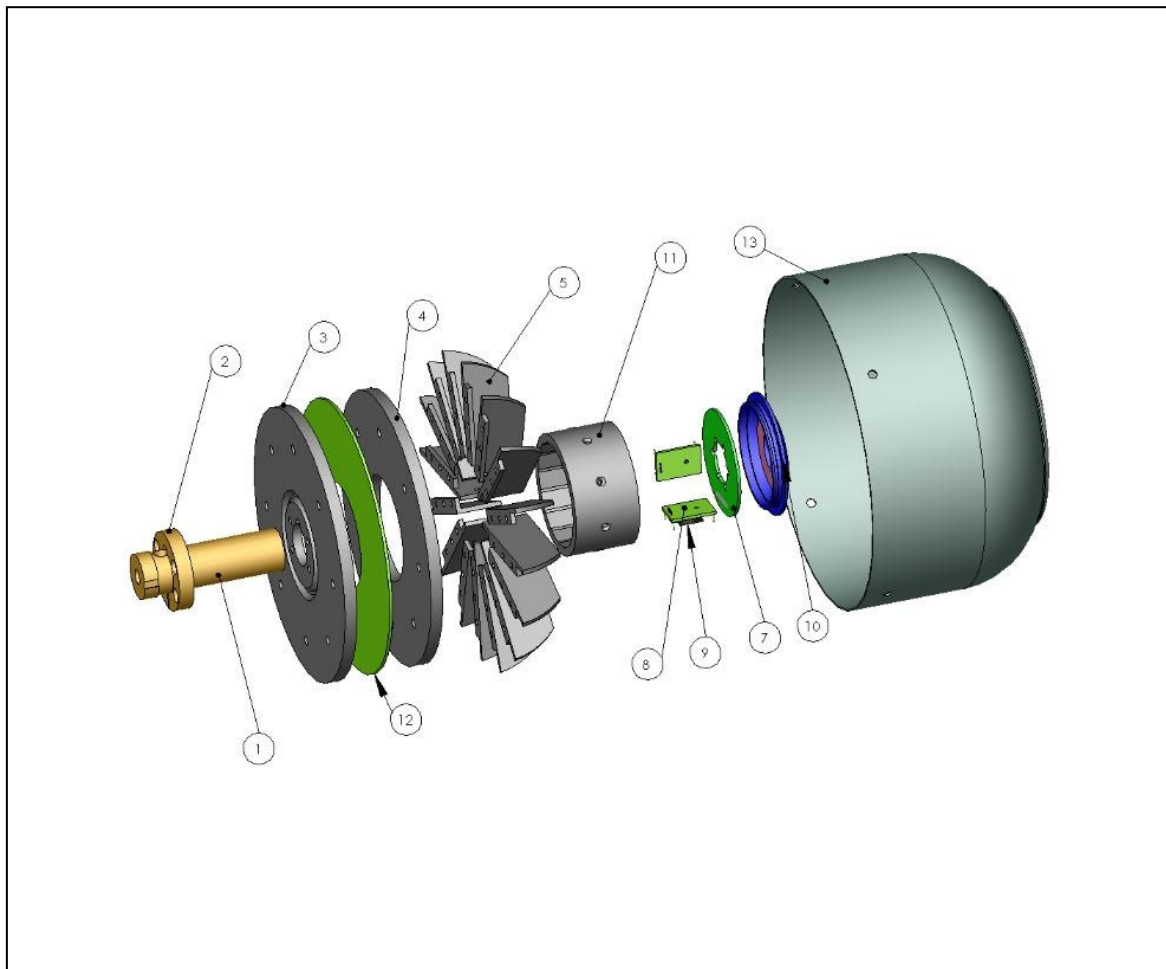


ELEKTRIZITÄT

Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2003

Roland Brüniger

roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch



Lüfterbereich des innovativen Integraldrives (Quelle: IDS AG)

Mit dem kompakten Integraldrive können gegenüber unregelmässigen Motoren in der Schweiz etwa 220 GWh eingespart werden. Deutlich ersichtlich sind der Zusatzwiderstand (12) und die mitrotierenden Elektronikkomponenten (8, 9) unter der Lüfterhaube (13).

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Mit einem Anteil von etwa 20 Prozent am gesamten Endenergiebedarf und mit einem finanziellen Wert des verkauften Stroms von ungefähr CHF 8 Mia. ist die Elektrizität von zentraler, wirtschaftlicher Bedeutung. Übergeordnetes Ziel ist es, den schonenden Umgang dieses wertvollen Energieträgers zu fördern. Das Programm *Elektrizität* ist in die Bereiche *Elektrizitätsnutzung*, *Elektrizitäts-transport* und *Elektrizitätsspeicherung* sowie auf den übergreifenden Bereich *Querschnittstechnologien* unterteilt. In Anlehnung an die Zielsetzung von *EnergieSchweiz* [31], den Stromverbrauchszuwachs von 2000 bis 2010 auf max. 5% zu begrenzen, erfolgt eine Konzentration auf die effiziente und rationelle Elektrizitätsnutzung.

Bei der **Elektrizitätsnutzung** wurden pro Teilbereich spezifische Zielsetzungen festgelegt. Im Themengebiet der *Informations- und Kommunikationstechnik* wurde einerseits angestrebt, die in einem Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse in der IT-Ausbildung im Energiebereich umzusetzen. Ferner war es ein erklärtes Ziel, die internationalen Kooperationen weiter zu intensivieren. Im Vordergrund standen dabei die Themen des Server-Schaltens und der Stromverbrauch von Settop-Boxen. Zudem war vorgesehen, im USV-Bereich eine Begleitgruppe mit Teilnehmern aus der Industrie zu etablieren. Obwohl moderne *Haushaltsgeräte* bereits einen hohen Effizienzstandard aufweisen, besteht in spezifischen Bereichen nach wie vor Handlungsbedarf. Die Zielsetzung für 2003 lag darin, diese Bereiche mit einer Grundlagenstudie zu identifizieren.

Rund 45% der elektrischen Energie wird in *Antrieben und elektrischen Motoren* umgesetzt. Mit einem geschätzten Einsparpotential von bis zu 30% (entspricht über 7'000 GWh) weist dieser Bereich das grösste Potential auf. Da Druckluftsysteme klar abgrenzbar sind und ein Einsparpotential von etwa 100 GWh/Jahr aufweisen, bestand die Zielsetzung, die seit mehreren Jahren angestrebte Machbarkeitsstudie zur Etablierung eines *Kompetenzzentrums Druckluft* anzugehen. Gleichzeitig sollte geprüft werden, wie das in Deutschland laufende Programm *Druckluft-effizient* auch in der Schweiz realisiert werden könnte. Zudem sollte im Falle einer zeitlichen Verzögerung der europäischen Lancierung des *Motor Challenge* Programms die Kontinuität durch die Initiierung eines eigenständigen Projektes in der Schweiz sichergestellt werden.

Im Bereich **Elektrizitäts-transport und -speicherung** erfordert nach wie vor das zukunftsorientierte Thema der dezentralen Erzeugungsanlagen die Lösung von technisch anspruchsvollen Problemkreisen. Deren Identifikation und Bearbeitung durch gemeinsame Projekte mit der Branche stellten deshalb wichtige Ziele für 2003 dar. Im technisch orientierten Bereich der **Hochtemperatursupraleitung** wurde als Zielsetzung für 2003 angestrebt, trotz bescheidenen Mitteln eine Kontinuität im Projekt- und Informationsbereich sicherzustellen. Dies umfasst einerseits die unterbruchsfreie Teilnahme am entsprechenden IEA-Implementing-Agreement, und andererseits eine verstärkte Interaktion mit der betroffenen Industrie.

