Bauvollzugs mit berücksichtigten und nicht berücksichtigten Instrumenten und Normen im Energievollzug.

Schlussbericht:
 Optimierung Energievollzug und Anwendung der SIA-Normen Gebäude,
 R. Dettli, M. Baur, B. Signer (econcept),
 P. Renaud, C. Wermeille (Planair), 2003.
 ENET-Nr. 230220
 oder Bestellung bei:
www.bundespublikationen.ch
 Nr. 805.560.d

Sonnenenergie wirken lassen

Suche nach unterschiedlichen Verfahren zur Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie

Armin Reller

BFE-Programmleiter
Solarchemie / Wasserstoff
c/o Universität
Augsburg
D-86159 Augsburg

Alphons Hintermann

BFE-Bereichsleiter
Solarchemie / Wasserstoff

Bei der Nutzung der Sonnenenergie stimmen Ort und Zeit der Solareinstrahlung oft nicht mit dem eigentlichen Energiebedarf überein. Daher müssen Wege aufgezeigt werden, wie diese Energie in eine speicher- und transportierbare Form gebracht werden kann. Schwerpunkt des Forschungsprogramms Solarchemie/Wasserstoff ist die effiziente Erzeugung von Stoffen mit hohem Energie-Inhalt oder grossem Heizwert, wie Metalle oder Wasserstoff, u. a. mittels Hochtemperatur- oder katalytischen Prozessen.

Drei Themenbereiche in der Forschung

Das Programm umfasst die drei folgenden Themenbereiche: 1) Mit solarer Prozessenergie zur Herstellung von Wasserstoff oder Wertstoffen soll das Nutzungspotenzial auf unterschiedlichem Temperatur-

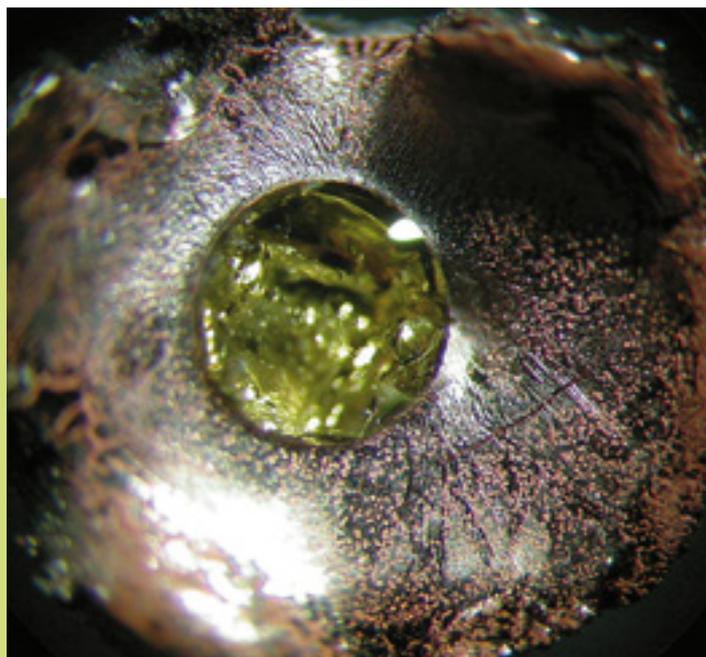
niveau aufgezeigt werden. 2) Bei der Wasserstoff-Technologie untersucht man regenerative und technisch realisierbare Herstellungsverfahren. 3) Und im Bereich der komplementären Technologien geht es um die Bereitstellung effizienter Verfahren und massgeschneiderten Funktionsmaterialien für erneuerbare Energien.

Der regenerative, also klimaneutrale Weg zum Wasserstoff ist heute wohl eine der dringendsten und gleichzeitig anspruchsvollsten Fragestellungen. Dies auch angesichts der hohen Erwartungen, die in diesen sekundären Energieträger gesetzt werden. Neben der solarthermischen, elektrolytischen oder photokatalytischen Spaltung

In einem Schritt zu Kupfer

Neben dem Programm-Schwerpunkt Zink/Zinkoxid-Zyklus können weitere attraktive Reaktionen zur solaren Produktion von Metallen, z.B. von Kupfer, untersucht werden.

Rund 80 % der Weltproduktion an Kupfer wird durch die mehrstufige Trockenverhüttung von sulfidischem Kupfererz gewonnen. Dabei werden rund 7 kWh/kg Rohkupfer benötigt. Gleichzeitig entstehen Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlendioxid (CO₂). Mit einem neuen Verfahren, das eine Forschungsgruppe des Paul Scherrer Instituts (PSI) untersucht, wird die direkte solarthermische Umwandlung der Sulfide in Kupfer realisiert. In einem Hochfluss-Solarofen mit inerter Atmosphäre wird die benötigte Temperatur von



Direkte solarthermische Umwandlung von sulfidischem Kupfererz als Ergebnis intensiver Forschung. Blick ins Labor: Eine teilweise zersetzte Kupfersulfid-Probe mit Kupfer und Quarz auf zersetztem Kupfersulfid.

(Foto: PSI)



Der für solarchemische Projekte genutzte 40-kW-Sonnenofen am PSI besteht aus einem drehbaren Flach- und einem festen Parabolspiegel. (Foto: PSI)

von Wasser wird auch die Nutzung von Biomasse untersucht. Im Weiteren sind Arbeiten für sichere und gleichzeitig wirtschaftliche Speicherungs- und Transporttechnologien im Gange. Erst auf der Grundlage überzeugender Resultate und eines vernünftigen Wirkungsgrads der Gesamtkette können sinnvolle Konzepte zur weiteren Verbreitung des Wasserstoff-Einsatzes gemacht werden. Synergien zwischen Forschung, Entwicklung und Implementierung der Wasserstofftechnologie werden durch die schweizerische Wasser-

stoff-Vereinigung Hydropole unterstützt. Diese Informationsplattform will Akteure und Interessierte zusammenbringen sowie die Aktivitäten zur Herstellung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff gezielt koordinieren.

Wasserstoff-Themen mit internationaler Vernetzung

Die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff mit mehrstufigen, reversiblen Metall/Metalloxid-Redoxzyklen gehört zu den bedeutenden Forschungsaktivitäten, die vom BFE-Programm unterstützt werden. Und im Bereich der Wasserstoff-Speicherung werden zurzeit drei Systeme untersucht: Flüssiggasspeicher bei extrem tiefen Temperaturen, Metallhydridspeicher und Druckgasspeicher.

Die meisten dieser Forschungsprojekte bilden auch einen Bestandteil der weltweiten Zusammenarbeit. Im Rahmen der Internationalen Energie-Agentur (IEA) sind Schweizer Vertreter besonders involviert im Programm „Solar Power And Chemical Energy System (PACES)“ sowie in den Projekten „Photoproduction of Hydrogen“, „Storage of Hydrogen in Metalhydrides and Nanocarbons“ und „Case Studies of Integrated Systems“. Mit dieser international breit abgestützten Forschungskooperation kann das Know-how der Schweizer Institute optimal auf hohem Stand gehalten werden.

1900–2200 °C erreicht. Experimente haben bestätigt, dass unter diesen Bedingungen eine Trennung der Sulfide in Kupfer und Schwefel machbar ist. Die üblichen Mehrstufenverfahren könnten somit abgelöst und die beiden unerwünschten Nebenprodukte vermieden werden. Zudem ergibt sich ein tieferer Gesamtenergiebedarf und weniger Staubentwicklung bei der Verhüttung. Zurzeit stehen Aktivitäten zur industriellen Umsetzung dieses neuen Prozesses im Mittelpunkt. Im Weiteren wird die Anwendung für andere Nicht-Eisenmetalle geprüft.

Labor für Solartechnologien am PSI
<http://solar.web.psi.ch>
 (→ Research)

Internet-Links

Solarchemische Forschungsaktivitäten des PSI und der ETH in Zürich und Lausanne:
<http://solar.web.psi.ch>
www.pre.ethz.ch
<http://isic.epfl.ch>

Hydropole – Schweizer Netzwerk für Wasserstoff
www.hydropole.ch

Das IEA-Programm SolarPACES
www.solarpaces.org

Das IEA-Programm Wasserstoff
www.ieahia.org

Kompetenzen für die Entwicklung nachhaltiger Prozesse

In der Schweiz sind in den Forschungsreichen Solarchemie und Wasserstoff bedeutende wissenschaftliche und technische Fachkenntnisse vorhanden. Kompetent werden beispielsweise drei auf erneuerbaren Energien beruhende Herstellverfahren für Wasserstoff betrieben: photokatalytische und solarthermische Spaltung von Wasser sowie die Hochdruck-Elektrolyse (z.B. beim Unternehmen Djévahirdjian in Monthey).

Mit der Entwicklung des solarthermischen Zink/Zinkoxid-Zyklus konnte ein auch aus internationaler Sicht viel versprechender Prozess realisiert werden, welcher einen wichtigen Beitrag auf dem Weg zu einer Kreislaufwirtschaft leistet. Bei der Suche nach einem nachhaltigen Weg zum Wasserstoff entstehen auch zahlreiche Nebenprodukte bzw. Nebenprozesse, die ihrerseits interessante Nutzungspotenziale aufweisen.

Aus Tradition beliebt

Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf eine effizientere Umwandlung von Biomasse in Wärme, Strom und Treibstoff

Bruno Guggisberg
BFE-Bereichsleiter
Biomasse

Die Nutzung von Biomasse hat eine Vergangenheit und sie hat auch eine viel versprechende Zukunft. Die heutigen Erfahrungen mit dem Betrieb der Anlagen in der Schweiz zeigen, dass die Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz von Biomasse von zentraler Bedeutung sind. Dementsprechend wichtig sind in diesem Zusammenhang folgende Fragen:

- Wird innert nützlicher Frist eine CO₂-Abgabe in angemessener Höhe eingeführt?
- Sind kostendeckende Rücklieferatarife für Strom u.a. aus Biomasse realistisch?
- Können Hindernisse, wie im Bereich Raumplanung, überwunden werden?

Potenziale durch verbesserte Nutzung ausschöpfen

Die beiden BFE-Forschungsprogramme zu Holz und übriger Biomasse konzentrieren sich auf die effiziente Umwandlung der zur Verfügung stehenden Biomasse in Wärme,

Strom und Treibstoff. In allen drei Bereichen kann die Biomasse einen wichtigen Beitrag zu einer sicheren, einheimischen Energieversorgung leisten und damit die Substitutionsanstrengungen wirkungsvoll unterstützen. Während zurzeit lediglich rund 40 PJ Energie aus Biomasse genutzt werden, besteht bis 2040 ein ökologisch nutzbares Biomasse-Potenzial von mehr als 125 PJ. Das wesentlich höhere theoretische Potenzial ergibt sich aus der beschränkten Fläche unseres Landes, der Landnutzung sowie des entsprechenden jährlichen Biomasse-Zuwachses auf Grund der klimatischen Verhältnisse.

Mit Forschungsprojekten sollen vor allem Verfahrens- und Systemoptimierungen betreffend die gesamten Biomasse-Stoffflüsse erzielt werden. Aufgrund der radikalen Budgetkürzungen ist für die Realisierung von weiteren, für die Umsetzung sehr

Systemvergleiche mit spezifischen Erntefaktoren

Im Rahmen der Schweizer Beteiligung in der Internationalen Energie-Agentur (IEA) wurde im Bioenergie-Projekt „Biomass Combustion and Co-firing“ (Task 32) eine Methode zum Vergleich unterschiedlicher Energiesysteme entwickelt. Auf der Grundlage der gesamten Vorleistungen und der Energieproduktion während der Lebensdauer eines Systems wird der Energie-Erntefaktor bestimmt, der über die Nachhaltigkeit Aufschluss geben und somit eine objektive Beurteilung – auch im Vergleich mit anderen Technologien – der Systeme zulässt. Bei Holzfeuerungen mit Stückholz, Holzschnittzel oder Holzpellets wurden die Vorbehandlungsschritte und alle nachfolgenden energetischen Massnahmen einbezogen, also Brennstoffaufbereitung, Transportdistanzen, Anlagenwirkungsgrad, Wärme-

verteilung usw., und damit der kumulierte Energieaufwand ermittelt. Daraufhin kann ein Energie-Erntefaktor definiert werden. Dieser beschreibt das Verhältnis zwischen erzeugter Nutzenergie und investierter Primärenergie (also Ressource). Die Einstufung der unterschiedlichen Brennstoffe und Herstellungsverfahren erlaubt eine Beurteilung möglichst nachhaltiger Systeme. Die Auswertungen zeigen unter anderem, dass Holzheizungen einen Erntefaktor von rund 10 erreichen können und damit ein grosses Potenzial zur Substitution fossiler Brennstoffe aufweisen.

Thomas Nussbaumer (Verenum Zürich) hat mit diesem Thema das 8. Holzenergie-Symposium, das am 15. Oktober 2004 in Zürich stattfand, eröffnet.



Mit der neuen Vergleichsmethode für unterschiedliche Energiesysteme lässt sich eine Beurteilung der Nachhaltigkeit des spezifischen Gesamtprozesses durchführen; beispielsweise auch für automatische Holzfeuerungsanlagen.



Biogasballon hebt ab. Er ist Werbeträger für eine nahe liegende Energie aus Abfällen und Reststoffen. Der Ballon HB-QKR hat ein Volumen von 3'400 m³ und kann drei Passagiere aufnehmen.
Weitere Informationen:
www.biomasseenergie.ch
(Foto: Photopress/EBP AG)

Schlussbericht:

Evaluation of Biomass Combustion based Energy Systems by Cumulative Energy Demand and Energy Yield Coefficient; Th. Nussbaumer, M. Oser, Verenum Zürich, 2004

Download:
ENET-Nr. 240015
oder

www.ieabcc.nl
www.verenum.ch

wichtigen Pilot- und Demonstrationsanlagen eine herausfordernde Lage entstanden.

Grosse Vielfalt an konkreten Verfahren

Schwerpunkte der beiden Forschungsprogramme sind die vermehrte Nutzung der Biomasse aus Wäldern und Brachflächen, das Optimieren der biogenen Stoffflüsse sowie die Erhöhung der Gesamtwirkungsgrade der verschiedenen einsetzbaren Technologien.

Obschon nur drei grundlegende Umwandlungstechnologien (Verbrennen, Vergasen und Vergären) in Betracht gezogen werden, ergibt sich aus der Kombination der verschiedenen Prozesse eine beachtliche Vielfalt, je nach dem welche Ausgangsstoffe über welche Prozessketten in welche Energieform transformiert werden soll.

Grundlagen für optimale Holzfeuerungen

Bei der thermo-chemischen Konversion, welche das Verbrennen oder Vergasen von Holz umfasst, wurden mehrere Forschungsprojekte im Bereich der Verbrennung durchgeführt. Das Themenspektrum umfasst Feuerungskonzepte zur Verminderung der Staubemissionen, Qualitätssicherungsprojekte, die Systemoptimierung automatischer Holzfeuerungen und den Aufbau einer akkreditierten Prüfstelle für Holzfeuerungen und Typenprüfungen. Diese wurde in Zusammenarbeit von Ökozentrum Langenbruck und den Fachhochschulen beider Basel sowie der Zentralschweiz, also im Rahmen von BRENET, entwickelt.

Im Bereich der Holzvergasung wurde die Technologieentwicklung bei der IEA, der EU und in der Schweiz weiterverfolgt. Beispielsweise hat die Pyroforce-Pilotanlage im ABC-Labor Spiez kürzlich über 5000 Motorenbetriebsstunden erreicht. Im Weiteren sind am Paul Scherrer Institut (PSI) Aktivitäten im Gange, um aus Holz Methan herzustellen, das für die Einspeisung ins Erdgasnetz aufbereitet werden kann. Ferner sollen Erkenntnisse gewonnen werden, welche Möglichkeiten die hydrothermale Vergasung nasser Biomasse-Sortimente bietet.

Internet-Links

BFE-Informationen zu Biomasse und Holz
www.energie-schweiz.ch
(→ Fakten, Zahlen → Erneuerbare Energien)

Kontakte zu Biomasse und Biogas
www.biomasseenergie.ch
www.biogas.ch

Holznutzung im Überblick
www.holzenergie.ch

Internationale Zusammenarbeit
im IEA-Programm
www.ieabioenergy.com

Zahlreiche Stoffe für die energetische Nutzung

Die Palette der organischen Abfälle und Reststoffe sowie der nachwachsenden Rohstoffe, abgesehen von Holz, ist breit: Küchenabfälle, Speisereste, Grünut, Klärschlamm, Ölsaaten, Faserpflanzen, zuckerhaltige Pflanzen usw. Eine wichtige Verwertungstechnologie ist dabei die anaerobe Vergärung (Methangärung), bei welcher Bakterien die Biomasse unter Luftabschluss zu Biogas (Methan und CO₂) umwandeln. Als viel beachteter und auch international erfolgreicher Prozess in diesem Sektor gilt das Kompogas-Verfahren. Auf grosses Interesse stösst der Kompogas-Infopark in Otelfingen (ZH).

