



PROGRAMM ELEKTRIZITÄT

Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2006

Roland Brüniger

roland.brueiniger@r-brueniger-ag.ch



(Quelle: Brückmann Elektronik)

Isotherme Druckluftspeicherung

Gemäss theoretischen Berechnungen könnte mit der Druckluftspeicherung ein Gesamtwirkungsgrad von gegen 70% erreicht werden. Im Projekt *Machbarkeit des Druckluftspeicher-Konzepts BOP-B* wurden Funktionsmuster entwickelt. Links der Motor/Generator und rechts der neuartige Wärmetauscher.

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Mit über 20% Anteil am schweizerischen Gesamtenergieverbrauch spielt die Elektrizität in allen Bereichen des täglichen Lebens eine unverzichtbare Rolle. Das Programm **Elektrizität** unterstützt in erfolgversprechenden Bereichen einen effizienten Einsatz der elektrischen Energie. Das Forschungsprogramm gliedert sich dabei in die beiden Hauptbereiche **Technologien** und **Effiziente Anwendungen**. In beiden Bereichen besteht das Ziel darin, Grundlagen für einen sorgfältigen und effizienten Umgang mit der Elektrizität zu schaffen und mit nachgelagerten Umsetzungsaktivitäten sicherzustellen, dass das erarbeitete Wissen in die Praxis umgesetzt wird.

Im Bereich **Technologien** bestand die Zielsetzung im Jahr 2006 darin, neben der eigentlichen Materialforschung die Entwicklungen in den *thermoelektrischen Materialwissenschaften* sowohl im Hoch- als auch im Niedertemperaturbereich auf deren Anwendbarkeit zur direkten *Energiekonversion Wärme-Elektrizität* vertieft zu prüfen. Ebenfalls war die Initiierung von Projekten zur Abklärung energetischer Nutzungsmöglichkeiten des *magnetokalorischen Effekts* ein Ziel. Im Bereich der *Hochtemperatursupraleitung* gibt es zwar immer wieder Fortschritte im Materialbereich, die Schweizer Industrie hält sich aber primär aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen mit eigenen Aktivitäten noch zurück. Umso wichtiger ist es, dass eine minimale Kontinuität im Projekt- und Informationsbereich sichergestellt wird. Dies umfasst einerseits die Teilnahme am entsprechenden IEA-Implementing-Agreement und andererseits eine kontinuierliche Interaktion mit der Industrie. Ferner galt es, die Untersuchungen zur technologischen Machbarkeit bezüglich *Druckluftspeichertechnologie* unter Einbezug von privaten Forschern fortzusetzen.

Der Bereich **Effiziente Anwendungen** ist in mehrere Teilbereiche gegliedert. Das Themengebiet der *Informations- und Kommunikationstechnik* ist dynamisch und durch einen globalen Massenmarkt geprägt. Ein Schwerpunkt bestand 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* und *Breitbandgeräte* waren im 2006 national einzubringen. Eine weitere Zielsetzung lag darin, bei den Vorbereitungen eines EU-Projekts zum Thema *Server-Effizienz* mitzuarbeiten und anschliessend als Projektpartner daran teilzunehmen. Der Hauptfokus im Bereich *elektrische Antriebe* bestand im Aufarbeiten von fach- und markttechnischen Grundlagen für den geplanten Wissenstransfer durch *EnergieSchweiz*. Daneben galt es unverändert, technische Grundlagen zur Effizienzsteigerung von Motoren und Antriebssystemen zu entwickeln. Im *Gerätebereich* bestand die Zielsetzung für 2006 darin, bei ausgewählten Geräten die Grundlage für eine Effizienzsteigerung zu erarbeiten. Die Effizienz von unterschiedlichsten Geräten wie Wasserdispensern, Wäschetrockner, Minikühlschrank und USV-Anlagen stand dabei im Vordergrund.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2006

EFFIZIENTE TECHNOLOGIEN

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 der Zugang zu umfassenden, internationalen Informationen über die weltweiten Aktivitäten auf dem Gebiet der HTSL gewährleistet. Zu den möglichen Anwendungen zählen supraleitende Kabel, Transformatoren, Strombegrenzer (siehe Figur 1), Generatoren, Motoren, Schwungradlager sowie magnetische Energiespeicher (SMES). Vertieft wurden 2006 neben den rotierenden Maschinen die supraleitenden Fusionsmagnete, was im Zusammenhang mit dem internationalen Beschluss steht, den Testreaktor ITER in Frankreich zu bauen. Weiter standen die Supraleitern der sog. „zweiten Generation“ (Coated Conductors) im Vordergrund: Bereits wurden 480 m mit Stromdichten von 200 A hergestellt. Der Rekordwert von 720 A entspricht einer Verdreifachung gegenüber den Werten von 2005 und weist auf ein grosses Entwicklungspotential hin. Die umfangreichen Informationen dieser internationalen IEA-Treffen wurden an alle in der Schweiz in der Supraleitung tätigen Forschungsinstitute und Industrien im Rahmen des alljährlich stattfindenden HTSL-Seminars vermittelt.



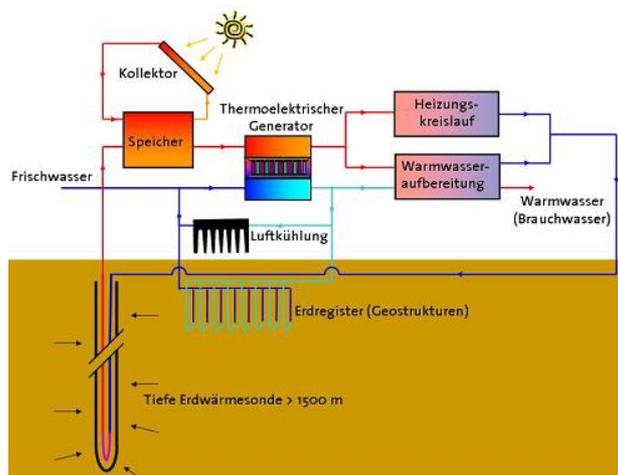
Figur 1: Ein 10 MVA-HTSL-Strombegrenzer (Siemens)

Im Projekt **Elektrische Maschinen, insbesondere Generatoren: Supraleiter-Technologie im Wettbewerb mit verbesserter, konventioneller Technologie** [2] wurden mögliche effizienzsteigernde Massnahmen für einen konventionellen Generator aufgelistet und unter Miteinbezug der Risiken mit dem HTSL-Generator untersucht. Das Projekt führte zur Erkenntnis, dass die erwarteten, besseren Eigenschaften der Supraleiter der zweiten Generation zwingend erforderlich sind, um einen Durchbruch zu erzielen. Der Preis beim HTSL der zweiten Generation muss für wirtschaftlich interessante Anwendungen unter 20 Euro/kA sinken. Falls diese Entwicklung sich bewahrheitet, dürfte ein wirtschaftlicher und effizienter Bau eines HTSL-Generators möglich werden. Die Verbesserungsideen bei einem konventionellen 700MVA-Generator (niedrigere Kühltemperaturen, Verminderung der Luftspaltreibungs- und Erregerverluste) führten leider nicht zu den gewünschten Effizienzverbesserungen, weshalb auf eine Weiterführung verzichtet werden muss.

