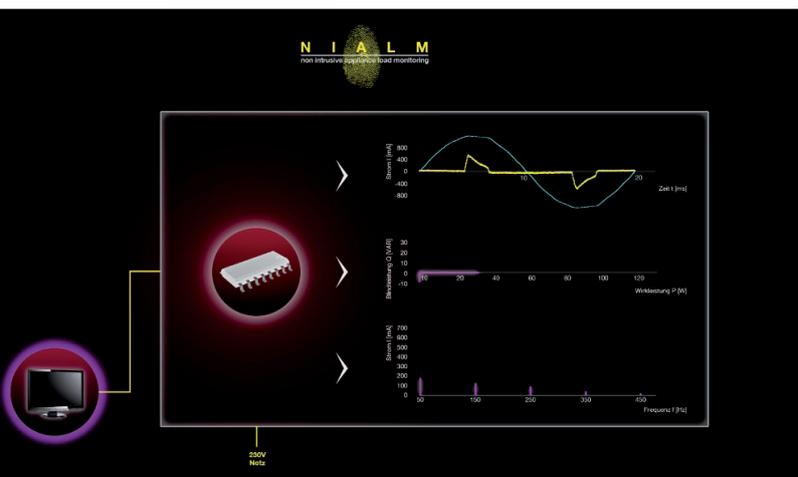
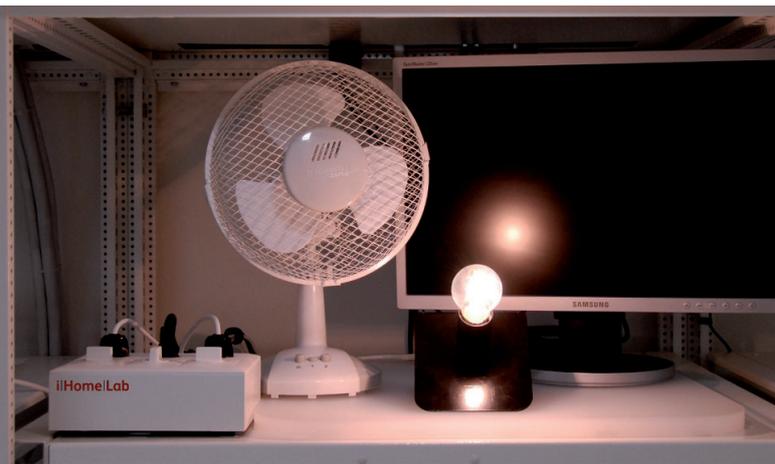
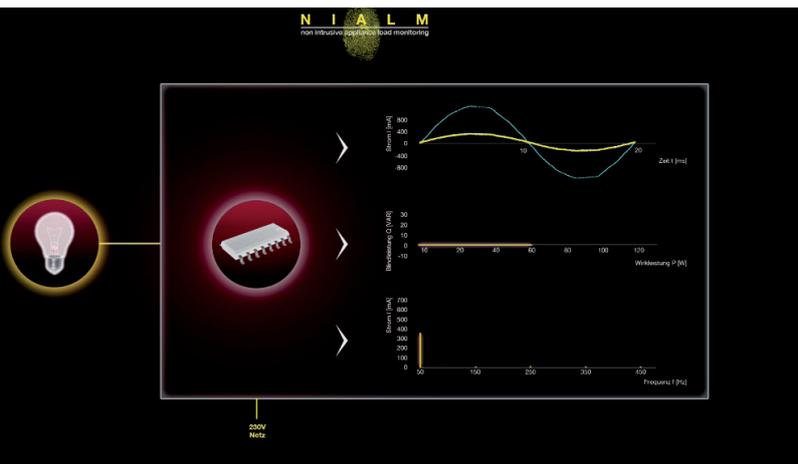


Überblicksbericht 2011

# Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien und -anwendungen



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN

## **Titelbild:**

### **Testaufbau mit LoReMa-Steckdose/NIALM-Applikation und drei Verbrauchern (Ventilator, Glühlampe, Bildschirm)**

Im Projekt «LoReMa» (Load Recognizing Meter and Actor) wird der Stromverbrauch eines Verbrauchers durch dezentrale Aktoren erfasst. Um den Installationsaufwand und die erforderliche Anzahl Messpunkte in einem Haushalt zu minimieren, kann ergänzend mit einer intelligenten NIALM-Applikation der Stromverbrauch jedes einzelnen Gerätes in einem Haushalt identifiziert werden, ohne jedes Gerät einzeln messen zu müssen. NIALM steht für «Non-intrusive Appliance Load Monitoring» und bedeutet, dass mit einer Gesamtmessung aufgrund der einzigartigen elektr. Eigenschaften einzelner Geräte (speziell bezüglich Strom-, Spannungs- und Leistungsverlauf beim Ein-/Ausschalten) der gemessene Gesamtstromverbrauch auf die Verbraucher aufgeteilt und damit der Verbrauch jedes Gerätes mit lediglich einer Gesamtmessung bestimmt werden kann. Im Bild oben wird die Glühlampe und unten der Monitor durch den NIALM-Algorithmus identifiziert.

