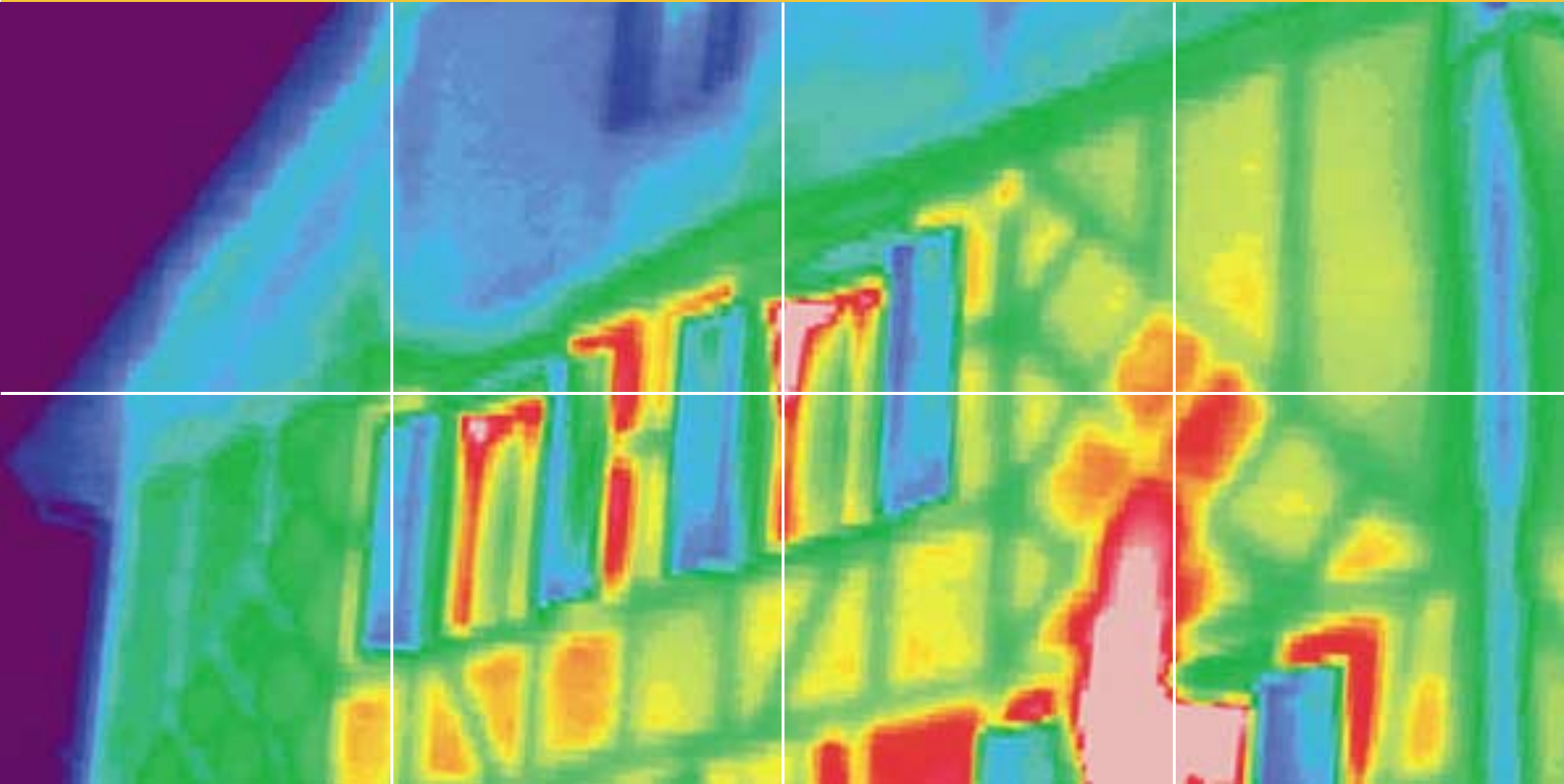


ENET NEWS

Informationen zur Energieforschung



Solarchemie
Konzentrieren und umformen

Gebäude
Nachhaltig auch beim Bauen

Energiewirtschaftliche Grundlagen
Grundsteine legen

www.energieforschung.ch

**BFE**

Biogen und solar.....4

CORE

Gefragt sind nachhaltige Bauten6

Internationales

Das 6. Forschungsrahmenprogramm7

Eureka erleichtert europäische

Partnersuche7

ENET

Potenziale der Nanotechnologie.....8

Solarwärme

Messungen sind im Gange.....9

Solarchemie

Konzentrieren und umformen.....10

Kleinwasserkraftwerke

Vorstudien als Einstieg12

Photovoltaik

Besser integriert denn je.....14

Gebäude

Nachhaltig auch beim Bauen.....16

Quartiere nachhaltig entwickeln.....18

VIP in den Markt begleiten.....20

Bauen und Sanieren für morgen21

Energiewirtschaftliche Grundlagen

Grundsteine legen23

Kosten vs. Nutzen25

Aktiv für Minergie und Passivhaus.....26

Sie wissen wenig.....27

**Brennstoffzellen**

Die Zukunft zeichnet sich ab28

Elektrizität

Sparen bei Druckluft28

Umgebungswärme

Zellen statt Scroll?.....30

In Schwung gebracht30

Verkehr

SCAPs beginnen zu arbeiten33

Mobilität mit Gasbetrieb34

Abwärme

Diskontinuierlich Energie sparen.....35

Energiepotenziale in Wasser-
versorgungen.....35**Kernenergie**

Mit Sicherheit entsorgt.....36

Neu erschienene Publikationen36**Impressum**

ENET-NEWS

Informationen zur Energieforschung

Dezember 2002 / Nr. 53

Erscheinungsweise: vierteljährlich in
deutscher und französischer Version

Herausgeber

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 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

Anzeigen:

ENET Kommunikation

Administration

Tel. +41 61 726 92 20

Fax +41 61 726 92 41

Nachdruck nur mit Quellenangabe.

Papier chlorfrei gebleicht

Gedruckt in der Schweiz

Titelfoto

Die Wärmedämmung der Gebäudehülle ist ein wesentlicher Schritt zu mehr Energieeffizienz. Mit der Thermografie können Wärmebrücken und Unterschiede im Wärmedurchgang sichtbar gemacht werden. Damit lässt sich aufzeigen, wo Verbesserungen an der Gebäudehülle notwendig sind.

(Foto: EMPA, Abt. Bauphysik)

Energie-Effizienz im Gebäudebereich

Die Grundsätze der schweizerischen Energiepolitik sind in der Bundesverfassung verankert. Der Gebäudebereich wird dort den Kantonen zugewiesen. Das eidgenössische Energiegesetz präzisiert diese Grundsätze und weist den Kantonen die Zuständigkeit für die Durchsetzung von Massnahmen zur sparsamen und rationellen Energienutzung in Gebäuden zu. Da immer noch rund 40 Prozent des schweizerischen Energieverbrauchs für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser auf den Gebäudebereich entfallen, kommt diesem – angesichts des bestehenden Einsparpotenzials – ein hoher Stellenwert zu.

Das nationale Programm EnergieSchweiz strebt unter anderem eine Reduktion des Energiebedarfs im Gebäudebereich an. Dabei ist grundsätzlich zwischen Neubauten und der Sanierung bestehender Gebäude zu unterscheiden. Im Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die für die kommenden Jahre prognostizierte Neubautätigkeit zu einer Zunahme der beheizten Gebäudeflächen und damit zu einem steigenden Energieverbrauch führen wird. Diesen Mehrverbrauch gilt es zumindest zu kompensieren: über Einsparungen dank energetischer Gebäudesanierungen einerseits und durch die vermehrte Realisierung energieeffizienter Neubauten andererseits. Im Neubaubereich dürfte dabei, neben der zunehmenden Anwendung energiesparender Gebäudetechnologien, insbesondere die Mitte 2001 verabschiedete neue SIA-Norm 380/1 eine erhebliche Senkung des Energiebedarfs bewirken. Da die rechtlichen Vorschriften im Sanie-

rungsbereich als Folge der Eigentumsgarantie relativ offen formuliert werden müssen, können energetische Gebäudesanierungen nur in vereinzelten Spezialfällen wie Nutzungsänderungen, Auskernungen usw. vorgeschrieben werden. Um das grosse Energiesparpotenzial im Bereich energetischer Gebäudesanierungen nutzen zu können, sind daher finanzielle Anreize im Rahmen kantonaler Förderprogramme unumgänglich.

Die Kantone nehmen diese Aufgabe ernst. Als Beispiel der Kanton Luzern: Das hier seit anfangs 2001 bestehende Förderprogramm bezweckt im Wesentlichen die Förderung von Massnahmen zur sparsamen und rationellen Energienutzung im Gebäudebereich. Da vor allem bei den Bauten der Siebziger- und Achtzigerjahre ein grosser Handlungsbedarf für deren energetische Sanierung besteht, liegt das Schwergewicht unseres Programms in der Leistung finanzieller Anreize für energetisch vorbildliche Sanierungen. Dies umso mehr, als durch solche Gebäudehüllensanierungen durchschnittliche Energieeinsparungen von 50 bis 60 Prozent erreicht werden.

Dr. Anton Schwingruber

Regierungsrat des Kantons Luzern
Präsident der Konferenz kantonalen Energiedirektoren



Biogen und solar

Die Förderung von Programmen für den Einsatz erneuerbarer Energien stand für das BFE im Vordergrund

Solarboote bringen die Besucherinnen und Besucher lautlos und abgasfrei zum Monolithen im Murtensee.

Mit einer gezielten Unterstützung verschiedener Projekte hat das Bundesamt für Energie das Energiekonzept der Expo.02 massgeblich beeinflusst. Auf allen Artelages konnten innovative Lösungen den Besucherinnen und Besuchern Einblick in zukunftsweisende Technologien geben.

Fliegender Fisch für ganzheitliche Biomasse-Verwertung

Ausstellungen und Infrastrukturprojekte mit besonders umweltfreundlichen Energiekonzepten wurden mit dem „Flying Fish“ ausgezeichnet. Das Label steht für erneuerbare Energien, geschlossene Kreisläufe und einen sorgsamen Umgang mit der Natur. Diese Kriterien erfüllt auch die dezentrale Verwertung biogener Abfälle des Hotels Palafitte in Monruz bei Neuchâtel auf einleuchtende Weise.

Die „Zero-Waste“-Anlage der Ecobel GmbH in Rüschlikon arbeitet nach dem Vorbild der natürlichen Stoffkreisläufe, bei welchen alle Abfälle restlos verwertet werden. Die täglich anfallenden Küchen- und Lebensmittelabfälle werden direkt in einen

geschlossenen Biogasfermenter gefüllt. Eine Zwischendeponie ist damit für den Hotelbetrieb nicht mehr nötig. Das erzeugte Methangas gelangt in einen gross dimensionierten Speicher, von wo aus es später mit einem Verbrennungsmotor zu Wärme und Strom umgewandelt werden kann.

Im Bio-Reaktor der „Zero-Waste“-Anlage entsteht wertvolle Komposterde.



Die aus dem 3 m³ grossen Biofermenter stammenden Feststoffe gelangen dann in den Aerob-Reaktor, wo in einem biogenen Prozess Komposterde entsteht. Der im Biofermenter anfallende flüssige Teil mit den gelösten Nährstoffen wird nun für das Wachstum von Wasserpflanzen verwendet. Während dieses Wachstumsprozesses er-



folgt die biologische Reinigung des Wassers. Die Pflanzen können je nach Bedarf als Tierfutter oder erneut als Energieträger genutzt werden. Für das Pflanzenwachstum und die damit verbundene Wasserreinigung ist Licht eine Grundvoraussetzung. Um das spärliche Licht des Winterhalbjahres zu verstärken und beschattete Teile der montierten Wasserbecken zu beleuchten, besteht die Möglichkeit, mit Fresnel-Linsen oder mit Lichtspiegelung die Lichtintensität zu verdoppeln und so die Wasserflächen stromlos zu erhellen.

Die Anlage wurde auf der Basis von Erfahrungen mit einer Pilotanlage, die in Zürich im Einsatz stand, entwickelt. Wichtig ist stets die ganzheitliche Betrachtung des biologisch gegebenen Kreislaufes.

Das „Zero-Waste“-Konzept ist modular aufgebaut und ermöglicht, die einzelnen Verwertungsprozesse an die jeweiligen Betriebsparameter anzupassen. Es eignet sich mit seiner Flexibilität für eine dezentrale Verwertung biogener Abfälle in Agglomerationen, womit Sammelkosten stark reduziert und energieintensive Transportwege vermieden oder mindestens kurz gehalten werden können.



Die Expo.02 setzte für eigene Transportbedürfnisse erfolgreich eine Gasfahrzeugflotte ein.

Transporte mit unkonventionellen Energien

Im Verkehrsbereich unterstützte das BFE drei Projekte mit nachhaltiger Wirkung. Zum einen das 150 Personen fassende Mobi-Cat-Passagierschiff mit einer 20-kWp-Photovoltaik-Anlage auf dem Dach. Zum zweiten wurden in kleineren Dimensionen die Solarboote für den Zubringerdienst zum Monolithen im Murtensee gebaut.



Paul Keller erläutert das Konzept des biogenen Kreislaufs, der auf einer ganzheitlichen Betrachtung basiert.

Die „Zero-Waste“-Anlage arbeitet nach dem Vorbild der natürlichen Stoffkreisläufe, ist modular aufgebaut und lässt sich an die jeweiligen Betriebsparameter anpassen.

Ein fliegender Start – EnergieSchweiz mit 1. Jahresbericht

Mit dem 1. Jahresbericht von EnergieSchweiz 2001/02 werden die Resultate des ersten Jahres nach dem Übergang von Energie2000 dargestellt. Die Bilanz zeigt, dass trotz Fortschritten mit dem Programm EnergieSchweiz der nationale Energieverbrauch gestiegen ist und deshalb eine Verstärkung der freiwilligen Massnahmen, der Anreize (Förderung) und der gesetzlichen Vorgaben notwendig wird. Ferner muss auch die Kommunikation intensiviert werden. Dank des Programms wurden im Energiebereich Investitionen von schätzungsweise 800 Mio. CHF und ein Beschäftigungsvolumen von 4700 Personennjahren ausgelöst.

Bezug: 1. Jahresbericht EnergieSchweiz
BBL, Vertrieb Publikationen
Fax 031 325 50 58
www.Bundespublikationen.ch
Nr. 805.950.01 d/f/i/e

Hierbei dienten 20 m² Solarzellen, um rund 60 Personen lautlos und abgasfrei zu transportieren.

Zum dritten trugen Strassenfahrzeuge das Logo von EnergieSchweiz. Für die Erfüllung eigener Transportaufgaben setzte die Expo.02 gasbetriebene Fahrzeuge ein, die – inzwischen in der ganzen Schweiz verteilt – einen Beitrag zur weiteren Sensibilisierung für den Biogas- und Erdgas-Einsatz als Treibstoff leisten.

Gefragt sind nachhaltige Bauten

Zukunftsweisende Energietechnik im Gebäudebereich ist seit langem ein Schwerpunkt für die CORE

Rund die Hälfte des schweizerischen Energieverbrauchs wird für die Erstellung und den Betrieb von Bauten verwendet. Bei der CORE (Commission fédérale pour la Recherche Énergétique) hat dieser Bereich deshalb einen hohen Stellenwert. Die Kommission definiert die grundlegenden Strategien der entsprechenden Energieforschung und erarbeitet Leitlinien für die Entscheidungs- und Vollzugsorgane des Bundes. Dieter Imboden, Professor für Umweltphysik an der ETH Zürich, betreut als CORE-Mitglied die Leitung des BFE-Forschungsprogramms „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“.



Dieter Imboden: „Die CORE begrüsst die Entwicklung und Anwendung zukunftsweisender Gebäudestandards.“

Welchen Einfluss hat der Bau von Gebäuden auf den Energiebedarf der Zukunft?

Dieter Imboden: Weil Bauten sehr lange genutzt werden, wirken sich neue Erkenntnisse aus der Forschung nur langsam auf den Energieverbrauch aus. Umgekehrt bedeutet jede Verzögerung bei der Umsetzung von neuem Wissen ein langfristiger Zeitverlust. Gebäude, welche heute nicht nach bester Praxis gebaut werden, belasten unsere Umwelt noch während Jahrzehnten. Erfreulich ist allerdings, dass wir mit intelligenten Massnahmen und Technologien bereits heute eine gegenüber der Erneuerung der Bausubstanz überproportionale Verbesserung beim Energiebedarf erreichen können, ohne dass der Komfort für die Bewohner der Gebäude beeinträchtigt

„Nachhaltigkeit hat einen zeitlichen und einen örtlichen Gesichtspunkt.“

wird.

Wie beurteilen Sie die neuen Gebäudestandards, wie Minergie, Passivhaus usw.?

Zum einen betrachte ich Minergie als einen wichtigen Beitrag, den es gilt, so rasch wie möglich flächendeckend umzusetzen – auch in den kantonalen Gesetzen. Technisch sind wir hingegen bereits weiter. Machbar sind heute Lösungen, die deutlich tiefere Energieverbrauchswerte liefern. Den zukunftsweisenden Standards, Richtlinien und Vorschriften kommt eine wichtige Funktion zu, wollen wir den immensen Energieverbrauch bei Gebäuden senken.

Gibt es Ansätze zur Erforschung der gesamten Bausubstanz der Schweiz?

Es liegt ein Vorschlag für ein Nationales Forschungsprogramm (NFP) für eine vertiefte Beurteilung durch den Schweizerischen Nationalfonds auf dem Tisch, in welchem die nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturerneuerung untersucht werden soll. In das „Bauwerk Schweiz“, welches aus sämtlichen Gebäuden und der sie vernetzenden Infrastruktur besteht, wird für Neu- und Umbauten jährlich ein Betrag investiert, der ungefähr 1,6 % des Wiederstellungswertes beträgt. Dies entspricht einer mittleren Erneuerungszeit von ca. 60 Jahren oder mehr als 2 Generationen. Mit einer Bevorzugung energierelevanter Massnahmen könnte die Erneuerungszeit des Bauwerkes Schweiz aber deutlich reduziert werden. Zudem müssen wir Instrumente entwickeln, mit denen wir die Auswirkungen von Investitionsentscheiden bezüglich ihrer langfristigen Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit des Bauwerkes beurteilen können.

Internet-Links

Informationen zur CORE unter EnergieSchweiz, Stichwort CORE
www.energie-schweiz.ch

Umweltphysik im Rahmen der Umwelt-naturwissenschaften an der ETH Zürich
www.up.umnw.ethz.ch

„Bauwerk Schweiz“ als einer der Vorschläge für neue Nationale Forschungsprogramme (NFP)
www.bbw.admin.ch – Stichwort NFP

BFE-Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprogramm „Rationelle Energienutzung in Gebäuden (REN)“
www.empa-ren.ch

Für die CORE hat der Gebäudebereich seit langem einen hohen Stellenwert. Sie will die Budgetziele für die entsprechende Energieforschung sogar weiter erhöhen.

Im Hinblick auf die Bedeutung und die Dringlichkeit macht eine Konzentration auf den Gebäudebereich Sinn. Nicht zu vergessen sind die verschiedenen Forschungsprogramme des BFE, die unmittelbaren Einfluss auf die Entwicklung von Produkten haben, welche eine Senkung des Energiebedarfs in Bauten oder eine Energiegewinnung mit Bauten erreichen, beispielsweise Brennstoffzellen, Solartechnologien usw.

„Wir brauchen auch morgen Experten mit fundierten Kenntnissen in Energiefragen.“

Nachhaltigkeit und ganzheitliches Denken ist der erste Leitsatz der CORE. Wie kam es zu dieser Prioritätensetzung?

In der CORE herrscht dank der weisen Führung des Präsidenten und der Aufgeschlossenheit der Mitglieder ein konstruktiver Diskussionsstil vor. Auch wenn die Meinungen selbstverständlich in gewissen Punkten auseinander gehen, so herrscht Konsens darüber, dass eine ganzheitliche Betrachtung der Energiefragen oberste Priorität haben muss. Um die limitierten Mittel des Bundes effizient einsetzen zu können, braucht es neben technologischen Untersuchungen auch forschungspolitische Diskussionen. Die CORE ist sich auch darin einig: Sie will ihr Wissen zukünftig intensiver als bisher in energiepolitische Debatten einbringen.

Welche Bedeutung hat der Begriff Nachhaltigkeit heute?

Die Entwicklung des Umweltschutz-Gedankens zur Nachhaltigkeit war mehr als nur das Auswechseln eines Schlagworts. Nachhaltigkeit ist sozusagen der Wandel des Umweltschutzes zu einer ganzheit-

lichen Analyse der menschlichen Existenzgrundlage. Nachhaltigkeit enthält sowohl ein zeitliches als auch ein örtliches Element: Bei ersterem haben wir die Lebensgrundlage künftiger Generationen im Auge, bei zweiterem eine gerechte Ressourcennutzung durch alle Menschen und Nationen von heute. Wie sehr es dabei immer um eine Interessensabwägung geht, wird erst sichtbar, wenn wir uns konkrete, ja sogar visionäre Ziele setzen. Die Vision einer 2000-Watt-Gesellschaft hat erfreulicherweise eine intensive Diskussion ausgelöst.

Welche Erfahrungen machen Sie diesbezüglich im Rahmen Ihrer Lehrtätigkeit an der ETH Zürich?

Energieforschung, ja die traditionellen Ingenieurwissenschaften insgesamt, sind heute weniger attraktiv als früher. Umgekehrt stellen wir ein steigendes Interesse an den angewandten, multidisziplinären Naturwissenschaften fest, z.B. an den Umweltwissenschaften. Die Aufgabe der Hochschule besteht darin, Themen wie Energie, welche stark durch die Ingenieurwissenschaften geprägt werden, in die neue naturwissenschaftliche Analyse von komplexen Systemen zu integrieren. Allerdings kann diese Entwicklung auch zu weit gehen. Wir brauchen auch morgen Experten, welche die technischen Systeme verstehen und weiter entwickeln können, kurz wir brauchen auch künftig gute Ingenieure.