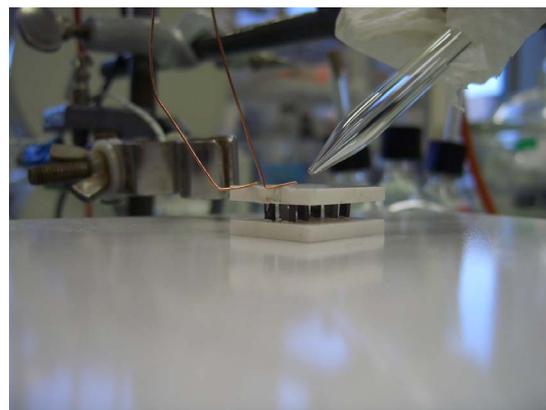
ENERGIE-KONVERSION

Die Aktivitäten im Bereich der Thermoelektrizität – der direkten Wandlung von Wärme in Elektrizität – haben weltweit stark zugenommen. Mit dem Projekt **Thermoelektrisches Kraftwerk** [3a] wird die Machbarkeit eines thermoelektrischen Kraftwerks mittels theoretischen Betrachtungen, Simulationen und punktuellen experimentellen Abklärungen untersucht. Nebst einem numerischen Generatormodell wurden 2006 analytische Methoden entwickelt, die eine einfache Dimensionierung und Funktionsabschätzung eines Thermoelektrischen Generators (TEG) erlauben. Parallel dazu wurde ein auf finiten Elementen basierendes Modell eines Thermoelements konstruiert, das die Temperaturabhängigkeiten der Materialeigenschaften sowie die 3-dimensionale Verteilung von Temperatur, elektrischem Strom und Potential einbezieht. Im Niedertemperaturbereich stehen mit den heute verfügbaren Materialien Abwärmenutzungen (z.B. im Gebäude) und Wärme-Kraft-Kopplungen als potentielle Anwendungen im Vordergrund (siehe Figur 2). Um den zur Diskussion stehenden Temperaturbereich von etwa 400K auszudehnen, werden im ergänzenden Projekt **Anwendungspotential der thermoelektrischen Stromerzeugung im Hochtemperaturbereich** [3b] analog dem vorerwähnten Projekt Anwendungen im Bereich von 1200K untersucht.

Parallel und eng mit den vorerwähnten Projekten verzahnt werden Anstrengungen zur Verbesserung der thermoelektrischen Materialien mit dem Projekt **Geo-Thermopower (Geo-TEP) Material** [4a] im Niedertemperaturbereich (siehe Figur 3) und mit dem Projekt **Materialentwicklung für solarthermische Stromerzeugung im Hochtemperaturbereich** [4b] unternommen. In beiden Projekten konnten wesentliche Materialerkennnisse und einhergehend Fortschritte in Richtung Effizienzverbesserung erzielt werden.



Figur 2: Schema einer thermoelektrischen Energiekonversion im Gebäude (ETH Zürich)



Figur 3: Messungen an einer thermoelektrischen Materialprobe (EMPA)

Die magnetokalorische Heiz- und Kältetechnik - von Emil Warburg 1881 mit der magnetischen Kühlung erstmals entdeckt - hat weltweites Aufsehen erregt, als 1996 der „Giant Magnetocaloric Effect“ entdeckt wurde. Dieser Effekt eröffnete die Perspektive, einen technologisch völlig neuartigen Kühlschrank zu konstruieren. Basierend auf dieser Ausgangslage soll die Studie **Anwendung der magnetischen Kältetechnik und ihre Bewertung** [5a] generell untersuchen, welche Gebiete der Kältetechnik - von der kleinströmigen Kühlung elektronischer Komponenten bis hin zur grossen Kälteproduktion in der Prozessindustrie - sich für die Anwendung der magnetischen Kältetechnik eignen. Da der Effekt auch umgekehrt auftritt, wird im ergänzenden Projekt **Anwendungen der magnetischen „Power Production“ und ihre Bewertung** [5b] der inverse magnetokalorische Effekt oder die temperaturabhängige Magnetisierung von Magneten untersucht, um Niedertemperaturwärme (zwischen 50 °C und 300 °C) in mechanische oder elektrische Energie umzuwandeln.

SPEICHERUNG

Eine effiziente Energiespeicherung ist für mobile Anwendungen (z.B. Auto) und für die stochastische Stromerzeugung durch erneuerbare Energien erforderlich. Mit dem Projekt **Machbarkeit des Druckluftspeicherkonzepts BOP** [6a] wird ein erfolgversprechendes Druckluftspeicherkonzept überprüft. Dabei stehen die beiden grundsätzlichen Komponenten Wärmetauscher und Motor/Generator im Vordergrund. Denn das BOP-Prinzip (BOP = Batterien mit Oelhydraulik und Pneumatik) kann nur dann effizient arbeiten, wenn die Kompression und Expansion der Luft weitgehend isotherm erfolgen. Deshalb sind in den Arbeitsräumen Wärmetauscher zu integrieren, welche in Verbindung mit Flüssigkolben den erforderlichen Wärmetransport gewährleisten. Die Versuche haben gezeigt, dass die gewählten Wärmetauscher thermisch den Anforderungen genügen. Es haben sich aber im Umfeld des Flüssigkolbens einige unerwartete Effekte ergeben, welche eine Weiterentwicklung der Versuchsanordnung erfordern. Im Ergänzungsprojekt **Druckluftspeicherung: Optimierung / Ausmessung bestehende Projektmuster** [6b] werden diese Effekte näher untersucht. Ebenfalls wurde ein effizienter Motor/Generator mit möglichst über 90% Wirkungsgrad (inkl. Elektronik) für eine 24V/1500W-Anlage entwickelt. Der gewählte Ansatz einer eisenlosen Maschine brachte leider nicht den gewünschten Erfolg. Die Eliminierung der Eisenverluste wurde durch andere Verluste leider wieder aufgehoben. Dennoch konnten wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden.

EFFIZIENTE ANWENDUNGEN

INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNIK

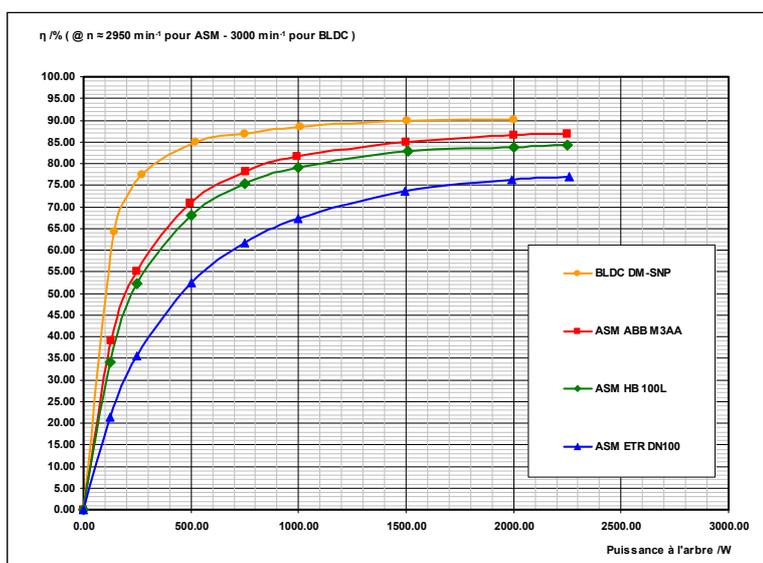
Der Anteil der Informationstechnik am Stromverbrauch in der Schweiz liegt bei etwa 10%. Weltweit ist man sich vermehrt dem durch die rasante Verbreitung von Informations- und Kommunikationsgeräten bedingten Stromwachstum bewusst. Das **Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik** [7] strebt an, die für die Schweiz relevanten Informationen zu erkennen und national bekannt zu machen. Die durch das Kompetenzzentrum betriebene Website www.biblioite.ethz.ch leistet dazu einen wertvollen Beitrag. Ergänzend werden umsetzungsorientierte Forschungsthemen analysiert und Forschungsprojekte evaluiert, konzipiert und teilweise selbst durchgeführt.

