

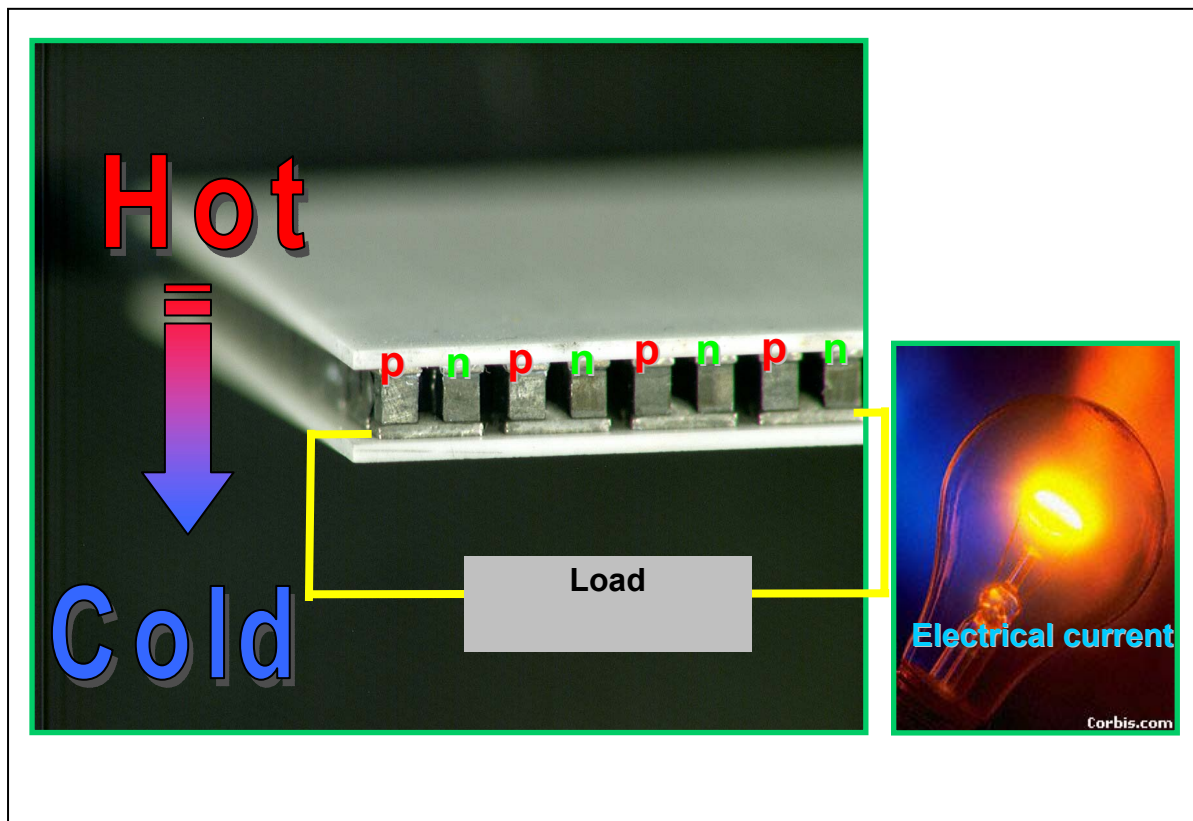


PROGRAMM ELEKTRIZITÄT

Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2005

Roland Brüniger

roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch



Thermoelektrische Stromerzeugung (Quelle: EMPA)

Dank dem Seebeck-Effekt kann ohne bewegte Teile aus Wärme direkt Strom erzeugt werden. In den Projekten *Thermoelektrische Kraftwerke* und *Geo-Thermopower-Materials* werden für Temperaturen kleiner als 400 Kelvin energieeffiziente Materialien und zweckmässige Applikationen analysiert.

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

In den vergangenen Jahren war eine stetige Zunahme des Stromverbrauchs zu verzeichnen; allein zwischen 2000 und 2004 betrug dieser 7,3%. Dieses Wachstum erfolgte trotz der Zielsetzung von *EnergieSchweiz* [33], den Stromverbrauchszuwachs von 2000 bis 2010 auf max. 5% zu begrenzen. Es sind deshalb verstärkte Anstrengungen erforderlich. Hier setzt das Programm *Elektrizität* an, indem Grundlagen inkl. Umsetzungsinitiierung für einen sorgfältigen und effizienten Umgang mit der Elektrizität geschaffen werden. Das Programm gliedert sich in die beiden Hauptbereiche **Technologien** und **Effiziente Anwendungen**.

Im Bereich **Technologie** bestand die Zielsetzung im Jahr 2005 darin, die ermutigenden Entwicklungen in den thermoelektrischen Materialwissenschaften mit der Initiierung konkreter Forschungsprojekte auf deren Machbarkeit zur direkten *Energiekonversion* Wärme-Elektrizität zu prüfen. Im Bereich der *Hochtemperatursupraleitung* gibt es zwar immer wieder Fortschritte im Materialbereich; die Schweizer Industrie hält sich aber primär aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen noch mit diesbezüglichen Aktivitäten zurück. Umso wichtiger ist es, dass eine minimale Kontinuität im Projekt- und Informationsbereich sichergestellt wird. Dies umfasst einerseits die Sicherstellung einer Fortführung des entsprechenden IEA-Implementing-Agreement und andererseits eine verstärkte Interaktion mit der Industrie. Ferner galt es, die technologische Machbarkeit bezüglich der *Druckluftspeichertechnologie* fortzusetzen. Schliesslich lag ein Schwerpunkt im Vorbereiten eines grossen, gesamtschweizerischen Projekts, in dem in einem ausgewählten *Netz* das Zusammenspiel zwischen dezentralen Erzeugungsanlagen und dem Niederspannungsnetz 1:1 untersucht wird.

Der Bereich **Effiziente Anwendungen** ist in mehrere Teilbereiche gegliedert. Das Themengebiet der *Informations- und Kommunikationstechnik* zeichnet sich dadurch aus, dass es sich weitgehend um einen globalen Massenmarkt handelt. Die Umsetzung gewonnener Erkenntnisse bedingt damit eine internationale Zusammenarbeit, um die gewünschte Breitenwirkung zu erzielen. Ein Schwerpunkt bestand deshalb darin, einerseits die in spezifischen Projekten gewonnenen Erkenntnisse konzentriert über die Landesgrenzen hinweg bekannt zu machen und andererseits internationale Aktivitäten auf die Schweiz zu übertragen. Insbesondere die internationalen Aktivitäten zur Effizienzverbesserung in den Bereichen Settop-Boxen, Breitbandgeräte und Netzgeräte waren national einzubringen. Ferner sollten Massnahmen initiiert werden, damit mit der zunehmenden Vernetzung im Haushalt der Stromverbrauch nicht übermässig ansteigt. Im *Gerätebereich* bestand die Zielsetzung für 2005 darin, bei ausgewählten Geräten die Grundlage für eine Effizienzsteigerung zu erarbeiten. Die Effizienz von Wasserdispensern und von USV-Anlagen stand dabei im Vordergrund.

Ein generelles Ziel bestand 2005 ebenfalls darin, über die Presse die Aktivitäten und Ergebnisse des Programms einem breiten Publikum bekannt zu machen und generell *umsetzungsorientierten Aktivitäten* verstärktes Gewicht beizumessen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2005

HOCHTEMPERATUR-SUPRALEITUNG (HTSL)

Mit der Teilnahme am *Implementing Agreement for a Cooperative Programme for Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector* [1] der Internationalen Energie Agentur (IEA) wird eine umfassende Information über die internationalen Aktivitäten auf dem Gebiet der HTSL gewährleistet. Ein erstes Informationstreffen war dem Thema der rotierenden Maschinen gewidmet. Von besonderer Wichtigkeit war der Bericht über das Thema *Cryogenic Dielectrics*, welches bisher ziemlich stiefmütterlich behandelt wurde, sich aber bei den ersten Erfahrungen mit supraleitenden Systemen als sehr wichtig erwiesen hat. An einem zweiten Informationstreffen waren das Hauptthema die VAR's (dynamische Wechselstrom-Kompensatoren, siehe Figur 1). Die Entwicklung dieser Maschinen stösst auf grosses Interesse.. Ebenfalls zeigte sich, dass die Supraleiter der zweiten Generation (*Coated Conductors*) grosse Fortschritte gemacht haben. Bereits wurden 260 Meter Band an einem Stück hergestellt. Erfreulich ist, dass das *IEA-Implementing Agreement* für eine weitere Periode von 5 Jahren weitergeführt wird. Die umfangreichen Informationen dieser IEA-Treffen wurden an alle in der Schweiz in der Supraleitung tätigen Forschungsinstitute und Industrien im Rahmen des alljährlich stattfindenden HTSL-Seminars vermittelt. Dieses Seminar stösst auf grosses Interesse, was durch wiederkehrende, hohe Teilnehmerzahlen untermauert wird.