Internationales

Das 6. Forschungsrahmenprogramm

Ende 2002 geht das 5. Europäische Forschungsrahmenprogramm (RP) zu Ende und wird durch das 6. RP, das sich über die Jahre 2002–2006 erstreckt, abgelöst. Dessen Gesamtbudget beträgt 17,5 Mia. Euro (nominaler Zuwachs 17 %). Bereits seit 1986 beteiligt sich die Schweiz an dieser Forschungszusammenarbeit, jedoch als Nichtmitglied der EU stets mit beschränktem Zugang. Der Abschluss des Abkommens über das 6. RP mit der Europäischen Union wird es den Schweizer Forschenden ermöglichen, von sämtlichen Gegebenheiten des Programms Gebrauch zu machen. Das Parlament der Schweiz hat für die nahtlose Beteiligung am 6. RP bereits 869 Mio. CHF gutgeheissen. Im Rahmen dieses RP werden im Bereich der Forschungspriorität „Nachhaltige Entwicklung, globale Veränderungen und Ökosysteme“ (2'120 Mio. Euro) den Projekten über nachhaltige Energiesysteme (810 Mio. Euro) und über den nachhaltigen Landverkehr (610 Mio. Euro) grosse Bedeutung beigemessen. Die ersten Ausschreibungen sind für den 17. Dezember 2002 vorgesehen.

Weitere Informationen:

Giorgio Travaglini, NCP for Energy, Transport, Environment & Euratom, Euresearch, CH-3001 Bern

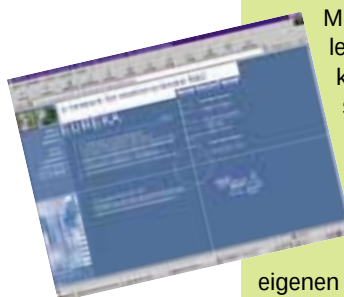
www.euresearch.ch

Eureka erleichtert europäische Partnersuche

Das europäische Netzwerk für Forschung und Entwicklung – Eureka – unterstützt Partnerschaften zwischen der Industrie, Forschungsinstituten und Universitäten.

Mit der neuen Internet-Seite erleichtert Eureka Kontaktmöglichkeiten zu über 30 Ländern und stellt relevante Informationen über innovative Technologien zur Verfügung. Gezielte Beispiele von Know-how-Transfer, Kooperationen und Ideenaustausch geben Hinweise für die eigenen Umsetzungsaktivitäten.

www.eureka.be



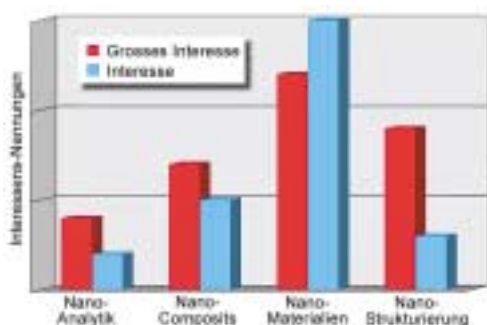
Potenziale der Nanotechnologie

Die Möglichkeiten der Nanotechnologie bilden eine verheissungsvolle Basis für Innovationen

Lars Nieba
Karl Höhener
 ENET Technologie-
 Transfer
 c/o TEMAS AG
 CH-9320 Arbon

Die Nanotechnologie ist ein relativ junger Forschungszweig im Grenzgebiet zwischen Physik, Chemie und Biologie. Hier werden aus Materialstrukturen von wenigen Nanometern neuartige Anwendungen auch für die Energietechnik entwickelt.

Die Nanotechnologien sind noch von der Grundlagenforschung geprägt, dennoch gibt es bereits kurz- und mittelfristige Anwendungsoptionen. Dabei ist die Schweiz in vielen führend. Dieses Potenzial gilt es zu nutzen.



Ergebnisse der Umfrage bei den BFE-Programtleitern.

ENET-Seminar vermittelte Überblick

Ein Überblick über die Aktivitäten und Potenziale der Nanotechnologie in der Schweiz wurde im ENET-Seminar „Nanotechnologie im Energiebereich und der Umwelttechnik“ am 18. April 2002 in Bern gegeben.

Joydeep Dutta aus der Gruppe von Heinrich Hofmann an der EPFL zeigte, wie vielfältig Nanopulver und -materialien verwendet werden können: z.B. Beschichtung von Gasturbinen, in Batterien und in Photovoltaikzellen. Joydeep Dutta zum Potenzial: „Wir befinden uns erst am Anfang von Nanomaterialien in der Energieproduktion, -speicherung und -effizienz. In der nächsten Dekade werden unzählige Anwendungen der Energietechnik auf der Basis von Nanomaterialien entstehen.“

Die Produktion und Speicherung von Wasserstoff für zukünftige Antriebstechnologien (z.B. via Brennstoffzelle) bildet noch immer eine enorme Herausforderung für die Forschung. Diverse Technologien werden in diesem Zusammenhang diskutiert, u.a. die Wasserstoff-Speicherung in Kohlenstoff-Nanoröhrchen. Deren Anwen-

dungspotenzial ist sehr gross. Mit ihren diversen Eigenschaften sind sie hervorragend einsetzbar in der Halbleiterindustrie oder der Medizinaltechnik, aber nach der anfänglichen Euphorie über die Speicherkapazitäten von Wasserstoff zeigte Louis Schlapbach (EMPA) klar, dass sie dafür ungeeignet sind. Er wies aber auch darauf hin, dass an weiteren nanostrukturierten Materialien geforscht wird, durch die das Speicherproblem gelöst werden könnte.

Patrik Hoffmann (EPFL) zeigte eindrücklich, dass mit nanostrukturierten Oberflächen vieles erreicht werden kann, z.B. Selbstreinigung (Lotus-Effekt), selektive Absorption und neue Reibungseigenschaften.

Nanometer-Skala verspricht neue Einblicke

Das Fazit des Seminars lautet: Der genaue Einblick in die Prozesse der Natur auf der Nanometer-Skala bildet die Basis für Innovationen. Und eine Umfrage bei den Programmleutern des Bundesamtes für Energie ergab, dass noch weitere Felder der Nanotechnologie ein hohes Potenzial für energietechnische Anwendungen aufweisen.

Dienstleistung des ENET Technologie-Transfers

Strategiegespräche mit der Wirtschaft über die Potenziale der Nanotechnologie für Ihr Unternehmen:

ENET
 Egnacherstr. 69
 CH-9320 Arbon
 Tel. 071 440 02 55
 Fax 071 440 02 56
 enet@temas.ch

Vertiefte Einblicke in die Nanotechnologie

ENET organisiert am 19. Februar 2003 in Bern ein weiteres ganztägiges Seminar, in dem die Potenziale von Nanopartikeln, von chemischen und physikalischen Beschichtungen (Nanostrukturierungen), von neuen Nanocompositwerkstoffen für verschiedene Bereiche der Energietechnik erörtert werden. Für einen vertieften Einblick in die verschiedenen Gebiete der Nanotechnologie sind Experten aus Forschung und Wirtschaft eingeladen.

Das Seminar richtet sich vor allem an im Energiebereich tätige Unternehmen, denn sie sind die treibende Kraft für die Umsetzung von neuen Technologien.

Anmeldung: www.temas.ch/events oder enet@temas.ch

Messungen sind im Gange

Drain-Back-Systeme werden untersucht, um die Eignung für Schweizer Bedingungen zu erkunden

Urs W. Muntwyler
Muntwyler
Energietechnik AG
CH-3052 Zollikofen

Pierre Renaud
BFE-Programmleiter
Solarwärme (P+D)
c/o Planair SA
CH-2314 La Sagne

Urs Wolfer
BFE-Bereichsleiter
Solartechnologien

Solarthermische Systeme nach dem „Drain-Back“-Prinzip können an bestehende Anlagen angepasst und mit einem relativ grossen Kollektorfeld ausgestattet werden. Bei Bedarf wird der Kollektorkreislauf automatisch entleert. Diese Systeme benötigen daher kein Frostschutzmittel in der Wärmeträgerflüssigkeit, bei Frostgefahr gelangt diese in ein spezielles Expansionsgefäss. Das Wasser im Solarkreislauf weist ohne Glykol zudem eine höhere Wärmetransportkapazität auf, was einen besseren Wirkungsgrad zur Folge hat. Bei der sommerlichen Überhitzungsgefahr beschränkt sich die betroffene Zone nur auf den Kollektor; die übrigen Komponenten sind geschützt. Mit einer Messreihe, die das BFE unterstützt, werden einige seit wenigen Monaten installierte Anlagen erfasst. Von besonderem Interesse sind dabei gross dimensionierte Systeme mit höherem solaren Deckungsbeitrag.

Solarwärme auf den Bedarf abgestimmt

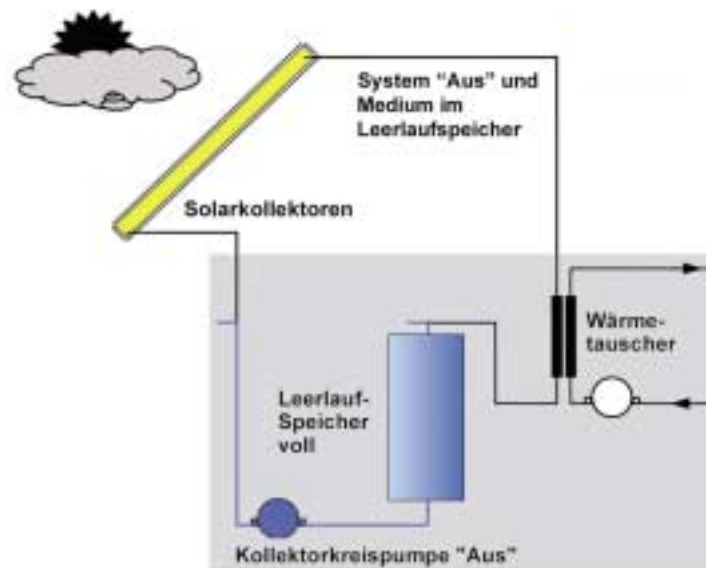
Drain-Back-Systeme werden u.a. vom australischen Hersteller Solahart, der seit bald 50 Jahren Solaranlagen baut, produziert. In

der Schweiz sind bisher kaum solche Anlagen anzutreffen. Sie sind modular konzipiert, lassen sich also stufenweise ausbauen. Die gesamte Rohrinstallation muss jedoch mit einem Mindestgefälle versehen sein, um die Kollektorentleerung zu ermöglichen. Zudem muss die Kollektorkreispumpe in der Lage sein,

beim Anfahren und Betrieb die Flüssigkeit über den erforderlichen Höhenunterschied zum Kollektor hochzupumpen.

Erfahrungen sammeln und Adaptionenmöglichkeiten prüfen

Das über mehrere Monate laufende Messprogramm soll einerseits die Eignung der Drain-Back-Systeme untersuchen, andererseits den Adaptionbedarf abklären und Fragen der Integration in bekannte Systemkonfigurationen nachgehen. Ziele sind dabei die Erweiterung der technischen



Systemgrenzen durch Verwendung solcher Anlagen, die Schaffung günstigerer Solar-systeme durch Einsatz von Grossserien-Komponenten und geringere Montagekosten durch vorgefertigte Anlagenteile. Die Nutzung der Sonnenenergie wird bekanntlich auch von den wirtschaftlichen Gegebenheiten der Bauherren bestimmt, so dass eine modulare, ausbaubare Systemfamilie grössere Marktchancen haben wird.

Das Drain-Back-System entleert bei Bedarf den Kollektor, indem die Wärmeträgerflüssigkeit automatisch in dem Rücklaufgefäss gesammelt wird, und schützt das System damit vor Überhitzung und Frost.

SPF Info-CD 2002

Die Info-CD 2002 des vom BFE unterstützten Instituts für Solartechnik (SPF) in Rapperswil enthält die neuesten Kollektor- und Systemtestresultate. Der Kollektorkatalog – neu mit Internet-Update – umfasst über 90 % aller im Handel erhältlichen thermischen Sonnenkollektoren. Detaillierte Aufbauskiizen, Betriebsparameter, Preise usw. geben einen optimalen Überblick.

Bezug: Info-CD 2002 zu SFr. 53.- (inkl. MWSt, Porto)
SPF Institut für Solartechnik
CH-8640 Rapperswil

www.solarenergy.ch

www.solarcenter.ch
www.solahart.com

Konzentrieren und umformen

Aus Sonnenenergie und Wasser werden mit geeigneten solarchemischen Verfahren Brennstoffe gewonnen

Aldo Steinfeld

Institut für Energietechnik
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich

Anton Meier

Solare Verfahrenstechnik
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen

Armin Reller

BFE-Programmleiter
Solarchemie/
Wasserstoff

Alphons

Hintermann

BFE-Bereichsleiter
Solarchemie/
Wasserstoff

Als Alternative zur heute gebräuchlichen Nutzung fossiler Energien als Brennstoffe, bei der CO₂ entsteht, bietet sich die Sonnenenergie an. Sie ist im wesentlichen unbegrenzt vorhanden; allerdings erreicht die Solarstrahlung die Erdoberfläche stark verdünnt, nicht kontinuierlich und ungleichmässig verteilt. Um sie für energetische Prozesse nutzen zu können, muss sie konzentriert, gespeichert und anschliessend von den sonnigen und spärlich besiedelten Gebieten des Sonnengürtels der Erde zu den industrialisierten und dicht bevölkerten Zentren mit hohem Energiebedarf transportiert werden.

Solarenergie wird gespeichert

Solarenergie kann durch die thermochemische Umwandlung von konzentrierter Strahlung in „solare Brennstoffe“ gespeichert werden. Das einfallende Sonnenlicht wird mit parabolischen Spiegeln auf

eine kleine Fläche konzentriert und mit einem geeigneten „Solar-Receiver“ eingefangen. Die entstehende Hochtemperaturwärme (bis über 2000 °C) lässt sich für die thermochemische Herstellung von speicherbaren und transportierbaren Brennstoffen nutzen. Bei Untersuchungen im Sonnenofen des PSI und mit dem Sonnensimulator der ETHZ haben sich Prozesse als besonders geeignet erwiesen, bei denen Metalle und Wasserstoff entstehen.

Deshalb liegt das Schwergewicht der Forschung auf der solaren Herstellung von Metallen (z. B. Zink), Wasserstoff und Synthesegas. Letzteres kann unter anderem für die Produktion von Methanol weiterverwendet werden, welches als möglicher Ersatz für Benzin gilt. Zink kann man entweder direkt zur Herstellung von Wasserstoff einsetzen oder in Zink-Luft-Batterien bzw. in Brennstoffzellen zur Stromproduktion brauchen. Das Zinkoxid, welches dabei



SolarPACES-Symposium in Zürich

Die Entwicklung alternativer Prozesse und Verfahren mittels konzentrierter Sonnenstrahlung stand im Mittelpunkt des 11. SolarPACES-Symposiums (PACES = Power And Chemical Energy Systems). Vom 4. – 6. September 2002 trafen sich Experten aus aller Welt in Zürich, um Erfahrungen mit Solartechnologien auszutauschen. Diese vom BFE unterstützte Veranstaltung des SolarPACES-Programms der Internationalen Energie-Agentur (IEA) wurde mit einer Übersicht des Nobelpreisträgers Carlo Rubbia über das thermodynamische Solarprogramm in Italien eröffnet. Hans-Luzius Schmid, BFE-Programmleiter Energie-Schweiz stellte die aktuelle Energieverbrauchssituation der Schweiz den Zielvorgaben des Aktionsprogramms gegenüber und wies auf den daraus abzuleitenden Handlungsbedarf hin.

Machbarkeit an vielen Orten bestätigt

Das Spektrum an Beiträgen zu Parabolrinnen-Konzentratoren, Solarturm-Kraftwerken, Heliostaten usw. wurde ergänzt durch Einblicke in die Forschungsergebnisse bei solaren Treibstoffen, Materialuntersuchungen und solaren Entgiftungsverfahren für Wasser, organische Substanzen, Abfälle usw.

Zahlreiche Pilotprojekte haben inzwischen die Machbarkeit der solaren Prozesse bewiesen

und bereiten einen Scale-up zu Demonstrationsprojekten vor. Damit können Wirkungsgradanalysen und ökonomische Fragen realistisch behandelt werden. In mehreren Ländern sind deshalb Entscheidungsprozesse für den Bau grösserer Anlagen im Gange.

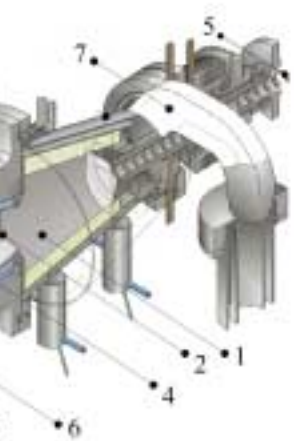
Hohe Prozesstemperaturen für unterschiedliche Verfahren

Wenn hohe Temperaturen gefragt sind, um verfahrenstechnische Abläufe zu ermög-



entsteht, geht zurück in den solarthermischen Prozess, so dass der Material-Kreislauf geschlossen ist.

Weitere Forschungsaktivitäten finden im Bereich der Dekarbonisierung fossiler Brennstoffe statt, wobei der Kohlenstoff



Der am PSI entwickelte Reaktor für die solarchemische Dissoziation von Zinkoxid:

- 1 rotierender Empfänger
- 2 Eintrittsöffnung für konzentrierte Solarstrahlung
- 3 Quarzfenster
- 4 Sekundärkonzentrator
- 5 Zinkoxid-Förderanlage
- 6 Einlass für Inertgase
- 7 Auslass für Produktgase

lichen, bietet die konzentrierte Solarstrahlung eine echte Alternative zu konventioneller Nutzung fossiler Energieträger. Neben der Erzeugung von Wasserstoff stehen deshalb auch andere Produkte im Fokus, beispielsweise die energieintensive Fabrikation von hochreinem Silizium für die Herstellung von Photovoltaik-Modulen.

Es bestehen gute Aussichten, dass die solaren thermischen und thermochemischen Technologien für Energie, Transport und die Erzeugung von Chemikalien gegenüber konventionellen, auf fossilen Energieträgern basierenden Methoden konkurrenzfähig werden. Voraussetzung dazu ist jedoch, dass die externen Kosten für die Verbrennung fossiler Stoffe miteinbezogen werden.

Das IEA-Programm zur konzentrierten Solarenergie

www.solarpaces.org

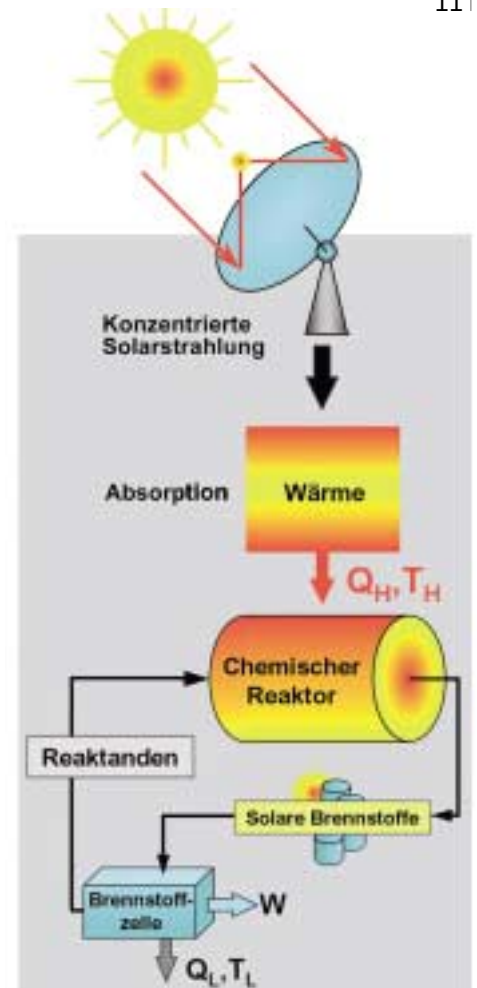
von den fossilen Energieträgern vor der Verbrennung abgetrennt wird. Ausserdem wird der Einsatz konzentrierter Solarenergie für die Wiederverwertung von Sonderabfallstoffen und bei der Herstellung von Kalk und Zement untersucht. Diese energieintensiven Prozesse sind bei konventioneller Betriebsweise für hohe CO₂-Emissionen verantwortlich. Konzentrierte Solarenergie hingegen stellt eine saubere, alternative Quelle von Hochtemperatur-Prozesswärme dar.

Solarthermische Produktion von Wasserstoff

Ein interessanter chemischer Prozess ist die direkte solarthermische Produktion von Wasserstoff aus Wasser. Bei Temperaturen von über 3000 °C und abhängig vom Druck spaltet sich Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Dieser Prozess wird als Thermolyse von Wasser bezeichnet.

Diese direkte Wasserspaltung wäre ein genial einfaches Konzept, wenn nicht bislang eine wirksame Technik zur Trennung des Wasserstoffs vom Sauerstoff bei solch hohen Temperaturen fehlen würde. Dieses Trennungsproblem kann jedoch mit thermochemischen Wasserspaltungs-Zyklen umgangen werden, bei denen Wasserstoff und Sauerstoff in verschiedenen Schritten anfallen. Beispielsweise durch einen zweistufigen Prozess, der auf sogenannten Metalloxid-Redox-Systemen basiert. Dabei umfasst der erste, endotherme Schritt die solarthermische Dissoziation von Metalloxiden (z.B. Zinkoxid) bei hohen Temperaturen von über 2000 °C. Der zweite, exotherme Schritt ist die nicht-solare Hydrolyse der entstandenen Metalle (z.B. Zink) bei moderaten Temperaturen, wobei molekularer Wasserstoff und die entsprechenden Metalloxide gebildet werden

Mit solchen Reduktions-Oxidations-Systemen lassen sich Wirkungsgrade über 30 % erzielen, wenn man die Solarstrahlung sehr stark konzentriert und die Wärme, die beim Abkühlen der Produkte anfällt, wieder zurückgewinnen kann.



Die Nutzung konzentrierter Sonnenenergie für die Herstellung solarer Brennstoffe, die speicherbar und transportfähig sind, ist Gegenstand der solarchemischen Forschung.