## **BFE Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien und -anwendungen**

Überblicksbericht 2011

### **Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
CH-3003 Bern

### **Programmleiter BFE (Autor):**

Roland Brüniger, R. Brüniger AG (roland.brueiniger@r-brueniger-ag.ch)

### **Bereichsleiter BFE:**

Dr. Michael Moser (michael.moser@bfe.admin.ch)

[www.bfe.admin/forschungelektrizitaet](http://www.bfe.admin/forschungelektrizitaet)

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

## Einleitung

Das Jahr 2011 darf aufgrund der dramatischen internationalen Ereignisse als wegweisend für die energetische Zukunft der Schweiz eingestuft werden. Ausgelöst durch die tragischen Ereignisse in Japan hat der Bundesrat am 25. Mai 2011 den stufenweisen Kernenergieausstieg initiiert, womit langfristig ca. 40 % der bisherigen Stromproduktion wegfallen. Dadurch wird auch die gesamte Energiepolitik neu ausgerichtet und die zukünftigen Forschungsaktivitäten dürften ebenfalls erheblich beeinflusst werden.

Im Gegensatz zu 2009, wo der Stromverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 2,1 % sank, stieg er 2010 gegenüber 2009 erneut um 4 % an. Diese Tendenz entspricht – wie ein längerfristiger Rückblick der schweizerischen Elektrizitätsstatistik zeigt – dem grundsätzlich ungebrochenen Wachstumstrend, stieg doch der Verbrauch von etwa 52 TWh im Jahr 2000 auf knapp 60 TWh im Jahr 2010.

Im Jahr 2010 wurden in der Schweiz erstmals Verbrauchsvorschriften für Elektrogeräte erlassen. Dieser regulatorische Schritt ging weitgehend mit den seit einiger Zeit erlassenen EU-Vorschriften einher und stellt den Anfang eines andauernden Prozesses dar. Denn bereits per Januar 2012 erfolgte nach zwei Jahren eine erste Verschär-

fung der Verbrauchsvorschriften für Elektrogeräte. Weitere Schritte dürften sukzessive mit dem Fortschritt der technischen Möglichkeiten folgen.

Neben regulatorischen Massnahmen und diversen, in der Schweiz bestehenden und in Vorbereitung stehenden Anreiz- und Förderinstrumenten für die Erhöhung der Effizienz, sind auch verstärkte Anstrengungen in der Forschung Richtung neue und effiziente Technologien unabdingbar. Erst die Verfügbarkeit von effizienten Technologien erlaubt dem Regulator wiederum, verschärfende Gesetzgebungen umzusetzen oder entsprechende Fördermassnahmen zu lancieren.

Gerade im Hinblick auf die enormen zukünftigen Herausforderungen ist es entscheidend, mit den verfügbaren finanziellen Mitteln in denjenigen Bereichen zu forschen, in denen das grösste Effizienzpotenzial steckt. Diesbezügliche Vorabklärungen und Grundlagenstudien sind deshalb wichtig, um die Forschungsanstrengungen möglichst zielgerichtet und ergebnisorientiert ausrichten zu können. Um diese Ausrichtung kontinuierlich prüfen und gegebenenfalls justieren zu können, hat die Programmleitung in relevanten Fachbereichen sogenannte Trendwatching-Gruppen etabliert, die sich aus anerkannten Fachpersonen

aus Wirtschaft, Forschung, Hochschulen und vereinzelt auch Investoren zusammensetzen. In periodischen Treffen werden nationale und internationale Aktivitäten und Trends diskutiert und relevante Erkenntnisse fliessen soweit möglich und zweckmässig in zukünftige Forschungsaktivitäten mit ein. 2011 wurde einerseits die Trendwatching-Gruppe «Energieeffizienz durch Informations- und Kommunikationstechnik» neu ausgerichtet. Andererseits wurde aufgrund der in der Schweiz verstärkten Aktivitäten eine neue Trendwatching-Gruppe im Technologiebereich «Thermoelektrik» aufgebaut. Das erste Treffen wurde im Dezember 2011 durchgeführt, das ein hohes Interesse bei den eingeladenen Mitgliedern fand und zu interessanten Impulsen führte.

IEA Klassifikation:	1.1 Industry, 1.2 Residential and commercial, 6.1 Electric power conversion, 6.3 Energy storage
Schweizer Klassifikation:	1.4 Elektrizitätstechnologien und -anwendungen

## Programmschwerpunkte

Mit der Thermoelektrik kann Nieder-temperaturwärme direkt in Elektrizität umgewandelt werden. Da damit insbesondere die bei vielen Prozessen anfallende Abwärme in nutzbare Energie gewandelt werden kann, stellt die Thermoelektrizität einen wesentlichen Schwerpunkt im Programmbereich «Energiekonversion» dar.

Mit der magnetokalorischen Konversion und vor allem mit der Entdeckung des sogenannten «Giant Magnetocaloric Effect» Ende der 90-iger Jahre, wurden Hoffnungen auf eine effiziente, neuartige Kühltechnik geweckt. Diverse Untersuchungen haben aber zwischenzeitlich aufgezeigt, dass derzeit kein erhebliches Einsparpotenzial erschlossen werden kann. Der entsprechende Schwerpunkt entfällt deshalb.

Da dank der Hochtemperatursupraleitung Motoren, Generatoren, Kabel, etc. effizienter betrieben werden können, werden die entsprechenden internationalen Aktivitäten beobachtet und in spezifischen Anwendungen geprüft. Die Druckluftspeicherung als mögliche, effiziente Speichertechnologie wird noch weiter untersucht.