Figur 1: Komponenten eines 8 MVA-HTSL-Wechselstrom-Kompensators (AMSC)

Mit dem Industrieprojekt **Hochtemperatur-Supraleitung in elektrischen Maschinen, insbesondere Generatoren** [2] wurde untersucht, wo die Vor- und Nachteile einer grossen elektrischen Maschine mit HTSL-Wicklung liegen. Im Zentrum standen Turbogeneratoren im Bereich 50 bis 1'000 MW. Bei Grossgeneratoren scheint der sogenannte HTSL-Austauschrotor ein geeigneter Ansatz mit vertretbarem Risiko zu sein. Die Ergebnisse zeigen aber keine eindeutigen Marktanreize für einen HTSL-Rotor. Den erhöhten Betriebsrisiken steht eine Betriebskosteneinsparung durch kleinere Verluste gegenüber. Das Leitermaterial ist noch zu teuer, doch wird für das Jahr 2010 mit einer substantiellen Verbilligung gerechnet. Um dazu eine vertiefte, quantitative Aussage machen zu können, werden im Folgeprojekt **Elektrische Maschinen, insbesondere Generatoren: Supraleiter-Technologie im Wettbewerb mit verbesserter, konventioneller Technologie** [2] mögliche effizienzsteigernde Massnahmen für einen konventionellen Generator aufgelistet und unter Miteinbezug der Risiken mit dem HTSL-Generator untersucht. Die Ergebnisse werden 2006 vorliegen.

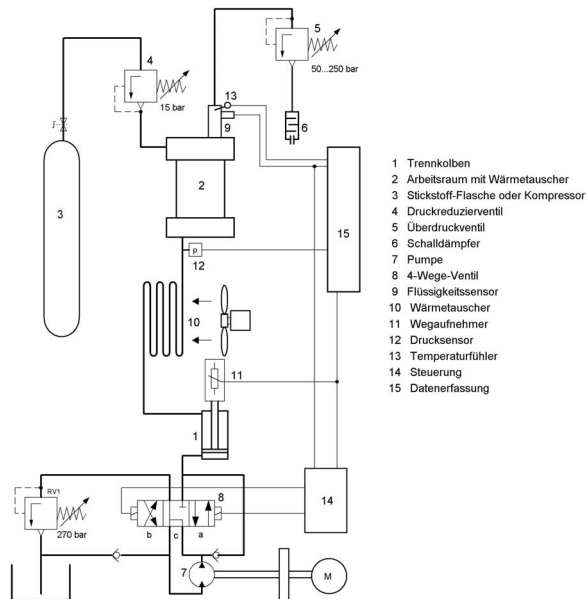
ENERGIE-KONVERSION

Bei der Nutzung der Geothermie sowie in anderen Bereichen fällt oft Wärmeenergie in einem Temperaturbereich von tiefer als 400K an, deren Nutzung ökologisch sinnvoll wäre. Eine effiziente thermoelektrische Umwandlung in Elektrizität stellt bei diesen Temperaturen eine interessante Lösung dar und könnte eine ökonomische Nutzung der Wärme ermöglichen. Sie erfordert aber die Entwicklung neuer Funktionsmaterialien, die einen grossen Seebeck-Koeffizienten, gute elektrische Leitfähigkeit sowie geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Im Projekt **Geo-Thermopower (Geo-TEP) Material** [3] wird diese Thematik auf der Material-Ebene untersucht. Übergangsmetalloxide mit perowskitartigen Strukturen können sowohl p- als auch n-leitende Halbleiter sein, die zum Teil eine grosse Thermokraft aufweisen. Ihre experimentell verifizierte, sehr gute thermische Stabilität in Luft zeigt, dass diese Substanzen für thermoelektrische Anwendungen hervorragend geeignet sind. Im Berichtsjahr wurden innovative Synthesemethoden für die Darstellung von feinkristallinen Pulvern entwickelt. Die Charakterisierung der Proben erfolgt mittels Pulver-Röntgendiffraktion, Elektronenmikroskopie und volumetrische Adsorptionsanalytik. Elektrischer Widerstand und Thermokraft der Proben sowie die thermischen Eigenschaften, wie z.B. Wärmekapazität, wurden ermittelt.

Parallel und eng mit der vorerwähnten Materialforschung verzahnt werden im Projekt **Thermoelektrisches Kraftwerk** [4a] aus Sicht der Anwendung verschiedene Szenarien untersucht, wie ein thermoelektrisches Kraftwerk zu realisieren wäre und welche minimalen Anforderungen an die Materialien und die thermischen Quellen gestellt werden müssten. Als mögliche Szenarien wurden die Erzeugung elektrischer Energie für Einfamilienhäuser, für grössere Wohneinheiten und für das thermoelektrische Kraftwerk definiert. In Abschätzungen, die auf einem einfachen Modell des thermoelektrischen Generators basieren, wurde für grössere Wohneinheiten das Potenzial einer tiefen Erdwärmesonde zur Bereitstellung thermischer und elektrischer Energie untersucht.

SPEICHERUNG

Mehrere Studien haben aufgezeigt, dass die Druckluft-Speichertechnik vom Prinzip her geeignet ist, einen wesentlichen Beitrag für eine nachhaltige Energiewirtschaft zu leisten. Mit dem Projekt **Machbarkeit des Druckluftspeicherkonzeptes BOP-B** [5] wird ein erfolversprechendes Konzept (siehe Figur 2) mit geringen adiabatischen Verlusten überprüft. Vorversuche haben Optimierungen bei der Druckluftherzeugung ermöglicht, womit jetzt ein fortgeschrittenes Konzept bereitliegt, nach welchem der erste Prototyp gebaut wird. Der Motor/Generator wurde an einem Modell im Massstab 1:2 untersucht; anschliessend konnte ein effizienter Prototyp erstellt werden. Für die Wirkungsgradmessungen wurde eine spezifische Stromversorgung und eine neuartige Drehmoment-Messeinrichtung entwickelt und aufgebaut. Die Elektronik wurde bezüglich Wirkungsgrad analysiert und die Drehmoment-Messeinrichtung weiterentwickelt. Der Druckluftspeicher wird 2006 als Gesamtsystem zusammengesetzt, geprüft und ausgemessen.



Figur 2: Schema Wärmetauscher des BOP-B-Speicherkonzeptes
(Brückmann Elektronik)

ÜBERTRAGUNGS- UND VERTEILNETZ

Das Projekt **Vision of Future Energy Networks** [4b] hat die Erstellung von Szenarien für zukünftige Energiesysteme nach dem *Greenfield Approach* als Hauptziel. Die erarbeiteten Modelle zur Systemoptimierung wurden 2005 weiterentwickelt. Ferner wurden vertiefte Arbeiten in den Bereichen Speichertechnologie, kombinierte Energieübertragung von Strom und Gas und im Bereich der Zuverlässigkeitsanalysen durchgeführt. Im Jahr 2006 wird als zentraler Meilenstein die Anwendung der vorgeschlagenen theoretischen Konzepte auf die Fallstudie einer realen Kleinstadt (voraussichtlich Baden) erfolgen, welche die Praxistauglichkeit der entwickelten Instrumente aufzeigen soll.