Intelligente Gebäude liegen durch neue Kommunikationstechniken im Trend und können bei geschicktem Einsatz einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz leisten. Um den Strommehrverbrauch durch die dazu erforderliche Installation von Informatik-Komponenten in Grenzen gehalten zu halten, wurden im Projekt **Home Automation System** [8] Sensoren, Aktoren und Steuergerät für eine energieeffiziente, adaptive Steuerung im Haushaltsbereich entwickelt. Mit diesen wurde anschliessend ein intelligentes, adaptives Automationssystem für Beleuchtung, Beschattung, Heizung und Lüftung in Wohn- und Büroräumen aufgebaut und in zwei Wohnungen installiert. Die Verbrauchswerte der Komponenten sind im Vergleich zu herkömmlichen Systemen extrem gering und die Messungen zeigen, dass dank des Einsatzes dieses Systems in den zwei Wohnungen etwa 25 % des thermischen Energiebedarfs und 30 bis 60% des Energiebedarfs für Beleuchtung gespart werden kann.

Häufig trifft man fest installierte Video- und Datenprojektoren in Sitzungszimmern und privaten Wohnzimmern an. Mit dem Projekt **Energieeffizienzpotenzial von fest installierten Beamern** [9a] wurde erhoben, dass aufgrund der Leistungsaufnahme im Bereitschaftsmodus von 6 bis 17 Watt rund 40% der totalen Energieaufnahme in diesem „nicht aktiven“ Zustand benötigt wird. Der Gerätebestand in der Schweiz wird auf ca. 170'000 Geräte geschätzt, wobei bis zum Jahr 2010 noch eine beträchtliche Zunahme auf über 400'000 Geräte erwartet wird. Zu den Nutzungszeiten sind wenig verlässliche Informationen vorhanden, weshalb drei Szenarien betrachtet wurden. Je nach Nutzungszeit ergibt die Hochrechnung einen Strombezug auf Landesstufe für das Jahr 2006 zwischen 13 und 25 Gigawattstunden. Ohne wesentliche Effizienzsteigerung wird der Verbrauch bis ins Jahr 2010 auf 44 bis 99 Gigawattstunden ansteigen. Als primäre Massnahme ist vorgesehen, unter Einbezug von europaweiten Aktivitäten, die Energieaufnahme im Bereitschaftsmodus substantiell zu verringern. Aufgrund dieser Arbeiten hat der Bund die installierten Beamer mit dem Energiespargerät Ecoman ausgerüstet.

MOTOREN / ELEKTRISCHE ANTRIEBE

Mit dem Projekt **Wirtschaftlichkeit, Anwendung und Grenzen von effizienten Permanentmagnetmotoren** [10a] wurde unter Mitwirkung von 2 Fachhochschulen eine Gegenüberstellung des Permanentmagnet-Motors zur Asynchronmaschine vorgenommen, um die energetischen Vorteile und die Grenzen von effizienten Permanentmagnet-Motoren (PMM) zu bestimmen (siehe Figur 4). Für die Herstellung von Permanentmagnet-Motoren zeigen sich bis in den Leistungsbereich von einigen 100kW keine Grenzen. Hier nähern sich auch die Wirkungsgrade der beiden Motorenarten einander an. Die PMM lassen sich bei Leistungen unter 10kW, wo die hohen Stückzahlen am Markt liegen, mit höherem Wirkungsgrad und geringerem Gewicht bauen, als vergleichbare Asynchronmotoren. Die Minderkosten für das eingesparte Kupfer und Aluminium werden durch Aufwendungen für das Magnetmaterial in etwa ausgeglichen, wenn vom schwereren IEC Normmotor (Asynchronmotor) zum leichteren Permanentmagnet-Motor gewechselt wird. Die bevorzugte Anwendung von PMM sind Strömungsmaschinen, die sich durch einem Bedarf für Drehzahlverstellung und durch lange Laufzeiten charakterisieren.



Figur 4: Wirkungsgrad-Verlauf eines Permanentmagnet-Motors (Typ: BLDC-DM-SNP) im Vergleich zu drei Asynchronmotoren unterschiedlicher Effizienzklassen (Circle Motor AG)

Aufgrund der Erkenntnisse des vorangehenden Projekts wurde eine **Erweiterung der LCC-Applikation mit Permanentmagnet-Motoren** [11a] gestartet. Damit sollen bei der Lebenszyklus-Betrachtung (LLC) auch die PMM miteinbezogen werden.

Im Projekt **Funktionsmuster eines Integral-Sparmotors im Leistungsbereich < 1 kW** [10b] wurde ein Funktionsmuster entwickelt und mit Wirkungsgradmessungen die Effizienz nachgewiesen. Eine nun anstehende Kommerzialisierung wird voraussichtlich nächstens mit Industriepartnern angegangen. Auch im höheren Bereich sind PMM sehr effiziente Antriebe. Aus diesem Grund werden im Projekt **Effizienter Permanentmagnet-Motor im Bereich 3 kW** [10c] die bisherigen Ergebnisse mit einem „Scale-Up-Prozess“ für einen höheren Leistungsbereich angepasst.

Mit dem EU-Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** [12a] wurde ein Werkzeug, welches die Nutzung des Energiesparpotentials bei elektrischen Antrieben unterstützt, erstellt und im EU-Raum bekannt gemacht. Dazu wurde einerseits das von der Washington State University auf der Basis von Motor Master entwickelte Software-Paket IMSSA (International Motor Selection and Saving Analysis) angepasst und als europäisches EURODEEM-Tool entwickelt. Ferner wurde ein Pumpen- und VSD-Modul erarbeitet. Andererseits wurden die vorhandenen Dokumente und Tools in einer Web-Site und in einer Broschüre zusammengefasst und einer breiten Öffentlichkeit (mehrsprachig) bekannt gemacht.

Die ca. 150'000 Aufzugsanlagen in der Schweiz verbrauchen jährlich rund 300 GWh Strom. Die Zielsetzung im Projekt **Energieeffiziente Lifte im Wohnbereich** [13] besteht in einer Verbesserung der Energieeffizienz von Aufzügen und Förderanlagen durch Entwicklung eines neuartigen Frequenzumformers. Als geeignete Massnahme werden das Bremsen mit NetZRückspeisung anstelle von Bremswiderständen sowie eine Reduktion der Standby-Verluste durch komplettes „Stromlosmachen“ des Umrichters angepeilt. Nach der erfolgreichen technischen Auslegung ist für 2007 beabsichtigt, einen ersten Prototypen zu bauen und auszumessen.

Im Projekt **Energiesparmöglichkeiten mit intelligenten Stern-Dreieck-Schaltern** [14] wurden die Energiesparmöglichkeiten und die Wirtschaftlichkeit von lastabhängigen Stern-Dreieck-Schaltern untersucht. Intelligente Stern-Dreieck-Schalter schalten einen Asynchronmotor bei geringer Last automatisch in die Sternschaltung und bei hoher Last wieder in die Dreieckschaltung. Dadurch kann die Leistungsaufnahme im Teillastbereich zwischen 20% und 65% reduziert werden. Bei Anwendungen mit einer Teillastzeit von 1000 Stunden pro Jahr ergeben sich Stromkosteneinsparungen von wenigen Franken pro Jahr und kW Nennleistung. Für den einzelnen Anwender und hochgerechnet auf die möglichen Anwendungen in der Schweiz ein zu kleiner Effekt, um weiterverfolgt zu werden.