Motoren stellen die grösste Verbraucherkategorie dar. Gemeinsam mit der einschlägigen Industrie werden deshalb in diversen Anwendungsgebieten Optimierungen erforscht. Da bei motorischen Anwendungen der Einsatz von Umrichtern oft die Effizienz steigert, sind diese verstärkt in die Forschungsaktivitäten einbezogen. Haushaltsgeräte machen ebenfalls einen relevanten

Verbrauchsanteil aus, weshalb in diesem Bereich neuartige Technologien erforscht und Optimierungsarbeiten durchgeführt werden. Die Vakuum-Isolation stellt dazu beispielsweise eine Erfolg versprechende Einspartechnologie dar.

Durch die unvermindert rasant fortschreitende Technologieentwicklung werden im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik Grundlagen und Erkenntnisse bezüglich dem Thema Smart Metering und Smart Home bearbeitet. Schliesslich werden durch Fortführung der internationalen Aktivitäten im Rahmen des Implementing Agreements Energy Efficient End Use Equipment (4E) der Internationalen Energieagentur (IEA) neues und bestehendes Wissen zur Energieeffizienz aufbereitet und verbreitet.

### Rückblick und Bewertung 2011

Mit dem Aufbau der Trendwatching-Gruppe «Thermoelektrik» konnte ein reger Informationsaustausch zwischen Interessierten gestartet werden. Leider verzögerten sich die Arbeiten des isothermen Druckluftspeichers an der EPFL erneut und erste Ergebnisse sind erst im 2012 zu erwarten.

Die Resultate mehrerer Projekte im Bereich der Vakuum-Isolationstechnik sind sehr Erfolg versprechend, weshalb speziell für wärmeisolierende Geräte wie Boiler oder Kühlschränke fortführende Projekte initiiert wurden. Erfreulich ist ferner, dass aufgrund früherer

Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit Elektroheizungen einerseits Graubünden im revidierten Energiegesetz die Fernein- und ausschaltung von Boiler/Heizung für Zweitwohnungen regulativ fordert und andererseits topten [1] energieeffiziente Fernsteuerungen für die Schaltung von Boiler und Heizung aufgenommen hat.

Im Bereich Motoren hat eine breit angelegte Studie gezeigt, dass sich mit dem Ausrüsten von Motoren mit Umrichtern im Netz keine nachteiligen Auswirkungen bezüglich Oberwellen und Verluste ergeben. Mit dem erfolgreichen Abschluss des Pumpenchecks steht ferner ein Instrument für die Identifikation des Einsparpotenzials bei Pumpen zur Verfügung.

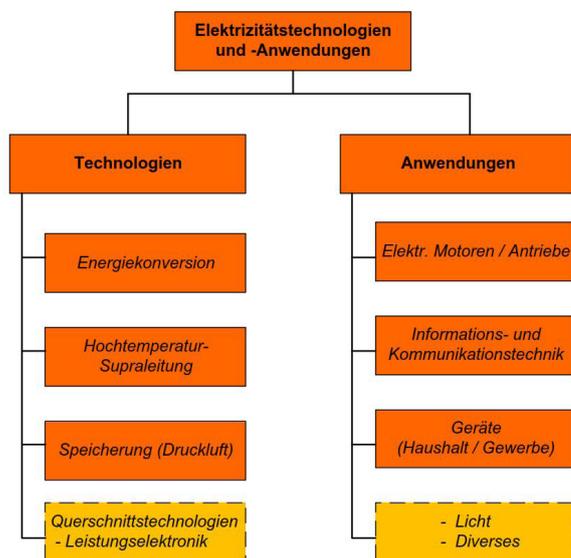
### Ausblick

Basierend auf den Ergebnissen der Eidgenössischen Energieforschungskonferenz Ende 2011 [2] und unter Einbezug der neuen Energiepolitik ist beabsichtigt, 2012 für das Programm ein strategisches Forschungskonzept für die kommenden vier Jahre auszuarbeiten. Der Abwärmennutzung wird auch zukünftig grosse Bedeutung beigemessen und die laufenden Projekte werden wesentliche Beiträge liefern können.

Auch die Trendwatching-Gruppe «Thermoelektrik» wird durch den Einbezug aller relevanten schweizerischen Interessensvertreter und laufenden Aktivitäten gefestigt.

Schliesslich wird erwartet, dass im Jahr 2012 ausreichende Erkenntnisse für die Einschätzung der isothermen Druckluftspeicherung vorliegen.

Nachdem spezifische Erkenntnisse der zukunftsorientierten Vakuumisolation für effiziente Kaffeemaschinen aus dem Jahr 2011 in die Marktumsetzung übergeführt wurden, sollten 2012 konkrete Ergebnisse für weitere Geräte (Boiler, Kühlschränke, etc.) vorliegen. Es bleibt abzuwarten, ob diese zu vertiefen sind, oder ob sie zur Marktumsetzung ausreichen. Der Ersatz von Elektroheizungen stellt noch lange ein erhebliches Einsparpotenzial dar. Mit einer geräuscharmen Einzelraumwärmepumpe wird eine Alternative erforscht und 2012 sollte ein entsprechender Prototyp vorliegen.