Mit dem Projekt **Steuerbare Speicher zur Optimierung des Energieflusses des Niederspannungsnetzes in DEA** [6a] wurde untersucht, inwiefern ein Speicher für das Energiemanagement, für die Verbesserung der Netzqualität und für die Erhöhung der Versorgungssicherheit eingesetzt werden kann. Ferner wurde die Regulierung der Netzspannung mittels Simulationen untersucht. Ebenfalls wurden Alternativen zum gesteuerten Speicher, wie Notstrom- oder USV-Anlagen, Leitungsausbauten oder Energieübertragung über das Mittelspannungsnetz analysiert. Je nach Netzsituation konnten verschiedene Fälle untersucht und die jeweils optimalen Lösungen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit definiert werden. Der gesteuerte Speicher ist vor allem im liberalisierten Strommarkt interessant, wenn ein Grossverbraucher bestrebt ist, sein prognostiziertes Lastverhalten möglichst genau einzuhalten, um die Beschaffung von Ausgleichsenergie zu vermeiden.

Im Rahmen des Projekts **Effizienzsteigerung im Verteilnetz durch neue Netzkonfigurationen** [6b] wurden die Dichte von Verteilstationen und die Erhöhung der Betriebsspannung des Niederspannungsverteilsnetzes auf deren Wirkung bezüglich Effizienz untersucht. Neben theoretischen Überlegungen wurden an realen Netzen Simulationen durchgeführt. Eine Erhöhung der Spannung hat zwar verringerte Leitungsverluste, hingegen wesentlich höhere Trafoverluste zur Folge. Eine Erhöhung der Stati-

onsdichte bringt auf dem 400V-Spannungsniveau bezüglich Verluste, Jahreskosten und Spannungshaltung die besten Resultate.

Die Ergebnisse der zwei vorerwähnten Projekte fliessen in das Projekt **Verteilte Einspeisungen im Niederspannungsnetz** [7] ein. An einem realen Netz sollen die Auswirkungen vermehrter, verteilter Einspeisungen identifiziert werden. Damit soll technisches Wissen geschaffen werden, um das Verteilnetz auch bei zunehmenden, dezentral einspeisenden Energiequellen zu beherrschen. Sechs Elektrizitätswerke unterstützen das Projekt fachlich und finanziell. Erste Aktivitäten konnten definiert und gestartet werden.

Im Projekt **Conception et intégration d'un logiciel FEM dans le simulateur numérique SIMSEN** [8] wird eine neue Feldberechnungssoftware auf der Basis der Finiten Elemente für Synchronmaschinen in die bestehende Applikation *SIMSEN* (numerische Software für die Analyse von Systemen und variablen Antrieben) eingebunden. Damit kann das Verhalten von Synchronmaschinen am Netz besser nachgebildet werden. Nachdem die grundlegenden Arbeiten im 2005 ausgeführt wurden, sind für 2006 die Abbildung von sich sättigendem Material und die Simulation des Transformators vorgesehen.

Der vorliegende Fachbereich Übertragungs- und Verteilnetz wird per Januar 2006 aus dem Programm Elektrizität ausgegliedert und in ein eigenständiges Programm mit dem Namen Elektrische Energiesysteme und Netze, NESS übergeführt.

INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSTECHNIK

Der Anteil der Informationstechnik am Stromverbrauch in der Schweiz liegt heute bei etwa 10%. Weltweit werden viele Studien für einen rationelleren Elektrizitätseinsatz, insbesondere bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten durchgeführt und Massnahmen ergriffen, um diese Einsparpotentiale auch umzusetzen. Der Wissensstand und die Produkte verändern sich schnell, der Markt ist global und die Akteure vielfältig. Es ist aufwändig, die Übersicht zu bewahren und hier leistet das **Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik** [9] einen wertvollen Beitrag. Relevante Informationen im In- und Ausland werden gesammelt, aufbereitet und verbreitet. Daneben werden umsetzungsorientierte Forschungsthemen analysiert und Forschungsprojekte evaluiert, konzipiert und teilweise selbst durchgeführt. Die neusten Erkenntnisse zu Effizienzpotenzialen bei Informations- und Kommunikationstechnologien wurden in einer zusammen mit *Novatlantis* [38] organisierten öffentlichen Vorlesungsveranstaltung an der ETH vorgestellt.

Im Projekt **Smarthome und Energieeffizienz** [10a] wurde in einem neuen intelligenten Haus in Chur die Entwicklung des Strombezuges für die Vernetzung im Haushalt analysiert. Mit 8'750 Kilowattstunden pro Jahr ist der Bezug beinahe doppelt so gross wie in einem vergleichbaren, konventionellen Haushalt von 1992. Verschiedene Gerätekategorien, speziell die Beleuchtung und der Bereich Unterhaltung und Kommunikation, tragen zu dieser Zunahme bei. Bei den Anwendungen Weisse Ware und Energie & Klima ist der Strombezug tiefer als 1992. Der zusätzliche Strombezug der Geräte, die der Vernetzung dienen, ist deutlich geringer, als im früher untersuchten FutureLife-Haus in Hünenberg. Trotzdem verbleibt ein hohes Einsparpotential. Durch eine energieeffiziente Beleuchtung und insbesondere durch ein funktionierendes Energiemanagement bei vernetzten Geräten könnte der Strombezug des Gebäudes um 1'700 kWh oder 20% reduziert werden.

Um die Effizienz bei vernetzten Haushalten zu erhöhen, werden im Projekt **Home Automation System** [11] Sensoren, Aktoren und Steuergerät für eine energieeffiziente, adaptive Steuerung im Haushaltsbereich entwickelt. Die Arbeiten an den Sensoren und Aktoren wurden 2005 abgeschlossen. Anschliessend wurden diese in zwei Haushalten installiert um zu prüfen, ob die Komponenten und die adaptive Steuerung die Erwartungen erfüllen. Ergebnisse werden 2006 erwartet.

Immer häufiger trifft man fest installierte Beamer in Sitzungs- und Wohnzimmern an, die dauernd mit der Netzspannung verbunden sind. Die Leistungsaufnahme in diesem Zustand ist mit 6 bis 17 Watt nicht unerheblich. Mit dem Projekt **Energieeffizienzpotenzial von fest installierten Beamern** [10b] werden Bestand und Zuwachs dieser Gerätekategorie untersucht und verschiedene Szenarien für die Verbrauchsentwicklung in den nächsten Jahren erarbeitet. Die Studie wird in enger Zusammenarbeit mit dem Branchenverband *SWICO* und der *Energie Agentur Elektrogeräte (eae)* durchgeführt.

Kleingeräte bis etwa 15 W Leistung, z. B. Telefone für das Internet, Web-Kameras, Hubs, Festplatten, Musikendgeräte usw., können bei einer entsprechenden technischen Ausrüstung die elektrische Energie auch über das Ethernet-Datenkabel beziehen. Diese Technik wird als Power over Ethernet (PoE) bezeichnet. Im Projekt **Energieeffiziente Stromversorgung mittels Power over Ethernet** [10c] wurden energetische Analysen durchgeführt und zusammengefasst. Gemäss Simulationsberechnungen ist PoE bei Leistungen bis etwa 8 bis 9 W gegenüber dezentralen, hocheffizienten

Schaltnetzteilen die effizientere Lösung. Falls dezentral keine effizienten Schaltnetzteile eingesetzt werden, ist PoE in jedem Fall die effizientere Alternative.

