

April 2003

ENET NEWS

Informationen zur Energieforschung



Photovoltaik
Power vom Flachdach

Prozesse
Die Dinge ganzheitlich betrachten

Verbrennung
Stickoxide katalytisch reduzieren

www.energieforschung.ch

 **energie**schweiz



BFE

- Dem Export verpflichtet4
- Liste der Energieforschungs-Projekte4
- Energieforschung an der Swissbau5

CORE

- Auf nachhaltiger Basis.....6

ENET

- Förderung trägt Früchte8
- ENET-Dokumentationsservice seit zwei Jahren auf dem Internet.....8

Energiewirtschaftliche Grundlagen

- Dem Markterfolg auf der Spur10
- Das Ziel: Wohnbauförderung verbunden mit Energieeffizienz11

Internationales

- Das 6. Forschungs-Rahmenprogramm der EU11

Photovoltaik

- Power vom Flachdach12
- Lawinenforschung mit Solarstrom12
- Solarpreis für Genfer Solardach13

Windenergie

- COM-EOLE: Charta für sanften Ausbau....13

Solarchemie

- Wertstoffe zurückgewinnen14
- Hydropole: Kompetenzzentrum für Wasserstoff14

Biomasse

- Ökobilanz schafft Klarheit15

Holz

- Wärme fürs Haus16

Geothermie

- Basistunnel liefert Bandenergie17

Kleinwasserkraftwerke

- Revitalisieren und nutzen18
- Wasserrad-Projekt beim Surb-Wasserfall...18

Umgebungswärme

- Für geringeren Planungsaufwand.....20
- Messungen an Retrofit-Wärmepumpen....20
- Wärmepumpen – noch effizienter und leiser.....21

Prozesse

- Die Dinge ganzheitlich betrachten.....22
- Forschungskonzept der CORE22
- Neuer Programmleiter für Forschung.....23



- Verbrennen oder zerlegen?24
- LENI entwickelt Methoden zur Prozessoptimierung.....25
- Produktionsanlagen unter der Lupe.....26
- EnAW – die Energie-Agentur26
- ETH-ALSTOM: Zusammenarbeit27
- Fernwärme – Nahwärme.....27
- Wärme und Strom aus Brennstoffen28

Gebäude

- Leonardo mit Minergie.....31
- Simulationen: Gebäude mit hohem Glasanteil.....31

Verkehr

- ETH-Bereich bewegt die Zukunft32

Verbrennung

- Stickoxide katalytisch reduzieren34

Kernenergie

- Zurückhalten um jeden Preis36

Brennstoffzellen

- Schweizer Netzwerk im Aufbau37

- Neu erschienene Publikationen38

Impressum

ENET-NEWS
Informationen zur Energieforschung

April 2003 / Nr. 54

Erscheinungsweise: dreimal pro Jahr in deutscher und französischer Version

Herausgeber
Bundesamt für Energie BFE
Worbentalstrasse 32
CH-3063 Ittigen

Postadresse
Postfach
CH-3003 Bern

Redaktion
ENET Kommunikation
Jürg Wellstein
Parkstrasse 15
CH-4106 Therwil

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

Nachdruck nur mit Quellenangabe.

Papier chlorfrei gebleicht
Gedruckt in der Schweiz

Titelfoto

Die Entwicklung des exakten Farbtone für unterschiedliche Materialien ist Ausgangspunkt für die Produktion von Farbstoffen. Ein wesentlicher Bestandteil zahlreicher verfahrenstechnischer Prozesse sind Lösungsmittel. Eine Untersuchung über deren energetisch optimales Recycling wird auf Seite 24 vorgestellt.

(Foto: Ciba Spezialitätenchemie AG)

Energie in der Industrie

Die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie ist gleich mehrfach gefordert: Einmal bei der Investitionspolitik, die dem Aspekt Nachhaltigkeit einen hohen Stellenwert einräumt – sowohl bei Neubauten und Sanierungen als auch bei Produktionsanlagen und beim Fahrzeugpark – dann aber auch beim Energiekonsum der eigenen Produkte. Die Branche, vertreten durch Swissmem, die Gemeinschaft von ASM Arbeitgeberverband der Schweizer Maschinenindustrie und VSM Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller, ist denn auch seit Jahren auf breiter Front aktiv.

Als Gründungsmitglied der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) engagiert sich Swissmem für die Umsetzung des Energie- und des CO₂-Gesetzes. Energieabgaben – speziell rein fiskalische – behagen uns nicht. Deshalb setzen wir alles auf die Karte der Freiwilligkeit: Unsere Branche ist auf dem Weg, das im CO₂-Gesetz für das Jahr 2010 vorgegebene Ziel mit freiwilligen Massnahmen zu erreichen. Viel ist schon getan, wie die Entwicklung des Energiekonsums und der CO₂-Emission unserer Mitgliedfirmen eindrücklich belegt. Aber es bleibt noch einiges zu tun.

Im Zeitalter des bewussteren Umgangs mit Ressourcen, energie- und umweltrelevanten Normen, Etiketten und Zertifikaten und mit einer zunehmenden Dichte gesetzlicher Regelungen sind Hersteller energieabhängiger Maschinen und Anlagen speziell gefordert. Viele nehmen die Chance wahr, ihrer Konkurrenz einen Schritt voraus zu eilen: Durch Redimensionierung oder gar Miniaturisierung ihrer Produkte, deren Antriebe und bewegte Teile, durch verbesserte Prozessregelung, durch die Eindämmung von Wärmeverlusten oder die Entwicklung komplett neuer Prozesse.

Besonders nachhaltig wirken sich langlebige Produkte zur Energieerzeugung und -umwandlung mit hohem Wirkungsgrad aus. Zum Beispiel die SULZER-HEXIS-Brennstoffzelle für die Bereitstellung von Wärme und Strom; die Optimierung der Dampfturbinen bei ALSTOM – kleinste Verbesserungen des Wirkungsgrades erzeugen eine enorme energetische Wirkung und rücken die CO₂-Emission des Turbinenprüfstandes in ein anderes Licht; der Bau von Windkraftanlagen für geeignete Standorte; oder Pilotprojekte wie 'Seaflow', bei dem unter Beteiligung der ABB und in Anlehnung an die Windkraft die Meeresströmung zur Stromerzeugung genutzt wird.

Als Exportbranche kann die Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie den Umgang mit Energie weltweit mitgestalten.

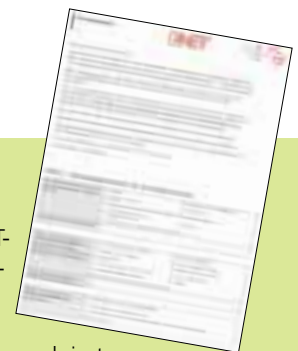
Johann N. Schneider-Ammann

Präsident Swissmem und Nationalrat
Präsident und Delegierter der AMMANN-Unternehmungen

Danke

Mit der letzten Ausgabe der ENET-NEWS haben Sie einen Umfragebogen erhalten, mit welchem die verschiedenen Dienstleistungen der ENET-Informationenplattform evaluiert werden konnten. Rund 600 Personen haben einen Bogen eingeschickt oder eine Email-Bearbeitung durchgeführt. Dies entspricht einem Leseranteil von beinahe 10%. Für Ihre Unterstützung möchten wir Ihnen herzlich danken. Sie tragen dazu bei, die Leistungen und das Angebot von ENET gezielt verbessern zu können und auf die künftigen Bedürfnisse abzustimmen.

ENET-NEWS Redaktion



Dem Export verpflichtet

Nachhaltige Energietechnologien haben mehr Chancen auf internationalen Märkten durch Exportförderung

Mit der Erschliessung internationaler Märkte für nachhaltige Energietechnologien, die zur Produktion erneuerbarer Energien oder zur rationellen Energienutzung eingesetzt werden, kann deren Wirtschaftlichkeit verbessert werden. Dadurch steigt auch die Chance, dass sich diese Technologien sowohl in der Schweiz als auch weltweit, insbesondere in Schwellen- und sich entwickelnden Ländern vermehrt durchsetzen. Das vom Bundesamt für Energie BFE formulierte Konzept zur Förderung des Exports (download unter www.energie-schweiz.ch, Rubrik „Forschung“) bildet somit eine konsequente Massnahme zur Erfüllung der energiepolitischen Ziele. Während im Jahr 2000 entsprechende Waren im Wert von ca. 790 Mio. CHF exportiert wurden, erkennt man bis 2010 einen möglichen Anstieg des jährlichen Exportvolumens auf bis zu 1,5 Mia.

Liste der Energieforschungs-Projekte

Die neu erschienene Liste der Energieforschungsprojekte der Jahre 2000/2001 ist das Resultat der alle zwei Jahre stattfindenden Erhebung. Man kann davon ausgehen, dass bis auf Ausnahmen alle an den Instituten des ETH-Bereichs, den Universitäten und Fachhochschulen (FH) durchgeführten Projekte aufgelistet sind. ENET-Nr.:

220 244 (Deutsch)

220 245 (Französisch)

Sowohl die aktuelle als auch die Projektliste von 1998/1999 sind auf der BFE-Internetseite unter „Forschung“ zu finden: www.energie-schweiz.ch

Weitere Informationen zu Projekten (Jahres- und Schlussberichte) im ENET-Publikationsverzeichnis: www.energieforschung.ch

CHF (Quelle; EWG-Studie: „Förderung des Exports im Bereich der Energietechnologien; download unter www.ewg-bfe.ch). Welche konkreten Schritte müssen zum Erreichen dieses Ziels unternommen werden?

Drei Massnahmen verbessern die Exportchancen

Aufgrund der aktuellen Exportsituation von nachhaltigen Energietechnologien ergibt sich für die Förderung folgender Handlungsbedarf:



Osec: Gemeinschaftsstände an ausländischen Messen; Konferenzen, Seminare und Weiterbildungskurse.

(Foto: Osec)

- Beim Technologietransfer neuer innovativer Technologien muss der Exportaspekt vermehrt berücksichtigt werden.
- Hindernisse zur Einführung von Technologien in wachsende ausländische Märkte sollen überwunden werden. Man muss Marktchancen und neue Geschäftsmöglichkeiten aufzeigen, um die Wettbewerbsstärke von Schweizer Unternehmen zu verbessern.
- Für eine zielgerichtete Exportförderung werden aktuelle statistische Daten benötigt.

Die Koordination der Exportförderung des Bundes ist dem Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) übertragen. Für einen konzentrierten Einsatz der Bundesmittel ist die Osec zuständig. Somit sind die Hauptakteure bei der operationellen Exportförderung nachhaltiger Energietechnologien der öffentlichen Hand die Osec und das BFE.

Basis der operationellen Förderaktivitäten

Die Osec pflegt im nationalen Bereich Kontakte zu Handelskammern, Branchenver-



Internet-Links

Osec: Partner bei der Exportförderung nachhaltiger Energietechnologien
www.osec.ch

bänden und kantonalen Wirtschaftsförderstellen. International bestehen in 13 Ländern „Swiss Business Hubs“. Mit „Euro Info Center Schweiz“ (EICS) und „Innovation Relay Center“ stehen Kontakte für Technologietransfer im europäischen Rahmen zur Verfügung.

Über die verschiedenen Energieforschungsprogramme bietet das BFE direkte Kontakte zu Hoch- und Fachhochschulen sowie zur Privatwirtschaft. Ferner sind Ver-

bindungen zu Verbänden und Agenturen zur Markteinführung nachhaltiger Energietechnologien im Rahmen von EnergieSchweiz vorhanden. Mit der Zusammenarbeit in der Internationalen Energie-Agentur (IEA) und der EU-Forschung (z.B. das 6. Rahmenprogramm) kommen die europäischen bzw. weltumspannenden Dimensionen hinzu.

Information und Kooperation als Ausgangspunkte

Im Energiebereich beruhen die Fördermassnahmen hauptsächlich auf einer Erleichterung des Zugangs zu einem existierenden ausländischen Markt mit konkurrenzfähigen Produkten. Nebst diesen technologieübergreifenden, Nachfrage-orientierten Aktivitäten sollen jedoch unter gewissen Voraussetzungen auch technologie-spezifische, Angebots-orientierte Massnahmen berücksichtigt werden.

Die Osec bietet zur Teilnahme an ausländischen Messen Gemeinschaftsstände an; mit Konferenzen, Seminaren und Weiterbildungskursen werden Informationen über verschiedene Themen des Exports vermittelt. Um die Kräfte zu bündeln, sollen in Forschung und Entwicklung geeignete Kooperationen unterstützt werden. Und schon bei der Umsetzung der Resultate in Pilot- und Demonstrationsanlagen kann es sinnvoll sein, die Bedürfnisse ausländischer Märkte zu berücksichtigen, um Exportchancen zu eröffnen.

*Der Export von Energietechnik hat in der Schweiz Tradition. Dieser Aspekt soll auch bei der Entwicklung neuer innovativer Technologien berücksichtigt werden.
 (Foto: Gasturbine GT 13 E2/165 MW von ALSTOM Schweiz AG)*



Energieforschung an der Swissbau

An der Swissbau in Basel hat sich EnergieSchweiz mit den Netzwerken für erneuerbare Energien im Informationszentrum „energy-net.ch“ präsentiert. In der Mitte des Gemeinschaftsstandes waren Produktneuheiten aus Forschung und Entwicklung zu sehen. Aktuelle Informationen zur Energieforschung bot dabei die ENET-NEWS.



Darüber hinaus unterstützte EnergieSchweiz auch die Sonderschau „City Lifting“ und die auf dem Messeplatz aufgebaute Duschbrause, die aufs Energiesparen beim Warmwasser und auf das „Energy“-Label aufmerksam machte.



energie extra

Die sechsmal pro Jahr erscheinende Informationsbroschüre von BFE und EnergieSchweiz kann gratis bezogen werden unter:

Fax: 031 323 25 10
 oder

Email: office@bfe.admin.ch

Auf nachhaltiger Basis

Forschungskonzept für 2004 – 2007 setzt Schwerpunkte auf der Grundlage langfristiger Visionen

Das Energieforschungskonzept des Bundes – ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE – stellt die Leitlinie dar für die Entscheidungsinstanzen des Bundes und bietet Orientierungshilfe für kantonale und kommunale Stellen. Der Entwurf für die Jahre 2004 bis 2007 setzt kurzfristige Prioritäten und Schwerpunkte aufgrund langfristiger Perspektiven und Visionen, die sich einer nachhaltigen Energieversorgung verpflichten. Der Energiebedarf soll beispielsweise auf einen Drittel, d.h. einen mittleren Leistungsbedarf von 2000 W pro Person, gesenkt werden, und der CO₂-Ausstoss auf einen Sechstel, d.h. 1 t pro Person und Jahr. Um diese Werte in 50 Jahren erreichen zu können, sind heute Forschungsentscheide zu fällen.

Verbrauchsprognosen sind erschreckender als Ölförderzenarien

Primäres Anliegen ist eine Reduktion der Ölabhängigkeit zu Gunsten von erneuerbaren Energien und einer effizienteren Energienutzung. Dabei ist es von Bedeutung, wann sich die Kurve der Ölförderung mit derjenigen des Ölverbrauchs kreuzt, wodurch Engpässe und damit verbundene

Konflikte entstehen. Oder wann die mit dem Ölverbrauch zusammenhängenden klimatischen Auswirkungen die Gesellschaft beeinträchtigen werden.

Der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre, bzw. die CO₂-Produktion durch den Energiebedarf, und die daraus folgende globale Erwärmung werden kaum noch bestritten. Daher setzt die CORE auf anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung zur Umsetzung der technologischen Möglichkeiten und auf

samt einen besonders grossen Energieverbrauch aufweisen. Für viele Neubauten werden heute die modernsten Mittel und Standards genutzt, um Energieeinsparungen zu erreichen. Nun gilt es, das beachtliche Potenzial bei Sanierungen ins Auge zu fassen und entsprechende Prioritäten zu setzen. Hier sind Energieeinsparungen um einen Faktor 5 bis 10 notwendig, um genügend wirkungsvoll zu sein. Die Forschungs- und Umsetzungsmittel sollen daher stark erhöht werden.

Rationelle Energienutzung: Bei der Sanierung von Gebäuden sieht die CORE ein viel versprechendes Potenzial zur Energieverbrauchsreduktion.



Pilot- und Demonstrationsprojekte zur funktionellen und ökonomischen Beurteilung von innovativen Ideen mit verminderter Umweltbelastung. Dementsprechend soll die Mittelzuteilung der öffentlichen Hand für die Energieforschung bis 2007 gezielt um über 20 % erhöht werden.

Das Konzept der Energieforschung, welche in enger Zusammenarbeit mit dem energiepolitischen Programm EnergieSchweiz wirken muss, ist in vier Bereiche gegliedert.

Rationelle Energienutzung

Bei der rationellen Energienutzung stehen die Gebäude im Vordergrund, da sie insge-

Beinahe ebenso prägnant soll die Unterstützung für die Brennstoffzellen-Entwicklung im Programm Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) erhöht werden. Hier werden bei stationären Anwendungen dezentral gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt, wodurch eine verbesserte Nutzung der eingesetzten Brennstoffe erreicht werden kann. Beim mobilen Einsatz ist die höhere Effizienz bei der Umwandlung von Treibstoff in mechanische Energie als beim Verbrennungsmotor entscheidend. Als Querschnitts-Technologie vereinigt die WKK unterschiedliche Entwicklungen.

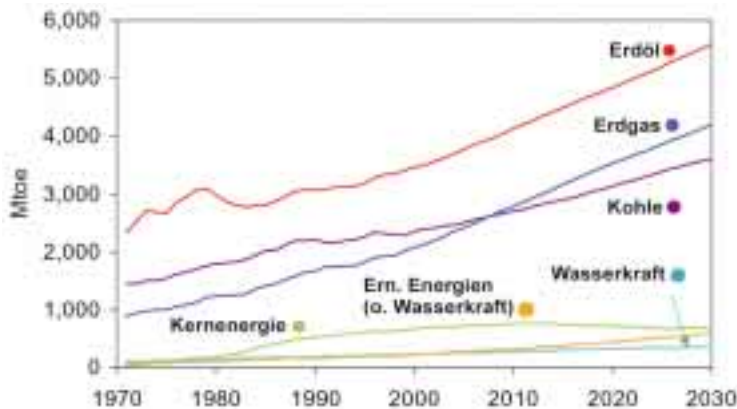
Internet-Links

Informationen zur CORE unter Energie Schweiz, Stichwort CORE

www.energie-schweiz.ch

Koordinationsplattform des Bundes für die Politik der nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz beim Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

www.are.ch



Weltweit steigender Verbrauch fossiler Energieträger verschärft die CO₂-Problematik und daraus resultierende Klimaveränderungen. Mit wirkungsvollen Technologien können Alternativen geschaffen werden, welche für die Schweiz auch Exportchancen bieten.

(Grafik: IEA)

Windenergie, Biomasse, Geothermie, Umgebungswärme und Kleinwasserkraftwerke sind weitere Stichworte dieses Bereichs. Mit gezielten Aktionen sollen hier Pilot- und Demonstrationsanlagen unterstützt werden, um dem Ziel einer weiteren dezentralisierten Energieerzeugung mit nachhaltigem Charakter näher zu kommen.

Kernenergie

Vom Energieverbrauch her betrachtet würde der Verkehr ein enormes Potenzial bieten, doch leider sind die Einwirkungsmöglichkeiten eher bescheiden. Die notwendigen Technologien sind vorhanden, werden aber von den Verbrauchern kaum genutzt. Akzeptanzforschung soll den Weg für nachhaltige Verbesserungen im Verkehrsbereich aufzeigen.

Erneuerbare Energien

Wasserkraft und Holz sind heute die bedeutendsten erneuerbaren Energien in der Schweiz. Daneben spielt die Sonnenenergie (Solarwärme und Photovoltaik) eine zunehmend bedeutende Rolle, sowohl in der Anwendungsbreite als auch bei den Forschungsaktivitäten. Auch die Solarchemie-inkl. Wasserstoff-Forschung soll schwerpunktmässig gefördert werden. Dies nicht zuletzt im Hinblick auf mögliche Exportchancen.

Die Förderung der Forschungsanstrengungen im Kernenergiebereich durch die öffentliche Hand soll gemäss CORE reduziert werden. Bei der konventionellen Kernspaltung, soll die Konzentration auf Sicherheits- und Entsorgungsaspekte im Vordergrund stehen. Bei der Kernfusion, bei welcher eine Mitwirkung beim Aufbau eines internationalen Versuchsreaktors zur Diskussion steht, sind Mittelkürzungen vorgesehen. Diese betreffen vor allem die Forschungsteams des Paul Scherrer Instituts und der ETH Lausanne.

Energiewirtschaftliche Grundlagen

Energiethemen werden primär im technologischen Kontext betrachtet. Letztlich entscheidend sind aber auch wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen sowie die daraus folgenden Verhaltensweisen. Diese zu untersuchen ist Aufgabe des Forschungsprogramms Energiewirtschaftliche Grundlagen. Daten und Statistiken bieten die Möglichkeit, die Wirkungen energiepolitischer Massnahmen zu analysieren und zu verstehen; Modelle machen Simulationen

CORE mit drei neuen Mitgliedern

Im Dezember 2002 wurden drei neue Mitglieder in die Eidg. Energieforschungskommission aufgenommen:

- Tony Kaiser, Direktor des ALSTOM Power Technology Centre in Baden-Dättwil
- Hansjakob Leutenegger, Direktor der Wasserwerke ZUG AG, Präsident des Verbands der schweizerischen Gasindustrie (VSG), Nationalrat und Mitglied der UREK (Kommission für Umwelt, Raumentwicklung und Energie)
- Nicolas Wavre, Gründer und Geschäftsführer der ETEL SA in Môtiers, Professor am Labor für Elektromaschinen der ETH Lausanne.

mit Massnahmen und Instrumenten realisierbar. Angesichts der Querschnittsfunktion dieses Programms, das die Umsetzungschancen und Hindernisse zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung erfassen und abschätzen muss, ist eine deutliche Mittelerrhöhung vorgesehen.

Für die CORE zählen nachhaltige Technologien

Eine markante Senkung aller Emissionen der Energieumwandlung, die Verminderung von Öl- und Gasabhängigkeiten sowie die Schonung und Bewahrung der Biosphäre sind Antriebe für das Verwirklichen einer nachhaltigen Energieversorgung und entsprechender Massnahmen im Bereich der Energieforschung. Für die CORE gilt deshalb, Optionen für erneuerbare Energie und Energieeffizienz dort anzustreben, wo diese wirtschaftlich vertretbar sind.