Systemübergreifende Projekte zur Effizienzsteigerung werden unter dem Begriff **Querschnittstechnologie** untersucht, wobei deren Behandlung weitgehend aufgrund von Impulsen der Industrie im reaktiven Sinn erfolgt.

Ein wichtiges Ziel für 2003 bestand auch darin, aufbauend auf dem **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007** die Schwerpunkte im Programm Elektrizität in einem Konzept für die gleiche Periode auszuarbeiten. Gleichzeitig sollte die bestehende Internet-Homepage erneuert werden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2003

ELEKTRIZITÄTSTRANSPORT UND -SPEICHERUNG

Da sich das BFE nach der Ablehnung des Elektrizitätsmarktgesetzes im Herbst 02 rasch in Richtung einer neuen Elektrizitätswirtschaftsordnung (ELWO) bewegte, verloren die ursprünglich vom Amt vorgesehenen Aktivitäten einer spezifischen Forschungsinitiative ihre akute Bedeutung. Deshalb wurde – wie früher vorgesehen – schwerpunktmässig die Thematik der dezentralen Erzeugungsanlagen bearbeitet. Erfreulich war, dass im Berichtsjahr eine formelle Vereinbarung zwischen dem VSE (Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen) und dem BFE zur Umsetzung neuer Erkenntnisse des Programms *Elektrizität* unterschrieben wurde und damit die gute Zusammenarbeit mit der Branche weiter gefestigt werden konnte.

Um Studenten vermehrt für ein Studium auf dem Gebiet der elektrischen Übertragung und Verteilung zu motivieren, und um neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Gleichstromübertragung zu gewinnen, wurde mit dem Projekt ***Démonstrateur pour réseau avec transport d'énergie en courant continue*** [1] an der Fachhochschule Yverdon ein Modell einer Gleichstromübertragungsstrecke aufgebaut.

Die starke Zunahme von dezentralen Energieerzeugungsanlagen im Verteilnetz verursacht neue technische Herausforderungen an die Netzbetreiber. Insbesondere im Niederspannungsnetz muss der Spannungserhaltung besondere Aufmerksamkeit geschenkt und dem wachsenden Anteil an Oberschwingungen mit geeigneten Massnahmen entgegnet werden. Diese und weitere Erkenntnisse konnten im Forschungsprojekt ***Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen in Verteilnetzen*** [2a] gewonnen werden, da Dank den von kooperierenden Elektrizitätswerken zur Verfügung gestellten Netzdaten umfangreiche Simulationen realitätsnah durchgeführt werden konnten.

In enger Zusammenarbeit und Kooperation mit dem BFE-Programm *Solarchemie / Wasserstoff* wurde das Projekt ***Einsatz von Druckluftspeichersystemen*** [3] gestartet. Dieses Projekt soll nicht nur geeignete Einsatzmöglichkeiten der Druckluftspeicherung identifizieren, sondern insbesondere im Vergleich zu alternativen Speichertechnologien auch die technischen und wirtschaftlichen Hürden analysieren, die ein neues, innovatives, praktisch isothermes Druckluftspeicherkonzept bis zur Markteinführung überwinden muss. Im Berichtsjahr wurden Druckbehälter, Energietransformation, Elektronik und Antrieb inkl. Wirkungsgradbetrachtungen untersucht.

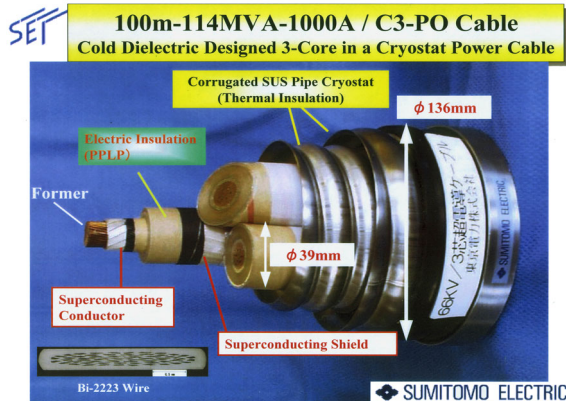
Mit dem Projekt ***Wechselstromkorrosion an Pipelines*** [4] wird der Einfluss von elektrischen Energieübertragungsleitungen auf die Korrosionsbildung an Erdgasleitungen untersucht. Neben Feldmessungen wurde eine spezifische Messmethode auf elektrochemischer Basis zur Abschätzung des Korrosionsrisikos identifiziert.

Resultate weiterer Forschungsprojekte der spezifischen Institute der beiden ETH und der Fachhochschule Biel sowie Projekte, die vom Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL) finanziert werden sind im Internet [35] zu finden.

HOCHTEMPERATURSUPRALEITUNG (HTSL)

Es ist von grosser Bedeutung, dass die Schweiz den Kontakt zur weltweiten Spitzenforschung im Bereich der HTSL beibehält. Neue Entdeckungen sind in diesem Gebiet immer möglich; Es sei nur auf das im 2001 entdeckte, neue Supraleitermaterial MgB_2 verwiesen. Mit der schweizerischen Teilnahme am ***Implementing Agreement for a Cooperative Programme for Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector*** [5] der Internationalen Energie Agentur (IEA) wird dies sichergestellt. Im Jahr 2003 wurden zwei Informationstreffen besucht. Beide waren vor allem dem Thema der supraleitenden Kabel (siehe Fig. 1) gewidmet. Die Dokumentation dieser IEA-Treffen wurde an alle in der Schweiz in der Supraleitung tätigen Forschungsinstitute und Industrien im Rahmen des alljährlich stattfindenden Status-

Seminars weitergeleitet. Zudem wurde die Weiterführung des IEA-Agreements um 2 Jahre beschlossen.



Figur 1: HTSL-Prototypen-Kabel von Sumitomo (Quelle: Sumitomo Electric, Japan)

Mit dem Projekt **Marktpotential von supraleitenden Strombegrenzern (SSB)** [6] wurde eine Übersicht über die realen Anwendungsmöglichkeiten von SSB geschaffen. Sowohl mittels Simulationen als auch aufgrund umfangreicher Gespräche mit Interessierten konnte die attraktivste Einsatzmöglichkeit in der Kupplung von Mittelspannungsnetzen identifiziert werden. Die technischen Eigenschaften von heute realisierbaren SSB erfüllen die Anforderungen von Anwendungen in Netzkupplungen, müssen aber für den Einsatz noch verbessert werden. Die Studie ist eine wesentliche Grundlage zum Entscheid, ob im Schweizer Netz ein entsprechender Prototyp entwickelt und installiert werden soll.

Im **National Center of Competence in Research MaNEP (Materials with Novel Electronic Properties)** [36] des schweizerischen Nationalfonds befassen sich insgesamt 8 Institute und Industrien in theoretischen oder experimentellen Arbeiten mit HTSL-Supraleitern.

ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK

Mit dem **Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik** [7] an der ETHZ wird die Förderung eines rationelleren Energieeinsatzes in der Informationstechnik und Unterhaltungselektronik unterstützt. Dazu werden relevante Information gesammelt, aufbereitet und verbreitet. Da es sich bei der Informations- und Kommunikationstechnik um ein internationales Marktsegment handelt, wird den Ereignissen und Aktivitäten im Ausland speziell Beachtung geschenkt – dies nicht nur um Doppelspurigkeiten zu vermeiden, sondern auch um Synergien zwischen den Aktivitäten im In- und Ausland zu nutzen.