Aufgrund einer erfreulichen Zunahme der Bereitschaft zum Bau landwirtschaftlicher Biogasanlagen wurde beispielsweise ein Forschungsprojekt zu den technischen, logistischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten anhand einer Modellregion im Kanton Luzern durchgeführt. Dieses von der Arbeitsgemeinschaft SwissFarmerPower bearbeitete Vorhaben wurde im Juni als Hauptpreisträger des „prix pegasus 2004“ prämiert.

Das Schwimmen gegen den Strom

Forschungsarbeiten liefern Grundlagen für die Entwicklung technischer Lösungen zur Wind- und Wassernutzung

Manuel Buser

BFE-Programmleiter
(P + D) Kleinwasserkraftwerke
c/o entec ag
CH-9000 St. Gallen

Wind und Wasser gehören wohl zu den ältesten Formen der Energienutzung. Modernste Technik mit neuen Materialien haben die Grundlagen für eine zukunftsweisende Stromerzeugung geschaffen.

Wassernutzung auch im kleinen Massstab

Kleinwasserkraftwerke bis 10 MW Leistung haben mit einer Jahresproduktion von rund 3'500 GWh einen Anteil von ca. 5,3 % an der schweizerischen Elektrizitätserzeugung. Insbesondere die Kleinstwasserkraftwerke bis 300 kW Leistung tragen mit zahlreichen alten und neuen Standorten dazu bei, das in der Summe trotzdem beachtliche Potenzial für dezentral erzeugte, erneuerbare Energie zu nutzen. Mancherorts ermöglichen sie sogar eine Insellösung zur umweltfreundlichen Stromversorgung (z.B. alpiner Raum).

Das BFE-Forschungsprogramm verfolgt im Rahmen des Einsatzes von Kleinwasserkraftwerken das Ziel, stillgelegte Anla-

gen zu reaktivieren und mögliche Stilllegungen zu verhindern sowie neue Installationen, beispielsweise bei Trinkwasserleitungen, zu realisieren. Mit gezielten Forschungsprojekten zu standardisierten Systemen, Kosten senkenden Massnahmen für Planung und Bau sowie Integrationsoptimierungen einerseits und Grobanalysen und Vorstudien andererseits werden die nötigen Grundlagen geschaffen. Im Weiteren sollen neue technologische Optionen untersucht werden und ökologische Zusatzmassnahmen, die eine Ökostrom-Zertifizierung ermöglichen, evaluiert werden.

Kleinstwasserkraftwerke weisen ein mittelfristiges Potenzial auf, das beinahe zu einer Verdoppelung des heutigen Produktionswerts dieser Kategorie führen kann. Bedeutung haben dabei speziell auch Trinkwasser-Kraftwerke, die in bestehende Versorgungsanlagen integriert werden können und die vorhandenen Drücke und Gefälle ganzjährig ausnutzen können.

Internet-Links

Informationen zum Forschungsprogramm Kleinwasserkraftwerke
www.smallhydro.ch

Interessenverband Schweizerischer Kleinkraftwerk-Besitzer (ISKB)
www.iskb.ch

Revitalisierung bestehender Wasserkraftwerke
www.revita.ch

Wasserrad in renovierter Umgebung

Im Rahmen der Renovation und Umnutzung der historisch bedeutenden Alten Spinnerei in Rapperswil (AG) soll auch die bis 1948 genutzte Staustufe im Steinerkanal mit einem modernen Wasserrad wieder nutzbar gemacht werden. Mit einer Vorstudie wurden die entsprechenden Grundlagen erarbeitet. Ein überschlächtiges Wasserrad mit einer Breite von 3 m wird als optimale Technik für die Wassermenge von 1'000 l/s und der Fallhöhe von 2,75 m angesehen. Um neu eine durchgehende Fischwanderung zum kanalaufwärts gelegenen Auenschutzpark Rohr-Puppenswil zu ermöglichen, soll eine Fischaufstiegshilfe in Form eines Borsten-Fischpasses eingebaut werden. Diese neuartige Fischaufstiegshilfe

zeichnet sich durch deutlich geringere Fließgeschwindigkeiten und Wirbelbildungen aus. Damit wirkt sie nicht Arten- und Grösse-selektiv und bietet Raum für Kleinstlebewesen.



Eine mögliche Realisierung dieses Kleinwasserkraftwerks wird 2005 erwartet.

Vorstudie:

Kleinwasserkraftwerk Steinerkanal, Alte Spinnerei, 5102 Rapperswil; M. Hintermann und P. Dietschi, Hydro-Solar Energie AG, Niederdorf, 2003
ENET-Nr. 230078

Der Borsten-Fischaufstieg soll für die Staustufe bei der Alten Spinnerei in Rapperswil neu eine Fischwanderung ermöglichen.

Robert Horbaty
BFE-Programmleiter
Windenergie
c/o ENCO Energie-
Consulting AG
CH-4416 Bubendorf

Markus Geissmann
BFE-Bereichsleiter
Windenergie

*Vor kurzem wurde
das Windkraftwerk
der Juvent SA um
zwei weitere Turbi-
nen ergänzt.
(Bild: [www.wind-
energie.ch](http://www.wind-
energie.ch))*



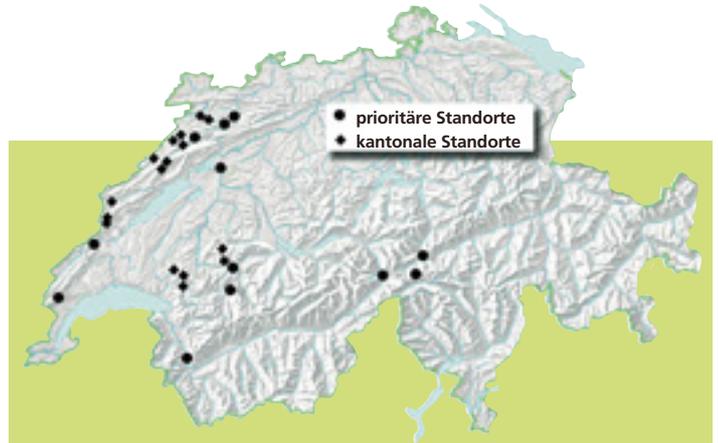
Windenergie als Wachstumsbranche – vor allem weltweit

Das Energieforschungskonzept des Bundes unterstreicht die Bedeutung, welche die Entwicklung von innovativen Komponenten für eine Windenergienutzung hat. Als Zulieferer von Komponenten könnte sich die Schweizer Industrie in diesem Nischenmarkt erfolgreich positionieren.

Im Mittelpunkt der Forschung steht die Einsatzmöglichkeit von Windenergieanlagen in kaltem Klima. Daher war der Bau und Betrieb der Turbine auf dem Gütsch bei Andermatt eines der markantesten Projekte.

Im Hinblick auf die erstaunlichen Wachstumsraten der internationalen Windenergiebranche und die damit verbundenen Marktchancen sind auch die Aktivitäten in Forschung und Entwicklung verstärkt worden. Das BFE-Forschungsprogramm arbeitet zurzeit massgeblich mit der FH Sion und dem Labor für Energiesysteme der ETH-Lausanne zusammen. Beim Letzteren stehen drei unterschiedliche Windtunnel für Experimente zur Verfügung. Mit der Firma Meteotest in Bern werden Feldtests und Standortabklärungen durchgeführt.

Die internationale Forschungszusammenarbeit umfasst einerseits das 2001 gestartete IEA-Projekt „Wind Energy in Cold Climates“, andererseits das EU-Projekt „Alpine Windharvest“, bei welchem die Alpen-



Konzept Windenergie Schweiz

Die Bundesämter für Energie (BFE), für Raumentwicklung (ARE) sowie für Umwelt, Wald und Landschaft (BUVAL) haben im neuen „Konzept Windenergie Schweiz“ Grundlagen für die Standortwahl von Windenergieanlagen erarbeitet. Das kürzlich präsentierte Konzept umfasst landesweit 96 mögliche Standorte, deren Windpotenziale mit Modellierungen berechnet wurden. Davon sollen 28 Standorte bevorzugt ausgebaut werden. Durch die damit angestrebte Planungsvereinfachung könnte die Zielsetzung von Energie Schweiz, bis 2010 zwischen 50 und 100 GWh Windstrom zu generieren, doch noch Realität werden.

Das Konzept Windenergie Schweiz hat 28 prioritäre und kantonal/kommunale Standorte für Windenergieanlagen definiert, die vor allem in der Westschweiz und im Gotthard-Gebiet liegen.

www.energie-schweiz.ch (Medien)

länder Frankreich, Österreich, Italien, Slowenien und die Schweiz als Partner vorhandene Potenziale und Rahmenbedingungen für die alpine Windnutzung studieren.

Obwohl der Ausbau der Schweizer Windkraft zurzeit durch verschiedene Faktoren eingeschränkt ist, zeichnet sich ein wachsendes Interesse der jungen Generation ab. Pilot- und Demonstrationsanlagen können die Umsetzungsmöglichkeiten und Herausforderungen dieser Technik anschaulich darstellen; darüber hinaus nehmen Anfragen von Studenten für Semester- und Diplomarbeiten im Bereich der Windenergie deutlich zu.

Internet-Links

Schweizerische Vereinigung für
Windenergie
www.suisse-eole.ch

Agentur für erneuerbare Energien und
Energieeffizienz
www.aee.ch

Verein für umweltgerechte Elektrizität
www.naturemade.ch

Mit globalem Potenzial

Erdwärme liefert für diverse Anwendungen nachhaltige Energie aus unterschiedlichsten Tiefen

Harald Gorhan
BFE-Programmleiter
Geothermie
Neudörfli 10
CH-5600 Lenzburg

Markus Geissmann
BFE-Bereichsleiter
Geothermie

Die Rahmenbedingungen für die geothermische Energienutzung sind heute günstig. Bekanntheitsgrad und Akzeptanz haben sich spürbar verbessert, unterschiedliche Anwendungen können – der geologischen Beschaffenheit entsprechend – realisiert werden. Das Forschungsprogramm Geothermie weist folglich drei technologisch orientierte Schwerpunkte auf:

- Wärme- und Kälteproduktion mit Hilfe von Erdwärmesonden (EWS) und Geostrukturen (Energiepfähle)
- Nutzung von Tunnelwasser
- Strom und Wärme aus tiefen Bohrungen (Deep-Heat-Mining DHM).

Meilensteine auf dem Weg in die Tiefe

Die Tiefenbohrung des DHM-Projekts in Basel soll ein Vorbild für ähnliche Vorhaben werden, beispielsweise in Genf und Locarno. Es ist beim DHM Basel geplant, am Standort Kleinhüningen ab ca. 2008 eine CO₂-freie Produktion von Wärme und Strom zu beginnen. Die Einspeisemöglichkeit der Restwärme in das städtische Fernwärmenetz gilt als wesentlicher Standortvorteil. Als weiterer Forschungsaspekt werden innovative Energieumwandlungsverfahren evaluiert. In Zusammenarbeit mit dem fortgeschrittenen EU-Projekt im elsässischen Soultz-sous-forêts werden bilateral Erkenntnisse ausgetauscht.

In die bereits erstellte Testbohrung Otterbach mit einer Tiefe von 2755 m wurden inzwischen Geophone eingebracht. Damit sollen nicht nur natürliche seismische Ereignisse registriert, sondern auch die optimale Bildung eines künstlichen Kluft-Wärmetauschers im Untergrund gesteuert werden.

Energienutzen von Schweizer Tunnel-Grossprojekten

Tunnelwasser wird in der Schweiz bereits seit längerer Zeit energetisch genutzt. Mit dem Bau der beiden NEAT-Tunnel ergeben sich neue Perspektiven. In den vier Portalregionen laufen Detailstudien zur energetischen Nutzung der bis zu 35 °C warmen Tunnel-Drainagewässer. Am weitesten fortgeschritten ist das Vorhaben in Frutigen (BE), wo ein Tropenhaus mit Aquakultur erstellt werden soll.

Die mit BFE-Unterstützung erstellten Machbarkeitsstudien haben verschiedene Ideen auf technische und wirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten hin untersucht. Allerdings werden erst die Durchstiche und Ausbauarbeiten im Lötschberg- und Gottard-Tunnel endgültige Klarheit über tatsächliche Wassermengen und -temperaturen bringen.

Internet-Links

Informationen zur Geothermie
www.geothermal-energy.ch

Deep Heat Mining
www.dhm.ch

Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS)
www.fws.ch

Lavey-les-Bains: Energienutzung ausweiten

Das Thermalbad von Lavey-les-Bains (VD) bei Martigny wird von zwei Quellen mit 60 °C und 68 °C versorgt. Das zunächst in einem Becken gesammelte Thermalwasser nutzt man daraufhin für unterschiedliche Anwendungen auf jeweiligem Temperaturniveau. Schliesslich werden zwei Drittel der ursprünglichen Wassermenge in die nahe Rhône geleitet. Mit einer Studie wurden nun die Möglichkeiten untersucht, wie der Energieinhalt dieses rund 35 °C warmen Abwassers noch weiter genutzt werden kann. Mit unterschiedlichen Lösungsvorschlägen, u.a. ein zusätzliches Erlebnisbad oder ein Tropenhaus, soll die Attraktivität dieses Thermalbades zusätzlich gesteigert werden.

Schlussbericht:

Étude de la valorisation des rejets thermiques des Bains de Lavey; BSI Bureau de Service et d'Ingénierie SA, CH-1007 Lausanne, 2004, ENET-Nr. 240048

Forschung schafft Grundlagen zur Qualitätssicherung

Durch gezielte Informations- und Fördermassnahmen konnte die untiefe Geothermie mit Erdwärmesonden und Energiepfählen in Kombination mit Wärmepumpen in den vergangenen Jahren einen erstaunlichen Aufschwung erfahren. Anliegen der Forschung und Entwicklung war deshalb, wissenschaftliche Grundlagen zur Qualitätssicherung bezüglich einer langfristigen Zuverlässigkeit der Erdwärmennutzung zu schaffen. Dazu gehört auch die Erarbeitung von benutzerfreundlichen Berechnungsmethoden, mit welchen eine stetige Verbesserung der Planungssicherheit für die Realisierung von geothermischen Grossanlagen erreicht werden kann.

Eine der markantesten F+E-Arbeiten ist die Entwicklung eines drahtlosen Datenlogger zur Qualitätskontrolle von Erdwärmesonden-Anlagen. Dieser dient zur Aufnahme von Temperatur- und Druckprofilen in fertig gestellten, aber noch nicht in Betrieb genommenen Erdwärmesonden-Installationen.

Mit der Realisierung von geeigneten P+D-Projekten ergaben sich zudem regionale Kristallisationspunkte, die Nachahmungseffekte auslösten. Gleichzeitig konnte Wissen und Vertrauen gesteigert und auf diese Weise die Anwendung nachhaltiger Erdwärme für die Gebäudeheizung und -kühlung erweitert werden.

Ein wahrhaft globales Thema

Weltweite Kontakte und Teilnahme an internationalen Projekten stellen eine wichtige Basis dar, um die global nutzbare Geothermie weiter zu erforschen und neue Applikationen zu fördern. In Zukunft werden Themen wie Kältespeicherung und -nutzung aus dem Untergrund (geo-cooling) intensiv zu behandeln sein, um die Anwendung der Geothermie vermehrt im Gebäudereich integrieren zu können.