Förderung trägt Früchte

Forscher und Unternehmen werden durch ENET-Technologie-Transfer zusammengeführt

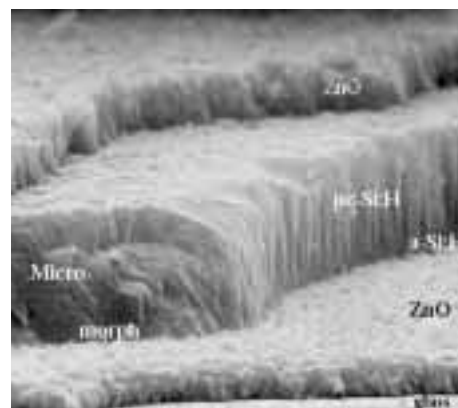
Karl Höhener
Lars Nieba
ENET-Technologie-
Transfer
CH-9320 Arbon

Am Institut für Mikrotechnologie (IMT) der Universität Neuenburg hat die Gruppe von Arvind Shah in den letzten Jahren, mit Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE), die amorphe und mikromorphe Siliziumtechnologie für Photovoltaikzellen entwickelt und damit international grosse Anerkennung erlangt.

Businessmodell für Forscher und Investoren

Nach einer eingehenden Analyse der Situation und dem Benchmarking der Potenziale der amorphen und mikromorphen Technologie durch ENET – in enger Zusammenarbeit mit der IMT-Forscherguppe Arvind Shah, Ulrich Kroll und Johannes Meier – wurde ein wirtschaftlich machbares Businessmodell entwickelt.

Dieses musste sowohl den Ansprüchen der Forscher (als zukünftige Unternehmer) als auch den Risikokapitalgebern, als Investition mit hohem Potenzial und kontrolliertem Gewinn, gerecht werden. Hierin bestand eine der Schlüsselstellen, die der ENET-Technologie-Transfer überwinden musste. Das erarbeitete Modell eröffnete den Investoren die Perspektive, auch in schwierigen Märkten bestehen zu können.



Aufnahme eines Raster-Elektronenmikroskops (REM) der Mikromorph-Technologie.
(Foto: Ulrich Kroll, IMT)

ENET-Dokumentationsservice seit zwei Jahren auf dem Internet

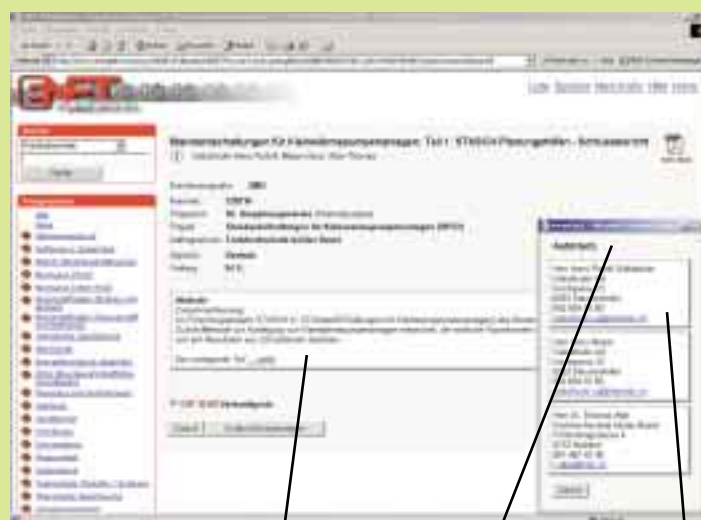
Annemarie Gemperli
ENET
CH-9320 Arbon

F&E- sowie P&D-Publikationen unter www.energieforschung.ch

Die stetig steigende Anzahl der Besucher auf der Webseite und die Zunahme der On-line-Bestellungen der Publikationen über Forschung und Entwicklung (F & E) sowie Pilot- und Demonstrations-Projekte (P & D) haben ENET veranlasst, in diesem Bereich weitere Neuerungen zu realisieren.

Mit der Webfähigkeit der vollständigen Autorenadressen einer Publikation sowie Abstracts in beliebiger Länge wurde die Benutzerfreundlichkeit und der Informationsgehalt weiter verbessert. Der Link auf die Email-Adresse des Autors erlaubt eine rasche Kommunikation. Falls die Publikation in der internationalen Datenbank ETDE aufgenommen wurde, sind Titel und Abstract auch in Englisch angegeben.

Mit einem Klick auf „Liste“ kann eine individuelle Zusammenstellung aus den verfügbaren Publikationen ausgeführt und gedruckt



Abstracts in
beliebiger Länge

Autorenadresse(n)

Email-Adresse
des Autors

	Kristallines Silizium	Amorphes Silizium	Mikromorphes Silizium
Modul-Herstellkosten pro Wp	CHF 5,- /Wp	CHF 2,5 /Wp	CHF 3,- /Wp
Modul-Wirkungsgrad in %	12 - 14 %	6,5 %	9 %
Energie-Ausbeute (relativ)	300 kWh/Wp/Jahr	1'000 kWh/Wp/Jahr	950 kWh/Wp/Jahr
Potenzial der Wirkungsgradsteigerung	50 %	20 -25 %	50 %
Potenzial der Herstellkostenreduktion	-10 %	-50 %	-55 %
Energy Payback	6 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Potenzial der Wirkungsgradsteigerung (absolut) mit neuer IMT-TCO Technologie		+ 0,75 %	+ 1 %
Ästhetik (Farbe des Moduls)	bläulich	rotlich-braun	schwarz
Produktionsausbeute		90 %	95 %

Potenziale der verschiedenen Silizium-Technologien.

Konzept erarbeitet werden, das sowohl für Forscher als auch Investoren zu einer Win-to-Win-Situation führte. In dieser Phase beschränkte sich die Unterstützung des ENET-Technologie-Transfers auf das Coaching im Hintergrund. Das Abstimmen der Interessen mussten die Partner untereinander vornehmen, eine wichtige Voraussetzung für eine langfristige Zusammenarbeit.

Partner für die Umsetzung

Ende 2002 wurde ENET orientiert, dass der Verwaltungsrat von Unaxis entschieden hat, in den Aufbau des Solargeschäftes zu investieren. Mit Unaxis ist ein idealer Partner für eine erfolgreiche Umsetzung, der an der Universität Neuenburg entwickelten und vom BFE konsequent geförderten Technologie, gefunden worden.

Das Institut für Mikrotechnologie der Universität Neuenburg:
www.unine.ch/imt

Konzentration auf den Prozess

Das Kernelement des Businessmodells ist die Konzentration auf den Prozess und die dazu erforderliche Ausrüstung. Dies, als Alternative zu früheren Ansätzen, bei denen die Produktion von Zellen und Modulen im Vordergrund stand. Mit diesem Vorgehen wurde eine weitere Zielgruppe von Investoren, die Maschinenhersteller, erschlossen. Sie kann den neuen Prozess zusammen mit ihren Anlagen anbieten und dadurch als Multiplikator für die Vermarktung der

Technologie wirken. Dadurch wird ein Marktvolumen generiert, welches der Dünnschichttechnologie für Photovoltaikzellen der Universität Neuenburg zum wirtschaftlichen Durchbruch verhelfen soll. Unser Vorgehen wurde zusätzlich durch den weltweiten Trend unterstützt, dass Maschinenhersteller vermehrt Prozessketten und nicht nur Maschinen anbieten.

In mehreren Evaluations- und Verhandlungsstufen mit unterschiedlichen Maschinen- und Anlagenherstellern konnte ein

werden. Wählbar sind die Publikationen nach Forschungsprogrammen und Erscheinungsjahren (Kombinationen möglich).

Entwicklung des Versands von Publikationen

Im Jahr 2002 wurden pro Monat durchschnittlich 370 Publikationen versandt; im Vorjahr waren es 375 pro Monat. Diese leichte Abnahme ist darauf zurückzuführen, dass kleinere Publikationen vermehrt als pdf-Dateien abgerufen werden. Die Zugriffe auf diese Dateien haben um mehr als das Vierfache zugenommen und liegen bei 2'500 Zugriffen pro Monat. Infolge dieses steigenden Trends werden zukünftig neu erscheinende Publikationen wenn immer möglich mit pdf-Dateien veröffentlicht.

ENET-News-Ticker

Der ENET-News-Ticker-Service ist seit anfangs Oktober 2000 aktiv. Die Zunahme von weiteren 500 Abonnenten im Jahr 2002 zeigt das

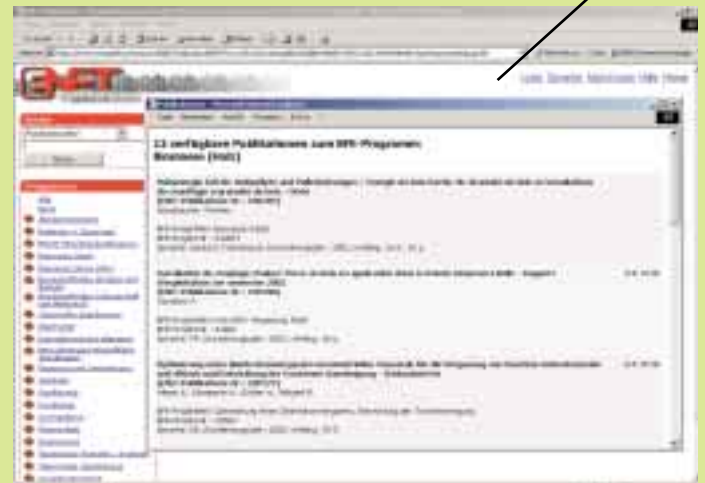
rege Interesse an diesem Service. Ende 2002 waren über 1900 Abonnenten eingetragen.

Veranstaltungen

Die Veröffentlichung von Veranstaltungen hat im 2002 stark zugenommen. Neu werden durchgeführte Veranstaltungen in einem Archiv zusammengefasst und sind somit nach wie vor abrufbar.

Zur einfachen Anmeldung wurde zusätzlich die Möglichkeit einer Online-Registrierung geschaffen.

Liste nach Programmen und Erscheinungsjahren



Dem Markterfolg auf der Spur

Technologie-Monitoring basiert auf der vergangenen Entwicklung und bietet Grundlagen für künftige Strategien

Hanspeter Eicher Reto Rigassi

Dr. Eicher + Pauli AG
CH-4410 Liestal

Walter Ott

Econcept AG
CH-8002 Zürich

Ruedi Meier

BFE-Programmleiter
Energiewirtschaftliche Grundlagen
Bolligenstrasse 14b
CH-3006 Bern

Pascal Previdoli

BFE-Bereichsleiter
Energiewirtschaftliche Grundlagen

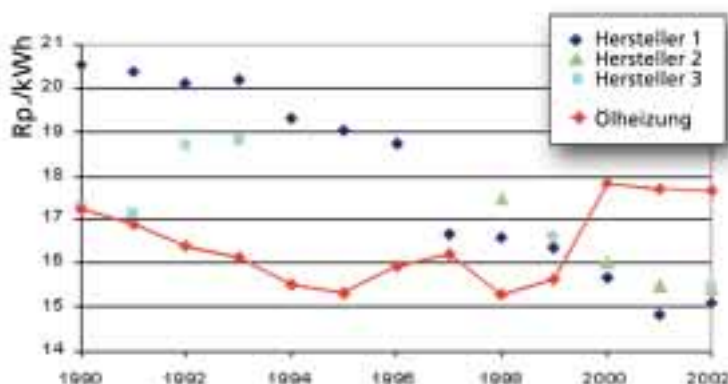
Mit dem Technologie-Monitoring werden Beurteilungsgrundlagen für die wirtschaftliche Entwicklung neuer Energietechnologien geschaffen. Für den Markterfolg ist die Konkurrenzfähigkeit dieser Innovationen von zentraler Bedeutung. Das Monitoring zeigt beispielsweise die bisherige Kostentwicklung bestimmter Technologien auf (Nutzenergiekosten). Dadurch entsteht eine Datenbasis, welche die Beurteilung der Chancen und der Entwicklung von Technologien verbessert. Sie lässt sich aber auch für eine wirksame Förderung von Erfolg versprechenden Arbeiten in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien einsetzen.

Im Rahmen eines vom BFE unterstützten Projekts wurden vier Technologien ausgewählt, die sich durch ihr Innovationspotenzial und ihre bisher erreichte Wirtschaftlichkeit deutlich unterscheiden.

Motorische Wärme-Kraft-Kopplung

Im Laufe der 90er Jahre sind die Modulkosten bei Anlagen von 100 und 400 kW_{el}

deutlich gesunken. Dies kann man vorwiegend auf den Marktdruck und auf Weiterentwicklungen (Kompaktbauweise, Margemotor usw.) zurückführen. Die Stromgestehungskosten haben sich daher bemerkenswert deutlich reduziert. Die Entwicklung des WKK-Marktes wird jedoch stark von den externen Energiepreisen abhängig bleiben.



Heizgeräte mit Brennstoffzellen

Es handelt sich hierbei um ein neu entwickeltes Produkt und einen neuen Markt, jedoch geprägt durch einen Substitutionseffekt. Unter der Annahme eines Lernfaktors von der Vorserie bis zur Serienproduktion von 0,75 könnte das Kostenziel von CHF 3000.–/kW erreicht werden, wodurch sich positive wirtschaftliche Perspektiven ergeben würden.

Wärmepumpen für Einfamilienhäuser

Im Laufe der 90er Jahre sind die Kosten der untersuchten Luft-Wasser-Wärmepumpen um ca. 35 % gesunken. Gleichzeitig verbesserte sich die Jahresarbeitszahl um rund 20 %. Daher sind die entsprechenden Anlagen heute bei Neubauten gegenüber konventioneller Technik konkurrenzfähig. Für die kommenden Jahre wird erwartet, dass sich diese Parameter gleich weiterentwickeln und sich die Wärmegestehungskosten

Entwicklung der Wärmegestehungskosten von Luft-Wasser-Wärmepumpen für Einfamilienhäuser.

Energie-Apéro

Kommunikationsplattform für praxisorientierte Themen mit folgenden Anlässen:

Renouvellement d'air contrôlé – une technologie qui s'affine
9. April 2003, Fribourg

Biomasse – die Energie aus dem Abfallcontainer
24. April 2003, Olten

Revolutionäre Gebäude erobern den Alltag: Das Minergie-P-Haus weist den Weg
5. Mai 2003, Biel

Informationen und Anmeldung:
www.okapublic.ch/energie

sten nochmals um 10 – 20 % reduzieren werden.

Hochleistungs-Wärmedämmung

Vakuum-Isolations-Platten (VIP) – als interessanteste Vertreter der Hochleistungs-Wärmedämmung – befinden sich zurzeit noch in einem Entwicklungs- und Optimierungsprozess. Deren Kosten (Produkt und System) sind höher als jene konventioneller Materialien. Beim analysierten Anwendungsbeispiel einer Innendämmung (Sanierung) können die Kosten unter Berücksichtigung der Nutzflächenverluste jedoch bereits mithalten. Der Markterfolg scheint heute sowohl von technologischen und anwendungsorientierten Weiterentwicklungen, als auch von den Heizölpreisen abhängig zu sein.

Die Auswertung der bisherigen Entwicklung der untersuchten Technologien vermittelt Erkenntnisse über die wesentlichen Einflussfaktoren für einen Markterfolg und weckt gleichzeitig das Bewusstsein für die Chancen dieser Innovationen. Das Monitoring sollte deshalb auch für weitere Technologien durchgeführt werden.

Das Ziel: Wohnbauförderung verbunden mit Energieeffizienz

Das Projekt zeigt einfach realisierbare Massnahmen auf, die den Minergie-Standard auch im Bereich des subventionierten Wohnungsbaus fördern. Dabei sollten Vorhaben für jährlich rund 1700 Wohneinheiten Unterstützung erhalten. Geht man davon aus, dass davon ein Drittel Neubauten sind, so würden über 500 Wohneinheiten nach Minergie neu gebaut. Da deren Energieverbrauch etwa halb so gross ist wie derjenige konventioneller Bauten, ist die Einsparung beachtlich.

Schlussbericht unter:
www.ewg-bfe.ch



Das 6. Forschungs-Rahmenprogramm der Europäischen Union

Ein zentrales Mittel zur Schaffung des von der Europäischen Union angestrebten Forschungsraums ist das 6. Rahmenprogramm (6. RP). Mit einem Gesamtbudget von 17,5 Milliarden Euro soll dieses Programm bis 2006 verschiedene Forschungs- und Entwicklungsziele erreichen. Für Schweizer Forschende, die Industrie und die KMU steht als Informationsnetz Euresearch mit seinen zahlreichen Niederlassungen zur Verfügung. In einer neuen Broschüre vermittelt Euresearch einen vollständigen Überblick über das 6. RP und über das gesamte Spektrum an Kontaktmöglichkeiten.

Das 6. RP ist organisatorisch in drei Massnahmenbereiche unterteilt:

- Bündelung und Integration der Gemeinschaftsforschung
- Ausgestaltung des Europäischen Forschungsraums
- Stärkung der Grundpfeiler des Europäischen Forschungsraums.

Zusätzlich sieht das 6. RP ein spezifisches Programm für die Forschung im nuklearen Bereich (Euratom) vor.

Der erste, weitaus grösste Block dient sieben vorrangigen Forschungsthemen, darunter befindet sich auch die Priorität „Nachhaltige Entwicklung, globale Veränderungen und Ökosysteme“, die sich mit Umwelt, nachhaltigen Energiesystemen sowie entsprechendem Land- und Seeverkehr befasst. Beim Energiebereich ist eine Unterteilung in Aktivitäten mit kurz- und mittelfristigem Zeithorizont – hauptsächlich Demonstrationsprojekte – sowie in mittel- bis langfristige Forschung geplant.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind im 6. RP begehrte Partner, sind sie doch

prominente Träger der Innovation und bilden die Basis einer wettbewerbsfähigen Wirtschaft. Deshalb werden geeignete Unterstützung und Teilnahmemöglichkeiten angeboten. Mit der Kooperationsforschung (CRAFT) kann eine Gruppe von KMU geeignete Forscher beauftragen, mit der Kollektivforschung (Collective Research) initiieren mehrere nationale KMU-Verbände Forschungsprojekte.



Die neue Euresearch-Broschüre zum 6. Rahmenprogramm vermittelt eine strukturierte Übersicht und enthält Informationen zu Kontaktmöglichkeiten.

Informationen zum 6. Rahmenprogramm der Europäischen Union, zu Ausschreibungen und Projekten sowie zu nationalen Veranstaltungen und Unterstützungsmöglichkeiten:

www.euresearch.ch

Weitere Informationen:

www.cordis.lu

Aktuelle Informationen zu Forschungsabkommen und Finanzierungsmodus:

www.bbw.admin.ch/abkommen-d.html



Power vom Flachdach

Dünnschicht-Technologie mit sechs Modultypen im vergleichenden Test und als Solarstrom-Lieferant

Roland Frei
Projektleiter
energiebüro® –
Ihr Solarplaner
CH-8005 Zürich

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

Urs Wolfer
BFE-Bereichsleiter
für Solar-
technologien

Auf dem Dach des Migros-Gebäudes in Zürich-Altstetten steht seit kurzem eine Photovoltaik-Anlage in Betrieb, die unterschiedliche Modultypen mit Dünnschicht-Technologie umfasst. Die durch den Genossenschaftsbund Migros Zürich finanzierte und vom BFE und dem Elektrizitätswerk Zürich (EWZ) unterstützte Pilotanlage dient einem langfristigen, vergleichenden Test dieser aktuellen Generation und produziert dabei rund 17'500 kWh Solarstrom pro Jahr.

Dünnschichtmodule mit unterschiedlichen Montagevarianten

Die Anlage besteht aus amorphen Silizium-Dünnschicht-Solarmodulen (Einfach-, Tandem- und Trippelzellen) sowie aus CIS-Modulen, die mit Referenz-Modulen aus monokristallinen Solarzellen verglichen werden. Die installierte Leistung beträgt 24,4 kW_p. Sechs verschiedene, auf dem Markt erhältliche Dünnschicht-Module und ein herkömmlicher monokristalliner Modultyp können hier unter identischen, realen Bedingungen untersucht werden. Dazu ist jeder Typ in drei unterschiedlichen Montagevarianten installiert worden: horizontal (Neigung 3°) hinterlüftet, horizontal thermisch isoliert und schräg (Neigung 20°) hinterlüftet. Damit sollen mögliche Varianten der Dachintegration verglichen werden.

Pro Modultyp und Montagevariante stehen mindestens 1 – 1,4 kW_p Leistung zur Ver-

fügung, so dass man aussagekräftige Resultate erwarten kann. Von besonderem Interesse für die architektonische Integration von Photovoltaik-Modulen ist die Differenz der Energieerträge der beiden horizontalen Montagevarianten mit und ohne thermischer Isolation.

Vorteile eröffnen viel versprechendes Potenzial

Die Dünnschicht-Technologie weist verschiedene produktions- und anwendungs-

Vergleichsuntersuchung von im Aufbau befindlichen Photovoltaikmodulen bei gleichzeitiger Solarstromproduktion auf dem Dach der Migros Zürich-Altstetten.

Lawinenforschung mit Solarstrom

An die sanierte Südfassade des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) auf dem Davoser Weissfluhjoch wurden im Sommer 2002 insgesamt 55 Photovoltaik-Module Typ Kyocera KC167G-2 montiert. Mit einer Leistung von 9,18 kW_p auf ca. 70 m² Zellenfläche wird ein jährlicher Energieertrag von 10'500 kWh erwartet. Die exponierte Lage auf über 2600 Meter über Meer und entsprechende Wetterbedingungen verhinderte im Rahmen der vorgenommenen Sanierung die komplette Fassadenintegration, die Module wurden daher vorgehängt. Dank gemeinsamer Planung der Sanierungsarbeiten und der Montageart konnte das energiebüro® Zürich

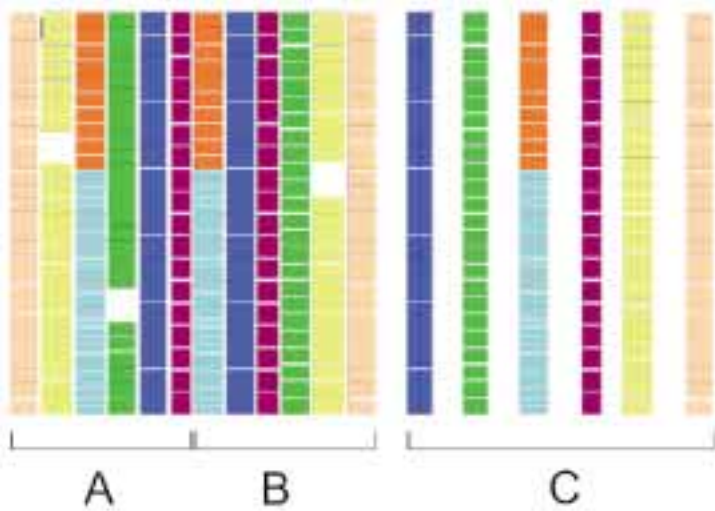


Das SLF hat auf über 2600 m Höhe eine vertikal angeordnete Photovoltaik-Anlage in Betrieb.