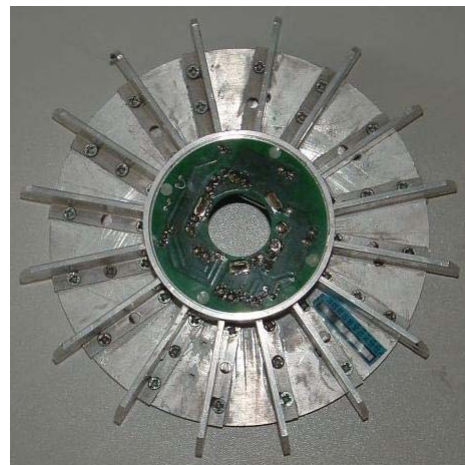
MOTOREN / ELEKTRISCHE ANTRIEBE

Im Projekt **Elektrizitätsverbrauch und Einsparpotenzial von Aufzügen** [12] wurde einerseits der Elektrizitätsverbrauch der ca. 150'000 Aufzugsanlagen in der Schweiz auf rund 300 GWh/a abgeschätzt, was etwa 0.5% des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs entspricht. Dazu erfolgten Messungen an 33 Aufzügen verschiedener Hersteller in der ganzen Schweiz. Neben Messungen im Betrieb wurde die Leistungsaufnahme im Standby sowie jene der Beleuchtung gemessen. Bezüglich Energieeffizienz wurde erkannt, dass die Unterschiede beim Standby-Verbrauch sehr gross sind. Bei Aufzügen mit relativ kleinen Fahrtenzahlen (Wohnbauten) macht der Standby-Anteil bis über 75% aus. Somit liegt in der Verminderung des Standby-Verbrauchs das grösste Sparpotenzial, welches technisch relativ gut umsetzbar sein dürfte. Es wird vorgeschlagen, einerseits die technische Reduktion des Standby-Verbrauchs durch die Hersteller anzustossen und andererseits die Vermeidung ineffizienter Konzepte und Vorgaben mittels eines Leitfadens für Architekten, Planer und Besteller sicherzustellen.

Im Projekt **Integraldrive II** [13] bestand das Ziel darin, einen integrierten Motor-Umformer auf Asynchronmotor-Basis mit bedarfsoptimierter Energieaufnahme zu entwickeln, der kosten- und volumenmässig alle bekannten Lösungen für drehzahlverstellbare Antriebe unterbietet (siehe Figur 3 und 4). Das vorgegebene Ziel konnte erreicht werden und als Anwendung bietet sich diese Technologie für Kleinantriebe in grosser Stückzahl mit modifiziertem Läufer im Bereich 100 bis 1000 W oder für zurzeit noch ungeregelte betriebene Lüfterantriebe im Bereich 3 bis 20 kW an.



Figur 3: Rotorelektronik, Elektronikgehäuse des Integraldrives II (IDS AG)



Figur 4: Kühlsterne mit eingebauter und vergossener Elektronikeinheit des Integraldrives II (IDS AG)

Mit dem internationalen Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** [14a] soll die Nutzung des Energiesparpotentials bei elektrischen Antrieben mit einer komfortablen Applikation verbessert werden. Im vergangenen Jahr wurden die vorhandenen Dokumente und Tools in einer Web-Site und in einer Broschüre zusammengefasst und einer breiteren Öffentlichkeit (mehrsprachig) bekannt gemacht.

Lebenszykluskosten bei elektrischen Antrieben belegen, dass der grösste Anteil davon bei den Stromkosten liegt. Effiziente Motoren sind deshalb meist auch wirtschaftlich. Mit dem Projekt **Beschaffung von Motoren unter Vollkostenbetrachtungen** [15a] wird dieser Sachverhalt gemeinsam mit der Industrie aufbereitet, und eine Musterausschreibung inkl. Kosten-Software soll die Einkäufer dazu bringen, effiziente Motoren zu beschaffen.

Im Projekt **Energiesparmöglichkeiten mit intelligenten Stern-Dreieck-Schaltern** [16] werden die Energiesparmöglichkeiten und die Wirtschaftlichkeit von lastabhängigen Stern-Dreieck-Schaltern untersucht. 2005 erfolgten erste Messungen, die 2006 ausgewertet werden. Mit den neu gestarteten **Massnahmen zur Ausschöpfung des Energiesparpotenzials bei Schrittmotorenansteuerungen** [17a] wird in Fortführung eines früheren Projekts der Schrittmotorenmarkt bezüglich der Energiespar-technologie sensibilisiert und das bestehende Funktionsmuster Richtung Prototyp weiterentwickelt.

Neue Antriebskonzepte wie Linearmotor oder *High-Torque* Motoren lassen es zu, hydraulische und pneumatische Antriebe wesentlich energieeffizienter zu realisieren. Im Projekt **Ersatz von pneumatischen und hydraulischen Antrieben: Potenzialstudie** [17b] wird anhand von bestehenden Anlagen in mehreren Industriebetrieben eine Potenzialabschätzung durchgeführt, die aufzeigt, wie viel Strom im Falle einer direkten Umwandlung der elektrischen Energie in Bewegungsenergie eingespart werden kann. Erste Grundlagenarbeiten bezüglich des Vorgehens für die Potenzialerfassung sind durchgeführt worden. Die **Energieeinsparungen bei Ersatz von Getriebemotoren durch FU-Antriebe** [14b] sollen unter Berücksichtigung sowohl technischer wie auch wirtschaftlicher Randbedingungen untersucht und quantifiziert werden. Eine Liste der wichtigen Unterscheidungsmerkmale ist erarbeitet worden und als nächstes werden Marktdaten beschafft und eine Fallstudie zur Verifizierung durchgeführt.

Nachdem im Projekt **Funktionsmuster eines Integral-Sparmotors im Leistungsbereich $< 1 \text{ kW}$** [18a] erste Funktionsmuster (siehe Figur 5) und die Messdaten zur Verfügung standen, konnten drei namhafte Industriepartner für das Projekt gewonnen werden. 2005 wurde ferner ein effizienter Mikroprozessor entwickelt. Damit entfällt der getaktete DC / DC-Wandler und die Antriebselektronik wird kompakter. 2006 erfolgen Tests mit der neuen Steuerung inkl. Wirkungsgradmessungen.



Figur 5: Funktionsmuster Integral-Sparmotoren (Circle Motor AG)

Mit dem neu gestarteten Projekt **Wirtschaftlichkeit, Anwendung und Grenzen von effizienten Permanentmagnetmotoren** [18b] wird gemeinsam mit 2 Fachhochschulen eine Gegenüberstellung des Permanentmagnetmotors zur Asynchronmaschine vorgenommen, um die energetischen Vorteile und die Grenzen von effizienten Permanentmagnetmotoren zu bestimmen. Dabei werden sowohl technische als auch materialorientierte und wirtschaftliche Aspekte miteinbezogen.

LICHT / LEUCHTEN

Im Projekt **Environmental friendly high efficient light source** [19] wird eine neuartige Lichtquelle auf der Basis eines Glaskolbens mit verdampftem Sulphat, das von Mikrowellen angeregt wird, untersucht und entwickelt. Ziel ist eine Effizienz von $> 100 \text{ Lm/W}$. Erste Funktionsmuster sind entwickelt worden und Tests laufen.

GERÄTE

Im Projekt **Energieeffizienz von USV-Anlagen** [15b] wurden verschiedene, energiebezogene technische Grundlagen bezüglich Effizienz von USV-Anlagen (Planergrundlagen, Merkblatt, Messgrundlagen, etc.) erarbeitet. Damit dies auch international anerkannt und umgesetzt wird, wurden die relevanten Dokumente ins Englische übersetzt.

DIVERSES

In der Schweiz existieren nach der Einführung des neuen Zivilschutzkonzepts noch rund 3'000 unterirdische Schutzanlagen. Diese müssen wegen der möglichen Schimmelbildung und der Gefahr von radioaktivem Radon oder Methan mit frischer Luft gespült und im Normalfall mechanisch entfeuchtet werden, damit minimale Anforderungen an das Raumklima erfüllt werden. Im Projekt **Effizientes Ent-**

feuchten von abgeschlossenen Räumen [20] wurde durch optimale Ausnutzung der Differenzen des Feuchtigkeitsgehalts zwischen Anlageninnerem und der Umgebung der Stromverbrauch der mechanischen Entfeuchtung substantiell reduziert. Das Projekt zeigt, dass damit der Energieverbrauch pro Anlage um rund 3'000 kWh pro Jahr reduziert werden kann, was hochgerechnet auf alle Anlagen in der Schweiz eine Einsparung von ca. 9 GWh ergibt. Die Betreiber sind involviert worden, womit eine Umsetzung eingeleitet wurde.