Ideale Reaktoren für solarchemische Prozesse

Die Solarchemie-Forschung am PSI und an der ETH Zürich verbindet grundlegende physikalische und chemische Studien mit verfahrenstechnischen Untersuchungen. Das Verständnis der äusserst komplexen Wechselwirkungen zwischen der konzentrierten Solarstrahlung, dem eingebrachten Reaktionsmaterial und der chemischen Reaktionskinetik ist unabdingbar für die Entwicklung von geeigneten Reaktoren, in denen die Sonnenenergie effizient in chemische Brennstoffe umgewandelt werden kann. Dadurch können die solaren thermochemischen Technologien gegenüber konventionellen, auf fossilen Energieträgern basierenden Verfahren, optimiert werden. Solare Brennstoffe lassen sich dann für eine umweltfreundliche Energieversorgung nutzen und leisten damit einen Beitrag zur Lösung der Klimaproblematik.

Vorstudien als Einstieg

Reaktivierung von kleinen Kraftwerken auf der Grundlage von Vorstudien und Projektanalysen

Hanspeter Leutwiler

BFE-Programmleiter
Kleinwasserkraftwerke
c/o Postfach
CH-8910 Affoltern
am Albis

Bruno Guggisberg

BFE-Bereichsleiter
Kleinwasserkraftwerke

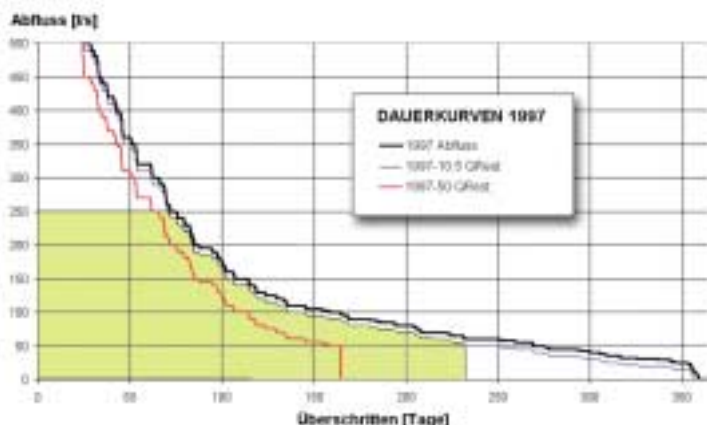
Die Förderaktivitäten zu Gunsten einer verstärkten Nutzung des Energiepotenzials von Kleinwasserkraftwerken umfassen auch Beiträge für Vorstudien. Damit werden Sanierungs- und Reaktivierungsprojekte untersucht und auf ihre Realisierungsmöglichkeiten hin begutachtet. Zwischen 1992 und 2000 konnte das BFE insgesamt 73 solche Projekte unterstützen, von denen rund ein Drittel heute realisiert ist. Diese haben neben einem Plus an Elektrizität auch mehrere Millionen Franken Investitionen ausgelöst.

Die vier folgenden Vorstudien-Beispiele von noch nicht verwirklichten Projekten geben einen Einblick in die Vielfalt der lokalen Wasserkraftnutzung.

Twannbach – Kraftwerk mit Tradition

Der Twannbach entwässert die Südseite des Chasserals und mündet bei Twann in den Bielersee. Bis 1908 stand an dieser Stelle eine Mühle in Betrieb; später folgte eine Turbinenanlage. Mit einer Vorstudie wurde die mögliche Wiederaufnahme der Wasserkraftnutzung untersucht. Durch die Fallhöhe von 48 m und eine – hauptsächlich im Winter auftretende – Wasserführung von 250 l/s kann eine Nennleistung von 60 kW erreicht werden. Vorhandene Druckleitungsaufleger könnten teilweise wieder verwendet werden, und das Maschinenhaus liesse sich am alten Standort integrieren.

Dauerkurve der Wassermengen für das Twannbach-Projekt: Der Bereich von 250 – 50 l/s ist während über 200 Tagen für eine Nutzung geplant. (Bild: R. Hunziker)



Die Konzessions- und Baueingaben erfolgen anfangs 2003. Vorgesehen ist eine Durchström-Turbine (Ossberger) mit Rad-schaukeln.

Kett-Kanal – eine Gefällstufe wieder entdeckt

Der Kett-Kanal in Einsiedeln besteht seit über 150 Jahren, nimmt Wasser aus dem Alp-Fluss und wurde ursprünglich in drei Gefällstufen genutzt. Die neue Kraftwerk-anlage ist im mittleren Abschnitt, der einen

Mit einer Francis-Turbine könnte der in die Landschaft integrierte Kett-Kanal von Einsiedeln weiterhin energetisch genutzt werden. (Foto: Eco Power Systems AG)



Dokumentationen:

- Vorstudie: Kleinwasserkraftwerk Twannbach; Dr. R. Hunziker; ENET-Nr. 220155
- Schlussbericht: Kleinwasserkraftwerk Kett Einsiedeln; Eco Power Systems AG, Zug; ENET-Nr. 210322
- Konzessionsprojekt: Stauanlage Buchholz an der Glatt; Entec AG, St. Gallen, Peter Eichenberger; ENET-Nr. 210323
- Vorprojektstudie für ein Dotierkraftwerk Stroppel; Proma Energie AG, Untersiggental; Autoren: Hydrelec AG für Energietechnik ENET-Nr. 220154

Höhenunterschied von ca. 7 m aufweist, geplant. Die durchschnittliche Wassermenge beträgt 430 l/s; diese steht während rund 250 Tagen pro Jahr zur Verfügung. Der ins lokale Landschaftsbild integrierte Kett-Kanal bleibt durch das neue Projekt unbeeinflusst, einzig die alte Druckleitung wird mit neuer Linienführung ersetzt. Zum Einsatz soll eine einfach regulierte Francis-Turbine mit horizontaler Welle und einem Asynchrongenerator gelangen. Das Projekt wird von Pro Natura und WWF aktiv unterstützt.

Glatt – ein altes Wehr steht zur Nutzung bereit

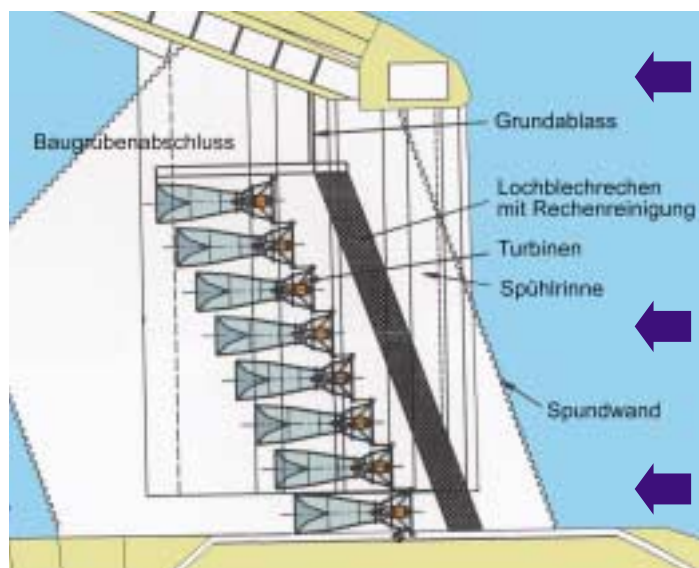
Mitten durch die Stauanlage Buchholz an der Glatt verläuft die Gemeindegrenze zwischen Flawil und Gossau. Im Rahmen von Abbruch- oder Sanierungsüberlegungen prüfte man auch den Bau eines Kraftwerks, denn diese Stauanlage ist als einer der besten Standorte für Kleinwasserkraft im Kanton St. Gallen identifiziert worden. Die Staumauer von knapp 15 m Höhe (Baujahr 1892) befindet sich an einer engen Stelle der Glatt. Der Stausee ist stark verlandet, entwickelte sich jedoch über die



Die bestehende Staumauer Buchholz mit Grundablass und seitlicher Hochwasserentlastung ist fast vollständig von Vegetation überzogen.
(Foto: Entec AG)

Jahre zu einem vielfältigen Lebensraum für Tiere (u.a. auch Biber). Ein Abbruch der Mauer hätte daher weitgehende Konsequenzen. Die Integration eines Kraftwerks könnte das vorhandene Gefälle ohne Druckleitung und ohne grosse Eingriffe in die Natur nutzen. Restwasser ist hier kein Thema, da die Zentrale in die zu sanierende Staumauer eingebaut werden kann. Sanierungsarbeiten und Kraftwerksneubau liessen sich optimal kombinieren. An bis zu 140 Tagen rechnet man mit 1 m³/s Wasserabfluss; an 75 Tagen wäre ein Betrieb mit Vollast (1,2 m³/s) möglich. Für die Entnahme wird ein Lochblechkonzept vorgeschlagen, als Turbinen eignen sich mehrere Varianten. Eine Aufstiegshilfe für Fische wird schliesslich ebenfalls geprüft.

*Die Erneuerung des Dotierkraftwerks Stroppel könnte mit acht Kleinturbinen realisiert werden, wobei die erreichbare Energieproduktion jedoch geringer wäre als bei anderen Varianten.
(Bild: Hydrelec AG)*



Limmat – Dotieren und Strom erzeugen

Das Gebiet beim Zusammenfluss von Aare, Reuss und Limmat ist seit Mitte des 19. Jahrhunderts industrialisiert. Zahlreiche Wasserfassungen in Form von Streichwehren und Kanälen für die Wasserkraftnutzung zeugen noch heute davon. Die Wehreinrichtungen zum Dotieren, also zur Sicherstellung der Restwassermenge, sind auffällig geworden. Dies gilt auch für die Anlage Stroppel bei Untersiggenthal. Hier könnte die notwendige Sanierung mit dem Bau eines neuen Dotierkraftwerks verbunden werden, womit sich auch die Restwassermenge auf 20 m³/s verdoppeln liesse. Mit der Vorprojektstudie klärte man einerseits die geologischen Verhältnisse ab, ander-

seits konnten Turbinenvarianten geprüft werden. Mit dieser neuen, erhöhten Nutzwassermenge und einem mittleren Bruttogefälle von 2,2 m könnte man bei einer installierten Leistung von bis zu 350 kW rund 2 Mio. kWh Strom produzieren. Die Lage im aargauischen „Wasserschloss“ bedingt jedoch eine besonders sorgfältige und umweltgerechte Konzeption und Ausführung. Als Turbinenvarianten wurden Kleinstandarturbinen, ein Staudruckwasserrad, eine vertikale Kaplan-Turbine nach dem Saugheber-Prinzip sowie Rohrturbinen in unterschiedlicher Bauweise geprüft. Da ein unauffällig erstelltes Dotier-Kraftwerk anzustreben ist und auf bewährte Turbinentypen gesetzt werden soll, wurde den Rohrturbinen der Vorzug gegeben.

Internet-Links

Informationen zur Wasserkraftnutzung mit Kleinanlagen

www.smallhydro.ch

www.infoenergie.ch

Der Interessenverband Schweizerischer Kleinkraftwerk Besitzer ISKB

www.iskb.ch

Das Forschungslaboratorium für Kleinwasserkraftwerke MHyLab

www.ambios.ch/mhyLab



Besser integriert denn je

IEA-Programm zur Gebäudeintegration von Photovoltaik hat wertvolle Resultate und Erfahrungen erbracht

Daniel Ruoss

Projektleiter
Enecolo AG
CH-8617
Mönchaltorf

Stefan Nowak

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

Urs Wolfer

BFE-Bereichsleiter
für Solar-
technologien

Als unabhängige Agentur der OECD befasst sich die IEA – Internationale Energie-Agentur – mit der Energiepolitik einzelner Länder, der Versorgungssicherheit und dem Klimawandel. Sie bildet auch den Rahmen für verschiedene Forschungsprogramme, darunter das Programm „Photovoltaic Power Systems“ (PVPS). Innerhalb dieses Programms wurden bisher neun Projekte formuliert, die von Experten aus verschiedenen Mitgliedstaaten bearbeitet werden. Es liegen nun neue Resultate und Erfahrungen von zwei Projekten vor.

Task 5: Projekt zur Gebäudeintegration netzgekoppelter Anlagen

Dieses Projekt befasste sich mit Photovoltaik-Anlagen im Netzverbund (speziell im Niederspannungs-Bereich). Die typische Leistungsgrösse der Anlagen war zwischen 1 und 100 kW_p. Untersucht wurden dabei sowohl gebäudeintegrierte als auch dezentrale PV-Anlagen im Netzverbund.

Insgesamt sind acht Berichte erstellt

worden, die man unter www.photovoltaic.ch als Übersichtsliste einsehen kann. Die Schweiz wurde in der ersten Phase (1993 bis 1999) durch die Firma Enecolo AG, Mönchaltorf, vertreten; das ewz übernahm die Expertenrolle für die Verlänge-

rung von 1999 bis 2001.

Es konnten überzeugende und wertvolle Ergebnisse in Bezug auf die Inselbildung und die zukünftige grössere Verbreitung der Photovoltaik im Netzverbund erarbeitet werden. Die Wahrscheinlichkeit ist jedoch gering, eine Inselbildung in der Praxis zu beobachten. Es genügen somit die bekannten, robusten und kostengünstigen Sicherungselemente, wie Spannungs- und Frequenzüberwachung zur Erkennung von Netzausfällen. Inselbildung ist demnach kein technisch limitierender Faktor für die Verbreitung der Photovoltaik bei hoher Dichte (im MW-Bereich) im städtischen Bereich.

Die Einwirkungen von PV-Anlagen in einem Niederspannungs-Netzwerk sind gering, da die Situation von minimaler Last und PV-Produktion relativ selten übereinstimmt. Für die höhere Durchdringung – im Bereiche von mehreren MW und weiteren dezentralen Energieproduzenten – muss das Netzwerk frühzeitig genau geplant werden. Kurzfristig kann mit einfachen Änderungen die zu installierende Kapazität von Photovoltaik in einem LV-Netzwerk erhöht werden. Langfristig muss aber eine flexible und individuelle Verbrauchercharakteristik miteinbezogen werden (Demand side management). Diese Lösung wird dann automatisch etwaige Limiten für die maximale PV-Leistung in einem Netzwerk eli-



Beispiel der Integration von Solarzellen ins Gebäudedach an der Technischen Universität in München.

Imposante Würfelstruktur mit Solarzellen-Abdeckung: Discovery Science Solar Cube in Santa Anna, USA.



Internet-Links

Informationen zum Photovoltaik-Programm der IEA sowie zu den Projekten 5 und 7

www.iea-pvps.org
www.demosite.ch

Der neue Schweizer Photovoltaik-Auftritt
www.photovoltaic.ch

minieren.

Task 7: Photovoltaik im Gebäudeumfeld

Das Projekt wurde in vier Themenbereiche aufgeteilt:

- Subtask 1: Architektur von PV-Systemen im Gebäudeumfeld
- Subtask 2: Systemtechnologien
- Subtask 3: nicht technische Barrieren
- Subtask 4: Demonstration und Verteilung

der Resultate, Erfahrungen.

Die Enecolo AG übernahm für die Schweiz die Leitung des Subtask 2, und die EPFL-LESO war für die Demosite in Lausanne verantwortlich (Subtask 4).

Mit zwei Workshops, zwei Konferenzen, einem Design-Wettbewerb und verschiedenen Berichten sind alle gesammelten Resultate dem Zielpublikum (Architekten, Städteplaner, Ingenieure und PV-Planer) präsentiert worden.

Beispielsweise mit dem rund 200-seitigen Buch „Designing with Solar Power“, welches eine gute Anleitung für den Umgang mit Photovoltaik im Gebäude darstellt (Erscheinungsdatum Anfang 2003). Es vermittelt wertvolle Hinweise und animiert mit verschiedenen realisierten Praxisbeispielen sowie zahlreichen Informationen, eigene Ambitionen zu verwirklichen.

Weitere wichtige Resultate dieses Projekts sind zum einen die Datenbank www.pvdatabase.com, welche weltweit über 300 BIPV-Installationen (Gebäudeintegration) und über 100 Systemtechnologien für den Einsatz von Photovoltaik im Gebäude vorstellt. Zum anderen wurde auch eine Studie von NET AG, St. Ursen, realisiert, die das Potenzial von Photovoltaik in Gebäudeflächen in den involvierten IEA-Ländern präsentiert. In Abhängigkeit des Energieverbrauches und der Gebäudezahlen wird

dabei das Potenzial der prozentualen Deckung durch BIPV berechnet.

Alle erhältlichen Berichte und Bücher können unter www.photovoltaic.ch als Übersichtsliste eingesehen werden.

Zwei Projekte mit erfolgreichen Aktivitäten

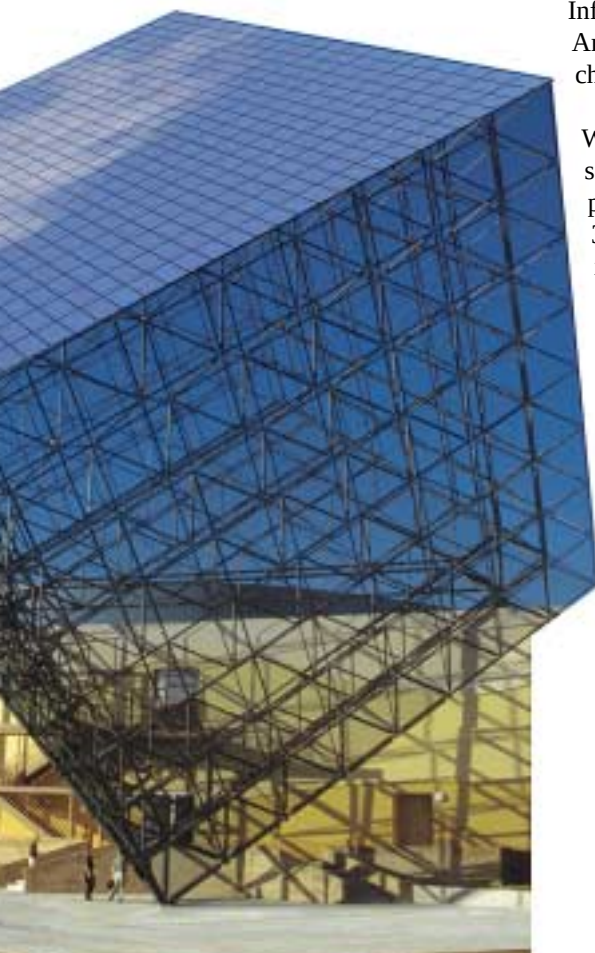
In



Internetauftritt der Datenbank von PVPS zu gebäudeintegrierten Projekten.

beiden Tasks wurden die angestrebten Ziele erreicht und optimales Informationsmaterial erarbeitet.

Dank der langjährigen Erfahrung in der Schweiz mit dem Thema „Photovoltaik im Gebäude“ konnten entsprechende Erfahrungen in beiden Projekt-Arbeitsgruppen eingebracht werden. Dieser Wissensvorsprung führte zu einem wichtigen und engagierten Einsatz der Schweiz in diesen IEA-Projekten. Die erzielten Resultate und Erfahrungen aus den beiden Tasks 5 und 7 werden aber auch wertvolle Impulse in der Schweiz auslösen. Es ist wichtig, dass Ingenieure, PV-Planer und Architekten auf einem – auch international – aktuellen Stand arbeiten können, damit die dezentrale Anwendung von Photovoltaik im Gebäude korrekt und ästhetisch eingesetzt wird.



Nachhaltig auch beim Bauen

Entwicklung neuer Materialien und Gebäudestandards ebnen den Weg für nachhaltige Bauten

Das BFE-Forschungsprogramm „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“ wird vom Bereichsleiter Andreas Eckmanns (BFE) und vom Programmleiter Mark Zimmermann (EMPA) koordiniert und betreut.

Wie beurteilen Sie die aktuelle Situation der Forschungs- und Umsetzungsaktivitäten im Gebäudebereich?

Mark Zimmermann: Der Gebäudebereich weist nach wie vor grosse Energiesparpotenziale auf. Wer glaubt, die Energieforschung sei nicht mehr nötig, weil Verbesserungen nur noch hinter der Kommastrichstelle möglich sind, irrt sich. Im Gegenteil: Die Energieforschung konzentriert sich heute verstärkt auf Verbesserungspotenziale, welche den Energieverbrauch von Gebäuden um Faktoren verringern. Passiv-

häuser, mit einem gegenüber herkömmlichen Bauten um rund 80 % reduzierten Energieverbrauch beweisen, dass derartige Ziele keine Utopie sind. Um die Umsetzung

„Wir sehen, wie dringend die Umsetzung energieeffizienter Gebäudestandards ist.“

Mark Zimmermann

solcher Konzepte auch auf bestehende Bauten auszuweiten, startet das Forschungsprogramm Ende 2002 einen Wettbewerb für Passivhaus-Sanierungen.

Andreas Eckmanns: Während verschiedene Akteure mit Hochdruck an den forschungsrelevanten Themen arbeiten, sind die Kantone – als bedeutende Partner im

Programm EnergieSchweiz – für die Umsetzung im Gebäudebereich zuständig. Hierbei sind die üblichen föderalistisch bedingten Unterschiede festzustellen. Von erfreulichen Beispielen, wie z.B. der dynamischen Einführung des Minergie-Standards in den Kantonen Bern, Zürich und Thurgau, erwarten wir einen grossen Multiplikationseffekt. Handlungsbedarf besteht aktuell noch bei der Umsetzung der SIA-Norm 380/4 „Elektrische Energie im Hochbau“ sowie im Bereich der Gebäudesanierungen.

Welche Forschungsthemen stehen im Vordergrund Ihrer Aktivitäten?

Mark Zimmermann: Wir gehen heute davon aus, dass der Passivhaus-Standard zahlreiche wichtige Impulse auf die Entwicklung von Komponenten, von Geräten und

Zentrum für Energie und Nachhaltigkeit

ZEN – das Zentrum für Energie und Nachhaltigkeit im Bauwesen – fördert eine rationelle und intelligente Energienutzung sowie nachhaltige Entwicklungen. Es befasst sich mit dem Einsatz erneuerbaren stofflichen und energetischen Ressourcen sowie der Schonung der Umwelt. Im Vordergrund stehen angewandte Forschung und Entwicklung, kundenorientierte Problemlösungen und die Wissensvermittlung. ZEN wird gebildet durch die Fachhochschulen Muttenz (FHBB/IFE), Biel (SH-Holz), Rapperswil (HSR), Luzern (HTA) und Winterthur (ZHW). Die Leitung des ZEN liegt bei der EMPA in Dübendorf.

www.empa.ch/zen

Mark Zimmermann (links) und Andreas Eckmanns leiten den Forschungs- und Demonstrationsbereich „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“.



der Bautechnik ausüben wird. Deshalb beteiligen wir uns an den entsprechenden Entwicklungen. Dabei geht es vor allem auch um eine wärmegeämmte Gebäudehülle, um kontrollierte Lüftung mit effizienter Wärmerückgewinnung und um eine möglichst auf erneuerbaren Energien basierende Energiebereitstellung. Mit Vakuum-Isolationsplatten (VIP) machen wir beispielsweise demnächst einen wesentlichen Schritt in Richtung neuer Dämmsysteme. Deren Entwicklung und Markteinführung muss durch Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen begleitet werden – dies auch in internationaler Zusammenarbeit.