Internet-Links

Alles über das Forschungsprogramm Photovoltaik:

www.photovoltaic.ch



Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Migros Zürich-Altstetten. Drei unterschiedliche Anordnungen mit identischen Modultypen:
A) horizontal hinterlüftet
B) horizontal isoliert.
C) schräg hinterlüftet.

technische Vorteile auf, steht bezüglich Einsatz allerdings noch im Hintergrund. Geringerer Material-Verbrauch und vereinfachte industrielle Depositionsverfahren werden in Zukunft wirtschaftlichere Rahmenbedingungen ermöglichen, so dass der Marktanteil der Dünnschicht-Technologie

im Verlauf der Zeit wachsen kann. Die dünnen Schichten erlauben eine Vielzahl von Applikationsmöglichkeiten. Ein besseres Temperaturverhalten macht diese Technologie für die Photovoltaik-Gebäudeintegration interessant. Da der Wirkungsgrad heute im Vergleich zu kristallinen Zellen jedoch noch tiefer liegt, wird bei gleicher Leistung mehr Fläche benötigt. Flachdächer bieten hier ein viel versprechendes Einsatzpotenzial.



Synergien nutzen. Aufgrund der vertikalen Ausrichtung (schneefrei), hoher lokaler Sonneneinstrahlung und Schneereflexion werden im Winter hohe Produktionswerte erwartet.

Solarpreis für Genfer Solardach

Bei dem vom BFE unterstützten Schweizer Solarpreis wurde im vergangenen Jahr in zweifacher Weise Genf ausgezeichnet. Zum einen erhielt die Sunwatt Bio Energie SA, CH-1225 Chêne-Bourg, die Anerkennung für ihre verschiedenen Solarstrom-Projekte, zum andern wurde die von diesem Unternehmen geplante Installation auf dem Parkhaus „P+R de l'Étoile“ geehrt. Hier überdacht eine Photovoltaik-Anlage mit 143 kW_p Leistung das ursprünglich offene fünfte Parkgeschoss. Ein Aussichtspunkt und eine Anzeige der aktuellen Produktionswerte dienen der Besucherinformation.

www.solaragency.org

Windenergie

COM-EOLE: Charta für sanften Ausbau

Suisse Eole – die Vereinigung zur Förderung der Windenergie in der Schweiz – verfolgt das Ziel, bis 2010 an 5 bis 10 Standorten geeignete Windenergieanlagen zu realisieren und damit die Diversifikation der Energiequellen sinnvoll zu erweitern. Sie unterstützt die Entwicklung von Projekten in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen kantonalen Stellen sowie Natur- und Landschaftsschutzkreisen.

Mit der Charta COM-EOLE hat Suisse Eole nun die Initiative für einen massvollen und geregelten Ausbau ergriffen. Mit einer Liste von Schweizer Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Kultur, Politik, Wirtschaft usw. wird die breite Unterstützung zugunsten der nachhaltigen Windenergie dargelegt. Sie bekräftigt die Dringlichkeit, effizienten Lösungen zum Durchbruch zu verhelfen. Windenergieanlagen erzeugen an ausgewählten Standorten erneuerbare Energie, ermöglichen aber auch eine wichtige Erweiterung des entsprechenden Know-hows, welches für den weiteren Ausbau von Exportaktivitäten genutzt werden kann.

COM-EOLE ruft zur Unterzeichnung der Charta auf:

www.suisse-eole.ch



Die neue Anlage auf dem winterlich verschneiten Gütsch.
(Foto: Suisse Eole)

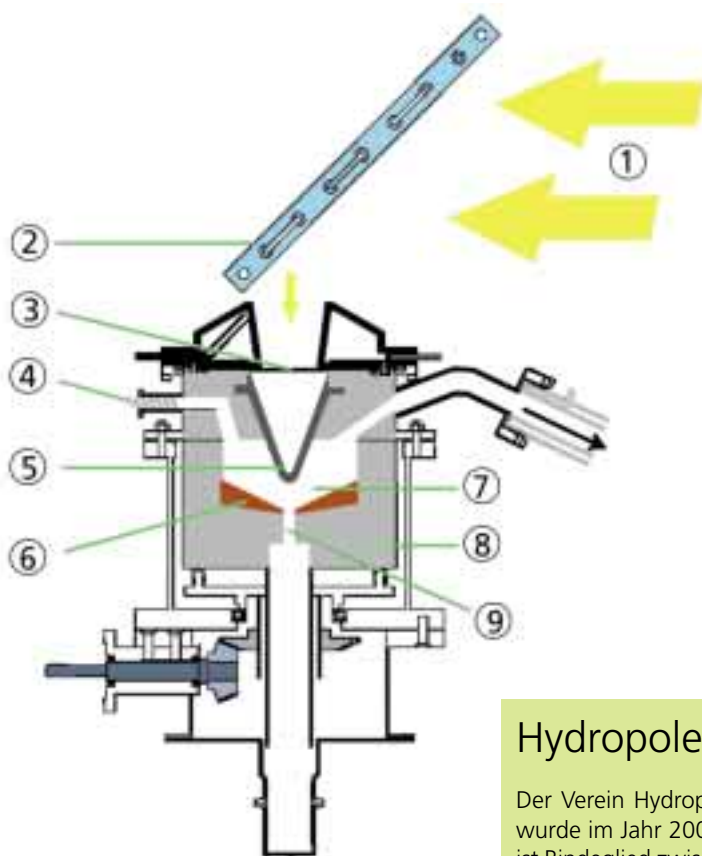
Wertstoffe zurückgewinnen

Solarthermische Prozesse ermöglichen ein CO₂-freies Recycling von Metallen

Am Paul Scherrer Institut PSI wird seit längerem an der solarthermischen Herstellung von Metallen gearbeitet. Die entsprechenden Prozesse sind CO₂-frei und eröffnen neue Möglichkeiten bei verschiedenen in-

Zu Reststoffen zählt man Batterien, Filteraschen und Rückstände aus der Kehr-richtverbrennung, Rückstände aus der Altmetall- und Altauverwertung usw. Recyclingprozesse von schwermetallhaltigen

Abfällen gehören zu den energieintensiven metallurgischen Prozessen, für deren Energie in der Regel CO₂ als Emission anfällt. Reststoffe enthalten jedoch oft Metalle, deren Gewinnung interessante wirtschaftliche Perspektiven bietet.



Reaktorprototyp zur solaren Pyrolyse von schwermetallhaltigen Reststoffen.

- 1 konzentrierte Solarstrahlung vom Parabolspiegel
- 2 wassergekühlter Umlenk-Spiegel
- 3 Fenster
- 4 Partikel-Förder-einrichtung
- 5 Grafit-Strahler
- 6 Reaktanden
- 7 Reaktionsraum
- 8 rotierender Herd
- 9 Auslass für Schmelzen.

Um eine Voraussage über die zu erwartenden Reaktionsprodukte sowie den erforderlichen Energiebedarf und die Temperatur zu machen, wurden am PSI zunächst thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen und Energiebilanzen erstellt. In Zusammenarbeit mit Industriepartnern wurde dann ein 10-kW-Reaktorprototyp konstruiert. Dieser besteht aus einem langsam rotierenden Herd, in welchem sich der Reaktionsraum befindet. Ein durch die konzentrierte Solarstrahlung aufgeheizter Graphitstrahler erwärmt den gasdichten und unter geringem Unterdruck stehenden Raum. Es wurden Versuche im Batch- und im kontinuierlichen Modus durchgeführt, um so das Reaktorkonzept zu prüfen.

dustriellen Verfahren. Beim Projekt „Reststoffe“ wurde anhand von zwei umweltrelevanten Verfahren (Reststoffpyrolyse und Filterstaubbehandlung) die Anwendung konzentrierter Solarstrahlung und Reaktoren untersucht.

Schlussbericht:

Solarthermische Prozesse in der Kreislaufwirtschaft; B. Schaffner, W. Hoffelner, A. Steinfeld; BFE 2002

ENET-Nr. 220 177

Hydropole: Kompetenzzentrum für Wasserstoff

Der Verein Hydropole mit Sitz in Monthey wurde im Jahr 2001 gegründet. Hydropole ist Bindeglied zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Im Hinblick auf eine ganzheitliche Nutzung der Wasserstofftechnologie bietet Hydropole ein Know-how-Netzwerk für Industrie, Forschung, Versicherungen und Investoren. Hydropole bietet:

- Informationen über aktuelle Forschungsprojekte, z.B. in der EU
- Trendanalysen und Fachartikel aus aller Welt
- Unterstützung bei Patentrecherchen
- Aktuelle Informationen über Kongresse und Veranstaltungen
- Zugang zu Spezialisten für Risikobeurteilungen und Gutachten
- Projektkoordination und -unterstützung durch Hydropole

- Kontakt mit Know-how-Trägern aus diversen Branchen
 - Politische Interessensvertretung.
- Hydropole schafft durch Information Klarheit und Vertrauen und bringt wichtige Kernkompetenzen zusammen. Überzeugende Gründe, um Mitglied von Hydropole zu werden.

Informationen und Kontaktmöglichkeit:

www.hydropole.ch

Ökobilanz schafft Klarheit

Verstromung des erneuerbaren Energieträgers Klärgas ist energetisch und ökologisch sinnvoll

Ernst A. Müller

Leiter „Energie in Infrastruktur-anlagen“
Lindenhofstrasse 15
CH-8001 Zürich

Bruno Guggisberg

BFE-Bereichsleiter
Biomasse

Auf den Abwasserreinigungsanlagen (ARA) fällt ein hochwertiger Energieträger an: Klärgas. Dieses entsteht durch anaerobe Stabilisierung (Faulung) des anfallenden Rohschlammes, der weitgehend aus organischem Material von uns Menschen stammt. Klärgas – als erneuerbare Energie – eignet sich für den Einsatz in Blockheizkraftwerken, deren Strom- und Wärme-Produktion in der Regel direkt in der ARA genutzt werden kann.

trischen Energiebedarfs der ARA. Die Abwärme der üblicherweise installierten Magermotoren reicht ganzjährig zur Aufrechterhaltung des Faulprozesses.

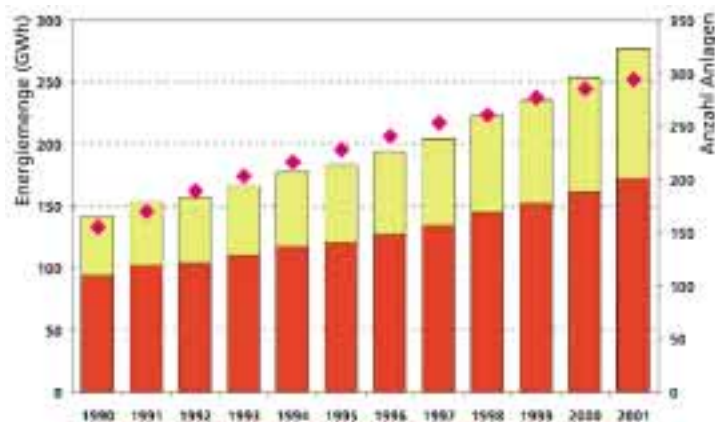
Unter den Guten die Beste

Die wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen, dass die Stromproduktion aus Klärgas unter den erneuerbaren Energien eine hervorragende Ökobilanz aufweist und so

Entwicklung der Klärgas-WKK-Anlagen:

- ◆ Anzahl Anlagen
- Elektrizitätsproduktion
- genutzte Heizwärme

(Grafik: Biomasse-Energie)



Ökobilanz als Basis für die Zertifizierung

Für die Beurteilung dieser Klärgasverstromung als Ökostrom wurde eine vom BFE unterstützte Ökobilanz erstellt. Diese bildet auch die Basis zur Zertifizierung als „naturremade star“. Ziel ist, den Verkauf von Klärgas-Ökostrom zu fördern und dadurch den ARA-Betreibern eine zusätzliche Mittelbeschaffung zu ermöglichen. Damit sollen Investitionen für den Bau neuer oder den Ersatz bestehender Blockheizkraftwerke, welche man in den letzten Jahren immer weniger realisierte, wieder lohnenswert gemacht werden.

Die Stromproduktion aus Klärgas deckt bei optimalen Anlagen 50 – 70 % des elek-

gar zu einer Umweltentlastung führt. Alternative Nutzungsmöglichkeiten des Klärgases, z.B. Einspeisung ins Erdgasnetz oder als Treibstoff, sind möglich, schneiden in der Ökobilanz jedoch schlechter ab als die direkte Klärgasverstromung.

In einem nächsten Schritt soll nun die Zertifizierung an ersten Kläranlagen in der Praxis durchgeführt und der potenzielle Markt untersucht werden. Dabei kann dieses „neue“ Ökostromprodukt mit drei entscheidenden Vorteilen aufwarten:

- Klärgas fällt lokal bzw. regional an
- die Herkunft ist deklarierbar und damit nachweisbar
- die Ökobilanz ist noch besser als bei bisherigen Produkten.



Hydropole
c/o iwa ag
Schlachthofstrasse 1
CH-8406 Winterthur
Tel. +41 52 209 09 99
Fax: +41 52 209 09 91
werder@iwa.ch

Wärme fürs Haus

BFE-Positionspapier setzt Ziele und Prioritäten für die Nutzung des Energieträgers Holz

Christoph Rutschmann
BFE-Programmleiter
Holz
c/o Holzenergie
Schweiz
CH-8008 Zürich

Daniel Binggeli
BFE-Bereichsleiter
Holz

Holzenergie ist nach der Wasserkraft die zweitwichtigste erneuerbare Energie der Schweiz. Bei ihrer Nutzung hat die direkte Wärmeproduktion für das Bundesamt für Energie (BFE) oberste Priorität. Die Wertschöpfung von Holzenergie liegt deutlich höher als bei nicht erneuerbaren Energien. So bleibt das investierte Kapital in der Region und im Inland wirksam. Holzenergie ist ein wichtiger Teil einer nachhaltigen und sicheren Energieversorgung.

Ein dezentral vorhandenes Potenzial

Im Schweizer Wald wachsen pro Jahr rund 8 – 10 Mio. m³ Holz nach. Zur Zeit werden durchschnittlich 4 – 5 Mio. m³ pro Jahr, also beinahe die Hälfte des nachwachsenden Holzes, genutzt. Rund die Hälfte des Holzpotenzials liegt über 800 Meter über Meer, fällt sehr dezentral an und ist somit aufwändiger zu ernten. Der Verbrauch an Holz liegt in der Schweiz bei jährlich ca. 7 Mio. m³ (inkl. Import/Export-Bilanz).

Energieholz fällt in verschiedenen Formen an: als naturbelassenes Waldholz, als Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie sowie am Schluss des Lebenszyklus als Altholz. Der heutige Energieholzverbrauch liegt bei ca. 2,5 Mio. m³ pro Jahr. Dem steht ein zusätzliches, kurz- bis mittelfristiges Potenzial von nochmals 2,5 Mio. m³ pro Jahr gegenüber. Insgesamt könnten somit 5 Mio. m³ energetisch verwendet werden, ohne unsere Wälder zu übernutzen oder höherwertige Anwendungszwecke des Holzes zu konkurrenzieren.

Dank optimaler Ökobilanz Bestandteil der Ziele von EnergieSchweiz

Die Ökobilanz der Holzenergie ist im Vergleich zu Öl und Gas gut. Gewissen Nachteilen der Holzfeuerungen, wie der Stickoxid- und Partikelaustritt (NO_x-Emissionen

aus Holzheizungen machen jedoch heute nur rund 3% des gesamten in der Schweiz produzierten Stickoxids aus und der Anteil des Partikelaustrittes beträgt nur rund 2,2%), stehen geringere Schwefeldioxid- und Schwermetallemissionen sowie die CO₂-Neutralität gegenüber.

Das erklärte Ziel von EnergieSchweiz ist es, die Holzenergienutzung längerfristig zu verdoppeln. Damit könnte, bei gleichen Umwandlungs-Wirkungsgraden, der Anteil des Holzes am Gesamtenergieverbrauch von heute rund 2,5% auf 5%, oder der Anteil am Wärmemarkt von heute rund 5% auf 10% gesteigert werden. Die Schadstoffe lassen sich weiter verringern. Der Energieträger Holz ist so einzusetzen, dass die Ziele mit geeigneten Technologien erreicht werden.

Prioritäten für sinnvolle Nutzung

Die Nutzung des in der Schweiz anfallenden bzw. bereitzustellenden Energieholzes hat folgende Prioritäten:

1. Zur direkten Wärme- und Stromproduktion in Wohnhäusern, öffentlichen Gebäuden und Industrie. Die Reduktion des Treibhausgas CO₂ bzw. die Substitution von fossilen Brennstoffen ist dank des hohen Jahresnutzungsgrades bei der reinen Wärmeerzeugung am grössten.
2. Zur Wärme- und Stromproduktion an geeigneten Standorten mit hohem Gesamtwirkungs- bzw. Jahresnutzungsgrad.
3. Zur Aufbereitung für Treib- und Brennstoffe. Befürwortet wird dies jedoch nur in Sonderfällen.



Basistunnel liefert Bandenergie

Für beide AlpTransit-Projekte am Gotthard und Lötschberg ist eine Bergwassernutzung geplant

Ladislav Rybach
Institut für
Geophysik
ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Harald L. Gorhan
BFE-Programmleiter
Geothermie
c/o EWE
CH-8037 Zürich

**Markus
Geissmann**
BFE-Bereichsleiter
Geothermie

Das Energiepotenzial des Bergwassers aus den beiden Tunnelröhren von AlpTransit durch den Gotthard und den Lötschberg wurde durch Prognosen geschätzt. Diese geben Hinweise auf die zu erwartende Fels-temperatur und mögliche Wassereintritte, was zunächst für die bautechnische Planung von grösster Bedeutung ist. Durch die hohe Überlagerung des Gebirges erwartet man im Gotthard eine maximale Fels- und Wassertemperatur von ca. 42°C; an den Portalen wird Wasser von über 30°C zur Verfügung stehen. Im Lötschberg, in welchem der Tunnelvortrieb am weitesten gediehen ist, hat man bereits 34°C gemessen; am Nordportal in Frutigen rechnet man mit ca. 20°C. Für Angaben über mögliche Wassermengen muss man sich noch auf Schätzungen abstützen.

An den vier Portalen wird somit eine Wärmeleistung von rund 30 MW_{th} zur Verfügung stehen. Wertvolle Erfahrungen mit bereits realisierten Tunnelwasser-Projekten

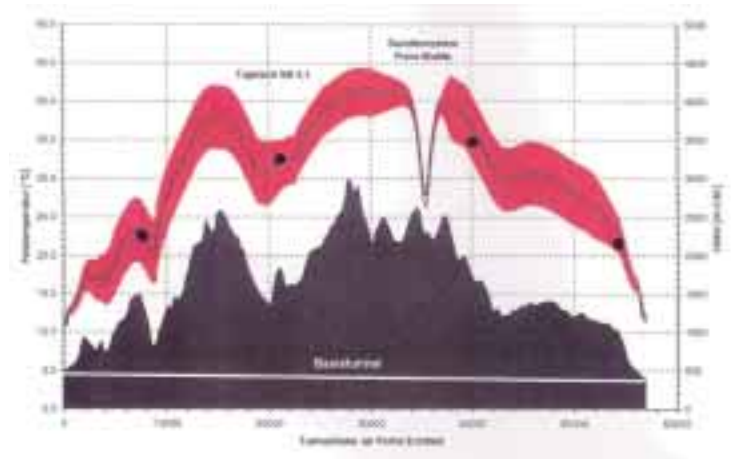
an anderen Orten der Schweiz bilden die Grundlage für die Planungsarbeiten bei den zwei AlpTransit-Tunnelbauten. Primäres Anliegen ist nun, eine angemessene Nutzung des Bergwassers in Frutigen optimal planen zu können. Mit BFE-Unterstützung wurden detaillierte Studien erarbeitet, die verschiedene Varianten analysierten. Dabei hat die direkte Verwendung beispielsweise in einem Erlebnisbad oder einem Gewächshaus – nach dem Vorbild des Tropenhauses in Ruswil – besondere Beachtung gefunden.

Internet-Links

Schweizerische
Vereinigung für
Geothermie SVG
www.geothermal-energy.ch

Tunnelinfor-
mationen über die
beiden AlpTransit-
Projekte
www.alptransit.ch
www.blsalptransit.ch

Tropenhaus in
Ruswil als Vorbild
für die Berg-
wassernutzung
www.tropenhaus.ch



Querschnitt des Gotthard-AlpTransit-Tunnels mit markierten Messwerten, die innerhalb des prognostizierten Felstemperaturverlaufs liegen. (Grafik: Keller 2002)



Tropenhaus nutzt Abwärme

Auf der Pipeline-Reise durch die Schweiz wird Erdgas in Ruswil (Kanton Luzern) verdichtet. Die dabei entstehende Abwärme dient dem dort erstellten Tropenhaus als Energiequelle für ein tropisches und subtropisches Klima, in dem Agrikulturen mit Früchten, Zierpflanzen und saisonverlängerten einheimischen Früchten gedeihen kann. Mit Aquakulturen wird Fischzucht betrieben; das nährstoffreiche Wasser dient dann zur Bewässerung und zur Düngung

Energie aus dem Untergrund

EMPA-Tagung zur Geothermie im
Gebäudebereich:
6. Mai 2003
Informationen:
mark.zimmermann@empa.ch
www.empa.ch (Veranstaltungen)

Revitalisieren und nutzen

Alte Gefällstufen und Quellwasser bieten heute neue Möglichkeiten zur dezentralen Stromerzeugung

Hanspeter Leutwiler

BFE-Programmleiter
Kleinwasserkraftwerke
Postfach
CH-8910 Affoltern
am Albis

Bruno Guggisberg

BFE-Bereichsleiter
Kleinwasserkraftwerke

Mancherorts ist der Wasserkanal noch vorhanden, der ursprüngliche Mühlenbetrieb und die damit verbundene Wasserkraftanlage jedoch abgeschaltet. Vom Bundesamt für Energie unterstützte Grobanalysen, Vorstudien und Vorprojekte ermöglichen einen aktuellen Überblick über Möglichkeiten zur Revitalisierung solcher Kleinwasserkraftwerke sowie zur energetischen Nutzung von Trink- und Abwassersystemen. Technische und wirtschaftliche Kriterien sind beurteilt und Grundlagen für ein Bewilligungsgesuch erarbeitet worden.