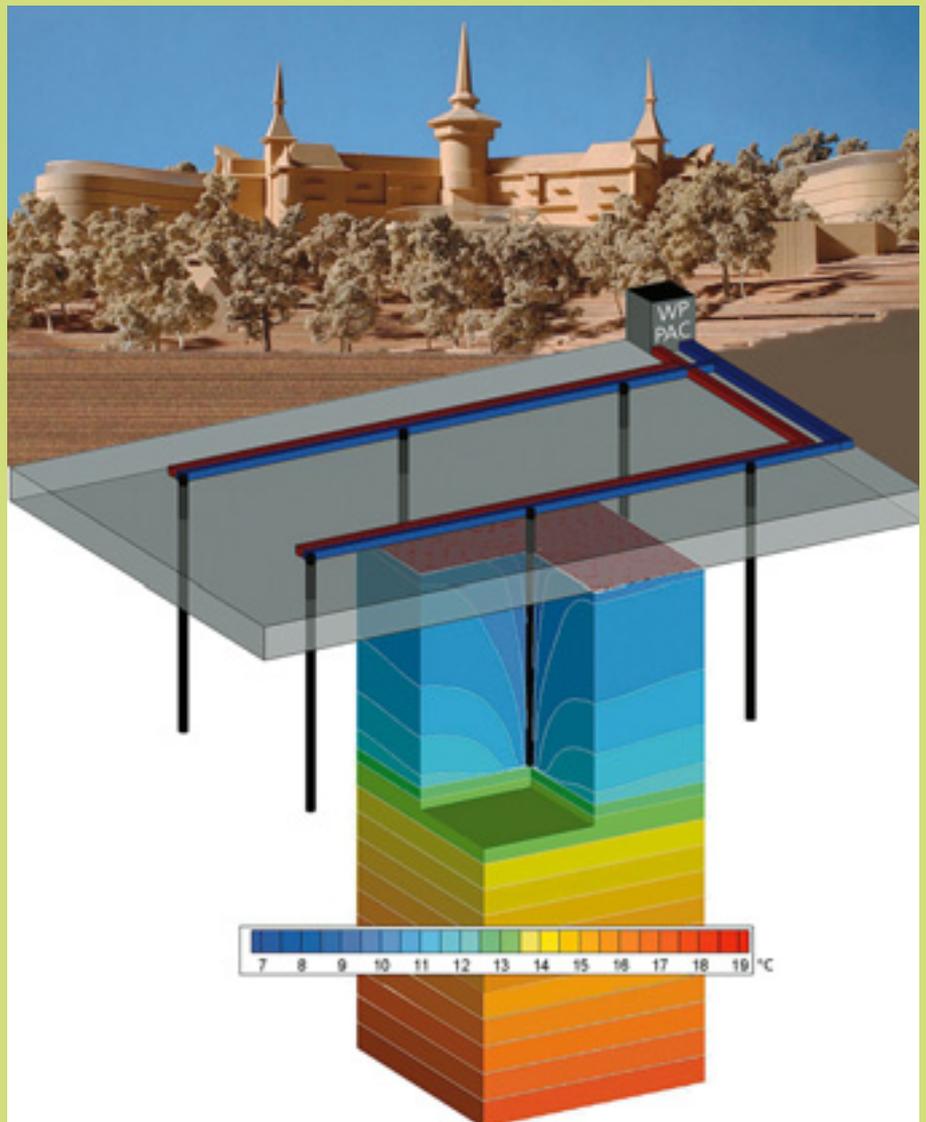
Zusätzlich sollen in verstärktem Masse Betriebsverhalten und Wirtschaftlichkeit von geothermischen Grossanlagen analysiert werden, um damit fundierte Erkenntnisse für die Überzeugungsarbeit von Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit zu gewinnen.

Erdwärmesonden finden im Grand Hotel Dolder Einzug

Das Grand Hotel Dolder in Zürich befindet sich im Umbau. Teil dieser Erneuerung bildet ein Erdwärmesonden-Feld mit total ca. 10 km Sondenlänge. Im Winter wird diesem EWS-Speicher Wärme entnommen (ca. 1 GWh) und mit einer Wärmepumpe sowohl die Warmwasserbereitung als auch die Heizung betrieben. Von Frühling bis Herbst wird das Hotel über diesen geothermischen Speicher gekühlt. Zunächst wurde das Temperaturfeld des Untergrunds ausgemessen und berechnet. Demnächst werden die Bohrungen ausgeführt und für die Sondenmontage vorbereitet worden.

Weitere Informationen:
www.doldergrand.ch
www.geowatt.com

Modell des Umbaus des Grand Hotel Dolder in Zürich mit Modellierung des Temperaturfelds um eine der sechs Erdwärmesonden während des Heizbetriebs. (Bild: Geowatt AG)



Vorstoss in den Markt

Trotz geringer Umsetzungsanreize zeigen die Forschungsanstrengungen vermehrt Früchte

Jean-Christophe Hadorn

BFE-Programmleiter
(F+E) Solarwärme
c/o Base
Consultants SA
CH-1012 Lausanne

Stefan Nowak

BFE-Programmleiter
Photovoltaik
c/o NET Nowak
Energie & Technologie AG
CH-1717 St. Ursen

Urs Wolfer

BFE-Bereichsleiter
für Solartechnologien

Die Forschung im Bereich der Sonnenenergie hat in den vergangenen Jahren in der Schweiz zahlreiche bedeutende Resultate erbracht. Sowohl bei der solarthermischen Entwicklung als auch bei der Photovoltaik konnten Meilensteine erreicht werden. Weniger euphorisch sieht die Situation bisher bei der Marktentwicklung aus. Die finanziellen Mittel für die Umsetzung sind insgesamt ungenügend. Pilot- und Demonstrationsprojekte, welche in letzter Zeit infolge Budgetkürzungen kaum noch zu realisieren sind, stellen ein unabdingbares Bindeglied zwischen Forschung und Entwicklung und der Realisierung von konkreten Produkten dar. Tauglichkeit, Kosteneffizienz, Ästhetik usw. können damit geprüft werden, was schliesslich auch zu weiteren Produktverbesserungen führt. Trotzdem muss bei der Forschung eine langfristige Ausrichtung der Aktivitäten gewährleistet werden, um der energiewirtschaftlichen Bedeutung der Sonnenenergienutzung gerecht zu werden.

Für die Schweiz sollte jedoch nicht nur der energetische Aspekt von Interesse sein, sondern auch das Potenzial, das die Sonnenenergienutzung für die kommenden Generationen in Ausbildung und Forschungsperspektiven sowie industrieller Umsetzung mit entsprechenden Arbeitsplätzen zu bieten hat.

Kollektoren für die aktive Sonnenenergienutzung

Das Potenzial für die Nutzung der Sonnenenergie mit thermischen Systemen ist beachtlich. Um eine weitere Zunahme an Kollektorenfläche zu erreichen, müssen neben Programmen für Marktanreize auch Qualität, Anwendungsflexibilität und Zu-

verlässigkeit stetig erhöht werden. Deshalb konzentriert sich das Forschungs- und Entwicklungsprogramm des BFE auf die Grundlagen zur Erhöhung der Qualität von Komponenten und der Lebensdauer von eingesetzten Materialien. Im Weiteren wird eine Optimierung der Systemkombination durch Simulationen und Tests angestrebt. Daneben sind auch Entwicklungen im Gange, die eine Gebäudeintegration von Kollektoren – ähnlich wie bei der Photovoltaik – erleichtern sollen.

Das Institut für Solartechnik (SPF) an der Hochschule Rapperswil (HSR) übernimmt seit Jahren die Prüfung von Kollektoren und Systemen und die entsprechenden Entwicklungsaktivitäten. Diese führten zu Kollektoren mit wirksamen Absorberbeschichtungen in umweltfreundlicher Verarbeitungstechnologie und zu leistungsfähigen Kompaktsystemen, welche heute kaum

SPF mit neuem Leiter

Das Institut für Solartechnik (SPF) betreibt seit 1981 angewandte Forschung und Entwicklung für thermische Solartechnik. Es wurde zudem von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle für die Durchführung von Kollektorprüfungen bestätigt und hat damit eine internationale Bedeutung erlangt.

Als Nachfolger des SPF-Gründers und langjährigen Institulleiters Ueli Frei hat Andreas Luzzi am 1. September 2004 seine Tätigkeit in Rapperswil aufgenommen. Er bringt neben seinem Ingenieurstudium an der ETH Zürich eine sechzehnjährige Berufserfahrung im Energiebereich mit und hat sein Doktorat am Solarenergiezentrum der Australischen Nationaluniversität abgeschlossen. Nach 14 Jahren Tätigkeit für die Solarbranche in Australien kehrte er in die Schweiz zurück.

Weitere Informationen zum SPF:
www.spf.ch



Erarbeitete Kompetenzen eröffnen den Weg in der Export: Die Edisun Power AG konnte vor kurzem in Lebert bei Kempten (Deutschland) eine 335-kW-Solarstromanlage in Betrieb nehmen. Planung, Montage, Unterkonstruktion und Wechselrichter stammen von Schweizer Unternehmen. (Foto: Edisun Power AG)

mehr vom Markt wegzudenken sind. Dank den langfristig orientierten BFE-Forschungsaufträgen konnte sich das Institut zu einer international anerkannten Fachstelle entwickeln.

Im Rahmen des Forschungsprogramms Solarwärme interessiert nicht nur die kurzfristige Nutzung der erzeugten Wärme, sondern auch deren saisonalen Speicherung. Verschiedene Projekte, u.a. in enger Zu-

sammenarbeit mit Fachleuten der Geothermie, gehen diesen Fragen nach. Durch internationale Kooperation werden ferner fortschrittliche Speichersysteme weiterentwickelt und getestet.

Photovoltaik muss stärker integriert werden

Zwei Schwerpunkte haben das Photovoltaik-Programm in den vergangenen Jahren

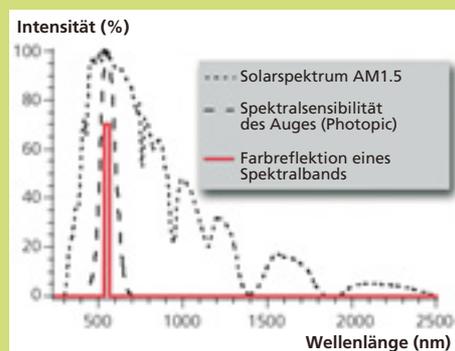
besonders geprägt. Einerseits die Forschung und Entwicklung von amorphen und mikromorphen Silizium-Dünnschicht-Solarzellen und die entsprechende Umsetzung der Resultate in die Vorstufen der industriellen Fertigung. Andererseits sind die Fragen der Gebäudeintegration für die weitere Nutzung dieser Technik von zentraler Bedeutung. Damit im Zusammenhang stehen selbstverständlich auch besondere

Farbreflektion überdeckt schwarzen Absorber

Um die Integration von Sonnenkollektoren in die Gebäudehülle auch in farblicher Hinsicht zu erleichtern, wurden Farbbeschichtungen der Glasabdeckung studiert. Durch einen Mehrschicht-Interferenzfilter kann auf der Glasoberfläche des Kollektors eine farbige Reflektion erzeugt werden, wodurch die schwarze Absorberoberfläche unsichtbar wird. Die solare Transmission darf hingegen kaum beeinträchtigt werden.

Das Labor für Solarenergie und Gebäudephysik (LESO-PB) an der ETH in Lausanne hat in Zusammenarbeit mit dem Institut für Physik der Uni Basel Simulationsberechnun-

gen der optischen Eigenschaften durchgeführt und dabei mit verschiedenen Schichten bzw. Parametern operiert. Dabei konnten einige viel versprechende Mehrschicht-Konzepte identifiziert werden.



Studie:

Project Capteurs solaires en couleur;
A. Schüler, Ch. Roecker, J.-L. Scartezini;
LESO-PB, EPFL, 2003
ENET-Nr. 230280

Weitere Informationen:

<http://lesowww.epfl.ch>

Berechnetes Reflektionsspektrum eines 40-schichtigen Auftrags mit hohem Spitzenwert (ca. 30 %) und geringer Reflektion im Rest des Solarspektrums.



Auf der Grundlage der Forschung am IMT in Neuchâtel entwickelt Unaxis Balzers AG in Trübbach (SG) die Produktions-Technologie für die Fertigung von Dünnschicht-Si-Solarzellen.

(Foto: Unaxis)

Anstrengungen zur Qualitätssicherung und zur Prüfung unterschiedlicher Zellenstrukturen und Komponenten.

Besonders erfreulich ist die Tatsache, dass bei der Photovoltaik alle Landesteile direkt involviert sind, sei es durch Forschungs- und Prüfkompetenzzentren, durch industrielle Aspekte und durch beispielhafte Anwendungen.

Das BFE-Forschungsprogramm verfolgt seit Langem das Ziel, die Systembetrachtung im Bereich Photovoltaik zu fördern und damit von den materialtechnischen Grundlagen über den Modulaufbau und die Montagelösungen bis zum Wechselrichter eine für die Nutzung zuverlässige und kosteneffiziente Technik entwickeln zu können. Auch international wurde diese Ausrichtung anerkannt. Ein hoher Standard

bei Forschung und Entwicklung ermöglicht einen Kompetenzvorsprung, erleichtert die Umsetzung und eröffnet Chancen für den Export.

Noch weist die Photovoltaik zu hohe spezifische Energiekosten auf, um sich für eine breitere Anwendung aufzudrängen. Daher liegt die Priorität bei der Entwicklung kostengünstiger Solarzellentechnologien, bei der industriellen Umsetzung der Dünnschicht-Technik und bei neuartigen Integrationslösungen von Dünnschicht-Solarzellen für Gebäude. Hierbei spielt der Zeitpunkt, bei welchem die Industrie involviert wird, eine wesentliche Rolle. Industrieorientierte Entwicklungen sollen die Vernetzung zur Produktion und Vermarktung erleichtern, kontinuierliche und sachgerechte Kommunikation soll Vertrauen schaffen, und gezielte Fördermassnahmen können einen massgebenden Heimmarkt begünstigen, auf dessen Basis sich Exporte ergeben.

Die internationale Zusammenarbeit bietet wichtige Vergleichsmöglichkeiten und eine Quelle an neuen Ideen. Es lassen sich zudem die vorhandenen Mittel effizienter einsetzen, da parallele Arbeiten vermieden werden können und sich die Kräfte konzentrieren lassen. Abhängig von der jeweiligen Gewichtung von Technologie, Forschungsprogrammen, Rahmenbedingungen usw. muss man sich an unterschiedlichen Ländern orientieren. Insgesamt führende Photovoltaik-Nationen sind jedoch Deutschland, Japan und die USA.

Internet-Links

Schweizer Solarenergie-Programm
www.solarch.ch

IEA-Programme:
Solarwärme
www.iea-shc.org
Photovoltaik
www.iea-pvps.org

4:1 für die Umwelt

Wärmepumpen nutzen heute Energie aus der Umwelt mit hohen Jahresarbeitszahlen für Raumwärme und Warmwasser

Thomas Kopp
BFE-Programmleiter
(F+E) für Umge-
bungswärme
c/o HSR
CH-8640 Rapperswil

Max Ehrbar
BFE-Programmleiter
(P+D) für Umge-
bungswärme
c/o NTB
CH-9470 Buchs

Fabrice Rognon
BFE-Bereichsleiter für
Umgebungswärme

Wärmepumpen müssen exergetisch optimiert sein, um dem physikalischen Ideal möglichst nahe zu kommen. Deshalb wird die Forschung im Programm Umgebungswärme darauf ausgerichtet, einen Verdichter mit hohem isentropem Wirkungsgrad und kleiner Heissgas-Überhitzung zu schaffen, Wärmetauscher mit möglichst kleinen Temperaturdifferenzen zu konzipieren, Wärmequellen mit hoher Temperatur zu finden sowie mit möglichst tiefen Wärmeabgabe-Temperaturen zu arbeiten. Ein weiteres umfassendes Forschungsthema stellt der Einsatz von natürlichen Arbeitsmitteln, wie Ammoniak oder Kohlendioxid (CO₂) dar.

Als weiterer Schritt auf dem Weg zu vermehrtem Einsatz von Wärmepumpen in Neubauten und bei Sanierungen wird die optimale Integration im Gesamtsystem angesehen. Verbesserte Regelstrategien und

vereinfachte Schaltungen, z.B. Standard-schaltungen, dienen der erleichterten und sicheren Planung sowie einem zuverlässigen Betrieb.

Mit der in den vergangenen Jahren durchgeführten und inzwischen abgeschlossenen Feldanalyse FAWA konnten wesentliche Erkenntnisse der Marktsituation und zusätzliche Erfahrungen mit technischen Lösungen gewonnen werden. Es hat sich dabei gezeigt, dass Jahresarbeitszahlen von bis zu 4 durchaus erreichbar sind. Resultat: 4:1 für die Umwelt.