Schrittmotoren sind beliebte Antriebselemente. Sie sind einfach anzusteuern, brauchen im Allgemeinen kein Motorfeedbacksystem und sind daher robust und zuverlässig. Schrittmotorenanwendungen findet man im Leistungsbereich bis etwa 300 W. Im Projekt **Massnahmen zur Ausschöpfung des Energiesparpotentials bei Schrittmotorenansteuerungen** [15a] wurde nach dem Bau eines Funktionsmusters mit Messungen nachgewiesen, dass mit einem neuartigen, optimalen Ansteuerungsverfahren der Energieverbrauch um gegen 80% reduziert werden kann.

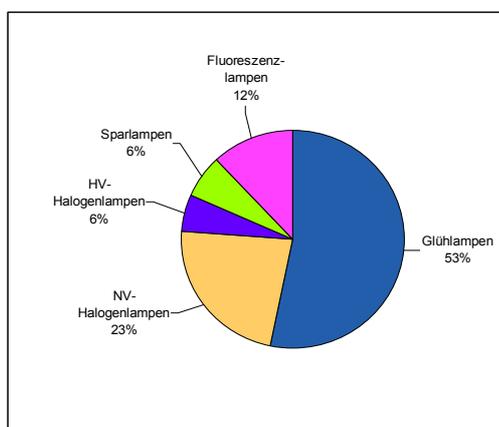
Der Fortschritt der Technik und neue Antriebskonzepte wie der Linearmotor oder Torquemotoren in Kombination mit moderner Halbleiterelektronik sowie hocheffiziente mechanische Getriebe lassen es zu, hydraulische und pneumatische Antriebe in vielen Anwendungsfällen wirtschaftlich zu ersetzen. Im Projekt **Ersatz von pneumatischen und hydraulischen Antrieben: Potentialstudie** [15b] wurde theoretisch nachgewiesen, dass der Energiebedarf mit einem Ersatz bis zu 90% reduziert werden kann. Anhand der bestehenden Anlagen in Industriebetrieben wurde eine Potentialabschätzung durchgeführt. Die Hochrechnung für die Schweiz ergibt im Fall der Substitution der pneumatischen Anlagen eine jährliche Einsparung von etwa 770 GWh und im Bereich der hydraulischen Anlagen beträgt diese etwa 135 GWh. Als nächstes soll anhand konkreter Beispiele die Einsparung praxisgerecht nachgewiesen werden.

Das Projekt **Energieeinsparungen bei Ersatz von Getriebemotoren durch FU-Antriebe** [12b] befasst sich mit dem Energiesparpotential, welches durch den Ersatz von Antriebslösungen mit Getriebe durch solche mit Direktantrieb und/oder Frequenzumrichter zu realisieren ist. Der Anteil von Getriebemotoren wird auf ca. 10% geschätzt. Falls man sich auf Schneckengetriebe-Antriebe konzentriert sowie auf Drehzahl- und Drehmomentbereiche, für die vom Marktvolumen her vergleichbare Direktantriebe schon heute angeboten werden, wird das schweizerische Einsparpotential auf jährlich etwa 81 GWh geschätzt.

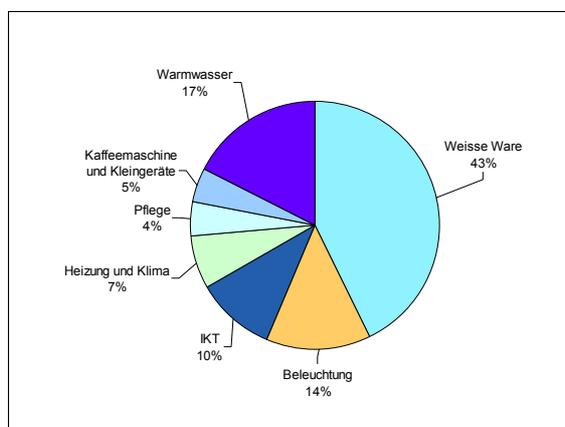
LICHT / LEUCHTEN

T5-Lampenadapter werden im Markt als Möglichkeit zum Stromeinsparen im Lichtbereich angepriesen, obwohl es dazu verschiedene Studien mit teilweise widersprüchlichen Resultaten gibt. Ziel des Projekts **Qualität und Wirtschaftlichkeit von T5-Lampenadaptern** [16] ist es, unter Berücksichtigung von lichttechnischen Aspekten eine Aussage aus neutraler Sicht bezüglich der Qualität und Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von T5-Lampenadaptern zu machen.

Im Jahr 1992 wurde im Rahmen des Impulsprogramms RAVEL eine Studie zur Bestimmung des Haushaltstromverbrauches in der Schweiz durchgeführt, welche im 2005 durch den Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) mit weitgehend identischer Fragestellung wiederholt wurde. Ein Vergleich der beiden Arbeiten ergibt für den Bereich der Beleuchtung in Privathaushalten eine Verbrauchszunahme von rund 80%. Die Beleuchtung ist im Jahr 2005 für 14% des Haushaltstrombezuges (siehe Figur 5 und 6) verantwortlich (ohne Elektroheizungen). Beide Arbeiten gehen von geschätzten Werten für die Benutzungszeit der Lampen aus. Wissenschaftlich abgestützte Angaben zur Nutzungszeit sind nicht bekannt. Das Projekt **Verbrauchsabschätzung von Lampen in Privathaushalten** [9b] hat das primäre Ziel, einen Lösungsansatz für die fundierte Bestimmung der Nutzungszeiten zu finden.



Figur 5: Prozentualer Anteil (Stückzahl) verschiedener Lampen gemäss VSE-Studie (Encontrol GmbH)



Figur 6: Aufteilung des Haushaltstrombezugs gemäss VSE-Studie (Encontrol GmbH)

HAUSHALTGERÄTE

Ziel des Projekts **Energiesparender, wäscheschonender Trockner** [17] ist die Machbarkeitsprüfung eines neuen Wäschetrockners, der energieeffizient ist (Klasse A), die Wäsche schonend trocknet und nicht teurer als marktübliche Trockner wird. Dies soll mit einem Vakuumtrockner mit Wärmerückgewinnung erreicht werden. Die thermodynamische Analyse hat gezeigt, dass mit dem vorgeschlagenen Konzept die Effizienz der heute leistungsfähigsten Trockner erreicht werden kann. Erste Kostenberechnungen sind ebenfalls ermutigend. Als nächstes ist deshalb vorgesehen, aufgrund der positiven theoretischen Ergebnisse ein Funktionsmuster zu bauen.

Die Kühlung der meisten Minibarkühlschränke in Hotelzimmern basieren auf dem geräuschlosen Absorptionsprinzip. Dieses Prinzip weist jedoch mit einer Kälte-Leistungsziffer < 0.3 eine sehr schlechte Energiebilanz aus. Gemäss einer BFE-Studie sind 50'000 bis 60'000 Absorptions-Minibars in der Schweiz im Einsatz und verbrauchen jährlich rund 24 GWh. Für die zwei Kühlprinzipien (Absorption und Kompression) wird im kürzlich gestarteten Projekt **Energiesparender Minikühlschrank** [18] eine technische Machbarkeit durchgeführt. Dazu werden neben Effizienzbetrachtungen die notwendigen Entwicklungskosten und erreichbaren Herstellkosten abgeschätzt und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt.

Der Schweizerische Wirtschaftsverband der Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik (SWICO) veröffentlicht periodisch eine Analyse des Stromverbrauchs für die Geräte der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Die Veröffentlichungen basieren auf Hochrechnungen aus Verkaufszahlen und spezifischen Verbrauchswerten pro Gerät. Das Ziel der Studie **Elektrizitätsverbrauchsstatistik für elektrische Geräte in Haushalten** [9c] ist es, die Datengrundlage für die Hochrechnungen mit neusten Erkenntnissen aus verwandten Studien zu ergänzen. Speziell stehen zwei Studien des Fraunhofer Instituts Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) und eine Studie

des *Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)* im Vordergrund. Im Berichtsjahr wurde eine Fraunhofer-Studie analysiert, ausgewertet und mit den Resultaten der VSE-Studie verglichen.

