

ELEKTRIZITÄT

Überblicksbericht
zum Forschungsprogramm 1997

Roland Brüniger

roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch



Hochtemperatur-Supraleiter-Transformator

Anfangs 1997 wurde der weltweit erste dreiphasige Hochtemperatur-Supraleiter-Transformator von 630 KVA-Leistung an das Netz der SI Genf angeschlossen.

Programm-Schwerpunkte und anvisierte Ziele 1997

Das Forschungsprogramm **Elektrizität** hat das grundsätzliche Ziel, zu einer optimierten Handhabung der elektrischen Energie von der Erzeugung über die Verteilung bis zum rationellen Einsatz, beizutragen.

Die Stossrichtung bei der **Rationalen Elektrizitätsnutzung** musste aufgrund der rasch fortschreitenden Marktliberalisierung und -deregulierung angepasst werden, da der als relevant eingestufte Bereich des **Demand Side Managements** (DSM) markant an Stellenwert eingebüsst hat, resp. verstärkt durch marktwirtschaftliche Mechanismen (z.B. *Energy-Contracting*) abgelöst wird. Dies verdeutlicht sich u.a. auch dadurch, dass die Elektrizitätswirtschaft ihre Arbeitsgruppe DSM aufgelöst hat. Die entsprechenden Aktivitäten des BFE wurden deshalb sukzessive abgeschlossen. Die Konzentration verlegte sich auf die Gebiete *Energie und Informationstechnik* sowie *Antriebe/Motoren*.

In der **Energie- und Informationstechnik** wurden die folgenden Ziele festgelegt: Etablierung einer breit abgestützten Begleitgruppe, Schaffung eines aner-

kannten Kompetenzzentrums sowie Aufgleisen neuer Projekte.

Im Schwerpunkt **Antriebe/Motoren** stand neben der Weiterführung der laufenden Aktivitäten die Durchführung eines Technologiefortschritt-Seminars zur Umsetzung und Verbreitung der bisher erreichten Ergebnisse im Vordergrund.

Im Gebiet **Hochtemperatur-Supraleitung für die Energietechnik** fehlte ein zweckmässiges Diskussionsforum zwischen Industrie, Hochschule und Geldgeber für einen effizienten Informationsaustausch sowie zur Konzentration der Geldmittel auf erfolgversprechende Projekte. Die Schaffung einer geeigneten Informationsdrehscheibe war deshalb 1997 eine wesentliche Zielsetzung.

Das Ziel der Forschungsanstrengungen im Schwerpunkt **Übertragung und Verteilung** lag unverändert darin, Projekte mit angemessenem Aufwand zur Erzielung einer hohen Netzverfügbarkeit sowie einer Minimierung der Übertragungsverluste zu unterstützen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

ERZEUGUNG / PRODUKTION

Bei der Nutzung von **Wasserkraft** stehen kaum technische Probleme an, die einem Ausbau hinderlich wären. Neben den bereits bekannten ökologischen, genehmigungstechnischen und wirtschaftlichen Aspekten wirkt die fortschreitende Liberalisierung eher investitionshemmend. Die anstehende Marktverschärfung veranlasst zudem die

Elektrizitätswirtschaft, verschiedene Projekte im Bereich Wasserkraft zurückzustellen, oder sogar abzubrechen. Die vom Bund unterstützten Projekte, welche sich auf die Kleinwasserkraftwerke konzentrieren, werden in einem eigenen Kapitel beschrieben.

SPEICHERUNG

Der Speicherung von Energie in verschiedenen Formen kommt innerhalb der gesamten Energiethematik eine zentrale Bedeutung zu. Das Programm Elektrizität konzentriert sich auf die mechanische sowie elektromagnetische/elektrostatische Speichertechnologie, unterstützt aber momentan keine diesbezüglichen Projekte.