Server werden in der Nacht und an Wochenenden speziell in kleinen und mittleren Betrieben kaum genutzt; trotzdem sind sie meist rund um die Uhr in Betrieb. Aufgrund von Studienergebnissen, die belegen, dass mit einem bedarfsgerechten Ein- und Ausschalten von Servern in der Schweiz jährlich etwa 90 GWh und in der EU sogar 2'000 GWh eingespart werden könnten, beschäftigen sich diverse Projekte mit dieser Thematik. Auf der Basis eines kostengünstigen Embedded Webservers wurde im Projekt **Energieeffizientes Servermanagement** [8a] ein Funktionsmuster einer extern installierbaren, intelligenten Schalteiste entwickelt. Die grundsätzliche Machbarkeit konnte damit belegt werden. Damit können EDV-Server zu vorgegebenen Tageszeiten kontrolliert herunter- und heraufgefahren werden. Im Folgeprojekt **Energieeffizientes Servermanagement im praktischen Betrieb** [8b] wird nun in unterschiedlichen IT-Umgebungen die Funktionstauglichkeit dieser Schalteiste (siehe Fig. 2) eingehend geprüft und benutzerfreundlich optimiert. Im Projekt **Auswirkungen von periodischem Ein- und Ausschalten auf die Server-**

Hardware-Zuverlässigkeit [9] konnte ferner wissenschaftlich belegt werden, dass periodisches Schalten eines Servers keinen relevanten Einfluss auf seine Lebensdauer hat.



Figur 2: Prototyp der intelligenten Schaltleiste für das Server-Management (Quelle: EMT AG, Ermatingen)

Auf Herstellerseite sind verschiedene Ansätze für eine Energieverwaltung bei Servern vorhanden. In der Welt der Windows®-Server wird der von den Personal Computern her bekannte ACPI-Standard (Advanced Configuration and Power Interface) übernommen. Verschiedene Hersteller garantieren zwar die Systemkompatibilität gewisser Low-end-Server mit dem ACPI-Standard. Wie aber die Ruhezustände von ACPI in der Serverumgebung in der Praxis funktionieren und wo die Grenzen sind, ist nicht bekannt. Im Projekt **Energieoptimaler Einsatz der ACPI-Funktionalität** [10a] sollen Erfahrungen und Grenzen von ACPI im Praxistest bei Low-end-Servern gewonnen werden. Zum Testen und Sammeln von Erfahrungen ist ein Low-end-Server mit dem Betriebssystem *Windows 2003* aufgesetzt worden.

Das digitale Fernsehsystem wird einen wachsenden Anteil am Stromverbrauch haben. Die EU schätzt den Stromverbrauch für diese Geräte im Jahr 2006 auf 23'000 GWh und das dazugehörige Einsparpotential durch Verbesserung der Energieeffizienz wird mit 15'000 GWh veranschlagt. Ein zentraler Gateway, auch Set-Top-Box genannt, wird in der Lage sein, mehrere Endgeräte zu steuern. Sowohl die Lieferanten der Informationsdienstleistungen wie Filmverleiher, Fernsehanstalten und Betreiber von Netzen als auch die Hersteller der Endgeräte (TV, DVD-Player, HiFi-Anlage, etc.) müssen in das zukünftige Energiemanagement der Endgeräte eingebunden werden, da in Zukunft bidirektionale, interaktive, zeitgesteuerte Dienste in Anspruch genommen werden. Im Projekt **Grundlagen zur Energieeffizienz von Set-Top-Boxen** [10b] sollen mit internationaler Abstimmung erste Grundlagen erarbeitet und insbesondere die zukünftige Entwicklung in der Schweiz untersucht werden.

Mit dem Projekt **Energieeffizienz von USV-Anlagen** [2b] sollen die bisher erarbeiteten Grundlagen über die Auslegung, Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen mit den Standby-Verlusten erweitert und für eine europäische Umsetzung aufbereitet werden. Die internationalen Kontakte wurden einerseits auf EU-Ebene mit den Forschungsbehörden, andererseits durch eine aktive Teilnahme der Schweiz in der betroffenen Working Group der International Electrotechnical Commission (IEC) wahrgenommen. Nachdem die Kontakte mit der Schweizer Industrie etabliert und in einer eigenen Trendwatching-Gruppe gebündelt wurden, wird angestrebt, die Umsetzungsaktivitäten voranzutreiben. Gleichzeitig wird die Internationalisierung der Thematik ausgeweitet.

Mit dem Projekt **Energieverbrauch von Prozesssteuerungen** [11] wurde dieses bis anhin vernachlässigte Gebiet untersucht. Da kaum Literatur, Richtlinien oder gar Labels zum Energieverbrauch von Prozesssteuerungen gefunden wurden, war es nötig, Messungen durchzuführen. Diese erfolgten einerseits in der Industrie an laufenden Anlagen, sowie an der *Fachhochschule Chur*. Sie wurden ergänzt durch Auswertungen von Firmenunterlagen (Kataloge) und Gesprächen mit Fachleuten aus der Praxis. Es hat sich gezeigt, dass die Leistungsaufnahme der einzelnen

Prozesssteuerung relativ gering ist. Zudem fällt der gesamtschweizerische Verbrauchsanteil mit knapp 14 GWh kaum ins Gewicht. Schliesslich sind bei neueren Geräten Optimierungen bereits weitgehend realisiert.

ANTRIEBE / ELEKTRISCHE MOTOREN

Mit verschiedenen Bestrebungen beabsichtigt die EU, Motoren mit tieferen Wirkungsgraden vom Markt zu eliminieren. So hat sie mit dem *European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics* (CEMEP) vor einiger Zeit eine freiwillige Vereinbarung getroffen, die unter Anwendung von Effizienzklassen bei Motoren eine Steigerung der Verkaufszahlen von energieeffizienten Motoren (Typ eff1 und eff2) definiert und die Anzahl ineffizienter Motoren (Typ eff3) reduziert. Der Bund beabsichtigt, analog dazu unter Einbezug der schweizerischen Motorenhersteller und -verkäufer, die Verbreitung der energieeffizienten Motoren in der Schweiz zu fördern. Mit dem Projekt **Industrievereinbarung Energieeffizienz von Motoren** [2c] sollen diesbezüglich Grundlagen erarbeitet werden. Zur Umsetzung ist gemeinsam mit der Industrie eine *Working Group eff* (WG-eff) etabliert worden, welche die erforderlichen Voraussetzungen für den Abschluss einer freiwilligen Vereinbarung prüft und die Vereinbarung ausarbeitet. Ein erster Entwurf liegt vor.