Nationale Zusammenarbeit

Im Rahmen der etablierten **Trendwatching-Gruppen** treffen sich regelmässig Vertreter der einschlägigen Industrie, Hochschulen und Forschungsstätten. Damit steht eine nationale Informations- und Diskussionsplattform für Fachleute zur Verfügung, die sich bewährt hat und anerkannt ist. Die vor zwei Jahren etablierte Gruppe im USV-Bereich, die sich mit der Ausarbeitung von Grundlagen für eine europäische USV-Vereinbarung (*Code of Conduct*) beschäftigt hat, hat ihre Arbeiten abgeschlossen und die Weiterbehandlung erfolgt nun auf europäischer Ebene.

Das Projekt *Materials with Novel Electronic Properties (MANEP)* des **Schweizerischen Nationalfonds** umfasst insgesamt 17 Institute und Industrien und 8 Gruppen beschäftigen sich theoretisch oder experimentell mit HTSL-Supraleitern.

Die gute Zusammenarbeit mit der **Industrie** konnte in verschiedenen Bereichen (z.B. Aufzugsindustrie, Settop-Boxen, ADSL-Modem, Detailhandel) weitergeführt werden. Die Konferenz *Effiziente Elektroantriebe* wurde gemeinsam mit *Swissmem* und der *Energieagentur der Wirtschaft (EnaW)* getragen. Ebenfalls wurde eine *Working Group Wasserdispenser* etabliert, in der gemeinsam mit den vier namhaften Branchenleadern die Grundlagen und der Inhalt für eine freiwillige Branchen-Vereinbarung erarbeitet werden. In der nationalen Druckluft-Kampagne, die in die Aktivitäten von *EnergieSchweiz* eingebettet ist, wurden acht einschlägige Industrien miteingebunden. In mehreren Projekten konnten immer wieder *Energieversorgungsunternehmen* für eine Mitarbeit und Mitfinanzierung gewonnen werden. Schliesslich wird ein enger Kontakt mit dem Programm *EnergieSchweiz* gepflegt. So haben die Anregungen der Programmleitung bezüglich Gestaltung der zweiten Hälfte von *EnergieSchweiz* dazu geführt, dass *Motoren/Antriebe* thematisiert und entsprechende Aktionen geplant werden.

Beide Eidg. Technischen **Hochschulen** (Zürich, Lausanne) werden soweit zweckmässig in die Forschungsaktivitäten miteinbezogen und der Einbindung von **Fachhochschulen** wird ebenfalls grosse Bedeutung beigemessen. So haben die Fachhochschule Bern/Biel im Verteilnetzbereich, die Fachhochschulen Westschweiz (Sion), Ostschweiz (Chur) und Zentralschweiz (Horw/Luzern) im Motoren-/Leistungselektronikbereich, die Fachhochschule Westschweiz (Yverdon) im Lichtbereich sowie die Fachhochschule Nordwestschweiz im Druckluft-Bereich Projektarbeiten geleistet. Ferner bestehen Kontakte zur Fachhochschule Zürich-Winterthur und zu St. Gallen. Das etablierte **Kompetenzzentrum Energie- und Informationstechnik** an der ETH Zürich leistet weiterhin einen wichtigen Beitrag zur nationalen (wie auch internationalen) Zusammenarbeit. Das **Druckluft-Kompetenzzentrum** ist noch im Aufbau und 2006 wird eine erste Bilanz gezogen, ob und mit welchem Fachwissen, Angebot und Image sich eine derartige Institution im Markt behaupten kann.

Durch die gemeinsame Finanzierung von Forschungsprojekten konnten bestehende Kontakte zu weiteren **Förderinstitutionen** wie dem *Energiesparfonds des EWZ*, dem *Stromsparfonds Baselstadt*, der westschweizer *Recherche-Développement-Formation (RDF)*, dem *Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)* und der KTI gepflegt werden. Zudem sind erste Kontakte mit dem neu etablierten *Swiss Electric Research* Programm der schweizerischen Stromverbundunternehmen, hergestellt worden.

In mehreren Projekten wird ein enger Kontakt zu den schweizerischen **Energieagenturen EnaW, eae** und *S.A.F.E* [36] gepflegt. In den Projekten werden, wenn möglich, **Branchenverbände** (z.B. *swissT.net*, *SWISSMEM*, *SWICO*, *VSE*) eingebunden. Schliesslich erfolgen auch Informationen und Koordinationen mit anderen BFE-Forschungsprogrammen.

Internationale Zusammenarbeit

Internationale Kontakte werden nach wie vor sowohl in direkter Zusammenarbeit in Projekten als auch durch Teilnahme an internationalen Konferenzen und Workshops gepflegt.

Die Schweiz wird am in Vorbereitung stehenden IEA-Implementing Agreement **Electricity Networks R&D** teilnehmen. Ebenfalls - im Rahmen des EU-Programms *Intelligent Energy Europe* - am Projekt **Improving the Energy Efficiency of Server Application**.

Eine neue internationale Zusammenarbeit ist im Rahmen des **6. EU-Rahmenprogramms** im Gange (Projekt STRP-505724-1 HIPERMAG); während 3 Jahren werden MgB_2 -Bänder und -Drähte mit dem Ziel erforscht, Anwendungen bei 20 Kelvin zu entwickeln. Durch die Teilnahme am IEA-Programm **Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector** werden die weltweiten Aktivitäten auf diesem Gebiet verfolgt. Das Programm des **Superconducting European Network, SCENET II** (GTC1-2001-43047) umfasst mehr als 80 verschiedene europäische Gruppen (Nodes) aus Hochschulen und Industrie, die sich mit Supraleitung befassen. Die Schweiz ist mit 2 Standorten vertreten und ist Mitglied des *Steering Committee*. Leider waren die Versuche erfolglos, eine Fortführung von *SCENET* zu erreichen, womit dieses effektive Instrument zur Zusammenführung von europäischen Wissenschaftlern Mitte 2006 endet.

Die EU hat in der schnelllebigen Welt der Kommunikations- und Informationstechnologie vorerst den Weg der Freiwilligen Vereinbarung gewählt und sogenannte **Code of Conducts (CoC)** sind in den Bereichen *Settop-Boxen*, *Broadband Devices* und *External Power Supply* entstanden. Sowohl bei der Entstehung als auch in der kontinuierlichen Verbesserung dieser CoC wird die Schweiz jeweils eingeladen und kann ihre entsprechenden Erfahrungen einbringen. Im USV-Bereich hat die Schweiz alle Grundlagen für eine Branchenvereinbarung erarbeitet. Da eine Umsetzung für diese Geräte nur auf internationaler Ebene sinnvoll ist, ist es erfreulich, dass der schweizerische Vorschlag von der EU aufgenommen wurde. Auch die weiteren, schweizerischen Arbeiten im Gebiet der **Informations- und Kommunikationstechnik** sind international abgestützt und koordiniert.

Persönliche Kontakte zu verschiedenen **Energieagenturen** (Dänemark, Deutschland, Österreich, etc.) verhelfen immer wieder zu inspirierenden Anregungen. Ferner werden unter anderem Kontakte mit der **Europäischen Kommission**, der **IEA (International Energy Agency)**, der **EPA (Environmental Protection Agency)** und dem **LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory)** in den USA sowie mit der französischen **ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)** gepflegt.

Durch die Arbeiten im europäischen **Motor Challenge Programm** konnten gute internationale Beziehungen etabliert werden. Mit der Beauftragung des deutschen Fraunhofer Instituts wird das dort vorhandene Fachwissen, welches im deutschen Programm *druckluft-effizient* aufgebaut worden ist, in die Schweiz transferiert. Die gute europäische Zusammenarbeit im Motorenbereich drückt sich auch dadurch aus, dass die Programmleitung ins *Programme Committee* der internationalen Konferenz **Energy Efficiency in Motor Driven Systems EEMODS'05** berufen wurde. An der Konferenz selber war die Schweiz mit 5 Präsentationen vertreten. Gleichermassen ist die Schweiz aktiver Partner im europäischen SAVE-Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung von Motorenbetreibern**.