Im Bereich der **Schwungradtechnologie** laufen sowohl national als auch international verschiedene Aktivitäten. Als Beispiel für eine nationale Anwendung ist die Ausrüstung von Trolleybussen der Basler Verkehrsbetriebe mit Schwungradspeicher zu erwähnen, mit der jährlich etwa 300'000 kWh eingespart werden. International sei auf das **FlyWiP**

(*Flywheel Energy Storage for Wind Power Generation*) hingewiesen, welches kürzlich im Rahmen des europäischen JOULE-Programms mit substantieller Beteiligung der Schweizer Industrie gestartet wurde und im Rahmen eines Pilotsystems Netzregulierungsfunktionen für dezentrale Erzeuger (Wind) mit einem Schwungradspeicher übernimmt.

Schliesslich muss auch auf das IEA-Programm *Energy Conservation through Energy Storage* hingewiesen werden, bei dem unter anderem das Thema *Electrical Energy Storage Technology for Utility Network Optimization* behandelt wird. Zur Zeit wird mit der Elektrizitätswirtschaft abgeklärt, ob die Schweiz daran teilnehmen soll.

ÜBERTRAGUNG / VERTEILUNG

Motiviert durch die veränderten Randbedingungen im Bereich der Energieversorgung und ermöglicht durch die Verfügbarkeit von starken leistungselektronischen

Komponenten ist das Konzept der schnell anpassungsfähigen Energieübertragungssysteme eingeführt worden, welches auch als *Flexible AC Transmission*

System (FACTS) bezeichnet wird. Damit kann die Steuerbarkeit sowie die Ausnutzung der bestehenden Uebertragungskapazitäten vergrössert werden. Mit dem Projekt **Entwicklung neuer systemorientierter FACTS-Elemente** [1] werden neben der Entwicklung und Optimierung von FACTS-Elementen und Anlagekonzepten entsprechende Netzuntersuchungen mit Simulationen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen.

Durch geeignete Modellierung kann – dank dem entwickelten **Lastbestimmungsmodell für Verteiltransformatoren** [2] – mit wenigen punktuellen Messungen ein ziemlich genaues Abbild der Last im Verteilnetz ermittelt werden. Ausgenutzt wird dabei das statistische Wissen über jahreszeitliche Veränderungen verschiedener Lastkomponenten. Diese konnten durch diverse Untersuchungen auf die zeitlich invariante Haushaltsgrundkurve, die Boiler- und Heizlast sowie die saisonal stark schwankende Lichtlast aufgeteilt werden. Als Mustererkennungsalgorithmus wurde die Methode des neuronalen Netzwerks implementiert. Es steht nun ein durch die Elektrizitätswirtschaft getestetes Programm, welches auf dem PC eine benutzerfreundliche, graphische Oberfläche bietet, zur Verfügung. Mit dieser Applikation kann die Last im Verteilnetz präziser bestimmt werden, womit der Betrieb und die Planung erheblich erleichtert und Überdimensionierungen mit schlechtem Wirkungsgrad vermieden werden können. Während der Projektabschlussphase konnte eine spezialisierte Unternehmung, die in diesem Marktsegment über eine einschlägige Produktpalette und ausgewiesene Erfahrungen verfügt, für die Vermarktung und Marktein-

führung gewonnen werden.

Im Sinne einer Vorabklärung wurde im Projekt **Verminderung der Verluste von Netztransformatoren** [3] überblicksmässig eine systematische Auflistung der verschiedenen Transformatoren (2VA bis 1000 MVA) erarbeitet und deren geschätzte Verluste (etwa 1,5%) ermittelt. Gleichermassen wurde aufgrund vorläufiger Schätzungen und unter Berücksichtigung von Technologietrends ein Verlustverminderungspotential von etwa 1/3 als durchaus realistisch identifiziert. Neben den Kleintransformatoren, bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, sind namhafte Verlusteinsparungen im industriellen und gewerblichen Sektor sowie in der Energieverteilung möglich und werden dort nach Massgabe der Wirtschaftlichkeit auch realisiert. In Ergänzung wurde in der Machbarkeitsstudie **Elektronischer Verteiltransformator** [4] nachgewiesen, dass die Entwicklung eines elektronischen Verteiltransformators mit Wirkungsgraden von 98,5% bis 99% möglich ist. In weiteren Abklärungen soll die Situation bei den Verteiltransformatoren genauer und unter Einbezug verschiedener technologischer und wirtschaftlicher Aspekte untersucht werden.