Hägler-Mühle: für die Energieproduktion gerettet

Den Auftrag zur Erneuerung der Hägler-Mühle an der Ergolz in Lausen erhielt die

stiftung revita von der Elektra Basel-Land Liestal (EBL). Grundlage dieses Revitalisierungsprojekts ist eine vom BFE unterstützte Vorstudie, welche eine Erneuerung der bestehenden Francis-Turbine aus dem Jahre 1948 mit einer Nennleistung von 62 kW analysierte.

Horizontal gelagerte Francis-Turbine der Hägler-Mühle vor der Erneuerung. (Fotos: stiftung revita/EBL)

Von einem 6,5 m hohen Wehr in der Ergolz wird eine Wassermenge von maximal 915 l/s in den 1,3 km langen Oberwasserkanal geleitet. Aufgrund der Wasserabfluss-Statistik kann man eine jährliche Stromproduktion von ca. 250'000 kWh erwarten. Dabei wird angenommen, dass an rund 220 Tagen 700 l/s über eine Fallhöhe von 7,6 m mit einem Gesamtwirkungsgrad von 70% turbinert werden. Die erforderliche Restwassermenge für die verbleibende Strecke der Ergolz ist auf 210 l/s festgelegt worden; das Wehr liegt jedoch an einer natürlichen Flussschwelle, welche eine

Fischwanderung seit jeher unterbunden hat.

Durch eine schonende Sanierung des ökologisch wertvollen Oberwasserkanals der Hägler-Mühle und des unter Denkmalschutz stehenden Turbinenhauses sollen die Ziele der *stiftung revita* und der EBL erfüllt werden. Adrian Bretscher, Geschäftsleiter der *stiftung revita*, sagt dazu: „Wir setzen für eine ökologische Mehrleistung auf den Einsatz von Zivildienstleistenden“. Die Energie wird auf ca. 22 Rp./kWh zu stehen kommen – eine übliche Grösse bei der Gesamterneuerung solcher Niederdruck-Kleinanlagen. Inbetriebnahme wird voraussichtlich im Herbst 2003 erfolgen.



Zufluss durch den Oberwasserkanal zum Turbinenhaus, das unter Denkmalschutz steht.



Wasserrad-Projekt beim Surb-Wasserfall in Tegerfelden

An zahlreichen ehemaligen Mühlenstandorten waren früher Wasserräder im Einsatz. Da Gefälle und Wassermengen in den meisten Fällen keinen wirtschaftlichen Einsatz von Turbinen erlauben, wurden viele dieser Anlagen aufgegeben. Inzwischen sind jedoch neue Wasserräder entwickelt worden: mit optimierter Geometrie und aus rostfreien Materialien gefertigt, mit integrierten Radnabengetrieben und einfachen Standard-Asynchron-Generatoren. Moderne Fertigungsmethoden (CIM) ermöglichen zudem, Einzelprodukte, die auf das Gefälle und die Wassermenge optimal abgestimmt sind, kostengünstig herzustellen.

Der Einsatzbereich umfasst Gefällhöhen von ca. 1,5 – 7 m und stark schwankende Wassermengen von 10 – 2500 l/s. Eine Regelung ist dank der selbständigen Anpassung an die jeweilige Wassermenge nicht er-



Neue Wasserräder ermöglichen eine wirtschaftliche Energieerzeugung auch bei geringen Fallhöhen und Wassermengen.

Morobbia-Tal: ein System für Trinkwasser und Strom

Die energetische Nutzung von Trinkwasser-Systemen ist in der Schweiz erst teilweise realisiert. Mit einer Vorstudie wurde die Trinkwasser-Versorgung des Tessiner Orts Giubiasco sowie der Siedlungen im Morobbia-Tal als integriertes Gesamtsystem untersucht. Dabei konnten auch drei neu zu erstellende Druckentlastungsreservoirs mit Turbinenanlagen definiert werden.

Neue Wasserfassungen im hinteren Teil des Tals zusammen mit den bereits existierenden könnten gemäss diesem Vorschlag eine gesamte mittlere Wassermenge von 75l/s ergeben. Davon stehen rund 70l/s bereits bei der obersten Pelton-Turbine zur Verfügung, so dass diese Menge auf dem Weg über rund 990m Höhendifferenz drei Mal zur Energieproduktion genutzt werden

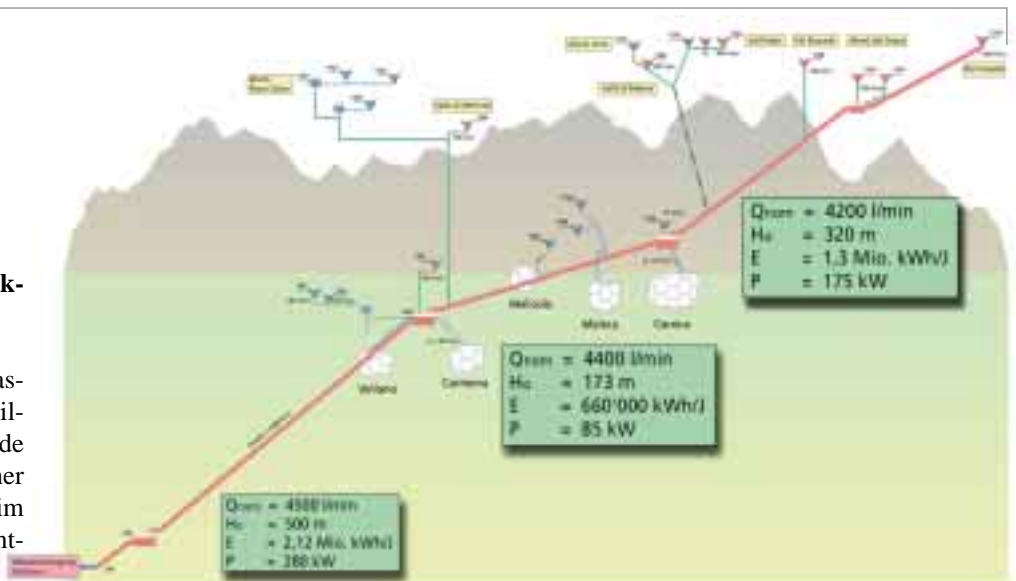


Diagramm des Wasserversorgungs- und Energienutzungssystems für das Morobbia-Tal.

(Bild: Ingenieurbüro G. Sciarini)

könnte. Insgesamt rechnet die Studie mit einer jährlichen Stromerzeugung von 4'080'000 kWh – dies als „Nebenprodukt“ einer optimierten Trinkwasser-Versorgung. Bereits ab ca. 7 Rp./kWh wäre hier ein wirtschaftlicher Betrieb möglich.

Dokumentationen:

- Vorstudie: Kleinwasserkraftwerk Hägler-Mühle, Lausen; M. Wohlfender, A. Bretscher, St. Gutzwiller; *stiftung revita*; 2002

www.revita.ch

ENET-Nr. 220 155

- Vorstudie: Studio di fattibilità di ricupero energetico captazione sorgenti in valle Morobbia; Ingenieurbüro G. Sciarini, CH-6574 Vira-Gambarogno; 2001 ENET-Nr. 210 320

Weitere Informationen:

www.smallhydro.ch



forderlich. Wasserräder sind unempfindlich gegenüber Schwemmgut, Laub, Kies und Sand, erfordern also nur einen Grobrechen. Die Montage ist einfach: Der Tragrahmen mit dem Radnabengetriebe wird auf einen Betonsockel montiert und das Wasserrad angeflanscht.

Im Rahmen eines vom BFE unterstützten Vorprojekts beim Wasserfall an der Surb bei Tegernfelden wurde ein solches modernes Wasserrad vorgeschlagen. Bei den Abklärungen

stellte sich der Wasserfall allerdings als eine einzigartige, protoindustrielle, aus der Mitte des 19. Jahrhunderts stammende Bogenstau-mauer mit einer Kronenlänge von ca. 13 m heraus. Das Objekt hat überregionale Bedeutung und soll durch die Denkmalpflege unter Schutz gestellt werden. Ursprünglich nutzte man die Wasserausleitung beim damaligen Wehr für Mühlenbetriebe im Dorf. Später wurde der Kanal aufgefüllt und die Bogen-mauer bildete einen Wasserfall. Heute soll das vorhandene Gefälle wieder für die Energieerzeugung genutzt werden. Die Wasserführung der Surb ist unstetig und stark von den Niederschlägen abhängig. Mit einer jährlichen durchschnittlichen Nutzwassermenge von ca. 320 l/s lassen sich rund 70'000 kWh Strom erzeugen.

Das Wasserrad soll seitlich der bestehenden Bogenmauer platziert werden. Zur biologischen Vernetzung wird ein Rauhgerinne von ca. 60m Länge als Fischpass erstellt. Dank niedrigen Investitionskosten und geringem Aufwand bei Betrieb und Unterhalt rechnet man mit einem raschen wirtschaftlichen Erfolg.

Eco Power Systems AG
Roland Schmid
CH-6305 Zug

Beim Wasserfall der Surb bei Tegernfelden könnte ein Wasserrad die frühere Energieproduktion wieder beleben.



Für geringeren Planungsaufwand

Planungshilfsmittel für Standardschaltungen von kleinen Wärmepumpenanlagen steht bereit

Thomas Kopp

BFE-Programmleiter (F&E) für Umgebungswärme
c/o Hochschule Rapperswil
CH-8640 Rapperswil

Max Ehrbar

BFE-Programmleiter (P&D) für Umgebungswärme
c/o Interstaatliche Hochschule für Technik
CH-9470 Buchs

Fabrice Rognon

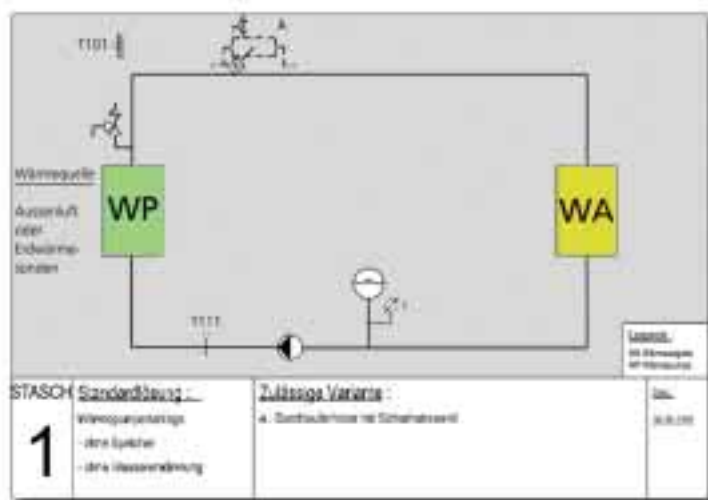
BFE-Bereichsleiter für Umgebungswärme

Nach einer Evaluation der häufigsten Schaltungen von kleinen Wärmepumpenanlagen mit Heizleistungen bis 25 kW wurden sieben hydraulische Standardschaltungen definiert. In Zusammenarbeit mit Wärmepumpenanbietern schaute man auf gute Praxistauglichkeit, hohe Energieeffizienz und Zuverlässigkeit. Die Schaltungen wurden daraufhin mit Computersimulationen detailliert untersucht und optimiert. Das Ergebnis diente als Grundlage für eine einfach anwendbare tabellarische Planungshilfe, die das Auswählen der geeignetsten Variante und die vollständige Dimensionierung der Anlage erleichtern wird. Diese Planungshilfe ist ein wichtiger Schritt zur Reduktion der verwirrenden Zahl existierender Schaltungen.

Unterlagen für alle Anlagenvarianten

Die Standardschaltungen wurden für Luft und Erdreich als Wärmequellen, für unterschiedliche Vorlauftemperaturen der hydraulischen Wärmeverteilung (35 – 45 °C für Neubauten, 55 – 65 °C für Sanierungen) sowie für Anlagen mit und ohne Warmwasserbereitung untersucht. Kriterien

waren: Komfort, Jahresnutzungsgrad, Betriebskosten und Robustheit gegenüber Störungen. Die Computersimulation des Gesamtsystems (Wärmequelle/Wärmepumpe/Speicher/Verteilungssystem/Gebäude)



Die erste und einfachste Standard-schaltung einer Wärmepumpenanlage ohne Speicher.

zeigten Möglichkeiten und Grenzen des Betriebs von Wärmepumpenanlagen ohne Wärmespeicher auf.

Aber auch die optimale Dimensionierung der Anlagen bezüglich Strombedarf und Behaglichkeit wurde untersucht, inklusive Wärmespeicher, maximaler Anteil von Thermostatventilen für den Betrieb ohne Überströmventile sowie optimaler Warmwasserbereitung mit der Wärmepumpe. Die Simulationen führten zu einfachen Anhaltspunkten für das geeignete Serie- und Parallelspeichervolumen. Zudem verdeut-

Messungen an Retrofit-Wärmepumpen

Speziell für den Sanierungsmarkt ist die „Swiss Retrofit Heat Pump (SRHP)“ entwickelt worden. Diese vom BFE lancierte Luft-Wasser-Wärmepumpe auf der Basis einer Sole-Wasser-Einheit mit zusätzlichem Luftkühler soll zur Raumheizung bis 60 °C Vorlauftemperatur und integrierter Warmwasserbereitung dienen. In der Heizsaison 2001/2002 wurde der Betrieb von zwei Versuchsanlagen gemessen. Verschiedene Kriterien liessen sich dabei untersuchen, so hat sich beispielsweise die gewünschte Wirkung der Zwischendruckansaugung bestätigt. Die SRHP-Auszeichnung hat die Wärmepumpe der KWT Kälte-Wärme-Tech-

nik AG erhalten. Mit der Untersuchung konnte man zudem weitere Optimierungsmöglichkeiten (z.B. beim Luftkühler) erkennen, die im Rahmen der nun angestrebten Umsetzung in ein Marktprodukt berücksichtigt werden.

Schlussbericht:

Messungen an Retrofit-Wärmepumpen – Phase 2; H.R. Gabathuler, Hans Mayer, Gabathuler AG; J. Cizmar, E. Zahnd, HTA Burgdorf; 2002, BFE ENET-Nr. 220 143

lichten sie, dass die Norm SIA 384/2 bei einem Niedrigenergie-Einfamilienhaus einen um rund 20 % zu hohen Wärmeleistungsbedarf ergibt und die dementsprechend eingestellte Heizkurve zu hoch liegt.

Schrittweise Anleitung zur optimal angepassten Auslegung

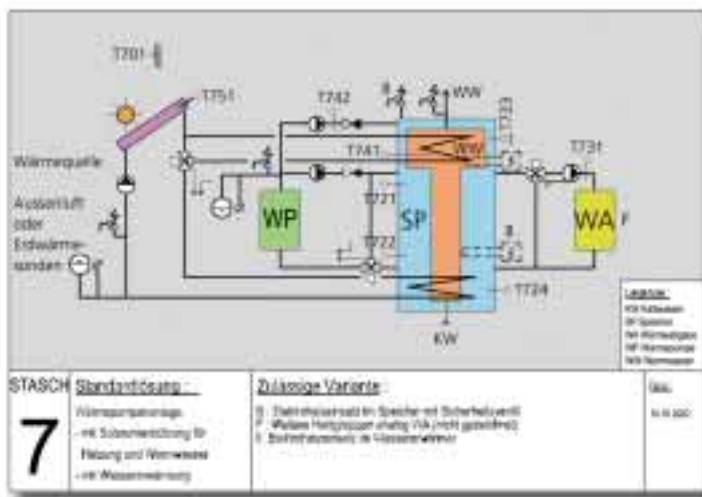
Die separate tabellarische Planungshilfe gibt eine Anleitung für die vollständige

Auslegung effizienter, kostengünstiger und zuverlässiger Wärmepumpenheizungen. Dabei wird vom Wärmebedarf des Gebäudes und vom verwendeten Wärmeverteilsystem (Fussbodenheizung bei Neubauten, Radiatoren bei Sanierungen) ausgegangen. Dann wird der Planer anhand einfacher Kriterien zur Auswahl der zweckmässigsten Schaltung aus den total sieben Standardschaltungen angeleitet. Schliesslich folgt schrittweise die Dimensionierung der gesamten Wärmepumpenanlage. An-

weisungen für das Positionieren der Temperaturfühler, für Reglereinstellung, Einstellung der Überströmventile, Inbetriebnahme und Betriebsoptimierung sind die letzten Themen. Man findet immer wieder Hinweise auf wichtige Hintergrundinformationen im Anhang.

Die neue Planungshilfe trägt ferner zu einer besseren Vergleichbarkeit von Angeboten verschiedener Lieferanten bei. Es ist zu hoffen, dass das leicht anwendbare Instrument rasch Eingang in die Praxis finden wird und dass bald nur noch diese empfohlenen BFE-Standschaltungen anzutreffen sind.

Autor: Martin Zogg



Bei der 7. und aufwändigsten Standardschaltung ist die Integration von Sonnenkollektoren vorgesehen. (Bilder: aus Schlussbericht)

Schlussberichte:

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: Planungshilfe

H.R. Gabathuler, H. Mayer, Th. Afjei; 2002; BFE ENET-Nr. 220 216

Schémas standards pour petites installations de PAC

1^{re} partie: fiches techniques

P. Renaud, H.R. Gabathuler, H. Mayer,

Th. Afjei; 2002; OFEN

ENET-Nr. 220 217

Teil 2: Grundlagen und Computersimulationen

Th. Afjei, U. Schonhardt, C. Wemhöner,

G. Zweifel, M. Achermann, R. von Euw,

U. Stöckli, P. Renaud; 2002; BFE

ENET-Nr. 220 218

Download aller Berichte:

www.waermepumpe.ch/fe

Wärmepumpen – noch effizienter und leiser

Die 10. Wärmepumpen-Tagung des Forschungsprogramms Umgebungs- und Abwärmenutzung wird einen aktuellen Überblick über die Forschungsarbeiten für zukunftsweisende, effizientere und leisere Wärmepumpen-Technologien vermitteln.

Mittwoch, 25. Juni 2003, HTA Burgdorf

Informationen

www.waermepumpe.ch/fe

Das Programm mit Anmeldeformular befindet sich in der Mitte dieser ENET-NEWS-Ausgabe.



Die Dinge ganzheitlich betrachten

Im Rahmen der Prozesstechnikanalysen werden auch die energetischen Aspekte erforscht

Industrielle chemische Prozesse stehen im Zentrum der Forschungstätigkeiten der Gruppe für Umwelt- und Sicherheitstechnologien an der ETH-Hönggerberg in Zürich. Professor Konrad Hungerbühler, Leiter dieser Gruppe, erläutert im Folgenden neben Fragen der Produktelebenszyklen auch entsprechende Energieaspekte bei Produktionsprozessen.



Sicherheit, Qualität, Effizienz und Energieeinsatz sind wichtige Kriterien beim Aufbau und Betrieb von Produktionsanlagen. (Foto: Ciba Spezialitätenchemie AG)

Internet-Links

Laboratorium für Technische Chemie an der ETH Zürich
www.tech.chem.ethz.ch

Gruppe für Umwelt- und Sicherheitstechnologie
<http://lrcmail.ethz.ch/hungerb>

Der Fokus Ihrer Aktivitäten liegt vor allem auf Prozessen der chemischen Industrie. Können die gewonnenen Erkenntnisse auch direkt auf andere Branchen übertragen werden?

Konrad Hungerbühler: Bei chemischen Prozessen gehen wir von einem molekularen Hintergrund aus, der bei anderen Anwendungen meist weniger von Bedeutung ist. Allerdings handelt es sich immer

„Stoffflüsse spielen in der Prozesstechnik meist die Hauptrolle.“

um Stoffflüsse, die umgewandelt, bearbeitet und gehandhabt werden müssen. In diesem Sinn gelten die Gesetzmässigkeiten der Prozesstechnik sowohl für die Produktion von Lösungsmitteln, Baustoffen, Agro- und Pharmaerzeugnissen als auch für Veredlungsstoffe (Papier, Textil, Lebensmittel usw.)

Weshalb berücksichtigen Sie bei Ihren Forschungsarbeiten stets den gesamten Lebenszyklus eines Produkts?

Umwelt und Sicherheit sind für uns zwei zentrale Stichworte, wenn es darum geht, einen industriellen Prozess, den Bau der entsprechenden Anlage und die Bewertung der Produkte ganzheitlich zu analysieren. Wir gehen daher den Bedingungen für die Sicherheit in allen Phasen nach, sowohl bei Entstehung und Nutzung als auch bei der Rückführung der Produkte in natürliche Kreisläufe. Unsere wichtigste Aufgabe sehen wir darin, durch die eingehende Bewertung der Produkte Verbesserungspotenziale zu finden und durch das Suchen von Lösungsräumen eine optimale Prozessgestaltung zu fördern. Dies kann jedoch

sinnvollerweise nur über den gesamten Lebenszyklus betrachtet geschehen.

Wo liegen heute – energetisch gesehen – die Herausforderungen bei chemischen Prozessen?

Während die Produktion von Grundchemikalien, bei welcher die Energiefrage seit langem eine grosse Rolle spielt und daher intensiv untersucht worden ist, eher im Ausland erfolgt, ist in der Schweiz vor allem die Spezialitätenchemie zu Hause.

Forschungskonzept der CORE

Die eidgenössische Energieforschungskommission CORE formuliert Forschungsstrategien für die verschiedenen Energieforschungsgebiete, so auch für Prozesse. Hier stehen Verfahrensoptimierungen für Prozesse der Energie- und Stoffumwandlungstechnik im Vordergrund. Bei thermischen Produktionsprozessen sind technische Einsparpotenziale vorhanden, die vor allem durch Massnahmen zur optimalen Prozessführung und zur Wärmerückgewinnung (Prozessintegration), also optimierte Kopplung von verschiedenen Wärmequellen und Wärmesenken, sowie durch neueste Regelungstechnik genutzt werden können. In enger Zusammenarbeit mit der Industrie lassen sich auch neuartige Prozesskonzepte evaluieren, die neben energetischen Verbesserungen auch weniger Emissionen und Umweltbelastungen mit sich bringen.

Ein wichtiger Aspekt ist dabei auch die Exportförderung von Produkten und Dienstleistungen. Die Umsetzung der erzielten Forschungsergebnisse wird durch die Ausweitung auf den Export positiv beeinflusst.

