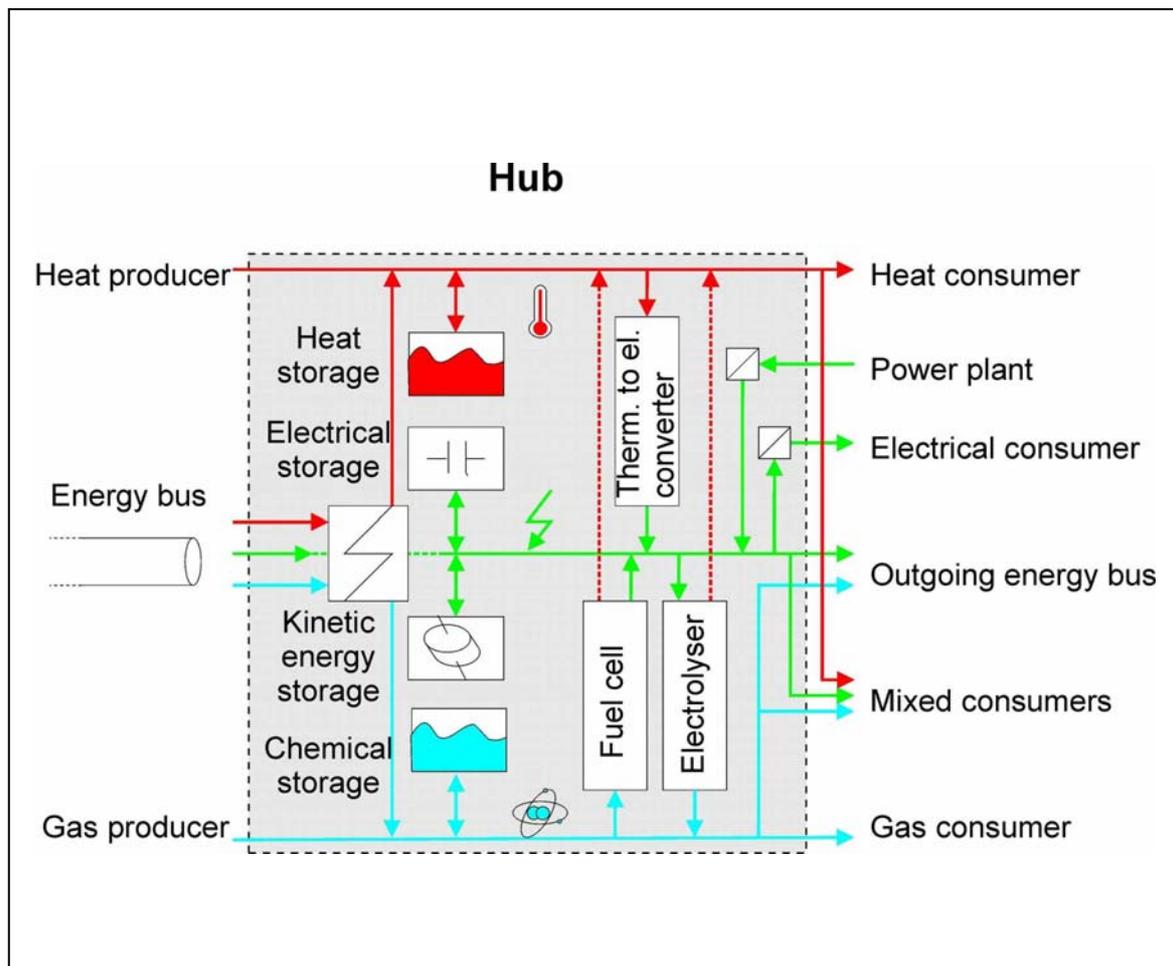


# ELEKTRIZITÄT

Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2004

**Roland Brüniger**

[roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch](mailto:roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch)



**Modell eines „Energy-Hubs“** (Quelle: ETH Zürich)

Im Projekt *Vision of Future Energy Networks* wird ein nachhaltiges, dezentral organisiertes und auf regenerativen Energieträgern basiertes Verteilsystemen vollständig neu entwickelt. Mit dem sogenannten *Energy-Hub* werden verschiedene Energieträger den Verbrauchern bedarfsorientiert zur Verfügung gestellt.

## Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Der Anteil der **Elektrizität** am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz beträgt etwa 20 Prozent. Sie hat nicht nur als eigentlicher Energieträger eine herausragende Bedeutung, sondern spielt auch für die effiziente Nutzung der anderen Energieträger eine wichtige Rolle. Ein sorgfältiger und effizienter Umgang mit der Elektrizität ist deshalb wichtig. Mit dem BFE-Forschungsprogramm *Elektrizität* [41] sollen Grundlagen für einen optimierten Einsatz der Elektrizität von der Erzeugung bis zur effizienten Verwendung geschaffen werden. In Anlehnung an die Zielsetzung von *EnergieSchweiz* [37], den Stromverbrauchszuwachs von 2000 bis 2010 auf max. 5% zu begrenzen, liegen die Schwerpunkte bei der rationalen Elektrizitätsnutzung, beim effizienten *Elektrizitätstransport* und bei der *Elektrizitätsspeicherung*.

Der Bereich **Elektrizitätsnutzung** ist in mehrere Teilbereiche unterteilt. Beim Themengebiet der *Informations- und Kommunikationstechnik* handelt es sich weitgehend um einen globalen Massenmarkt. Die Umsetzung gewonnener Erkenntnisse bedingt damit internationale Zusammenarbeit, um die gewünschte Breitenwirkung zu erzielen. Ein Schwerpunkt bestand deshalb darin, die über die Jahre hinweg in spezifischen Projekten gewonnenen Erkenntnisse konzentriert über die Landesgrenzen hinweg bekannt zu machen, und damit im Rahmen von Kooperationen die internationale Umsetzung zu forcieren. Dies beinhaltete insbesondere die Themen: Server-Schalten, Stromverbrauch von Settop-Boxen und Effizienz von USV-Anlagen. Auch im *Geräte*-Bereich bestand die Zielsetzung darin, bei ausgewählten Geräten die Grundlagen für eine Effizienzsteigerung zu erarbeiten.

Obwohl das geschätzte Einsparpotential im Bereich der *Antriebe und elektrischen Motoren* auf gegen 7'000 GWh geschätzt wird, ist dessen Erschliessung aufgrund des breiten Einsatzgebiets und des heterogenen Vertriebsmarktes nicht einfach. Im Vordergrund der Aktivitäten standen deshalb klar abgrenzbare und identifizierbare Bereiche. Ein Hauptziel bestand darin, mit griffigen technischen Grundlagen die Vertriebsbranche dazu zu bringen, sich für eine Marktanteilerhöhung von hocheffizienten Motoren (eff1) zu verpflichten. Ergänzende Untersuchungen der Lifecycle-Costs sollen Einkäufer sensibilisieren und überzeugen, dass der Einsatz effizienter Motoren auch wirtschaftlich ist. Im Bereich *Druckluft* bestand die Zielsetzung 2004 darin, mit konkreten Industrieprojekten den Aufbau des Kompetenzzentrums *Druckluft* sicherzustellen. Ergänzend sollten die Vorbereitungsarbeiten und die konkrete Verpflichtung der einschlägigen Industrie zum Transfer des in Deutschland laufende Programms *Druckluft-effizient* abgeschlossen werden, damit die Kampagne im Jahr 2005 gestartet werden kann.