Die Leistungen von dezentralen Erzeugern waren gesamthaft gesehen bis anhin gering, und führten deshalb zu keinen speziellen Netzwerkproblemen. Dies dürfte sich zukünftig mit der Erhöhung von Anzahl und Leistung dezentraler Erzeuger ändern. Im Projekt **Zuverlässigkeit von Sicherheitsschaltungen gegen Inselbildung** [5] sollen die sich dem Netz dadurch stellenden Probleme untersucht werden.

VERWENDUNG / RATIONELLE NUTZUNG

a) *Kraft/elektrische Motoren*

Im Projekt **Integraldrive 0.55 kW - 22 kW mit regenerativer Energierückspeisung** [4] wurde die Prototypen-Entwicklung einer ganzen Baureihe eines integrierten Frequenzumrichterantriebs für Pumpen, Lüfter und Konstantmomentanwendungen von 0.55 - 22 kW abgeschlossen. Die verschiedenen Integraldrives wurden in etwa 300 Feldinstallationen in enger Zusammenarbeit mit diversen Industrien erprobt und getestet. Neben der eigentlichen Effizienzsteigerung durch die Integration von Umrichter und Motor wird auch die Akzeptanz des Einsatzes drehzahlvariabler Antriebe erhöht. Dies dürfte zu einer zusätzlichen Verbreitung dieser energieeffizienten Anwendung führen.

Mit der **Erweiterung des Programmsystems OPAL mit Frequenzumrichtern** [6] sollen Projektierende im Antriebsbereich in die Lage versetzt werden, eine energieoptimale und herstellerübergreifende Motorauswahl für drehzahlvariable Antriebe treffen zu können. Die Projektarbeit bestand 1997 in der Implementierung eines Prototypen, der Erstellung

eines Testplans sowie der Durchführung von ersten Messungen an verschiedenen Motoren zum späteren Vergleich mit den Resultaten des Programms.

Ein an der ETH-Lausanne entwickeltes *Schnell-diagnose-System* ermöglicht auf elegante Art, die effektiv benötigte Leistung eines Motors in Lüftungs- und anderen Anlagen sowie den passenden Ersatzmotor vor Ort zu bestimmen. Die Arbeit wurde mit dem *Prix eta 1997* der Schweizer Elektrizitätswirtschaft ausgezeichnet.

Kleinventilatoren (< ca. 2'000 m³/h) werden in verschiedenen Bauformen für sehr unterschiedliche Anwendungen eingesetzt. In der Schweiz wird der diesbezügliche Elektrizitätsverbrauch auf ca. 1% des Landesverbrauchs geschätzt. In einer Vorstudie sollen die **Grundlagen für Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte für Kleinventilatoren mit hohem Wirkungsgrad** [3] identifiziert und damit verbunden, erfolgversprechende Projekte in diesem Bereich formuliert werden. In einer ersten Phase wurden die Anwendungen und Einbausituationen von Kleinventilatoren analysiert und quantifiziert.

b) *Energie und Informationstechnik*

Die zunehmende Vernetzung und die Benutzung von mobilen Computern bewirken ein allmähliches Verschwinden einer strikten Trennung von Computer und Kommunikation, von Arbeitsplatz und Wohnort oder gar von Arbeit und Freizeit. Aufgrund der verstärkten Verbreitung der Kommunikations- und Informationstechnik stellt die Thematik *Energie und Informationstechnik* weiterhin einen Schwerpunkt des Forschungsprogramms dar.

Im Projekt **Energiemanagement in vernetzten elektronischen Systemen** [7] werden Handlungsalternativen aufgezeigt, den Stromverbrauch durch Sensibilisierung des Marktes, dem Einsatz von effizienten Technologien, entsprechender Planung und dem konsequenten Anwenden eines Energiemanagements zu beeinflussen. Mehrere Projekte und Aktivitäten konnten identifiziert und deren Umsetzung initiiert werden.