Die Forderung an die Unternehmen, eine Pionierstellung im Markt zu erreichen und insbesondere die „Time to market“ zu minimieren, bringt für die Entwicklungsteams einen hohen zeitlichen und wirtschaftlichen Druck. Verkürzte Durchlaufzeiten bei den einzelnen Projektphasen sind das Problem. Verzögerungen bei der Einführung eines neuen Produkts müssen vermieden werden, was eine raschere Umsetzung der Labor-



Konrad Hungerbühler: Umwelt und Sicherheit sind für uns zwei zentrale Stichworte, wenn es darum geht, einen industriellen Prozess zu analysieren.

Rezeptur in einen technisch gangbaren Syntheseweg verlangt. Energetisch nicht optimierte Prozessschritte und Anlagen sowie ein genereller Mangel an aussagefähigen Energiedaten haben zur Folge, dass energetische Potenziale oft nicht ausgeschöpft werden. Hier brauchen wir Werkzeuge, mit welchen die nötigen Entwicklungsarbeiten optimiert werden können, ohne dass man Zeitverzögerungen in Kauf nehmen muss. Im Weiteren führt der Anspruch, höhere Flexibilität zu gewährleisten

und die damit verbundenen geringeren Tonlagen, zu typischen Batch-Prozessen, bei welchen systemimmanent eine hohe Energieeffizienz schwieriger zu erreichen ist.

Wie beurteilen Sie die Situation für eine rationellere Energienutzung im Prozessbereich heute?

Als Grundregel gilt bei der chemischen Umsetzung: Je komplexer die Moleküle im Prozess werden – und die Zielmoleküle werden in der Regel heute komplexer –, umso mehr Energie muss eingesetzt werden. Oder anders ausgedrückt: Je mehr Stufen ein Prozess aufweist, umso aufwändiger wird die Optimierung des Energieeinsatzes. In dieser Entwicklungslinie befinden wir uns seit einiger Zeit, wodurch das Thema Energie bei Industriebetrieben zu einem

„Anlagenprojektierungen stehen unter erheblichem Zeitdruck, wenn die ‚Time to market‘ entscheidend ist.“

wichtigen Anliegen geworden ist, und wir von einem wachsenden Interesse an der Forschungszusammenarbeit profitieren können. Monoanlagen, welche ein hohes Potenzial an Energieintegration bieten, kontinuierlich arbeiten und stabiler gefahren werden, sind bereits bestens untersucht und optimiert worden. Unsere Aufmerksamkeit muss sich also auf mehrstufige Systeme mit Veredlungsschritten konzentrieren, bei denen der Anteil der Energie an den Produktionskosten zwar relativ gering ist, in der Gesamtbetrachtung jedoch eine grosse Energiemenge ausmachen kann. Es gilt die Tatsache zu beachten, dass beispielsweise für die Herstellung einer bestimmten Menge an Pharmastoff wesentlich mehr Energie eingesetzt werden muss

Neuer Programmleiter für Forschung und Entwicklung

Als Nachfolger von Martin Zogg ist seit Jahresbeginn Thomas Kopp F&E-Leiter der BFE-Forschungsprogramme „Prozesse“ und „Umgebungswärme, Abwärme, Wärme-Kraft-Kopplung (UAW)“. Neben seiner Tätigkeit als Professor für Thermodynamik



Thomas Kopp, neuer Programmleiter F&E.

und Energietechnik an der Fachhochschule Rapperswil (HSR) führt er daselbst seit sieben Jahren das Institut für Energietechnik. Hier werden sowohl Praktikumsarbeiten als auch externe Aufträge durchgeführt. Dazu gehören beispielsweise Analysen

und Optimierungen energietechnischer Anlagen sowie Untersuchungen im Gebiet der Thermodynamik und Fluidodynamik. Im Rahmen der Entwicklung und Optimierung von energieumwandelnden Geräten und Prozessen in Energie- und Verfahrenstechnik war das Institut auch beim BFE-Projekt zur Untersuchung einer Kleinwärmepumpe mit dem Arbeitsmittel Ammoniak in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern beteiligt.

Informationen zum Institut für Energietechnik an der HSR:

www.iet.hsr.ch

Kontaktadresse:

Thomas Kopp, Prof. Dr. sc. techn. ETH
HSR Hochschule Rapperswil
Oberseestrasse 10
CH-8640 Rapperswil
tkopp@hrs.ch

als für die gleiche Menge Grundchemikalien.

Welche Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit der ETH hat die chemische Industrie?

Gerade das Entsorgungsproblem von Abfall-Lösungsmittel, das bei den meisten Unternehmen existent ist, hat beispiels-

weise zu einer breiten Projektzusammenarbeit geführt und zu einer Untersuchung, die auch vom Bundesamt für Energie unterstützt wird. Wertstoffe müssen grundsätzlich zurückgewonnen werden, dennoch hat die Verbrennung aus Gründen der Prozesssicherheit und -flexibilität an Bedeutung zugenommen. Hier liegt die Diskrepanz zwischen Umweltanliegen und dem Sicherheits- sowie Fle-

xibilitätsbestreben, der wir mit unserem Team nachgehen. In diese Zusammenhänge mehr Transparenz zu bringen, ist ein wichtiges Anliegen der Zusammenarbeit mit der Industrie und fördert schliesslich auch den entsprechenden Technologietransfer.

Wo sehen Sie die markantesten Herausforderungen im Bereich der che-

Verbrennen oder zerlegen?

Organische Lösungsmittel werden in der chemischen Industrie in großen Mengen eingesetzt, mit Umwelt beeinflussenden und energetischen Konsequenzen: Nach dem Einsatz in Produktionsprozessen sind sie oft verschmutzt und unbrauchbar, werden somit zu Abfall-Lösungsmitteln. Wie sollen diese behandelt werden?

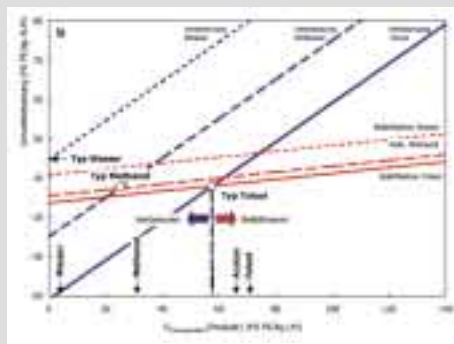


Brenner und Flamme in einer Verbrennungsanlage für Abfall-Lösungsmittel. (Foto: Valorec Services AG)

werden, durch das andere Lösungsmittel zurückgewonnen werden. Bei der Trennung der vorhandenen Gemische, der Rektifikation der Abfall-Lösungsmittel, muss zwar zunächst Energie eingesetzt werden. Durch den erneuten Einsatz der gereinigten Lösungsmittel anstelle der Produktion neuer Lösungsmittel kann aber indirekt wesentlich mehr Energie eingespart werden.

Zusammenarbeit mit der Industrie

In einem vom BFE unterstützten Forschungsprojekt des Laboratoriums für Technische Chemie der ETH Zürich wurden in enger



Umweltbelastung durch Verbrennen oder Rektifizieren verschiedener Gemischttypen von Abfall-Lösungsmitteln bezogen auf die Primärenergie bzw. auf die petrochemische Herstellung des wiedergewonnenen Produktgemisches.

Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen Fallbeispiele mit verschiedenen Bewertungsverfahren für die Umweltbelastung analysiert und auf ihre energetische und ökologische Relevanz geprüft.

Es wurden fünf exemplarische Gemische von Abfall-Lösungsmitteln untersucht, die als Hauptkomponente entweder Toluol, Aceton, Methanol, Wasser oder ein Gemisch von Benzol und Toluol enthielten. Kann mit der Rektifikation ein bestimmtes Lösungsmittel wiedergewonnen werden, deren petrochemische Herstellung mit einer grossen Umweltbelastung verbunden ist, so kann die Stofftrennung je nach Trennbarkeitseigenschaften des Gemisches vorteilhafter als die Verbrennung sein.

Verfahren für erleichterten Entscheid

Durch die Identifizierung von wichtigen Eigenschaften der Lösungsmittel und Prozessparameter lässt sich die Entscheidung, ob Verbrennung oder Rektifikation zu wählen sei, mit den vorgeschlagenen Verfahren unterstützen.

Zwei Verfahren mit unterschiedlichen energetischen Eigenheiten

Abfall-Lösungsmittel kommen in der chemischen Industrie meist in flüssiger Form vor und variieren stark bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung sowie ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften. Grundsätzlich lassen sie sich thermisch (Verbrennung) oder stofflich (Abtrennen der Verunreinigungen) behandeln. Durch das eine Verfahren kann Energie gewonnen

Schlussbericht:
Abfalllösungsmittelbewirtschaftung in der chemischen Industrie;
Thomas B. Hofstetter, ETHZ, 2002
ENET Nr. 220141
Download ab
www.waermepumpe.ch/fe

mischen Industrie bzw. der Prozesstechnik?

In der Gesamtbetrachtung des Lebenszyklus von Produkten spielt in Zukunft auch das Gleichgewicht von Ökonomie und Energienutzung eine wichtige Rolle. Neben dem heute gängigen Begriff GMP, der guten Herstellpraxis, wird die Prozessexzellenz künftig vom optimalen Energieeinsatz mit-



Konrad Hungerbühler: Wir entwickeln Modelle, welche die Zusammenhänge sichtbar machen und Entscheidungsgrundlagen für Projekte bieten.

bestimmt sein. Als Indikator kann die Energieintensität pro Prozessschritt bzw. Anlagenelement dienen. Mit unseren Analysen wollen wir die Sensibilisierung für eine detailliertere energetische Betrachtung der Prozesse bewirken, so dass nicht mehr allein – oft falsche – Analogieüberlegungen für eine Abschätzung des Energieverbrauchs gemacht werden müssen, sondern Daten und Modelle zur Verfügung stehen. Die Frage nach dem Anlagenaufbau mit Rührwerken, Leitungen, Reaktorkessel usw. soll auch auf der Grundlage relevanter Energie-Parameter gestellt werden. Im Übrigen beobachten wir, dass heute die Energieversorgung vermehrt ausgegliedert wird und durch den Wegfall von Fixkosten wohl ein zusätzlicher Anreiz zu Einsparungsanstrengungen sowie zu Verbundlösungen gegeben ist. Wenn nun Wärme, Kälte, Dampf, Eis und Strom eingekauft werden müssen, erscheint dieser Kostenfaktor deutlicher als früher und zwingt zu noch stärkerem häushälterischen Verbrauch.

Wie können Sie die Gesamtbetrachtung der Systeme bezüglich Sicherheit, Qualität, Effizienz und Energieeinsatz weiter fördern?

Parallel zu unseren wissenschaftlichen Literatur- und Computermodellarbeiten an der Hochschule sind konkrete Fallbeispiele aus der Industrie ganz zentral. Daraus lassen sich Modelle entwickeln, welche die Zusammenhänge zwischen Sicherheit, Qualität, Effizienz und Energieeinsatz sichtbar machen und Entscheidungsgrundlagen für Projekte bieten, die für solche Mehrzielprobleme einen möglichst hohen Standard erreichen. Daneben gibt es auch Anhaltspunkte für den täglichen Umgang. Anlagenelemente sollen beispielsweise nur bei Bedarf in Funktion sein. Wir dürfen dabei allerdings nicht vergessen, dass die

„Prozessexzellenz umfasst künftig auch einen optimalen Energieeinsatz.“

Verfahrenssicherheit jederzeit garantiert sein muss. Beispielsweise muss ein Rührwerk ständig eingeschaltet sein, wenn dies die thermische Prozesssicherheit im „Worst case scenario“ verlangt. Im Rahmen dieser ganzheitlichen Studien geht es schliesslich auch um eine zukunftsweisende Unterstützung der Ausbildung und um das Formulieren herausfordernder Forschungsfragenstellungen für junge Naturwissenschaftlerinnen und Ingenieure. Nicht zuletzt im Wechselspiel zwischen Lehre, Forschung und Anwendung werden wir die Energieaspekte vermehrt in den Lebenszyklusbetrachtungen von Produkten der prozesstechnischen Industrie verankern können.

LENI entwickelt Methoden zur Prozessoptimierung

Forschungsarbeiten im Bereich industrieller Prozesse werden auch an der ETH Lausanne vom Labor für industrielle Energiesysteme LENI durchgeführt. Unter der Leitung von Daniel Favrat entwickelt man Methoden für die Integration und Optimierung komplexer thermodynamischer Energiesysteme. LENI realisiert theoretische und experimentelle Studien über Energieumwandlungssysteme und -anlagen, wobei dezentralisierte Hybrid-Systeme, Konzepte für erneuerbare Energien und Wärmepumpen im Zentrum der Abklärungen stehen. So war man beispielsweise beim Projekt der Wärmepumpen mit Zwischeneinspritzung bei Scrollkompressoren, einer grundlegenden Untersuchung für die Entwicklung der „Swiss Retrofit Heat Pump“, involviert und bei der Prüfung der Ölmigration in Wärmepumpen. Beide Arbeiten wurden vom BFE unterstützt.

Im Bereich der Forschung und Entwicklung von Modellen zur Verbesserung industrieller Prozesse bezüglich Energieeinsatz hat sich das LENI intensiv mit der Pinch-Methode befasst. Diese thermodynamische Konzeptionsmethode dient vor allem der Optimierung verfahrenstechnischer Prozesse, bei denen zirkulierenden Stoffströmen entsprechende Wärmeströme auf verschiedenen Temperaturebenen zuzuführen oder zu entziehen sind. Die Engpässe der aufgezeichneten Heiz- und Kühlwärmeströme bestimmen die erforderlichen Wärmeübertragungsflächen in der zu planenden Anlage. Die in Lausanne entwickelte Software PINCHLENI bietet hier eine standardisierte Methode, um industrielle Prozesse optimal konzipieren und realisieren zu können.

Weitere Informationen zu LENI und der Pinch-Software:

<http://leniwww.epfl.ch>

Produktionsanlagen unter der Lupe

Analysen des Energiebedarfs bei Batch-Prozessen beruhen auf umfassenden Messungen

Chargenprozesse, also absatzweise arbeitende Prozesse (Batch-Prozesse) bilden die Grundlage vieler industrieller Produktionsanlagen. Die ETH Zürich untersuchte im Auftrag des BFE den Energiebedarf solcher Batch-Prozesse. In einer ersten Messphase wurde der monatliche Energiebedarf (Sole, Elektrizität, Dampf) eines Produktionsgebäudes mit Hilfe von globalen Messstellen analysiert. Zusätzlich untersuchte man detaillierter eine typische Produktionswoche. Im Einsatz stehen im analysierten Betrieb



Stromverbrauch und Anzahl betriebener Reaktionskessel (erstes Gebäude der Studie). Im Anteil für die Infrastruktur (Ventilation usw.) liegt ein wichtiges Energiesparpotenzial.

Mehrzweckanlagen, die mehr als 20 Batch-Reaktoren umfassen, mit denen pro Jahr über zehn verschiedene Produkte synthetisiert werden. Zum Einsatz kommen verschiedene organische Lösungsmittel.

In einer zweiten Messphase wurden direkte Messungen des Energieverbrauchs der Hauptapparate durchgeführt, die schliesslich für den Aufbau von Energieverbrauchsmodellen und für Optimierungsansätze dienen sollen.

Dampf und Strom für die Batch-Prozesse

Die Jahresübersicht des spezifischen Fabrikationsdampfverbrauchs zeigte starke

Schwankungen, welche durch die reine Batch-Produktion begründet waren. Durchschnittlich wurden ca. 860 MWh/Monat benötigt. Anhand von detaillierten Untersuchungen der Produktionsverfahren konnten sowohl Rückschlüsse auf die Verbraucher gemacht als auch Einsparpotenziale erkannt werden.

Beim Elektrizitätsverbrauch, wie auch bei den anderen Energien, wurde sichtbar, dass globale Messungen nicht dazu dienen können, den Verbrauch einzelner Hauptapparate zu eruieren. Es hat sich ferner herausgestellt, dass die Hälfte des Strombedarfs durch die Infrastruktur des Gebäudes begründet wird. Könnten bei der Ventilation, der Vakuumherzeugung usw. Stromeinsparungen vorgenommen werden, so liesse sich der Gesamtverbrauch demnach deutlich senken.

Untersuchung eines bestimmten Produktionsprozesses

Wie die Analyse auf Anlagenebene zeigte, sind einfache, globale Modelle zur Vorhersage des Energieverbrauchs von Mehrprodukte- bzw. Mehrzweck-Batch-Betrieben nicht brauchbar. Aus diesem Grund wird in einem nächsten Schritt der Energieverbrauch von einzelnen typischen Einheitsoperationen direkt gemessen. Mit Hilfe dieser Daten werden Modelle für Einheitsoperationen gebildet, welche in ihrer Gesamtheit die Modellierung der Gesamtanlage erlauben sollen.

Studien:

Analyse und Modellierung des Energiebedarfs in Batch-Prozessen;

Patric S. Bieler, ETHZ, 2002

Zwischenbericht: ENET-Nr. 220185

Jahresbericht: ENET Nr. 210162

Download ab www.waermepumpe.ch/fe (Berichte)



Typischer Reaktionskessel in einem Mehrprodukte- bzw. Mehrzweck-Batch-Betrieb.

EnAW – die Energie-Agentur der Wirtschaft

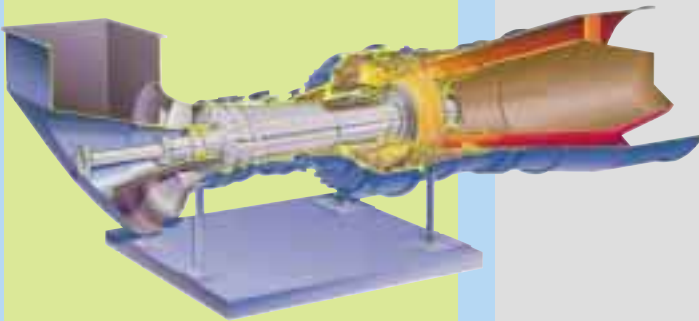
Die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) wurde 1999 von der economie-suisse, bzw. den wichtigsten Branchenverbänden gegründet. Sie setzt sich für die Reduktion von CO₂-Emissionen und für die Steigerung der Energieeffizienz unter Ausschöpfung wirtschaftlich rentabler Massnahmen ein. Dazu entwickelte man Modelle zur Umsetzung der Ziele des Energie- und des CO₂-Gesetzes für Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungs-Unternehmen. Rund 600 Firmen sind inzwischen eingebunden. 300 grössere Unternehmen arbeiten mit dem von der EnAW entwickelten Energie-Modell, rund 100 haben bereits eine Zielvereinbarung abgeschlossen. Für kleinere und mittlere Betriebe hat die EnAW ein spezielles Benchmark-Modell geschaffen.

www.enaw.ch

www.energie-schweiz.ch/bfe/de/industrie

ETH-ALSTOM: Zusammenarbeit im Energieforschungsbereich

Vor bald zwei Jahren wurde der Rahmenvertrag für die Forschungszusammenarbeit von ETH und ALSTOM, dem weltweit tätigen Unternehmen für Energietechnologien, unterzeichnet. Inzwischen sind fünf gemeinsame Projekte in Arbeit, bei denen 25 Personen von sieben Instituten in Zürich und Lausanne involviert sind. Die langfristig angelegte Zusammenarbeit von ETH und ALSTOM wird vom Center for Energy Conversion (CEC) der ETHZ unter der Leitung von Reza S. Abhari koordiniert.



Hochleistungs-Gasturbine
GTX100 (43 MW)
für WKK- und
Kombi-Anlagen.
(Grafik:
ALSTOM AG)

Im Januar 2003 informierten die beiden Partner an einem gemeinsam durchgeführten Symposium erstmals über Ziele und Projekte der Forschungszusammenarbeit. Ergänzend orientierten Walter Steinmann, Direktor des Bundesamts für Energie, über die Energieforschungspolitik des BFE sowie Olivier Küttel, Direktor von Euresearch, über die Möglichkeiten, welche das 6. Rahmenprogramm der EU für Forschungsarbeiten bietet.

Weitere Informationen zu den beiden Forschungspartnern:
Labor für Strömungsmaschinen der ETHZ
www.lsm.ethz.ch
ALSTOM (Schweiz) AG in Baden
www.ch.alstom.com

Fernwärme – Nahwärme – Wärmeverbund

An der diesjährigen Tagung des VSF (Verband Schweiz. Fernwärmeerzeuger & -verteiler) stand das Marketing unter besonderer Berücksichtigung der CO₂-Problematik im Mittelpunkt. Ob es sich um Fern- oder Nahwärme oder um Wärmeverbundkonzepte handelt, stets ist eine optimale Konzeption und ein wirtschaftlicher Betrieb von Bedeutung. In- und ausländische Beispiele verdeutlichten diesen Sachverhalt und stellten geeignete Realisierungsmöglichkeiten dar. Während beispielsweise in Dänemark rund 50 % des Gebäudewärmemarktes mit Fernwärme versorgt werden, sind es in der Schweiz erst 1,5 %.

Walter Steinmann, Direktor des Bundesamts für Energie (BFE) erläuterte die Rahmenbedingungen des Bundes: Nachhaltigkeitsprinzip der Bundesverfassung, CO₂-Strategie, Vereinbarungen mit der Wirtschaft und das Programm EnergieSchweiz stehen als Instrumente zur Verfügung. Er informierte über die Ende letzten Jahres gefundene Lösung, wie die Fernwärme im Rahmen einer Verpflichtung einzubeziehen ist. Der Lösungsansatz sieht vor, dass die Systemgrenze das Unternehmen ist, das die Fernwärme bezieht.

Bei seinem globalen Überblick listete Sven Werner aus Schweden die Energiequellen für Fernwärme auf: Verluste bei der Umwandlung von Primärenergie, Biomasse, Abfall, Geothermie und industrielle Abwärme.

Lukas Gutzwiller vom PSI gab einen Überblick über anwendbare Technologien zur Vermeidung einer CO₂-Abgabe. Möglichkeiten für einen dezentralen Ausbau der Fernwärmeversorgung präsentierte Markus Palic am Beispiel der Westdeutschen Licht und Kraft AG.

Richard Grass aus Riehen bei Basel stellte das dort seit 1994 genutzte Wärmeverbundsystem mit einer Geothermiebohrung vor. Aus einer Tiefe von 1547 Metern werden 20 Liter Wasser pro Sekunde mit einer Temperatur von 64 °C gefördert. Dieses deckt rund 50 % des Energiebedarfs ab. Im Moment wird ein Netzverbund mit zwei weiteren, älteren Wärmeverbundsystemen in Riehen geprüft.

Dieter F. Wullschleger sprach über Ansätze für ein schweizerisches Fernwärmemarketing, wie das Produkt Fernwärme zu einem Gesicht, zu einer Marke gelangen könnte.