Diverse Geräte im Haushalt verbrauchen im ungenutzten Betriebszustand Strom. Um diesen Verbrauch zu bestimmen, wurden im Messprojekt **Standby-Verbrauch im Haushalt** [19] insgesamt 461 Messungen in 37 Wohnungen, aufgeteilt in 6 Wohnungskategorien, ausgemessen. Die nachfolgende Figur 7 zeigt die durchschnittlichen Standby-Leistungen auf.

Wohntyp	Anzahl Personen im Haushalt	Durchschnittliche Anzahl Geräte	Durchschnittliche Leistung (Standby)
Wohnung	1	7 – 8	18.6 Watt
Wohnung	2	11	49.4 Watt
Wohnung	3	12 – 13	37.0 Watt
Wohnung	4	17 – 18	78.4 Watt
Einfamilienhaus	1 – 2	12	45.8 Watt
Einfamilienhaus	3 und mehr	12	55.2 Watt

Figur 7: Durchschnittliche Standby-Verluste in den 6 verschiedenen Haushaltstypen

DIVERSES

Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) weisen den grössten Elektrizitätsbedarf als Einzelunternehmen auf. Verantwortlich dafür ist in erster Linie der Bahnenergieverbrauch, der im kürzlich gestarteten Projekt **Potentialermittlung energieeffiziente Traktion bei den SBB** [20] systematisch analysiert wird. Durch technische Verbesserungen an einzelnen Fahrzeugtypen oder betriebliche Massnahmen können selbst bei prozentual kleinen Einsparungen gesamthaft nennenswerte Energieeinsparungen erzielt werden.

Nationale Zusammenarbeit

Die Vertreter der etablierten **BFE-Trendwatching-Gruppen** in den Bereichen *Informatik + Kommunikation, elektrische Antriebe* und *Hochtemperatursupraleitung* aus Industrie, Hochschule und Forschungsstätten treffen sich periodisch. Damit steht eine nationale Informations- und Diskussionsplattform für Fachleute zur Verfügung, welche sich bewährt hat und anerkannt ist. Nachdem die europäische USV-Vereinbarung (*Code of Conduct*) verfügbar ist, ist ferner vorgesehen, die vor ca. zwei Jahren etablierte *Arbeitsgruppe Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)* zu reaktivieren. Damit soll einerseits die nationale Umsetzung des CoC angeschoben und andererseits sollen die Grundlagen für ein Labeling von Klein-USV-Anlagen angegangen werden. Die *Arbeitsgruppe Wasserdispenser*, in der gemeinsam mit den vier namhaften Branchenleadern die Grundlagen und der Inhalt für eine freiwillige Branchen-Vereinbarung erarbeitet wurden, konnte mit der Unterzeichnung der Branchenvereinbarung im April 2006 aufgelöst werden.

Das Projekt *Materials with Novel Electronic Properties (MANEP)* des **Schweizerischen Nationalfonds** umfasst jetzt insgesamt 19 nationale Institute sowie 5 Industrien und beschäftigt sich theoretisch oder experimentell mit HTSL-Supraleitern.

Mit dem **BFE-Forschungsprogramm Gebäude** ist eine enge Zusammenarbeit sichergestellt. Insbesondere im Bereich *Intelligentes Gebäude* sowie im spezifischen Projekt *Environmental friendly high efficient light Source* erfolgt eine gute Kooperation.

Die Zusammenarbeit mit der **Industrie** konnte in verschiedenen Bereichen (z.B. Aufzugsindustrie, Motorenindustrie, Settop-Boxen, ADSL-Modem, Detailhandel) weitergeführt werden. Es wird bei neuen Projekten soweit möglich darauf geachtet, dass ein Industriepartner im Projekt eingeschlossen ist. Damit soll von Anfang an angestrebt werden, dass bei einem Projekterfolg die anschliessende Umsetzung auch angegangen wird.

Generell wird ein enger Kontakt mit dem Programm **EnergieSchweiz** [32] gepflegt, was wesentlich zur Umsetzung des generierten Wissens beiträgt. Im Bereich der Druckluft ist der Wissenstransfer

praktisch abgeschlossen und die nationale Druckluft-Kampagne, in der acht einschlägige Industrien miteingebunden sind, wird vollständig durch *EnergieSchweiz* durchgeführt.

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 Westschweiz (Sion), Nordwestschweiz (Murtens), Ostschweiz (Chur) und Zentralschweiz (Horw/Luzern) im Motoren-/ Leistungselektronikbereich und die Fachhochschule Westschweiz (Yverdon) im Lichtbereich Projektarbeiten geleistet. Ferner bestehen Kontakte zur Fachhochschule Zürich–Winterthur. Das etablierte **Kompetenzzentrum Energie- und Informationstechnik** an der ETH Zürich leistet weiterhin einen wichtigen Beitrag zur nationalen (wie auch internationalen) Zusammenarbeit.

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)* und der KTI gepflegt werden. Zudem sind Kontakte mit *Swiss Electric Research* [33] der schweizerischen Stromverbundunternehmen hergestellt worden.

In mehreren Projekten wird ein enger Kontakt zu den schweizerischen **Energieagenturen** *EnAW*, *ee* und *S.A.F.E* [34] gepflegt. In diversen Projekten sind - soweit zweckmässig - **Branchenverbände** wie z.B. *swissT.net*, *SWISSMEM*, *SWICO* eingebunden. So wurden die Arbeiten *Energieeffizienz bei fest installierten Beamern* in enger Zusammenarbeit mit dem Branchenverband *SWICO* und der *Energie Agentur Elektrogeräte (eae)* durchgeführt.

Internationale Zusammenarbeit

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

Eine internationale Zusammenarbeit ist im **Supraleitungs-Bereich** im Rahmen des **6. EU-Rahmenprogramms** etabliert (Projekt STRP-505724-1 HIPERMAG), bei der bis im 2007 MgB₂-Bänder und -Drähte mit dem Ziel erforscht werden, 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) mit Schweizer Beteiligung, welches mehr als 80 verschiedene europäische Gruppen aus Hochschulen und Industrie umfasste, hat leider Mitte 2006 geendet. Schliesslich sei erwähnt, dass die Universität Genf aufgrund ihrer weltweit einmaligen Messapparaturen ein **HTSL-Messprogramm** durchführen kann, in dem Leiter aus den USA, Japan und Deutschland ausgemessen und charakterisiert werden.

Die EU hat in der schnelllebigen Welt der Kommunikations- und Informationstechnologie vorerst den Weg der freiwilligen Vereinbarung gewählt und im Rahmen der europäischen Standby-Initiative [35] sind sogenannte **Code of Conducts (CoC)** 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 (Anlagen < 10 kVA) hat die Schweiz alle Grundlagen im Projekt **Weiterentwicklung des Code of Conduct für USV-Anlagen mit europäischen Gremien** [26b] erarbeitet. Aufgrund der Kompetenz wurde die Schweiz bei den Verhandlungen mit der Industrie über Zielwerte beigezogen. Es ist sehr erfreulich, dass dieser USV-CoC nun per Januar 2007 durch die EU akzeptiert wurde und zum Unterzeichnen für alle USV-Hersteller zur Verfügung steht. Nun ist vorgesehen, für Anlagen im Leistungsbereich > 10 kVA die Grundlagen für ein Label zu schaffen. Entsprechende Kontakte mit der EU (Label-Kommission) konnten geschaffen werden. Auch die weiteren, schweizerischen Arbeiten im Gebiet der **Informations- und Kommunikationstechnik** sind international abgestützt und koordiniert. So wird die Schweiz definitiv - im Rahmen des EU-Programms *Intelligent Energy Europe* - am Projekt **Development of the market for energy efficient Servers** teilnehmen. Ferner laufen Vorbereitungsarbeiten auf EU-Ebene bezüglich der **gewerblichen Kühlung**, bei denen die Schweiz aktiv mitarbeitet.