So wurde im Projekt **Energieverbrauch von Netzwerkkomponenten** [8] erstmalig in zwei modernen Netzen mit 82 und 1200 Benutzern Energiemessungen an Netzwerkkomponenten (*Router, Switch, Multiplexer* etc.) durchgeführt. Einerseits hat sich dabei gezeigt, dass die aufgenommene Leistung zeitlich konstant und nicht vom Datenfluss oder der Netzwerktopologie abhängig ist; andererseits musste aber auch zur Kenntnis genommen werden, dass die gemessenen Leistungen teilweise weniger als 30% der Produkteangaben betragen. Dies kann zu Überdimensionierung von Infrastrukturanlagen wie z.B. Klimatisierung und USV-Anlagen führen. Zwei weltführende Hersteller aus den USA wurden daraufhin mit dieser Tatsache konfrontiert, wobei sich einer konstruktiv und interessiert gezeigt hat.

Um aktuelle Werte zur Verfügung zu haben, wird im Projekt **Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz** entsprechendes Datenmaterial erhoben. Gleichermassen wird im Projekt **Grundlagen für Forschungsaktivitäten im Bereich TVA/PABX** (Telefonzentralen) verfügbares Datenmaterial aufgearbeitet, um notwendige Forschungsarbeiten im.

Die Zielsetzung der **Fachstelle zur Förderung des rationellen Energieeinsatzes in der Informationstechnik und Unterhaltungselektronik** [9] liegt unverändert im Sammeln, Aufbereiten und Verbreiten

von einschlägigem Wissen. Im laufenden Jahr konzentrierten sich die Arbeiten hauptsächlich auf die Leitung des IEA-Projekts **International koordinierte Beschaffung innovativer Kopierer** [9]. Per Oktober 1997 wurde die Projektleitung an die amerikanische Umweltbehörde EPA abgegeben. Ferner erfolgte die Konzeption und Vorbereitung des Projekts **Energieverbrauch und Energiesparmöglichkeiten von Automaten** [9]. In einer ersten Phase wurden die verschiedenen zu untersuchenden Automaten identifiziert und systematisiert. Gleichermassen wurde das bisher bekannte Wissen zusammengetragen und in einer Vorstudie dargestellt. Als nächstes wird ein grober Ueberblick über den Energieverbrauch der Automaten erstellt. Gleichzeitig sollen wichtige Automatentypen vertieft analysiert werden, wobei sich die Arbeiten voraussichtlich auf Verkaufsautomaten konzentrieren werden.

Aufgrund der Konzentrierung der Fachstelle Richtung Energie in EDV-Netzwerken wird die Stelle auf Anfang 1998 in *Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik* umbenannt.

c) *Demand Side Management (DSM)*

Die Schweiz hat im Rahmen des IEA-Programms *Demand Side Management* an zwei Projekten aktiv teilgenommen. Aufgrund der rasch fortschreitenden Marktliberalisierung und -deregulierung hat sich die Bedeutung von DSM aber substantiell verringert und wird verstärkt durch marktwirtschaftliche Mechanismen abgelöst. Da sich zudem die im Programm vorgesehenen zukünftigen Arbeiten für die Schweiz nur noch bedingt als nützlich erwiesen, ist die Schweiz aus dem Programm ausgetreten.

Das Folgeprojekt **Prioritäre Aktionsfelder im DSM: Anleitung zur erfolgreichen Marktbearbeitung** [10] hatte ursprünglich zum Ziel, die Aktivitäten aus dem DSM zu systematisieren und erfolgversprechende Felder zu identifizieren. Durch die Marktöffnung und die daraus resultierenden Veränderungen hat sich aber die Rolle der marktbezogenen Massnahmen gewandelt. Sie sind nicht mehr freiwillige Aktionen sondern Marketingmassnahmen. So sollen z.B. rationale Anwendungen die Wettbewerbsfähigkeit des Energieträgers erhöhen und damit zur Gewinnung und Haltung des eigenen Marktanteils beitragen. Das Projekt hat diese Entwicklung berücksichtigt und konzentrierte sich auf die Erstellung eines entsprechenden Marketinghandbuchs für die Elektrizitätswirtschaft.