Schliesslich wird durch die Schweizer Teilnahme am **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** [32] (siehe P+D-Projekte) der Anschluss an die internationale Forschergemeinde unterstützt.

Pilot- und Demonstrationsprojekte / Umsetzungsaktivitäten

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten sind mit geeigneten Massnahmen möglichst effizient umzusetzen. Dazu sind oftmals umsetzungsorientierte resp. angewandte Forschungsarbeiten erforderlich, die marktnah sind und Resultate in den Marktbereich überführen. Die folgenden Arbeiten haben diese Zielsetzung und sind deshalb sehr umsetzungsnah.

INFORMATION / KOMMUNIKATION

Weltweit ist die Vernetzung in vollem Gange. Internet- und Telekommunikations-Dienste verschmelzen zunehmend. Die damit einhergehende Digitalisierung bringt eine rasante Verbreitung von Kommunikationsgeräten, sprich Breitband-Modems und Settop-Boxen und eine ebenso rasche Zunahme des Strombedarfes mit sich. Die Europäische Kommission (EC) hat auf diese Entwicklung reagiert und partnerschaftliche, freiwillige Vereinbarungen, so genannte *Code of Conducts (COC)* mit Herstellern und Diensteanbietern erarbeitet. Im Rahmen des **Workshops „Energieeffizienz bei Settop-Boxen“** [21a] wurden die Grundlagen geschaffen, dass mit der Branche eine analoge Vereinbarung in der Schweiz getroffen werden kann. Dazu wurden zwei Veranstaltungen mit ausgewählten Branchenvertretern durchgeführt. Anschliessend wurde in enger Zusammenarbeit mit der **Energie Agentur Elektrogeräte eae** eine schweizerische Vereinbarung ausgearbeitet. Diese liegt nun bereinigt vor und es ist wahrscheinlich, dass sie anfangs 2006 durch die relevanten Branchenvertreter und das BFE unterzeichnet werden kann.

In der Schweiz dürften über 100'000 Server in KMU-Betrieben in Betrieb sein. Heisse Sommer und immer höhere Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der IT-Infrastruktur führen dazu, dass vermehrt Probleme mit Überhitzung der Server-Räume auftreten. Ohne sachkundige Beratung werden viele dieser Räume mit Klimageräten ausrüsten, obwohl über weite Teile des Jahres eine freie Kühlung genügen würde. Ziel des Projektes **Merkblatt für eine effiziente Kühlung von KMU-Servern** [21b] ist es ein Merkblatt zu erarbeiten, das Geschäftsführern und IT-Verantwortlichen in KMU-Betrieben hilft, eine energieeffiziente Kühlung des Server-Raumes zu realisieren.

MOTOREN/ ELEKTRISCHE ANTRIEBE

Rund 750 GWh Elektrizität werden in der Schweiz durch etwa 150'000 Druckluftanlagen verbraucht, was 1,5% des nationalen Stromverbrauchs ausmacht. Zur Umsetzung eines berechneten Einsparpotentials von gegen 300 GWh laufen mehrere parallele Aktivitäten. Mit den **Vorarbeiten zum Start der Kampagne Druckluft effizient Schweiz und begleitenden Arbeiten zum Aufbau eines Druckluftkompetenzzentrums** [22a] konnten die erforderlichen Grundlagen geschaffen werden, um in einer 2006 anlaufenden und in *EnergieSchweiz* eingebetteten **Kampagne Druckluft Schweiz** [22b] das bestehende Fachwissen breitenwirksam und gezielt umzusetzen. Acht schweizerische Industriepartner tragen diese schweizweite Kampagne mit. Ergänzend steht ein **mehrsprachiges internetgestütztes Benchmarking für Druckluftanlagen** [22c] zur Verfügung. Mit dem Aufbau eines **Druckluftkompetenzzentrums** an der HTA Luzern [23] soll eine neutrale Anlaufstelle für Fragen zur Anwendung der Drucklufttechnik etabliert werden. Nachdem 2005 zum Aufbau des Fachwissens mehrere Druckluftanalysen durchgeführt wurden, die Lehre miteinbezogen wurde und auch publizistische Aktivitäten erfolgten, wird 2006 mit einer umfassenden Standortbestimmung die Stossrichtung des Kompetenzzentrums festgelegt. Im Projekt **Optimierung der Steuerluftversorgung bei der Valorec Services AG** [24] wurde ein Strombedarf für die Druckluftherzeugung von etwa 6'500 MWh/a identifiziert. Das maximal eruierte Potenzial der Energieeinsparung beträgt 1'800 MWh/a oder 28% des aktuellen Energiebedarfs. Für bestehende Anlagen können 2/3 des Potenzials mit einfachen Rückzahl dauern zwischen 1 und 4 Jahren erreicht werden. Hierfür ist eine Teilerneuerung der Verdichter mit dem Ziel einer besseren Teillasteffizienz notwendig, kombiniert mit der Realisierung einer Verbundsteuerung. Die Umsetzung ist für 2006 vorgesehen.

Die EU hat im Rahmen von SAVE das *Motor Challenge Programm* gestartet. Die Schweiz nimmt daran als *assoziierter Partner* teil, was bedeutet, dass entsprechende Informationen ausgetauscht und Koordinationen anlässlich von Sitzungen erfolgen. Diese Aktivitäten laufen im Rahmen des Projekts **Promotion und Koordination mit dem EU - Motor Challenge Programme** [25]. Als nationaler Partner wurde zur Umsetzung im Januar 2005 eine Motoren-Fachtagung gemeinsam mit SWISSMEM und der EnAW mit Erfolg durchgeführt. In verschiedenen weiteren Veranstaltungen konnte ebenfalls das Thema Antriebs-Effizienz präsentiert werden. Auf der etablierten Homepage wurden verschiedene Informationen publiziert und mit einem neuen, elektronischen Newsletter ergänzt.

In der zweiten Etappe von *EnergieSchweiz* wird die Umsetzung im Bereich Antriebe mit grösserem Gewicht verfolgt. Als Vorbereitung und Unterstützung dienen die kürzlich gestarteten Projekte **Technische Grundlagen effizienter Antriebssysteme** [26a] und **Massnahmen zum Stromsparen bei Elektromotoren: Marktanalyse** [27]. Das Erstere soll strukturiert die Informationen über technisch effiziente Antriebssysteme zusammentragen und das Zweite definiert die anzusprechenden Zielgruppen.

GERÄTE

Immer häufiger trifft man Wasserspender an. Für die Kühlung wird elektrische Energie benötigt. Der Landesverbrauch beträgt heute ca. 4,5 GWh, wobei je nach Zuwachsrate bis ins Jahr 2010 der Verbrauch auf 42 GWh ansteigen könnte. Das technische Einsparpotenzial liegt bei über 50%, weshalb mit der Branche **Grundlagen für eine Branchenvereinbarung bei Wasserdispensern** [21c] erarbeitet wurden. (Unterzeichnung der Vereinbarung anfangs 2006). Im Projekt haben die vier wichtigsten Anbieter in der Schweiz mitgewirkt.

Aufbauend auf den entwickelten USV-Grundlagen [15] wurde im Projekt **Erarbeitung eines Code of Conduct für USV-Anlagen** [26b] gemeinsam mit Industrievertretern eine erste Version einer freiwilligen Branchenvereinbarung erarbeitet und der europäischen Branche unter Miteinbezug der EU präsentiert. Im Folgeprojekt **Weiterentwicklung des Code of Conduct für USV-Anlagen mit europäischen Gremien** [26c] werden diese Arbeiten 2006 mit der Zielsetzung fortgeführt, dass eine europäische Effizienzvereinbarung unterzeichnet wird.