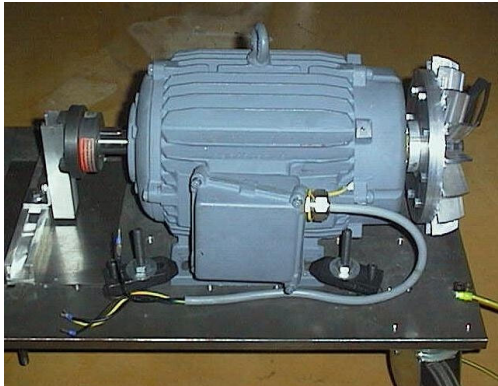
Das Pilotprojekt zum europäischen **Motor Challenge Programm (MCP)** [12a] der EU-Kommission sollte sowohl fachliche Voraussetzungen für die spätere Programm-Durchführung schaffen, als auch die Phasen der Kontaktnahme mit Industriefirmen, sowie der ersten Energieanalysen erproben. Ziele des Programms sind insbesondere die Bewusstseinsbildung bei Industrie-Topmanagern zu Energiefragen bei Antrieben und deren Engagement in Effizienz-Aktivitäten im eigenen Unternehmen. In Zusammenarbeit mit der *Energieagentur der Wirtschaft (EnAW)* konnten in der Schweiz mehrere interessierte Firmen gefunden werden, wovon zwei sich zur Teilnahme entschlossen: ein Lebensmittelproduzent, sowie ein chemischer Grossbetrieb. Beide Firmen stellen einen Partnerschaftsantrag an die europäische Kommission. Insgesamt wurden im Projekt über 18 GWh/a Elektrizitätseinsparpotenzial mit einer durchschnittlichen Payback Zeit von 13 Monaten ermittelt, wozu die beiden Schweizer Unternehmen rund 3 GWh/a beitrugen.

Mit dem Projekt **OPAL-Erweiterung mit Lüfter- und Pumpensystemen** [13a] wurde die bestehende Auslege-Software OPAL erweitert. Damit kann die Energieeffizienz solcher Anlagen unter Einbezug von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen schnell und einfach beurteilt werden. Diese Module wurden im oben genannten *Motor Challenge Programm* ausgetestet. Unter Nutzung der sich ergebenden Synergien wird im neu gestarteten, internationalen SAVE-Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** [13b] ein umfassendes Werkzeug zur Umsetzung des Einsparpotentials von elektrischen Motoren entwickelt. Die Erfahrungen und Entwicklungen bei OPAL werden somit international optimal verbreitet.

Im Projekt **Hocheffiziente getriebelose Antriebe** [14] werden effiziente Antriebe für Anwendungen mit tiefen Drehzahlen entwickelt. Diese bestehen aus einem IGBT-Umrichter und einer hochpoligen, permanent erregten Synchronmaschine und können sowohl als Motor als auch als Generatorsystem verwendet werden. Sie werden für die Leistungsklassen 1,2 MW und 3 kW untersucht. Im Berichtsjahr wurden Umrichter und Maschine für das 1,2 MW System fertig gestellt und geprüft. Die vorausberechneten Wirkungsgrade von ca. 95.8% für die Maschine und ca. 98% für den Umrichter – was einer Verlustreduktion um mehr als 50% entspricht – konnten messtechnisch bestätigt werden.. Die hohe Effizienz wird erreicht, weil einerseits auf ein mechanisches Getriebe verzichtet werden kann und andererseits Maschine und Umrichter optimal aufeinander abgestimmt und verbessert wurden. Da die Auslegung der 3 kW Maschine erheblich mehr Zeitaufwand als erwartet erforderte, erfolgt deren Prüfung erst 2004.

Das Projekt **Prototyp Energie-Sparmotor** [15] basiert auf einer neuartigen Technologie mit einem Permanentmagnet-Rotor. Nachdem eine Machbarkeitsstudie Erfolg versprechende Ergebnisse hervorbrachte, wird nun eine weitere Energieoptimierung durch Alternativen im Bereich Wicklungsverfahren und Stator konstruktion geprüft. Dazu sind im Berichtsjahr Magnetfluss-Simulationen durchgeführt worden.

Mit dem Projekt **Integraldrive II: Integrierter Motor-Umformer mit bedarfsorientierter Energieaufnahme** [16] soll ein Energie effizienter und kostengünstiger Asynchronmotor im Leistungsbe-
reich 0,1 bis 12 kW mit integrierter Energiedrosselung für den Pumpen- und Lüfterbereich realisiert
werden, der kosten- und volumenmässig alle im Markt bekannten Lösungen für drehzahlverstell-
bare Antriebe unterbietet. Im Berichtsjahr wurde der Leistungsteil (rotierende Elektronik) ausge-
legt. Für die Speisung und Signalübertragung zum Leistungsteil wurde eine kostengünstige und
zuverlässige Lösung entwickelt. Für die mechanische Ausführung und das Unterbringen der ge-
samten Umrichter-Baugruppe liegt eine kompakte und robuste Lösung vor. Ferner wurde ein Prüf-
stand aufgebaut (siehe Fig. 3).



Figur 3: Prüfstand des Integralmotors mit offenem Lüfterbereich (Quelle: IDS AG, Zürich)

In der Schweiz verbrauchen jährlich etwa 150'000 Druckluftanlagen rund 750 GWh Elektrizität,
was 1,5% des nationalen Stromverbrauchs ausmacht. Davon könnten mit energieeffizienten
Druckluftanlagen theoretisch 300 GWh und praktisch 100 GWh elektrische Energie pro Jahr ein-
gespart werden. Mit dem Projekt **Druckluft Kompetenzcenter** [17] wurde an der Fachhochschule
Zentralschweiz eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, die den grundsätzlichen Nachweis erbrach-
te, dass einerseits der Markt ein derartiges neutrales Kompetenzcenter akzeptiert und anderseits
auch die entsprechenden Kompetenzen und Infrastrukturen an der Fachhochschule aufgebaut
werden können. Parallel hat die **Machbarkeitsstudie zur Übertragung der deutschen Energie-
sparkampagne „Druckluft effizient“ in die Schweiz** [18] aufgezeigt, mit welchen Mitteln und in
welcher Form die gleichnamige deutsche Kampagne in die Schweiz transferiert werden könnte.

GERÄTE / DIVERSES

Weil Minibars direkt im Hotelzimmer stehen, müssen sie geräuschlos sein. Deshalb werden aus-
schliesslich Absorbergeräte eingesetzt, welche aber technisch bedingt sehr viel Energie verbrau-
chen. Das Einspar-Potenzial ist beträchtlich: in der Schweiz verbrauchen nach vorläufigen Ab-
schätzungen die ca. 50'000 Absorber-Minibars rund 22 GWh/a, nicht eingerechnet den Strom-
Mehrverbrauch in klimatisierten Zimmern. Aus technischer Sicht könnte die Dienstleistung mit
einem Viertel des aktuellen Stromverbrauchs erbracht werden. Im Projekt **Effiziente Hotel-
Minibar** [12b] konnten verschiedene Alternativen vorerst grob beschrieben werden, welche den
Geräte-Elektrizitätsverbrauch drastisch senken können. In einer weiteren Arbeitsphase werden
direkte Kontakte mit Anbietern etabliert, um einen Partner für die Entwicklung eines alternativen
Minibar-Systems zu finden.

In Banken, Büros und Warenhäusern trifft man immer häufiger Wasserspender an. Diese Geräte
bestehen aus einem Standgehäuse mit eingebautem Kühlaggregat und einem aufgesetzten Was-
serbehälter. Am Auslasshahn kann das Wasser gekühlt und teilweise auch heiss bezogen werden.
Mit dem Projekt **Energieeffizienzpotential bei Wasserdispensern** [10c] wurden erste Grundla-
gen über diese im Wachstum stehende Gerätekategorie gewonnen. Der heutige Landesverbrauch
beträgt etwa 4,5 GWh. Die Zuwachsrate beim Gerätebestand ist hoch, bis ins Jahr 2010 könnte

der Verbrauch bis auf 42 GWh ansteigen. Gemäss Untersuchungen liegt das technische Einsparpotential bei etwa 50% und setzt sich zu etwa gleichen Teilen aus den Massnahmen: Verbesserung der Geräteeffizienz, Verzicht auf Heisswasser und Abschalten nachts und an Wochenenden zusammen.