Weitere Informationen

- Verband Schweiz. Fernwärmeerzeuger & -verteiler VSF
www.fernwaerme-schweiz.ch
- Informationen des BFE:
www.energie-schweiz.ch
(Themen/Energiemärkte)
- Riehen – die Energiestadt mit Geothermie-Wärmeverbundnetz
www.riehen.ch/verwaltung (Tiefbau)

Optimierung der Fernwärmeerzeugung

Um den Einsatz von fossilen Energien im Bereich der Fernwärme zu reduzieren, haben die Industriellen Werke Basel (IWB) die Energiebereitstellung analysieren lassen. Martin Schaad und Bruno Schletti haben im Rahmen ihrer Diplomarbeit des Nachdiplomstudiums Energie des Instituts für Energie (IfE) der FHBB eine Betriebsoptimierung einzelner Heizkessel als mögliches Szenarium erkannt. Durch eine Anpassung an den effektiven Betrieb könnten beispielsweise die Wärmeverluste der in Bereitschaft stehenden Kessel deutlich reduziert werden.

www.fhbb.ch/energie

Wärme und Strom aus Brennstoffen

Kombination von WKK-Anlagen oder Kombikraftwerken mit Wärmepumpen erzielt die effizientesten Resultate

Martin Zogg
Kirchstutz 3
CH-3414 Oberburg

Welches Konzept bietet die effizienteste und umweltschonendste Wärme- und gleichzeitige Stromerzeugung aus flüssigen und gasförmigen Brennstoffen? Zur Beantwortung dieser Frage werden vier Systemvarianten mit den Komponenten Heizkessel, Wärmepumpe, Wärme-Kraft-Kopplungsanlage und Kombikraftwerk verglichen.

Kombinierte Systeme für Wärme und Strom

Wärme hat heute in der Schweiz einen Anteil von rund 75 % an der gesamten Nutzenergie. Rund 90 % des Bedarfs an Niedertemperaturwärme (Raumheizung, Warmwasserbereitung usw.) werden aus meist fossilen Brennstoffen (Erdgas und Heizöl) gedeckt. Im Bestreben, die Kohlendioxidproduktion und die weiteren Schadstoffemissionen zu senken, ist einer effizienten und emissionsarmen Erzeugung von Wärme höchste Priorität einzuräumen.

Mit der Kombination einer Wärme-Kraft-Kopplungsanlage (WKK) – mit hohem elektrischen Wirkungsgrad – und Wärmepumpen, aber auch mit der Kombination Kombikraftwerk mit Wärmepumpen, las-

sen sich gegenüber der Wärmeerzeugung mit der üblichen Kesselheizung 30 – 50 % an Brennstoff einsparen. Damit wird auch die CO₂-Produktion reduziert.

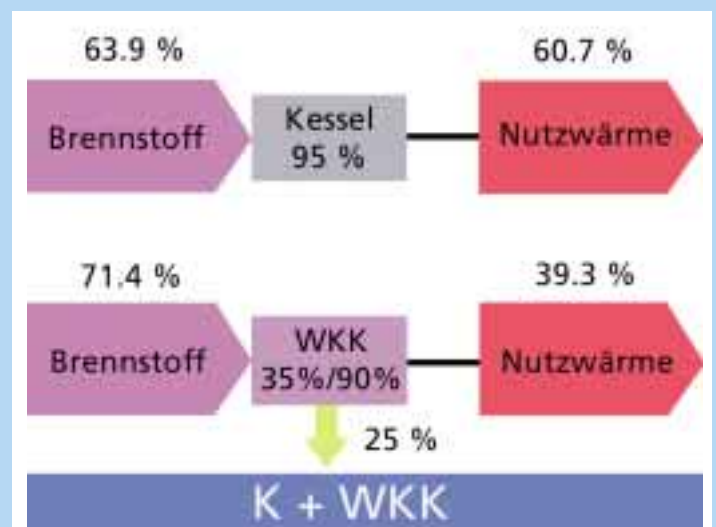
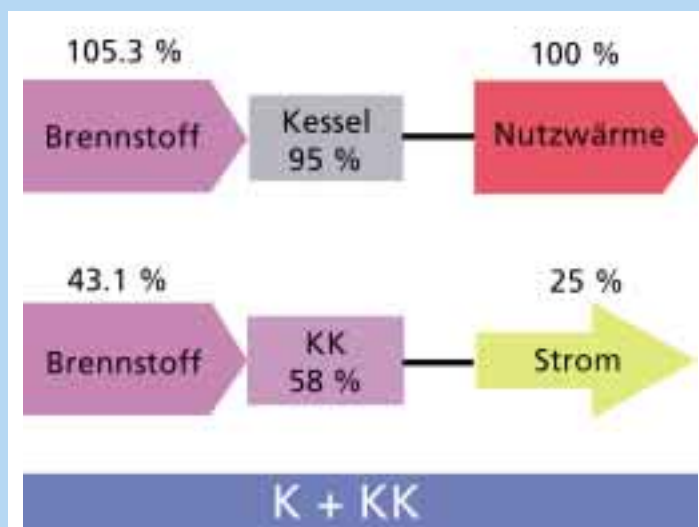
Zu erwartendes Verhältnis von Strom- und Wärmeproduktion

Das maximal zu erwartende Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) erhält man, wenn man vom hypothetischen Ersatz der Kernkraftwerke durch Kombikraftwerke und/oder WKK-Anlagen ausgeht. Diese müssten dann die heutige Stromproduktion der Kernkraftwerke übernehmen. In der Schweiz erzeugen diese rund 40 % der elektrischen Energie oder 76 PJ. Auf die Heizsaison entfallen davon rund 46 PJ. Der Bedarf an Niedertemperaturwärme lässt sich auf ca. 200 PJ schätzen. Das Strom-Wärme-Verhältnis beträgt somit 0,23. Aufgrund dieser Schätzung werden die folgenden Berechnungen mit den Strom-Wärme-Verhältnissen durchgeführt:

- 0 = reine Wärmeproduktion
- 0,125 = mittlere Stromproduktion
- 0,25 = maximale Stromproduktion.

Vier Varianten zur Produktion von 100 % Niedertemperaturwärme und 25 % elektrischem Strom.

(Grafik: aus [1])



Variante	Brennstoffbedarf in % der Wärmeproduktion	bezogener Brennstoffbedarf	Brennstoff- einsparung
K + KK	148.4 %	100 %	Bezugsvariante
K + WKK	135.3 %	91.2 %	8.78 %
WP + WKK	106.3 %	71.6 %	28.4 %
WP + KK	96.4 %	64.9 %	35.1 %

Brennstoffeinsparungen der vier Varianten bezogen auf die Kombination K+KK.

Die vier unterschiedlichen Systemvarianten werden mit diesen Werten auf ihre jeweilige Effizienz und Emissionsauswirkungen untersucht.

Vier Varianten im Vergleich

Bei der Variante K+KK sorgt ein Heizkessel (K) für die erforderliche Wärme und ein separates Kombikraftwerk (KK) für den elektrischen Strom. Bei der zweiten Variante – K+WKK – wird der benötigte elektrische Strom durch die WKK-Anlage bereitgestellt. Dabei wird auch ein Teil der geforderten Wärme erzeugt. Die restliche, fehlende Wärme wird durch einen Kessel produziert.

Bei der Variante 3 mit Wärmepumpe und Wärme-Kraft-Kopplung (WP+WKK) erzeugt eine WKK-Anlage die benötigte elektrische Energie. Dabei wird auch ein

Wärmeanteil produziert. Die Restwärme erzeugt man durch die Wärmepumpe mit Strom von der WKK unter Nutzung der Umgebungswärme. Bei der vierten Variante WP+KK wird der gesamte Strom durch das Kombikraftwerk und die gesamte Wärme durch die Wärmepumpe produziert.

Elektrischer Wirkungsgrad als Schlüssel zum Erfolg

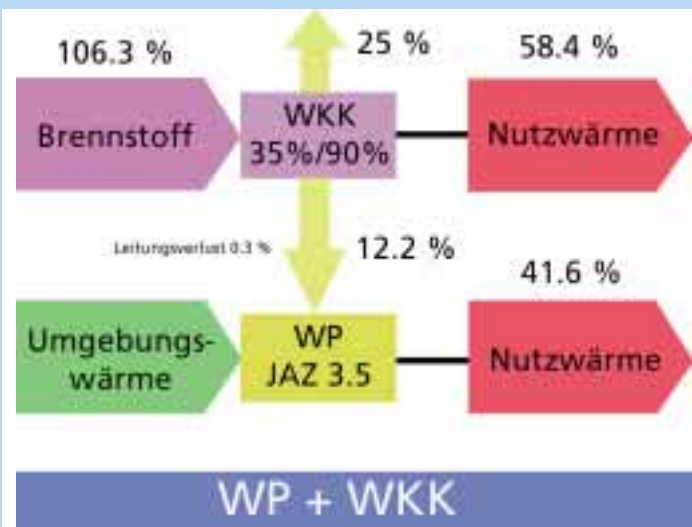
Vergleicht man den Brennstoffbedarf der einzelnen Varianten, so lassen sich die Potenziale für Brennstoffeinsparungen deutlich erkennen. Sie betragen bei der Stromerzeugung durch WKK gegenüber jener durch ein Kombikraftwerk rund 9 %. Wesentlich deutlichere Brennstoffeinsparungen lassen sich durch einen möglichst weit gehenden Ersatz der Kessel durch Wärmepumpen erzielen. Dann wird auch der höhere elektrische Wirkungsgrad des Kombikraftwerks entscheidend. Die vierte Variante schneidet demzufolge am Besten ab.

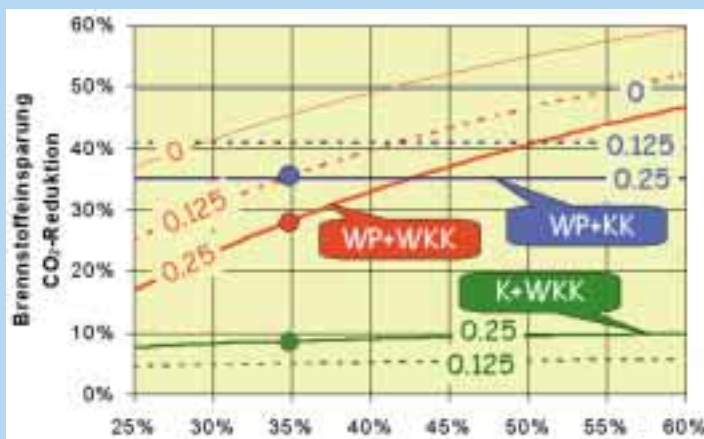
Dieses Resultat entspricht der Lehre der Thermodynamik, dass ein Kessel die hohe

Strategie der Wärme- und Stromproduktion

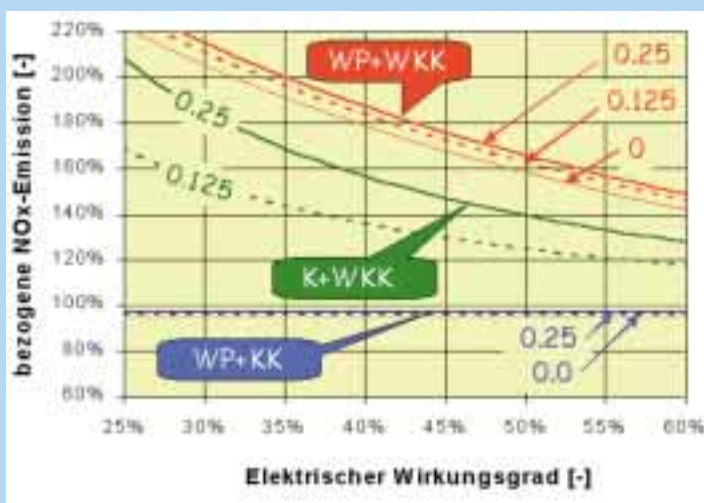
Intensive Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen im Bereich der Wärmepumpen und der Wärme-Kraft-Kopplung haben dazu geführt, dass sich diese Technologien zur Erzeugung von elektrischem Strom und Niedertemperaturwärme heute durchsetzen. Überlegungen für einen Ersatz der Stromproduktion von Kernkraftwerken bringen zurzeit die Wärme-Kraft-Kopplung in breite Diskussion. Es zeigt sich jedoch, dass Effizienz und Umweltschonung nur gewährleistet werden kann, falls die modernsten Motorenentwicklungen berücksichtigt werden und die Kombination mit Wärmepumpen – und damit die Nutzung von Umgebungswärme – einplant wird.

Flammentemperatur zur Erzeugung von Niedertemperaturwärme nicht optimal nutzen kann. Sinnvoller ist der Einsatz von Wärmepumpen und WKK-Anlagen mit hohem elektrischem Wirkungsgrad. Bei reiner Wärmeproduktion (Strom-Wärme-Verhältnis = 0) ist diese Variante allerdings erst ab einem elektrischen Wirkungsgrad von 41 % der WP+KK-Variante überlegen. Bei einer zusätzlichen Produktion von





Brennstoffeinsparungen und CO₂-Emissionsreduktion von drei Varianten gegenüber dem Bezugssystem K+KK. Kurvenparameter ist das Strom-Wärme-Verhältnis. (Grafik: aus [1])



Emissionsgrenzwerte für Stickoxid gemäss der Luftreinhalteverordnung LRV 98 bezogen auf die Kombination K+KK.

25 % elektrischer Energie (Strom-Wärme-Verhältnis = 0,25) erreicht eine WKK-Anlage erst ab 43 % einen energetisch effizienteren Betrieb.

Einblick in die Schadstoffemissionen

Der Ausstoss von Kohlendioxid, der sich zum Brennstoffverbrauch proportional ver-

hält, ist nicht das einzige Umweltproblem. Insbesondere sind auch die Emissionen an Stickoxid und Kohlenmonoxid von Bedeutung. Auch hierbei ergeben die untersuchten Varianten grosse Unterschiede. Am Beispiel von Erdgas, als Brennstoff mit den geringsten Schadstoffemissionen, werden die Auswirkungen der vier Systemvarianten dargestellt. Als technische Anlagen werden die heute üblichen Lösungen (Kessel, BHKW mit Verbrennungsmotor, Kombikraftwerk mit Gas- und Dampfturbine) betrachtet.

Es hat sich dabei gezeigt, dass die Varianten mit Blockheizkraftwerken (K+WKK und WP+WKK) bei Erreichen der gesetzlichen Emissionsgrenzwerte bedeutend schlechter abschneiden als jene mit Kombikraftwerken. Hier wirkt sich die Lockerung der Emissionsgrenzwerte für stationäre Verbrennungsmotoren aus dem Jahr 1998 bedenklich aus. Durch die vom BFE unterstützte Entwicklung eines besonders

schadstoffarmen Motors hoher Effizienz („SwissMotor“) wären die Voraussetzungen jedoch gegeben, sehr viel tiefere Emissionswerte vorzuschreiben. Auch die Brennstoffzellen-Technik wird in hoffentlich absehbarer Zukunft eine wesentliche Entlastung auf der Emissionsseite bringen.

Kombinationen mit Wärmepumpen haben Zukunftsperspektiven

Die Untersuchung der vier Systemvarianten für eine gleichzeitige Erzeugung von Niedertemperaturwärme und elektrischem Strom hat gezeigt, dass Wärmepumpen für eine effiziente Produktion unumgänglich sind. Der Schritt in einen kombinierten Einsatz mit der Wärme-Kraft-Kopplung oder einem Kombikraftwerk weist bedeutende Vorteile auf.

Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen müssen jedoch einen hohen elektrischen Wirkungsgrad und wesentlich tiefere Schadstoffemissionen erreichen, um als zukunftsweisende Lösungen ernst genommen zu werden. Es gibt keinen Grund, von diesen Forderungen für kleine Blockheizkraftwerke abzuweichen. Um bei grösserer Verbreitung von BHKW nicht mit erheblichen Umweltproblemen konfrontiert zu werden, müssen die Grenzwerte der Emissionen für stationäre Motoren (wieder) deutlich gesenkt werden. Auf diese Weise würde es den neuesten Motorenentwicklungen (z.B. SwissMotor) leichter fallen, im Markt Fuss zu fassen.

Die besten Resultate hat die Kombination von Wärmepumpen und Kombikraftwerk gezeigt, sowohl bezüglich Effizienz als auch Schadstoffemission. Daher gilt es, diese Systemvariante mit dem ihr gebührenden Gewicht in künftigen Überlegungen zur Strom- und Wärmeversorgung einzubeziehen.

Autor: Martin Zogg

Internet-Links

[1] Ausführlicher Beitrag mit Hintergrundinformationen in „M. Zogg: Wärme und Strom aus Brennstoffen – effizient und umweltschonend, Gas-Wasser-Abwasser gwa 82(2002)12, 907/912“; download ab:

www.waermepumpe.ch/fe
(Publikationen)

Leonardo mit Minergie

Grosszügig konzipiertes Bürogebäude mit niedrigem Energieverbrauch setzt Akzent

Leonardo – das neue Bürohaus an der Thurgauerstrasse in Zürich – ist als grösstes Minergie-Gebäude der Schweiz zertifiziert worden. Es umfasst eine Grundstückfläche von rund 11'000 m² und Geschossflächen von mehr als 30'000 m². Die Fassade besteht aus einer hoch isolierenden, zweischichtigen Glaskonstruktion. Diese ist am Dachrand mit gesteuerten Klappen ausgestattet, welche zusammen mit den integrierten Stoffstoren Wärmeschutz im Sommer und Wärmege Gewinn im Winter

garantieren. Grosse Atrien dienen als thermische Pufferzonen (Wintergärten) und zur Oberflächenreduktion des für 1100 Arbeitsplätze ausgelegten Dienstleistungsgebäudes.

Von Anfang an wurde ein zukunftsweisendes Bürogebäude mit tiefem Energieverbrauch vorgeschlagen. Installiert sind nun in konventioneller Weise zwei Erdgas-Heizkessel, eine Wärmepumpe für den Boiler sowie Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung. Ein Leitsystem überwacht und steuert die Klima-, Lüftungs- und Heizungsanlagen. Die Bauteilkühlung erfolgt aufgrund der SMA-Wetterprognose. Innerhalb des Gebäudes kann ein Wärmeaustausch realisiert werden.



Franz Beyeler (links) übergibt das Minergie-Zertifikat an Peter Steiner, Präsident des Verwaltungsrats der Karl Steiner AG. (Fotos: Karl Steiner AG)



Das grosse Atrium des neuen Minergie-Gebäudes „Leonardo“ mit Palmengarten und Liftanlagen.

Internet-Links

Minergie – Partner von EnergieSchweiz – im Überblick

www.minergie.ch

Karl Steiner AG – der Total Services Contractor

www.steiner.ch

Forschungsprogramm „Rationelle Energienutzung in Gebäuden – REN“

www.empa-ren.ch

Simulationen: Gebäude mit hohem Glasanteil

Das SIA-Merkblatt 2021 und die SIA-Dokumentation D 0176 sind das Resultat einer systematischen Untersuchung von Gebäuden mit hohem Glasanteil. Vor allem Bürobauten im Dienstleistungsbereich werden heute zunehmend mit allseitigen Glasfassaden ausgeführt. Um eine Behaglichkeit und einen energieeffizienten Betrieb zu gewährleisten, wird ein hohes Mass an planerischen Kenntnissen vorausgesetzt. Die Energiekosten werden hierbei vom elektrischen Verbrauch dominiert, wobei die internen Wärmelasten (Bürogeräte), Beleuchtung, Lüftung und Kälte die wesentlichsten Komponenten darstellen. Diesen Bedarf zu reduzieren bezahlt sich somit aus. Die Simulationen ergaben, dass erst eine Kombination von Sonnenschutz, tiefen U-Werten des Glases und angemessene Lüftungstechnik die Bedingungen für akzeptablen Komfort ergeben.

www.sia.ch

ETH-Bereich bewegt die Zukunft

Erneuerbare Treibstoffe und effiziente Fahrzeuge für die 2000-Watt-Gesellschaft

Alexander Wokaun

Leiter Bereich
Allgemeine Energieforschung

Serge Biollaz

Leiter Gruppe
Thermische
Verfahrenstechnik

Philipp Dietrich

Leiter Technologietransfer
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen

Stephan Lienin

Projekt „Nachhaltige Mobilität“
Paul Scherrer Institut
und Geschäftsführer
SustainServ GmbH
CH-8004 Zürich

Konstantinos

Boulouchos

Leiter Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme (LAV)

Lino Guzzella

Professor am Institut für Mess- und Regeltechnik (IMRT)
ETH Zürich
CH-8092 Zürich

Christian Bach

Leiter Abteilung „Verbrennungsmotoren/Feuerungen“
EMPA
CH-8600 Dübendorf

Die Ziele von Klimaschutz und Luftreinhaltung verlangen neue Ansätze beim motorisierten Individualverkehr. Neben Massnahmen der Raum- und Verkehrsplanung sowie der Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel sind auch die Weiterentwicklung hocheffizienter Antriebe und die Bereitstellung kohlenstoffarmer und regenerativer Treibstoffe wichtig. Der ETH-Bereich will hier durch die Vernetzung der technologischen Kompetenz in den Bereichen Verbrennungsmotoren und Brennstoffzellen sowie der Entwicklung von Treibstoffen aus Biomasse und solar-thermischer Sonnenenergie einen wichtigen Beitrag leisten. Die Zusammenarbeit der Institutionen des ETH-Bereichs im Rahmen der Nachhaltigkeitsinitiative „novatlantis“ stellt sicher, dass die Projekte koordiniert und aufeinander abgestimmt sind, um die grösstmögliche Wirkung zu erzielen. Das Bundesamt für Energie unterstützt projektweise das Vorhaben „novatlantis“.

Zusammenarbeit für schadstoffarme Motoren

Der ETH-Bereich setzt dabei neben der Arbeit an langfristig realisierbaren Konzepten, wie Brennstoffzellenautos mit Wasserstoff als Treibstoff, vor allem auf die weitere Entwicklung von schadstoffarmen Verbrennungsmotoren. Das Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme der ETH Zürich, das Institut für Mess- und Regeltechnik der ETH Zürich, die Abteilung Verbrennungsmotoren und Feuerungen der EMPA und die Allgemeine Energieforschung des Paul Scherrer Instituts arbeiten in verschiedenen Projekten zusammen.

Die Gewinnung von Treibstoffen aus Biomasse ermöglicht es, bereits mittelfristig den Anteil erneuerbarer Energie im Fahrzeugverkehr zu erhöhen. Der Einsatz von Erdgas und ein zunehmender Anteil von Biogas in Gasfahrzeugen ist auf diesem Weg ein wichtiger Entwicklungsschritt. Da Gasfahrzeuge, von denen gegenwärtig weniger als 1000 in der Schweiz fahren, nur durch eine rasche Marktdiffusion einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz ab ca. 2010 leisten können, ist es wichtig, dass die Akteure aus Wirtschaft, Politik und Industrie bereits frühzeitig zusammenarbeiten. Dieser Prozess wird durch entsprechende Marktforschung und sozio-ökonomische Analysen unterstützt.