## Highlights aus Forschung und Entwicklung

### Energieeffizienz von und durch Informations- und Kommunikationstechnik

Das Bundesamt für Energie hat 1993 die ETH Zürich mit dem Aufbau und Führen des Kompetenzzentrums Energie und Informations- und Kommunikationstechnik beauftragt [3]. Der Schwerpunkt wurde auf das Sammeln, Aufbereiten und Verbreiten von relevanten Informationen im In- und Ausland gelegt. Daneben wurden umsetzungsorientierte Forschungsthemen analysiert und Forschungsprojekte evaluiert, konzipiert und teilweise selbst durchgeführt. Ende 2011 endeten die Aktivitäten des Kompetenzzentrums – zumindest in seiner heutigen Form. Personelle Veränderungen an der ETH einerseits und die gestärkte Kompetenz und internationale Vernetzung der Schweizer Akteure der Energieforschung im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik andererseits haben das BFE zu diesem Entscheid bewogen. Parallel zur Schliessung des Kompetenzzentrums wurde aber die entsprechende Trendwatching-Gruppe im Jahr 2011 mit hochkarätigen Branchenvertretern erweitert und neu ausgerichtet. Von dieser Gruppe werden zukünftig ein Informationsaustausch aus erster Hand über laufende und geplante Aktivitäten sowie Vorschläge für gemeinsame Forschungsprojekte erwartet.

Die Informations- und Kommunikationstechnik stellt eine von verschiedenen Voraussetzungen für den flächendeckenden Einsatz von «Smart Metering» und «Smart Grids» dar. In einem umfassenden Impact Assessment prüft das BFE die volkswirtschaftlichen Folgen eines Einsatzes von intelligenten Zählern. Parallel dazu laufen mehrere begleitende Forschungsarbeiten. So wurde in Zusammenarbeit mit dem Forschungsprogramm «Netze» bei einem grossen Elektrizitätswerk, das derzeit ein «Smart Metering»-Pilotprojekt durchführt, ein unangekündigter, professioneller Hackerangriff («ethical attack») [4] vorgenommen. Damit konnten einerseits IT-Schwachstellen identifiziert und andererseits eine Sensibilisierung erzielt werden. Auch bei einer flächendeckenden Einführung von Smart Metering muss das Elektrizitätssystem mit höchster Priorität

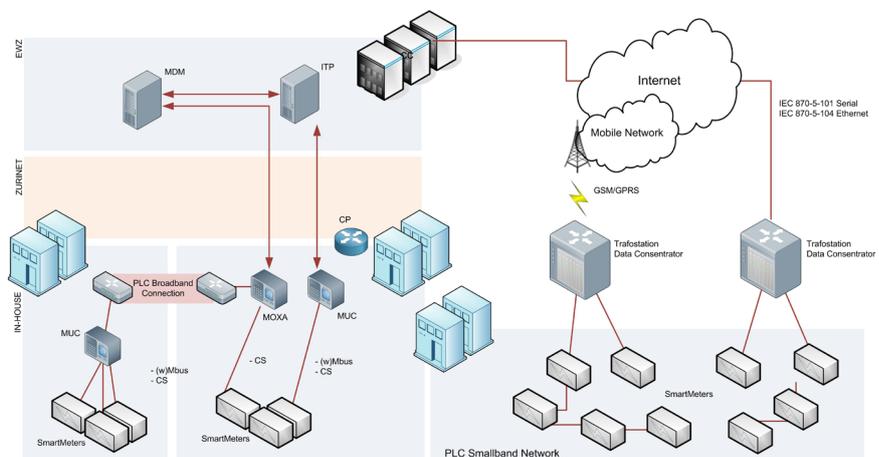
vor Hackerangriffen sicher bleiben.

Die Schweiz und Österreich finanzieren ein gemeinsames Projekt, in dem untersucht wird, wie gross der Eigenverbrauch von Smart Meter ist und mit welchem Zusatzverbrauch durch eine flächendeckende Smart Metering-Infrastruktur in der Schweiz und in Österreich zu rechnen ist. Die entsprechenden Ergebnisse werden 2012 vorliegen. Parallel dazu läuft in der Schweiz ein Forschungsprojekt, in dem neben anderem angestrebt wird, dank neusten Erkenntnissen die Thematik NIALM (Non-intrusive Appliance Load Monitoring) zu erforschen. Eine intelligente NIALM-Applikation soll aufgrund der charakteristischen, einzigartigen Eigenschaften von einzelnen Geräten (speziell bezüglich Strom-, Spannungs- und Leistungsverlauf beim Ein- und Ausschalten) den Gesamtstromverbrauch detailliert auf die einzelnen Verbraucher online aufteilen, und zwar ohne jeden Verbraucher einzeln messen zu müssen. Einen wesentlichen Durchbruch erhofft man sich in diesem seit über 20 Jahren bearbeiteten Forschungsgebiet durch die Tatsache, dass mit der Einführung von geeigneten Smart Meters ausgezeichnete Datengrundlagen in jedem Haushalt zur Verfügung stehen werden und sich die Haushalts-interne Geräteidentifikation dadurch auf die intelligente Auswertung verfügbarer Mess- und Zeitreihen konzentrieren kann. Da beide Themen auch international von Bedeutung sein dürften, entwickelte sich die Idee, diese Thematik

als neuen Annex im 4E Implementing Agreement vorzuschlagen. Auf Initiative der Schweiz und Österreichs wurde deshalb ein entsprechender Vorschlag in das Implementing Agreement 4E eingebracht und erfreulicherweise hat das Executive Committee im Oktober 2011 zugestimmt, dass die beiden Länder zu den Themen «Eigenverbrauch der «Smart Meter»-Infrastruktur und NIALM vertiefte Analysen auf internationaler Ebene durchführen können.