Internet-Links

Forschung und Entwicklung im Rahmen des BFE-Programms Umgebungswärme
www.waerme-pumpe.ch/fe

Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz
www.fws.ch

Das neue Wärmepumpen-Testzentrum an der NTB Buchs
www.wpz.ch

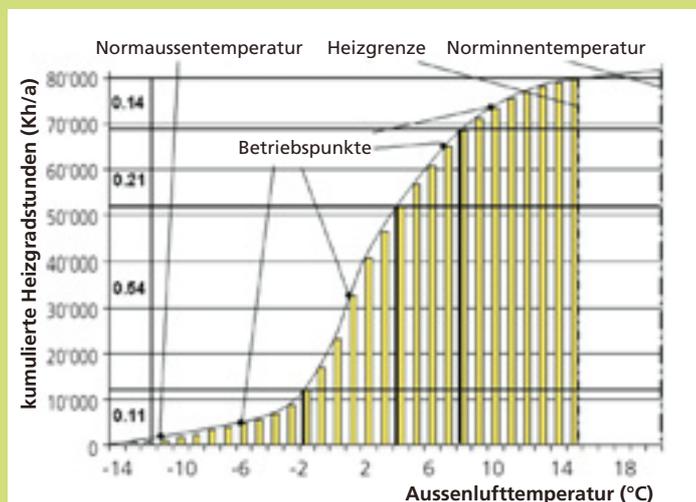
Berechnungsverfahren für IEA-Projekt

Das Projekt 28 des Wärmepumpenprogramms der Internationalen Energie-Agentur (IEA) wird geleitet vom Institut für Energie der FHBB in Muttenz (BL). Erarbeitet werden ein Testverfahren und saisonale Effizienzberechnungen von Wärmepumpen für die kombinierte Warmwasserbereitung und Gebäudeheizung. Am Projekt nehmen Forscher aus zehn Nationen teil: Deutschland, Österreich, Frankreich, Grossbritannien, Norwegen, Schweden, Japan, Kanada, USA und die Schweiz.

Zunächst wurden die zu untersuchenden Systemvarianten festgelegt. Nun erfolgt die Entwicklung von Prüfverfahren und einer darauf aufbauenden Rechenmethode. Der Schlussbericht wird im Mai 2005 verfügbar sein.

Das von der FHBB vorgeschlagene Berechnungsverfahren für den Jahresnutzungsgrad wurde in einen Entwurf für die europäische Norm prEN 14335 eingearbeitet. Diese Norm enthält Rechenverfahren für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Zusammenhang mit der EU Energy Performance Building Directive (EPBD), welche am 1. Januar 2006 in Kraft treten wird.

Weitere Informationen: www.annex28.net



Prinzip des Berechnungsverfahrens mit Bildung der Gewichtungsfaktoren aus den kumulierten Heizgradstunden.

Energieeffizienter Sanieren

Wissenslücken schliessen und Weiterentwicklungen ermöglichen, um eine nachhaltigere Bausubstanz zu schaffen

Mark Zimmermann
Hans Bertschinger
BFE-Programmleitung
Rationelle Energienutzung in Gebäuden
c/o EMPA
CH-8600 Dübendorf

Andreas Eckmanns
BFE-Bereichsleiter
Gebäude

Die Energiekennzahlen konnten in den letzten Jahren bei Neubauten gesenkt werden, da vermehrt bessere Gebäudehüllen und effizientere Heizanlagen gebaut werden. Zudem hat die Wärmepumpe bei neuen Einfamilienhäusern einen Anteil von rund 40 % erreicht. Dennoch gilt der weiteren Verbesserung der Energieeffizienz vor allem im Sanierungssektor grösste Aufmerksamkeit, denn die energetische Qualität der Gebäude beeinflusst die Energienachfrage ausserordentlich langfristig. Energieeinsparungen um den Faktor 5 bis 10 sind notwendig, damit das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung erreicht werden kann.

Förderung von mittelfristigen Potenzialen

Das Forschungsprogramm „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“ fördert – in Ergänzung zu Entwicklungen der Industrie – verschiedene Technologien, die mittelfristig Effizienzpotenziale aufweisen. Es geht darum, Wissenslücken zu schliessen, Weiterentwicklungen zu ermöglichen und den Stand der modernsten Technik gezielt zu demonstrieren. Hierbei sind besonders die Hochleistungs-Isolationstechniken, speziell für Gebäude-Erneuerungen, Konzepte der passiven, hybriden und aktiven Gebäudedekühlung sowie der Einsatz von Kombigeräten für Heizung, Lüftung, Warmwasser und Wärmerückgewinnung zu erwähnen.



Gute Luft im Himmelrich

Was bei Neubauten Stand der Technik ist, wird bei Erneuerungen grosser Gebäude wenig thematisiert und wegen baulichen und finanziellen Folgen kaum umgesetzt: die Wohnungslüftung. Um für den Entscheidungsprozess und die Weiterbearbeitung die nötigen Unterlagen zur Verfügung zu haben, ist für die Wohnsiedlung Himmelrich 2 in Luzern (Baujahr 1927/29) eine Variantenstudie durchgeführt worden. Für die Projektierung der zu sanierenden 117 Wohnungen auf sechs Geschossen soll eine optimale Lösung gefunden werden.

Für die Erarbeitung der verschiedenen Varianten wurden qualitative und quantitative Kriterien angewendet: Platzbedarf, Regelung, Luftqualität, thermischer Komfort,



Schallschutz, Investitionen, Betriebs- und Unterhaltsaufwand usw. Die breit angelegte Auswahl an Fensterlüftungen, Abluftanlagen und sog. Komfortlüftungen (Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung) ergab eine breite Kombinationspalette. Die geeignetsten Varianten wurden energetisch berechnet, woraus resultierte, dass die kostengünstigste Lösung gleichzeitig die energetisch schlechteste ist (Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung). Energetisch und wirtschaftlich optimale Resultate werden mit dezentralen Anlagen mit Wärmerückgewinnung und Lüftungsgerät im Korridor bzw. auf dem Balkon erreicht, aber auch mit zentralen Anlagekonzepten.

Mit einer Variantenstudie wurden die Grundlagen für Sanierungsentscheide der Wohnsiedlung Himmelrich 2 in Luzern geschaffen.

Ziel der Variantenentwicklung ist zudem, eine Standardlösung zu finden, um auch bei ähnlichen Siedlungen eine Anwendung zu ermöglichen.

Weitere Informationen:
Architektur und Energie, Beat Züsli, Luzern
beat.zuesli@bluewin.ch



Beim Ideen-Wettbewerb für die Sanierung von Ein- und Mehrfamilienhäusern nach Minergie-P hat das von Beat Kämpfen eingereichte Projekt NeuZeit in Zürich den 1. Preis gewonnen. (links: heutiger Zustand; rechts: Projekt-Fotomontage)
www.empa-ren.ch

Zu den markantesten Resultaten der Forschungsaktivitäten gehört die Entwicklung von Technologien und Systemen für Minergie-P- und Passivhaus-Standard sowie deren Umsetzung im Wohn-, Büro-, Gewerbe- und Hotelbau. Passivhaus bzw. Minergie-P-Haus dienen als massgebender Standard für die weitere Entwicklung und sind abgestimmt auf die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft. Über EU- und IEA-Programme können sie sogar zu einem Exportprodukt für Gebäudesanierungen werden.

Weitere Effizienzsteigerungen werden von neuen Isolationstechnologien (VIP und Nanogels), dem „Switchable Glazing“ und der Polygeneration erwartet.

Rahmenbedingungen früher formulieren

Die Umsetzungsmechanismen lassen sich jedoch nur optimieren, wenn die Industrie früh und umfassend in die Entwicklungsarbeiten integriert wird. Dazu muss man aber die energiepolitischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen früh genug und verbindlich formulieren.

Doch die finanziellen Mittel zur Förderung der Demonstrationsprojekte werden reduziert, wodurch negative Signale entstehen und der Fortschritt in der technologischen Entwicklung gedämpft wird. Die Energieforschung muss dennoch weiterhin Grundlagen erarbeiten und deshalb sowohl von der CORE als auch vom BFE so unterstützt

werden, damit sich die Aktivitäten konzentriert auf zukunftsweisende Gebiete ausrichten lassen.

Nicht zuletzt ist darauf zu achten, dass auch der Gebäudebereich – bei allen nationalen Unterschieden – bei der Forschung und Entwicklung von internationalen Kooperationen und Märkten profitieren kann.

Vom Gebäude zum Quartier

Die Programmausrichtung wurde in den letzten Jahren derart modifiziert, dass einerseits die Anstrengungen im Erneuerungsbereich verstärkt werden konnten, beispielsweise mit einem entsprechenden Wettbewerb für Minergie-P-Sanierungen, sich andererseits die Ausdehnung von Einzelgebäude-Optimierungen auf die Quartierebene realisieren liess. Untersuchungen in verschiedenen Schweizer Städten zum Thema nachhaltige Quartierentwicklung bilden die Grundlage für kommende Planungsmassnahmen und Projekte. Und im Haustechnik-Bereich soll die Warmwasserbereitung und -verteilung besser in das Gesamtsystem „Gebäude“ integriert werden.



Status-Seminar präsentierte Stand der Forschung

Energie- und Umweltforschung im Bauwesen stand im Mittelpunkt des traditionellen Schweizerischen Status-Seminars, das am 9./10. September 2004 an der ETH in Zürich durchgeführt wurde. An der zweitägigen Veranstaltung konnten Projekte zu Energiestandards und Umwelt, Neuheiten zu Gebäudehülle und Haustechnik sowie Planungshilfsmittel vorgestellt werden. Ergänzt wurde das Seminar



Das Status-Seminar an der ETH-Zürich präsentierte eine Vielzahl an realisierten Gebäuden mit hoher Energieeffizienz.

durch die Präsentation von Studien aus dem BFE-Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen.

Referate und Tagungsband:
www.empa-ren.ch

Auf dem Weg zu mehr Effizienz

Technologische Innovationen müssen Akzeptanz finden, um eine Reduktion bei Energie und Emissionen zu erzielen

Martin Pulfer

BFE-Bereichsleiter
Verkehr und Akku-
mulatoren

Beinahe die Hälfte des Ausstosses an CO₂ stammt in der Schweiz vom Verkehr. Rund ein Drittel der Endenergie wird in diesem Bereich verbraucht. Etwa zwei Drittel der Mobilität werden durch den motorisierten Individualverkehr erzeugt, 20 % durch den Güterverkehr auf den Strassen, 9 % durch die Luftfahrt und 6 % durch den öffentlichen Strassenverkehr. Mit diesen Zahlen sind die Dimensionen abgesteckt und gleichzeitig sowohl die Herausforderungen als auch Chancen für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten angedeutet.

Technologische und soziologische Fragestellungen

Die Verbrauchszahlen bei Treibstoffen zeigen in der Vergangenheit klar steigende Tendenzen. Der spezifische Verbrauch der Fahrzeuge hat nur in der Flottenbetrach-

tung minimal abgenommen, durch wachsende Verkehrsdichte und -leistungen stiegen die Mengenwerte indes. Das Forschungsprogramm Verkehr – ergänzt durch das Programm Akkumulatoren – unterstützt Ansätze und Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs. Dies kann einerseits durch technische Verbesserungen, wie leichtere, kleinere Bauweise, Neuerungen beim Antriebsstrang, Einsatz innovativer Energiesysteme usw. erfolgen, andererseits durch die Förderung eines adäquaten Verhaltens, z.B. Eco-Drive, Car-Sharing Mobility usw.

Internationale Zusammenarbeit für nationale Bedürfnisse

Weil wesentliche Problemstellungen im Verkehrsbereich nur international betrachtet und gelöst werden können, kommt der



Zwischen Bahnhof Luzern und Verkehrshaus im Einsatz: der TOHYCO-Rider mit Super-Kondensatoren.

VEL Expo Ticino

Umweltschonende Fahrzeuge und nachhaltige Mobilitätskonzepte standen im Mittelpunkt der VEL Expo Ticino, die vom 16. – 19. September 2004 in Lugano stattfand. Organisiert wurde dieser Ausstellungs- und Konferenztage durch die Projektleitung von VEL2. Die ausgestellte Fahrzeugpalette reichte von Zweirädern bis zu Autos, die einen CO₂-Ausstoss von weniger als 120 g/km haben und die Abgasnorm EURO-IV erfüllen.

Weitere Informationen:
www.vel2.ch
www.velexpo.ch



Mehr als 8'000 Personen haben die VEL Expo Ticino in Lugano besucht und dabei Versuchsfahrten mit diversen umweltschonenden Fahrzeugen gemacht und sich über Themen der nachhaltigen Mobilität informiert.

(Fotos: Ti-Press)



Innovationen auf den Strassen Luzerns

Der Kleinbus TOHYCO-Rider hat im Sommer den fahrplanmässigen Einsatz auf der Strecke vom Bahnhof zum Verkehrshaus aufgenommen. Das vom Institut für Elektronik (IFE) der HTA-Luzern zusammen mit Industriepartnern entwickelte Fahrzeug ist mit Hochleistungs-Kondensatoren (S-CAP) ausgestattet, die an den Endstationen berührungslos in wenigen Minuten aufgeladen werden. Die dazu erforderlichen Ladestationen sind im Boden eingelassen. Zuverlässigkeit und Alltagstauglichkeit dieser Kombination zweier Technologien sollen nun unter Beweis gestellt werden.



Informationen:

www.hta.fhz.ch/institute/ife

Während des internationalen Brennstoffzellen-Forums anfangs Juli 2004 konnte eine weitere Mobilitätsneuheit auf den Strassen Luzerns beobachtet werden: Fahrzeuge mit Druckluft-Antrieb. Diese Agglomerations-Autos aus Luxemburg sind mit einem 28 kg leichten 4-Zylinder-Motor und einem Drucklufttank (300 bar) ausgestattet. Im Rahmen der Abklärungen zu Leichtbauweise und lokaler Produktion wurde auch der Schweizer Spezialist, die Hurlacher AG in Möhlin, konsultiert.

Informationen:

www.mdi.lu
www.theaircar.ch



Druckluft-Antrieb und Leichtbauweise eröffnen neue Perspektiven für einen umweltschonenden Agglomerationsverkehr.

länderübergreifenden Zusammenarbeit auch in der Forschung grosse Bedeutung zu. Die Schweiz nahm beispielsweise an dem im 5. EU-Forschungsrahmenprogramm durchgeführten Projekt „Cleaner Drive“ teil, bei welchem 15 Partner aus 8 Ländern involviert waren. Ziel dieser vor kurzem abgeschlossenen Arbeit war, eine sinnvolle Umweltbewertungsmethode für Autos zu entwickeln. Know-how und Erfahrungen mit entsprechenden Fahrzeugen werden hier koordiniert, und gleichzeitig wurde eine Entscheidungshilfe für die Fahrzeugbeschaffung realisiert.

Auch im Fokus: Stadtbusse

Neben den Forschungsarbeiten der EMPA im Zusammenhang mit der Konzeption eines Erdgasantriebs für ein Clean Engine Vehicle (CEV) verfolgen auch die Untersuchungen bei Erdgas-Stadtbussen das Ziel, CO₂- und Lärmemissionen zu reduzieren. So wurde beispielsweise die Einführung von zwei Erdgasbussen in Glarus mit einem Erfahrungsbericht begleitet, der zusätzlich einen Systemvergleich von drei unterschiedlichen Antrieben umfasst. Es hat sich dabei gezeigt, dass der Erdgasbus zwar ca. 10 % mehr Energie als Dieselbusse verbraucht, jedoch 5 – 10 % weniger CO₂ produziert.

Eine weitere Studie betrifft den Swisstrolley III, einen von der Carrosserie Hess AG hergestellten Linienbus, bei welchem derzeit mit Hilfe einer Design-Arbeit eine verlängerte und leichtere Konstruktion ermöglicht werden soll.

Internet-Links

Informationen zum Programm Verkehr des BFE

www.energie-schweiz.ch

(→ Fakten, Zahlen → Verkehr, Mobilität)

Das EU-Projekt „Cleaner Drive“

www.e-mobile.ch

www.cleaner-drive.com

www.cleaner-drive.ch

NewRide zur Förderung von elektrischen Zweirädern im Nahverkehr

www.newride.ch

Meinungen der Zielgruppen erfasst

Mobilität wird jedoch nicht nur von den technischen Gegebenheiten geprägt, sondern in erster Linie von Akzeptanz und Angebot. Um die Chancen und Risiken der Einführung neuer Treibstoffe, wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff beurteilen zu können, wurde für die Pilotregion Basel der 2000-Watt-Gesellschaft eine auf Anwender bezogene Studie durchgeführt. Mit dem Projekt Mobilitätsmodul von PSI und der Firma sustainserv wurden die Einstellungen und Assoziationen von Fokusgruppen zu umweltschonenden Fahrzeugen erfasst und ausgewertet.