Persönliche Kontakte zu verschiedenen **Energieagenturen** (Dänemark, Deutschland, Österreich, etc.) sowie zu Schlüsselpersonen von internationalen Programmen wie z.B. das **UK Market Transformation Programme** 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** werden ebenfalls die internationalen Beziehungen gepflegt. Zudem war die Schweiz aktiver Partner im europäischen SAVE-Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung von Motorenbetreibern**.

Zeitgleich mit dem Start des SBB-Projekts begann auch das EU-Projekt **Railenergy**. Die Zielsetzung des EU-Projekts ist ähnlich wie diejenige des SBB-Projekts, aber längerfristig und viel breiter gesteckt. Die SBB und der vom BFE für das SBB-Projekt Beauftragte sind in diesen EU-Aktivitäten beteiligt.

Auch mit der Schweizer Teilnahme am internationalen **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** wird der Anschluss an die internationale Forschungsgemeinde unterstützt.

Pilot- und Demonstrationsprojekte / Umsetzungsaktivitäten

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

INFORMATION/KOMMUNIKATION

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 ausgerüstet, obwohl über weite Teile des Jahres eine freie Kühlung genügen würde. Mit dem Projekt **Merckblatt für eine effiziente Kühlung von KMU-Servern** [21a] ist ein Merckblatt erarbeitet worden, das Geschäftsführern und IT-Verantwortlichen in KMU-Betrieben hilft, eine energieeffiziente Kühlung des Server-Raumes zu realisieren. Anhand der Demonstrationsanlage **Kühlung von EDV-Räumen in KMU-Betrieben** [21b] wurden die Merckblatt-Aussagen verifiziert.

Durch intensive Arbeit und unter Einbezug der einschlägigen Branche konnte der europäische **CoC für Settop-Boxen** in einer nationalen Vereinbarung umgesetzt werden und diese wurde bis Ende 2006 von acht schweizerischen Unternehmungen unterzeichnet. Weitere dürften folgen. Diese Vorgehensweise hat internationales Interesse geweckt, da die europäischen Ländervertreter erkannt haben, dass eine nachhaltige, nationale Umsetzung von EU-CoC schwierig zu bewerkstelligen ist. Die Schweiz hat hier Pionierarbeit geleistet. Für 2007 ist beabsichtigt, eine analoge nationale Vereinbarung für den **CoC von Broadband Devices** auszuarbeiten und zu unterzeichnen.

MOTOREN/ ELEKTRISCHE ANTRIEBE

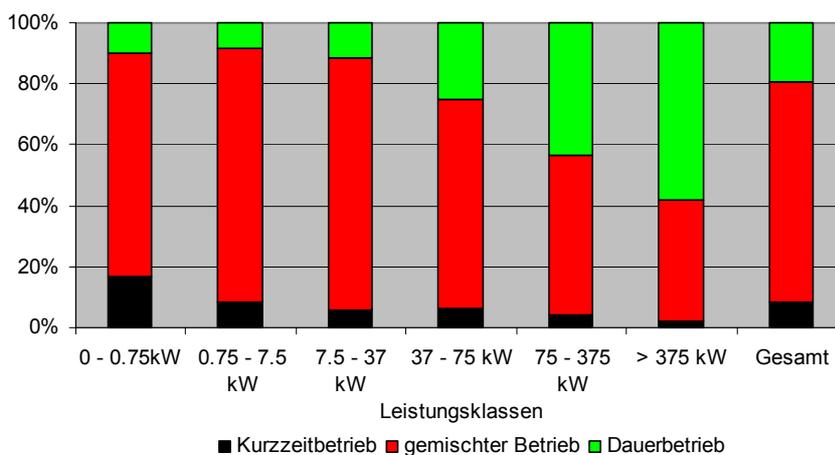
Durch den Einsatz von energieeffizienter Antriebstechnik können Einsparungen in der Grössenordnung von 10 bis 20% des motorischen Stromverbrauchs erreicht werden. Es ist deshalb sehr wichtig, bereits während der Ausbildung angehenden Berufsleuten, Technikern und Ingenieuren das Bewusstsein für diese Thematik zu fördern. Mit dem Projekt **Energieeffiziente elektrische Antriebe in der Ausbildung** [22] wird dies mit der Fachhochschule Nordwestschweiz angegangen. Das Projekt umfasst das Zusammentragen von vorhandenem Fachwissen zu Energieeffizienz von Antrieben für die Ausbildung, Abklärungen, was von diesem Fachwissen in der schweizerischen Bildungslandschaft in welchem Rahmen bereits vermittelt wird und schliesslich das Ausarbeiten eines Grobkonzepts für Ausbildungsmodule. Es ist erfreulich, dass bei der telefonischen Abklärung mit weiteren Fachhochschulen, Technikerschulen und Berufsverbänden grosses Interesse bekundet wurde.

Die abschliessende Standortbestimmung bezüglich einem **Aufbau des Druckluft-Kompetenzzenters an der HTA Luzern** [23] hat leider gezeigt, dass eine derartige, neutrale Anlaufstelle an der HTA Luzern nicht im geforderten Sinn etabliert werden kann. Die Idee wurde deshalb definitiv fallen gelassen. Damit die in **EnergieSchweiz** eingebetteten **Kampagne Druckluft Schweiz** erfolgreich lanciert werden konnte, mussten verschiedene Instrumente entwickelt werden. Mit dem Projekt **Druckluft Schweiz, Beitrag an Instrumentenentwicklung für die Kampagne 2005 – 2008** [24] konnten diese termingerech der Kampagne zur Verfügung gestellt werden.

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 werden und Koordinationen anlässlich von Sitzungen erfolgen. Diese Aktivitäten laufen im Rahmen des Projekts **Promotion und Koordination des EU - Motor Challenge Programme (DEXA-MCP)** [25]

und 36]. In verschiedenen Veranstaltungen wird das Thema der Antriebs-Effizienz präsentiert und gleichermaßen werden auf der etablierten Homepage verschiedene Informationen publiziert. Ferner wird periodisch ein News-Letter versendet.

In der zweiten Etappe von *EnergieSchweiz* sind Aktionen für die Umsetzung von Wissen im Bereich Antriebe vorgesehen. Als Vorbereitung und Unterstützung dienen die Ergebnisse der beiden Projekte **Technische Grundlagen effizienter Antriebssysteme** [26a] und **Massnahmen zum Stromsparen bei Elektromotoren: Marktanalyse** [27]. Das erste Projekt hat strukturiert die Informationen über technisch effiziente Antriebssysteme zusammengetragen und daraus konkrete Aktionen definiert und das zweite Projekt definiert die anzusprechenden Zielgruppen. Zudem wurde bei der Marktanalyse auch das verfügbare Wissen der Betreiber über ihren Motorenpark erhoben (siehe Figur 8). Um die erarbeiteten Motoren-Aktionen national tragfähig zu machen, wurde Ende September 2006 ein Workshop beim BFE durchgeführt, an dem Ergebnisse dieser beiden Arbeiten und insbesondere die vorgeschlagenen Aktionen präsentiert und diskutiert wurden.