Andreas Eckmanns: Mit unserem Engagement bei Swiss Energycodes, dem SIA-Projekt zur Aktualisierung und Harmonisierung von Energie- und Haustechniknormen wollen wir die Bedeutung gesamtschwei-

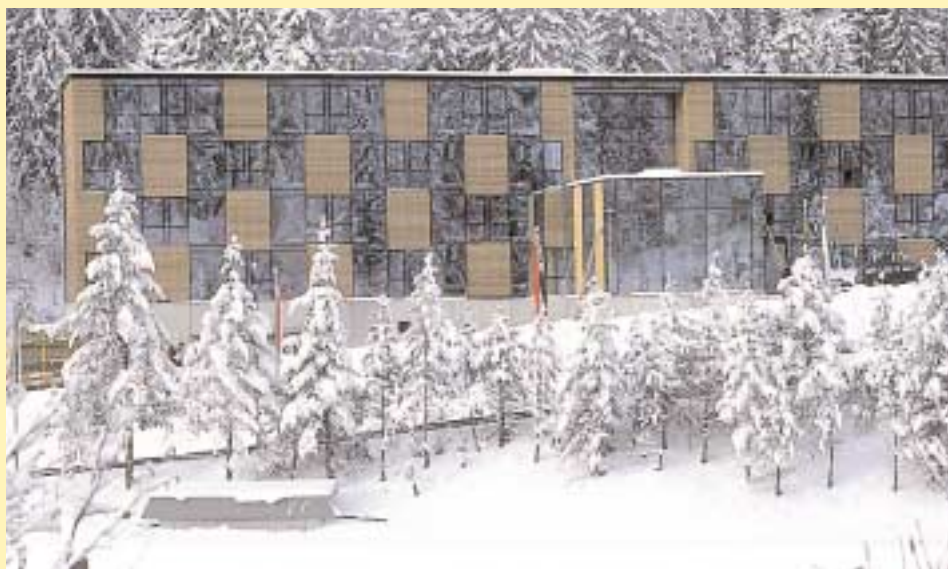
**„Mit unserer Unterstützung der Harmonisierung des Normenwerks bestätigen wir die Bedeutung gesamtschweizerischer Grundlagen.“
Andreas Eckmanns**

zerischer Grundlagen zur Planung energieeffizienter und nachhaltiger Bauten unterstützen und deren Realisierung unterstützen.

Auf welche Weise können die Forschungserkenntnisse einer breiteren Öffentlichkeit vermittelt werden?

Andreas Eckmanns: Das Umsetzungsverfahren mit Pilot- und Demonstrationsprojekten hat sich bewährt, was Beiträge in

Mark Zimmermann: Letztlich müssen sich energieeffiziente Bauten durchsetzen, weil sie einfach besser sind als konventionelle. Nur so können wir in einer Zeit, in welcher Energie billig und im Überfluss vorhanden ist, überzeugen. Passivhäuser beispielsweise, die ohne Zentralheizung das ganze Jahr über warm sind und ein behagliches Raumklima bieten, sind nicht nur energie- und umweltschonend, sie gewährleisten auch eine wesentlich bessere Bauqualität. Daneben sehen konventionelle Bauten mit Heizungskeller bereits etwas antiquiert aus. Mit der Unterstützung wegweisender Demonstrationsprojekte können wir wichtige Bevölkerungskreise – Planer, Bauherren und Bewohner – für neue Technologien begeistern. Gleichzeitig schaffen wir damit einen bescheidenen Markt für entsprechende Entwicklungen und Produkte und machen Installateure und Bauhandwerker mit den neuen Techniken vertraut.



*Mit einer wirkungsvoll gedämmten Gebäudehülle wird mehr Energie-Effizienz erreicht und weniger CO₂ produziert.
(Foto: Minergie)*

Internet-Links

BFE-Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprogramm „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“
www.empa-ren.ch

unabhängigen Fachzeitschriften und Zeitungsartikel immer wieder bestätigen. Um die Kommunikation mit dem interessierten Publikum weiter auszubauen, werden in Zukunft jedoch zusätzliche Aktivitäten notwendig. Als nächsten Schritt werden wir deswegen an der kommenden Swissbau 03 an der Sonderausstellung „City Lifting“ gemeinsam mit dem Bundesamt für Raumentwicklung ARE einen Auftritt zum Thema „Nachhaltige Quartierentwicklung“ haben, wo u.a. auch aus unserem Forschungsprogramm resultierende innovative Produktentwicklungen gezeigt werden.

Swiss Energycodes

Im Rahmen des Projekts „Swiss Energycodes“ wird das umfangreiche und teilweise unübersichtliche SIA-Normenwerk zur Haustechnik- und Energieanwendung aktualisiert und harmonisiert. Eine der gestarteten Aktionen umfasst die SIA-Norm 380/4 für elektrische Energie im Hochbau. Diese deckt – nach Erweiterung des Geltungsbereichs – rund 48 % des schweizerischen Stromverbrauchs ab, also ca. 25'000 GWh pro Jahr. Neben dem haustechnischen Verbrauch für Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung sind künftig auch Haushalts- und Bürogeräte Teil der Norm.

www.energycodes.ch
www.sia.ch
www.380-4.ch
www.snv.ch

Quartiere nachhaltig entwickeln

Zusammenarbeit von BFE und ARE ermöglicht Kombination von Raumentwicklung und Energie-Effizienz

Bisher hat sich die Energietechnik fast ausschliesslich auf das einzelne Gebäude konzentriert. Wärmedämmung und rationelle Energienutzung waren hierbei wichtige Themen. Für eine nachhaltige Entwicklung von Quartieren braucht es jedoch mehr als Einzelgebäude mit niedrigem Energieverbrauch. In enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) wurden Ziele formuliert, die als Basis geeigneter Forschungsprojekte dienen sollen.

Fruchtbare Zusammenarbeit der Bundesämter

Das seit Anfang 2000 zum UVEK gehörende Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) betreut seitdem neben der angestammten Raumplanung neu auch Aufgaben der Verkehrscoordination und der nachhaltigen Entwicklung. Voraus denken und planen stellen die wesentlichen Strategien zur Raum- und Verkehrsentwicklung in der Schweiz dar. Beim ARE werden Grundlagen in diesen Bereichen erarbeitet und die entsprechenden Kommunikationsmittel vorbereitet. Wichtig ist dabei auch die sorgfältige Betrachtung der Schnittstellen der drei Kernthemen Raum, Verkehr und nachhaltige Entwicklung.

Hier setzt nun die Zusammenarbeit der beiden Bundesämter BFE und ARE ein, die – zusammen mit dem BUWAL – bei der Erklärung zur strategischen Zielsetzung der Windenergienutzung vor einem Jahr erstmals gemeinsam in der Öffentlichkeit in Erscheinung traten.

Nachhaltige Quartiere

Beispiel der Quartierentwicklung in Genf: Mit der Überdeckung der Eisenbahnlinie konnte ein Areal geschaffen werden, das heute zur Behebung von Infrastrukturdefiziten dient.



emissionsarmen, Ressourcen schonenden Mobilität betrachtet.

Querschnittsfunktion des ARE vernetzt Aktionen

In vermehrter Masse nimmt sich der Bund der Agglomerationen an und formuliert politische Strategien. Für das ARE bedeu-

Entwicklung modellhaft fördern

Bei der nachhaltigen Quartierentwicklung geht es darum, konkrete Modellvorhaben zu unterstützen. Dabei sollen grössere, zusammenhängende Überbauungen in städtischen Quartieren mit allen sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Rahmenbedingungen analysiert werden. Wie können bestehende, sanierungsbedürftige Quartiere auf nachhaltige Weise entwickelt, die Energieeffizienz gesteigert und ein energiebewusstes Verhalten der Bewohner gefördert werden?

Energetische Sanierungen sollen dabei mindestens den Minergie-Standard erreichen und gleichzeitig eine bauliche Aufwertung ermöglichen. Parallel dazu werden raumstrukturelle Aspekte und energiesparende Wohnformen studiert und Fragen der Energiesysteme sowie einer möglichst



Internet-Links

Informationen zum Programm „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“: Unter „Ausschreibung 2002 – 2003“ sind Informationen zum Projekt „Nachhaltige Quartierentwicklung“ zu finden
www.empa-ren.ch

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) im Überblick. Das ARE wirkt auch als Koordinationsplattform des Bundes für die Politik der nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz
www.are.ch

tet dies, neue Mittel zu entwickeln und Zusammenarbeitsmodelle zu schaffen, die für eine Städtepolitik nutzbar sein können. Als Querschnittsamt des UVEK bildet das Bundesamt für Raumentwicklung einen Katalysator, der die thematische Vernetzung der Ämter unterstützt und sich der Nachhaltigkeit als prioritäre Sichtweise verpflichtet. Daraus lassen sich Hilfsmittel realisieren, die bei Kantonen und Gemeinden eine Vereinfachung der Energieplanung ermöglichen sollen, aber auch die Zielsetzungen bezüglich Energieträger, Verkehrsmittel usw. begünstigen werden.

In Anbetracht der Tatsache, dass nach neuesten Untersuchungen des ARE durchschnittlich rund 100'000 km pro Minute auf den Schweizer Strassen zurückgelegt werden und dass dazu 4,4 Mio. immatrikulierte Fahrzeuge verwendet werden, kommt der Ausarbeitung und Berechnung von Verkehrsmodellen, Schätzung der Luftschadstoffemissionen und des Energieverbrauchs grosse Bedeutung zu.

Beste Praxis auch bei der Raumentwicklung anwendbar

Beachtenswerte Beispiele der Quartierentwicklung finden sich in verschiedenen Städten. Massnahmen der Raumplanung haben hier direkten Einfluss auf eine zu-



Als Querschnittsamt des UVEK entwickelt das ARE neue Mittel und Zusammenarbeitsmodelle, die für eine nachhaltige Städtepolitik nutzbar sein können.

kunftsgerichtete Quartiererneuerung und Verkehrsführung ausgeübt. In Genf konnte mit der Überdeckung der Eisenbahnlinie zwischen den beiden Quartieren Saint-Jean und Charmilles ein 20'000 m² grosses Areal geschaffen werden, das zur Behebung von Infrastrukturdefiziten genutzt wurde und nun mit Bauten (z.B. Quartierzentrum, Bibliothek usw.) sowie Grünanlagen für örtliche Bedürfnisse versehen ist. Das neue Gelände wurde damit zu einem Bindeglied für die angrenzenden Wohnquartiere.

In Saint-Blaise und Hauterive bei Neuchâtel konnte mit Hilfe der ganzheitlichen Raumplanung die neue Nationalstrasse A5 derart in die Uferzone des Neuenburgersees integriert werden, dass sich auch neue Freizeit- und Erholungsräume für die örtliche Bevölkerung realisieren liessen. Ufer und Stadtteile werden dadurch verbunden und aufgewertet.

Für eine nachhaltige Entwicklung von Quartieren müssen zunächst alle sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen, also nachhaltigen Rahmenbedingungen analysiert werden. Beispiel: Planungsentwurf für Freizeit- und Entwicklungszentrum Bern-Brünnen.

(Bilder: Bundesamt für Raumentwicklung ARE)

brenet – Netzwerk mit Kompetenz

Der Bund (EVD) ist dabei, nationale Kompetenznetze der Fachhochschulen zu bestimmen. Im Energiebereich hat „brenet“ inzwischen diese Anerkennung erhalten. Das neue Netzwerk für interdisziplinäre Gebäudetechnik und erneuerbare Energien brenet (building and renewable energies network of technology) umfasst mehrere Fachhochschulen, die EMPA, die SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) sowie das Ökozentrum Langenbruck. Die im Bereich Energie und Bau bereits seit Jahren bestehende Kooperation und Projektzusammenarbeit mit Fachhochschulen und Forschungsinstituten wird dadurch bestätigt und gleichzeitig verstärkt.

Die Koordination von brenet erfolgt durch das Zentrum für interdisziplinäre Gebäudetechnik ZIG an der HTA Luzern. Brenet pflegt Kontakte zu den nationalen und internationalen Partnern, zu Schulen, Baufachleuten und Non-Profit-Organisationen (NPO).

www.brenet.ch

Nachdiplomstudium EN-Bau mit brenet als Partner

Dieses berufsbegleitende Nachdiplomstudium für Bau- und Haustechnikfachleute zeichnet sich durch einen modularen Aufbau aus. Vor kurzem wurden in Winterthur und Chur der „Basiskurs Bau + Energie“, in Luzern der „Vertiefungskurs Gebäudetechnik“ und in St. Gallen der „Vertiefungskurs Facility Management“ begonnen. In der Westschweiz läuft bis im Februar 2003 der „Vertiefungskurs Bauplanung“. EN-Bau ist Partner des Kompetenznetzwerks brenet.

www.en-bau.ch



VIP in den Markt begleiten

Arbeitsgemeinschaft vip-bau.ch koordiniert

Forschungsaktivitäten und fördert Anwendungsprojekte mit Vakuumisolation

Um die Energieeffizienz eines Gebäudes zu erhöhen, muss die thermische Isolation entsprechend gewählt werden. Diese Tatsache hat in den vergangenen Jahren zur Entwicklung von Fenstern mit deutlich reduzierter Wärmeleitfähigkeit geführt. Den Schritt zu Niedrigenergiehäusern konnte jedoch nur gemacht werden, indem man auch die Wände thermisch entsprechend verbesserte. Dicke Isolationsschichten und Wandkonstruktionen waren die Folge.



Vakuum-Isolationsplatten (VIP) stellen einen wichtigen Meilenstein bei der Entwicklung von leistungsfähigen Dämmsystemen dar.

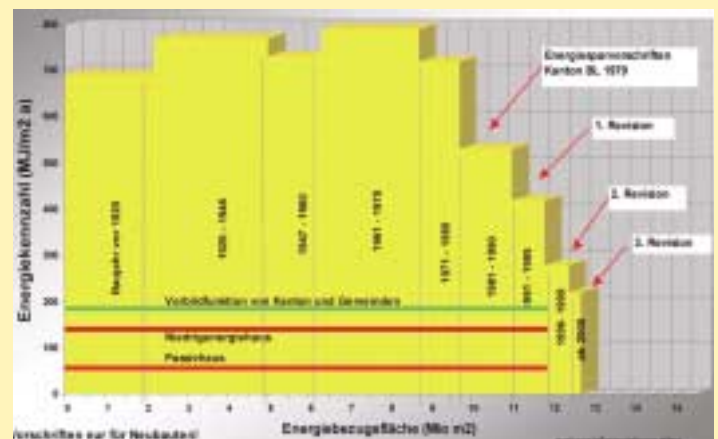
terstützen und um andererseits das Potenzial dieser neuen Technologie optimal zu nutzen und eine Markteinführung ohne technische Pannen zu gewährleisten, hat das Bundesamt für Energie BFE die Arbeitsgemeinschaft vip-bau.ch initiiert. Die ARGE vip-bau.ch besteht aus der EMPA (Abt. Bauphysik Dübendorf), der Fachhochschule beider Basel (Institut für Energie IfE) und der Dr. Eicher + Pauli AG. Die Aufgaben sind in Forschung und Prüfverfahren, in Entwicklungsarbeiten für P+D-Projekte sowie in die Leitung und technische Promotion aufgeteilt. Gleichzeitig hat man auch die Führung des IEA-Projekts „High Performance Thermal Insulation“ (Annex 39) zur internationalen Zusammenarbeit in Grundlagenfragen und Systementwicklungen von VIP sowie zum Erfahrungsaustausch übernommen.

Als Hüllfolie ist eine metallisierte, mehrlagige Kunststoffolie im Einsatz. Durch die Evakuierung erreicht die Platte ihre besonderen Isolationseigenschaften und die notwendige Formstabilität. Kritische Größen sind daher die Gasdichtheit der Folie als Folge möglicher Beschädigungen bei Verarbeitung und Montage sowie die Alterungsbeständigkeit der Hülle.

Forschungsarbeiten als Basis einer breiten Markteinführung

Ziel der Forschungsarbeiten sind einerseits das Definieren von Grundlagen für Prüfmethoden, Testverfahren und Standards. Andererseits sollen auch Anwendungsfragen erörtert werden, um Rechenmodelle effizient nutzen und typische Konstruk-

Die hohen Energiekennzahlen älterer Gebäude (Beispiel: Kanton Baselland) verdeutlichen das grosse Potenzial für Sanierungen mit VIP.



Mit geringerer Dicke isolieren

Einen wichtigen Meilenstein bei der Entwicklung von leistungsfähigen Dämmsystemen stellen sogenannte Vakuum-Isolationsplatten (VIP) dar. Diese können mit wesentlich verringerter Dicke den gewünschten Wärmedurchgangswiderstand erreichen und eignen sich damit für zahlreiche Wärmedämmungen im Gebäude.

Um einerseits die Forschung und Entwicklung national zu koordinieren und zu un-

Aufbau mit Kern und Hülle

Vakuum-Isolations-Platten bestehen aus einem mikroporösen Kernmaterial und einer für das Vakuum notwendigen Umhüllung. Sie wenden damit das selbe physikalische Prinzip an wie vakuumisolierte Thermosflaschen. Als Kernmaterial wird meist Kieselsäure-Staub verwendet, den man mit einem Trübungsmittel ergänzt, mixt und zu Platten presst. In Entwicklung befindet sich auch Kernmaterial aus mikroporösem Aerogel.

tionen beschreiben zu können. Ausserdem sind weitere Funktionen, die von Dämmmaterialien heute erfüllt werden müssen, bei VIP zu prüfen, beispielsweise der Schall- und Brandschutz sowie die sichere Verarbeitung auf der Baustelle.

VIP kommen als Wärmedämmung vor allem dort in Frage, wo knappe oder teure Platzverhältnisse anzutreffen sind bzw. keine dicken Isolationen angebracht werden können. So lassen sie sich sowohl für Aussen- als auch für Innen-Isolationen



Dickenvergleich zwischen herkömmlichem Isolationsmaterial und VIP verdeutlicht den Vorzug dieser neuen Technik.

vorsehen. Ferner sind Anwendungen bei Warmwasserspeichern, Kühlgeräten usw. denkbar.

Im Sanierungsbereich Fuss fassen

Einen wesentlichen Fokus wird auch auf die Integration in Bauteile gerichtet, um eine einfache und sichere Verarbeitung zu gewährleisten und damit auch bei neuen Niedrigenergiehäusern mit wesentlich geringeren Wandstärken auszukommen. Aufgrund der bestehenden Bausubstanz der Schweiz mit einem hohen Erneuerungsbedarf sollen jedoch in den nächsten Jahren vor allem die Anwendungen im Sanierungsbereich im Vordergrund stehen.

Bauen und Sanieren für morgen

Integraler Ansatz zur Realisierung zukunftsweisender Neubauten und Renovationsvorhaben

Synergiepark vereint alle energierelevanten Erkenntnisse

Die Nutzung von Synergien steht beim Synergiepark als grundlegendes Prinzip im Mittelpunkt. Dieses dreigeschossige Wohn- und Gewerbehaus in Gams im St. Galler Rheintal setzt zum einen auf den Minergie-Standard mit den entsprechenden Kriterien für die Gebäudehülle hinsichtlich Wärme- und Schallschutz, zum andern auf den kombinierten Einsatz von Sonnenenergie und Umgebungswärme. Es dient damit einem Gewerbebetrieb der Heizungsbranche als Demonstrationsanlage.

Konzeption mit passiven und aktiven Elementen

Das Gebäude besteht aus einem Betonskelettbau und einer Holzelementkonstruktion als Hülle. Die gegen das Erdreich mit einer 30 cm dicken Blähglasschüttung gedämmte Fundamentplatte dient als aktiv bewirtschafteter Wärmespeicher.

Sonnenkollektoren liefern Energie für die Warmwassererzeugung und für die Hei-

zungsunterstützung. Als subsidiäre Elemente dienen eine Sole-Wasser- und eine Luft-Wasser-Wärmepumpe. Drei Erdsonden mit 90 m Tiefe geben ersterer die nötige Erdwärme ab. Installiert sind thermische Flachkollektoren, Fassaden- und Röhrenkollektoren mit insgesamt 69 m² sowie Photovoltaik-Module mit 5,2 kW_p.

Mit viel Sonne zum Solarpreis

Heidi und Peter Schibli sind in der Kategorie „Eigentümer und Inhaber“ mit dem Solarpreis 2001 ausgezeichnet worden. Zudem hat das Projekt in Berlin den Europäischen Solarpreis erhalten. Die solare Energieversorgung dieses Wohn-, Gewerbe- und Ausstellungshauses beträgt ca. 60 % und demonstriert in beispielhafter Art das zur Verfügung stehende Nutzungspotenzial.

Umfassende Sanierung mit hoher Zielvorgabe

Die an der stark befahrenen Wehntalerstrasse in Zürich-Affoltern liegenden Mehrfamilienhäuser der Baugemeinschaft

Internet-Links

Arbeitsgemeinschaft vip-bau.ch im Überblick
www.vip-bau.ch

IEA-Projekt High Performance Thermal Insulation – HiPTI (Annex 39, ECBCS)
www.ecbcs.org/Annexes/annex39.htm

Beschreibungen von VIP-Projekten
www.empa-ren.ch/ren/HLWD.htm
www.empa-ren.ch/ren/HiPTI_Basics.htm
www.empa-ren.ch/ren/HiPTI_Applications.htm



www.empa-ren.ch/ren/Synergiepark.htm
www.solaragency.org
www.heizplan.ch

Beim Synergiepark in Gams liefern Sonnenwärme und -licht sowie Boden- und Luftwärme ein hohes Mass an Energie.