INTERDISZIPLINÄRE PROJEKTE

a) *Supraleitung*

Das Ziel des Projekts **Hochtemperatur-Supraleiter-Transformator** [11] bestand in der Erprobung der Technologie anhand eines Transformators. Mit der Inbetriebsetzung des weltweit ersten dreiphasigen Hochtemperatur – Supraleitung - Transformators

(630 kVA, 18.7 kV) im Netz der SI Genf konnte dieser Beweis im Frühling 1997 überzeugend erbracht werden.

Bei der **Entwicklung eines Hochtemperatur-Supraleiterkabels für die Energietechnik** [12] konnten die anstehenden Konzeptentscheide (Kabelaufbau) auf der Basis der erfolgten Studienarbeiten

gefällt werden. Ebenfalls wurden Isolationssysteme und Modellkühlkreislauf experimentell untersucht und Sicherheitsaspekte wurden studiert. Schliesslich wurden Kabelherstellungsmethoden erprobt.

Im IEA-Programm *Assessing the Impacts of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector* [12] wurde im Frühling ein internationaler Kongress über Hochtemperatur-Supraleitungs-Energiekabel organisiert [19]. Auch wurden verschiedene Berichte erarbeitet und dem interessierten Fachkreis zur Verfügung gestellt.

b) Leistungselektronik

Die **Ausarbeitung von energierelevanten Umsetzungsprojekten der LESIT-Ergebnisse** [13] führte zum Beschrieb mehrerer Projekte. Eines davon ist das bereits beschriebene *FACTS-Projekt*. Zwei weitere Projekte **Vergleich von Bauelementkonzepten für MOS-kontrollierte Hochspannungs-Leistungshalbleiterschalter mit Trench-IGBT** [14] und **Analyse und Optimierung von IGBT-Modul Packages** [14] befassen sich mit der energetischen Optimierung von Leistungsbauelementen.

Unterbruchsfreie Stromversorgungs-Anlagen (USV) dienen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit empfindlicher und kritischer elektrischer Verbraucher. Je nach Technologie unterscheiden sich die USV-Anlagen bezüglich Qualität und Wirkungsgrad beträchtlich und verursachen damit höhere oder

geringere Energieverluste. Mit dem Projekt **Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen** [15] ist in einer sogenannten Q/E-Matrix die Parameteridentifikation und die Gegenüberstellung der qualitäts- und energierelevanten Kenngrössen erarbeitet worden. Gleichermassen liegt ein Messverfahren im Entwurf vor. Dieses wird 1998 überprüft.

c) Niederfrequente, elektromagnetische Felder

Gemäss neusten US-Forschungsergebnissen lassen sich keine statistischen Hinweise finden, dass die durch Hochspannungsleitungen hervorgerufenen Magnetfelder bei Kindern zu Leukämie führen. Damit dürfte eine kontroverse Diskussion bezüglich des Einflusses von Magnetfeldern auf die Entwicklung von Leukämie im Kindesalter vorerst beendet sein.

An der ETH Zürich wurde eine Tagung mit dem Titel *Elektrosensibilität: Standortbestimmung eines Phänomens* durchgeführt [20]. Im Rahmen des ETH-Forschungsprojekts NEMESIS wird zudem untersucht, inwiefern eine gesonderte Risikogruppe elektrosensibler Menschen existiert.

d) Neue, innovative Projektideen

Im Projekt *Compresseur hydraulique-isothermique* [16], in welchem ein neuartiger Kompressortyp erforscht wird, wurden nach einem krankheitsbedingtem Projektunterbruch verschiedene Optimierungsarbeiten am Prototypen vorgenommen.