Im Bereich **Elektrizitätstransport und -speicherung** bestand die Zielsetzung 2004 einerseits darin, die ermutigenden Ergebnisse eines neuartigen Druckluftspeicherkonzepts in einem Folgeprojekt zu konkretisieren und andererseits ein grosses, gesamtschweizerisches Projekt vorzubereiten, in dem das Zusammenspiel zwischen dezentralen Erzeugungsanlagen und dem Niederspannungsnetz in einem Testnetz 1:1 untersucht wird. Aufgrund der aktuellen Wirtschaftslage und der eher bescheidenen technischen Fortschritte bei der **Hochtemperatursupraleitung** hält sich die Schweizer Industrie mit diesbezüglichen Aktivitäten etwas zurück. Umso wichtiger ist es, dass eine minimale Kontinuität im Projekt- und Informationsbereich sichergestellt wird. Dies war damit auch die Zielsetzung 2004, was einerseits mit der unterbruchsfreien Teilnahme am entsprechenden IEA-Implementing-Agreement und andererseits mit einem intensiven Austausch mit der Industrie angegangen wurde.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2004

### ELEKTRIZITÄSTRANSPORT UND -SPEICHERUNG

Eine sichere Stromversorgung stellt das Rückgrat der gesamten Wirtschaft dar. Neue technische Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung der Elektrizitätsverteilung sind deshalb unter Berücksichtigung der regulatorischen Rahmenbedingungen sorgfältig zu prüfen und die Verfügbarkeit darf nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Das Ziel des Projekts ***Vision of Future Energy Networks*** [1] besteht in der Erarbeitung von Szenarien und Randbedingungen für einen Wandel des bestehenden Elektroenergiesystems hin zu einem nachhaltigen, dezentral organisierten und auf regenerativen Energieträgern basierten System. Zentrales Element ist der Energy Hub, eine Art Energiedrehscheibe, in der Energie umgewandelt, gespeichert und verteilt werden kann. Die Systemanalyse sowie entsprechende Optimierungswerkzeuge wurden im Berichtsjahr entwickelt. Die offenen Fragen der teilweise notwendigen, aber fehlenden Technologien sowie die Entwicklung eines kombinierten Lastflussberechnungsmoduls und –optimierungsmoduls wird das Hauptthema im Jahr 2005 sein.

Im Rahmen der ***Machbarkeitsstudie „Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen“*** [2a] wurde untersucht, in welchem Netz, mit welchen Partnern und mit welchem finanziellen Engagement das in einem abgeschlossenen Projekt gewonnene, theoretische Wissen in der Praxis überprüft und vertieft werden kann. Das Interesse der einschlägigen Industrie kann als hoch eingestuft werden, ein Testnetz wurde identifiziert und es ist absehbar, dass ein entsprechendes Pilotprojekt gestartet werden kann.

Die kürzlich gestarteten Projekte ***Steuerbare Speicher zur Optimierung des Energieflusses in Niederspannungsnetzen mit DEA*** [3a] und ***Effizienzsteigerung im Verteilnetz durch neue Netzkonfigurationen*** [3b] haben in unterschiedlicher Stossrichtung beide zum Ziel, die Energieverteilung im Niederspannungsnetz zu optimieren.

Die beiden Projekte ***Einsatz von Druckluftspeichersystemen*** [4a] und ***Techn. Grundlagen der Druckluftspeicherung und deren Einsatz als Ersatz für Bleibatterien*** [4b] haben aufgezeigt, dass ein innovatives und praktisch isothermes Druckluftspeicherkonzept neue Speichermöglichkeiten anbietet. Im anschliessend gestarteten Projekt ***Machbarkeit des Druckluftspeicherkonzepts BOP-B*** [5] geht es neben der Wirkungsgradoptimierung des Motor-Generators vor allem darum, den praktischen Funktionsnachweis des Wärmetauschers im Wandler zu erbringen.

Mit dem interdisziplinären Projekt ***Wechselstromkorrosion an Pipelines*** [6] wurden Modelle entwickelt und experimentell geprüft, um den Einfluss von elektrischen Energieübertragungsleitungen auf die Korrosionsbildung an Erdgasleitungen zu berechnen.

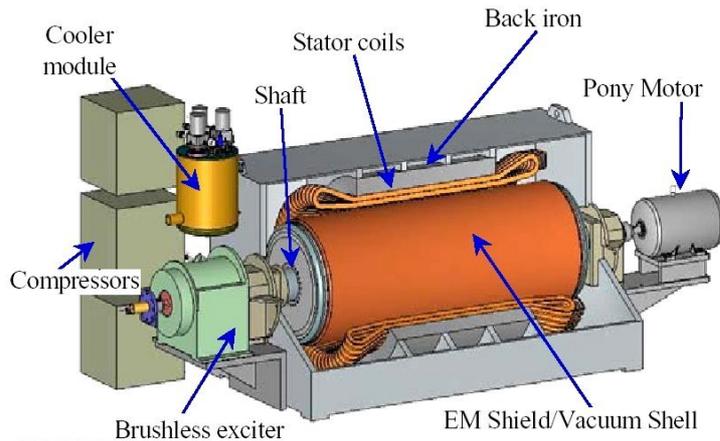
Resultate weiterer Forschungsprojekte der spezifischen Institute der beiden ETH und der Fachhochschule Biel sowie Projekte, die vom *Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft* (PSEL) finanziert werden, sind im Internet [38] zu finden.

## HOCHTEMPERATURSUPRALEITUNG (HTSL)

Mit der Teilnahme am ***Implementing Agreement for a Cooperative Programme for Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector*** [7] der Internationalen Energie Agentur (IEA) wird sichergestellt, dass die Schweiz die Übersicht über die weltweite HTSL-Spitzenforschung beibehält. Bei beiden internationalen Informationstreffen 2004 stand das HTSL-Kabel im Vordergrund. Die umfangreiche 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. Eine Weiterführung dieses Agreements für weitere 5 Jahre wird vorbereitet.

Obwohl die Abklärungen im Projekt ***Marktpotential von supraleitenden Strombegrenzern*** grundsätzlich positive Ergebnisse brachten, hat sich *ABB* bis anhin leider nicht entschlossen, die entsprechenden Arbeiten fortzusetzen und einen Prototypen zu entwickeln. Umso erfreulicher ist es, dass *Alstom* mit dem Projekt ***Hochtemperatur-Supraleitung in elektrischen Maschinen, insbesondere Generatoren*** [8] (Fig. 1) untersucht, wo die Vor- und Nachteile einer grossen elektrischen Maschine mit HTSL-Wicklung liegen. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die Leiterkosten noch substantiell gesenkt werden müssen und die Marktchancen als kritisch eingestuft werden.

Das Projekt ***National Center of Competence in Research MaNEP (Materials with Novel Electronic Properties)*** des schweizerischen Nationalfonds befindet sich im vierten Jahr. Es befassen sich dabei 8 Institute und Industrien in theoretischen oder experimentellen Arbeiten mit HTSL-Supraleitern.