Neue Konzepte für monovalentes Gasfahrzeug

Erdgas bietet vor allem aufgrund seiner gegenüber Benzin wesentlich höheren Klopfestigkeit (Oktananzahl) ausgezeichnete Voraussetzungen für die motorische Verbrennung, stellt aber auch hohe Anforderungen an die Motorensteuerung und die Katalysatoren. Im Projekt „Clean Engine Vehicle“ (CEV) haben die erwähnten Institute der EMPA und der ETH Zürich einen monovalenten Erdgasantrieb für Personewagen entwickelt, der gleichzeitig niedrigste Emissionen und um 30 % niedrigere CO₂-Emissionen gegenüber einem gleich

Die Akzeptanz der verschiedenen Akteure ist für die Umsetzung entscheidend.



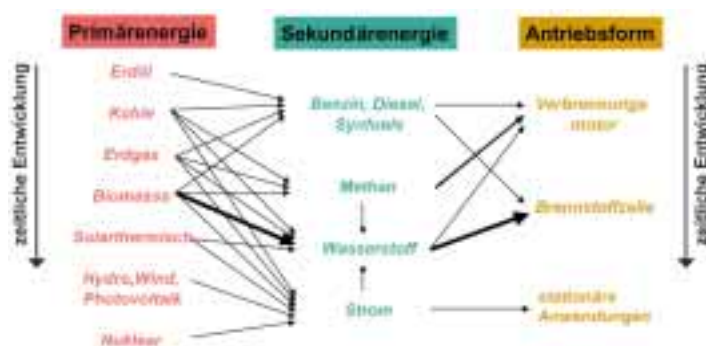
Katalysatoruntersuchungen am Clean Engine Vehicle (CEV) auf dem Rollenprüfstand der EMPA.

motorisierten benzinbetriebenen Fahrzeug aufweist (Einhaltung der kalifornischen Grenzwerte für Super-Ultra-Low-Emission-Vehicles SULEV und EURO 4). Dabei wurden nur serientaugliche Technologien eingesetzt, um die Hürden für eine Markteinführung möglichst klein zu halten.

Treibstoffe aus Biomasse

Biotreibstoffe können über unterschiedliche Wege hergestellt werden. Die Produk-

*Neue Energiepfade
für die Mobilität
in der 2000-Watt-
Gesellschaft.*



Bundesamt für Energie) ein Fahrzeug mit einem Brennstoffzellensystem und einem Superkapazitäten-Speicher aufgebaut und getestet. Ziel des Projektes war, neue Forschungserkenntnisse in einem Technologieträger zusammenzufassen und aufzuzeigen, welche Potenziale bezüglich Wirkungsgrad in einem realen Fahrbetrieb darstellbar sind. Im ETH-Bereich wurden

flotte mit zunächst Erdgas/Biogas- und langfristig Wasserstoff-Treibstoff. Neben der Vorbereitung von Demonstrationsprojekten untersucht das PSI zusammen mit seinem Spin-off-Unternehmen SustainServ GmbH, welche Optionen von der Bevölkerung und von den unterschiedlichen Interessengruppen favorisiert werden. Im Auftrag der Ämter für Umwelt und Energie von Basel-Stadt und Basel-Land, der Industriellen Werke Basel, des Gasverbands Mittelland sowie des Bundesamts für Energie werden seit November 2002 umfangreiche Gesprächsrunden mit Bürgerinnen und Bürger geführt und die Standpunkte von regionalen und nationalen Akteuren zu innovativen Fahrzeugen und Treibstoffen miteinander verglichen.



*Auf der Fahrt über
den Simplonpass
mit Supercaps,
Brennstoffzellen
und Wasserstoff.*

tionsweise hängt davon ab, welche Ausgangsbiomasse verarbeitet und welcher Treibstoff hergestellt werden soll. Bisher standen in der Schweiz und in Europa die Biotreibstoffe Ethanol, Biodiesel (RME) und Biogas im Vordergrund. Holz oder Stroh können hingegen nicht über die herkömmlichen Produktionswege in Treibstoff umgewandelt werden. Sogenannte thermochemische Verfahren, wie sie intensiv am PSI untersucht werden, sind dafür notwendig.

Mit Wasserstoff über den Simplonpass

In einem Gemeinschaftsprojekt des PSI, der ETH Zürich, der FEV Motorentechnik GmbH, Volkswagen AG und montena components AG wurde (unterstützt durch das

die Schlüsselkomponenten wie Brennstoffzellen-Stapel und -System, die Elektrodenentwicklung für die Supercaps und die Leistungselektronik sowie das Steuerungssystem für den Antriebsstrang entwickelt. Neben Untersuchungen auf verschiedenen Prüfständen führte man auch Fahrversuche auf der Strasse durch, beispielsweise im Januar 2002 über den Simplonpass.

Umsetzung in der Pilotregion Basel

Die novatlantis-Pilotregion Basel bietet für den ETH-Bereich ausgezeichnete Möglichkeiten, eine Plattform für die 2000-Watt-Gesellschaft aufzubauen und verschiedene neue Technologien zu testen. Dazu zählt die Lancierung einer emissionsarmen und energieeffizienten Fahrzeug-

Internet-Links

novatlantis und Pilotregion Basel
www.novatlantis.ch

Treibstoffe aus Biomasse, Brennstoffzellenfahrzeug und Systemanalyse am PSI
www.ene.psi.ch

„Clean Engine Vehicle“ (CEV), Verbrennungsmotoren und Antriebssysteme an EMPA und ETH Zürich
www.empa.ch
www.lav.ethz.ch
www.imrt.mavt.ethz.ch

Umsetzungsbegleitung der Pilotregion Basel durch SustainServ – einem Spin-off-Unternehmen des PSI
www.sustainerv.com

Stickoxide katalytisch reduzieren

Viel versprechendes Abgas-Nachbehandlungs-Verfahren für Dieselmotoren ist in der industriellen Umsetzung

Manfred Koebel
Gruppe für Abgas-Nachbehandlung
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen

Alphons Hintermann
BFE-Bereichsleiter
Verbrennungsforschung

Mit der Entwicklung eines neuen katalytischen Verfahrens wollen deutsche Fahrzeughersteller einen wesentlichen Schritt zur Erfüllung der künftigen EURO-Abgasnormen für Dieselmotoren tun. Die Schlüsselkomponente hierzu stellt ein neuartiger Katalysator dar, dessen Konzeption und Produktion von verschiedenen Herstellern verfolgt wird. Mit zwei Herstellern hat eine PSI-Forschergruppe eine enge Kooperation, nachdem sie sich in den vergangenen Jahren ein spezifisches Know-how über Wirkungsweise und Optimierung derartiger Katalysatoren erarbeitet hat.

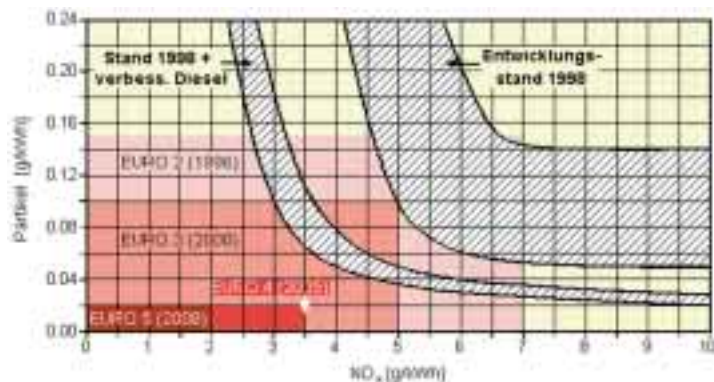
seren Arbeiten, dass wir Harnstoff an Stelle des problematischen Ammoniaks als selektives Reduktionsmittel vorschlugen.“

Das im festen Harnstoff gebundene Ammoniak wird bei den hohen Temperaturen im Dieselaabgas durch Thermolyse und Hydrolyse wieder freigesetzt und erlaubt auf dem SCR-Katalysator die eigentliche Reduktion der Stickoxide.

EURO-Abgasnormen fordern die Entwicklungsabteilungen heraus

Die kommende Verschärfung der EURO-Abgasnormen trifft die Dieselmotoren für Nutzfahrzeuge besonders stark. Die beiden Hauptemissionen Stickoxide (NO_x) und Russpartikel stehen in gegenseitiger, funktionaler Abhängigkeit: je höher die eine Emission ist, umso niedriger die andere. Die für 2005 bzw. 2008 vorgesehenen Abgasnormen EURO 4 und EURO 5 verlangen derart massive Reduktionen beider Schadstoffe, dass nur eine Kombination von optimierter Verbrennung und Abgas-Nachbehandlung zum Ziel führt. Dabei werden zwei grundsätzlich verschiedene Strategien verfolgt:

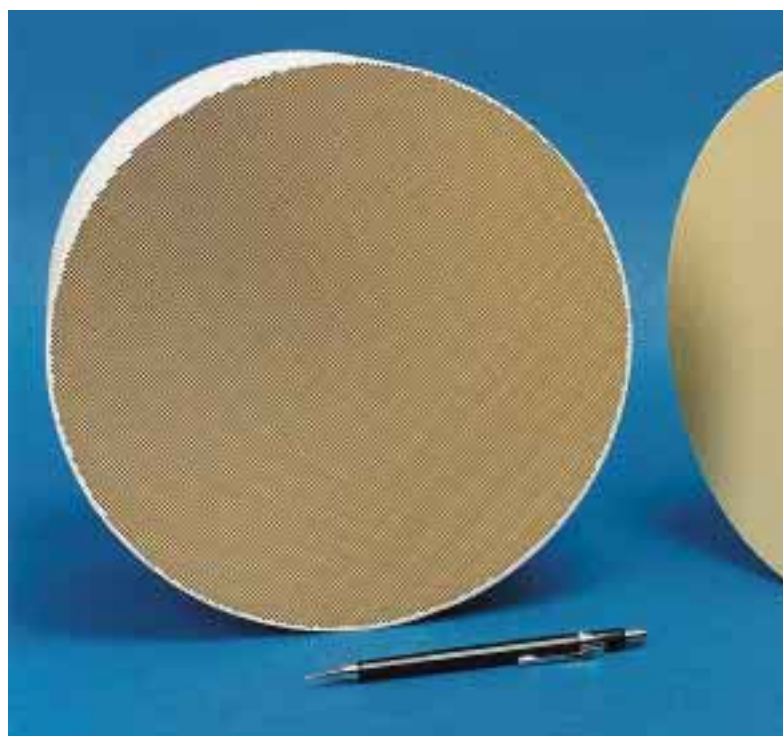
Die Forschung an Katalysatoren umfasste die Optimierung der Zellenzahl und Beschichtung



EURO-Abgasnormen im Spannungsfeld der zwei wichtigsten Dieselschadstoffe mit funktionalen Abhängigkeiten: Stickoxid (NO_x) und Partikelaustritt.

Emissionsforschung führt zum SCR-Verfahren

Seit rund 15 Jahren unterstützt das BFE am PSI Projekte zur NO_x -Verminderung, De NO_x genannt. Manfred Koebel, Leiter der Gruppe für Abgas-Nachbehandlungstechnologien: „Zunächst ging es darum, die Emissionen stationärer Dieselmotoren, wie sie damals in zunehmendem Masse für Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen eingesetzt wurden, präziser zu ermitteln und Vorschläge zur Verminderung der hohen Russ- und NO_x -Emissionen zu machen. Zur Senkung der für die Ozon-Bildung mitverantwortlichen Stickoxid-Emissionen erwies sich die selektive katalytische Reduktion (SCR) mit Ammoniak als aussichtsreichstes Verfahren. Neu war an un-

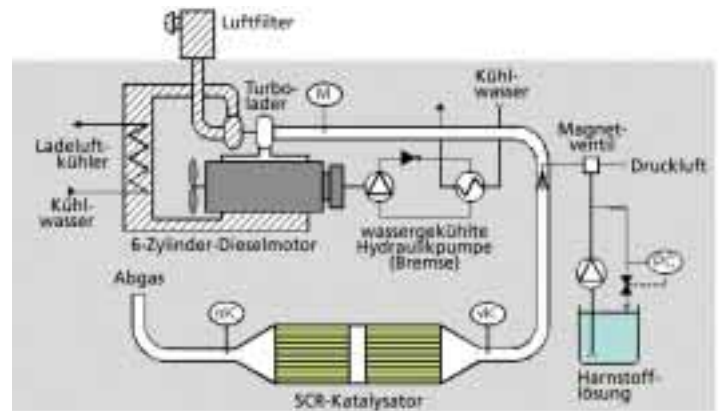


SCR auch bei SAE ein Thema

Die Arbeiten von Manfred Koebel im Bereich der SCR-Katalysatoren mit Harnstoff wurden Mitte 2002 auch im Tagungsband des Weltkongresses (New Emissions Technology) der renommierten Society of Automotive Engineers (SAE) aufgenommen.

www.sae.org

In enger Zusammenarbeit mit der Industrie wurde der Prototyp eines DeNO_x-Systems aufgebaut (z.B. für einen Mobilkran von Liebherr).



Intensive Forschung an SCR-Katalysatoren

- Die Verbrennung im Motor wird so geführt, dass die Bildung von NO_x minimal ist. Dadurch wird der Partikelaustritt zwar erhöht, er lässt sich aber mit einem Filter wirkungsvoll vermindern. Nachteilig ist bei dieser Strategie ein erhöhter Treibstoffverbrauch.
- Die Verbrennung im Motor wird partikeloptimiert geführt, wodurch viel Stickoxide entstehen. Diese werden anschliessend durch ein katalytisches DeNO_x-Verfahren vermindert. Dabei wird der Treibstoffverbrauch nicht erhöht. Diese Strategie bevorzugt man besonders für Dieselmotoren von Lastwagen, weil hier die Treibstoffkosten eine entscheidende Rolle spielen.

Manfred Koebel: „Wir begannen 1996 mit der Herstellung eigener beschichteter SCR-Katalysatoren, von denen wir verbesserte Leistungsdaten bei der mobilen Anwendung erwarteten. Wichtigste Kriterien sind hierbei die Zelldichte (Verhältnis von geometrischer Oberfläche zum Volumen des Katalysators) sowie die Aktivität der Katalysatorbeschichtung. Versuche mit Katalysatorträgern verschiedener Zellengrößen und Beschichtungen folgten. So haben wir einerseits selber Beschichtungskatalysatoren gebaut, andererseits bezogen wir auch kommerzielle, 'klassische' Vollkatalysatoren für unsere Tests. Optimale Reaktionsbedingungen bestehen bei Temperaturen von 300 – 400 °C; wir untersuchten aber auch das Verhalten bei niedrigeren Temperaturen, wie sie bei Anfahr- und Teillast des Motors vorkommen.“

Zum einen wurden dafür Labortestreaktoren aufgebaut, in denen vergleichende Messungen gemacht werden können. Zum andern konnten die besten Katalysatoren auf dem Motorenprüfstand des PSI getestet werden. Umgesetzt wurde das vorhandene verfahrenstechnische Know-how schliesslich in einem Pilot- und Demonstrationsprojekt mit der Partnern Liebherr Machines SA (Bulle), Oberland Mangold GmbH (Garmisch-Partenkirchen) und dem Institut für Mess- und Regeltechnik (IMRT) der ETH Zürich. Diese Kooperation umfasste den Aufbau eines grossen Gesamtsystems auf einem Motorenprüfstand bei Liebherr in Bulle. Hier liessen sich unterschiedliche Katalysatorenvarianten ebenso testen wie verschiedene Dosierstrategien für die Harnstofflösung.

Umsetzung der Resultate in marktfähige Produkte

Die Erfahrungen der PSI-Forscher mit dem Harnstoff-SCR-Verfahren fliessen bereits in neue Kooperationen des PSI mit anderen Industriepartnern ein. Besonders gefragt ist das spezifische PSI-Know-how bei den Katalysatoren selbst, insbesondere das Fachwissen um die Herstellung hochaktiver und thermisch beständiger Beschichtungen sowie die Möglichkeit der raschen und eindeutigen messtechnischen Beurteilung eines Katalysators. Das am PSI mit BFE-Unterstützung erarbeitete Wissen fliesst damit in die industrielle Entwicklung und Produktion künftiger SCR-Katalysatoren ein. Ein Beispiel von optimal investierten BFE-Forschungsmitteln, die in Produkte münden, welche mithelfen, die kommenden, verschärften Abgasnormen zu erfüllen.



Internet-Links

Paul Scherrer Institut im Überblick
www.psi.ch

Labor für Verbrennungsforschung (CRL)
<http://ene.web.psi.ch/Combustion>

Gruppe für Abgas-Nachbehandlung
<http://ega.web.psi.ch>

Zurückhalten um jeden Preis

ARTIST-Programm bestätigt die führende Rolle des PSI bei der Sicherheitsforschung für Druckwasserreaktoren

Salih Güntay

Projektleiter ARTIST
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen

J. Peter Hosemann

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

Christophe de Reyff

BFE-Bereichsleiter
Kernenergie

Vor kurzem wurde am Paul Scherrer Institut in Villigen das ARTIST-Programm gestartet, an dem Partner aus Europa, USA und Japan beteiligt sind. Mit einem Modell eines Dampferzeugers, wie er in Leichtwasserreaktoren zum Einsatz kommt, will man das Rückhalte- und Ablagerungsverhalten von Spaltprodukten bei einem möglichen Heizrohrbruch studieren. Da es sich um ein spezifisches Problem des Druckwasserreaktor-Konzepts handelt, das zurzeit weltweit bei 263 von 442 Kernenergieanlagen eingesetzt wird, konnte ein grosses internationales Interesse an einer Forschungszusammenarbeit registriert werden: Mehr als 11 Organisationen umfasst das Konsortium.

Problem der Dampferzeuger experimentell untersuchen

Beim Druckwasserreaktor wird das Wasser des Primärkreislaufs im Reaktorkern auf 345 °C erwärmt, wegen des Systemdrucks von rund 160 bar siedet und verdampft es aber nicht. Beim Durchströmen der Rohrbündel des Wärmetauschers wird die Energie an den Sekundärkreislauf übertragen und Dampf erzeugt, der dann die Turbinen antreibt. Trotz erheblicher Verbesserungen in Konstruktion, Materialwahl, Herstellung und Betriebsweise treten in Dampferzeugern immer wieder Störungen auf. Lecks und Bruchstellen können durch Korrosion, Vibration, Druckdifferenzen zwischen Primär- und Sekundärkreislauf aber auch durch menschliche Versäumnisse bei Revisionen verursacht werden. Einzelne Heizrohre lassen sich zwar schliessen und damit ausser Betrieb setzen, auf diese Weise reduziert sich jedoch die Effizienz der Wärmeübertragung sowie die Wirtschaftlichkeit.

Von besonderem Sicherheitsinteresse ist die Kombination eines Heizrohrbruchs und eines Störfalls mit Kühlmittelverlust, was unter Extrembedingungen zum Kernschmelzunfall mit möglichem Ausströmen

von radioaktiven Partikeln und Gasen führen könnte. Bisher konnten die durchgeführten mathematischen Analysen nicht mit einer experimentellen Untersuchung verglichen werden. Man musste deshalb davon ausgehen, dass kein oder nur ein geringes Rückhaltevermögen im Dampferzeuger vorhanden ist. Das ARTIST-Programm (**AeRosol Trapping In a STeam generator**) soll nun diese Unsicherheiten beseitigen und durch verschiedene Tests in einer 14 m hohen Versuchsanlage am PSI die nötigen Daten liefern. Ein in Heizrohrzahl und Länge skaliertes Rohrbündel (270 statt 3238 Rohre) wird in Kombination mit einem Tropfenabscheider- und einem Dampftrockner-Modul in Originalgrösse bis 2007 für das 7-Phasen-Projekt genutzt.

Rückhalte- und Ablagerungsverhalten haben grosse Bedeutung

In diesen Komponenten des Dampferzeugers wird die Rückhaltung von Spaltprodukten in Form von Aerosolpartikeln und Tropfen simuliert. Dabei ist der Einfluss des Wasserstandes im Bereich der Rohrbündel bzw. der entsprechenden Schadensstelle von besonderem Interesse. Aufgrund des hohen Drucks im Primärkreislauf erfolgt der Austritt von Wasser mit sehr hoher Geschwindigkeit und später Dampf und Gas mit Schallgeschwindigkeit, was weitere Schäden zur Folge haben kann.

GIF-Vollmitglied

Mit der im vergangenen Jahr erfolgten Aufnahme der Schweiz als Vollmitglied des „Generation IV International Forum“ (GIF) kann sich das PSI an dessen Forschungsaktivitäten beteiligen. GIF verfolgt das Ziel, in 20 bis 30 Jahren mindestens eine neue Generation von Kernkraftwerken bis zur Marktreife zu entwickeln, die den besten heutigen Anlagen technisch und ökonomisch überlegen ist.

Informationen:
<http://gen-iv.ne.doe.gov>

Internet-Links

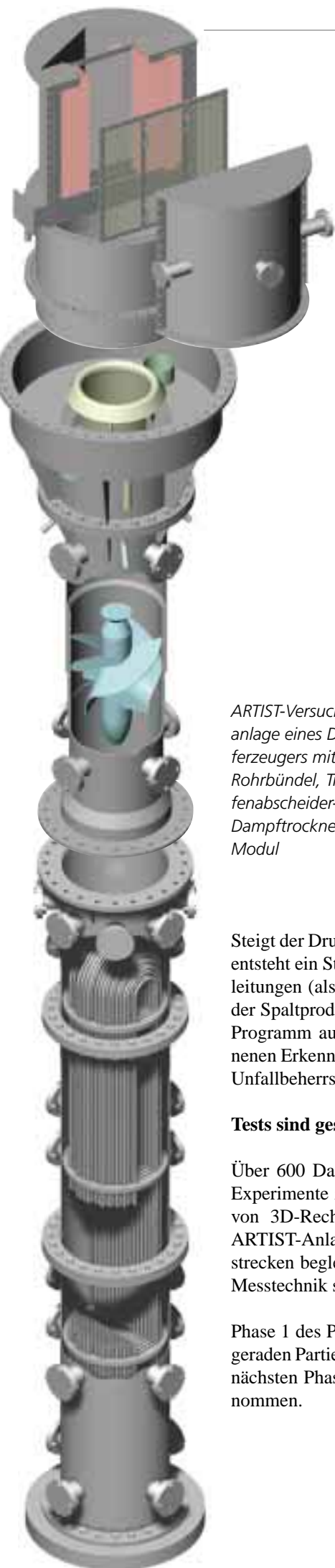
Das Paul Scherrer Institut im Überblick
www.psi.ch

Informationen aus dem Bereich der Nuklearenergie- und Sicherheitsforschung
<http://nes.web.psi.ch>

Das ARTIST-Programm mit allen Details
<http://artist.web.psi.ch>



Aerosol-Ablagerungen auf dem Rohrbündel nach dem ersten Test.