Figur 8: Verteilung der Betriebszustände in Abhängigkeit von der Leistungsklasse. Die Anteile beziehen sich gesamthaft auf rund 16'000 Motoren, für die entsprechende Informationen aus der Industriebefragung zur Verfügung stehen (basic).

DIVERSE GERÄTE

Nachdem die Branchenvereinbarung über Wasserspender zwischen vier Anbietern in der Schweiz und dem BFE im April 2006 unterzeichnet werden konnte, war man sich einig, ergänzend zu prüfen, ob diese Vereinbarung um Wasserspender mit Leitungsanschluss erweitert werden sollte. Im Projekt **Erweiterung der Branchenvereinbarung Wasserdispenser** [21c] wurden die entsprechenden Analysen durchgeführt. Aufgrund der Tatsache, dass das zukünftige, geschätzte Einsparpotential mit 0.38 GWh relativ bescheiden ist und zudem neue Sicherheits- und Hygieneanforderungen in Vorbereitung sind, deren Einfluss auf den Energieverbrauch im Moment nicht abgeschätzt werden kann, wurden die Arbeiten in der Arbeitsgruppe sistiert. Die Branche ist aber durch diese Arbeiten sensibilisiert und wird darauf achten, dass neue Hygieneanforderungen nicht zu einem hohen Mehrverbrauch führen.

Im Projekt **Weiterentwicklung des Code of Conduct für USV-Anlagen mit europäischen Gremien** [26b] wurde die definitive Version des europäischen CoC für USV erarbeitet, mit der europäischen USV-Branche abgestimmt und der EU zur Publikation zur Verfügung gestellt. Im 2007 werden voraussichtlich die europäischen Unternehmungen den CoC unterzeichnen. Um weitere Grundlagen für ein Label für kleine USV-Anlagen zur Verfügung zu haben, wurde das Projekt **Energiemessungen von einphasigen USV-Anlagen** gestartet [28].

DIVERSES

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. Die verschiedenen Trocknungsverfahren wurden energetisch miteinander verglichen und in drei Kläranlagen erfolgten Messungen. Abschliessend wurden Empfehlungen betreffend Energieoptimierung für Kläranlagenbetreiber und Fachingenieure für die Planung einer Klärschlamm-trocknungsanlage erarbeitet. Ebenfalls wurden die Erkenntnisse an *EnergieSchweiz* vermittelt, damit durch diesen Kommunikationskanal das Wissen in die Praxis getragen wird.

Die biologische Reinigungsstufe ist der grösste Stromverbraucher von kommunalen Kläranlagen. Mit dem **Messprogramm energetisch optimierter Belebungsverfahren auf ARA** [30] werden die häufigsten Klärverfahren energetisch ausgemessen. Dabei wurde am Beispiel der ARA Lyss (Festbettverfahren), der ARA Wohlen (Wirbelbettverfahren) und der ARA Wädenswil (Membran-Belebtschlammverfahren) der Stromverbrauch von drei zukünftig vermehrt eingesetzten biologischen Reinigungsverfahren untersucht und in Bezug zur Belastung gebracht. Um eine biologische Reinigungsstufe bezüglich Stromverbrauch optimiert betreiben zu können, müssen die Anlagen derart konzipiert sein, dass sie während Zeiten schwacher Belastung automatisch partiell oder intermittierend betrieben werden können. Bei zunehmender Anwendung dieser neuen biologischen Reinigungsverfahren wird der Stromverbrauch ansteigen. Dies muss nicht sein, denn Kläranlagen weisen bezüglich Stromverbrauch ein erhebliches Einsparpotential auf. Das Ausschöpfen dieses Potenzials setzt aber voraus, dass dem Stromverbrauch derselbe Stellenwert zukommt wie dem Einhalten der Qualität des gereinigten Abwassers.

Im internationalen **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** (RES: Reversible Energy Storage System) [31] 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. Nach einem Unterbruch der Arbeiten auf EU-Ebene ist nun vorgesehen, dass die durch die Schweiz eingebrachten Komponenten im 1. Quartal 2007 eingebaut werden.

Bewertung 2006 und Ausblick 2007

Die wesentlichen *Eckpfeiler* für das *Forschungsprogramm Elektrizität 08 –11* konnten festgelegt und als Beitrag für das nationale Energieforschungskonzept zur Verfügung gestellt werden.

Im Bereich **Technologie** bei der *thermoelektrischen Energiekonversion* wird nun sowohl im applikatorischen als auch im materialwissenschaftlichen Bereich mit je zwei abgestimmten Projekten der gesamte Temperaturbereich untersucht, und mit den beiden im 2006 gestarteten Projekten im Bereich der *magnetokalorischen Energiekonversion* wird die Anwendung neuester Technologien untersucht. Die technologische Machbarkeit der *isothermen Druckluftspeicherung* konnte im Grundsatz nachgewiesen werden. Erweiterte Untersuchungen werden 2007 fortgeführt. Mit der Teilnahme am IEA Implementing Agreement im Bereich der *Hochtemperatursupraleitung (HTSL)* können die internationalen Entwicklungen auf diesem Gebiet beobachtet werden. Leider ist die schweizerische Industrie immer noch zögerlich im Bereich von HTSL-Projekten. 2007 wird deshalb erneut versucht, die Industrie zu entsprechenden Projekten zu motivieren, wobei hierfür die ermutigenden Erfolge im HTSL-Materialbereich förderlich sein dürften.

Bei den **effizienten Anwendungen** konnten die internationalen Aktivitäten zum *Code of Conduct bezüglich Settop-Boxen* mit einer helvetisierten Branchenvereinbarung national umgesetzt werden. Eine analoge Helvetisierung des *CoC für Breitbandgeräte* ist für 2007 vorgesehen und erste Signale der Industrie sind sehr ermutigend. Nach längeren Vorarbeiten konnte im April 2006 im Wasserdispenser-Bereich mit den Branchenleadern eine schweizerische Vereinbarung unterzeichnet werden. Des weitern wurde unter der Federführung der Schweiz und unter Einbezug der langjährigen Vorarbeiten per Ende 2006 ein europäischer CoC für USV-Anlagen fertig gestellt und von der EU und der einschlägigen europäischen Branche akzeptiert.

Mit dem Permanentmagnet-Motor und dem neuartigen Ansteuerungsverfahren für Schrittmotoren konnten Grundlagen für die Effizienzsteigerung im Antriebsbereich erarbeitet werden konnten. Es ist zu hoffen, dass deren Markteinführung erfolgreich wird. Schliesslich konnten die erforderlichen Grundlagen für die angestrebten Aktionen von *EnergieSchweiz* im Motorenbereich entwickelt und in einem BFE-Workshop diskutiert und bereinigt werden. Bedauerlich ist hingegen, dass das *Druckluft-Kompetenzzentrum* an der HTA Luzern nicht etabliert werden konnte.