Wenn die Erkenntnis wächst, dass im Nahverkehr Leichtmobile eine erhebliche Verminderung von Energie und Emissionen bewirken, dann ist der Schritt zu NewRide nicht mehr weit. Die durch dieses Programm erreichbare Förderung elektrischer Zweiräder hat bis heute positive Resultate gezeigt: Die Zahl der beteiligten Gemeinden ist angestiegen und die Verkäufe haben zugenommen.

Insgesamt kamen bisher den Pilot- und Demonstrationsprojekten wegweisende Bedeutung zu, indem sie einer breiteren Öffentlichkeit tatsächlich die Vorzüge technologischer oder Benutzer orientierter Lösungen aufzeigen konnten.

Zur globalen Entwicklung beitragen

Emissionsreduktionen bei Verbrennungsmotoren dank Schweizer Forschungsarbeiten

Alphons Hintermann
BFE-Bereichsleiter
Verbrennung

Nach wie vor spielen Verbrennungsprozesse die Hauptrolle bei der weltweiten Primärenergienutzung und beeinflussen durch ihre Effizienz den eigentlichen Energieverbrauch. Effizienzsteigerungen in allen Verbrennungstechnologien beinhalten wesentliche Beiträge zur Entschärfung der CO₂-Problematik. Die diesbezüglichen Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen müssen jedoch sowohl die stufenweise Verschärfung der Grenzwerte für Schadstoffemissionen berücksichtigen als auch ein breiteres Brennstoffspektrum nutzbar machen.

Auf dem Weg zur Wasserstoffwirtschaft?

Erdöl wird in den nächsten Jahrzehnten immer kostbarer und in abnehmendem Masse verbrannt werden. Ein Übergang zu Erdgas, synthetischen Komponenten, anderen wasserstoffhaltigen Gasen und Flüssigkeiten (inkl. Biomasse) als Brennstoffe wird graduell stattfinden. Diese Annahme gilt sowohl für die atmosphärische Verbren-

nung (z.B. Kesselfeuerungen), für instationäre Verbrennung (z.B. Motoren) als auch für Hochdruck-Verbrennungssysteme (u.a. Gasturbinen).

Die Verbrennungstechnologie wird auch in den nächsten Dekaden die Primärenergiekonversion dominieren und nur in geringem Masse durch die Brennstoffzellentechnologie konkurrenziert werden. Auch die Wasserstoffwirtschaft wird sich nur in den Nischen durchsetzen können, wo sie gegenüber anderen Technologien wettbewerbsfähig und wirtschaftlich ist.

Die Forschungsziele im BFE-Programm Verbrennung werden von dieser globalen Betrachtung abgeleitet. Die in den vergangenen Jahren aufgebauten Kompetenzen

Miniaturisierter Sensor für die Messung der Russkonzentration

In einer Dissertation zum Thema Russbildung im Dieselmotor am Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme (LAV) der ETH-Zürich wurde ein Mehrfarben-Messsystem entwickelt. Das System ermöglicht die Messung der aktuellen Russpartikeltemperatur und eines zur Russkonzentration proportionalen Faktors. Ebenfalls wurde gezeigt, dass die mit der Mehrfarbenmethode gemessenen Temperaturen mit anderen wichtigen Parametern korrelieren und dass damit die turbulenten, instationären Verbrennungsvorgänge in Kombination mit den thermodynamischen Kenngrößen besser verstanden werden können. In Zusammenarbeit mit den Indu-

striepartnern Kistler Instrumente (Winterthur, ZH) und Sensoptic (Losone, TI) resultierte ein miniaturisiertes Messsystem mit robustem optischem Sensor für den Einsatz in Verbrennungsmotoren.

Weiter Informationen:

Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme (LAV) der ETHZ

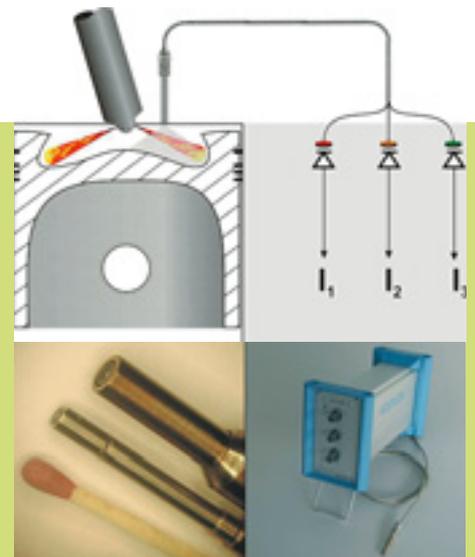
www.lav.ethz.ch

Kistler Instrumente

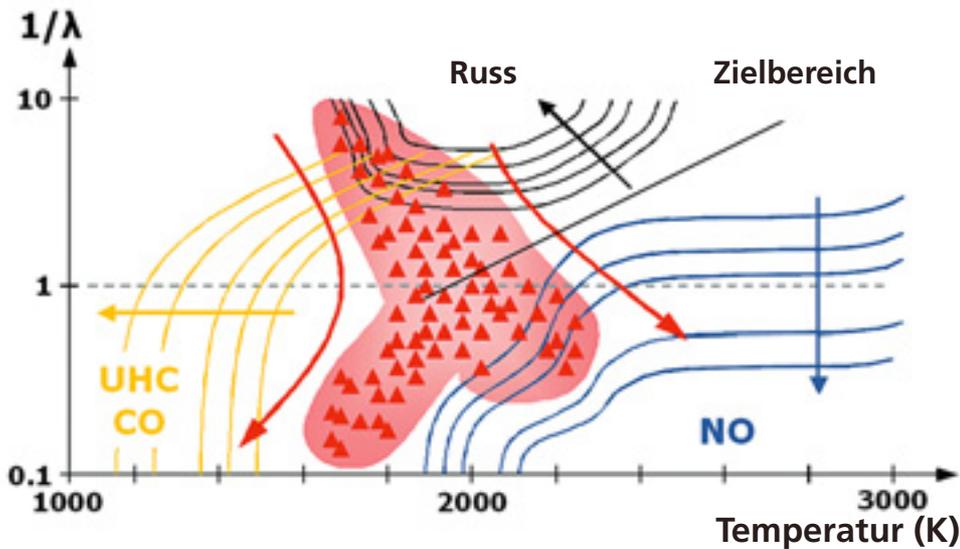
www.kistler.ch

Sensoptic

www.sensoptic.ch



Miniaturisiertes Mehrfarben-Messsystem für das Erfassen der Russbildung und -oxidation in Dieselmotoren.



sollen eingesetzt werden, um zusammen mit Industriepartnern jene Weiterentwicklungen zu realisieren, die ein grosses Umsetzungspotenzial aufweisen. Die Position der Industriepartner und deren Zulieferindustrie soll gestärkt und deren Exportchancen erhöht werden.

Neue Entwicklungen für Automobil- und Schiffmotorenbranche

Die Grundlagen für Verbrennungsprozesse werden hauptsächlich am PSI und an der ETH-Zürich erforscht, unterstützt durch die EMPA und die ETH-Lausanne. In den letzten Jahren konnte die Zusammenarbeit der Forscher mit der weltweit tätigen Automobilindustrie verstärkt werden. Beispiele dazu sind das Direkteinspritzer-Ottomotor-Vorhaben der ETH-Zürich, das von der EMPA und der ETH-Zürich realisierte Clean Engine Vehicle-Projekt sowie das am PSI entwickelte SCR-Entstickungsverfahren für Dieselmotoren.

Besondere Forschungskompetenz liegt bei Simulationsverfahren und Rechenmodellen. Letztere vermögen heute Verbrennungsprozesse soweit abzubilden, dass Optimierungspfade erkannt werden können. Parallel dazu werden Messmethoden entwickelt, die neben Strömungsparametern und Temperaturen auch die Konzentration möglichst vieler Reaktionsparameter mit hoher Auflösung messen können. Die Miniaturisierung einer Messmethode

Bei der Optimierung von dieselmotorischen Brennverfahren gilt es, ein Zielgebiet der Temperatur und des Luft/Brennstoff-Verhältnisses einzuhalten, um die Emissionen zu senken. Was theoretisch einfach aussieht, ist im Brennraum äusserst schwierig zu beherrschen.

führte beispielsweise zu kostengünstigen, miniaturisierte Sensoren, die ein leistungsstarkes Diagnose- und Regelsystem in Automotoren ermöglichen.

Bei den grossen Zweitakt-Dieselmotoren für Containerschiffe gelang Wärtsilä Winterthur – in Fortsetzung früherer Arbeiten im Fahrzeugbereich an der ETH-Zürich – ein Durchbruch. Dank modernster, elektronisch gesteuerter Common-Rail-Einspritztechnologie (eine Schweizer Erfindung) im neuen Sulzer RT-flex Dieselmotor (bis 70 MW, $\eta = 51\%$) konnte Wärtsilä seinen Weltmarktanteil signifikant steigern.

Solche und weitere Massnahmen rücken das Ziel der Null-Emissions-Motoren näher und erlauben einen weiteren Schritt auf dem Weg zur Klimaverbesserung.

Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)

Mehr Wirkungsgrad und weniger Emissionen

Mit der Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) nutzt man einen Brennstoff für die Erzeugung von mechanischer Energie (meist zur Produktion von Elektrizität) und gleichzeitig von Wärme. Mit dieser Kombination wird eine bessere Verwertung des Energieinhalts der benutzten Brennstoffe erreicht.

Als Querschnittstechnik spielt die WKK in verschiedenen BFE-Bereichen und -Programmen eine besondere Rolle. Gefördert werden jedoch nur Projekte in Verbindung mit Wärmepumpen, um die CO₂-Bilanz der Schweiz nicht zu verschlechtern und die eingesetzte interessante Verbindung zweier Techniken zu stärken. Zur Erzeugung von Niedertemperaturwärme (z.B. für Gebäude) kann dadurch gegenüber einer konventionellen Kesselheizung zwischen 30 und 50 % an Brennstoff eingespart werden.

Ziel der Forschung bleibt die Steigerung der elektrischen und thermischen Wirkungsgrade sowie eine weitere Reduktion der Emissionen.

Aufgrund der bisherigen Marktsituation mit tiefen Erdölpreisen war die Akzeptanz für WKK-Anlagen gering. Eine weitere Erhöhung dieser Kosten bzw. die Suche nach Alternativen wird sicherlich rasch neue Bedürfnisse nach Entwicklungsaktivitäten mit sich bringen. Deshalb wurden kürzlich mit dem WKK-Fachverband zukünftige Forschungsarbeiten erörtert. Die Wärme-Kraft-Kopplung mit erneuerbaren Brennstoffen wird zu einer wichtigen Komponente für die Diversifizierung der Energieversorgung.

Weitere Informationen:

www.energie-schweiz.ch

(→ Fakten & Zahlen → Energieträger)

WKK-Fachverband

www.waermekraftkopplung.ch

Als Option offen halten

Sowohl neue Fissionsreaktoren als auch die Fusionstechnologie zeigen Wege für die weitere Nutzung der Kernenergie auf

Brigitte Faust

BFE-Programmleiterin
Regulatorische
Sicherheitsforschung
c/o Hauptabteilung
für die Sicherheit von
Kernanlagen (HSK)
CH-5232 Villigen

Der BFE-Forschungsbereich Kernenergie ist in drei thematische Schwerpunkte unterteilt: Regulatorische Sicherheitsforschung, Nukleare Energie und Sicherheit sowie thermonukleare Fusion.

Regulatorische Sicherheitsforschung ist Sache des Bundes

Konstantin Foskolos

BFE-Programmleiter
Kerntechnik und nukleare Sicherheit (a.i.)
c/o Paul Scherrer
Institut
CH-5232 Villigen

Im Fokus der Regulatorischen Sicherheitsforschung der dem Bundesamt für Energie angegliederten Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen (HSK) stehen Kernanlagen der Schweiz, deren Sicherheit dauerhaft gewährleistet und verbessert werden muss. Hierbei deckt man spezielle Bedürfnisse der staatlichen Aufsicht, insbesondere im Bereich der Werkstoffe und Alterungsphänomene sowie der Sicherheitskultur, ab.

Jean-François

Conscience

BFE-Programmleiter
Fusion
c/o Bundesamt für
Bildung und Wissenschaft (BBW)
CH-3003 Bern

Die Regulatorische Sicherheitsforschung befasst sich aber auch mit der Definition von Kriterien für einen zuverlässigen Betrieb und Nachrüstung bestehender Kernkraftwerke. Zudem widmet sie sich der Erarbeitung von tragfähigen Lösungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle. Zu diesem Zweck arbeitet man intensiv mit dem Paul Scherrer Institut (PSI) und der ETH-Zürich sowie mit Anlagenbetreibern zu-

sammen. Dazu gehören auch Kontakte und gemeinsame Forschungsprojekte mit internationalen Partnern.

Ein wichtiges Thema sind zurzeit die Untersuchungen zur Risskorrosion in Komponenten des Primärkreislaufs von Siedewasserreaktoren, welche vom PSI durchgeführt werden. Im Weiteren ist man beim Halden-Forschungsreaktor der OECD involviert, bei dem neue Brennstoffe und Materialien getestet werden.



Heater-Projekt im Mont Terri

Das Felslabor Mont Terri bei St-Ursanne (JU) steht im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten für eine sichere Lagerung von radioaktiven Abfällen. Die Untersuchungen haben dazu beigetragen, die Machbarkeit eines Endlagers in Opalinuston-Schichten zu bestätigen. Experimente erbrachten Erkenntnisse zur Felsmechanik und Gesteinsbeschaffenheit, zur Hydrogeologie und Hydrochemie. Im Rahmen eines EU-Projekts

konnte das Verhalten einzelner Komponenten eines Endlagersystems bzw. die Überprüfung von Rechenmodellen gezeigt werden (Heater-Experiment).

Weitere Informationen:
www.mont-terri.ch

*Die praktische Überprüfung der Rechenmodelle im Felslabor Mont Terri trägt zur Gestaltung eines Endlagersystems bei.
(Foto: Comet, Zürich)*

Die Forschung und Entwicklung ist notwendig, um eine zuverlässige und sichere Energieversorgung gewährleisten zu können: Daher ist von einer weiteren Kürzung der finanziellen Mittel abzusehen. Nur so kann die Fachkompetenz erhalten bleiben und der jungen Generation eine wissenschaftliche Perspektive gegeben werden. Die Attraktivität der Sicherheitsforschung soll durch herausfordernde Projekte und durch die Nutzung des bestehenden Know-how gesteigert werden.

Nukleare Energie und Sicherheit: Ein Forschungsbereich des Paul Scherrer Instituts (PSI)

Einer der sechs Forschungsbereiche des Paul Scherrer Instituts befasst sich mit Nuklearer Energie und Sicherheit (NES). Ausgestattet mit entsprechend umfassender Infrastruktur kann hier moderne Nuklearforschung betrieben werden.

NES konzentriert sich auf die folgenden vier Schwerpunkte: Forschungs- und Entwicklungsbeiträge für die Schweizer Kernkraftwerksbetreiber für einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der vorhandenen Anlagen; Unterstützung der Betreiber und der HSK bei speziellen Forschungsprojekten; international vernetzte Forschungsarbeiten für verbesserte Sicherheit und Wirtschaftlichkeit mit neuen Technologien; breites Spektrum an Ausbildungsmöglichkeiten für junge Wissenschaftler gewähren.

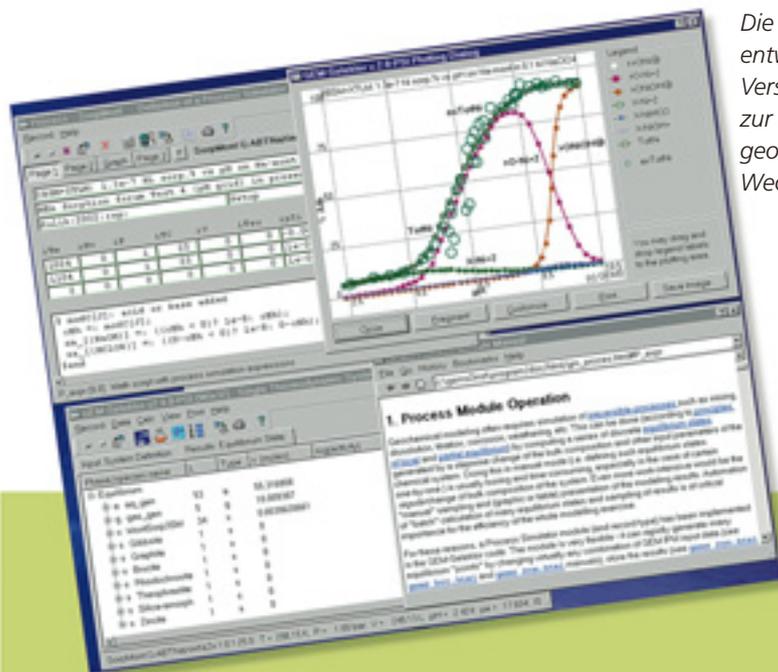
Für Forschungsarbeiten im Laborbereich der Reaktorphysik und des Systemsverhaltens steht die Experimentieranlage PROTEUS zur Verfügung. Thermohydraulik-Projekte nutzen die Anlagen PANDA, LINX und DRAGON. Die Labors für Materialforschung und Entsorgungsanalysen bedienen sich vor allem des modern ausgestatteten Hotlabors, der Spallationsneutronenquelle SINQ und der neu aufgebauten Strahllinie microXAS an der Synchrotron-Lichtquelle Schweiz (SLS).