### Effizienz von Industriegwäschetrocknern

Aktuelle Haushaltswäschetrockner erreichen Effizienzwerte zwischen 0,2 und 0,25 kWh/kg Trockenwäsche (Kondensationstrockner). Bei den heutigen industriellen Wäschetrocknern mit einer Kapazität von über 20 kg Wäsche pro Trocknungsgang werden diese sehr guten Werte hingegen bei weitem nicht erreicht. Übliche Abluft-Geräte mit Gas-, Strom- oder Dampfbefeuerung liegen bei einer Energieaufnahme über 0,5 kWh/kg. Gerade aber bei diesen grossen Geräten, die normalerweise sehr gut ausgelastet sein müssen, sind die zu erwartenden Energieeinsparungen beträchtlich, denn gemäss groben Abschätzungen werden in der Schweiz täglich zwischen 1'500 und 2'500 Tonnen Wäsche industriell gewaschen, wozu eine Energiemenge von 300 bis 500 GWh pro Jahr, meist in Form von Elektrizität, benötigt wird. Durch eine Technologieverbesserung



Figur 1: Versuchsaufbau und Struktur eines mit Smart Metering ausgerüsteten Verteilnetzes, das unangemeldet professionell gehackt wurde (Quelle: Compass Security AG).

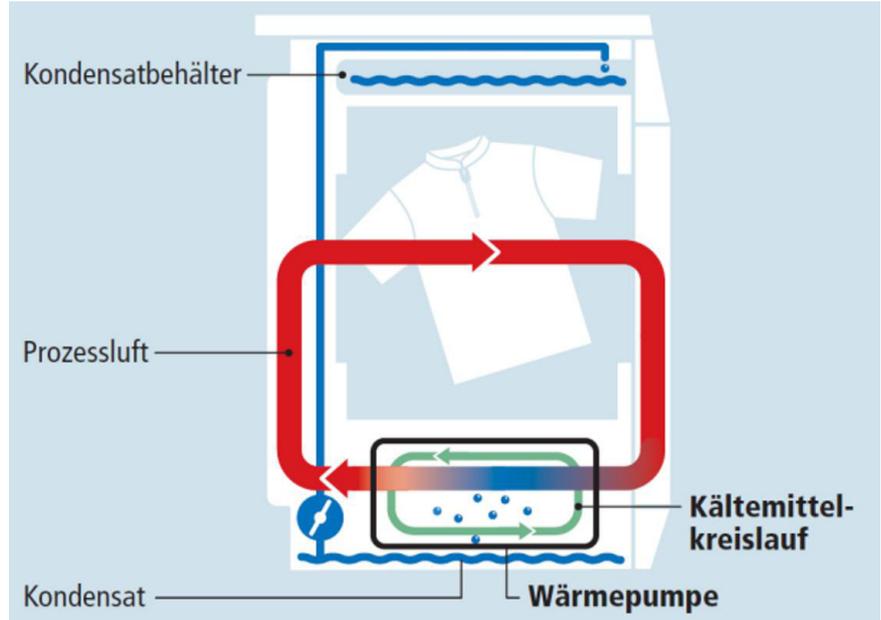


Figur 2: Messvorrichtung für den Eigenverbrauch eines Smart Meters (Quelle: Ecodesign).

analog dem Haushaltsbereich müsste also eine Halbierung des Verbrauchs möglich sein. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass im industriellen Bereich eine kurze Zykluszeit aufgrund der Wirtschaftlichkeit höher zu gewichten ist als bei Haushaltsgeräten und dies dementsprechend bei einer Technologieabklärung zu beachten ist.

Im Rahmen eines breiten Konzeptvergleiches [5] wurde ersichtlich, dass ein Wärmepumpentrocknerkonzept mit einem alternativen Kältemittel für die industrielle Anwendung ein grosses Potenzial aufweist und mit einem wohl beschränkten Entwicklungsaufwand zu einem effizienten und schnellen Industrie-Wäschetrockner umgesetzt werden könnte. Ein Vergleich von unterschiedlichen Kältemitteln hat zudem interessante Alternativen wie CO<sub>2</sub> oder R245fa aufgezeigt. Das heute verwendete Kältemittel R134a verhält sich bei einem grossen Temperaturhub nicht optimal. Deshalb sind die maximale Lufttemperatur und damit auch die Geschwindigkeit stark beschränkt. Ein Kältemittelwechsel z. B. mit CO<sub>2</sub> birgt damit ein erhebliches Potenzial.

Weiter wurde ein einfaches, thermodynamisches Modell erstellt, um die notwendigen Temperaturen für eine Verkürzung der Trocknungszeit abzuschätzen. Es zeigt sich, dass mit einer



Figur 3: Prinzipielle Funktionsweise eines Wärmepumpenwäschetrockners (Quelle: awtec AG für Technologie und Innovation).

Zuluft-Temperaturerhöhung von 70 °C auf 95 °C eine Halbierung der Waschzeit erreicht werden kann.

Die eigentliche Wärmepumpentechnologie ist vorhanden und seit längerem erprobt; das Entwicklungsrisiko ist damit klein und das Energiesparpotenzial beträchtlich. Unter diesen Voraussetzungen sollte es möglich sein, einen Hersteller zu finden, der dieses Konzept umsetzen und auf den Markt bringen kann. Im Jahr 2012 ist deshalb beabsichtigt, entsprechende Kontakte mit der Industrie aufzunehmen und diese für eine Fortführung der Arbeiten zu motivieren.