Im Anschluss an die Vorstudie *Effizienzdeklaration für Kühlmöbel im Detailhandel*, bei der eine erste Abschätzung des jährlichen Stromverbrauchs ca. 1'000 GWh ergab, soll nun das gesamtschweizeri-

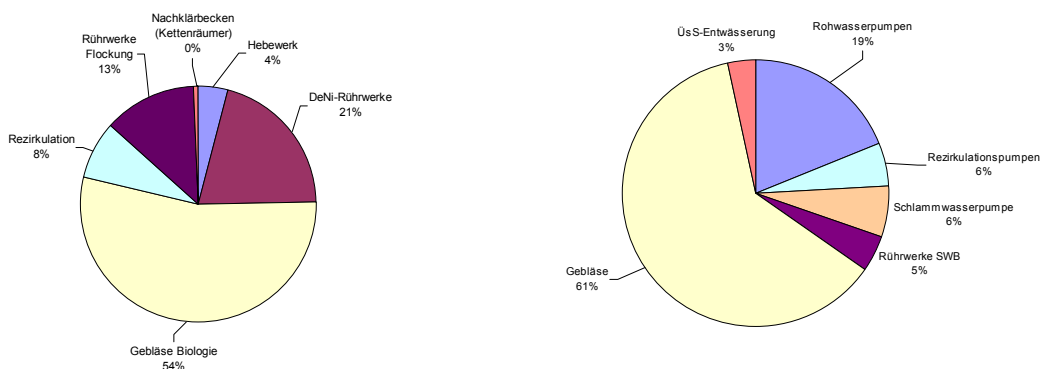
sche Einspar-Potenzial mit dem Projekt **Gewerbliche Kühlung im Detailhandel** [28] aufgrund der vorhandenen Daten der beiden Branchenführer zuverlässig abgeschätzt werden. Basierend auf diesen Zahlen soll anschliessend versucht werden, die europäische Branche gemeinsam mit der EU bezüglich der Energieeffizienz anzusprechen.

DIVERSES

Aufgrund der Tatsache, dass ein mutmassliches Einsparpotential von ca. 38 GWh in der Schweiz bei Kehrlichtverbrennungsanlagen vorhanden ist, wurde mit dem Projekt **Anleitung mit Checkliste zur Energieoptimierung von Kehrlichtverbrennungsanlagen** [31] eine Zusammenstellung möglicher Ansätze zur energetischen Optimierung sowie ein Massnahmenkatalog mit Checklisten zu den einzelnen Anlagenbereichen ausgearbeitet.

Ab Oktober 2006 darf Klärschlamm nicht mehr landwirtschaftlich verwertet werden, sondern muss umweltverträglich verbrannt werden. Als Vorstufen zur thermischen Entsorgung stehen die mechanische Entwässerung sowie die Trocknung des Klärschlammes im Vordergrund. Im Projekt **Energetische Optimierung der Klärschlammaufbereitung** [29] werden die verschiedenen Verfahren der Klärschlammaufbereitung aus energetischer Sicht untersucht, damit die Erkenntnisse anschliessend durch *EnergieSchweiz* in der Praxis verbreitet werden können. Nachdem die verschiedenen Trocknungsverfahren energetisch miteinander verglichen wurden, werden nun in drei Kläranlagen Messungen durchgeführt.

Mit dem **Messprogramm energetisch optimierter Belebungsverfahren auf ARA** [30] werden die häufigsten Klärverfahren energetisch ausgemessen. Im Jahr 2005 wurden für die beiden Verfahren *Wirbelbett* und *Festbett* der Energieverbrauch (siehe Fig. 6) und die Frachten des biochemischen Sauerstoffbedarfes mit einem Vergleich der Reinigungsleistungen zuverlässig erfasst. Die Ausmessung des *Membranverfahrens* erfolgt 2006, womit alle Vergleichsgrundlagen zur Verfügung stehen und auch Energie-Optimierungsmassnahmen formuliert werden können.



Figur 6: Verteilung des Energieverbrauches der biologischen Reinigungsstufe des Wirbelbettverfahrens (links) und Festbettverfahrens (rechts)

Im internationalen Projekt **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** (RES: Reversible Energy Storage System) [32] wird im Rahmen eines Pilotprojektes auf Gran Canaria das Zusammenspiel von erneuerbaren Energien in autonomen Netzen geprüft und aufgrund einer dezentralen Stromerzeugung eine Wasserstoff-Speicherung ausgetestet. Die Arbeiten sind auf EU-Ebene zurzeit allerdings unterbrochen.

Bewertung 2005 und Ausblick 2006

Im Bereich **Technologie** konnten erfreulicherweise sowohl im applikatorischen als auch im materialwissenschaftlichen Bereich zwei abgestimmte Projekte zur thermoelektrischen Energiekonversion gestartet werden. Ebenfalls positiv war, dass mit Unterstützung der Schweiz die IEA das Implementing Agreement im Bereich der Hochtemperatursupraleitung (HTSL) um 5 Jahre verlängert und die Schweiz mit dem Vizepräsidentium aktiv mitmacht. Leider haben die diversen Gespräche mit der Industrie nicht die gewünschten HTSL-Projektaktivitäten erbracht. Dies soll 2006 erneut versucht werden, wobei die ermutigenden Erfolge im Materialbereich förderlich sein dürften. Die technologische Machbarkeit bezüglich der Druckluftspeicherung wurde fortgesetzt und Zwischenergebnisse stimmen zuversichtlich. Erfreulich war zudem, dass mit 8 Energieverteilungsunternehmen der Grundstein für ein grosses, gesamtschweizerisches Projekt, in dem in einem ausgewählten Netz das

Zusammenspiel zwischen dezentralen Erzeugungsanlagen und dem Niederspannungsnetz 1:1 untersucht wird, gelegt werden konnte.

Bei den **effizienten Anwendungen** konnten die internationalen Aktivitäten zum *Code of Conduct* bezüglich Settop-Boxen soweit vorangetrieben werden, dass eine helvetisierte Branchenvereinbarung nun vorliegt; eine Unterzeichnung ist 2006 vorgesehen. Bei positivem Ausgang wird für 2006 als Ziel vorgesehen, analoge Bestrebungen für *Breitbandgeräte* umzusetzen. Gleichermassen war es erfreulich, dass im Wasserdispenser-Bereich mit den Branchenleadern die Grundlagen zu einer Vereinbarung geschaffen werden konnte und diese ebenfalls voraussichtlich 2006 unterzeichnet wird. Die schweizerischen Arbeiten bezüglich den USV-Anlagen wurden in der EU positiv aufgenommen und in einem Treffen mit der europäischen Branche präsentiert. Es dürften aber noch einige Anstrengungen erforderlich sein bis eine europäische Vereinbarung in Griffweite kommt. Positiv war auch, dass mit dem Integraldrive nun ein effizienter und kostengünstiger Motor zur Verfügung steht und es ist zu hoffen, dass dessen Markteinführung erfolgreich wird. Mehrere Projektergebnisse (u.a. ein Merkblatt) liefern die Grundlagen, damit mit der zunehmenden Vernetzung im Haushalt der Stromverbrauch nicht übermässig ansteigt. Entsprechende Aktivitäten sind 2006 fortzusetzen.

Rückmeldungen bestätigten, dass mit einem ausführlichen Artikel in der Handelszeitung diverse Informationen einem grossen Interessenkreis bekannt gemacht werden konnten. Ergänzend wurden diverse Fachartikel in der einschlägigen Fachpresse platziert. Für 2006 ist den **umsetzungsorientierten Aktivitäten** unverändert starkes Gewicht beizumessen.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2005 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe www.energieforschung.ch)

Unter den angegebenen Internet-Adressen sind die Berichte sowie weitere Informationen verfügbar.