Waidmatt wurden in den Jahren 2000/2001 umfassend saniert. Lärmschutzmassnahmen, Wohnraumerweiterungen, neue Nasszellen und Küchen, Wohnungslüftung und Aussendämmung realisierte man in diesen über 50 Jahre alten Bauten. Damit konnte der Minergie-Standard erreicht werden – und für die Bewohner ein deutlich höherer Komfort.

Bestätigen Messungen die Planungswerte?

Haben die durchgeführten Massnahmen aber auch die angestrebte Wirkung erzielt? Mit einer vom BFE unterstützten detaillierten Ausmessung des Lüftungssystems wurde dieser Frage inzwischen nachgegangen.

Der Einbau einer Lüftungsanlage war ein zentrales Element der Sanierung. Pro Block mit 12 Wohnungen ist ein Gerät im Estrich installiert. Dort erfolgt die Ansaugung der Aussenluft und die Wärmerückgewinnung



Mit einer Messkampagne wurden an ausgewählten Standorten verschiedene Parameter der Luftqualität und die Luftmengen untersucht.

aus der Abluft. Die Lufttemperatur und -feuchtigkeit wurde während des vergangenen Winters stündlich aufgezeichnet. Der Elektrizitätsverbrauch der Lüftung beträgt – auf die Energiebezugsfläche bezogen – 2,53 kWh/(m²a). Damit liegt man unter dem Richtwert (Clima-Suisse, 1998) von 3,5 kWh/(m²a) für gute Wohnungslüf-

tungen.

Luftmengen-Messungen

Mit einem von der EMPA Dübendorf zur Verfügung gestellten „Flow Finder“-Luftmengenmessgerät konnten auch sämtliche Luftdurchlässe in einem Wohnblock ausgemessen werden. Zunächst wurden grosse Messwertstreuungen zwischen den einzelnen Wohnungen sowie durchschnittlich zu tiefe Luftmengenwerte gemessen. Hier setzen nun Optimierungsmassnahmen ein. Eine Bewohnerbefragung zeigte insgesamt eine positive Bilanz bezüglich erhöhtem Schallschutz, Klima und Behaglichkeit.

www.empa-ren.ch/ren/Waidmatt.htm

Werner Hässig, Projektleiter
Basler & Hofmann AG, CH-8008 Zürich

Status-Seminar: Überblick über aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

Das schweizerische Status-Seminar wird seit 1980 alle zwei Jahre durchgeführt und gibt einen aktuellen Überblick über laufende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Das 12. Status-Seminar vom 12./13. September



2002 an der ETH Zürich mit dem Thema „Energie- und Umweltforschung im Bauen“ wurde von rund 300 Teilnehmenden besucht.

Mark Zimmermann, BFE-Programmleiter, wies in seinen einleitenden Worten darauf hin, dass seit dem letzten Status-Seminar die Grenzen, die uns im Umgang mit Energie und Umwelt gesetzt sind, durch verschiedene aktuelle Ereignisse noch klarer bewusst geworden seien und somit zu einem verstärkten Engagement in Forschung, Entwicklung und Umsetzung im Markt führen müssen.

Parallel zum Status-Seminar wurde die Tagung „Bauen, Sanieren – wirtschaftlich Investieren“ des Forschungsprogramms „Energiewirtschaftliche Grundlagen“ durchgeführt. Dessen BFE-Programmleiter Ruedi Meier erläuterte den entsprechen-



den Aufgabenbereich, welcher sozio-ökonomische Fragen der Energiethematik umfasst und damit Grundlagen für Entscheidungsprozesse auf nationaler Ebene liefert.

Die Beiträge des Status-Seminars sind einzeln abrufbar:

www.empa-ren.ch/Internet-Files/Programm/Aktuelles/aktualitaeten/Status-Seminar/tagungsband_2002.htm
Der vollständige Tagungsband (SFr. 60.-) kann bestellt werden unter: zen@empa.ch



Grundsteine legen

Basis für die Energiepolitik und das sozio-ökonomische Verständnis sind entsprechende Forschungsaktivitäten

Das BFE-Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG) befasst sich mit wirtschaftlichen, sozialen und umweltrelevanten Fragen der Energieproduktion, -nutzung und -versorgung. Bereichsleiter Martin Beck und Programmleiter Ruedi Meier definieren Forschungsaktivitäten und präsentieren Resultate:

Wie beurteilen Sie die sozio-ökonomische Situation im Gebäudebereich?

Ruedi Meier: Dieser für die Energienutzung eminent wichtige Bereich ist geprägt von zahlreichen, sich widerstrebenden Einflussfaktoren. Wir sehen nach wie vor Hindernisse bei der Nutzung des technischen Potenzials zur Energieeinsparung in den Gebäuden. Eines liegt beispielsweise im geringen Anteil der direkten Energiekosten an der gesamten Wertschöpfung

eines Gebäudes, wodurch Massnahmen für mehr Energieeffizienz marginal erscheinen. Im Weiteren geht es darum, einen optimalen Massnahmen-Mix zu finden und zu kommunizieren.

Martin Beck: Die eidgenössische Energieforschungskommission CORE hat in ihrem Konzept 2000 – 2003 das Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen neben den drei technischen Forschungsbereichen Rationelle Energienutzung, Erneuerbare Energien und Kernenergie als vierten prioritären Hauptbereich bezeichnet. In erster Linie soll das EWG der Formulierung einer kohärenten Energiepolitik dienen, indem Entscheidungsgrundlagen erarbeitet werden. Beispielsweise Ursachenanalysen und Monitoringprojekte, die Antworten auf offene Fragen geben – auch für den Gebäudebereich.

Haben Sie dazu weitere konkrete Beispiele?

Ruedi Meier: Untersuchungen der Energiekennzahlen von Neubauten in den einzelnen Kantonen haben Resultate erbracht, die wir zurzeit weiter

analysieren, um die Einflussfaktoren zu klären. Hier werden auch Rückschlüsse auf Baugesetze, deren Umsetzung und die Kontrolle möglich sein. Grundsätzlich kommt der Datenermittlung in allen Sektoren (Industrie, Verkehr usw.) grosse Bedeutung zu. Nur auf einer fundierten Datenbasis lassen sich Kostenstrukturen erstellen, Wirt-

„Der Gebäudebereich ist geprägt von zahlreichen, sich widerstrebenden Einflussfaktoren.“

Ruedi Meier

schaftlichkeitsberechnungen machen und Planungshilfsmittel realisieren.

Martin Beck: Oft wird die Frage gestellt, ob man aus energetischer Sicht eher eine Sanierung anstelle eines Abbruchs und Gebäudeneubaus anstreben soll. Zielgerichtete Forschungsprojekte gehen beispielsweise dieser Frage nach und klären Faktoren ab, geben Aufschluss über Kriterien und erläutern aktuelle Problemfelder, wie die heute

Das Buch: Bauen, Sanieren, wirtschaftlich Investieren

Die Vorträge der EWG-Tagung anlässlich des Status-Seminars 2002 sind auch in Buchform zusammengefasst und geben einen Überblick über die aktuellen energiewirtschaftlichen Erkenntnisse zum Gebäudebereich. Herausgeber: Ruedi Meier, Martin Beck und Pascal Previdoli.

www.ewg-bfe.ch
Verlag Rüegger, CH-8040 Zürich
www.rueggerverlag.ch

Ruedi Meier (links) und Martin Beck leiten das BFE-Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen und koordinieren die entsprechenden Forschungsaktivitäten.



Arbeitsfelder des EWG-Programms

Daten

Notwendige Voraussetzung zur Beurteilung der Energiepolitik (Indikatoren, Verbrauchszahlen usw.)

Perspektiven

Analyse von Angebots- und Nachfrageentwicklungen (Trends, Energiemassnahmen usw.)

Modelle

Gleichgewichts-, Makro- und Bottom-up-Modelle (Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft usw.)

Kosten, Wirtschaftlichkeit

Schätzung externer Kosten von Energiesystemen (Kosten/Nutzen usw.)

Massnahmen

Vollzug, Wirksamkeit und Effizienz von Massnahmen im Energiebereich (Analysen zu Energie-Contracting usw.)

Energiemärkte

Grundlagen für die Regelung der Energiemärkte (Nicht amortisierbare Investitionen, Service public usw.)

Das BFE-Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen – EWG – mit den jeweiligen Publikationen

www.ewg-bfe.ch

unsicherheit prägt diese Diskussion. Im Weiteren sind die Einflussfaktoren kaum genügend beleuchtet worden. Deshalb haben wir mit einem Projekt die Definition des Begriffs Nachhaltigkeit für den Energiebereich untersuchen lassen. Mit dem Resultat, dass wir nun die Wechselwirkungen und gegenseitigen Abhängigkeiten besser beurteilen können.

Ruedi Meier: Mit dem neuen Projekt Vision 2050 wollen wir den Entwicklungen im

„Die CORE betrachtet das Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen als einen prioritären Bereich.“

Martin Beck

Energiebereich gezielter nachgehen und Untersuchungen durchführen, die als Grundlage für die definierte CORE-Zielvorgabe von 1 Tonne CO₂ pro Kopf und Jahr bis 2050 dienen sollen. Die Fragestellung lautet: Was müssen wir heute unternehmen, um dieses Ziel im Jahr 2050 zu erreichen und welche Zusammenhänge bestehen

Herbstseminar 2002

Minergie für Gewerbe-, Industrie- und öffentliche Bauten stand im Mittelpunkt des Herbstseminars Ende Oktober. Nachdem sich dieser Gebäudestandard im Wohnbereich etablieren konnte, bleibt ein grosses Potenzial bei Gewerbebauten. Hans-Rudolf Zulliger, Präsident der CORE, referierte eingangs über die Energieperspektiven. Technische Aspekte der Planung, Berechnung und Ausführung bei Minergie-Bauten wurden in mehreren Vorträgen behandelt.

www.swood.bfh.ch

zwischen den wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Faktoren?



Abbruch mit Ersatzneubau oder Gesamt-sanierung? Dieser Frage geht auch das Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen mit gezielten Studien nach.

Kosten vs. Nutzen

Grenzkosten als energie- und gebäudewirtschaftliches Szenario für Effizienzsteigerungen

Höhere Energie-Effizienz bei gleichzeitig sinkenden Energiekosten und Emissionen sind bei Gebäuden eine anzustrebende Zielvorgabe. Wie sieht jedoch das Kosten-Nutzen-Verhältnis des energieeffizienten Bauens und Sanierens aus? Dieser Frage geht die Studie „Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen“ nach.

Gebäudedämmung als Basis der Kostenanalysen

Im Vordergrund stand die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch Wärmedämmung, bessere Fenster und Komfortlüftung. Wie hoch sind die Mehrkosten einer besseren Gebäudedämmung; welcher energetische Effizienzgewinn und welche Kostenreduktionen lassen sich dadurch erreichen? Bei den in diesem Bereich tätigen Unternehmen wurden dazu beispielsweise die Kosten in Funktion der Dämmstärke erhoben. Dabei hat sich gezeigt, dass die festgestellte Streuung bei höheren Dämmstärken einen Einfluss auf die Grenzkosten (Kosten/Energieeinheit) hat. Mit einer Marktstimulation könnte hier eine Dynamik in Gang gesetzt werden, welche Lern- und Erfahrungseffekte aktivieren würde.

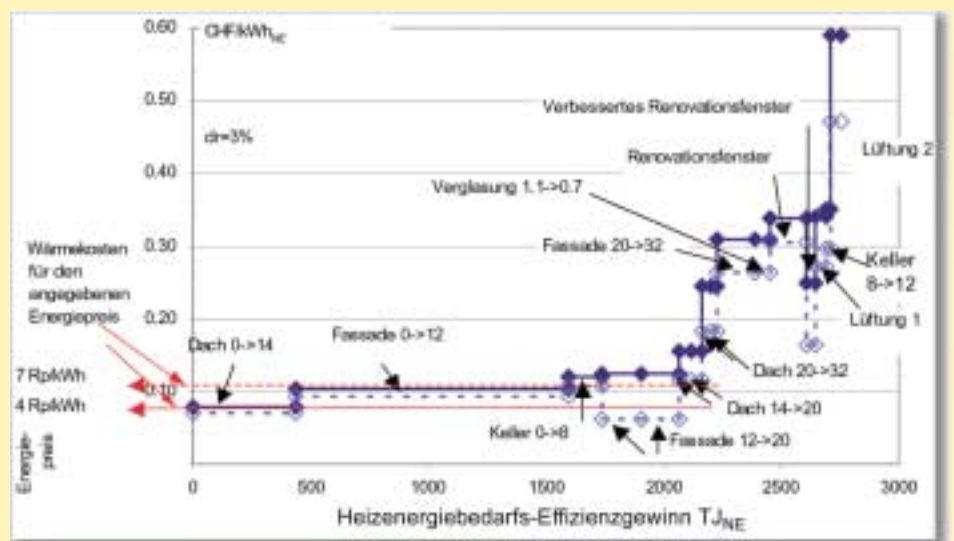
Ziel des Projekts war die Bestimmung des Grenzkostenverlaufs bei zusätzlichen Effizienzinvestitionen in Wohngebäuden für den heutigen und zukünftigen Zeitpunkt. Mit der Berechnung der Grenzkostenkurven, basierend auf dem jetzigen Kenntnisstand und auf den Energiebezugsflächen, konnten Hinweise für die einzelnen Gebäudekategorien gegeben werden. Bei Wärmekosten, die einem bestimmten Energiebezugspreis entsprechen, sind mögliche Effizienzgewinne deutlich zu erkennen, wenn die zur Verfügung stehenden Massnahmen ergriffen werden. Dies gilt sowohl bei Sanierungen als auch bei Neubauten.

Unsichere Zukunftsparameter beim Energieangebot

Aus Sicht der Bauträgerschaften entspricht die Gebäudedämmung einem langfristigen Versicherungsgedanken, in Annahme möglicher Energiepreisteigerungen; aus energiewirtschaftlicher Sicht erkennt man ein grosses Effizienzpotenzial. Beide Betrachtungsweisen stellen heute keine Visionen von Idealisten mehr dar.

Die gemachten Analysen haben gezeigt, dass beispielsweise Wärmedämmmass-

ebenfalls erwähnt werden. Ebenfalls von Bedeutung sind die sich durch besseres Bauen verändernden Rahmenbedingungen bei der Kreditsituation und der Wohnungsnachfrage. Diese Themen sind Gegenstand eines weiteren Forschungsprojekts: Direkte und indirekte Zusatznutzen bei energieeffizienten Wohngebäuden.



nahmen bei bisher ungedämmten Gebäuden in vielen Fällen rentabel sein können. Zu beachten ist hierbei, dass die Energie- und Wärmepreise relativiert werden müssen, da sie aus heutigem Blickwinkel in der Rechnung berücksichtigt wurden, und somit Veränderungen während der Nutzungsdauer der Wärmedämmmassnahmen von 20 bis 50 Jahren schwer abzuschätzen sind.

Nebeneffekte verstärken die Wirkung

Positive Nebeneffekte, wie Lärmschutz, Raumklimaverbesserungen usw., die bisher kaum monetär erfasst worden sind, müssen

Aggregierte gesamtschweizerische Brutto-Grenzkostenkurve des Gebäudebestandes der Einfamilienhäuser der Bauperiode 1900 – 1960 für die Betrachtungsperiode 2001 bis 2010.

Studie:

Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen; Martin Jakob, Eberhard Jochem, Kurt Christen, P. Stocker, CEPE, ETH Zürich; 2002.

Bezug: www.bundespublikationen.ch (Nr. 805 054)

Aktiv für Minergie und Passivhaus

Gemeinsames Dach bietet für beide Gebäudestandards optimale Zukunftsperspektiven

Ist es sinnvoll, den seit rund zehn Jahren in Deutschland und Österreich aufkommen- den Gebäudestandard Passivhaus im Rahmen von Minergie zu fördern? Dieser Frage ging eine vom BFE unterstützte Studie nach, welche die Marktpotenziale und die entsprechend zu wählenden Strategien für die beiden Standards abzuklären versuchte.

Etablierter Minergie-Standard als Wegbereiter

Minergie ist als neue Bauqualität im Schweizer Immobilienmarkt bereits gut, jedoch regional unterschiedlich eingeführt. Heute erfüllen schätzungsweise 10 % der neu erstellten Gebäudefläche diesen Standard. Das Passivhaus hat energetisch strengere Regeln und reduziert den maximal zulässigen Wärmeverbrauch (inkl. Warmwasser) gegenüber Minergie um ca. 30 %. In der Schweiz sind bisher einige Dutzend Häuser nach diesem fortschrittlichen Standard erstellt worden.

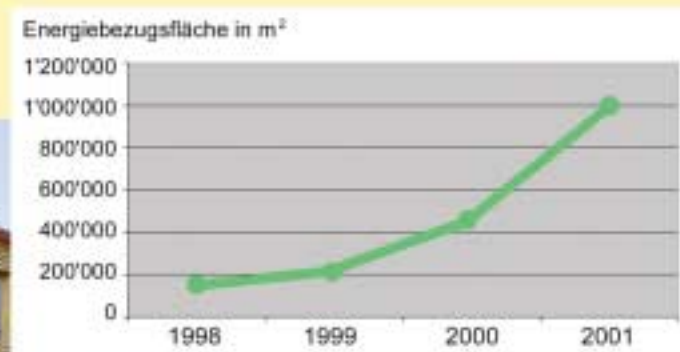
Mit einer Befragung von ca. 50 direkt involvierten Fachleuten und rund 100 Vertretern aus dem Bau- und Immobilienmarkt wurde eine Analyse der Chancen und Risiken einer gemeinsamen bzw. getrennten Marketingstrategie untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass eine Marketingstrategie mit Minergie als Dachmarke und den beiden Produkten „Minergie-Standard“ und „Minergie-Passiv“ Vorteile aufweisen würde. Die Botschaft von Minergie – mehr Lebensqualität bei tieferem Energieverbrauch – ist für die weitere Markteinführung beider Produkte gültig und von grosser Bedeutung.

Stand der Technik für Neubauten und Sanierungen

In den nächsten Jahren sollten die Merkmale beider Produkte deutlich kommuniziert werden. Die technischen Lösungen für Minergie sind heute bereits Stand der Technik und auch im Sanierungsbereich

anwendbar. Durch die aktive Unterstützung der Kantone – einerseits durch die Minergie-Zertifizierung öffentlicher Gebäude, andererseits durch Förderprogramme – bestehen reelle Chancen, in zehn Jahren einen Marktanteil von 20 – 40 % zu erreichen.

Den Markt für das Passivhaus betrachten die Experten aufgrund höherer Investitionskosten usw. für die nächsten Jahre noch als bescheiden, die Impulse für weitere technologische Entwicklungen werden jedoch beachtlich sein. Die Qualitätssicherung bei Beratung, Ausführung, Zertifizierung und Unterhalt soll hingegen kontinuierlich verbessert werden, um den Begriff Minergie im öffentlichen Bewusstsein weiter festigen zu können.



Entwicklung von Minergie in der Schweiz: Energiebezugsfläche von Gebäuden, die mit dem Minergie-Label zertifiziert sind.

Minergie ist als neue Bauqualität im Schweizer Immobilienmarkt bereits gut, jedoch regional unterschiedlich eingeführt.
(Foto: Minergie)

Studie:
Marktpotenziale und Marktstrategien für Minergie und Passivhaus; Sven Frauenfelder, Linder Kommunikation AG, CH-8032 Zürich.
Bezug: www.bundespublikationen.ch (Nr. 805 055)

www.minergie.ch
www.linder-kom.ch

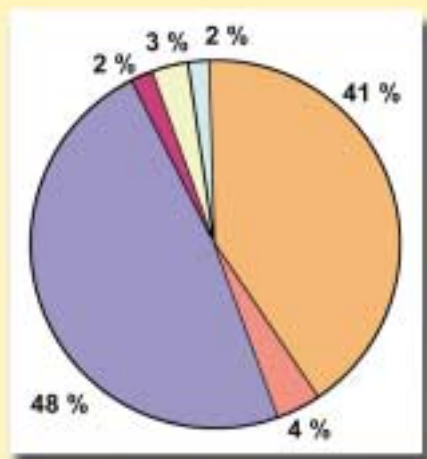
Sie wissen wenig

Über die Nutzung thermischer Solarenergie haben viele Hauseigentümer geringe Kenntnisse

Bei Besitzern von Einfamilienhäusern ist eine grundsätzliche Bereitschaft vorhanden, Energie zu sparen. Auf dieser Tatsache aufbauend, ging eine vom BFE unterstützte Studie der Frage nach, welchen Kenntnisstand man bei dieser Zielgruppe zum Thema der solaren Energienutzung findet.

Geringes Faktenwissen hemmt das Interesse

Während knapp die Hälfte der befragten 605 Personen erste Überlegungen zum Einbau einer Solaranlage für die Warmwasseraufbereitung und konkrete Pläne gemacht hat, befassten sich die Übrigen bisher noch nie damit.



Bei Eigentümerhaushalten in Einfamilienhäusern wird das Warmwasser durch folgende Anlagen erzeugt:

- 48 % Elektroboiler
- 41 % eigene Zentralheizung
- 4 % gemeinsame Zentralheizung
- 3 % andere Mittel
- 2 % Solaranlagen
- 2 % keine Angaben.

Das Image solcher Anlagen ist auf der positiven Seite durch eine verringerte Abhängigkeit von Preisschwankungen bei fossilen Energieträgern und durch einen sichtbaren Ausdruck der Fortschrittlichkeit geprägt. Andererseits vermuten mehr als zwei Drittel der Befragten hohe Mehrkosten gegenüber einer konventionellen Anlage. Zudem ist die Hälfte noch unsicher, ob die Technik ausgereift ist. Und schliesslich sind auch ästhetische Gründe der Dachmontage ein negatives Argument.