### Effizienzsteigerung elektrischer Antriebe mit Umrichter

Zur Erhöhung der Energieeffizienz von elektrischen Antriebssystemen werden zunehmend Frequenzumrichter eingesetzt. Diese Umrichter bewirken insbesondere im Teillastbereich ein effizientes Betreiben von elektrischen Motoren, wirken aber aufgrund ihrer Bauweise aufs Verteilnetz zurück. Wie gross diese Auswirkungen sind, falls sich die Anzahl Umrichter am Netz substantiell erhöhen würde, war bis anhin nicht bekannt. Zwar eliminieren Umrichter aus der Sicht des Netzes den Bedarf an Grundschwingungsblindleistung

des angetriebenen Motors, aber sie produzieren Oberschwingungsströme, die ihrerseits wieder Oberschwingungsblindströme verursachen. Der Wirkfaktor  $\cos \phi$  eines Umrichters beträgt damit zwar annähernd 1, der Leistungsfaktor PF hingegen kann abhängig von der Grösse der Oberschwingungsströme weit unter 1 liegen. Die Oberschwingungsströme von Frequenzumrichtern verursachen daher u. a. Verluste im Verteilnetz. In einem spezifischen Projekt [6] wurden diese Netzverluste in der Schweiz abgeschätzt und bewertet, um abzuklären, inwiefern sie von Relevanz sind. Zudem wurden Massnahmen zur Reduktion der Netzverluste aufgezeigt.

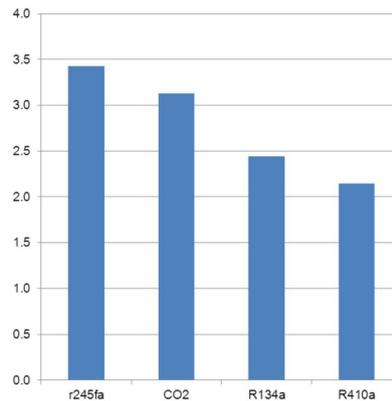
Im Rahmen von zwei Diplomarbeiten an einer Fachhochschule wurden theoretische Abschätzungen, Berechnungen und begleitende Simulationen durchgeführt. Daneben wurden ergänzende Messungen in einer industriellen Umgebung mit einer hohen Anzahl elektrischer Antriebe mit Umrichtern vorgenommen.

Basierend auf statistischen Daten und verschiedenen zusätzlichen Erhebungen kann abgeschätzt werden, dass der elektrische Energieverbrauch durch Motoren mit Frequenzumrichtern in der Schweiz zwischen 3'000 und 6'000 GWh pro Jahr liegt. Unter

Einbezug dieser Schätzung konnte berechnet werden, dass die durch die Oberschwingungsströme verursachten Netzverluste pro Jahr aktuell zwischen 15 GWh und 48 GWh liegen. Obwohl dies durchaus eine respektable Gröszenordnung von Verlusten darstellt, haben weitere Berechnungen gezeigt, dass wenn all diese Motoren ohne Umrichter und ohne Filter direkt am Netz betrieben würden, die Verluste aufgrund der dann vorherrschenden Grundschwingungsblindleistung etwa drei Mal höher ausfallen würden. Da die Grundschwingungsblindleistung von Motoren zu einem grossen Teil kompensiert wird, dürften die Netzverluste, die durch die Grundschwingungsblindleistung und durch die Oberschwingungsblindleistung verursacht werden, in etwa gleich gross sein. Zusammenfassend kann deshalb ausgesagt werden, dass Motoren mit Umrichtern im Vergleich zu Motoren ohne Umrichter keine zusätzlichen Netzverluste verursachen resp. die resultierenden Netzverluste sogar tiefer liegen.

Unabhängig davon ist es zweckmässig, die Entstehung von Oberschwingungen im Verteilnetz zu vermeiden. Im Falle eines Einsatzes von Umrichtern müssten primär die Oberschwingungsströme der 5. und 7. Ordnung gefiltert werden, wogegen dies bei Motoren ohne Umrichter primär die Grundschwingungsblindströme betrifft. Die Reduktion der Oberschwingungsströme von Umrichtern ist zudem nicht nur im Hinblick auf eine Reduktion der Netzverluste anzustreben, sondern liegt auch im Interesse des Endverbrauchers, um die Spannungsqualität des Netzanschlusses nicht zusätzlich zu beeinträchtigen.

Gerade bei grösseren Leistungen sind für eine saubere Unterdrückung der Oberschwingungen Aktivfilter erforderlich. Diese sind immer noch relativ kostenintensiv und werden deshalb nur bei entsprechendem Bedarf resp. bei erheblichen Blindleistungskosten eingesetzt. Um die prinzipielle Verminderung der Netzverluste bei motorischen Antrieben zu unterstützen, werden in einem Forschungsprojekt neue Technologien für Netzfilter untersucht [7]. Nachdem in einem vorgelagerten Forschungsprojekt alternative Konzepte mit einem Strom-Splitter-



Figur 4: Vergleich der verschiedenen Kältemittel hinsichtlich thermodynamischer Effizienz / Nutzungsziffer (COP) eines Systems zur Erhitzung von Luft von 20 °C auf 90 °C (Quelle: awtec AG für Technologie und Innovation).