Nationale und internationale Zusammenarbeit

Sowohl aus Kostengründen als auch zur Erhöhung der Umsetzungschancen werden praktisch nur Projekte unterstützt, die sich durch ein substantielles Engagement der Industrie auszeichnen. Damit wird auch die nationale Zusammenarbeit zwischen Hoch- und Fachhochschulen und der Industrie gewährleistet.

Die aktive Teilnahme der Schweiz am IEA-Programm *Hochtemperatur-Supraleitung* stellt unverändert eine ausgezeichnete Plattform für die internationale Zusammenarbeit dar. Wertvolle Impulse und Informationen sowie neue Kontakte konnten insbesondere durch den Besuch des Programmleiters anlässlich des *Executive Committee*-Treffens des IEA-Hochtemperatur-Supraleiter-Programms in Milano gewonnen werden.

Wie erwähnt hat die Schweiz ihre Teilnahme am IEA-Programm *Demand Side Management* aufgehoben. Etablierte Kontakte werden aber weitergepflegt.

Aufgrund der unattraktiven Bedingungen sowie der nicht sehr erfolgsversprechenden Arbeiten EU-Projekt *Energy Efficient Motors and Drives* (SAFE II) verzichtet das BFE vorerst auf eine Teilnahme. Die Aktivitäten werden jedoch verfolgt.

Zur Zeit wird die Teilnahme der Schweiz am IEA Programm *Energy Storage* im Bereich *Electrical Energy Storage Technologies for Utility Network Optimization* unter Einbezug der Elektrizitätswirtschaft geprüft.

Umsetzung in die Praxis, P+D-Projekte

KRAFT / ELEKTRISCHE MOTOREN

Aufgrund der bisherigen Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der elektrischen Motoren und Antriebe wurde Ende Oktober 1997 unter Einbezug der ETH Zürich und der einschlägigen Industrie der BFE-

Workshop **Technologietrends bei Antrieben/Motoren** im Technopark Zürich durchgeführt. Über 60 Teilnehmer konnten zum Anlass begrüsst werden. Durch hochkarätige Referenten wurden neue und

aktuelle Trends präsentiert. Die ausgearbeiteten Tagungsunterlagen geben einen breiten Überblick über die einschlägigen, nationalen und internationalen Aktivitäten [21].

Obwohl im P+D-Projekt **Felderprobung einer Stromspar-Kleinumwälzpumpe** grössere zeitliche Verzögerungen aufgetreten sind, besteht nun Zuversicht, dass die Feldversuche mit den 20 verfügbaren Prototypen an mehreren Örtlichkeiten durchgeführt werden können.

Die Umsetzung des Projekts **Integraldrives** ist erfreulich: infolge der erfolgreichen Entwicklung sowie des grossen Interesses seitens der Industrie konnten im Rahmen einer Firmenneugründung in der Schweiz 8 Arbeitsplätze geschaffen werden. Zur weltweiten Vermarktung wurden neben der Teilnahme an mehreren

Messen (z.B. Hannover Messe 1997) zwei neue Unternehmungen in Deutschland und den USA gegründet. Mit ca. 12 Firmen unterschiedlichster Industriebereiche entwickelte sich eine intensive Zusammenarbeit für die Umsetzung in industrielle Anwendungen. Druck- und Textilmaschinen, Lüfter, Fahrstuhltriebe, Pumpen und Verdichter sind nur einige Beispiele des breiten Anwendungsgebiets für den Integraldrive.

Im Rahmen des IEA-Demand Side Management-Programms wird als Pilotprojekt eine **High Efficient Motor Ausschreibung** im Leistungsbereich von 0.18 - 110 kW vorgenommen. Damit will man die Industrie zur Herstellung von effizienten Antrieben motivieren sowie entsprechende Vermarktungsunterstützung bieten.

BÜROGERÄTE / EDV-NETZWERKE

In Fortführung der bisherigen Informationsarbeiten wurde ein Merkblatt mit dem Titel *Energiesparen in Netzwerken – leicht gemacht* verfasst. Die Broschüre beschreibt anhand von zwei unterschiedlichen Pilotprojekten, dass sich Server nachts und über das Wochenende herunterfahren lassen, ferngesteuert und ohne nennenswerte Einschränkungen für den Benutzer.