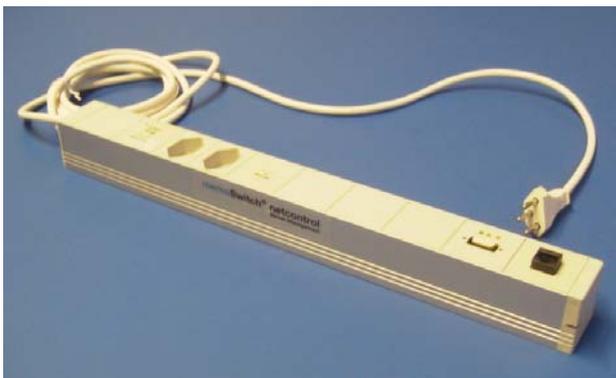


**Figur 1:** Rotierender HTSL-8MVar-Phasenschieber von American Superconductor (Quelle: AMSC, USA)

## ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK

Der Anteil der Informationstechnik am Stromverbrauch in der Schweiz liegt heute bei etwa 10%, wobei die Zuwachsraten die höchsten von allen Stromanwendungen sind. Weltweit werden viele Studien für einen rationelleren Elektrizitätseinsatz insbesondere bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten durchgeführt und Massnahmen zur Umsetzung der Einsparpotentiale ergriffen. Das **Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik** [9] beobachtet diese Aktivitäten und versucht, den rasch ändernden Wissensstand zu verfolgen. Im Internet wird ferner eine Wissensdatenbank über diese Thematik gepflegt.

EDV-Server werden in kleineren und mittleren Betrieben praktisch nie ausgeschaltet, obwohl eine Nutzung in den Nachtstunden oder an den Wochenenden in der Regel nicht gegeben ist. Studienergebnisse 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. Mit Hilfe einer externen, autonomen Steckdosenleiste mit integriertem Webserver (Fig. 2) kann ein automatisiertes und ordnungsgemässes Ein- und Ausschalten von EDV-Servern programmiert werden. Im Projekt **Energieeffizientes Servermanagement im praktischen Betrieb** [10] wurde die Funktionstauglichkeit dieser Schaltleiste in unterschiedlichen Umgebungen eingehend geprüft und benutzerfreundlich optimiert. Nächstens wird eine Kleinserie auf den Markt gebracht.



**Figur 2:** Erprobte Steckdosenleiste mit standardisierten Abmessungen zum Ein- und Ausschalten von Servern (Quelle: EMT AG, Ermatingen)

Im Projekt **Energieoptimaler Einsatz der ACPI-Funktionalität** [11a] wurden in einem Praxistest die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von energiesparenden Ruhezuständen durch die Nutzung integrierter Funktionen bei Servern des unteren Preissegmentes geprüft. Die Implementierung der

Ruhezustände basiert auf der so genannten *ACPI-Spezifikation (Advanced Configuration and Power Interface)*. Am weitesten fortgeschritten ist diese beim Betriebssystem Windows Server 2003. Unter Linux stehen die Ruhezustände noch nicht vollumfänglich zur Verfügung. Bei vielen Anwendungen, speziell beim Einsatz des Servers als Datei- und Webserver, entstehen durch die Nutzung dieser Ruhezustände keinerlei betriebliche Nachteile und bei Verwendung des tiefstmöglichen Ruhezustandes nachts und an Wochenenden kann der Energiebedarf des Servers halbiert werden. Für die Anwender wurden die Resultate in einem zweiseitigen Merkblatt zusammengefasst.

Die EU schätzt den Stromverbrauch für so genannte Settop-Boxen (eine Art Gateway beim Endbenutzer für das digitale Fernsehen) für 2006 auf etwa 23'000 GWh und das dazugehörige Einsparpotential durch Verbesserung der Energieeffizienz wird mit 15'000 GWh veranschlagt. Zur Umsetzung des Einsparpotentials hat die EU mit der einschlägigen Industrie eine freiwillige Vereinbarung, einen so genannten *Code of Conduct (CoC)* abgeschlossen und auch die IEA unternimmt entsprechende Bemühungen. Mit dem Projekt **Energieeffizienz bei Settop Boxen** [11b] wurde die Thematik für die Schweiz aufgearbeitet und festgestellt, dass bis in etwa 10 Jahren bis zu 3 Mio. Settop-Boxen installiert sein werden, die im besten Fall gegen 300 GWh und im ungünstigsten Fall gegen 500 GWh Strom verbrauchen. Um das mutmassliche Einsparpotential zu aktivieren, werden in Abstimmung mit den internationalen Aktivitäten und gemeinsam mit der *Energieagentur Elektrogeräte eae* im Projekt **Workshop Energieeffizienz bei Settop Boxen** [11c] die schweizerischen Akteure auf die Thematik und die internationalen Bemühungen aufmerksam gemacht und wenn möglich dazu gebracht, sich dem europäischen *CoC* anzuschliessen.

Grundsätzlich verursacht die Infrastruktur eines *Smarthomes* einen erhöhten Strombedarf. Aus der Sicht des effizienten Umgangs mit Ressourcen kann dieser Mehrverbrauch nicht befürwortet werden. Wenn Komfort- und Sicherheitsbedürfnisse aber trotzdem mit vermehrter Technik befriedigt werden sollen, dann muss versucht werden, dies möglichst energieeffizient umzusetzen. Im Projekt **Smarthome und Energieeffizienz** [11d] wurde ein im Bau stehendes Einfamilienhaus begleitet und versucht, spezifische Energieaspekte einzubringen. Messungen im Jahr 2005 sollen die entsprechenden Auswirkungen aufzeigen. Ebenfalls um die Effizienzsteigerung im Heimbereich geht es im Projekt **Home Automation System** [12], bei welchem effiziente und modulartige Komponenten für eine adaptive Steuerung entwickelt werden. Das damit verbundene, theoretische Einsparpotential wird auf über 100 GWh/Jahr geschätzt.

Die Ergebnisse des Projekts **Effiziente Stromversorgung mittels Power over Ethernet (PoE)** [11e] zeigten auf, dass eine mit Ethernet verbundene, zentrale Stromversorgung im kleinen Leistungsbe- reich (bis etwa 8 Watt) effizienter arbeitet als eine dezentrale Stromversorgung.

Mit dem Projekt **Energieeffizienz von USV-Anlagen** [2b] wurden die früher erarbeiteten Grundlagen über die Auslegung, Qualität und Energieeffizienz mit den Standby-Verlusten ergänzt und für eine europäische Umsetzung aufbereitet. Dank den vorhandenen englischen Versionen und intensiven Kontakten zur EU-Kommission konnte erreicht werden, dass auf Basis der schweizerischen Arbeiten voraussichtlich ein europäischer *Code of Conduct* für grössere USV-Anlagen und ein Energielabel für kleinere USV-Anlagen zur EU-weiten Anwendung erarbeitet wird. Zudem werden die Unterlagen von einem amerikanischen Projektteam verwendet, welches im Auftrag der California Energy Commission die Verbesserung der Energieeffizienz für USV-Anlagen in Rechenzentren zum Ziel hat. Auch die *Environmental Protection Agency (EPA)* wird voraussichtlich die Ergebnisse der schweizerischen Arbeiten als Grundlage für ein *Energy Star* Label benutzen.

## ANTRIEBE / ELEKTRISCHE MOTOREN

Im Projekt **Industrievereinbarung Energieeffizienz von Motoren** [2c] konnten mit der einschlägigen Industrie alle Grundlagen, Marktanalysen sowie die Melde- und Auswertemechanismen für eine freiwillige Vereinbarung zur Förderung des eff1-Motors erarbeitet werden. Auf dieser Grundlage hat die herstellende und vertreibende Motorenindustrie über deren Verband, den *Schweizer Automatik Pool (SAP)* mit dem BFE am 17. Dezember 2004 eine freiwillige Vereinbarung zur sukzessiven Steigerung des Marktanteils von effizienten Motoren im Bereich 2- und 4-polig von 1,1 – 90 kW unterzeichnet (Fig. 3).