In der Schweiz waren Ende der 90er Jahre etwa 16'000 gekühlte Getränke- und Warenautomaten in Betrieb, für welche ein Energieverbrauch von etwa 50 GWh pro Jahr geschätzt wird. Um das vorhandene, substantielle Effizienzpotential umzusetzen, wurden im Projekt **Merkblatt zur optimalen Energienutzung bei Kaltgetränke- und gekühlten Warenautomaten** [10d] Tipps zum Unterhalt und zum Aufstellungsort zusammengestellt. Als Zielpublikum vorgesehen sind die Betreiber von Automaten und die Vermieter der Standplätze. Das Merkblatt ist im Berichtsjahr nach einer Branchen-Vernehmlassung fertig gestellt worden.

Mit dem Projekt **Energieeffizienzpotential bei Heissgetränkeautomaten in der Betriebsverpflegung** [19] wurde der landesweite Energieverbrauch entsprechender Automaten auf etwa 43 GWh/Jahr geschätzt. Davon ausgenommen sind die Haushaltskaffeemaschinen, die in einem separaten Projekt untersucht wurden. Das technische Einsparpotential liegt bei etwa 80%, also in der Grössenordnung von 34 GWh. Zwar bestehen verschiedene Hemmnisse für eine vollständige Umsetzung. Dennoch könnten mit Aktivitäten des Bundes und der Branche ein Teil davon umgesetzt werden. Möglichkeiten bestehen in der Implementierung einer Ausschaltautomatik bei Geräten in der Bundesverwaltung sowie bei freiwilligen Vereinbarungen.

Der Elektrizitätsverbrauch von Haushaltsgeräten ist für die klassischen Betriebszyklen recht gut bekannt, hingegen bestanden zum Standby-Zustand noch wesentliche Wissenslücken. Im Projekt **Standby-Verbrauch von Haushaltsgeräten** [12c] wurden mit Marktbefragungen, Messungen und Analysen neue Kenntnisse hinzu gewonnen. Die Standby-Verluste der Haushaltsgeräte in der Schweiz summieren sich gesamthaft auf rund 400 GWh. Der grösste Anteil – rund 80 % – ist der Warmhaltung von Kaffeemaschinen anzulasten. Bei einigen Gerätekategorien ist der Anteil des Standby-Verbrauchs am gesamten Elektrizitätsverbrauch der Geräte extrem hoch. Technische Ansatzpunkte zur Effizienzsteigerung sind bei den Kaffeemaschinen insbesondere Auto-off-Funktionen und bessere Wärmedämmung der Boiler. Bei den Induktionskochfeldern lassen sich die überraschend hohen Verluste für die Steuerungen massiv reduzieren. Die entscheidende Voraussetzung für alle Massnahmen zur Effizienzsteigerung sind praxisgerechte Richtlinien und Messnormen zur Deklaration der Standby-Verluste.

Mit dem europäischen Programm *GreenLight* soll die Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen in Gebäuden verbessert werden. Da die Schweiz an diesem Programm teilzunehmen gedenkt, erfolgten im Projekt **GreenLight-Aufbau eines National Contact Points in der Schweiz** [20] die entsprechenden Aufbauarbeiten. Durch allgemeine Promotionsaktivitäten wie Publikationen in Zeitschriften, eine eigene Website und Präsentationen an Veranstaltungen wurde das Programm einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt. Durch eine Vielzahl von Kontakten konnte mit der IBAA-rau Elektro AG ein erster Endorser und mit der Stadt Zürich ein erster Partner gewonnen werden. Es ist beabsichtigt, nach den erfolgreichen Aufbauarbeiten die Aktivitäten durch die *Energieagentur S.A.F.E.* fortzusetzen.

Nationale Zusammenarbeit

In allen Programm-Schwerpunkten haben im Rahmen der etablierten **Trendwatching-Gruppen**, die sich jeweils aus Vertretern der einschlägigen Industrie, Hochschule und anderer Forschungsstätten zusammensetzen, je eine bis zwei Sitzungen stattgefunden. Diese anerkannten Zusammenkunft von Fachleuten bewährt sich als regelmässig stattfindendes, nationales Informations- und Diskussionsforum. Neu konnte im Berichtsjahr auch im spezifischen Bereich USV eine Trendwatching-Gruppe etabliert werden.

An der Fachhochschule Biel entwickelte sich u.a. auch aufgrund des Projekts *Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen in Verteilnetzen* ein eigentliches **Kompetenzcenter zum Thema Verteilnetz**. Zudem wurden die Grundlagen geschaffen, dass die Hochschule für Technik und Architektur Luzern ein *Druckluft-Kompetenzcenter* aufbauen kann. Generell wurde die Einbindung von **Fachhochschulen** angestrebt, und mehreren Projekten auch erreicht. Das etablierte **Kompetenzzentrum Energie- und Informationstechnik** an der ETH Zürich schliesslich leistet weiterhin einen wichtigen Beitrag zur nationalen (wie auch internationalen) Zusammenarbeit und gilt als anerkannte Institution in diesem Fachbereich.

Durch die gemeinsame Finanzierung von Forschungsprojekten konnten bestehende Kontakte zu weiteren **Förderinstitutionen** wie dem *Energiesparfonds des EWZ*, dem *Stromsparfonds Baselstadt*, dem *Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)*, der *Commission Recherche, développement, prospective de la Chambre romande d'énergie électrique (RDP / CREE)* und der *KTI* gepflegt werden. Speziell mit der KTI konnte in zwei grossen Projekten eine Kofinanzierung erzielt werden.

In mehreren Projekten wird ein enger Kontakt zu den schweizerischen **Energieagenturen** [32] gepflegt. So laufen gemeinsame Aktionen mit der *Energieagentur der Wirtschaft (EnaW)*, der *Energieagentur Elektrogeräte (eae)* und ebenso mit der *Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.)*. In praktisch allen Projekten wird zudem angestrebt, die einschlägigen **Brancheverbände** einzubinden.

In der gemeinsam mit den *ETG (Elektrotechnische Gesellschaft)* und *ITG (Informationstechnische Gesellschaft)* organisierten Tagung **Ohne Energie keine Informatik** im Frühling 2003 konnten mehrere BFE-Forschungsprojekte einer breiten Zuhörerschaft präsentiert werden.

Internationale Zusammenarbeit

In allen Schwerpunktsbereichen bestehen gute internationale Kontakte. Diese werden sowohl bei der direkten Zusammenarbeit in Projekten als auch bei internationalen Konferenzen und Workshops gepflegt.

Neben der schweizerischen Teilnahme am IEA-Programm **Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector** nehmen im Rahmen des 5. *EU-Rahmenprogramms* zwei schweizerische Gruppen mit dem Projekt **BIG POWA** (GRD1-1999-10461) am Programm **Growth** teil und bearbeiten das Problem der AC-Verluste für einen Transformator und eine Modellspule. Ferner nimmt die Schweiz mit 2 Gruppen und als Mitglied des Steering Committee am europäischen Programm des über 80 Gruppen umfassenden **Superconducting European Network, SCENET II** (GTC1-2001-43047) teil, welches im Juli 2002 begonnen hat und 4 Jahre dauern wird. *SCENET II* will den Informationsfluss innerhalb Europas optimieren und damit die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Forschung verbessern. Aufgrund dieser internationalen Einbettung ergeben sich viele Kontakte zu Forschungsinstituten, was unter anderem eine Voraussetzung war, dass mehrere Schweizer Institute bei den Vorarbeiten zum 6. EU-Rahmenprogramm zum Thema *HTSL* teilnehmen konnten.