Die Sektion für Systemanalysen befasst sich mit der ganzheitlichen Betrachtung von Energiesystemen (GaBE).

Wie auch bei vergangenen Rahmenprogrammen, so beteiligt sich NES seit 2004 an neuen Projekten innerhalb des 6. EU-Forschungsrahmenprogramms. Ferner nutzt man die vorhandenen Kapazitäten auch bei der Zusammenarbeit mit dem Generation IV International Forum (GIF), bei dem die Entwicklung zukünftiger Kernreaktoren im Mittelpunkt steht. Der NES-Bereich erforscht hierbei Hochtemperatur-Materialien und entwickelt für diese Verhaltensmodelle basierend auf mikrostrukturellen Veränderungen. Zudem wird

ein Codesystem für Sicherheitsanalysen von nuklearen Systemen realisiert, die mit schnellen Neutronenspektren betrieben werden.

Das neue, Anfang 2005 zu implementierende Atomgesetz fordert ein 10-jähriges Moratorium bei der Wiederaufbereitung von abgebranntem Brennstoff und ermöglicht ein Referendum auf Bundesebene für den Bau neuer Atomanlagen. Die nukleare



Die am PSI weiter entwickelte GEMS-Version als Grundlage zur Modellierung der geophysikalischen Wechselwirkungen.

GEMS für den Durchblick bei Endlagerfragen

Das Labor für Endlagersicherheit des NES-Bereichs hat das Rechenprogramm GEM-Selector (Gem: Gibbs Energy Minimization) weiter entwickelt. GEM-Selector oder GEMS kann für die thermodynamische Modellierung von geothermischen Systemen genutzt werden. Diese Software wird nun der internationalen Forschergemeinschaft zur Verfügung gestellt, um diese GEM-Technik zu fördern und gleichzeitig Impulse für weitere Optimierungen zu erhalten. Damit sollen die Untersuchungen von Wech-

selwirkungen der Radionuklide mit Grundwasser, technischen Barrieren und Gestein erleichtert werden. Dies soll präzisere Analysen von Endlagersystemen ermöglichen.

Weitere Informationen:
<http://les.web.psi.ch/Software/GEMS-PSI>

Forschung am PSI ist allerdings so flexibel sowie national, international und PSI-intern so stark vernetzt, dass das neue Gesetz sie nicht tangiert.

Fusion – Technologie mit Potenzial

Die Fusion von einem Gramm Deuterium-Tritium-Mischung erzeugt so viel Energie wie die Verbrennung von acht Tonnen Benzin. Und da die beiden Ausgangsstoffe Deuterium (im Wasser) und Lithium (im Gestein) ausreichend und weit verteilt auf der Erde vorhanden sind, ist die Fusions-technologie ein viel versprechendes Energiesystem der Zukunft. Die praktischen, technischen Herausforderungen sind heute jedoch noch enorm.

Als Ziel der im internationalen Rahmen durchgeführten Forschungsprojekte wird der geplante Experimentalreaktor ITER

betrachtet. Diesem Vorhaben angeschlossen sind heute sechs Partner, darunter die EU (Euratom). Der langwierige Standortentscheid für ITER (Frankreich oder Japan) verzögert allerdings die Entwicklungsarbeiten.

Zwei Institute sind in der Schweiz massgeblich in der Fusionsforschung involviert: das Centre de Recherche en Physique des Plasmas (CRPP) an der ETH-Lausanne und das Institut für Physik der Universität Basel. Als bedeutende Experimentieranlage dient seit einiger Zeit der TCV (Tokamak à Configuration Variable) des CRPP. Hier werden Plasmaforschung und Modellbildung durchgeführt. Daneben forscht das CRPP in seiner Zweigniederlassung am PSI auch im Gebiet der Supraleiter und der Materialien für zukünftige Fusionsreaktoren. In Basel befasst man sich vor allem mit

Internet-Links

Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen (HSK)
www.hsk.ch

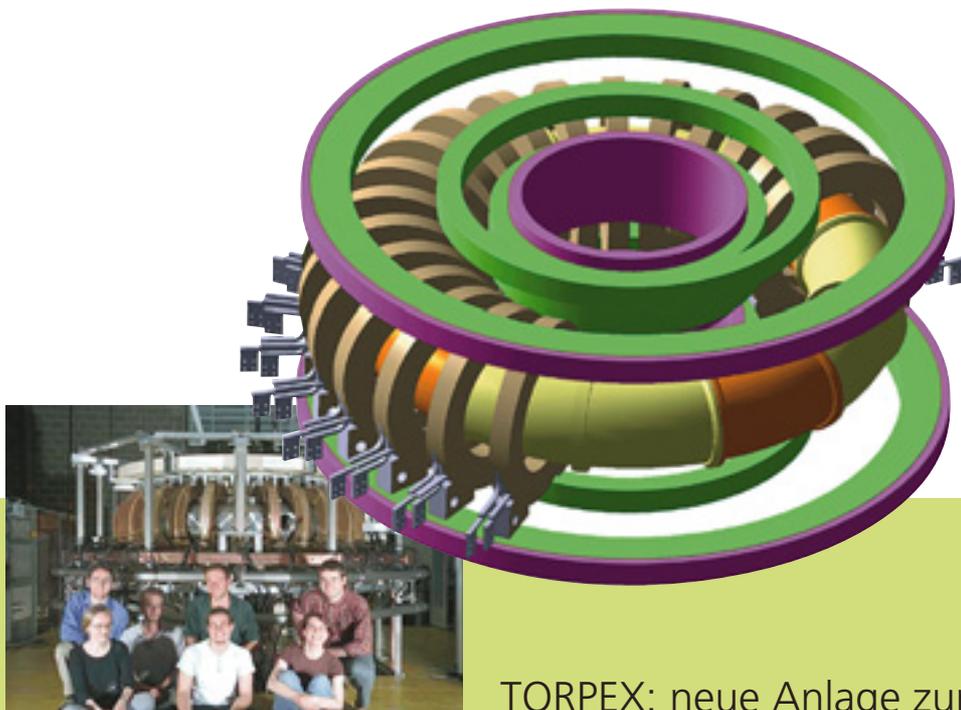
PSI-Forschungsbereich Nukleare Energie und Sicherheit (NES)
<http://nes.web.psi.ch>

Fusionsforschung am EPFL-Zentrum für Plasmaphysik (CRPP)
<http://crppwww.epfl.ch>

NAGRA
www.nagra.ch

physikalisch-chemischen Änderungen, die auf den Oberflächen auftreten, welche dem Plasma ausgesetzt werden. Beide Forschungsinstitute geniessen weltweite Anerkennung.

Mit dem ITER soll nun die technische Machbarkeit und Sicherheit der Fusion in einem Reaktor-ähnlichen Massstab nachgewiesen werden. Aufgrund des theoretischen, langfristigen Potenzials befürwortet auch die CORE die Weiterführung der Forschungsaktivitäten in der Schweiz. Für die Umsetzung und den Einbezug der Industrie ist es allerdings noch zu früh.



Modellzeichnung der TORPEX-Anlage am CRPP der ETH-Lausanne und die Forschergruppe nach erfolgreicher Inbetriebnahme.

TORPEX: neue Anlage zur Plasmaforschung

Die TORPEX-Anlage (TORoidal Plasma Experiment) ist 2003 am CRPP in Lausanne in Betrieb genommen worden und dient nun zur Untersuchung von Turbulenzen und abnormen Transportphänomenen in einem toroidalen Plasma. In der runden Struktur mit einem Durchmesser von zwei Metern werden Wasserstoff- und Argon-Plasma erzeugt.

Weitere Informationen:
<http://crppwww.epfl.ch/torpex>

In vielen Branchen ein Thema

Verbesserung der Energieeffizienz von Produktionsprozessen und deren Infrastruktur reduziert die Energiekosten

Martin Stettler
BFE-Bereichsleiter
Verfahrenstechnische Prozesse (VTP)

Verfahrenstechnische Prozesse und deren Infrastruktur prägen in zahlreichen Branchen die Produktherstellung. Chemie-, Pharma-, Nahrungsmittel-, Papier-, Metall- und Ziegelindustrie können im Rahmen der mit der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) abgeschlossenen CO₂-Zielvereinbarungen den Wirkungsgrad ihrer Produktionsanlagen teilweise verbessern und anfallende Abwärme konsequenter nutzen. Die Unternehmen profitieren durch höhere Wirtschaftlichkeit und sind zudem gegen eine allfällige CO₂-Abgabe gewappnet. Mit Forschungs- und Entwicklungsprojekten möchte der Bund mithelfen, noch nicht erschlossene bzw. unerkannte Energiereduktionspotenziale in der Schweizer Industrie zu identifizieren und auszuschöpfen. Ohne Zweifel liegt hier noch erhebliches, wirtschaftliches Sparpotenzial brach.

Auf wissenschaftlichen Grundlagen die Umsetzung einleiten

Das BFE-Programm „Verfahrenstechnische Prozesse (VTP)“ konzentriert sich deshalb auf die Erarbeitung von Grundlagen für solche Optimierungen. Im Mittelpunkt stehen thermische Prozesse, wie sie in der Chemischen Industrie bei Aufheiz- und Abkühlvorgängen, in Destillations- und Trocknungsanlagen vorkommen. Zu den energieintensiven Prozessen gehören auch die Trennverfahren.

Untersuchungen sowohl bei kontinuierlichen als bei diskontinuierlichen Prozessen (Batch) zeigen Energiesparpotenziale auf, die mit geeigneten Massnahmen genutzt werden können. Mit möglichst wenigen gemessenen Parametern soll beispielsweise der Energieverbrauch eines Batch-Prozesses und dessen Infrastruktur vorbestimmt werden können. Zurzeit testet die ETH-Zürich in der Basler Spezialitäten-Chemie die entwickelten Modelle bei weiteren Batch-Betrieben aus und konditioniert sie so, dass sie allgemein gültig werden.

Durch angewandte Forschung zu neuen Prozesstechnologien

In diesem Jahr wurden Abklärungen des Energieforschungs- und Entwicklungsbedarfs sowohl in der Schweizer Prozessindustrie als auch im Hochschul- und Fachhochschulbereich durchgeführt. Bisher sind die Resultate eher ernüchternd ausgefallen. Der energiebezogenen Forschung wird momentan wenig Gewicht beigemessen; zu kurzfristig sind die geforderten Rückzahlfristen von zusätzlichen Investitionen der Industrie angelegt. Dies könnte sich jedoch bei längerfristig hohen Energiepreisen wieder ändern.

Unbestritten klar ist, dass bei konventionellen, gut bekannten Prozessen weniger Forschungsbedarf vorhanden ist, wohingegen bei neuen Technologien, die bisherige Verfahren substituieren können, mit dem grössten Bedarf zu rechnen ist. Aus Sicht des Bundes sind diejenigen Querschnittstechnologien speziell von Interesse, die nicht an branchenspezifische Anwendungen gebunden sind, sondern überall eingesetzt werden können. Die öffentliche Forschung wird sich hauptsächlich auf solche gebietsübergreifende Prozesse konzentrieren, um möglichst grosse Umsetzungsvolumina zu erzielen und breite Anwendung zu finden.

Verfahrenstechnische Prozesse umfassen chemische und physikalische Aufgaben, so auch thermische Abläufe und Mischvorgänge, die sich energetisch verbessern lassen.

(Foto: www.cibasc.com)



Internet-Link

Aktivitäten des Programms Verfahrenstechnische Prozesse

www.energie-schweiz.ch

(→ Ratgeber & Angebote → Angebote Unternehmen)

Chancen für mehr Effizienz

Transport und Nutzung von Elektrizität birgt beachtliche Potenziale für mehr Effizienz und höheren Wirkungsgrad

Roland Brüniger
BFE-Programmleiter
Elektrizität
c/o R. Brüniger AG
CH-8913 Ottenbach

Felix Frey
BFE-Bereichsleiter
Elektrizität

Die Erhöhung der Energieeffizienz steht im Mittelpunkt des BFE-Forschungsprogramms Elektrizität. Das erkennbare Potenzial dazu ist beachtlich, zumal die Elektrizität mit ca. 23 % des Endenergiebedarfs auch von relevanter wirtschaftlicher Bedeutung ist. Ein schonender Umgang mit den vorhandenen Ressourcen ist notwendig, um die langfristigen Energieprobleme lösen zu können.

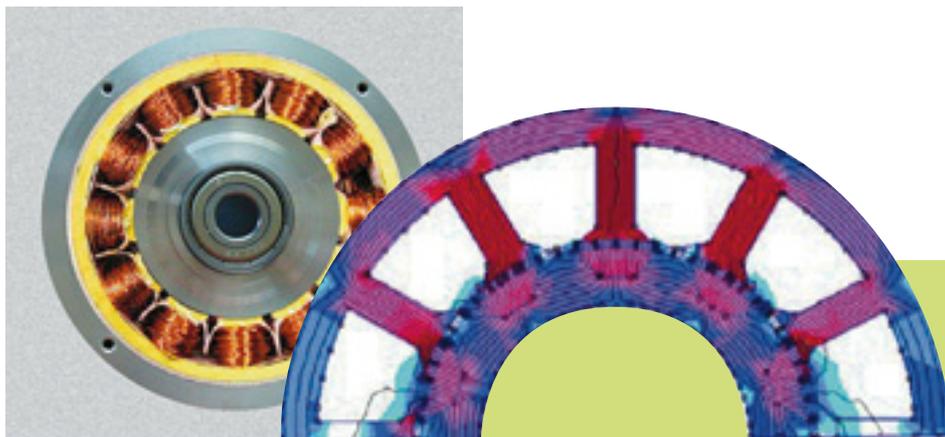
Schwerpunkt Elektrizitätsnutzung

Die Forschungsaktivitäten im Bereich der rationellen Elektrizitätsnutzung sind in drei Themen unterteilt:

- elektrische Antriebe und Motoren
- Informations- und Kommunikationstechnologien
- elektrische Geräte.

Dementsprechend stehen zurzeit verschiedene Projekte im Zentrum der Aufmerksamkeit.

Mit der Erarbeitung von Grundlagen bezüglich einer Industrievereinbarung zur Motoreffizienz ist beabsichtigt – parallel zur EU – Motoren mit hohem Wirkungsgrad zu fördern und Motoren mit tiefem Wirkungsgrad vom Markt zu eliminieren. Bei der Konzeption eines Integraldrive



*Simulation der magnetischen Flussdichte in den Stator-Stegen des Energiesparmotors bei unterschiedlicher Positionierung des Permanentmagneten.
(Foto: Bächli AG)*

Elektromotoren im Fokus

Rund 45 % der elektrischen Energie wird für Motoren eingesetzt. Der überwiegende Anteil besteht aus Normmotoren im Leistungsbereich zwischen 1 und 22 kW. Drehstrom-Asynchronmotoren verursachen bis zu 50 % Energieverluste. Drehzahlregelungen und die Optimierung der gesamten Antriebssysteme sind entscheidende Massnahmen zur Effizienzsteigerung.

Als Beispiel der Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen im Motorenbereich sei das Projekt „Energiesparmotor“ erwähnt. In mehreren Etappen wurde die Funktions-

fähigkeit und Effizienz dieses Motors untersucht und vorangetrieben. Nach dem erfolgreichen Nachweis der effizienten Funktionstüchtigkeit wurden das Wicklungsverfahren und die Stator konstruktion verbessert. Simulationen und Tests auf dem Prüfstand der HTA Luzern haben die vorangegangenen Berechnungen bestätigt. Als nächster Schritt folgt nun die Optimierung der Steuerung.