**Figur 3:** Unterzeichnungsfeier (von links nach rechts W. Stalder, Präsident SAP, W. Steinmann, BFE-Direktor, P. Mazenauer, Präsident SAP-Sektion 37 (Quelle: BFE, Bern)

Im internationalen SAVE-Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** [14] wurde im Berichtsjahr entschieden, durch den Schweizer Partner ein bestehendes Pumpen- und VSD-Modul (Variable Speed Drive) aus den USA zu übernehmen, und programmtechnisch als eigenständiges Modul in das Promot-Werkzeug zu integrieren.

Mit dem neu gestarteten Projekt **Beschaffung von Motoren unter Vollkostenbetrachtung** [2d] sollen mit Musterausschreibungen und einfachen Hilfsmitteln für die Auswertung von Motorenofferten die Gesamtlebenskosten mitberücksichtigt werden, da damit aufgrund des hohen Stromkostenanteils die Wirtschaftlichkeit von hocheffizienten Motoren nachgewiesen werden kann.

Basierend auf dem Projekt **Prototyp Energie-Sparmotor** [15], in welchem Alternativen im Bereich Wicklungsverfahren und Stator konstruktion erfolgreich geprüft wurden, konnte als Folgeaktivität im Berichtsjahr ein erstes **Funktionsmuster eines Integral-Sparmotors im Leistungsbereich < 1 kW** [16] (Fig. 4) konstruiert werden. Der gemessene Wirkungsgrad ergab mit dem neuartigen 250W Energiesparmotor (Gleichstrommotor) mit integrierter Steuerung einen maximalen Wert von gegen 80%. Kostenmässig wird darauf geachtet, dass die Investitionskosten vergleichbar zum Normmotor/Frequenzumformer bleiben.



**Figur 4:** Funktionsmuster des Integral-Sparmotors (Quelle: Circle Motor AG, Gümliigen)

Im Projekt **Integraldrive II: Integrierter Motor-Umformer mit bedarfsorientierter Energieaufnahme** [17] wird ein Prototyp eines Low-Cost-Antriebs auf Asynchronbasis im Leistungsbereich 0.1 bis 12 kW mit integrierter Energiedrosselung entwickelt. Das Prinzip beruht auf einem voll integrierten, gepulsten Läuferwiderstand, dank dem gegenüber einem unregelmässigen Antrieb im Pumpen und

Lüfterbereich pro Jahr hochgerechnet auf die Schweiz gegen 220 GWh eingespart werden könnten. Im Berichtsjahr wurde der Prototyp optimiert und ausgiebig ausgetestet.

Für zwei Leistungsklassen wurden im Projekt **Hocheffiziente getriebelose Antriebe** [18] Antriebssysteme für Anwendungen mit tiefen Drehzahlen entwickelt. Diese Systeme bestehen jeweils aus einem Umrichter und einer mit Permanentmagneten ausgerüsteten Synchronmaschine, womit die Systeme sowohl für motorischen wie auch generatorischen Betrieb geeignet sind. Für die Systeme unterschiedlicher Leistung wurden Prototypen entwickelt und geprüft. Beim System mit hoher Leistung (1200 kW, 20 rpm) wurde bei Nennleistung ein Gesamt-Wirkungsgrad von 93.1% erreicht, beim System mit kleiner Leistung (3 kW, 60 rpm) betrug der Gesamt-Wirkungsgrad 85%. Damit weisen diese entwickelten Systeme bei Nennleistung ca. 4% weniger Verluste auf als die konventionellen Antriebssysteme mit mechanischem Getriebe.

Rund 750 GWh Elektrizität werden in der Schweiz durch etwa 150'000 Druckluftanlagen verbraucht, was 1,5% des nationalen Stromverbrauchs ausmacht. Da das Einsparpotential auf ca. 300 GWh geschätzt wird, laufen mehrere Aktivitäten zu dessen Erschliessung. Mit den **Vorarbeiten zum Start der Kampagne Druckluft effizient Schweiz und begleitende Arbeiten zum Aufbau eines Druckluftkompetenzzenters** [19a] wurden einerseits in einem Chemieunternehmen Analysen in den Druckluftnetzen vorgenommen. Andererseits wurden unter Einbezug der Industrie die erforderlichen Grundlagen für eine schweizerische Druckluft-Kampagne geschaffen. Die vorgesehenen Aktionen sind definiert. Gestartet wurde zudem die **Umsetzung eines mehrsprachigen internetgestützten Benchmarkings von Druckluftanlagen** [19b]. Damit lässt sich auf einfache Art eine Erstanalyse von Druckluftsystemen durchführen und Schwachstellen identifizieren. Im Projekt **Optimierung der Steuerluftversorgung bei der Valorec Services AG** [20] wurden die Daten der bestehenden Anlagen, die jährlich etwa 3.1 GWh verbrauchen, aufgenommen und ein Messkonzept entwickelt. Durch Miteinbezug des Kompetenzzentrums in verschiedene Druckluftaktivitäten wurde der **Aufbau des Druckluft Kompetenzzentrums an der HTA Luzern, Phase 1** [21] unterstützt.

## GERÄTE / DIVERSES

Nachdem im Projekt **Energieeffiziente Hotel-Minibar** [13] ein technisches Einsparpotential von etwa 15 GWh ermittelt wurde und mit verschiedenen Handlungsalternativen auch wirtschaftliche Ansätze aufgezeigt werden konnten, wurde zur Umsetzung ein **Merkblatt Effiziente Hotel-Minibar** erarbeitet. Weil die entsprechende Industrie zu wenig Interesse zeigte, konnte leider die Entwicklung eines alternativen Minibar-Systems nicht angegangen werden.

Im Projekt **Branchenvereinbarung bei Wasserdispensern** [11f] wurden formelle Kontakte zu den beiden marktführenden Vertreibern etabliert. Gemeinsam mit der Branche sollen nun die Grundlagen für eine Vereinbarung geschaffen werden, um das geschätzte, technische Einsparpotential von über 20 GWh fürs 2010 umzusetzen. Im Vordergrund stehen für 2005 die Entwicklung einer nachvollziehbaren Messmethodik auf der Basis des *Energy Star Programms* und die Ermittlung von realistischen Zielwerten.

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** [11g] Tipps zum Unterhalt und zum Aufstellort zusammengestellt. Als Zielpublikum werden Betreiber von Automaten und Vermieter der Standplätze anvisiert.

In der Schweiz werden mit der Einführung des neuen Zivilschutzkonzepts rund 3000 unterirdische Anlagen existieren. Diese Anlagen werden wegen der möglichen Schimmelbildung und der Gefahr von Radon oder Methan mit frischer Luft gespült und mechanisch entfeuchtet, was einen jährlichen, geschätzten Energiebedarf von 30 GWh verursacht. Mit dem Projekt **Effizientes Entfeuchten von abgeschlossenen Räumen** [22] soll dank Ausnützung der Differenzen des Feuchtigkeitsgehalts zwischen Anlageinnerem und Umgebung die energieintensive mechanische Entfeuchtung optimiert werden, was ein Einsparpotential von ca. 10 GWh ergeben dürfte. Im Berichtsjahr wurde vor allem an einer optimalen Sensorik gearbeitet und 2005 sind Messungen an mehreren Objekten vorgesehen.