Beim Thema der *dezentralen Energieerzeugungsanlagen* wurde ein Informationsaustausch mit der auf diesem Gebiet aktiven **Universität Dortmund** etabliert (Lehrstuhl für elektrische Energieversorgung). Das Projekt **Einsatz von Druckluftspeichersystemen** erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem europäischen *INVESTIRE*-Projekt (ENK5-CT-2000-20336).

Die schweizerischen Arbeiten im Gebiet der **Informations- und Kommunikationstechnik** sind international abgestützt und koordiniert. So werden neben anderem Kontakte mit der europäischen Kommission, 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.

An der **3rd international Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL '03)** [33] im Herbst 2003 in Turin wurden einerseits mehrere nationale Projekte präsentiert und andererseits konnten bestehende Kontakte gefestigt und neue etabliert werden.

Im Rahmen der **Ergänzenden Unterstützungsaktivitäten zum Motor Challenge Programm (MCP) in der Schweiz** konnte die Mitunterstützung des europäischen und deutschen Kupferinstitutes sichergestellt werden. Ferner wurde mit der Beauftragung des deutschen Fraunhofer Institutes zur Prüfung der Übertragung der Kampagne *Druckluft effizient* in die Schweiz die internationale Kooperation auf dem Gebiet der Effizienzsteigerung im motorischen Bereich weiter vertieft. Zudem ist die Schweiz aktiver Partner im europäischen **SAVE-Projekt Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung von Motorenbetreibern**. Erfreulich war, dass der BFE-Programmleiter im Berichtsjahr zu einer internationalen Motoren-Tagung eines namhaften, europäischen Motorenherstellers als Referent eingeladen wurde.

Schliesslich wird durch die Schweizer Teilnahme am **Greenlight-Programm** und am **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** der Anschluss an die internationale Forschergemeinde sichergestellt.

Pilot- und Demonstrationsprojekte

ELEKTRIZITÄTSTRANSPORT UND -SPEICHERUNG

Das internationale Projekt **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen (RES: Reversible Energy Storage System)** [21] hat zum Ziel, im Rahmen eines Pilotprojektes auf Gran Canaria das Zusammenspiel von erneuerbaren Energien in autonomen Netzen zu prüfen und aufgrund einer dezentralen Stromerzeugung eine Wasserstoff-Speicherung auszutesten. Die Design-Phase ist weitgehend abgeschlossen.

Unter der Prämisse, dass zukünftig vermehrt dezentrale Erzeugungsanlagen elektrische Energie produzieren, ist die Kenntnis über das Zusammenwirken einer Vielzahl von kleineren Einheiten zwingend notwendig. Die Hauptzielsetzung der Machbarkeitsstudie **Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen** [22a] ist die Festlegung der Rahmenbedingungen für die Realisierung eines Projektes zur Installation eines realen Pilot- und Demonstrationsnetzes im 400 V Niederspannungsnetz. Die bisherigen Kontakte mit Verbänden, Energieversorgungsunternehmen und Herstellern/Vertreibern von dezentralen Energieerzeugungsanlagen lassen auf ein reges Interesse am Projekt schliessen. Im Laufe des Jahres 2004 sind die Pilotanlagen zu definieren und die Finanzierung des Betriebs, sowie des entsprechenden Umfeldes zu klären.

ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK

Im Projekt **Ausschreibungsunterlagen im Server-, PC- und Netzwerkbereich** [23a] stehen aussagekräftige Mustertexte zur Verfügung, die bei Ausschreibungen der öffentlichen Hand und bei privaten Grosseinkäufen beigezogen werden können, um einen Marktdruck hin zu energieeffizienteren Geräten im Server-, PC- und Netzwerkbereich zu erzeugen. Diese werden nun bundesintern auf deren Wirkung hin geprüft.

Verschiedene BFE-Projekte haben neue und umsetzungsreife Erkenntnisse gebracht, die nun in einer eigentlichen Merkblatt-Serie im Rahmen des Projekts **Merkblätter im IT-Bereich** [23b] er-

stellt werden. Dabei werden die Bereiche IT-Beschaffung, Server schalten und Energieverwaltung in *Windows®* thematisiert. Die zwei Merkblätter *IT-Beschaffung* und *Energieverwaltung in Windows®* sind fertiggestellt worden. Das Merkblatt *Server schalten* ist in der Vernehmlassung.

Untersuchungen zeigen, dass der Stromverbrauchsanteil für die Kühlung von IT-Räumen von heute ca. 50% auf unter ca. 30% für bestehende und auf unter ca. 20% des Gesamtstromverbrauchs für neue IT-Räume gesenkt werden könnte. Mit dem Projekt **Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen** [24a] sollen in einer Informationsdokumentation den HLK-Planern und den IT-Betreibern die relevanten Parameter und Zusammenhänge für eine energetisch effiziente Kühlung von IT-Räumen aufgezeigt werden. Ein Entwurf der Planungs- und Informationsdokumentation wurde verfasst. Zur Kontrolle der energetischen Effizienz (Verhältnis Gesamtstromverbrauch zu Stromverbrauch der Kühlung) werden in einem IT-Raum Stromverbrauchsmessungen verglichen.

Eine Massnahme zur Senkung des Stromverbrauchs in IT-Räumen liegt in der Erhöhung der mittleren Raumtemperatur von 22 auf 26 Grad. Ein Mitte der 90-iger Jahre erarbeitetes **Merkblatt des BFE 26 Grad in EDV-Räumen, eine Raumtemperatur ohne Risiko** [24b] wird aktualisiert und überarbeitet.

ANTRIEBE / ELEKTRISCHE MOTOREN

Um nach dem Abschluss des EU-Pilotprojekts bezüglich dem *Motor Challenge* Programm (MCP) die Kontinuität sicherzustellen, wurden **Ergänzende Unterstützungsaktivitäten zum MCP in der Schweiz** [25a] initiiert. Damit sollen in der Schweiz weiterhin Industriebetriebe zur Teilnahme an Motor Challenge bewegt werden. Ergänzend sollen die Motorenbetreiber (als Partner), aber auch die Planer, Zulieferer und Hersteller (als Endorser) über die Einsparpotenziale sowie die Massnahmen zu deren Erschliessung informiert und zum Handeln motiviert werden. Im Jahr 2003 wurde ein Informations- und Kommunikationskonzept erstellt, sowie Vorbereitungen für die Messungen und Analysen im integrierenden Pilotprojekt an zwei Gebäuden der *Novartis Pharma AG* in Basel getroffen.

Mit dem Projekt **Elektrizitätseffizienz in Kehrrechtverwertungsanlagen** [22b] wurden alle energierelevanten Prozesse und Verfahrenstechniken in Kehrrechtverwertungsanlagen auf Optimierungspotentiale analysiert (siehe Fig. 4). Für die vertiefte Analyse einzelner Prozesse wurden Messreihen durchgeführt. Bei der KVA Turgi kann jährlich zwischen 1,8 GWh bis 2,3 GWh elektrische Energie eingespart werden. Dies entspricht bei einem Eigenverbrauch der KVA Turgi von 17 GWh einer jährlichen Einsparung von 11 % bis 14 %. Die Hochrechnung auf alle thermischen Kehrrechtverwertungsanlagen der Schweiz ergab ein Einsparpotenzial von jährlich ca. 40 GWh, was dem Verbrauch von rund 11'000 Haushalten entspricht.