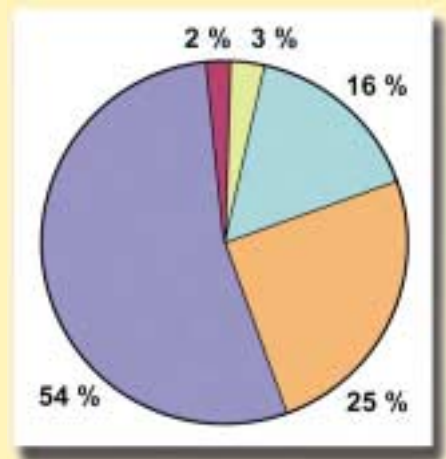
Marktchancen nutzen durch mehr Information und Beratung

Tatsache ist jedoch, dass Solaranlagen heute ausgereift sind und dank Integrationslösungen kaum mehr ästhetische Nachteile aufweisen. Sachliche Informationen sind daher gefordert. Das Faktenwissen ist grösstenteils gering, sowohl bezüglich Nutzen als auch zeitlichem Aufwand und Kosten eines Einbaus. Gleichzeitig wurde durch die Studie auch ein erhebliches Marktpotenzial bestätigt. Neutrale Beratung, Funktionsgarantie und professioneller Service sind – wie bei allen anderen Haustechnik- und Haushalts-Anschaffungen – ernst zu nehmende Bedingungen für den Erfolg.

Studie: Marktpotenziale und Markthindernisse der thermischen Solarenergie; Frohmutter Gerheuser, POLIS Brugg.

www.ewg-bfe.ch

(unter Jahresberichte/Massnahmen)



Bisherige und künftige Hauseigentümer antworten auf die Frage: Haben Sie den Einbau einer Solaranlage schon einmal überlegt?

- 54 % nicht überlegt
- 25 % vage überlegt
- 16 % ernsthaft überlegt
- 3 % fest geplant
- 2 % hat Solaranlage.



Mit sachlicher Information lässt sich das erhebliche Marktpotenzial für thermische Solarenergie besser nutzen.
(Foto: SSES)

Brennstoffzellen

Die Zukunft zeichnet sich ab

An der internationalen Konferenz FUEL CELL 2002 vom 1. – 5. Juli 2002 in Luzern trafen sich 590 Brennstoffzellen-Fachleute aus 35 Ländern. In seiner Begrüssung wies Meinrad Eberle (bis Mitte 2002 PSI-Direktor) darauf hin, dass bei der Produktion von Wasserstoff und Methanol, aber auch bei der Infrastruktur für deren Verteilung und Speicherung noch viel Entwicklungsarbeit zu tun sei. Im Weiteren sollte die Zukunft auf einem nachhaltigen Weg erreicht werden; das Vertrauen in die Brennstoffzellentechnologie dürfe nicht leichtfertig aufs Spiel gesetzt werden.

Schweizer Forscher präsentierten verschiedene, zum Teil mit BFE-Unterstützung realisierte Projekte für stationären und mobilen Einsatz von Brennstoffzellen. (z.B. www.powerpac.ch)

Für Ulf Bossel, Initiant und Organisator der Fuel-Cell-Konferenz, stellt sich die Frage, ob die Brennstoffzelle am Scheideweg stehe. Da Wasserstoff nur mit erheblichem Energieaufwand erzeugt, komprimiert, verflüssigt und transportiert werden kann wird er in nächster Zukunft kaum kostengünstig zur Verfügung stehen. Selbst wenn die technischen Lösungen für Distribution und Lagerung vorhanden sind, ist die Verbreitung von PEM-Brennstoffzellen stark limitiert. Deshalb verspricht einerseits die Nutzung von Methanol günstigere Voraussetzungen und gehört andererseits die Zukunft wohl den „Allesfressern“, also jenen Zellentypen, bei denen Luftsauerstoff zum Brennstoff transportiert wird und man deshalb verschiedene Brennstoffe in Strom umwandeln kann, z.B. bei MCFC (Schmelzkarbonat) und bei SOFC (Festoxid). Ferner dürfte auch eine verstärkte Konzentration auf Gesamtsysteme, z.B. mit Wärmepumpen usw., zunehmend Bedeutung erlangen.

European Fuel Cell Forum im Überblick
www.efcf.com

Sparen bei Druckluft

Praktische Untersuchungen bestätigen das Stromsparpotenzial bei gewerblich genutzten Druckluftanlagen

Rolf Gloor
Projektleiter
Gloor Engineering
CH-7434 Sufers

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

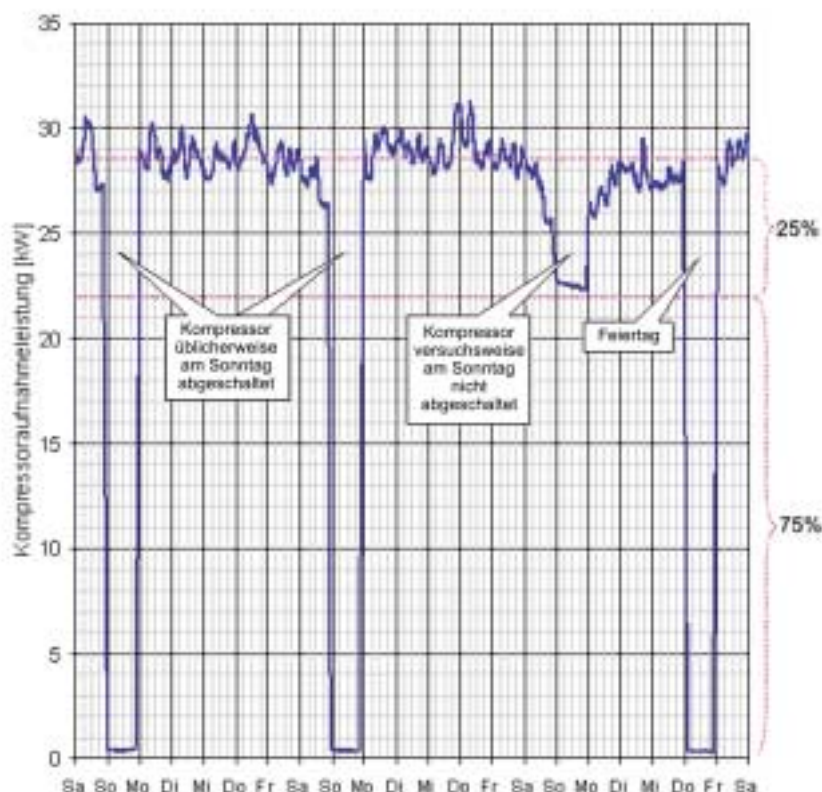
Felix Frey
BFE-Bereichsleiter
Elektrizität

Druckluftanlagen gehören in den meisten Produktionsbetrieben zur notwendigen Infrastruktur. Untersuchungen haben bestätigt, dass hier ein Potenzial für Einsparungen an elektrischer Energie besteht, beanspruchen doch solche Anlagen rund 1,5 % des Schweizer Stromverbrauchs. Für Gewerbebetriebe ist jedoch eine umfassende Systemoptimierung oft wenig sinnvoll und kaum wirtschaftlich vertretbar. Wie können die vermuteten Kilowattstunden dennoch effizient gefunden und eingespart werden? Mit zwei Beispielen wurden praxisorientierte Untersuchungsmethoden und Verbesserungsmöglichkeiten getestet.

Optimierung der Druckluftherzeugung in einer Schreinerei

In einer Schreinerei mit verschiedenen Druckluftverbrauchern, Geräten und Maschinen sowie einem Schraubenkompressor zur Druckluftherzeugung führte man zunächst Messungen des Stromverbrauchs

Der Stromverbrauch des Kompressors pendelt zwischen 27 und 31 kW. Zahlreiche Lecks verursachten eine Kompressorleistung von über 22 kW auch bei Produktionsstillstand (Sonntag).





Schraubenkompressoren dienen an vielen Orten zur Druckluftherzeugung.
(Foto: Atlas Copco)

durch. Die wöchentliche Betriebsdauer des Kompressors von 50 Stunden liess in diesem Fall vermuten, dass erhebliche Energiesparmöglichkeiten zu finden sind. Die Optimierung des Druckniveaus und die Umstellung von Betriebsart „Dauerlauf“ auf „Start-Stopp“ sowie das Abschalten ausserhalb der Arbeitszeit brachte bereits 35 % Stromeinsparung. Weitere Kontrollmassnahmen der Druckluftverteilereinrichtungen (Kältetrockner, Filter usw.) sowie Optimierungen an den verschiedenen Arbeitsplätzen (Eliminierung von Lecks, bessere Einstellung der Steuerungen usw.) waren zusätzliche, erfolgreiche Schritte zur Effizienzsteigerung.

Lecks gefunden in einer Weberei

Eine weitere Untersuchung in einer Weberei konzentrierte sich nach einer ersten Analyse vor allem auf die Suche nach Lecks in einem Produktionsraum. Durch die hohe

Lärmbelastung konnten diese an Ort und Stelle nicht wahrgenommen werden; erst die Messungen des Elektrizitätsverbrauchs ergaben die notwendigen Hinweise. Die Lecks waren für 75 % des Kompressorstromverbrauchs, also ca. 200'000 kWh/a, verantwortlich. Dieser 3-Schicht-Weberei-



Druckluftherzeugungsanlage einer Weberei mit 30-kW-Schraubenkompressor, der vor der Untersuchung rund 6500 Jahresbetriebsstunden aufwies.

Betrieb produziert unter anderem mit 120 Greiferwebmaschinen, die eigentlich wenig Druckluft benötigen. Die Lecks fand man einerseits in der Druckluftverteilanlage, andererseits in den durch Vibrationen undicht gewordenen Steckverbindungen. Geeignete Kupplungen oder feste

Arbeitsgruppe für sparsamere Antriebstechnik

Die EU-Kommission hat mit der CEMEP (European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics) eine Vereinbarung über sparsamere elektrische Antriebe getroffen. Das Bundesamt für Energie ist nun daran, eine auf dieser Vereinbarung aufbauende analoge Vereinbarung gemeinsam mit den schweizerischen Motorenherstellern und -vertreibern zu formulieren. Unter Einbezug der Industrie soll damit die Verbreitung effizienterer Motoren der Klassifizierung eff1 und eff2 gefördert werden.

Die im Sommer gebildete Arbeitsgruppe WG-eff, die sich aus Vertretern der Industrie und des BFE zusammensetzt, soll die zwischen EU und CEMEP gemachte Vereinbarung analysieren, die bisherigen Erfahrungen miteinbeziehen und auf die schweizerischen Verhältnisse anpassen. Damit sollen die nötigen Grundlagen für eine Vereinbarung geschaffen werden.

Schlauchverbindungen brachte hier einfache und kosteneffiziente Abhilfe. Für den geplanten Ersatz des Kompressors konnte aufgrund der Untersuchung ebenfalls eine angemessene Lösung gefunden werden.

GreenLight neu auch in der Schweiz

Das europäische Programm GreenLight unterstützt die Bestrebungen von Energie Schweiz zur Verbesserung von Beleuchtungen. Neu besteht daher auch in der Schweiz eine Kontaktstelle, die von der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E. im Auftrag des BFE aufgebaut und betreut wird.

Gestartet wurde das GreenLight-Programm im Jahre 2000 mit zwölf EU-Mitgliedern. Beleuchtungsanlagen verschwenden oft viel Energie, weil weder bei der Planung und Installation noch im Betrieb auf Effizienz geachtet wird. Typische Beispiele sind Anlagen

ohne Steuerung bzw. Regelung und ineffiziente Lampen. GreenLight will Investoren und Planer informieren und zum Handeln motivieren. Dies erfolgt mit dem Status als GreenLight-Partner oder GreenLight-Endorser, die sich zu einem Aktionsplan verpflichten. Gleichzeitig profitieren diese von einer

Aufteilung der Beleuchtungskosten.



Informationsplattform und können das GreenLight-Logo verwenden.

Schwerpunkt der Schweizer Aktivitäten liegt in der Zusammenarbeit mit Fachleuten und Anbietern der Beleuchtungstechnik. Ergänzt wird die Betreuung durch S.A.F.E. mit den bereits seit Jahren erfolgreichen Projekten „FaktorLicht“ und „Goldener Stecker“.

Informationen:
www.eu-greenlight.org
www.ch-greenlight.ch
www.energieeffizienz.ch



Zellen statt Scroll?

Untersuchung von Vielzellenkompressoren als Alternative zu Scroll- und Hubkolbenkompressoren

Martin Zogg

BFE-Programmleiter für Umgebungs- und Abwärmenutzung, Wärme-Kraft-Kopplung (UAW) Kirchstutz 3 CH-3414 Oberburg

Fabrice Rognon

BFE-Bereichsleiter für Umgebungswärme, Wärme-Kraft-Kopplung und Kälte

Wärmepumpen für den Ersatz von Öl- und Gaskesselheizungen – sog. Retrofit-Wärmepumpen – müssen im Allgemeinen deutlich höhere Temperaturhübe überwinden als Wärmepumpen für Neubauten. Dies führt mit den meisten Arbeitsmitteln zu problematisch hohen Temperaturen am Kompressorausstritt. Eine Lösung zur Reduktion dieser Austrittstemperatur ist der Einsatz von Vielzellenverdichtern (Flügelzellenverdichter).

Technische Besonderheiten der Vielzellenkompressoren

Bei der Untersuchung der Vielzellenverdichter – als mögliche Alternative zu Scroll- und Hubkolbenkompressoren – muss deren Besonderheit, der sehr hohe, für die

Schmierung und Abdichtung notwendige Ölumlauflauf, beachtet werden. Der Massenstrom des Schmieröls kann insbesondere bei tiefen Drehzahlen ein Mehrfaches des geförderten Arbeitsmittelmassenstroms betragen. Mit diesem Ölstrom kann das Arbeitsmittel während der Verdichtung gekühlt werden.

Bei einer eingehenden Forschungsarbeit, deren Idee die technische Unterstützung der am Retrofit-Projekt beteiligten Hersteller war, wurde ein drehzahlvariabler, offener Vielzellenverdichter mit 800 bis 3000 Umdrehungen pro Minute an einem Prüfstand untersucht. Es zeigte sich, dass der Liefergrad und die energetische Effizienz wesentlich von der richtigen Ölwahl und einem optimalen Ölumlauflauf abhängt. Für

Schlussbericht: Charakteristiken von Vielzellenkompressoren; A. Zingerli, M. Ehrbar; BFE 2001.

Download des Berichts: www.waermepumpe.ch/fe oder Bestellung: www.energieforschung.ch (ENET-Publikationen, Nr. 210128)

In Schwung gebracht

Vor zehn Jahren übernahm Martin Zogg die Leitung des BFE-Forschungsprogramms Umgebungswärme, Abwärme, Wärme-Kraft-Kopplung. Als Verfahreningenieur hatte er zuvor an der Fachhochschule Burgdorf neben seiner Lehrtätigkeit auch Solar-energiesimulationen durchgeführt und Grundlagen zur Sonnenenergienutzung erarbeitet. Die interessanten Forschungsperspektiven bei der Wärmepumpentechnologie waren für ihn Anlass, sich intensiver mit diesem Gebiet zu befassen und die Leitungsaufgabe vom BFE zu übernehmen.

Welche Situation haben Sie 1992 bei der Nutzung von Umgebungswärme angetroffen?

Martin Zogg: Diese erneuerbare Energiequelle hatte durch Ölkrise und Umweltsensibilisierung an Bedeutung gewonnen. Es zeichneten sich vielversprechende Verbesserungsansätze ab; insgesamt war vor zehn Jahren viel Schwung in die Entwicklung von Wärmepumpen gekommen. Zahlreiche Leute wollten etwas für die Umwelt tun, und

der Wärmepumpen-Einsatz war eine nahe liegende und gleichzeitig erschwingliche Alternative zur Erzeugung von Raumwärme geworden.

Wann begann eigentlich die Erfolgsstory der Wärmepumpe?

Die Schweiz spielte hierbei – einmal mehr – eine Pionierrolle. Infolge der prekären Versorgungslage mit Kohle wurde 1937 in Zürich die erste Wärmepumpe in Betrieb genommen. Diese nutzt Limmatwasser und funktioniert noch heute. In den 70er Jahren besann man sich zurück und stellte wieder solche Aggregate her.

Wo sahen Sie 1992 weitere Entwicklungspotenziale?

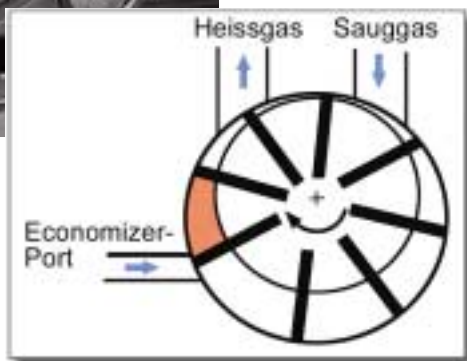
In unserem Land waren damals rund 30'000 Wärmepumpen installiert. Qualität und Jahresarbeitszahlen sollten jedoch gesteigert werden. Die führende Rolle unserer Hochschulen und Industrie in der Forschung und Entwicklung machte mich zuversichtlich, bald



Martin Zogg: „Der pragmatische Weg hin zur sinnvollen technischen Lösung stand bei der Entwicklung von Wärmepumpenanlagen stets im Vordergrund.“



Retrofit-Wärmepumpen müssen bei kalter Witterung grosse Temperaturhübe überwinden. Als Alternative zu üblichen Kompressoren wurde der Vielzellenkompressor Eurovane 140 untersucht. (aus Schlussbericht)



das Arbeitsmittel R134a wurde ein synthetisches Öl (POE) verwendet. Mit abnehmender Temperatur des Öls wird im Verdichter und im nachfolgenden Ölabscheider ein immer grösserer Anteil des Kältemittels im Öl absorbiert. Auf der Nieder-

druckseite des Verdichters erfolgt eine entsprechende Desorption. Um diesen störenden Effekt zu unterdrücken, muss die Öltemperatur mindestens 30 K über der Kondensationstemperatur liegen.

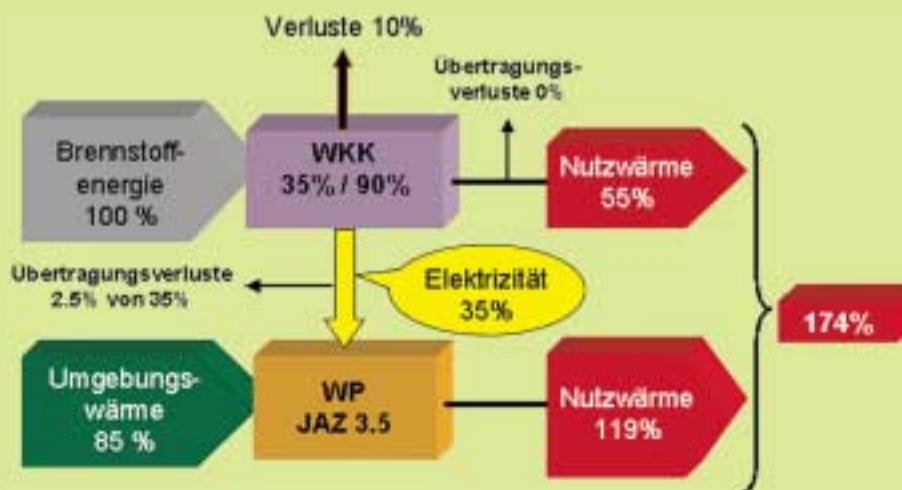
Grosser Temperaturhub als Kennzeichen

Retrofit-Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle und älteren Radiatorheizungen müssen bei kalter Witterung grosse Temperaturhübe überwinden. Bei einfachen Wärmepumpenkreisprozessen ist dann mit einem erheblichen Leistungsabfall zu rechnen. Dieser lässt sich jedoch mit entsprechenden Kompressoren durch ein Ansaugen eines Teilstroms des Arbeitsmittels bei Zwischendruck durch eine Zwischenansaugöffnung (Economizer Port) deutlich reduzieren. Beim untersuchten Vielzellenverdichter wurde damit eine Erhöhung des aus dem Kompressor tretenden Arbeitsmit-

Fortschritte bei den Kennzahlen zu erreichen. Es sollte aber ein pragmatischer Weg eingeschlagen werden, der das Vorhandene gezielt zu verbessern sucht, so vor allem Effizienz und Zuverlässigkeit. Ein wichtiges The-

„Wir konnten zeigen, dass im Gesamtsystem ein angestrebter Nutzungsgrad von über 170 % realisiert werden kann.“

ma war bald auch der notwendige Ersatz von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) bei den Arbeitsmitteln. Hier musste man intensiv synthetische und natürliche Alternativen erforschen. Andere Themen waren eine verbesserte Wärmeübertragung in Verdampfern und Kondensatoren, neue Kompressortypen sowie Computersimulationen zur verbesserten Auslegung. Aber auch Systembetrachtungen mit optimaler Einbindung der Anlagenkomponenten und neue Regelungskonzepte standen auf den Traktandenlisten.



Mit Gesamtbetrachtungen wiesen Sie immer wieder darauf hin, dass die Kombination von Wärmepumpen und Wärme-Kraft-Kopplung markante Nutzungsvorteile aufweist.

Ziel der Anstrengung bei Forschung und Entwicklung soll beispielsweise sein, für einen bestimmten Bedarf an Niedertemperaturwärme ein Minimum an fossilen Energieträgern ein-

In der Kombination von Wärmepumpe mit der Wärme-Kraft-Kopplung liegen hohe Nutzungsgrade und ein beachtliches Zukunftspotenzial.

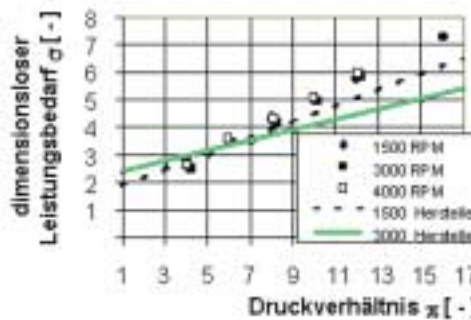
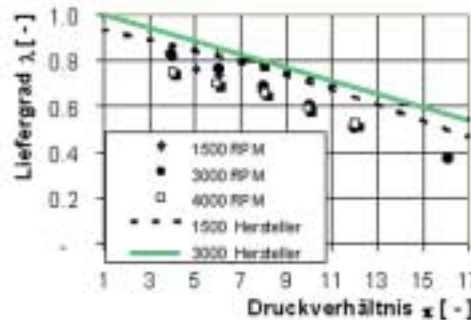
setzen zu müssen. Hier konnten wir zeigen, dass die Wärmepumpe in Kombination mit einer effizienten Wärme-Kraft-Kopplungsanlage oder einem Kombikraftwerk Gesamt-

telmassenstroms um bis zu 25 % erreicht. Dies bedeutet eine wesentliche Steigerung der Wärmeleistung einer Wärmepumpe.