Ab dem 1.10.2006 darf Klärschlamm nicht mehr landwirtschaftlich verwertet, sondern muss umweltverträglich verbrannt werden. Als Vorstufe zur thermischen Entsorgung stehen die mechanische Entwässerung und Trocknung des Klärschlammes im Vordergrund. Da damit in verschiedenen Kläranlagen Klärschlammaufbereitungsanlagen geplant werden und dabei den Energieaspekten oft keine grosse Bedeutung beigemessen wird, werden im Projekt **Energetische Optimierung der Klärschlamm-aufbereitung** [23] mehrere Verfahren ausgemessen, damit diese Erkenntnisse anschliessend im Programm *EnergieSchweiz* umgesetzt werden können. Nachdem die verschiedenen Verfahren dargestellt und energetisch verglichen worden sind, erfolgen im Jahr 2005 entsprechende Messungen. Ebenfalls zur anschliessenden Umsetzung durch *EnergieSchweiz* werden im Projekt **Messprogramm energetisch optimierter Beleungsverfahren auf ARA** [24] die energetischen Grundlagen mehrerer Beleungsverfahren analysiert. Nachdem 2004 die Beschreibung der Verfahren und das Messkonzept entwickelt wurden, erfolgen 2005 die Messungen.

Auf gegen 1'000 GWh wird in der Schweiz der Stromverbrauch aller im Detailhandel installierten Kühlmöbel geschätzt, mit einem mutmasslichen Einsparpotential von mindestens 10%. Mit dem Projekt **Effizienzklassen für Kühlmöbel im Detailhandel** [25] wurden Grundlagen für eine wirksame Effizienzsteigerung in diesem Bereich geschaffen. Dabei konnte festgestellt werden, dass international viele Aktivitäten laufen, jedoch noch längere Zeit bis zur greifbaren Umsetzung benötigen. Deshalb wurden Vorschläge für eine raschere Umsetzung in der Schweiz entwickelt.

Die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführte Studie **Elektromagnetisches Feld von Energiesparlampen** [26] zeigte, dass sich diese Strahlung im Rahmen der Abstrahlung herkömmlicher Glühlampen bewegt. Die Resultate geben keinen Hinweis darauf, dass bei der Benützung von Energiesparlampen eine gesundheitliche Beeinträchtigung zu befürchten wäre. Energiesparlampen leisten im Gegenteil einen wichtigen Beitrag zum Energiesparen, könnten doch durch einen konsequenten Einsatz an der Stelle von Glüh- und Halogenlampen pro Jahr rund 1'800 GWh eingespart werden.

## Nationale Zusammenarbeit

In allen Programm-Schwerpunkten treffen sich im Rahmen der etablierten **Trendwatching-Gruppen** Vertreter der einschlägigen Industrie, Hochschulen und anderer Forschungsstätten. Diese anerkannten Zusammenkünfte von Fachleuten bewähren sich als regelmässig stattfindende, nationale Informations- und Diskussionsforen. Die vor einem Jahr etablierte Gruppe im USV-Bereich beschäftigt sich mit der Ausarbeitung von Grundlagen für eine europäische USV-Vereinbarung (*Code of Conducts*). Die *Working Group WGeff* konnte gemeinsam mit der Branche die Grundlagen für die Motoren-Vereinbarung erfolgreich erarbeiten.

Eine gute Zusammenarbeit konnte mit der Industrie in verschiedenen Bereichen (z.B. Aufzüge, Wasserdispenser, Settop-Boxen, ADSL-Modem) etabliert werden. Die Konferenz *Effiziente Elektroantriebe* wird vom Programm gemeinsam mit *Swissmem* und der *Energieagentur der Wirtschaft (EnaW)* vorbereitet. Ein enger Kontakt wird auch mit dem Programm *EnergieSchweiz* gepflegt.

Generell wird der Einbindung von **Fachhochschulen** grosse Bedeutung beigemessen, und deren Engagement konnte in mehreren Projekten gewonnen werden. So laufen Projekte mit der Fachhochschule Biel im Verteilnetzbereich, mit der Fachhochschule Wallis im Motoren-/ Leistungselektronikbereich, und bei der Hochschule für Technik und Architektur Luzern sowie der Fachhochschule beider Basel sind Projekte im Bereich Druckluft angesiedelt. Das etablierte **Kompetenzzentrum Energie- und Informationstechnik** an der ETH Zürich 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*, der *Commission Recherche, développement, prospective de la Chambre romande d'énergie électrique (RDP / CREE)*, dem *Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)* und der KTI gepflegt werden.

In mehreren Projekten wird ein enger Kontakt zu den schweizerischen **Energieagenturen** *EnaW, eae* und *S.A.F.E* [39] gepflegt. In den Projekten werden wenn möglich **Branchenverbände** (z.B. *SAP, SWISSMEM*) eingebunden.

## Internationale Zusammenarbeit

In allen Schwerpunktsbereichen konnten die bestehenden, internationalen Kontakte ausgebaut und vertieft werden. Dies erfolgt einerseits bei der direkten Zusammenarbeit in Projekten und andererseits durch die Teilnahme an internationalen Konferenzen und Workshops.

Die Schweiz hat formelles Interesse bezüglich dem in Vorbereitung stehenden IEA-Implementing Agreement **Electricity Networks R&D** bekundet. Zudem wurde das Projekt **Einsatz von Druckluftspeichersystemen** mit dem europäischen *INVESTIRE*-Projekt (ENK5-CT-2000-20336) abgestimmt.

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. Eine neue Zusammenarbeit ist zudem im Rahmen des **6. EU-Rahmenprogramms** im Gange. Das **Superconducting European Network, SCENET II** (GTC1-2001-43047) umfasst dank den neuen osteuropäischen Staaten mehr als 80 verschiedene europäische Gruppen (Nodes) aus Hochschulen und Industrie, die sich mit Supraleitung befassen. Die Schweiz ist mit 2 Standorten vertreten und ist Mitglied des *SCENET Steering Committee*.

An der **International Conference on Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings, IEECB'04** [40] in Frankfurt wurden durch die Programmleitung zwei Präsentationen über das Thema USV-Industrie-Vereinbarung und das Thema Server-Schalten vorgetragen. Dies führte einerseits zu Gesprächen mit dem bei Intel verantwortlichen Entwicklungsingenieur für die Energieversorgung und andererseits konnte im die EU dazu gewonnen werden Verbrauchszielwerte zu definieren und diese als Grundlage für eine europäische Vereinbarung mit der Industrie zu nutzen. Die Schweiz nimmt dabei eine Führungsrolle ein. Als Folgeaktivität wurde die Programmleitung ins europäische Forschungszentrum in Ispra eingeladen, und die auf der Basis von mehreren Projekten erarbeiteten USV-Unterlagen konnten mehreren Gremien präsentiert werden.

Interesse an den Ergebnissen für USV-Anlagen zeigt auch die **California Energy Commission (CEC)** und das **Lawrence Berkley National Laboratory** welche an einem Energieeffizienz Projekt für USV-Anlagen in Rechenzentren arbeiten. Der **EPA**, die für das Label *Energy Star* zuständig ist, wurden die englischen USV-Dokumente ebenfalls zugestellt.