Im Projekt **Energiemanager Typ 96.010** [17] wurde das als Funktionsmuster vorhandene Energiemanagement-System für EDV-Netzwerke als Prototyp weiterentwickelt und im Einsatz in mehreren EDV-Netzwerken auf seine Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit hin untersucht. Zwar konnten positive Resultate bezüglich Systemzuverlässigkeit verzeichnet werden. Die Untersuchung hat aber auch aufgezeigt, dass seitens der Betreiber eine grosse Zurückhaltung besteht. Die Angst von dadurch verursachten Systemunterbrüchen ist gross. Aufgrund solcher Erfahrungen werden nun neue Vermarktungsstrategien untersucht.

In enger Zusammenarbeit mit der produzierenden und

betreibenden Industrie sind Vorbereitungen für Abklärungen im Zusammenhang mit *energieeffizienten Geldausgabeautomaten* durchgeführt worden. Die Spezifikationen sind verfügbar und entsprechende Pilotprojekte werden im Frühling 1998 ausgearbeitet.

1997 wurde eine *Begleitgruppe Energiemanagement in vernetzten Systemen* aufgebaut. Sie setzt sich aus Vertretern der Benutzer, der forschenden Hochschule, der liefernden Informatikindustrie sowie des Bundes zusammen. Sitzungen im Halbjahresrhythmus sollen einen engen Informationsaustausch mit Bezug zur Praxis sicherstellen.

Im neuen BFE-Gebäude wurde als Pilotinstallation ein *AC-Netzwerkmanager* in Betrieb genommen, der zeit- und bedarfsgesteuert zentrale Komponenten des Netzwerkes kontrolliert ein- und ausschaltet. Durch die Kopplung des AC-Managers mit dem Personalausweis werden am Wochenende und abends bedarfsgerecht nur diejenigen Server/Komponenten gestartet, auf die der Betreffende Zugriffsrechte hat.

DIVERSE

Mit dem Projekt **Energiesparen bei Reisezügen** [18] wurde am Beispiel eines Reisewagens nachgewiesen, dass deren Energieverbrauch um mehr als die Hälfte gesenkt werden könnte. Es ist vorgesehen, dass die SBB anlässlich der nächsten Wagenrevisionen die

vorgeschlagenen Massnahmen umsetzt.

Im Projekt **Öko-Kühlschrank** sind nun 10 Prototypen produziert worden. Tests, Optimierungen und Marktaktivitäten sind für 1998 geplant.

Bewertung 1997 und Ausblick 1998

Im Schwerpunktsbereich *Energie und Informationstechnik* konnten breit angelegte Aktivitäten gestartet werden. Sowohl das Echo der Industrie als auch der grossen Netzbetreiber sind ermutigend und zeigen, dass ein Handlungsbedarf vorhanden ist. Das Etablieren einer Benutzergruppe hat sich als äusserst griffiges Informationsforum entwickelt.

Berücksichtigt werden muss aber die nach wie vor latent vorhandene Angst der Betreiber vor Systemunterbrüchen. Diesem Aspekt ist auch zukünftig grösste Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Arbeiten im Schwerpunkt *Antriebe/Motoren* sind sowohl qualitativ als auch quantitativ zufrieden-

stellend verlaufen. Auch die Umsetzung der erarbeiteten Forschungsergebnisse in Form des durchgeführten Workshops und durch Kommerzialisierungen des *Integraldrives* ist positiv zu werten. 1998 ist beabsichtigt, diesen Schwerpunkt durch zusätzliche, systemorientierte Antriebsprojekte auszuweiten.

Um die im Bereich *Übertragung/Verteilung* durchgeführten Forschungsaktivitäten besser bekannt zu

machen ist vorgesehen, 1998 durch ein BFE-Seminar einen konzentrierten Wissenstransfer vorzunehmen.