Schlussbericht:

Prototyp Energiesparmotor; Jörg Weingartner (Bächli AG), Markus Lindegger (Circle Motor AG), 2004

Informationen zum BFE-Forschungsprogramm Elektrizität:

www.electricity-research.ch



(Asynchronmotor im Leistungsbereich von 0,1 – 12 kW mit integriertem Umformer zur bedarfsorientierten Energieaufnahme) werden verbesserte Lösungen für Pumpen- und Lüfteranwendungen geschaffen.

Kürzlich erarbeitete Unterlagen sollen bei der Beschaffung von IT-Geräten mithelfen, dass beim Einkauf auf die Energieeffizienz geachtet wird. Eine einfach zu installierende Steckerleiste mit einem „embedded

Ferner sind Hochtemperatur-Supraleitungen ein Forschungsbereich, bei dem speziell die internationale Zusammenarbeit bedeutend ist. Von Interesse sind etwa die Anwendungsmöglichkeiten von supraleitenden Strombegrenzern. Weiterentwicklungen bestehender Konzepte könnten reelle Chancen zur Marktumsetzung aufweisen.



Web-Server“ soll das kontrollierte Ausschalten von Servern während ungenutzten Zeiten ermöglichen.

Grundlagenarbeiten und Analysen sollen bei den mit grossem Wachstum behafteten Wasserdispensern und auch bei den bereits stark verbreiteten Kaffeemaschinen die effiziente Nutzung dieser Geräte unterstützen.

Neue Anforderungen beim Transport

Transport und Speicherung von Elektrizität ist ein weiterer wichtiger Schwerpunkt des BFE-Forschungsprogramms. Mit der Zunahme von dezentralen Energieerzeugungsanlagen (z.B. Photovoltaik-Modulen, Biomasse-WKK, Brennstoffzellen-Anlagen) werden das Zusammenspiel solcher Installationen mit dem Stromnetz, die Inselbildung, die Bereitstellung von Systemdienstleistungen, die Netzstabilität usw. von zentraler Bedeutung. Deshalb wurden beispielsweise unter Mitwirkung von Industriepartnern die Auswirkungen von dezentralen Erzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz untersucht.

Mit der Netzleiste können Server gezielt gemäss einem Wochenprogramm ein- und ausgeschaltet werden.

(Foto: EMT)

Verstärktes Engagement nötig

Die Förderung von P+D-Projekten dürfte in Zukunft erheblich erschwert werden, entfallen doch die entsprechenden Mittel des BFE. Es ist zu hoffen, dass sich die Industrie in vergrössertem Umfang dafür wird einspannen lassen.

Energierreiche Briefmarken

Zum Tag der Briefmarke hat die Schweiz eine Sondermarke mit Wasserkraft-Sujet gewählt, die am 23. November 2004 erscheinen wird. Die entsprechende Ausstellung „Limmattalphila 04“ findet vom 10. bis 12. Dezember in Dietikon statt. Diese Gemeinde baute 1888 ein klassisches Laufkraftwerk an der Limmat; mehrere grosse Industriebetriebe siedelten sich daraufhin dort an und prägen seither den Ort. Das Kraftwerk der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) weist zwei aus dem Jahr 1933 stammende Kaplan-Turbinen mit einem Durchmesser von 3,3 m auf. Die Jahresproduktion beider Turbinen liegt bei ca. 19,7 Mio. kWh.

Zur Wahl der 85-Rappen-Sondermarke standen neun Vorschläge mit unterschiedlichen gestalterischen Umsetzungen des Themas „Energie aus Wasserkraft“. Im Mai wurde die Sieger-Briefmarke des Zürcher Grafikers Walter Pfenninger vorgestellt.

In Deutschland ist anfangs 2004 eine Sonderbriefmarke zugunsten des Umweltschutzes erschienen, welche Windkraft, Solarwärme, Erdwärme, Biomasse und

Wasserkraft darstellt. Diese Energien gewinnen in Deutschland bekanntlich stetig an Bedeutung. Ihr Anteil an der gesamten Stromproduktion

wuchs von 4,6 % im Jahr 1998 auf 8 % im Jahr 2002. Bis 2010 sollen es 12,5 % sein.



Nischenmärkte werden gesucht

Technologische Rahmenbedingungen machen eine Konzentration auf spezifische Anwendungen sinnvoll

Alphons

Hintermann

BFE-Bereichsleiter
Brennstoffzellen

Die theoretischen Potenziale der Brennstoffzelle versprechen viel, die technologischen Schwierigkeiten zu ihrer kostengünstigen und alltagstauglichen Herstellung sind jedoch noch beachtlich. Mit Brennstoffzellen liesse sich ein hoher Wirkungsgrad erreichen; materialtechnische Hindernisse limitieren jedoch noch einen wirtschaftlichen Betrieb im Markt.

Da bei der Verbrennung fossiler Energieträger noch weitere Technologieschübe zu erwarten sind, wird sie die Konversion von Primärenergie noch lange Zeit dominieren. Mittelfristig wird die Brennstoffzelle daher eher auf dem Sekundärenergiemarkt ihre Nischen finden. Ihr Brennstoff wird erst dann ein Thema werden, wenn Brennstoffzellen in Massen produziert werden, was jedoch in den nächsten zwei Dekaden kaum der Fall sein wird.

Das BFE-Forschungsprogramm konzentriert sich auf Niedertemperatur (PEFC)-

und Hochtemperatur (SOFC)-Brennstoffzellen. Von der Grundlagenforschung über anwendungsorientierte Entwicklungsarbeiten bis zur Partnersuche in der Privatwirtschaft reicht die Palette der Projekte. Zudem wird der Aufbau von Kompetenzen und Netzwerken gefördert, um die Aktivitäten gezielt zu koordinieren und zu internationalisieren.

Mittelfristige Zukunft in Nischenanwendungen

Von Luxusausführungen in Spezialeinsätzen abgesehen, bilden die heutigen Brennstoffzellen für konventionelle Technologien noch lange keine ernst zu nehmende



SAM mit PEFC

Das Leichtelektromobil SAM wurde an der Fachhochschule in Biel mit einem PEFC-System von 6 kW Leistung ausgestattet. Die Brennstoffzellen führen zusammen mit einer Lithium-Ionen-Polymer-Batterie (als Puffer) zu einer erhöhten Reichweite. Zunächst soll jedoch die Alltagstauglichkeit geprüft werden. Vorgestellt wurde der Brennstoffzellen-SAM in diesem Jahr bereits auf der Industriemesse in Hannover und am Fuel Cell Forum in Luzern. Für 2005 wird die Integration eines luftgekühlten Stapels mit 500 W vorbereitet.

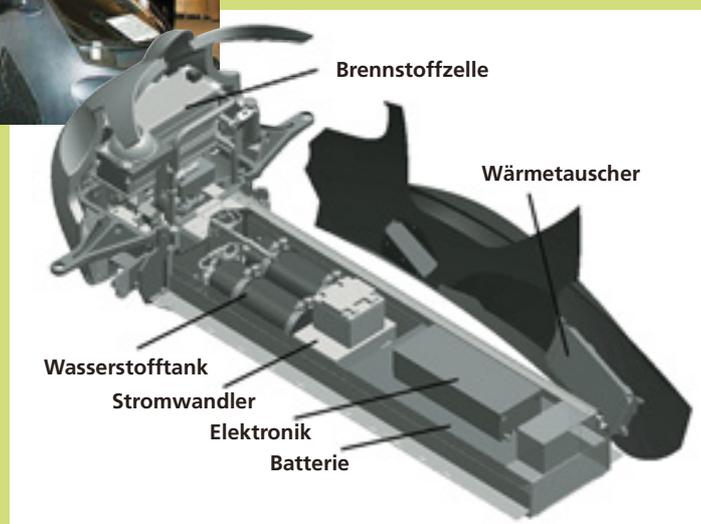
Weitere Informationen:

www.hti.bfh.ch

(→ Forschung & Entwicklung → aF&E an der HTI → Energie)



Positionierung von Stapel, Wasserstoff-Tank und Konverter im Leichtelektromobil SAM, das vom Projektpartner Umicore auf der Industriemesse 2004 in Hannover präsentiert wurde.





Konkurrenz. Trotzdem ist es sinnvoll, die Labor-Brennstoffzellen der Forscher in konkreten Anwendungen auf ihre Alltagstauglichkeit zu testen und zu verbessern. Ziel ist, deren Schwächen zu eliminieren und anschliessend in Nischenanwendungen einen Markt zu suchen.

Die laufenden Projekte zeigen, wie gezielte Anwendungskonzepte demonstriert werden können, sei es durch die Kombination mit Super-Caps und Batterien für den Antrieb von Fahrzeugen, die handliche Konfiguration als lautloser portabler Stromlieferant, als zusätzliche Stromquelle in Fahrzeugen (Auxiliary Power Unit – APU) oder im Kleingerätebereich.

Industrie-Know-how gefragter denn je

Die Privatwirtschaft wird wo immer möglich einbezogen, um gemeinsam den Aufbau einer wettbewerbsfähigen Industrie zu realisieren. Aufgrund der starken Anwenderorientierung der Brennstoffzellen-Konzepte sind hier integrale Entwicklungsanstrengungen besonders gefragt. Zudem müssen industrielle Erfahrungen eingebunden werden, um den Transfer von Prototypen-Zellen und -Systemen in rationelle Fertigungs- und Vermarktungsstrategien zu ermöglichen. Nur so kann die Privatwirtschaft ihre Chancen wahren, um im richtigen Moment ins Marktgeschehen einzugreifen.

Eine mögliche Nischenanwendung kompakter Brennstoffzellen-Systeme ist der Einsatz in Booten. Die Vorzüge der Brennstoffzellen-Technologie liegen hier im leisen, schadstofffreien Antrieb oder bei der geruchslosen, unabhängigen Stromversorgung. (Fotos: Das von der FH-Yverdon entwickelte Brennstoffzellen-Boot Hydroxy 3000)

Netzwerkbildung von Forschung und Umsetzung

Mit einem Seminar für Brennstoffzellen-Modellierung mit internationaler Beteiligung konnte im Frühjahr 2004 dem Bedürfnis nach Koordination von Auslegungskonzepten nachgekommen werden. Diese Initiative der Schweiz ist von Deutschland bereits aufgenommen worden und soll mit einem weiteren Modellierungs-Seminar im Frühjahr 2005 in Stuttgart etabliert werden.

Am 12. November 2004 fand an der HTI Biel ein Impulstag Brennstoffzellen statt. Vertreter aus Forschung und Industrie präsentierten dort ihre Erkenntnisse mit Komponenten und Systemen. Bereits bestehende Produkte wurden ebenfalls vorgestellt und Ausblicke gewährt. Die Vernetzung der verschiedenen Akteure soll damit bewusst gestärkt werden.

Internet-Link

Informationen zum BFE-Forschungsprogramm und zum Modellierungs-Seminar:
www.energie-schweiz.ch
 (→ Fakten, Zahlen → Brennstoffzellen)



EnergyCube

HTceramix mit Sitz in Yverdon und Lausanne entwickelt und baut Brennstoffzellenstapel auf der Grundlage der SOFConnex™-Beschichtung. Ihre plastischen Eigenschaften können Zellenunebenheiten ausgleichen. Sie ermöglicht auch kompakte Strukturen, den Einsatz kostengünstiger Materialien und effizienter Herstellungsverfahren. Die Brennstoffzelle 500-W-EnergyCube arbeitet mit Propan und dient als mobiler Stromlieferant.

Weitere Informationen:
www.htceramix.ch

EnergyCube als Demonstrationseinheit einer kompakten Brennstoffzelle.



Auf Globales ausgerichtet

Schweizer Energieforschung nutzt die internationalen Programme für Fragestellungen mit globaler Bedeutung

Christophe de Reyff

BFE-Bereichsleiter
Internationale
Forschung

Zwei Schwerpunkte bestehen bei der internationalen Zusammenarbeit im Bereich der Energieforschung der Schweiz. Zum einen eröffnen die Forschungsrahmenprogramme der EU optimale Perspektiven für die gemeinsame Entwicklung neuer Technologien, zum andern bietet die Internationale Energie-Agentur (IEA) ein weltweites Forum für die Arbeit an global relevanten Problemstellungen. Für die Schweiz ist die internationale Zusammenarbeit dort unabdingbar, wo einerseits die kritische Grösse für Infrastruktur und Forschungsumfang nicht erreicht werden kann (z.B. Kernenergie), andererseits wissenschaftliche Fragen mit grenzüberschreitenden Dimensionen

vorhanden sind. Im Energie- und Umweltbereich zeichnen sich wohl die meisten Projekte durch einen solchen Charakter aus.

Programme der Europäischen Union

Das 6. Forschungsrahmenprogramm (6. RP) der EU hat vor einem Jahr begonnen und weist einen 4-jährigen Planungshorizont auf (2003 – 2006). Als ambitionöse Zielvorgabe gilt die Schaffung eines europäischen Forschungsraums. In diesem soll Forschung und Innovation eine ähnlich grosse Bedeutung erhalten wie der Binnenmarkt für Europas Wirtschaft. Als wichtigstes Instrument für die Umsetzung dieser Idee wird das 6. RP angesehen.

Schweizer Forscher gehören nun dazu

Seit der Gründung der Europäischen Union gehört die Förderung der Forschung und technologischen Entwicklung zu deren Zielen. Giorgio Travaglini, National Contact Point für Energie, Verkehr, Umwelt sowie Euratom bei Euresearch, dem Schweizer Informations- und Beratungsnetzwerk für europäische Forschungsprogramme, orientiert über die aktuellen Projekte der EU im Rahmen der nachhaltigen Entwicklung.

Welche Bedeutung haben die EU-Forschungsrahmenprogramme (RP) für die Schweiz?

Giorgio Travaglini: Ich beantworte diese Frage im Zusammenhang mit der Priorität 6 des 6. RP „Energie, Landverkehr und globale Veränderungen“. Politisch ist die Schweiz noch eine Insel inmitten Europas, aber bezüglich Sicherheit der Energieversorgung (einschliesslich Kernenergie), Landverkehr und klimatischen Veränderungen ist sie in jeder Hinsicht ein europäisches Land. Im Bereich der Forschung ist die Schweiz dank den bilateralen Abkommen sozusagen ein „Mit-

gliedstaat“ der EU. Die mit einer nachhaltigen Entwicklung verbundenen Probleme verlangen nach Lösungen von mindestens europäischer Tragweite. Das 6. RP der EU fordert die Mitgliedstaaten und auch die Schweiz auf, die Forschungsanstrengungen zu vereinen, um die Politik der nachhaltigen Entwicklung in Europa zu harmonisieren und gemeinsam zu gestalten. Wie soll dies geschehen? Indem die nationalen Grenzen für die Forschung aufgehoben werden und – trotz der für die europäischen Projekte typischen, enorm komplizierten Verfahren für Teilnahme und Projektmanagement – versucht wird

- Forschungszentren, Industrie und KMU für gemeinsame Forschungsprojekte von strategischer Bedeutung („Integrated projects“) zu gewinnen, um Europa künftig weniger abhängig von fossilen Brennstoffen zu machen;



Als Folge der jüngsten EU-Erweiterung wurde das Gesamtbudget des 6. RP von 17,5 Mia. Euro auf 19,235 Mia. Euro erhöht. Die Schweiz ist seit Anfang 2004 assoziiertes Land, besitzt somit die gleichen Beteiligungsrechte wie die EU-Mitgliedstaaten und verpflichtet sich dadurch zu Beitragszahlungen gemäss definiertem Verteilschlüssel. Deshalb wurde nun auch eine Budgeterhöhung des Schweizer Beitrags notwendig. Der Bundesrat hat deshalb zu den bisherigen 835 Mio. Franken weitere 40 Mio. Franken hinzugefügt.

Intensive Kontakte zur weltweiten Forschungsszene

Das Forschungsspektrum der Internationalen Energie-Agentur (IEA), die vor 30 Jahren gegründet wurde, umfasst durchwegs globale Themen. Die 26 Mitgliedstaaten können sich ganz oder teilweise an Aus-

führungsvereinbarungen beteiligen und in diesem Rahmen in einzelnen Programmen und Projekten Forschungsarbeiten durchführen. Die Schweiz ist bei 18 dieser Vereinbarungen (Implementing Agreements) und somit bei ca. 50 Projekten dabei.