Die schweizerischen Arbeiten im Gebiet der **Informations- und Kommunikationstechnik** sind international abgestützt und koordiniert. So werden unter anderem Kontakte mit der **europäischen Kommission**, der **EPA** 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. Im Mai wurde die Programmleitung zudem zu einem **IEA Experten-Workshop** in Paris zum Thema *Energieverbrauch von Settop-Boxen* eingeladen. Auch die in der Schweiz laufenden Folgeaktivitäten in diesem Bereich stossen bei der IEA auf Interesse. Durch die engen Kontakte zur EU besteht ein guter Informationsfluss bezüglich der europäischen Aktivitäten in den Bereichen Settop-Boxen, und externe Netzgeräte. Die Programmleitung wurde zu den entsprechenden *CoC*-Meetings eingeladen.

Durch die Arbeiten im europäischen **Motor Challenge Programm** konnten gute internationale Beziehungen etabliert werden. So wird eine Zusammenarbeit mit der **Deutschen Energieagentur DENA** erwogen, und das **Europäische Kupferinstitut** hat sogar ein schweizerisches Projekt im Motorenbereich mitunterstützt. Mit der Beauftragung des deutschen Fraunhofer Instituts soll das dort vorhandene Fachwissen, welches im deutschen Programm *druckluft-effizient* aufgebaut worden ist, in die Schweiz transferiert werden. Die gute, europäische Zusammenarbeit im Motorenbereich drückt sich auch dadurch aus, dass die Programmleitung ins *Programme Committee* der internationalen Konferenz **Energy Efficiency in Motor Driven Systems EEMODS'05** berufen wurde. Zudem ist die

Schweiz aktiver Partner im europäischen SAVE-Projekt **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung von Motorenbetreibern**.

Schliesslich wird durch die Schweizer Teilnahme am **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** [27] (siehe P+D-Projekte) der Anschluss an die internationale Forschergemeinde unterstützt.

## Pilot- und Demonstrationsprojekte

### ELEKTRIZITÄSTRANSPORT UND -SPEICHERUNG

Im internationalen Projekt **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen (RES: Reversible Energy Storage System)** [27] wird im Rahmen eines Pilotprojektes auf Gran Canaria das Zusammenspiel von erneuerbaren Energien in autonomen Netzen geprüft und aufgrund einer dezentralen Stromerzeugung eine Wasserstoff-Speicherung ausgetestet. Die Steuerung ist vom Schweizer Partner entwickelt worden; leider kommen jedoch die Arbeiten im Gesamtprojekt nicht im geplanten Ausmass vorwärts.

Die vermehrt dezentral eingesetzten, verteilten Erzeugereinheiten können den Ausbau und den Betrieb der Verteilnetze auf den verschiedenen Spannungsebenen der Verteilnetze erheblich beeinflussen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie **Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen** [28a] wurden die organisatorischen, technischen und finanziellen Rahmenbedingungen für die Realisierung eines Projektes zur Installation eines realen Pilot- und Demonstrationsnetzes im 400V Niederspannungsnetz entwickelt und weitgehend festgelegt.

### ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK

Zur breitenwirksamen Umsetzung von vorhandenen Erkenntnissen wurden im Rahmen des Projekts **Merkblätter im IT-Bereich** [29] die mehrsprachigen Merkblätter *IT-Beschaffung*, *Energieverwaltung in Windows®* und *Server schalten* erstellt.

Internationale Untersuchungen bestätigen, dass der Stromverbrauchsanteil für die Kühlung von IT-Räumen von heute etwa 50% auf unter ca. 30% für bestehende und auf unter ca. 20% des Gesamtstromverbrauchs für neue IT-Räume gesenkt werden könnte. Anhand eines Beispiels wurde im Projekt **Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen** [30a] eine Planungs- und Informationsdokumentation inklusiv Checkliste ausgearbeitet. Ebenfalls wurden die Ergebnisse in einem entsprechenden Merkblatt zusammengefasst. Damit sollen den HLK-Planern und den IT-Betreibern die relevanten Parameter und Zusammenhänge für eine energetisch effiziente Kühlung von IT-Räumen aufgezeigt werden. Eine bekannte 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 Jahren erarbeitetes **Merkblatt des BFE: 26 Grad in EDV-Räumen, eine Raumtemperatur ohne Risiko** [30b] wurde aktualisiert.

### ANTRIEBE / ELEKTRISCHE MOTOREN

Das Projekt **Unterstützungsaktivitäten zum Motor Challenge Programm Schweiz** [31] konzentrierte sich im Berichtsjahr auf zwei Hauptaktivitäten: Einerseits die Erneuerung der Homepage und andererseits die Vorbereitung einer Workshop-Fachtagung, welche als zentrales Element der Motivierung von Betriebsfachleuten dienen soll. Mit *SWISSMEM* konnte ein bestens ausgewiesener und engagierter Träger der Veranstaltung gewonnen werden, als Referenten wurden Betriebs- und Beratungsfachleute aus der Schweiz und Deutschland gefunden. Die Durchführung der Tagung wurde durch die *Energieagentur der Wirtschaft (EnAW)* unterstützt. Das Pilotprojekt mit *Novartis Pharma AG* wurde erfolgreich abgeschlossen. Für drei Gebäude der *Novartis-Werke* wurden haustechnische Anlagen (Pumpen, Ventilatoren, Fig. 5) auf Effizienzpotenziale überprüft. Auch hier zeigten sich Überdi-

mensionierungen und zu hohe Förderleistungen und es konnten effiziente Sanierungsmassnahmen zusammengestellt werden.

Alle energierelevanten Prozesse und Verfahrenstechniken in Kehrrechtverwertungsanlagen wurden im Projekt **Elektrizitätseffizienz in Kehrrechtverwertungsanlagen** [28b] auf Optimierungspotentiale analysiert. Für die vertiefte Analyse einzelner Prozesse wurden Messreihen durchgeführt. Bei der KVA Turgi können jährlich zwischen 1,8 GWh bis 2,3 GWh 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 5:** Netzwasserpumpen bei Novartis (Quelle: Semafor AG, Basel)

Mit dem Projekt **Energieeffizienz in Abwasserreinigungsanlagen (ARA)** [32] steht ein *mithörendes Leitsystem* zur Verfügung, mit dem ohne Eingriffe in die bestehenden Prozesse präzise Messungen zur Energieoptimierung durchgeführt werden können. Das vorhandene Wissen im Bereich Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) wurde in einer **Anleitung mit Checkliste zur Energieoptimierung von KVAs** [33] zusammengefasst.

Im branchenspezifischen Pilotprojekt **Energieeinsparung am Fallbeispiel Christoph Burckhardt AG** [34] sind substantielle Effizienzsteigerungspotentiale identifiziert worden. Der grösste Anteil wurde dabei im Bereich Druckluft ermittelt.

## GERÄTE / DIVERSES

Im Projekt **Energieoptimierte Textillufttechnikanlage** [35] konnte nachgewiesen werden, dass der elektrische Energieverbrauch dank einer Direktbefeuchtung um bis zu 45% reduziert werden kann. Der Wasserverbrauch lässt sich um bis zu 66% senken. Würden weltweit alle geeigneten Anlagen mit einem Direktbefeuchtungssystem ausgerüstet und die Luftmengen entsprechend reduziert, so liesse sich ein Energieeinsparpotential von 1'500 GWh/a umsetzen.

Mit dem Pilotprojekt **Retrolux als Energiesparkonzept** [36] wird der Nachweis anhand mehrerer Installationen erbracht, dass mit dem Einsatz eines T5-Adapters stromsparende T5-Fluoreszenzlampe anstelle konventionellen T12/T8 Leuchten verwendet werden können und damit ein grosses Einsparpotential umgesetzt werden kann.