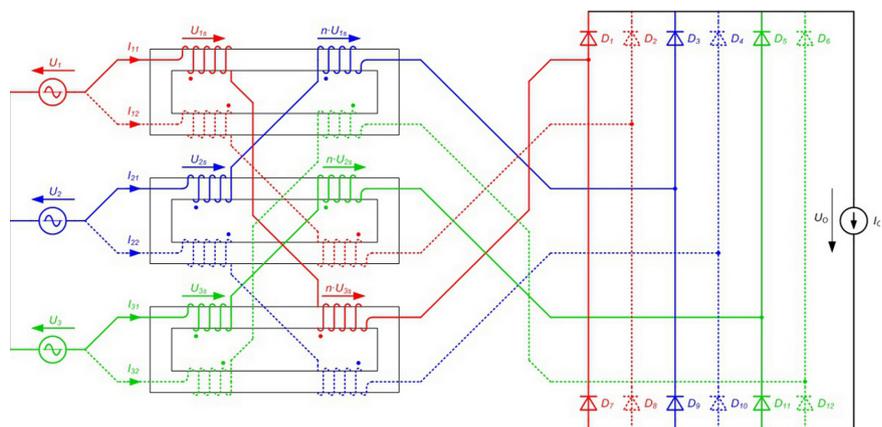
Multipuls-Gleichrichter (sogenannte VCSM-Technologie, Vectorial Current Splitter/Merger) entwickelt worden sind, galt es nun, diese zu vertiefen und in einem Prototypen zu prüfen. Die VCSM-Technologie ist deshalb sehr interessant, weil neben tieferen Kosten ein und dieselbe Komponente sowohl im Gleich- als auch im Wechselrichterbetrieb arbeiten kann. Dadurch ist sie auch für rückwärtsspeisende Umrichter geeignet, zum Beispiel zur Rekupe-ration von Bremsenergie in Aufzügen, Bahnen, Werkzeugmaschinen, etc.

Die Erarbeitung von Berechnungsgrundlagen und Simulationsmodellen für VCSM-Komponenten erwies sich als sehr anspruchsvoll. Im Jahr 2012 soll damit eine 100-kW-Prototypanlage dimensioniert und gebaut werden.



Figur 5: Bild eines Funktionsmoduls eines 12-pulsigen VCSM-Moduls mit einer Leistung von 60 kW (Quelle: Schaffner EMV AG).

Die anschliessende Ausmessung auf einem Prüfstand wird dann gleichzeitig auch zur Verifikation der erarbeiteten Methoden und Modelle dienen. Es ist positiv zu vermerken, dass der federführende Industriepartner beabsichtigt, nach dem erfolgreichen Pilotprojekt die applikationsspezifische Vermarktung mit grossem Engagement anzugehen. Ebenfalls sehr erfreulich ist, dass sich die durch das BFE initiierte Zusammenarbeit zwischen der Industrie und zweier spezifischer Fachhochschulen sehr positiv entwickelt hat und durch die Industrie auch in Zukunft aufgrund des gemeinsamen Projekterfolgs beibehalten wird.



Figur 6: Prinzip-Schema eines 12-pulsigen VCSM-Moduls (Quelle: NTB Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs).

## Nationale Zusammenarbeit

Durch periodische Treffen der BFE-Trendwatching-Gruppen zu den Themen Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), Motoren/elektrische Antriebe, Thermoelektrik sowie Hochtemperatursupraleitung (HTSL) werden nationale Diskussionsplattformen für Fachleute aus Industrie, Hochschule und Forschungsstätten durch die Programmleitung zur Verfügung gestellt, wo Ideen für zukünftige Forschungsaktivitäten generiert und diskutiert werden.

Beide Eidg. Technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne sowie mehrere Fachhochschulen werden immer wieder in Forschungsvorhaben einbezogen. So haben die Fachhochschulen Westschweiz (Sion), Nordwestschweiz (Brugg), Chur und Luzern (iHomeLab) sowie die NTB Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs in den Bereichen Motoren, Leistungselektronik, Smart Home, Smart Metering und Thermoelektrik diverse Projektarbeiten geleistet.

Die Erforschung neuer Materialien im Bereich der Hochtemperatursupraleitung ist im dritten 4-Jahreszyklus des

Projekts Materials with Novel Electronic Properties (MANEP) des schweizerischen Nationalfonds miteingeschlossen. Die Aktivitäten haben im Juli 2009 begonnen und enden 2013.

Die Zusammenarbeit mit der Industrie wird intensiv gepflegt und es wird darauf geachtet, Industriepartner in umsetzungsnahe Projekte einzubeziehen. Durch die gemeinsame Finanzierung werden Kontakte zu Förderinstitutionen wie dem Energiesparfonds der Stadt Zürich, dem Stromsparfonds Basel-Stadt sowie der KTI gepflegt. Zudem bestehen gute Kontakte zu Swisselectric Research [8] und zu verschiedenen Elektrizitätswerken. In diversen Projekten wird ein enger Kontakt zu den schweizerischen Energieagenturen EnAW, eae und S.A.F.E [9] gepflegt und es werden, soweit zweckmässig, Verbände wie z. B. swissT.net, Swissem, Swico, FEA oder Energiecluster eingebunden.

Zur Sicherstellung einer Umsetzung des gewonnenen Wissens wird ein enger Kontakt mit dem Programm EnergieSchweiz [10] gepflegt.

## Internationale Zusammenarbeit

Durch die Teilnahme am IEA Implementing Agreement «Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector» erfolgt ein periodischer, internationaler Informationsaustausch zwischen den 12 teilnehmenden Ländern. Auch die «European Society for Applied Superconductivity» (ESAS) trägt zum internationalen Wissenstransfer bei. Eine wichtige internationale Zusammenarbeit besteht im Rahmen des Fusionsprogramms ITER am PSI in Villigen, in dem man sich mit der Charakterisierung von Leitern für die 12-Tesla-SULTAN-Spulen beschäftigt. Im Rahmen des 7. Europäischen Forschungsrahmenprogramms (FP7) ist ferner ein Projekt im Gange, das unter der Führung des CERN und der Universität Genf als Partner den Bau von Hochfeldmagneten für Teilchenbeschleuniger zum Ziel hat.