Nachdem 1996 der *Current Limiter* in der Schweiz als weltweit erstes Hochtemperatur-Supraleiter-Gerät ans Netz ging, hat die Schweiz mit dem dreiphasigen Hochtemperatur-Supraleitungs-Trafo am Netz auf diesem Gebiet erneut eine Spitzenposition inne. Diese Position gilt es auch längerfristig aufrecht zu erhalten.

Liste der Projekte

- [1] D. Westermann, ABB HOCHSPANNUNGSTECHNIK, Zürich: *Entwicklung neuer systemorientierter FACTS-Elemente* (JB)
- [2] L. Maiocchi, ETH-Zürich und Th. Arpagaus, AMSTEIN + WALTHERT, Zürich: *Lastbestimmungsmodell für Verteiltransformatoren* (SB)
- [3] J. Nipkow, ARENA, Zürich: *Verminderung der Verluste von Netztransformatoren* (SB) • *Grundlagen für Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte für Kleinventilatoren mit hohem Wirkungsgrad* (JB)
- [4] A. Stoev, IDS, Zürich: *Integraldrive 0.55 kW - 22 kW mit regenerativer Energierückspeisung* (SB) • *Elektronischer Verteiltransformator* (SB)
- [5] A. Real, ALPHA REAL, Zürich: *Zuverlässigkeit von Sicherheitsschaltungen gegen Inselbildung* (JB)
- [6] R. Tanner, SEMAFOR, Basel: *Erweiterung des Programmsystems OPAL mit Frequenzumrichtern* (SB)
- [7] A. Huser ENCONTROL, Niederrohrdorf: *Energiemanagement in vernetzten elektronischen Systemen* (SB)
- [8] M. Kunz, BASLER + HOFMANN, Zürich und M. Kistler, TELEINFORM, Schlieren: *Energieverbrauch von Netzwerkkomponenten* (SB)
- [9] B. Aebischer, ETH-Zürich: *Förderung des rationellen Energieeinsatzes in der Informationstechnik und Unterhaltungselektronik* (JB), • *Energieverbrauch und Energiesparmöglichkeiten von Automaten - Vorstudie* (SB) • *International koordinierte Beschaffung eines innovativen Kopiergerätes* (SB)
- [10] D. Haefelin, INFEL, Zürich: *Folgeprojekt Prioritäre Aktionsfelder im DSM; Anleitung zur erfolgreichen Marktbearbeitung* (SB)
- [11] H. Züger, ABB SECHERON, Genf: *Hochtemperatur-Supraleiter-Transformator* (SB)
- [12] G. Véscey, EPF-Lausanne: *Entwicklung eines HTS-Kabels für die Energietechnik* (JB) • *Assessing the Impacts of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector* (JB)
- [13] H. Späth, UNI-Karlsruhe: *Ausarbeitung von energierelevanten Umsetzungsprojekten der LESIT-Ergebnisse* (SB)
- [14] W. Fichtner, ETH-Zürich: *Analyse und Optimierung von IGBT Modul Packages und Vergleich von Bauelementkonzepten für MOS-kontrollierte Hochspannungs-Leistungshalbleiterschalter mit dem Trench-IGBT* (JB)
- [15] P. Mauchle, SCHNYDER & BRÜNIGER, Ottenbach: *Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen* (JB)
- [16] L. SIMON, Genf: *Compresseur hydraulique-isothermique* (JB)
- [17] P. Aeschlimann, LINARD, Lommis: *Energiemanager Typ 96.010* (SB)
- [18] C.U. BRUNNER, Zürich: *Enper: Energiesparen bei Reisezügen* (SB)

(JB) Jahresbericht 1997 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

Referenzen

- [19] R. BRÜNIGER, *Ottenbach: Reisebericht* über den internationalen Workshop über "HTSC Power Transmission Cables", Mai 1997
- [20] C. Schierz, C. Müller, ETH-Zürich: *Elektrosensibilität: Standortbestimmung eines Phänomens*, 4. Juli 1997
- [21] J. Nipkow, ARENA, Zürich: *Technologietrends bei Antrieben/Motoren (Tagungsunterlagen zum gleichnamigen BFE-Workshop)*