## Bewertung 2004 und Ausblick 2005

Im Januar 2004 wurde das **Konzept Elektrizität** für die Periode 04 – 07 der Eidg. Energieforschungskommission CORE präsentiert und anschliessend vom Bundesamt für Energie genehmigt.

Im Bereich **Elektrizitätstransport und -speicherung** können die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich dem *Speichermedium Druckluft* als positiv eingestuft werden und es ist zu hoffen, dass die initiierten Folgearbeiten die bisherigen Ergebnisse erhärten. Leider konnte der Feldversuch in einem ausgewählten Netz bezüglich dezentraler Energieerzeugungsanlagen nicht wie erwartet gestartet werden. Die Partnersuche gestaltete sich aufwendiger als geplant. Es ist zu hoffen, dass 2005 definitiv mit dem redimensionierten Projekt gestartet werden kann.

Leider hat die Industrie nach dem Abschluss der Studie **Strombegrenzer mit Hochtemperatur-supraleitungs-Material** ein geplantes Folgeprojekt nicht in Angriff genommen. Auch der Versuch, weitere Industrien zu entsprechenden Projekten im HTSL-Gebiet zu motivieren, war bis anhin nicht mit Erfolg gekrönt. Die Programmleitung wird aber weiterhin einen engen Kontakt mit der Industrie pflegen und versuchen, Erfolg versprechende Projekte zu lancieren. Die erfolgreiche Wissensvermittlung innerhalb der Schweiz im Rahmen des HTSL-Statusseminars unterstützt diese Bemühungen und wird deshalb auch zukünftig aufrechterhalten.

Die internationale Verankerung der Aktivitäten im Bereich der **Informations- und Kommunikationstechnik** konnte 2004 wie vorgesehen verstärkt werden. Insbesondere war das grosse Interesse der EU an den Arbeitsergebnissen im Bereich USV erfreulich und die Idee eines *Code of Conduct* wurde nicht nur aufgenommen, sondern die Schweizer Arbeiten werden auch als Grundlage verwendet. Bei den Settop-Boxen ist die internationale Kooperation mit der EU und der IEA hervorragend. Das Interesse von Intel für die Arbeitsergebnisse des Server-Schaltens ist vielversprechend. Leider dürfte eine entsprechende Umsetzung noch einige Zeit beanspruchen, da es nicht einfach ist, im Server-Bereich mess- und nachvollziehbare Effizienzvorgaben zu formulieren. Dieser Thematik soll 2005 nachgegangen werden.

Im Bereich **Antriebe / elektrische Motoren** wurden in mehreren Branchen Demonstrationsprojekte beendet. Obwohl es schwierig war, kompetente Redner für die Fachtagung *Effiziente Elektroantriebe* zu gewinnen, und deshalb das Datum auf Januar 2005 verschoben werden musste, war es sehr erfreulich, dass neben der *EnAW* auch *SWISSMEM* als Partner gewonnen werden konnte. Die vertiefte Vorbereitung zur Übertragung der deutschen Kampagne *Druckluft effizient* in die Schweiz hat viele Zusagen der Branche gebracht. Es ist zu hoffen, dass die Kampagne im 2005 effektiv gestartet werden kann und das versprochene Engagement der Industrie erfüllt wird. Der Aufbau des schweizerischen Druckluft-Kompetenzzentrums verzögerte sich aus personellen Gründen.

## Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2004 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

unter den angegebenen Internet-Adressen können die Berichte heruntergeladen werden

- [1] K. Fröhlich, G. Andersson ([froehlich@eeh.ee.ethz.ch](mailto:froehlich@eeh.ee.ethz.ch)), ETH ZÜRICH, Zürich: **Vision of Future Energy Networks** (JB)
- [2] G. Schnyder, ([gilbert.schnyder@sing.ch](mailto:gilbert.schnyder@sing.ch)), SCHNYDER INGENIEURE AG, Hünenberg: **a) Dezentrale Energieerzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen (Machbarkeitsstudie)** (SB) • **b) Energieeffizienz von USV-Anlagen** (SB) • **c) Industrievereinbarung Energieeffizienz von Motoren** (SB) • **d) Beschaffung von Motoren unter Vollkostenbeachtung** (JB)
- [3] M. Höckel, ([hkm1@bfh.ch](mailto:hkm1@bfh.ch)), BERNER FACHHOCHSCHULE - HTI, BIEL: **a) Steuerbare Speicher zur Optimierung des Energieflusses in Niederspannungsnetzen mit DEA** (JB) • **b) Effizienzsteigerung im Verteilnetz durch neue Netzkonfigurationen** (JB)
- [4] I. Cyphelly ([cyphelly@ran.es](mailto:cyphelly@ran.es)), CYPHELLY & CO., Les Brenets: **a) Einsatz von Druckluftspeichersystemen** (SB) • **b) Techn. Grundlagen der Druckluftspeicherung und deren Einsatz als Ersatz für Bleibatterien** (SB)