- [1] R. Flükiger, (rene.flukiger@physics.unige.ch), UNIVERSITÉ DE GENÈVE, Genève: **Implementing Agreement for a Cooperative Programme for Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector** (JB)
- [2] R. Joho (reinhard.joho@power.alstom.com), ALSTOM, Birr: a) **Hochtemperatur-Supraleitung in elektrischen Maschinen, insbesondere Generatoren** (SB) • b) **Elektrische Maschinen, insbesondere Generatoren: Supraleiter-Technologie im Wettbewerb mit verbesserter, konventioneller Technologie** (JB)
- [3] A. Weidenkaff (anke.weidenkaff@empa.ch), EMPA, Dübendorf: **Geo-Thermopower (Geo-TEP)- Materials** (JB)
- [4] K. Fröhlich, G. Andersson (froehlich@eeh.ee.ethz.ch), ETH Zürich: a) **Das thermoelektrische Kraftwerk** (JB) • b) **Vision of Future Energy Networks** (JB)
- [5] P. Brückmann (brueckmannelektronik@bluewin.ch), BRÜCKMANN ELEKTRONIK, Davos: **Machbarkeit des Druckluftspeicherkonzepts BOP-B** (JB)
- [6] M. Höckel, (hkm1@bfh.ch), BERNER FACHHOCHSCHULE - HTI, Biel: a) **Steuerbare Speicher zur Optimierung des Energieflusses in Niederspannungsnetzen mit DEA** (SB) • b) **Effizienzsteigerung im Verteilnetz durch neue Netzkonfigurationen** (SB)
- [7] P. Bühler, G. Schnyder (peter.buehler@aew.ch), AEW ENERGIE AG, Aarau: **Vorprojekt VEiN: Verteilte Einspeisungen im Niederspannungsnetz** (JB)
- [8] J.-J. Simond, (jean-jacques.simond@epfl.ch) EPF, Lausanne: **Conception et intégration d'un logiciel FEM dans le simulateur numérique SIMSEN** (JB)
- [9] B. Aebischer, (baebischer@ethz.ch), CEPE, ETH, Zürich: **Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik** (JB) www.biblioite.ethz.ch
- [10] A. Huser, (alois.huser@encontrol.ch), ENCONTROL GMBH, Niederrohrdorf: • a) **Smarthome und Energieeffizienz** (SB) • b) **Energieeffizienzpotenzial von fest installierten Beamern** (JB) • c) **Energieeffiziente Stromversorgung mittels Power over Ethernet** (SB)
- [11] T. Schumann, (info@adhoco.com), ADHOCO AG, Winterthur: **Home Automation System** (JB)
- [12] J. Nipkow, (juerg.nipkow@arena-energie.ch), ARENA, ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIE-ALTERNATIVEN, Zürich: **Elektrizitätsverbrauch und Einsparpotenzial von Aufzügen** (SB)
- [13] A. Stoev, A. Dittrich (a.stoev@idsag.ch), IDS AG, Zürich: **Integraldrive II: Integrierter Motor-Umformer mit bedarfsorientierter Energieaufnahme** (SB)
- [14] R. Tanner, (tanner@semafor.ch), SEMAFOR INFORMATIK & ENERGIE AG, Basel: a) **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** (JB) • b) **Energieeinsparungen bei Ersatz von Getriebemotoren durch FU-Antriebe** (JB)
- [15] G. Schnyder, (gilbert.schnyder@sing.ch), SCHNYDER INGENIEURE AG, Hünenberg: a) **Beschaffung von Motoren unter Vollkostenbetrachtung** (SB) • b) **Energieeffizienz von USV-Anlagen** (SB)
- [16] R. Gloor (gloor@energie.ch), GLOOR ENGINEERING, Sufers: **Energiesparmöglichkeiten mit intelligenten Stern-Dreieck-Schaltern** (JB)

- [17] S. Berchten (berchten@hispeed.ch), BERCHTEN ENGINEERING, Kloten: a) **Massnahmen zur Ausschöpfung des Energiesparpotenzials bei Schrittmotorenansteuerungen** (JB) • b) **Ersatz von pneumatischen und hydraulischen Antrieben: Potentialstudie** (JB)
- [18] J. Lindegger (info@circlemotor.ch), Circle Motor AG, Gümligen: a) **Funktionsmuster eines Integral-Sparmotors im Leistungsbereich < 1 kW** • b) **Wirtschaftlichkeit, Anwendung und Grenzen von effizienten Permanent-Magnet-Motoren** (JB)
- [19] G. Courret (gilles.courret@heig-vd), HEIG-VD, Yverdon: **Environmental friendly high efficient light source** (JB)
- [20] A. Weitnauer, (adrian.weitnauer@weitnauer-messtechnik.ch), WEITNAUER MESSTECHNIK, Näfels: **Effizientes Entfeuchten von abgeschlossenen Räumen** (SB)

Liste der P+D-Projekte / Umsetzungsprojekte

- [21] A. Huser, (alouis.huser@encontrol.ch), ENCONTROL GMBH, Niederrohrdorf: a) **Workshop Energieeffizienz bei Set-Top-Boxen** (SB) • b) **Merkblatt für eine effiziente Kühlung von KMU-Servern** (JB) • c) **Grundlagen für eine Branchenvereinbarung bei Wasserdispensern** (JB)
- [22] P. Radgen, (peter.radgen@isi.fhg.de), FRAUNHOFER INSTITUT, SYSTEMTECHNIK UND INNOVATIONSFORSCHUNG, Karlsruhe: a) **Vorarbeiten zum Start der Kampagne Druckluft effizient Schweiz und begleitende Arbeiten zum Aufbau eines Druckluftkompetenzzentrums** (SB) • b) **Kampagne Druckluft Schweiz** (JB) • c) **Umsetzung eines mehrsprachigen internetgestützten Benchmarkings von Druckluftanlagen** (SB)
- [23] B. Stadelmann, (bstadelmann@hta.fhz.ch), HTA LUZERN, Horw: **Aufbau des Druckluft Kompetenzzentrums an der HTA Luzern, Phase 1** (JB)
- [24] R. Dott, (r.dott@fhbb.ch), FHBB-IFE, Muttenz: **Optimierung der Steuerluftversorgung bei der Valorec Services AG** (SB)
- [25] J. Nipkow, (juerg.nipkow@arena-energie.ch), ARENA, ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIE-ALTERNATIVEN, Zürich: **Promotion und Koordination des EU Motor Challenge Programme** (JB) www.motorchallenge.ch
- [26] G. Schnyder, (gilbert.schnyder@sing.ch), SCHNYDER INGENIEURE AG, Hünenberg: a) **Technische Grundlagen effizienter Antriebssysteme** (JB) • b) **Erarbeitung eines Code of Conduct für USV-Anlagen** (SB) • c) **Weiterentwicklung des Code of Conduct für USV-Anlagen mit europäischen Gremien** (JB)
- [27] W. Baumgartner (w.baumgartner@basics.ch), BASICS AG, Zürich: **Massnahmen zum Stromsparen bei Elektromotoren: Marktanalyse** (JB)
- [28] A. Frölich, (andreas.frölich@mgb.ch), MIGROS GENOSSENSCHAFTS BUND, Zürich: **Gewerbliche Kühlung im Detailhandel** (SB)
- [29] H. Vetter, (winterthur@holingerag.ch), HOLINGER AG, Winterthur: **Energetische Optimierung der Klärschlammabbe- reitung** (JB)
- [30] B. Kobel, S. Kempf, (stefan.kempf@rysering.ch), RYSER INGENIEURE AG, Bern: **Messprogramm energetisch opti- mierter Beleuchtungsverfahren auf ARA** (JB)
- [31] S. Egli, (s.u.a.eng@bluewin.ch) S&A Engineering AG, Schaffhausen: **Anleitung mit Checkliste zur Energieoptimierung von Kehrlichtverbrennungsanlagen** (SB)
- [32] A. Stoev, (a.stoev@idsag.ch), IDS AG, Zürich: **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen**

Referenzen

- [33] **Internetseite von EnergieSchweiz** und dem BFE www.energie-schweiz.ch
- [34] **Internetseite von Swiss Electric Research** (Organisation der schweizerischen Stromverbundunternehmen) www.swisselectric-research.ch
- [35] **Internetseite des Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)** (dort sind auch Links zu nationalen Forschungsstätten zu finden) www.psel.ch
- [36] **Internetseite der Energieagenturen** www.energieagentur.ch und www.energie-agentur.ch und www.eae-geraete.ch
- [37] **Internetseite des Forschungsprogramms** www.electricity-research.ch. Download von Zusammenfassungen und Schlussberichte durchgeführter Forschungsarbeiten
- [38] **Internetseite von Novatlantis** www.novatlantis.ch