Messungen haben ergeben, dass ohne Zwischenansaugung der effektive Volumenstrom kleiner und die aufgenommene elektrische Leistung bei höheren Druckverhältnissen grösser waren als vom Hersteller ausgewiesen.

Weiter Drehzahlbereich als besonderer Vorteil

Der untersuchte Vielzellenverdichter erwies sich für Wärmepumpenanwendungen im Bereich von Heizungssanierungen als eine beachtenswerte Alternative zu den Scroll- und Hubkolbenkompressoren. Sein besonderer Vorzug ist der weite Drehzahlbereich zur stufenlosen Leistungsanpassung – sein erhebliches Akzeptanzproblem ist jedoch die sonst im Kleinwärmepumpenbereich längst überwundene offene Bauweise. Interessant erscheint der Vielzellenverdichter bei Arbeitsmedien, die in



Messungen von Liefergrad und dimensionslosem Leistungsbedarf ohne Zwischenansaugung.
(aus Schlussbericht)

anderen Verdichtern bei hohen Temperaturhuben (bzw. Verdichtungsverhältnissen) sehr hohe Kompressoraustrittstemperaturen ergäben. Dies ist insbesondere bei Ammoniak als Arbeitsmittel der Fall. Der Einsatz des Vielzellenverdichters verlangt eine sorgfältige Beachtung seiner mit der Ölwahl und dem Ölumlaufl verbundenen Besonderheiten. Diese werden im Schlussbericht ausführlich beschrieben.

Autor: Martin Zogg

wärme verborgen.

Wärmepumpen weisen in Neubauten eine erfreuliche Präsenz auf. Was geschieht jedoch im Bereich der Gebäudesanierungen?

In den letzten Jahren haben wir unsere Anstrengungen genau auf dieses Einsatzspektrum konzentriert. Wärmepumpen mit höherer Vorlauftemperatur mussten zunächst entwickelt werden. Inzwischen konnten wir das Label „Swiss Retrofit Heat Pump“ einer aus diesem Forschungsschwerpunkt hervorgegangenen Wärmepumpe übergeben. Wo liegen aber die Innovationen dieser neuen Geräte? Beispielsweise bei der erstmals bei kleineren Wärmepumpen eingesetzten „Zwischenansaugung“ und bei neuen Methoden für das Abtauen usw.

Und welche Visionen haben Sie für die Zukunft der Forschungsaktivitäten im Bereich der Nutzung von Umgebungswärme?

Die Anstrengungen dürfen nicht nachlassen. Wir stehen vor weiteren wesentlichen Verbesserungen der eingesetzten Technik, z.B.

bei Kompressorenantrieben. Im Weiteren kommt auf uns eine Welle der Gebäudesanierung zu, bei welcher man solche effizientere Systeme zur Raumwärmeerzeugung sinnvoll nutzen sollte. Optimierungen und neuartige Lösungen bedingen eine intensive Zusammenarbeit aller Beteiligten. Der Fokus muss auf das Verhältnis von Energiekosten zu CO₂-Emissionen gerichtet werden; die Frage

„Die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen müssen weitergehen, denn die Nachfrage nach innovativer Raumwärmeerzeugung kommt auch im Sanierungsbereich rascher als wir denken.“

lautet: Wie können Wärme und Strom mit geringstem CO₂-Ausstoss erzeugt werden. Die Antwort sind langfristig ausgelegte Forschungsziele sowie eine optimale Konzentration auf P+D-Aktivitäten, die auf den Markterfolg neuer Produkte ausgerichtet

sind. Wir haben in der Schweiz für den ganzen Bereich von Wärmepumpen bis zu Kombikraftwerken Hersteller, die bereits wegweisende Technik entwickelt haben. Und wir haben eine zunehmende Sensibilisierung der Bevölkerung, die auf wirtschaftlich tragbare Antworten zum CO₂-Problem wartet.



SCAPs beginnen zu arbeiten

Beim TOHYCO-Projekt werden nun Betriebserfahrungen gesammelt, um weiter optimieren zu können

Vinzenz V. Härri
Hochschule für
Technik und
Architektur Luzern
CH-6048 Horw

Martin Pulfer
BFE-Bereichsleiter
Verkehr

Der TOHYCO-Rider ist fahrbereit. Dieser Hybrid-Kleinbus mit Superkapazitäten-Energiespeicher steht nach über vierjähriger Entwicklungsarbeit der HTA Luzern für einen Testbetrieb bereit. Das umfangreiche Projekt, das vom BFE und dem KTI unterstützt wurde und durch ein Konsortium namhafter Industriepartner realisiert werden konnte, wird von Vinzenz V. Härri, Dozent an der HTA, geleitet: „Seit vielen Jahren ist die Hochschule in Horw in der Entwicklung nachhaltiger Technologien für Haustechnik und Verkehr involviert. Stets ist es auch ein Anliegen, diese Aktivitäten sinnvoll in der Struktur der HTA einzubetten, so auch beim TOHYCO-Projekt. Hier arbeiten wir mit SCAP-Energiespeichern,

die an einer Ladestation berührungslos aufgeladen werden, so dass daraufhin eine Strecke von 3 bis 5 km zurückgelegt werden kann. Dies sind ideale Verhältnisse für den Einsatz bei städtischen Verkehrsbetrie-



SCAPs bilden die Grundlage für einen Busbetrieb mit Hochleistungs-Energiespeicher und berührungsloser Energieübertragung an den Haltestellen eines städtischen Netzes.

Eco-Trainer für Fahrschüler

Seit kurzem sind auch im Kanton Luzern mehrere Autofahrschulen in der Lage, den Neulenkern ein Schulungsprogramm für einen umweltfreundlichen Fahrstil zu bieten. Dazu haben sich interessierte Fahrlehrerinnen und Fahrlehrer zu Eco-Trainern ausbilden lassen. Initiiert wurde diese Aktion vom Amt für Umweltschutz Luzern. Der Eco-Trainer wird für seinen Aufwand von EnergieSchweiz entschädigt.

Die 3-Tages-Kurse für Eco-Trainer finden zurzeit grosse Nachfrage. Sie werden von Eco-Drive organisiert.

www.umwelt-luzern.ch
www.eco-drive.ch

ben. Die nun geplanten Einsätze in Luzern und Altstätten werden uns weitere Betriebspraxis ermöglichen.“

Aussen konventionell – innen hoch modern

Der TOHYCO-Rider bietet Platz für 14 Personen und ist als Niederflrfahrzeug konzipiert, also rollstuhlgängig. Für die vorgesehenen Fahrdistanzen zwischen Haltestellen stehen 1,8 kWh im SCAP-Speicher zur Verfügung. Der Wirkungsgrad beträgt rund 60 %. Im Endausbau stellt bei der hybriden Fahrweise ein integriertes Stromaggregat genügend elektrische Energie zur Verfügung, damit der Bus auch in grösseren



Vinzenz V. Härrli: „Die Hochschule für Technik und Architektur in Horw ist seit Jahren in der Entwicklung nachhaltiger Technologien für den Verkehr involviert – so auch bei den Superkondensatoren SCAP.“

nologie bei gewissen Anwendungen auch einen Ersatz von Batterien. Die Lebensdauer der SCAP ist mit einer erreichbaren Zyklusanzahl von einer halben Million weit höher als bei anderen Energiespeichern.

In der Kombination liegt die Herausforderung

Das SAM (Super Accumulator Module) kombiniert die 16 installierten SCAP-Module und die Elektronik mit einem Energiemanagement-System, damit eine günstige Energienutzung mit entsprechender Leistungs- und Energiedichte erreicht werden kann. Dieser Bereich muss weiter optimiert werden. Langzeitmessungen ermöglichen weitere Verbesserungen des Gesamtsystems. Vinzenz V. Härrli: „Erst ein zuverlässiger Betrieb auf einem städtischen Netz kann die heute noch spürbare Skepsis überwinden und den Weg frei machen für eine breitere Umsetzung und Nutzung dieser neuen Technologie.“

Internet-Links

Informationen zum TOHYCO-Projekt
www.hta.fhz.ch
 (Forschung und Entwicklung – Projekte)

Mobilität mit Gasbetrieb

Gas als Treibstoff stellt eine Alternative zu flüssigem Benzin und Diesel für Personewagen dar. Bei der BUWAL-Bewertung nach Umweltbelastungspunkten schneidet Erdgas sowohl in den vorgelagerten Prozessen als auch beim Betrieb besser ab. Sowohl die CO₂-Emissionen sind niedriger (ca. 20 %) als auch die Stickoxide, das Ozonbildungspotenzial der Kohlenwasserstoffe und der Partikelaustritt.

Das BFE hat im Forschungs- und Entwicklungsbereich konsequent die Optimierungsanstrengungen für gasbetriebene Motoren gefördert (beispielsweise an der EMPA), aber auch Demonstrationsprojekte, wie die Expo.02-Gasfahrzeugflotte unterstützt. Damit wird der Schritt zu Gastreibstoffen erleichtert, die Nutzung von Biogas als erneuerbarer und CO₂-neutraler Energieträger begünstigt und der Boden für einen zukünftigen Einsatz von Wasserstoff geebnet. Mit dem heute bestehenden Leitungsnetz ist ein Grundstein für die Nutzung von Biogas und Erdgas bereits gelegt.

Verschiedene Umsetzungsmassnahmen bilden nun die Basis für einen vermehrten Einsatz von Personewagen mit Gasbetrieb:

- Die Auswahl an gasbetriebenen Personewagen wächst.
- Das schweizerische Tankstellennetz soll bis Ende 2003 von heute 24 auf ca. 40 erhöht werden. Eine Rahmenvereinbarung mit BP Schweiz wird diesen Ausbau auf bestehenden Tankstellen fördern.
- Kantonale Förderprogramme richten sich an Private und Flottenbetreiber.
- Das Projekt „HUT – Hundert Umwelt-Taxis für Basel“ begünstigt die Demonstrationswirkung.
- „Erdgas Mobil“ wird als nationale Aktion Marketing und Koordination für Erdgas als Treibstoff anbieten.

www.empa.ch
www.erdgas.ch
www.biogas.ch
www.iwb.ch



Beim Besuch der UREK – nationalrätliche Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie – an der EMPA informierten sich die Mitglieder Mitte September über den Forschungsstand bei gasbetriebenen Fahrzeugen.
 (Foto: EMPA)

www.empa.ch
www.erdgas.ch

Diskontinuierlich Energie sparen

Die Nutzung von Abwärme bei Batch-Prozessen kann mit geeigneten Methoden optimiert werden

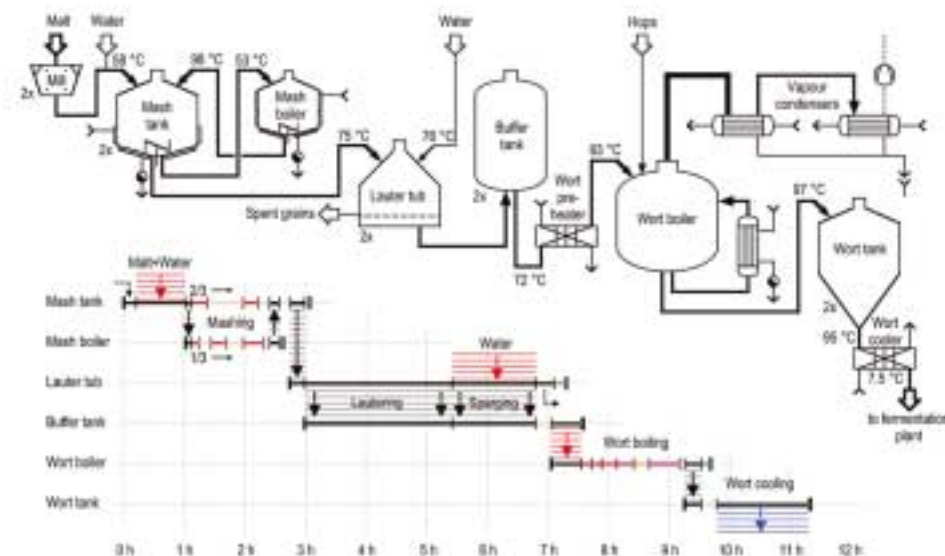
Pierre Krummenacher
Projektleiter
Planair SA
CH-2314 La Sagne

Martin Zogg
BFE-Programmleiter
Prozesse und
Abwärme
Kirchstutz 3
CH-3414 Oberburg

Markus Geissmann
BFE-Bereichsleiter
Prozesse und
Abwärme

Bei kontinuierlichen Verfahrensabläufen fliessen Stoffe gleichmässig durch die entsprechenden Anlagen. Für eine wirtschaftlich optimale Abwärmenutzung (sog. energetische Integration) solcher Prozesse wurden systematische Methoden entwickelt, die sich seit mehr als 15 Jahren bewähren. Tatsächlich sind in der Schweiz jedoch auch zahlreiche Chargenprozesse (Batch-Prozesse, absatzweise arbeitende Prozesse) zu finden, vor allem bei industriellen Produktionsanlagen zur Herstellung von Lebensmitteln, Spezialkunststoffen, Feinchemikalien, Pharmazeutika usw. Aber auch bei der

Wärme-Kraft-Kopplung, der Klimatechnik usw. kann man analoge Charakteristiken feststellen. Bei solchen diskontinuierlichen Chargenprozessen ändern sich die Betriebsbedingungen (Temperaturen) im Laufe der Zeit. Damit werden höhere Anforderungen an die Konzeption einer Wärmerückgewinnung gestellt. Hinzu kommt die erforderliche Sicherheit und die gewünschte Flexibilität beim Betrieb solcher Anlagen. Es werden also hierfür geeignete neue Planungsmethoden benötigt. Energiekosten spielen beim Betrieb von Anlagen für die Erzeugung von Produkten



Anlagenkonzept und Gantt-Diagramm eines Brauerei-Prozesses zur zeitlichen Analyse der Chargen-Problematik.

Energiepotenziale in Wasserversorgungen

Die Wasserversorgung ist in der Regel Energie intensiv. Rund 300 Mio. kWh Strom werden jährlich für deren Energiebedarf benötigt. Da dies ca. 21 % des Elektrizitätsverbrauchs einer Schweizer Gemeinde darstellt, sind Optimierungsanstrengungen von besonderem Interesse.

Den grössten Anteil von 80 % beanspruchen Pumpen, die als Grundwasser- oder Stufenpumpen eingesetzt werden. Verbesserungen des Nutzungsgrades, also einen erhöhten Wirkungsgrad, angepasste

Dimensionierung usw. sind Möglichkeiten der Effizienzsteigerung.

Bei einer systematischen Energieoptimierung werden – aufgrund von Daten- und Situationsanalysen – anforderungsgerechte Massnahmen formuliert. Diese umfassen beispielsweise die bessere Bewirtschaftung von Quellwasser, indem dieser Anteil erhöht wird und damit der Pumpbetrieb beim Grundwasser reduziert werden kann. Die Wasserkraftnutzung hat bei Trinkwasserversorgungsanlagen ein beachtliches Potenzial – vor

allem in gebirgigen Regionen mit hohem Gefälle. Dort lassen sich Reservoirs und Druckreduzieranlagen auf einfache Weise zur Stromproduktion erweitern.

Weitere Informationen:
Ernst A. Müller, Projektleiter
eam, CH-8001 Zürich

Schweiz. Verein des Gas- und Wasserfaches
SVGW
www.svgw.ch

mit hoher Wertschöpfung meist keine wesentliche Rolle, anders jedoch bei grossen Quantitäten an Konsumgütern, wie Bier usw., bei welchen die Energiekosten meist einige Prozente des Verkaufspreises darstellen.

Bei der Wärmeintegration (Wärmerückgewinnung) diskontinuierlicher Prozesse unterscheidet man drei mögliche Varianten:

- direkter Wärmeaustausch zwischen zeitgleichen Massenströmen
- indirekter Wärmeaustausch mittels einer Zwischenspeicherung
- Mischung von direktem und indirektem Wärmeaustausch.

Die Wahl zwischen diesen Integrationsarten wird in erster Linie durch die Zeitabläufe der betrachteten Prozesse, der Starrheit dieser Zeitabläufe sowie durch die Bedeutung der gewünschten Prozessflexibilität geprägt. Um letzteres zu gewährleisten soll die indirekte Wärmeintegration bevorzugt werden.

Im Rahmen einer Doktorarbeit an der EPFL wurde ein vom BFE unterstütztes Projekt bearbeitet, das automatisierte Gestaltungs- und Optimierungsmethoden für die Abwärmenutzung bei solchen Batch-Prozessen zu entwickeln suchte.

Anhand einer Versuchsanordnung und eines Brauerei-Prozesses wurden die entwickelten Methoden zum indirekten Wärmeaustausch geprüft. Mit einem grafischen Verfahren kann beispielsweise die minimale Zahl an Einheiten zur Wärmezwischenspeicherung und deren Betriebstemperaturbereich in Funktion zur Wärmerückgewinnung ermittelt werden. Zudem lassen sich gezielte Kostenkalkulationen machen. Die Optimierung der Parameter (integrierte Prozessströme, ihre Wärmebeiträge in bzw. aus jedem Speicher und deren Betriebstemperaturen) der mathematischen Modelle der wärmeintegrierten Prozesse erfolgt mit einem genetischen Algorithmus. Ferner hat sich ein offenes Wärmespeichersystem bei Prozessen mit erheblichem Warmwasseranteil (z.B. in der Getränke- und Lebensmittelindustrie) als besonders vorteilhaft erwiesen. In künftigen Projekten könnte die Effizienz dieser Methodik für Batch-Anlagen weiter untersucht werden.

Mit Sicherheit entsorgt

Das PSI schafft Grundlagen zur Beurteilung von Standorten und Lagersystemen

Jörg Hadermann

Leiter des Labors für
Endlagersicherheit
LES
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen

J. Peter Hosemann

Programmleiter
Nukleare Sicherheit
und Entsorgung
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen

Christophe de Reyff

BFE-Bereichsleiter
Kernenergie

Die Lagerung von radioaktivem Abfall stellt weltweit eine Herausforderung dar. In vielen Ländern sind Endlager für kurzlebige radioaktive Abfälle in Betrieb. Forschungsaktivitäten haben die grundsätzliche Machbarkeit und Sicherheit von Endlagern mit technologischen Konzepten aufgezeigt, die aber jeweils an die konkret vorliegende geologische Situation angepasst und optimiert werden müssen. Somit bilden diese Forschungsarbeiten – unabhängig von politischen Standortentscheidungen – eine notwendige grundlegende Unterstützung für Planung, Bau und Betrieb von Tiefenlagern. Radioaktive Abfälle stammen im Wesentlichen aus zwei Bereichen. Der grössere Anteil wird in Kernkraftwerken erzeugt, der kleinere entsteht in Medizin, Industrie und Forschung.

Die Mobilität von Radionukliden wird mit einer neuartigen Diffusionszelle untersucht, in welcher man den Druck verändern kann, um unterschiedliche Tiefen zu simulieren.



Zusammenarbeit der involvierten Fachleute

Das Labor für Endlagersicherheit (LES) im Forschungsbereichs Nukleare Energie und Sicherheit des Paul Scherrer Instituts (PSI) in Villigen, realisiert solche Forschungsprojekte zur Beurteilung der sicheren Lagerung radioaktiver Abfälle mit dem Ziel, die wesentlichen Mechanismen und Prozesse besser verstehen und quantitativ beschreiben zu können. Die am PSI durchgeführte Forschung ist grösstenteils gene-



Im Felslabor Mont Terri (Jura, Opalinus-Ton) findet ein Migrationsversuch unter Beteiligung des LES statt.

risch und bringt Erkenntnisse, die weitgehend unabhängig von Standorten sind und bei konkreten Projekten anwendungsorientiert eingesetzt werden. Diese Arbeiten werden in der Schweiz in Zusammenarbeit mit der NAGRA formuliert und durchgeführt. Sie sind zum Teil in europäische Projekte eingebunden.

Das PSI ist als einziges Institut der Schweiz in der Lage, chemische Untersuchungen im Zusammenhang mit radioaktivem Abfall durchzuführen, da nur hier mit entsprechenden Quantitäten an radioaktivem Material (speziell Actiniden) gearbeitet werden kann. Zudem bieten die vorhandene Infrastruktur mit SLS, SINQ und geeigneten Labors (Typ A) optimale Experimentiermöglichkeiten.

In engem Kontakt mit der internationalen Forscherszene, in internationalen Projekten sowie mit den jeweiligen Entsorgungsorganisationen findet ein reger Wissens- und Erfahrungsaustausch statt.

Internet-Links

Das Paul Scherrer Institut forscht interdisziplinär
<http://www.psi.ch>

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

Labor für Endlagersicherheit LES
<http://les.web.psi.ch>

Das Interesse des LES gilt vor allem der Chemie von Tiefenlagern sowie dem Mobilitätsverhalten von Radionukliden aus dem Abfall. Man untersucht deren Wechselwirkung mit Endlagerkomponenten und geologischen Materialien sowie die entsprechenden Rückhalte-mechanismen. Das LES hat auf diesen Gebieten Prozessverständnis erarbeitet, Datengrundlagen ermittelt und Simulationsmodelle geschaffen. Während in der Vergangenheit für Lagerstätten hochaktiver und langlebiger mittelaktiver Abfälle kristalline Gesteins-

*Eine langfristig angelegte Forschung und Entwicklung macht auch die entsprechende Ausbildung von Fachleuten in einem anspruchsvollen multidisziplinären Feld notwendig.
(Fotos: PSI)*



schichten (z.B. Granit) im Vordergrund standen, wird heute Opalinus-Ton als vielversprechende Option betrachtet.