Figur 4: Kühlwasserfassung der KVA Turgi (Quelle: Schnyder Ingenieure AG, Hünenberg)

Im Projekt **Energieeffizienz in Abwasserreinigungsanlagen (ARA)** [26] wurden mit einem neuartigen Leitsystem, ohne Eingriffe in die bestehenden Prozesse, Messungen in einer schweizerischen ARA durchgeführt. Die Messungen zeigen das mutmassliche Einsparpotential auf. Mit der Ausdehnung der Messungen auf weitere ARA sollen die Erkenntnisse vertieft werden.

Bei mehreren Industriebranchen wurden gemäss der gesetzten Ziele branchenspezifische Pilotprojekte unter Einbezug entsprechender Betriebe lanciert. Die Projekte **Einsparung von elektrischer Energie in einem Sägereibetrieb** [27] und **Energieeinsparung am Fallbeispiel Christoph Burckhardt AG** [28] haben je ein substantielles Effizienzsteigerungspotential an den Tag gebracht. Da sich ein Grossteil als wirtschaftlich erwies, werden diese nun sukzessive umgesetzt.

GERÄTE / DIVERSES

In der Schweiz existieren nach der Einführung des neuen Zivilschutzkonzepts rund 3000 unterirdische Anlagen. Damit minimale Anforderungen an das Raumklima erfüllt werden, müssen die Anlagen mit frischer Luft versorgt und entfeuchtet werden. Im Projekt **Effizientes Entfeuchten von abgeschlossenen Räumen** [29] hofft man nachweisen zu können, dass durch optimale Ausnutzung der Differenzen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit zwischen innen und aussen die mechanische Entfeuchtung reduziert, ja zeitweise sogar ganz darauf verzichtet werden kann. Der Energieaufwand zur reinen Entfeuchtung pro Anlage liegt bei 10'000 kWh/a. Dieser könnte durch optimales Lüften um mindestens 20% bis 30% reduziert werden, was ein mutmassliches Einsparpotential von gegen 10 GWh/Jahr ergibt.

Das Ziel des Projektes **Energieoptimierte Textillufttechnikanlage** [30] liegt darin, bei Textillufttechnikanlagen (TLT) die Befeuchtung vom Luftwechsel zu entkoppeln. Damit sollte sich der erforderliche Luftwechsel bei etwa 30% aller TLT-Anlagen um ca. 50 % senken lassen. Dazu sind die verschiedenen Befeuchtungssysteme vertieft analysiert worden. Im Verlauf der Analyse wurde bald klar, dass eine fundierte Beurteilung der Systeme nur mit einem umfassenden Versuchsaufbau zu machen ist. Dieser wird im kommenden Jahr durchgeführt.

Elektrische Heizbänder sind gewichtige Stromverbraucher: in der Schweiz wird ein jährlicher Verbrauch von ca. 300 GWh vermutet, was in etwa dem Verbrauch aller Fernsehgeräte entspricht. Mit dem Projekt **Elektrische Heizbänder – Merkblatt für den effizienten Einsatz** [25b] wurden die vorhandenen Erkenntnisse in einem praktisch anwendbaren Merkblatt umgesetzt.

Bewertung 2003 und Ausblick 2004

Das gesetzte Ziel, die Ausrichtung des Programms für die Periode 04 – 07 in einem kohärenten **Konzept** auszuarbeiten, konnte unter Einbezug der verschiedenen Begleitgruppen erreicht werden. Auch die Erneuerung der Homepage [34] konnte erfolgreich abgeschlossen werden.

Da sich das BFE nach der Ablehnung des EMG rasch in Richtung einer neuen Elektrizitätswirtschaftsordnung (ELWO) bewegte, verloren die ursprünglich vorgesehenen Arbeiten im Rahmen der Forschungsinitiative ihre akute Bedeutung, weshalb diese Aktivitäten vorerst nicht weiter verfolgt wurden. Erfreulicherweise konnte aber die seit langem angestrebte Ausbildungsvereinbarung mit dem VSE beidseitig unterzeichnet werden. Die Arbeiten im Bereich der dezentralen Energieerzeugungsanlagen werden im Bereich **Elektrizitätstransport und -speicherung** unverändert den Schwerpunkt bilden und es wird angestrebt, dass der vorgesehene Feldversuch gemeinsam mit der Branche in einem ausgewählten Netz realisiert werden kann.

Die Studie des Strombegrenzers mit **Hochtemperatursupraleitungs-Material** wurde erfolgreich abgeschlossen und es ist zu hoffen, dass die Industrie mit ihren Aktivitäten fortfährt. Zudem wird versucht, weitere Industrien zu entsprechenden Projekten im HTSL-Gebiet zu motivieren. Die Wissensvermittlung innerhalb der Schweiz funktionierte gut und soll auch zukünftig aufrecht erhalten werden.

Die angepeilten Aktivitäten im Bereich der **Informations- und Kommunikationstechnik**, sowie im Bereich der vernetzten **Haushaltsgeräte** konnten weitgehend umgesetzt werden. Erfreulich ist, dass die in einem früheren Projekt erworbenen Erkenntnisse bezüglich IT-Ausbildung im Energiebereich nun durch Dritte umgesetzt werden. Zudem wurden mit den Aktivitäten bei USV-Anlagen und beim Server-Schalten weitere Grundlagen geschaffen, die international Beachtung erhalten. Im Jahr 2004 sind die internationalen Kooperationen weiter zu intensivieren. Zudem sind weitere Grundlagen im Bereich Set-Top-Boxen zu erarbeiten und die energetischen Erkenntnisse bezüglich Kaffeemaschinen umzusetzen.

Im Bereich **Antriebe / elektrische Motoren** wurden in mehreren Branchen Demonstrationsprojekte beendet. Erfreulicherweise konnten endlich die Grundlagen für ein *Kompetenzzentrum Druckluft* geschaffen werden. Zudem konnte gezeigt werden, dass das in Deutschland laufende Programm *Druckluft effizient* auch in der Schweiz aktiviert werden könnte. Im Jahr 2004 müssen diese Erkenntnisse weiter umgesetzt werden. Da sich, wie erwartet, die europäische Einführung des *Motor Challenge* Programms verzögerte, konnte mit einem eigenständigen Projekt die Kontinuität in der Schweiz sichergestellt werden. Schliesslich sind im Jahr 2004 weitere branchenorientierte Demonstrationsprojekte zu initiieren.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2003 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

ENET: Bestellnummer des Berichts bei ENET

unter den angegebenen Internet-Adressen können die Berichte heruntergeladen werden

- [1] C. Yechouroun, (cyrus.yechouroun@eivd.ch), HES-SO, Yverdon: **Démonstrateur pour réseau avec transport d'énergie en courant continue** (SB)
- [2] G. Schnyder, (gilbert.schnyder@sing.ch), SCHNYDER INGENIEURE AG, Hünenberg: **a) Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen in Verteilnetzen** (SB) • **b) Energieeffizienz von USV-Anlagen** (JB) • **c) Industrievereinbarung Energieeffizienz von Motoren** (JB)
- [3] I. Cyphelly (cyphelly@ran.es), CYPHELLY & CO., Les Brenets: **Einsatz von Druckluftspeichersystemen** (JB)