In diversen Publikationen wurde in der einschlägigen Fachpresse über die Ergebnisse des Forschungsprogramms Elektrizität berichtet. Verschiedene Rückmeldungen haben bestätigt, dass der von der Programmleitung initiierte und im April 2006 ausgestrahlte Fernsehbeitrag im TV-Magazin *Mensch-Technik-Wissenschaft (MTW)* über die Erfolge der nationalen Vereinbarungen von Settop-Boxen und von Wasserdispensern auf vielseitiges Echo gestossen ist. Für 2007 wird den *umsetzungsorientierten Aktivitäten* unverändert starkes Gewicht beigemessen.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2006 vorhanden (siehe www.electricity-research.ch)

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

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

- [1] R. Flückiger, (rene.fluckiger@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*: **Elektrische Maschinen, insbesondere Generatoren: Supraleiter-Technologie im Wettbewerb mit verbesserter, konventioneller Technologie** (SB)
- [3] K. Fröhlich, A. Bitsch, C. Eisenhut (froehlich@eeh.ee.ethz.ch), ETH Zürich: a) **Das thermoelektrische Kraftwerk** (JB) • b) **Anwendungspotential der thermoelektrischen Stromerzeugung im Hochtemperaturbereich** (JB)
- [4] A. Weidenkaff (anke.weidenkaff@empa.ch), EMPA, *Dübendorf*: a) **Geo-Thermopower (Geo-TEP)- Material** (JB) • b) **Materialentwicklung für solarthermische Stromerzeugung im Hochtemperaturbereich**
- [5] P. Egolf, A. Kitanovski, O. Sari (peter.egolf@heig-vd.ch), HEIG-VD, *Yverdon*: a) **Anwendung der magnetischen Kältetechnik und ihre Bewertung** (JB) • b) **Anwendungen der magnetischen „Power Production“ und ihre Bewertung** (JB)
- [6] P. Brückmann, I. Cyphelly, M. Lindegger (brueckmannelektronik@bluewin.ch), BRÜCKMANN ELEKTRONIK, *Davos*, CYPHELLY & CIE, *Les Brenets*; CIRCLE MOTOR AG, *Gümligen*: a) **Machbarkeit des Druckluftspeicherkonzepts BOP-B** (SB) • b) **Druckluftspeicherung: Optimierung / Ausmessung bestehende Projektmuster**
- [7] B. Aebischer, (baebischer@ethz.ch), CEPE, ETH, *Zürich*: **Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik** (JB) www.biblioite.ethz.ch
- [8] T. Schumann, (info@adhoco.com), ADHOCO AG, *Winterthur*: **Home Automation System** (SB)
- [9] A. Huser, T. Grieder (alois.huser@encontrol.ch), ENCONTROL GMBH, *Niederrohrdorf*: • a) **Energieeffizienzpotenzial von fest installierten Beamern** (SB) • b) **Verbrauchsabschätzung von Lampen in Privathaushalten** (JB) • c) **Elektrizitätsverbrauchsstatistik für elektrische Geräte in Haushalten** (JB)
- [10] J. Lindegger (info@circlemotor.ch), Circle Motor AG, *Gümligen*: a) **Wirtschaftlichkeit, Anwendung und Grenzen von effizienten Permanent-Magnet-Motoren** (SB) • b) **Funktionsmuster eines Integral-Sparmotors im Leistungsbereich < 1 kW** (JB) • c) **Effizienter Permanent-Magnet-Motor im Bereich 3 kW** (JB)
- [11] G. Schnyder, (gilbert.schnyder@sing.ch), SCHNYDER INGENIEURE AG, *Hünenberg*: a) **Erweiterung der LCC-Applikation mit Permanentmagnet-Motoren** (JB) •
- [12] R. Tanner, (tanner@semafor.ch), SEMAFOR INFORMATIK & ENERGIE AG, *Basel*: a) **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** (SB) • b) **Energieeinsparungen bei Ersatz von Getriebemotoren durch FU-Antriebe** (SB)
- [13] P. Kanyio, M. Bolla (mario.bolla@telma.ch), ECONODRIVES GMBH, *Seftigen*: a) **Energieeffiziente Lifte im Wohnbereich** (JB)
- [14] R. Gloor (gloor@energie.ch), GLOOR ENGINEERING, *Sufers*: **Energiesparmöglichkeiten mit intelligenten Stern-Dreieck-Schaltern** (SB)
- [15] S. Berchten (berchten@hispeed.ch), BERCHTEN ENGINEERING, *Kloten*: a) **Massnahmen zur Ausschöpfung des Energiesparpotenzials bei Schrittmotorenansteuerungen** (SB) • b) **Ersatz von pneumatischen und hydraulischen Antrieben: Potentialstudie** (SB)
- [16] P. Blattner (peter.blattner@metas.ch), BUNDESAMT FÜR METROLOGIE METAS, *Bern-Wabern*: **Qualität und Wirtschaftlichkeit von T5-Lampenadaptern** (JB)
- [17] U. Weilenmann, M. Friedl (urs.weilenmann@awtec.ch), AWTEC AG FÜR TECHNOLOGIE UND INNOVATION, *Zürich*: **Energiesparender, wäscheschonender Trockner** (SB)
- [18] A. Burri (adrian.burri@awtec.ch), AWTEC AG FÜR TECHNOLOGIE UND INNOVATION, *Zürich*: **Energiesparender Minikühlschrank**
- [19] U. Zehnder (urs.zehnder@dplanet.ch) ZERO ENERGIE RESSOURCEN OPTIMIERUNG, *Bellikon*: **Standby-Verbrauch im Haushalt** (SB)
- [20] M. Meyer, S. Menth (markus.meyer@emkamatik.com), EMKAMATIK GMBH, *Wettingen*: **Potentialermittlung energieeffiziente Traktion bei den SBB** (JB)

Liste der P+D-Projekte / Umsetzungsprojekte

- [21] A. Huser, (alois.huser@encontrol.ch), ENCONTROL GMBH, Niederrohrdorf: a) **Merkblatt für eine effiziente Kühlung von KMU-Servern** (Merkblatt) • b) **Kühlung von EDV-Räumen in KMU-Betrieben** (SB) • c) **Erweiterung der Branchenvereinbarung Wasserdispenser** (SB)
- [22] R. Bachmann (ronny.bachmann@fnw.ch), FACHHOCHSCHULE NORDWESTSCHWEIZ, Muttenz; **Energieeffiziente elektrische Antriebe in der Ausbildung** (SB)
- [23] B. Stadelmann, (bstadelmann@hta.fhz.ch), HTA LUZERN, Horw: **Aufbau des Druckluft Kompetenzzenters an der HTA Luzern, Phase 1** (SB)
- [24] P. Radgen, (peter.radgen@isi.fhg.de), FRAUNHOFER INSTITUT, SYSTEMTECHNIK UND INNOVATIONSFORSCHUNG, Karlsruhe: **Druckluft Schweiz, Beitrag an Instrumentenentwicklung für die Kampagne 2005 – 2008** (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** (SB) • b) **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** (SB)
- [28] E. Bush (bush@spin.ch), BUSH ENERGIE, Felsberg: **Energiemessungen von einphasigen USV-Anlagen**
- [29] H. Vetter, (winterthur@holingerag.ch), HOLINGER AG, Winterthur: **Energetische Optimierung der Klärschlammabreinigung** (SB)
- [30] B. Kobel, S. Kempf, (stefan.kempf@rysering.ch), RYSER INGENIEURE AG, Bern: **Messprogramm energetisch optimierter Belebungsverfahren auf ARA** (SB)
- [31] A. Stoev, (a.stoev@idsag.ch), IDS AG, Zürich: **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** (JB)

Referenzen

- [32] **Internetseite von EnergieSchweiz** und dem BFE www.energie-schweiz.ch
- [33] **Internetseite von Swiss Electric Research** (Organisation der schweizerischen Stromverbundunternehmen) www.swisselectric-research.ch
- [34] **Internetseite der Energieagenturen** www.energieagentur.ch und www.energie-agentur.ch und www.eae-geraete.ch
- [35] **Internetzugriff der EU bezüglich den CoC-Aktivitäten** www.energyefficiency_jrc.cec.eu.int/html/standby_initiative.htm
- [36] **Internetseite des Motor Challenge Programms** www.motorchallenge.ch
- [37] **Internetseite des Forschungsprogramms** www.electricity-research.ch. Download von Zusammenfassungen, Jahres- und Schlussberichten durchgeführter Forschungsarbeiten