In Felsenlabors werden die Erkenntnisse getestet

In Felsenlabors werden die entwickelten Modelle unter realitätsnahen Bedingungen getestet. Im Felslabor Grimsel (Kristallin) wird beispielsweise das grundsätzliche Verhalten von Kolloiden untersucht, die zu einer Migration von Radionukliden und damit zur verminderten Rückhaltung durch das Gestein führen können. Im Felslabor Mont Terri (Jura, Opalinus-Ton) findet ein Migrationsversuch unter Beteiligung des LES statt. Komplementär wird in den Labors des LES die Mobilität von Radionukliden an Bohrkernen von Opalinus-Ton untersucht. Dazu wurde eine neuartige Diffusionszelle entwickelt, in welcher man den

Druck verändern kann, um somit unterschiedliche Tiefen zu simulieren.

Konzentration auf Opalinus-Ton und künstliche Barrieren

Ein Hochskalieren von Labor- auf Tiefenlagerbedingungen ist bei einem recht homogenen Gestein wie Opalinus-Ton und bei künstlichen Barrieren (Verfüllmaterial, Zement) erheblich einfacher als in heterogenen Medien wie Kristallin, was sich für die Planung einer Lagerstätte als Vorteil

erweist. Das zentrale Thema für deren Funktionszuverlässigkeit bleibt die Radionuklidmobilität. Daher werden sich die Forschungsaktivitäten darauf richten, das Verständnis der mechanischen und geometrischen Faktoren zu vertiefen, welche die Funktion künstlicher und geologischer Barrieren beeinflussen.

Der langfristige Charakter der Entsorgungsfrage von radioaktiven Abfällen macht nicht nur eine langfristig angelegte Forschung und Entwicklung notwendig, sondern auch die entsprechende Ausbildung von Fachleuten in einem anspruchsvollen multidisziplinären Feld. Das Erarbeiten von Kompetenz ist demnach eine der wichtigsten Aufgaben des Labors für Endlagersicherheit (LES).

Abwärmenutzung

Abwärmtezug aus der ARA Muri; Betrieb bivalenter Wärmezentralen mit Nahwärmenetzen; Schlussbericht; Businger Ewald; EFA Energie Freiamt AG; 12.2001; DE; 15 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 210324

Abwärmenutzung von Kälteanlage in der Sportanlage Erlen AG 8157 Dielsdorf; Schlussbericht; Weber T.; Sportanlage Erlen AG; 06.2002; DE; 5 S.; F&E; Sfr. 5.00 Nr. 220112

Abfalllösungsmittelbewirtschaftung in der chemischen Industrie; Ein ökologischer Vergleich von Rektifikation und Verbrennung; Schlussbericht; Hofstetter Thomas; ETH Labor für Technische Chemie; 06.2002; DE; 56 S.; F&E; Sfr. 20.00 Nr. 220141

Fernwärmeversorgung Siggenthal zur Nutzung der Abwärme aus der KVA Turgi; Schlussbericht und Schlussabrechnung; Peyer T.; Siefertmann I.; Fernwärme Siggenthal AG; 08.2002; DE; 14 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 220152

BHKW (Blockheizkraftwerke)

Blockheizkraftwerk mit Wärmeverbund der IVF Hartmann AG mit Klärgas aus der ARA Röti/SH; Erfolgskontrolle; Schlussbericht; Röck P.; Böhner A.; IVF; 11.2001; DE; 16 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210329

Thermische Speicherung

Saisonale Speicherung von Sonnenenergie im Erdboden; Aquisition eines Demonstrationsprojektes; Schlussbericht; Juzi H.; Dubach W.; Hartmann P.; Zürcher Hochschule Winterthur; 04.2002; DE; 31 S.; P&D; Sfr. 20.00 Nr. 220136

Biomasse (Holz)

Regelung automatischer Heizkessel / Régulation des chaudières automatiques; Artikel; Nussbaumer Thomas; 06.1999; DE, FR; 8 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220106

Kleinholzfeuerung mit Feststoffspeicher als Alleinheizung; Schlussbericht; Hafner Heiri; Rüegg Peter; Rüegg Cheminée AG; 02.2002; DE; 89 S.; F&E; Sfr. 30.00 Nr. 220110

Ammoniakemissionen aus Gülle und deren Minderungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Vergärung; Schlussbericht; Hersener Jean-Louis; Meier Urs; Dinkel Fredy; 04.2002; DE; 97 S.; F&E; Sfr. 40.00 Nr. 220114

Systemoptimierung automatischer Holzheizungen; Projektphase 1; Schlussbericht; Good Jürgen; Nussbaumer Thomas; Jenni Andres; Bühler Ruedi; Ing. Büro Verenum; 05.2002; DE; 25 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 220115

Luftreinhaltung und Explosionsschutz bei Holzfeuerungen und Stand der Technik der Holzvergasung; Tagungsband zum 7. Holzenergie-Symposium 18.10.2002; Tagungsband; Nussbaumer Thomas; Ing. Büro Verenum; 10.2002; DE; 214 S.; F&E; Sfr. 40.00 Nr. 220167

Biomasse (ohne Holz)

Vergärung von häuslichen Abfällen und Industrieabwässern; PACER; Edelmann Werner; 12.1993; DE; 66 S.; F&E; Sfr. 30.00 Nr. 200331

Valorisation énergétique (biogaz) d'huiles comestibles usagées par codigestion avec différents déchets d'origine agroalimentaire; Rapport final; Fruteau de Laclos Hélène; Membrez Yves; EREP SA; 02.2002; FR; 68 p.; F&E; Sfr. 30.00 Nr. 220149

Products, impacts and economy of anaerobic digestion of OFMSW; Kapitel 10 des IAW-Buch „Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes“; Edelmann W.; 01.2002; EN; 38 p.; F&E; Sfr. 20.00 Nr. 220153

Elektrizität

Stromeinsparpotenzial durch Schalten von Servern; Schlussbericht; Huser Alois; Encontrol GmbH; 05.2002; DE; 35 S.; F&E; Sfr. 20.00 Nr. 220109

Potential for reducing electricity consumption by switching off servers; Final report; Huser Alois; Encontrol GmbH; 05.2002; EN; 34 p.; F&E; Sfr. 20.00 Nr. 220126

Elektrische Heizbänder; Anwendungen, Energieverbrauch und Sparmöglichkeiten; Schlussbericht; Lingenhel Stephan; Nipkow Jürg; Arena AG Energie-Alternativen; 04.2002; DE; 43 S.; F&E; Sfr. 20.00 Nr. 220124

Energieforschung allgemein

CORE Jahresbericht 1999; Eidg. Energieforschungskommission CORE; 06.2000; DE; 7 S.; F&E; Sfr. - Nr. 200330

CORE Rapport annuel 2000; Comm. fédérale pour la recherche énergétique CORE; 05.2001; FR; F&E; Sfr. - Nr. 210330

CORE Jahresbericht 2001; Eidg. Energieforschungskommission CORE; 04.2002; DE; 11 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220145

CORE Rapport annuel 2001; Comm. fédérale pour la recherche énergétique CORE; 04.2002; FR; 11 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220146

Energie-Forschung 2001 / Recherche énergétique 2001; Überblicksbericht der Programmleiter / Rapports de synthèse des chefs de programme; BFE; OFEN; 05.2002; DE, FR; 207 S., 207 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220107

Gebäude

TWD-Fassadenelement mit integriertem Latentspeicher und Sonnenschutz; Schlussbericht; Nussbaumer T.; Schwarz D.; Architekturbüro Schwarz; 12.2001; DE; 10 S.; P&D; Sfr. - Nr. 210331

A ceiling condensing unit with peltier elements for drying and cooling; Article de la conférence européenne EPIC 2002 AVEC (Energy efficient and healthy buildings in sustainable cities); Courret G.; Egolf P.; Sari O.; 08.2002; EN; F&E; Sfr. - Nr. 220144

Energieeffiziente und bedarfsgerechte Abluftsysteme mit Abwärmenutzung (ENABEL); Studie; Dorer Viktor; Pfeiffer Andreas; Hartmann Peter; Schatz Adrian; Wydlar Judith; Gröbly Peter; Fischer Ueli; EMPA Abt. 175, Haustechnik; 06.2002; DE; 272 S.; F&E; Sfr. 50.00 Nr. 220147

Sustainable Solar Housing; Marketable Housing for a better Environment; IEA – SHC Task 28 / ECBCS Annex 38; 09.2001; EN; 4 p.; F&E; Sfr. - Nr. 210327

Geothermie

Bad Schinznach Wärmegewinnung aus Thermalwasser S3; Schlussbericht; Flury Stefan; Bad Schinznach AG; 05.2002; DE; 41 S.; F&E; Sfr. 20.00 Nr. 220121

Détermination des zones potentielles permettant l'exploitation de la chaleur terrestre par les géostructures énergétiques; Rapport intermédiaire; Joliquin Patric; Gram SA; 07.2002; FR; 10 p.; P&D; Sfr. - Nr. 220132

Wärmenutzung Tunnelwasser; Basistunnel Lötschberg und Gotthard; Schlussbericht Phase 1; Grundlagen Wärmeangebot; Oppermann G.; Dups Ch.; Gruneko AG; 05.2002; DE; 92 S.; P&D; Sfr. 40.00 Nr. 220157

EWS-Anlage, Neubau CAS, Wattwil; Erdwärmesondenanlage; Schlussbericht; Eichenberger R.; Kapp Ch.; Hauser Rutishauser Suter AG; 06.2002; DE; 65 S.; P&D; Sfr. 30.00 Nr. 220158

Pieux énergétiques avec distribution de chaleur et de froid intégrée dans la structure; Centre Scolaire Vers l'Eglise / Fully; Rapport final; Cordonier Patrice; Bonvin Michel; Espace Socio-culturel; 06.2002; FR; 32 p.; P&D; Sfr. 20.00 Nr. 220162

Exploitation de la chaleur terrestre par des géostructures énergétiques; Méthodologie de détermination des zones potentielles; Rapport final; Joliquin Patric; Gram SA; 09.2002; FR; 55 p.; P&D; Sfr. 30.00 Nr. 220163

Energie-Forschung 2001: Geothermie Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2001; Überblicksbericht der Programmleiter / Rapports de synthèse des chefs de programme; Gorhan Harald L.; 05.2002; DE, FR, EN; 14 S., 14 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220164

Wind

V3-Toolbox, Leitfaden zur Vorhersage der Windenergieproduktion im Gebirge; Teil 1; Schlussbericht; Kunz Stefan; Schaffner Beat; Sander Johannes; Buzzi Matteo; Meteotest; 11.2001; DE; 30 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 210333

FACTs Windberechnungen am Beispiel des Gütsch; Schlussbericht; Sander Johannes; Buzzi Matteo; Kunz Stefan; Meteotest; 11.2001; DE; 61 S.; F&E; Sfr. 30.00 Nr. 210334

Leichtwindanlage AVENTA AV-7; Begleitung der Windmessungen zur Ermittlung der Leistungskurve; Schlussbericht; Hanagasioglu Mehmet; Municipalité de Sainte-Croix; 09.2002; DE; 19 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 220161

Photovoltaik

Programme photovoltaïque édition 2002; Rapport de synthèse 2001; Nowak Stefan; Université de Fribourg; 04.2002; FR; 33 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220116

Programm Photovoltaik Ausgabe 2002; Überblicksbericht 2001; Nowak Stefan; Université de Fribourg; 04.2002; DE; 32 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220117

Photovoltaic Programme Edition 2002; Summary Report, Project List, Annual Project Reports 2001 (Abstracts); Net Nowak Energie & Technologie AG et. al; Université de Fribourg; 04.2002; EN; 113 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220118

Programm Photovoltaik Ausgabe 2002: Band 1: Forschung; Überblicksbericht, Liste der Projekte, Jahresberichte der Beauftragten 2001; Net Nowak Energie & Technologie AG et. al; Université de Fribourg; 04.2002; DE; 280 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220119

Programm Photovoltaik Ausgabe 2002: Band 2: Pilot- und Demonstrationsprojekte; Überblicksbericht, Liste der Projekte, Jahresberichte der Beauftragten 2001; Net Nowak Energie & Technologie AG et. al; 04.2002; DE; 311 S.; P&D; Sfr. - Nr. 220120

27 kWp Photovoltaik Anlage Kantonschule Zürich-Stadelhofen; Schlussbericht; Clavadetscher Luzi; Nordmann Thomas; Hochbauamt Kanton Zürich; 06.2002; DE; 21 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 220148

PV-Anlage Rothorn; Visualisierung der Daten der 4,1 kWp-Anlage Rothorn; Schlussbericht; Schalcher Max; Hochschule für Technik & Architektur; 07.2002; DE; 58 S.; P&D; Sfr. 25.00 Nr. 220150

Umbau Solaranlage Lindenmatt; Neues Solardach mit SOLRIF; Schlussbericht; Togge Peter; Rasmussen Jochen; Enecolo AG; 07.2002; DE; 18 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 220156

Solarwärme

Kosteneinsparungen bei solaren Warmwasseranlagen durch Einbindung in die Warmwasserzirkulation; Vorstudie; Schlussbericht; Sitzmann Bernd; Oekozentrum Langenbruck; 12.2001; DE; 94 S.; P&D; Sfr. 30.00 Nr. 210332

System designs and performance of solar combisystems; Status report of Task 26 of the IEA Solar Heating and Cooling Programme; Hadorn Jean-Christophe; Weiss Werner; Suter Jean-Marc; Letz Thomas; 04.2002; EN; 10 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220125

Active solar heating system with concrete plate heating analysed with dynamical thermal simulations; Article paru dans EUROSUN 2002, ISES Europe Solar Congress, Bologna, June 23-26 2002, ed. ISES; Pahud Daniel; 06.2002; EN; 0.875; F&E; Sfr. - Nr. 220127

Measurement of a solar combisystem in situ; Article paru dans EUROSUN 2002, ISES Europe Solar Congress, Bologna, June 23-26 2002, ed. ISES Italia, Roma; Pittet Thierry; Bony Jacques; Renoult Oliver; Dind Philippe; 06.2002; EN; 8 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220130

A new solar powered adsorption refrigerator with high performance; Article paru dans EUROSUN 2002, ISES Europe Solar Congress, Bologna, June 23-26 2002, ed. ISES Italia, Roma; Hildbrand Catherine; Dind Philippe; Buchter F.; Pons M.; 06.2002; EN; 0.875; F&E; Sfr. - Nr. 220131

Advanced Control Strategy for Solar Combisystems; Article paru dans EUROSUN 2002, ISES Europe Solar Congress, Bologna, June 23-26 2002, ed. ISES Italia, Roma; Prud'homme T.; Gillet D.; 06.2002; EN; 0.75; F&E; Sfr. - Nr. 220133

Certification of solar glass; EUROSUN-Paper; Brunold Stefan; Frei Ueli; 06.2002; EN; 0.875; F&E; Sfr. - Nr. 220134

Significance of Spectral Correction of Collector Measurements Performed in Solar Simulators; EUROSUN-Paper; Müller-Schöll Christian; Brunold Stefan; Frei Ueli; 06.2002; EN; 0.75; F&E; Sfr. - Nr. 220135

Technologie-Transfer / Systeme

ENET-NEWS Nr. 52 deutsch; ENET; 07.2002; DE; 40 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220128

ENET-NEWS No 52 français; ENET; 07.2002; FR; 40 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220129

Energieforschung in der Schweiz; Beilage zu Vision Nr. 3/2002, 09.2002; BFE; ETH-Rat; 09.2002; DE; 36 S.; F&E; Sfr. - Nr. 220165

La recherche énergétique en Suisse; Supplément à Vision Nr. 3/2002, 09.2002; OFEN; CEPF; 09.2002; FR; 36 p.; F&E; Sfr. - Nr. 220166

Umgebungswärme

Gasmotor-Wärmepumpe auf Flusswasser in Hinterkappelen/BE; Erfolgskontrolle der Heizperiode 2000/2001; Zwischenbericht; Hämman Fritz; 12.2001; DE; 12 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210328

Wärmequelle Luft für Retrofit-Wärmepumpen; Schlussbericht; Deller Martin; Kopp Thomas; Studer Markus; Trüssel Daniel; Eggenschwiler Kurt; Baschnagel Karl; Fachhochschule Rapperswil HSR; 05.2002; DE; 94 S.; F&E; Sfr. 40.00 Nr. 220137

Potentialabschätzung eines langsam laufenden Stirlingmotors; Schlussbericht; von Böck Peter; Zumsteg Hanspeter; Gaegau Christian; Fachhochschule beider Basel; 05.2002; DE; 21 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 220138

Wärmeverbund Marzili; Nutzung erneuerbarer Energie mit Blockheizkraftwerk und Grundwasser-Elektrowärmepumpe; Schlussbericht; Liesch Bruno; 03.2002; DE; 19 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 220139

Pulsbreitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen; Phase 2: Implementierung in handelsübliche Regler und Erprobung in einem Wohnhaus; Schlussbericht; Gabathuler Hans Rudolf; Mayer Hans; Shafai Esfandiari; Wimmer Roger; Frei Roger; Illi Bruno; Siedler Franz; Gabathuler AG; 06.2002; DE; 67 S.; F&E; Sfr. 30.00 Nr. 220142

Messungen an Retrofit-Wärmepumpen; Phase 2; Schlussbericht; Gabathuler Hans Rudolf; Mayer Hans; Cizmar Juraj; Zahnd Erich; Roschi Manfred; Habertür Marc; Trüssel Daniel; Bürki Martin; KWT Kälte-Wärme-Technik AG; 06.2002; DE; 64 S.; F&E; Sfr. 25.00 Nr. 220143

Wasserkraft

Demonstrationsprojekt Saugheber-Turbinen; Wasserturbinenanlage Papierfabrik Perlen (WTA-PF); Schlussbericht; Iteco; Perlen Holding AG; 01.2001; DE; 28 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210313

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Bieli; Trinkwasser Hochdruck-Kraftwerk; Schlussbericht; Dubochet B.; Brunnengenossenschaft Hohfluh; 09.2001; DE; 71 S.; P&D; Sfr. 30.00 Nr. 210314

Kleinwasserkraftwerk Rüttenen; Nutzung des Bergwassers aus dem Seelisbergtunnel; SSSchlussbericht; Odermatt Kurt; Ettlin Markus; Kantonales Elektrizitätswerk; 09.2001; DE; 19 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210315

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Bisisthal; Quellen Oberer Schwarzenbach; Schlussbericht; Hauri Hans-Peter; Ulrich Hansruedi; 11.2001; DE; 12 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210316

Demonstrationsprojekt Kleinwasserkraftwerk Wannenfluh Rüderswil; Innovatives Konzept eines Niederdruck-Wasserkraftwerkes am voralpinen Wildwasserfluss Emme bei Ramsei; Schlussbericht; Engel Arnold P.; KW Wannenfluh AG; 04.2001; DE; 13 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210317

Vorprojektstudie Kraftwerk Cerneux Gorgé Moutier, La Birse; Erneuerung der Konzession; Schlussbericht; Engel Arnold P.; Weber Erwin; Zimmermann Daniel; Zahno Cuisines & Confort; 11.2001; DE; 26 S.; P&D; Sfr. 20.00 Nr. 210318

Pilot- und Demonstrationsprojekt Kleinwasserkraftwerk Gerberei Gerber; Pico-Kanalkraftwerk der Ilfis; Schlussbericht; Kast P.; Energie plus! Vereinigung zur Förderung umweltfreundl. Energien; 06.2001; DE; 13 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210319

Studio di fattibilità di ricupero energetico captazione sorgenti in valle Morobbia; Approvvigionamento idrico comune di Giubiasco; Relazione tecnica; Sciarini G.; Comune di Giubiasco; 10.2001; IT; 31 S.; P&D; Sfr. 20.00 Nr. 210320

Elektrifizierung des Wasserrades Kislig Oberwil bei Büren; Arbeitspunktregelung eines oberflächigen Mühlewasserrades zur Erzeugung elektrischer Energie mit Rückspeisung ins 50Hz Netz; Schlussbericht; Wepfer Benjamin; Fachhochschule SO NW; 06.2001; DE; 16 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210321

Kleinwasserkraftwerk Mühlau; Vorprojekt; Schlussbericht; Müller D.; Colenco Power Engineering AG; 02.2002; DE; 37 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 220111

Bundesbeiträge an Vorstudien für Kleinwasserkraftwerke; Realisierungsstand der Vorstudienprojekte 1993 bis 2001 Kurzevaluation der Auswirkungen der Bundesbeiträge (1996); Schlussbericht; Kuster Jürg; Suter Philip; ITECO Ing. Unternehmung AG; 07.2002; DE; 52 S.; F&E; Sfr. 30.00 Nr. 220140

Vorprojektstudie für ein Dotierkraftwerk Stroppel; Proma Energie AG Untersiggenthal; Vorprojektstudie; Hydrelec Ingenieure; PROMA ENERGIE AG; 07.2002; DE; 38 S.; P&D; Sfr. 20.00 Nr. 220154

Kleinwasserkraftwerk Twannbach; Reaktivierung Niederdruck-Kraftwerk; Vorstudie; Hunziker Rolf; 07.2002; DE; 16 S.; F&E; Sfr. 15.00 Nr. 220155

Kleinwasserkraftwerk Kett Einsiedeln; Vorstudie; Schlussbericht; EPS / Eco Power Systems AG; Baudirektion GL; 04.2001; DE; 27 S.; P&D; Sfr. 15.00 Nr. 210322

Stauanlage Buchholz an der Glatt Projekt zur Sanierung der Staumauer und Nutzung der Wasserkraft; Konzessionsprojekt; Eichenberger Peter; 12.2001; DE; 69 S.; P&D; Sfr. 30.00 Nr. 210323

Bestellformular für ENET Publikationen/Dienstleistungen

Publikationsnummer	Titel	Anzahl

ENET bietet spezielle Dienstleistungen für Unternehmen

- ☐ Unterstützung der Produktinnovation und -entwicklung mit neuen Technologien
- ☐ Lösen von aktuellen Problemstellungen
(wissenschaftliche & technische Unterstützung)

Firma: _____

Name: _____ Vorname: _____

Adresse: _____

PLZ: _____ Ort: _____

Telefon: _____ Fax: _____

email: _____

Bezug von Publikationen mit:
 ● Bestellformular (für FAX)
 oder
 ● ENET im Internet – www.energieforschung.ch

ENET
 Netzwerk für Informationen
 und Technologie-Transfer im Energiebereich
 Egnacherstrasse 69 • CH-9320 Arbon
 Tel. 071 440 02 55 • Tel. 021 312 05 55
 Fax 071 440 02 56
enet@temas.ch • www.energieforschung.ch