- [4] F. Stalder, M. Büchler, R. Bräunlich, (sgk@sgk.ch), SCHWEIZ. GESELLSCHAFT FÜR KORROSIONSSCHUTZ (SGK), Zürich: **Wechselstromkorrosion an Pipelines**
- [5] R. Flükiger, (rene.flukiger@physics.unige.ch), UNIVERSITÉ DE GENÈVE: **Implementing Agreement for a Cooperative Programme for Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector** (JB)
- [6] M. Lakner, D. Braun (martin.lakner@ch.abb.com), ABB FORSCHUNGSZENTRUM, Baden-Dättwil: **Marktpotential von supraleitenden Strombegrenzern** (SB)
- [7] B. Aebischer, (bernard.aebischer@cepe.mavt.ethz.ch), CEPE, ETH-Zürich: **Betreuung des Kompetenzzentrums Energie und Informationstechnik** (JB)
- [8] B. Sauter, (beat.sauter@emt.ch), ENERGY MANAGEMENT TEAM AG, Ermatingen: **a) Energieeffizientes Servermanagement** (SB) ENET 230186 • **b) Energieeffizientes Servermanagement im praktischen Betrieb** (JB)
- [9] M. Held, (marcel.held@empa.ch), EMPA, Dübendorf: **Auswirkungen von periodischem Ein- und Ausschalten auf die Server-Hardware-Zuverlässigkeit** (SB)
- [10] A. Huser, (alois.huser@encontrol.ch), ENCONTROL GMBH, Niederrohrdorf: **a) Energie- optimaler Einsatz der ACPI-Funktionalität** (JB) • **b) Grundlagen zur Energieeffizienz von Set-Top-Boxen** (JB) • **c) Energieeffizienzpotential bei Wasserdispensern** (SB) ENET 230060 • **d) Merkblatt zur optimalen Energienutzung bei Kaltgetränke- und gekühlten Warenautomaten** (JB)
- [11] E. Bush, (bush@spin.ch), BUSH ENERGIE GMBH, Felsberg: **Energieverbrauch von Prozesssteuerungen** (SB) ENET 230096
- [12] J. Nipkow, (juergnipkow@swissonline.ch), ARENA ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIE-ALTERNATIVEN, Zürich: **a) Schweizer Vertretung im SAVE-Programm: Pilot Actions for the Motor Challenge Programme** (SB) www.motorchallenge.ch ENET 230187 • **b) Effiziente Hotel-Minibar** (JB) • **c) Standby-Verbrauch von Haushaltsgeräten** (SB) ENET 230107
- [13] R. Tanner, (tanner@semafor.ch), SEMAFOR INFORMATIK & ENERGIE AG, Basel: **a) OPAL-Erweiterung mit Lüfter- und Pumpensystemen** (SB) • **b) Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** (JB)
- [14] R. Niederer, (niederer@technocon.ch), KONSORTIUM TECHNOCON / BARTHOLDI, Zürich: **Hocheffiziente getriebelose Antriebe** (JB)
- [15] J. Weingartner, (j.weingartner@baechli.com), BÄCHLI AG, Kriens: **Prototyp Energie-Sparmotor** (JB)
- [16] A. Stoev, A. Dittrich (a.stoev@idsag.ch), IDS AG, Zürich: **Integraldrive II: Integrierter Motor-Umformer mit bedarfsorientierter Energieaufnahme** (JB)
- [17] S. Eigen, (seigen@hta.fhz.ch), HTA LUZERN, INSTITUT FÜR ELEKTRONIK, Horw: **Druckluft Kompetenzcenter** (SB)
- [18] P. Radgen, (peter.radgen@isi.fhg.de), FRAUNHOFER INSTITUT , SYSTEMTECHNIK UND INNOVATIONSFORSCHUNG, Karlsruhe: **Machbarkeitsstudie zur Übertragung der deutschen Energiesparkkampagne „Druckluft effizient“ in die Schweiz** (SB) ENET 230188
- [19] A. Huser, R. Schmitz (alois.huser@encontrol.ch / rolf.schmitz@electrosuisse.ch), KONSORTIUM ENCONTROL/ELECTROSUISSE, Niederrohrdorf: **Energieeffizienzpotential bei Heissgetränkeautomaten in der Betriebsverpflegung** (SB)
- [20] P. Schneiter, (paul.schneiter@energieeffizienz.ch), SCHWEIZ. AGENTUR FÜR ENERGIEEFFIZIENZ, Zürich: **GreenLight NCP – Aufbau eines National Contact Points in der Schweiz** (SB)

Liste der P+D-Projekte

- [21] A. Stoev, (a.stoev@idsag.ch), IDS AG, Zürich: **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** (JB)
- [22] G. Schnyder, (gilbert.schnyder@sing.ch), SCHNYDER INGENIEURE AG, Hünenberg: **a) Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen** (JB) • **b) Elektrizitätseffizienz in Kehrrechtverwertungsanlagen** (JB)
- [23] A. Huser, (alois.huser@encontrol.ch), ENCONTROL GMBH, Niederrohrdorf: **a) Ausschreibungsunterlagen im Server-, PC- und Netzwerkbereich** (SB) ENET 230105 • **b) Merkblätter im IT-Bereich** (JB)
- [24] A. Altenburger, (adrian.altenburger@amstein-walthert.ch), AMSTEIN + WALTHERT AG, Zürich: **a) Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen** (JB) • **b) Aktualisierung des BFE-Merkblatts „26 Grad in EDV-Räumen, eine Raumtemperatur ohne Risiko“**
- [25] J. Nipkow, (juergnipkow@swissonline.ch), ARENA ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIE-ALTERNATIVEN, Zürich: **a) Ergänzende Unterstützungsaktivitäten zum Motor Challenge Programme in der Schweiz** (JB) www.motorchallenge.ch • **b) Elektrische Heizbänder – Merkblatt für den effizienten Einsatz** (SB) ENET 230082
- [26] R. Büniger, (buenger1@bluewin.ch), BÜNGER CONSULTING, Grenchen: **Energieeffizienz in Abwasserreinigungsanlagen (ARA)** (JB)
- [27] I. Wyrsh, (iso.wyrsh@wyrstech.ch), WYRSCH TECHNOLOGIE, Küssnacht a. Rigi: **Einsparung von elektrischer Energie in einem Sägereibetrieb** (SB)
- [28] R. Tanner, (tanner@semafor.ch), SEMAFOR INFORMATIK & ENERGIE AG, Basel: **Energieeinsparung am Fallbeispiel Christoph Burckhardt AG** (JB)
- [29] A. Weitnauer, (adrian.weitnauer@weitnauer-messtechnik.ch), WEITNAUER MESSTECHNIK, Näfels: **Effizientes Entfeuchten von abgeschlossenen Räumen** (JB)
- [30] U. Kupferschmid, (uku@luwa.ch), LUWA TEXTILLUFTTECHNIK, Uster: **Energieoptimierte Textillufttechnikanlage** (JB)

Referenzen

- [31] **Homepage von EnergieSchweiz und dem BFE** www.energie-schweiz.ch
- [32] **Homepage von Energieagenturen** www.energieagentur.ch und www.energie-agentur.ch und www.eae-geraete.ch
- [33] R. Brüniger: **Reisebericht: 3rd international Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL '03)**, www.electricity-research.ch.
- [34] **Internetseite des Forschungsprogramms** www.electricity-research.ch. Download von Zusammenfassungen und Schlussberichte durchgeführter Forschungsarbeiten
- [35] **Internetseite des Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)** (dort sind auch Links zu nationalen Forschungsstätten zu finden) www.psel.ch
- [36] Internetseite des National Center of Competence in Research (NCCR): **Materials with Novel Electronic Properties** **MaNEP**: <http://www.manep.ch/manep/manep.html>