Für die IEA ist wichtig, dass der Energiesektor – sowohl global als auch national – seinen Beitrag für die Schaffung einer nachhaltigen Energieversorgung leistet. Mit umfangreichem Datenmaterial bietet die IEA einen Überblick über Stand der Technik und über die Perspektiven für die Zukunft. Als IEA-Mitglied steht auch der Schweiz der direkte Zugang zur ETDE-Dokumentensammlung offen.

- europäische virtuelle „Forschungsinstitute“ zu schaffen („Networks of excellence“) mit dem Ziel, die Spitzenforschungszentren stark zu vernetzen und Doppelspurigkeiten in der Forschung zu vermeiden;
- die nationalen Forschungsprogramme im Bereich Energie in einem europäischen Netz, dem sog. ERA-NET, zu koordinieren.

Das Motto des 6. RP in Rahmen Nachhaltigkeit „Think globally and act locally“ gilt auch für die Schweiz, vor allem weil die Ziele der Priorität 6 die Schweiz direkt betreffen.

Zurzeit läuft das 6. RP. Wie beurteilen Sie die Schweizer Beteiligungen?

Aufgrund der Statistiken von Ende 2003 kann man in Bezug auf die schweizerische Teilnahme an den ersten Ausschreibungen des 6. RP eine positive Bilanz ziehen. Insgesamt wurden 311 Vorschläge mit 499 Schweizer Beteiligungen akzeptiert. Im Schnitt bewegt sich die Erfolgsrate um 21,8 %, ist also etwas höher als das Mittel der 15 EU-Staaten von 19,7 %.

Im Bereich Energie (Energy medium to long term) ist die Erfolgsrate der Schweiz sehr gut, nämlich rund 35,6 %, während das europäische Mittel bei 23,9 % liegt.

Wie stark wird die Energieforschung und -entwicklung im 6. RP gewichtet?

Die nachhaltige Entwicklung ist von der EU-Kommission als roter Faden des 6. RP definiert worden. Trotzdem erhalten die Prioritäten mit den besten kommerziellen Aussichten, wie die Biotechnologien (2'255 Mio. €) und die Informationstechnologien (3'625 Mio. €), die grösste finanzielle Unterstützung. Auf den ersten Blick scheint die Priorität 6 mit einem Budget von 2'120 Mio. € gleichermassen gefördert zu werden. Aber das Budget der Priorität 6 setzt sich aus Fördermitteln für Energie (810 Mio. €), Transport (610 Mio. €) und Umwelt (700 Mio. €) zusammen. Man braucht also nur die einzelnen Beträge zu vergleichen, um sich Klarheit über die Gewichtung der Energieforschung zu verschaffen. Im 6. RP haben zudem die Bereiche Energie

Internet-Links

Internationale Forschung im Überblick
www.energie-schweiz.ch
 (→ Forschung & Bildung → Internationale Zusammenarbeit)

Bundesamt für Bildung und Wissenschaft
www.bbw.admin.ch
 (→ Forschung)

6. Forschungsrahmenprogramm (RP) der EU
http://europa.eu.int/comm
 (→ Forschung → 6. Rahmenprogramm)

Internationale Energie-Agentur (IEA)
www.iea.org

Dokumentensammlung der ETDE – Informationsplattform der IEA
www.etde.org

(-232 Mio. €) und Umwelt (-383 Mio. €) im Vergleich zum 5. RP insgesamt 615 Mio. € eingebüsst.

Für das 7. RP hoffe ich, dass die Energie einige Mio. € zulegt, vor allem in den Bereichen Photovoltaik und Brennstoffzellen, für welche die sogenannten „Technology Platforms“ eingerichtet wurden, um für das 7. Rahmenprogramm eine „Strategic Research Agenda“ zu erstellen und auch Privatinvestitionen zur Forschung auf diesen Gebieten anzukurbeln.

www.euresearch.ch

Energieforschung allgemein

Energie-Forschung 2003 / Recherche énergétique 2003; Überblicksberichte der Programmleiter / Rapports de synthèse des chefs de programme; BFE/OFEN; 05.2004; DE, FR; 230 S.; F&E; Sfr. -; ENET-Nr. 240052

Batterien + Supercaps

Efficienc e énergétique des P&R; Annex: Conclusions de l'OFEN sur quelques P+R, à l'adresse des services fédéraux, des cantons, des communes et des entreprises de transport; Rapport; Guillaume-Gentil S.; Camadona Ch.; Stucki M.; Baumgartner P.; Lippuner Ch.; Transitec Ingénieurs-conseils; 03.2004; FR; 173 p.; F&E; Sfr. 81.-; ENET-Nr. 240068

Efficienc e énergétique des P&R; Anhang: Schlussfolgerungen des BFE zu P+R-Anlagen zuhanden von Bundesstellen, Kantonen, Gemeinden und Transportunternehmen; Rapport; Guillaume-Gentil S.; Camadona Ch.; Stucki M.; Baumgartner P.; Lippuner Ch.; Transitec Ingénieurs-conseils; 03.2004; DE, FR; 173 S.; F&E; Sfr. 81.-; ENET-Nr. 240069

Biomasse

Mobilisierung des Marktpotenzials von Biogasanlagen in der Schweiz; Vorstudie: Synthese des vorhandenen Wissens zu Hemmnissen und Förderfaktoren landwirtschaftlicher und gewerblich-industrieller Biogasanlagen; Schlussbericht; Umbach-Daniel A.; Rütter H.; Rütter + Partner; 03.2004; DE; 91 S.; F&E; Sfr. 35.-; ENET-Nr. 240040

Elektrizität

OPAL-Erweiterung mit Lüfter- und Pumpensystemen; Schlussbericht; Tanner R.; Semafor, Informatik & Energie; 12.2003; DE; 53 S.; F&E; Sfr. 35.-; ENET-Nr. 230301

Effizienzpotenzial bei Heissgetränkeautomaten in der Betriebsverpflegung; Schlussbericht; Grieder Th.; Huser A.; Schmitz R.; Encontrol GmbH; 12.2003; DE; 62 S.; F&E; Sfr. 35.-; ENET-Nr. 230304

Effizienzpotenzial bei Heissgetränkeautomaten in der Betriebsverpflegung; Anhang zum Schlussbericht; Grieder Th.; Huser A.; Schmitz R.; Encontrol GmbH; 12.2003; DE; 44 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 230305

Konzept des Forschungsprogramms „Elektrizität“ 2004 - 2007; Brüniger R.; 01.2004; DE; 40 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240046

Einsatz von Druckluftspeichersystemen; Schlussbericht; Cyphelly I.; Rufer A.; Brückmann Ph.; Menhardt W.; Reller A.; I. Cyphelly & Cie.; 05.2004; DE; 25 S.; F&E; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240049

Usage of Compressed Air Storage Systems; Final report; Cyphelly I.; Rufer A.; Brückmann Ph.; Menhardt W.; Reller A.; I. Cyphelly & Cie.; 05.2004; EN; 14 p.; F&E; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240050

Energieverwaltung mit Windows® Server 2003; Merkblatt für System-Betreuer / Power Management with Windows® Server 2003; Leaflet for System Administrators; Huser A.; Encontrol GmbH; 04.2004; DE, EN; 4 S., 4 p.; F&E; Sfr. -; ENET-Nr. 240051

Grundlagen zur Energieeffizienz von Set-Top Boxen; Schlussbericht; Grieder Th.; Huser A.; Encontrol GmbH; 06.2004; DE, EN; 63 S., 63 p.; F&E; Sfr. 35.-; ENET-Nr. 240055

Erfahrungen in der Anwendung von ACPI bei Windows-Servern; Schlussbericht; Huser A.; Grieder Th.; Encontrol GmbH; 07.2004; DE; 39 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240073

Findings relating to the use of ACPI in Windows servers; Final report; Huser A.; Grieder Th.; Encontrol GmbH; 07.2004; EN; 33 p.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240074

Prototyp Energiesparmotor; Schlussbericht; Weingartner J.; Lindegger M.; Bächli AG; 04.2004; DE; 30 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240075

Elektrizitätseffizienz in Kehrlichtverwertungsanlagen - Fallbeispiel KVA Turgi; Schlussbericht; Häny D.; Schnyder G.; Schnyder Ingenieure AG; 07.2004; DE; 48 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240080

Feuerung und Verbrennung

Einsatz der kernergestützten Simulation für die turbulente Verbrennung in der industriellen Produktentwicklung (CRFD); Schlussbericht; Wright Y. M.; Boulouchos K.; Institut für Energietechnik; 12.2003; DE; 13 S.; F&E; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 230306

Demonstration eines optischen Sensors zur Unterstützung der Entwicklung von schadstoffarmen motorischen Verbrennungssystemen; Schlussbericht; Kunte S.; Boulouchos K.; Institut für Energietechnik; 03.2004; DE; 11 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240053

Erarbeitung eines thermodynamisch basierten Modellierungsverfahrens für den Otto-DI-Verbrennungsprozess; Schlussbericht; Koch Th.; Schänzlin K.; Boulouchos K.; Institut für Energietechnik; 03.2004; DE; 123 S.; P&D; Sfr. 63.-; ENET-Nr. 240054

Common-Rail Brennverfahren für EURO-III und EURO-IV taugliche Nutzfahrzeuggesamtmotoren; Schlussbericht; Bertola A.; Boulouchos K.; Institut für Energietechnik; 03.2004; DE; 13 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240058

Geothermie

Wärme-Contracting Geothermie-Doublette Siedlung Solar One, Itingen BL; Messungen Energieverbrauch; Schlussbericht; Häring M. O.; Leimer Th.; Wahl S.; Häring Geothermal Contractors; 02.2002; DE; 20 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 220365

Deep Heat Mining; Entwicklung der Hot-Dry-Rock / Hot-Wet-Rock Technologie zur Strom- und Wärmeproduktion in der Schweiz; Schlussbericht; Häring M. O.; Hopkirk R.; Häring Geo Project; 12.2003; DE, FR; 41 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 230302

Étude de la valorisation des rejets thermiques des Bains de Lavey; Rapport final; BSI Bureau de Service et d'Ingénierie SA; Les Bains de Lavey SA; 05.2004; FR; 21 p.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240048

Statistik Geothermische Nutzung der Schweiz für die Jahre 2002 und 2003; Schlussbericht; SIGNORELLI S.; Andenmatten Berthoud N.; Kohl T.; Rybach L.; 07.2004; DE; 32 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240072

Arbeiten für das IEA Geothermal Implementing Agreement (GIA) 2004; Zwischenbericht August 2004; Rybach L.; Geowatt AG; 08.2004; EN; 208 p.; F&E; Sfr. 100.-; ENET-Nr. 240078

Photovoltaik

MobiCat solar-elektrisches Passagierschiff; Schlussbericht; Minder R.; Bielersee Schifffahrtsgesellschaft; 12.2003; DE; 21 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 230297

Monitoring of the 16.8 kWp PV-plant with CIS modules in St. Moritz; Rapporto finale; Cereghetti N.; Rätia Energie AG; 03.2004; IT; 18 p.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240036

PV Eurodach amorph; Schlussbericht; Gubser M.; Kessler H.; Flumroc AG; 03.2004; DE; 13 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240038

PV-Obelisk Orientierungssystem mit Photovoltaik; Schlussbericht; Ruoss D.; Rasmussen J.; Enecolo AG; 03.2004; DE; 53 S.; P&D; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240039

Programm Photovoltaik Ausgabe 2004; Überblicksbericht 2003; NET Nowak Energie & Technologie AG; 03.2004; DE; 36 S.; F&E; Sfr. -; ENET-Nr. 240044

Programme photovoltaïques édition 2004; Rapport de synthèse 2003; NET Nowak Energie & Technologie AG; 05.2004; FR; 37 p.; F&E; Sfr. -; ENET-Nr. 240045

Installation photovoltaïque sur la halle 6 de Geneva Palexpo; Rapport final; Keller L.; Rhyner R.; SSES; 03.2004; FR; 18 p.; F&E; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240057

Photovoltaic Programme Edition 2004; Summary Report, Project List, Annual Project Reports 2003 (Abstracts); NET Nowak Energie & Technologie AG; 06.2004; EN; 120 p.; F&E; Sfr. -; ENET-Nr. 240061

Étude et amélioration de la fiabilité des cellules solaires sur substrats polymères; Rapport final; Fischer D.; Ziegler Y.; Closset A.; VHF-Technologies SA; 04.2004; FR; 46 p.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 240064

15 kWp Photovoltaik Dachintegration Pfadiheim Weiermatt; Schlussbericht; Jenni H.; Szacsay T.; Heimverein Falkenstein Köniz; 07.2004; DE; 9 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240081

Solarwärme

Solaire actif: chaleur et stockage de chaleur; Solarwärme und Wärmespeicherung; Activités et projets en 2003; Synthèse et rapport annuel des mandataires; Hadorn J.-Ch., Planair SA; 12.2003; DE, FR; 192 S.; F&E; Sfr. 100.-; ENET-Nr. 230309

GEOSER Stockage solaire à court terme en serres horticoles; Rapport final; Hollmuller P.; Lachal B.; Jaboyedoff P.; Reist A.; Gil J.; Danloy L.; 12.2002; FR; 91 p.; F&E; Sfr. 46.-; ENET-Nr. 220364

Umgebungswärme

Kombinierte Kälte- / Wärmepumpen- Verdichter-Anlage in der Eissporthalle; St. Jakob ARENA / 4142 Münchenstein / BL; Zwischenbericht; Frey P.; Bertozzi L.; Industrielle Werke Basel; 08.2003; DE; 27 S.; F&E; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 230290

Heizungsanlage Hintere Aumatt 3032 Hinterkappelen, Erfolgskontrolle Gasmotor - Wärmepumpe; Heizperiode 2002 / 2003; Bericht; Hämman F.; 12.2003; DE; 15 S.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 230295

Erfolgskontrolle; Heizzentrale mit indirekter Gasmotor-Wärmepumpe; Berufsschulen Bern-Lorraine; Schlussbericht; Eggen B.; Lanz St.; Dr. Eicher + Pauli AG; 11.2003; DE; 37 S.; P&D; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 230296

Abwärmernutzung aus bestehendem Schmutzwasserkanal in Binningen; Energiebilanz und Betriebsverhalten im Jahr 2003; Schlussbericht; Dieler M.; Gruneko AG; 02.2004; DE; 7 S.; P&D; Sfr. -; ENET-Nr. 240041

FAWA - Feldanalyse von Wärmepumpen-Anlagen; Tagungsband; Rognon F. (Hrsg.); 06.2004; DE; 79 S.; F&E; Sfr. 30.-; ENET-Nr. 240056

Remplacement du chauffage électrique par une installation PAC air/eau; Rapport final; Conti & Associés Ingénieurs SA; 05.2004; FR; 24 p.; P&D; Sfr. 18.-; ENET-Nr. 240076

Annexes 1-11: Remplacement du chauffage électrique par une installation PAC air/eau; Annexes 1 - 11; Conti & Associés Ingénieurs SA; 05.2004; DE, FR; 77 S., 77 p.; P&D; Sfr. 46.-; ENET-Nr. 240077

Verfahrenstechnische Prozesse

Analysis and Modelling of the Energy Consumption of Chemical Batch Plants; Final report; Bieler P. S.; 03.2004; EN; 78 p.; F&E; Sfr. 46.-; ENET-Nr. 240033

Verkehr

Erdgasbusprojekt; Schlussbericht; Ambühl D.; Fernandez J.; ETHZ Inst. für Mess- und Regeltechnik; 12.2003; DE; 74 S.; F&E; Sfr. 35.-; ENET-Nr. 230298

Auswirkungen von Eco-Drive bei Fahrzeugen im Jahr 2010; Bericht; Ambühl D.; Schilter A.; ETHZ Inst. für Mess- und Regeltechnik; 10.2003; DE; 36 S.; F&E; Sfr. 25.-; ENET-Nr. 230299

Neuartiger Hybridantrieb für Leichtmobile; Esoro Hybrid 1; Esoro Twin Trak; Schlussbericht; Jaggi D.; Giger Th.; Esoro AG; 09.2003; DE; 84 S.; F&E; Sfr. 46.-; ENET-Nr. 230303

Handout BFE-Forschungstagung Technologiebereiche Verkehr + Akkumulatoren; Tagungsunterlagen; Schmid H. L. et al.; 02.2004; DE, EN, FR; 124 S.; F&E; Sfr. 63.-; ENET-Nr. 240032

Wasserkraft

Wasserkraftwerk am Tambobach, Medels GR (ohne Anhang); Vorprojektstudie 2004; Krähenbühl H.-U.; Hydrelec Ingenieure; 03.2004; DE; 9 S.; F&E; Sfr. -; ENET-Nr. 240079