ARTIST-Versuchs-
anlage eines Dampf-
erzeugers mit
Rohrbündel, Trop-
fenabscheider- und
Dampftrockner-
Modul

Steigt der Druck im Sekundärkreislauf von 60 auf ca. 80 bar an, so entsteht ein Strömungspfad, der zur Aktivierung von Umgehungsleitungen (als Schutz der Turbinen) führt und dann ein Abblasen der Spaltprodukte in die Atmosphäre bewirkt. Die beim ARTIST-Programm auf strukturierter, experimenteller Grundlage gewonnenen Erkenntnisse sollen in diesem Bereich zur Verbesserung der Unfallbeherrschung führen und damit die Sicherheit erhöhen.

Tests sind gestartet

Über 600 Datenkanäle stehen zur Verfügung, um die geplanten Experimente zu überwachen und Datenmaterial zur Entwicklung von 3D-Rechenmodellen zu realisieren. Die Versuche in der ARTIST-Anlage werden durch Untersuchungen kleiner Teststrecken begleitet, in denen gezielte Einzeleffekte mit komplexer Messtechnik studiert werden können.

Phase 1 des Projekts umfasst den Aerosol-Rückhalteeffekt in den geraden Partien der Wärmetauscherrohre in kaltem Zustand. In der nächsten Phase wird eine Bruchstelle in einem Rohrbogen angenommen.



Brennstoffzellen

Schweizer Netzwerk im Aufbau

Seit 1988 fördert das Bundesamt für Energie (BFE) mit gezielten Projekten die Brennstoffzellentechnologie von den Grundlagen bis hin zu konkreten Anwendungen. In den letzten Jahren sind viele neue Akteure – Forscher aus Hoch- und Fachhochschulen, Industriepartner, Förderinstitutionen und Investoren – auf diesem Gebiet aktiv geworden, die sich nur teilweise kennen.

Um diese Akteure zu vernetzen, und nicht zuletzt im Hinblick auf einen optimalen Einsatz der sehr knappen Mittel der öffentlichen Hand, organisierte das BFE im Februar 2003 am PSI ein Seminar zum Thema „Brennstoffzellen Networking“. Sprecher von über 25 Kompetenzgruppen nahmen dort die Gelegenheit wahr, ihr Portfolio (Kernkompetenzen, vorhandene Arbeitskapazitäten und Infrastruktur, Kurzinfos zu laufenden Brennstoffzellen-Projekten usw.) vorzustellen. Thema der Schlussdiskussion war die Optimierung der Synergien innerhalb dieser Gruppen. Die erhaltenen Informationen fließen direkt in die geplante Übersicht („Who is Who“) der Beteiligten in der Schweizer Brennstoffzellentechnologie.

Vernetzte Projekte werden künftig vermehrt durch das BFE gefördert. Dazu ist es wichtig, dass sich die heute aktiven Forscher besser kennenlernen:

Forscher-Tagung am 19./20. Mai in Yverdon: Alle zurzeit laufenden BFE- und weitere Brennstoffzellen-Projekte werden allen Akteuren und Interessierten vorgestellt. Weitere Informationen:
www.energie-schweiz.ch

Fuel Cell 2003: Vom 30. Juni – 4. Juli 2003 findet im Kultur- und Kongresszentrum in Luzern das internationale Brennstoffzellen-Forum mit zwei parallelen Konferenzen und einer Produktepräsentation statt. Weiter Informationen zu diesem von privater Seite organisierten internationalen Meeting:
www.efcf.com

Abwärmennutzung

Fernwärme Emmen; SB Ausbauphase 1998 - 2002; Schlussbericht; Krummenacher S.; Gemeinde Emmen; 10.2002; DE; 23 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220183

Analyse und Modellierung des Energiebedarfes in Batch-Prozessen; Zwischenbericht; Bieler P. S.; ETH Labor für Technische Chemie; 11.2002; DE; 44 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220185

Batterien + Supercaps

Indikatoren zu ausgewählten kantonalen Energiemassnahmen; JB; Frauenfelder S.; 12.2001; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210338

Biomasse (ohne Holz)

Vergleich von Energieumwandlungsverfahren für Gülle (ENKON); SB; Hersener J.-L.; Meier U.; 12.2002; DE; 106 S.; F&E; SFr. 63.00; Nr. 220205

Biomasse (Holz)

Optimierung eines Gleichstromvergasers im industriellen Massstab für die Vergasung von feuchten Holzschnitzeln und Altholz und Entwicklung der trockenen Gasreinigung; SB; Meyer B.; Gemperle H.; Gürber H.; Mörgeli R.; PYROFORCE Energietechnik AG; 07.2002; DE; 35 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220172

Installation de couplage chaleur/force au bois en application dans la Scierie Despond à Bulle; Rapport d'exploitation 1^{er} semestre 2002; Giordano P.; Xylowatt SA; 10.2002; FR; 18 p.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220190

Brennstoffzellen (Wasserstoff und Methanol)

Applications des PAC aux bateaux, réalisations en cours; Article; Affolter J.-F.; Mariotti P.; 12.2000; FR; 4 p.; F&E; SFr. -; Nr. 200332

Projet Pilote d'une petite embarcation mue par pile à combustible de 300 W; Article; Affolter J.-F.; 03.2000; FR; 15 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 200334

Powering light boats; Article; Affolter J.-F.; 06.1999; EN; 3 p.; F&E; SFr. -; Nr. 200333

Chemische Speicherung

IEA Agreement on the production and utilization of hydrogen; Annual report 2001; Elam C.; 12.2001; EN; 94 p.; F&E; SFr. 46.00; Nr. 210335

Solarthermische Prozesse in der Kreislaufwirtschaft; SB; Schaffner B.; Hoffelner W.; Steinfeld A.; Paul Scherrer Institut (PSI); 10.2002; DE; 82 S.; P&D; SFr. 46.00; Nr. 220177

Elektrizität

Akzeptanz von Komfortlüftungen im Wohnungsbereich; JB; Keller L.; CEPE ETH Zentrum, WEC; 12.2000; FR; 7p.; F&E; SFr. -; Nr. 200174

Druckluftoptimierung in einer Weberei; SB; Gloor R.; Gloor Engineering; 09.2002; DE; 14 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220175

Druckluftoptimierung in einer Schreinerei; SB; Gloor R.; Gloor Engineering; 08.2002; DE; 17 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220174

Energieaspekte in der IT-Ausbildung; Pilotprojekt im Rahmen eines neuen Ausbildungsprogramms für Informatik-Lehrlinge; SB; Huser A.; Rack Huser H.; Aebischer B.; Encontrol GmbH; 11.2002; DE; 51 S.; F&E; SFr. 35.00; Nr. 220179

Energieforschung allgemein

Konzept der Förderung des Exports nachhaltiger Energietechnologien; Bericht; BFE; 10.2002; DE; 16 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220204

EWG (Energiewirtschaftliche Grundlagen)

Neu Bauen statt Sanieren; JB; Ott W.; Econcept AG; 12.2000; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200152

Technologie-Monitoring; JB; Eicher H.; Rigassi R.; Dr. Eicher + Pauli AG; 12.2001; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210343

Facility Management (FM) und Energieeffizienz; JB; Zaugg T.; Pom+ Consulting AG; 04.2000; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200201

Exportförderung im Energiebereich; JB; Iten R.; Oettli B.; Jochem E.; Mannsbart W.; Infras AG; 12.2001; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210344

Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahl für Neubauten in 13 Kantonen; JB; Brühlmann K.; Wüest & Partner; 12.2000; DE; 1 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200336

Vollzug SIA Normen Gebäude; JB; Dettli R.; Renaud P.; Signer B.; Ott W.; Econcept AG; 12.2001; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210346

Koordination der Modellierungs- und Perspektivarbeiten; JB; Eckerle K.; Prognos AG; 12.2000; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200337

Marktpotenziale und Markthindernisse für die thermische Solarenergie; JB; Gerheuser F. W.; Büro für Politikberatung; 12.2001; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210347

Perspektiven des Energieverbrauchs in den Haushalten; JB; Hofer P.; Prognos AG; 12.2000; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200338

Umweltmanagement - ISO Norm 9000/14001 Einbezug Energieeffizienz; JB; Beltrani G.; Schelske O.; Peter D.; Oettli B.; Ernst Basler + Partner AG; 12.2001; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210348

Perspektiven des Energieverbrauchs in Dienstleistungsbetrieben und Landwirtschaft; JB; Aebischer B.; ETH; 12.2000; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200339

Nachhaltigkeit: Kriterien und Indikatoren für den Energiebereich; JB; Brodmann U.; Gubler F.; Walter F.; Ecoplan; 12.2001; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210349

Szenarien zu den Volksinitiativen „Strom ohne Atom“ und „Moratorium Plus“; JB; Eckerle K.; Prognos AG; 12.2000; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200340

Conception d'une procédure d'aide à la décision en matière de politique énergétique basée sur des critères et des indicateurs de développement durable; JB; Carlevaro F.; Genoud S.; Garbely M.; Centre universitaire d'étude; 12.2001; FR; 5 p.; F&E; SFr. -; Nr. 210350

Ausstieg aus der Kernenergie – wirtschaftliche Auswirkungen; Analyse der Volksinitiativen „Strom ohne Atom“ und „Moratorium Plus“ mit einem Gleichgewichtsmodell; JB; Müller A.; Ecoplan; 12.2000; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200341

Kennzeichnung der Elektrizität gemäss Art. 12 EMG; JB; Dettli R.; Markard J.; Econcept AG; 12.2001; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210351

Effizienzmassnahmen im Strombereich; JB; Brunner C. U.; 12.2000; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200342

Ouverture du marché de l'électricité à la Concurrence: Evolutions à l'étranger; JB; Romerio F.; ETHZ CEPE, WEC; 12.2001; FR; 3p.; F&E; SFr. -; Nr. 210355

Marginale Zahlungsbereitschaft für eine erhöhte Internalisierung des Risikos von Kernkraftwerke; JB; Zweifel P.; Schneider Y.; Sozialökonomisches Institut; 12.2001; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210325

Liberalisierung und Service Public: Mit Spielregeln zum Doppelsieg; Referat anlässlich der Tagung „Öffnung des Strommarktes – Beiträge der Energiewirtschaftlichen Forschung“ vom 22. Nov. 2001; JB; Sommer H.; ETHZ CEPE, WEC; 12.2001; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210356

Wirtschaftliche Auswirkungen der Volksinitiativen „Strom ohne Atom“ und „Moratorium Plus“; Analyse mit einem Gleichgewichtsmodell; Zusammenfassung; Müller A.; Wickart M.; Van Nieuwkoop R.; Ecoplan; 02.2001; DE; 19 S.; F&E; SFr. 8.00; Nr. 210336

Stromeinfuhr oder Gasverstromung im Inland; JB; Sättler M.; Bohnenschäfer W.; Schlesinger M.; Econcept AG; 12.2001; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210357

Retombées économiques des initiatives „Sortir du nucléaire“ et „Moratoire-plus“; Résumé; Müller A.; Wickart M.; Van Nieuwkoop R.; Ecoplan; 02.2001; FR; 19 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 210337

Auswirkungen der Marktöffnung im Gasbereich; JB; Dettli R.; Signer B.; Kaufmann Y.; Econcept AG; 12.2001; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210358

Koordination der Modellierungs- und Perspektivarbeiten; JB; Eckerle K.; Prognos AG; 12.2001; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210339

Marketing- und PR-Strategie Minergie und Passivhaus; SB; Frauenfelder S.; 11.2002; DE; 61 S.; F&E; SFr. 7.25; Nr. 220122

Energieperspektiven Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der Haushalte 2000; JB; Hofer P.; Prognos AG; 12.2001; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210340

CO2-neutraler Ersatz der Atomenergie – Remplacement de l'énergie atomique sans détérioration du bilan de CO2; SB; Kessler S.; Iten R.; Hacker K.; 05.2002; DE, FR; 43 S., 43 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220123

Ausstieg aus der Kernenergie – wirtschaftliche Auswirkungen; JB; Müller A.; Wickart M.; Ecoplan; 12.2001; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210341

Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen in Wohngebäuden; SB; Jakob M.; Jochem E.; Christen K.; 09.2002; DE, FR; 440 S., 440 p.; F&E; SFr. 36.60; Nr. 220160

Adhérence à l'aération douce dans les logements; JB; Keller L.; IPSO; 12.2001; FR; 3 p.; F&E; SFr. -; Nr. 210342

Évaluation comparée de méthodes de contrôle et de décision en matière de développement durable; Rapport final; Carlevaro F.; Garbely M.; Genoud S.; Centre universitaire d'étude; 07.2002; FR; 65 p.; F&E; Sfr. 8.50; Nr. 220206

Energieverbrauch im öffentlichen Verkehr; Vorstudie; Brunner C. U.; 01.2002; DE; 3 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220208

Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen; JB; Jakob M.; Jochem E.; Christen K.; Stocker P.; Paul Scherrer Institut (PSI); 01.2002; DE; 8 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220211

Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme im Rahmen Art. 15 EnG; JB; Iten R.; Nordmann Th.; Infrast AG; 12.2001; DE; 3 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 210345

Erhebung des Erneuerungsverhaltens bei Wohngebäuden; JB; Jakob M.; Jochem E.; CEPE ETH-Zentrum, WEC; 01.2002; DE; 4 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220212

Energieeffizienz bei Elektrogeräten: Wirkung der Instrumente und Massnahmen; JB; Brunner C.U.; Bush E.; Gasser S.; Lingenhel S.; Nipkow J.; 01.2002; DE; 3 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220214

Energiewirtschaftliche Grundlagen Aktivitäten und Projekte 2001; JB; Meier R.; 01.2002; DE; 14 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220228

Geothermie

Tiefe Erdwärmesonde Weggis; Messkampagnen zur Dokumentierung der neuen Einflüsse beim Ausbau der Abnehmerleistung; Zwischenbericht; Eugster W. J.; Füglistner H.; 10.2002; DE; 14 S.; P&D; Sfr. 18.00; Nr. 220178

Angewandte Forschung: Workshop zur Qualitätssicherung von „geothermischen Response Tests“; SB; Eugster W. J.; Polydynamics Engineering (ZH); 10.2002; DE; 13 S.; F&E; Sfr. 18.00; Nr. 220180

Finalisation du module de l'EPFL pour les tests de réponse; Rapport final; Laloui L.; Steinmann G.; EPFL/DGC/LMS; 11.2002; FR; 38 p.; F&E; Sfr. 25.00; Nr. 220188

Photovoltaik

AluTec (mod.dép) / AluStand; Slopingroof - and façade - mounting - system; Schlussbericht; Bühler U.; 10.2002; DE; 28 S.; P&D; Sfr. 18.00; Nr. 220181

SOLIGHT – Untersuchung Leicht-Modulaufständerungen für Kiesflachdächer; SB; Meier Ch.; Frei R.; energie büro Zürich; 10.2002; DE; 61 S.; P&D; Sfr. 35.00; Nr. 220182

1-MW-Solarkette der NOK; SNormierte Daten 1992 – 2000; Messbericht; Roth S.; NOK; 11.2002; DE; 57 S.; P&D; Sfr. 35.00; Nr. 220184

IEA PVPS Task 7, Education & training material for architects; CD-Rom; Enecolo AG; 11.2002; EN; CD-Rom; F&E; Sfr. 10.00; Nr. 220209

IEA PVPS Task 7, Project results and documents; CD-Rom; Enecolo AG; 11.2002; EN; CD-Rom; F&E; Sfr. 10.00; Nr. 220210

Miet-Solarboot auf dem Zürichsee; SB; Schmid R.; SSES Regionalgruppe Zürich; 11.2002; DE; 48 S.; P&D; Sfr. 25.00; Nr. 220215

Technologie-Transfer / Systeme

ENET-NEWS Nr. 53 deutsch; ENET; 12.2002; DE; 40 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220196

ENET-NEWS No 53 français; ENET; 12.2002; FR; 40 p.; F&E; Sfr. -; Nr. 220197

Gebäude

Grundlagen für freiwillige CO₂-Vereinbarungen und Verpflichtungen im Gebäudebereich; Markt-, Interessen- und Akzeptanzanalyse; Ott W.; Kaufmann Y.; Arend M.; 01.2002; DE; 100 S.; F&E; Sfr. 46.00; Nr. 220207

Umgebungswärme

Validieren des Programms EWS und Optimieren der Erdwärmesondenlänge; SB; Signorelli S.; Kohl Th.; Institut für Geophysik ETH Zürich; 11.2002; DE; 64 S.; F&E; Sfr. 35.00; Nr. 220186

Verbesserung des Abtauens bei luftbeaufschlagten Verdampfern; Phase 2: Bewertung der Abtauprozesse; SB; Ehrbar M.; Bertsch S.; Hubacher P.; Fachhochschule beider Basel; 11.2002; DE; 95 S.; F&E; Sfr. 46.00; Nr. 220187

Lärmreduktion bei Luft-Wasser-Wärmepumpenanlagen; Grundlagen und Massnahmen; SB; Graf H.R.; Sulzer Innotec AG; 11.2002; DE; 65 S.; F&E; Sfr. 35.00; Nr. 220193

Compresseur Radial pour Pompe à chaleur biétagée; Phase 1: Etude de faisabilité; Rapport final; Schiffmann J.; Molyneux A.; Favrat D.; Marechal F.; Zehnder M.; Godat J.; OFFTECH; 11.2002; FR; 47 p.; F&E; Sfr. 25.00; Nr. 220195

BiogasMotor; Rapport final; Roubaud A.; Favrat D.; EPFL/DME/LENI; 09.2002; FR; 43 p.; F&E; Sfr. 25.00; Nr. 220203

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen; Teil 1: STASCH-Planungshilfen; SB; Gabathuler H.R.; Mayer H.; Afjei Th.; Fachhochschule beider Basel; 12.2002; DE; 54 S.; F&E; Sfr. 35.00; Nr. 220216

Schémas standard pour petites installations de pompes à chaleur; 1^{ère} partie: fiches techniques; Rapport final; Gabathuler H.R.; Mayer H.; Renaud P.; Afjei Th.; Fachhochschule beider Basel; 12.2002; FR; 54 p.; F&E; Sfr. 35.00; Nr. 220217

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen; Teil 2: Grundlagen und Computersimulationen; SB; Afjei Th.; Schonhardt U.; Wemhöner C.; Erb M.; Gabathuler H.R.; Mayer H.; Zweifel G.; Achermann M.; von Euw R.; Stöckli U.; Fachhochschule beider Basel; 12.2002; DE; 176 S.; F&E; Sfr. 81.00; Nr. 220218

Pompe à Chaleur air-eau à Haute Température; Phase 2: Concept amélioré du cycle à injection, essais journaliers et avec booster et analyse thermo-économique; Rapport final; Zehnder M.; Marechal F.; Favrat D.; Schiffmann J.; Guex St.; EPFL/DME/LENI; 11.2002; FR; 109 p.; F&E; Sfr. 63.00; Nr. 220219

Kleinwärmepumpe mit Ammoniak; Phase 3; JB; Geisser E.; Kopp Th.; Hochschule Rapperswil; 12.2002; DE; 8 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220221

Méthodes de traitement de surface pour obtenir une diminution du givrage; JB; Hoffmann P.; EPFL/MER; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220222

Wärmepumpentest für kombinierte Raumheizung und Warmwasserbereitung; JB; Montani A.; Fachhochschule beider Basel; 12.2002; DE; 9 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220223

CEN TC 113, Vertretung der Schweiz WG7, WG8 und WG9; JB; Roth St.; Ehrbar M.; Montani A.; Eggenschwiler K.; NOK; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220225

Wärmerückgewinnung aus Abwassersystemen; JB; Wanner O.; Panagiotidis V.; Siegrist H.; EAWAG; 12.2002; DE; 8 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220226

Migration d'huile dans les pompes à chaleur; JB; Zehnder M.; Favrat D.; EPFL/DME/LENI; 12.2002; FR; 7 p.; F&E; Sfr. -; Nr. 220227

Pulsweitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen; JB; Shafai E.; Gabathuler AG; 12.2002; DE; 8 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 220231

Seasonal performance calculation for residential heat pumps with combined space heating and domestic hot water production; Annual report; Afjei Th.; Wemhöner C.; Fachhochschule beider Basel; 12.2002; EN; 11 p.; F&E; Sfr. -; Nr. 220232

Verkehr allgemein

Grundsätze für Netzbenutzungstarife; JB; Iten R.; Vettori A.; Ott W.; Wild J.; Infrast AG; 12.2001; DE; 5 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 210352

Data-Room Pilotprojekt; JB; Bacher R.; Bacher Consulting; 12.2001; DE; 7 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 210353

Regulierung der Verteilnetzpreise zu Beginn der Marktöffnung; JB; Filippini M.; Wild J.; Luchsinger C.; ETHZ CEPE, WEC; 12.2001; DE; 4 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 210354

Verminderung des Treibstoffverbrauchs: Instrumentenevaluation; JB; Maibach M.; Amt für techn. Anlagen; 12.2000; DE; 4 S.; F&E; Sfr. -; Nr. 200343

Wasserkraft

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Hägler-Mühle, Lausen; Revitalisierung des historischen Kraftwerkes; Bericht; Wohlfender M.; Bretscher A.; Gutzwiller St.; Stiftung Revita; 10.2002; DE; 17 S.; F&E; Sfr. 18.00; Nr. 220170

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk an der Thur im Roos der Chemie-Faser Ebnat AG; Sanierung und Ausbau des bestehenden Niederdruck-Kraftwerk; SB; Burri J.; Binder F.; Chemie-Faser Ebnat AG; 10.2002; DE; 63 S.; F&E; Sfr. 35.00; Nr. 220176

Wind

Zusatzmessungen am Gütsch: Modell-Validierung/Monitoring der Windkraftanlage/ Vereisung; SB; Cattin R.; Meteotest; 09.2002; DE; 37 S.; P&D; Sfr. 25.00; Nr. 220169

Potenzial- und Standortabklärungen für ein Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass; SSB; Kapp Ch.; Schwer P.; Brenni R.; NEK Umwelttechnik AG; 10.2002; DE; 167 S.; P&D; Sfr. 81.00; Nr. 220173

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