- [5] P. Brückmann ([brueckmannelektronik@bluewin.ch](mailto:brueckmannelektronik@bluewin.ch)), BRÜCKMANN ELEKTRONIK, Davos: **Machbarkeit des Druckluftspeicherkonzepts BOP-B** (JB)
- [6] F. Stalder, M. Büchler, R. Bränlich, ([sgk@sgk.ch](mailto:sgk@sgk.ch)), SCHWEIZ. GESELLSCHAFT FÜR KORROSIONSSCHUTZ (SGK), Zürich: **Wechselstromkorrosion an Pipelines** (SB)
- [7] R. Flükiger, ([rene.flukiger@physics.unige.ch](mailto: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)
- [8] R. Joho ([reinhard.joho@power.alstom.com](mailto:reinhard.joho@power.alstom.com)), ALSTOM (SCHWEIZ) AG, *Birr*: **Hochtemperatur-Supraleitung in elektrischen Maschinen, insbesondere Generatoren** (JB)
- [9] B. Aebischer, ([bernard.aebischer@cepe.mavt.ethz.ch](mailto:bernard.aebischer@cepe.mavt.ethz.ch)), CEPE, ETH-Zürich: **Kompetenzzentrum Energie und Informatik-ontstechnik** (JB) [www.biblioite.ethz.ch](http://www.biblioite.ethz.ch)
- [10] B. Sauter, ([beat.sauter@emt.ch](mailto:beat.sauter@emt.ch)), ENERGY MANAGEMENT TEAM AG, *Ermatingen*: **Energieeffizientes Servermanagement im praktischen Betrieb** (SB)
- [11] A. Huser, ([alois.huser@encontrol.ch](mailto:alois.huser@encontrol.ch)), ENCONTROL GMBH, *Niederrohrdorf*: **a) Energieoptimaler Einsatz der ACPI-Funktionalität** (SB) ♦ **b) Grundlagen zur Energieeffizienz von Set-Top-Boxen** (SB) ♦ **c) Workshop Energieeffizienz bei Set-Top-Boxen** (JB) ♦ **d) Smarthome und Energieeffizienz** (JB) ♦ **e) Effiziente Stromversorgung mittels Power over Ethernet (PoE)** (SB) ♦ **f) Branchenvereinbarung bei Wasserdispensern** (JB) ♦ **g) Merkblatt zur optimalen Energienutzung bei Kaltgetränke- und gekühlten Warenautomaten** (Merkblatt)
- [12] T. Schumann, ([info@adhoco.com](mailto:info@adhoco.com)), ADHOCO AG, *Winterthur*: **Home Automation System** (JB)
- [13] J. Nipkow, ([juergnipkow@swissonline.ch](mailto:juergnipkow@swissonline.ch)), ARENA ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIE-ALTERNATIVEN, Zürich: **Energieeffiziente Hotel-Minibar** (SB, Merkblatt)
- [14] R. Tanner, ([tanner@semafor.ch](mailto:tanner@semafor.ch)), SEMAFOR INFORMATIK & ENERGIE AG, *Basel*: **Promot: Ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung für Motorenbetreiber** (JB)
- [15] J. Weingartner, ([j.weingartner@baechli.com](mailto:j.weingartner@baechli.com)), BÄCHLI AG, *Kriens*: **Prototyp Energie-Spasmotor** (JB)
- [16] J. Lindegger ([info@circlemotor.ch](mailto:info@circlemotor.ch)), CIRCLE MOTOR AG, *Gümligen*: **Funktionsmuster eines Integral-Spasmotors im Leistungsbereich < 1 kW** (JB)
- [17] A. Stoev, A. Dittrich ([a.stoev@idsag.ch](mailto:a.stoev@idsag.ch)), IDS AG, Zürich: **Integraldrive II: Integrierter Motor-Umformer mit bedarfsorientierter Energieaufnahme** (JB)
- [18] R. Niederer, ([niederer@vivattec.ch](mailto:niederer@vivattec.ch)), VIVATEC GMBH, *Basel*, GEBRÜDER MEIER AG, *Regensdorf*, HOCHSCHULE WALLIS, *Sion*: **Hocheffizienter getriebeloser Antrieb** (SB)
- [19] P. Radgen, ([peter.radgen@isi.fhg.de](mailto:peter.radgen@isi.fhg.de)), FRAUNHOFER INSTITUT , SYSTEMTECHNIK UND INNOVATIONSFORSCHUNG, *Karlsruhe*: **a) Vorarbeiten zum Start der Kampagne Druckluft effizient Schweiz und begleitende Arbeiten zum Aufbau eines Druckluftkompetenzcenters** (JB) ♦ **b) Umsetzung eines mehrsprachigen internetgestützten Benchmarkings von Druckluftanlagen** (JB)
- [20] R. Dott, ([r.dott@fhbb.ch](mailto:r.dott@fhbb.ch)), FHBB-IFE, *Muttenz*: **Optimierung der Steuerluftversorgung bei der Valorec Services AG** (JB)
- [21] B. Stadelmann, ([bstadelmann@hta.fhz.ch](mailto:bstadelmann@hta.fhz.ch)), HTA LUZERN, *Horw*: **Aufbau des Druckluft Kompetenzzentrums an der HTA Luzern, Phase 1** (JB)
- [22] A. Weitnauer, ([adrian.weitnauer@weitnauer-messtechnik.ch](mailto:adrian.weitnauer@weitnauer-messtechnik.ch)), WEITNAUER MESSTECHNIK, *Näfels*: **Effizientes Entfeuchten von abgeschlossenen Räumen** (JB)
- [23] H. Vetter, ([winterthur@holingerag.ch](mailto:winterthur@holingerag.ch)), HOLINGER AG, *Winterthur*: **Energetische Optimierung der Klärschlammaufbereitung** (JB)
- [24] B. Kobel, S. Kempf, ([stefan.kempf@rysering.ch](mailto:stefan.kempf@rysering.ch)), RYSER INGENIEURE AG, *Bern*: **Messprogramm energetisch optimierter Behebungsverfahren auf ARA** (JB)
- [25] A. Frölich, ([andreas.frölich@mgb.ch](mailto:andreas.frölich@mgb.ch)), MIGROS GENOSSENSCHAFTS BUND, Zürich: **Effizienzklassen für Kühlmöbel im Detailhandel** (SB)
- [26] G. Dürrenberger, ([gregor@mobile-research.ethz.ch](mailto:gregor@mobile-research.ethz.ch)), ETHZ, Zürich: **EMF von Energiesparlampen** (SB, Merkblatt)

## Liste der P+D-Projekte

- [27] A. Stoev, ([a.stoev@idsag.ch](mailto:a.stoev@idsag.ch)), IDS AG, Zürich: **Cluster Pilot Project for the Integration of RES into European Energy sectors using Hydrogen** (JB)
- [28] G. Schnyder, ([gilbert.schnyder@sing.ch](mailto:gilbert.schnyder@sing.ch)), SCHNYDER INGENIEURE AG, *Hünenberg*: **a) Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen** (SB) ♦ **b) Elektrizitätseffizienz in Kehrrechtverwertungsanlagen** (SB)
- [29] A. Huser, ([alois.huser@encontrol.ch](mailto:alois.huser@encontrol.ch)), ENCONTROL GMBH, *Niederrohrdorf*: **Merkblätter im IT-Bereich**
- [30] A. Altenburger, ([adrian.altenburger@amstein-walthert.ch](mailto:adrian.altenburger@amstein-walthert.ch)), AMSTEIN + WALTHERT AG, Zürich: **a) Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen** (SB) ♦ **b) Aktualisierung des BFE-Merkblatts „26 Grad in EDV-Räumen, eine Raumtemperatur ohne Risiko“**

- [31] J. Nipkow, ([juernnipkow@swissonline.ch](mailto:juernnipkow@swissonline.ch)), ARENA ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIE-ALTERNATIVEN, Zürich: **Ergänzende Unterstützungsaktivitäten zum Motor Challenge Programme in der Schweiz** (JB) [www.motorchallenge.ch](http://www.motorchallenge.ch)
- [32] R. Bünger, ([buenger1@bluewin.ch](mailto:buenger1@bluewin.ch)), BÜNGER CONSULTING, Grenchen: **Energieeffizienz in Abwasserreinigungsanlagen (ARA)** (SB)
- [33] S. Egli, ([s.u.a.eng@bluewin.ch](mailto:s.u.a.eng@bluewin.ch)), S&A ENGINEERING AG, Schaffhausen: **Anleitung mit Checkliste zur Energieoptimierung von KVAs** (SB)
- [34] R. Tanner, ([tanner@semafor.ch](mailto:tanner@semafor.ch)), SEMAFOR INFORMATIK & ENERGIE AG, Basel: **Energieeinsparung am Fallbeispiel Christoph Burckhardt AG** (SB)
- [35] U. Kupferschmid, ([uku@luwa.ch](mailto:uku@luwa.ch)), LUWA TEXTILLUFTTECHNIK, Uster: **Energieoptimierte Textillufttechnikanlage** (SB)
- [36] R. Kälin, ([ruedi.kaelin@erka.ch](mailto:ruedi.kaelin@erka.ch)), ERKA SOURCING AG, Schönenwerd: **Retrolux als Energiesparkonzept** (SB)

## Referenzen

- [37] **Homepage von EnergieSchweiz und dem BFE** [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)
- [38] **Internetseite des Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)** (dort sind auch Links zu nationalen Forschungsstätten zu finden) [www.psel.ch](http://www.psel.ch)
- [39] **Homepage von Energieagenturen** [www.energieagentur.ch](http://www.energieagentur.ch) und [www.energie-agentur.ch](http://www.energie-agentur.ch) und [www.eae-geraete.ch](http://www.eae-geraete.ch)
- [40] R. Brüniger: **Reisebericht: International Conference on Improving energy efficiency in Commercial Buildings, IECEB'04**, [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch).
- [41] **Internetseite des Forschungsprogramms** [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch). Download von Zusammenfassungen und Schlussberichte durchgeführter Forschungsarbeiten