Durch die führende Position der EMPA in der Entwicklung thermoelektrischer Materialien ergeben sich diverse Zusammenarbeiten mit internationalen Forschungsorganisationen. So bestehen spezielle Beziehungen zu den deutschen Universitäten Augsburg und Halle-Wittenberg sowie zum Fraunhofer-Institut. Daneben erfolgt ein reger Austausch mit der University of South Florida und dem japanischen National Institute for Materials Science (NIMS).

Die Schweiz ist durch das IEA Implementing Agreement Efficient Electrical End Use Equipment (4E) international stark vernetzt und hat mit der Leitung des Motoren-Annex zudem fachliche Verantwortung übernommen.

Wichtigster Anlass in diesem Zusammenhang war der Swissday im Mai 2011 in Zürich, bei dem einem ausgewählten, schweizerischen Fachpublikum die 4E-Aktivitäten präsentiert wurden. Bereits seit längerem laufen ferner Vorbereitungsarbeiten für eine enge Kooperation zwischen Forschern von Australien und der EPFL zur Lösung einer Reihe von technischen Fragen in Bezug auf Motorentest- und Effizienzklassenstandards. Es wird erwartet, dass 2012 eine enge fachliche Kooperation konkretisiert werden kann.

Im Rahmen der Umsetzung der europäischen ErP (Energy related Products)-Richtlinien führt die EU seit längerem umfangreiche Untersuchungen und Studien durch. Die Schweiz verfolgt diese Aktivitäten aktiv und es werden verschiedentlich Erkenntnisse und Erfahrungen bei Diskussionen (z. B. Stakeholder-Meetings) eingebracht.

Ende 2009 haben die drei Länder Deutschland, Österreich und Schweiz ein Memorandum of Understanding (MoU) zur Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Erforschung und Entwicklung von IKT-basierten Energiesystemen der Zukunft unterzeichnet (Kooperation D-A-CH Smart Grids). In diesem Rahmen läuft in Form eines Gemeinschaftsprojekts des BFE (Schweiz) und des BMVIT (Österreich) ein Projekt zur Ermittlung des Eigenenergiebedarfs von Smart Meters.

Persönliche Kontakte zu verschiedenen Energieagenturen (insbesondere Dänemark, Niederlande, Österreich und Frankreich) sowie zu Schlüsselpersonen internatio-

ner Programme wie z. B. dem UK Market Transformation Programme, ermöglichen immer wieder inspirierende Anregungen. Ferner werden die Kontakte mit der IEA, der Environmental Protection Agency (EPA) und der Europäischen Kommission zum Informationsaustausch genutzt.

Im Rahmen von punktuellen, unterstützenden Arbeiten und Treffen bezüglich den europäischen freiwilligen Vereinbarungen (Codes of Conduct) für USV-Anlagen, Settop-Boxen und Broadband Devices können interessante Kontakte zum europäischen Entwicklungszentrum

in Ispra und zur einschlägigen, europäischen Industrie aufgebaut und gepflegt werden. Speziell im USV-Bereich bringt sich die Schweiz aufgrund des bestehenden Fachwissens aktiv und kompetent ein, was interessante Kontakte zum europäischen Verband European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics (CEMEP) ermöglicht. Ferner werden mit der aktiven Beobachtung der Weiterentwicklung der freiwilligen Vereinbarungen für Settop-Boxen konkrete Anregungen für die diesbezüglichen, regulatorischen Arbeiten in der Schweiz möglich.

## Referenzen

[1] Internetseite von topten: [www.topten.ch](http://www.topten.ch)

[2] Internetseite Energieforschungskonferenz: [www.bfe.admin.ch/themen/00519/01219/index.html?lang=de](http://www.bfe.admin.ch/themen/00519/01219/index.html?lang=de)

[3] B. Aebischer: Kompetenzzentrum Energie und Informations- und Kommunikationstechnik, Schlussbericht (2011)

[4] M. Loher: IT-Sicherheit bei Smart Metering, Schlussbericht (2011)

[5] S. Stahl, A. Kaiser, J. Ganz: Konzeptstudie Industrie-Wäschetrockner, Schlussbericht (2011)

[6] P. Mauchle, G. Schnyder: Verluste von Frequenz-Umrichtern im Motorenbereich, Schlussbericht (2011)

[7] N. Häberle, A. Pietkiewicz, H.P. Biner, K. Schenk, M. Bünner: Advanced 3-Phase Multipulse Rectifiers and Inverters, Jahresbericht (2011)

[8] Internetseite von Swisselectric research: [www.swisselectric-research.ch](http://www.swisselectric-research.ch)

[9] Internetseite der 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)

[10] Internetseite von EnergieSchweiz: [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

## Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(\* IEA-Klassifikation)

- ADVANCED 3-PHASE MULTIPULSE RECTIFIERS AND INVERTERS**

Lead: Schaffner EMV AG

Contact: Häberle Norbert [norbert.haeberle@schaffner.com](mailto:norbert.haeberle@schaffner.com)

Abstract: Das Projektziel umfasst die Konzipierung, den Bau und den Test optimierter magnetischer Komponenten für Multipuls-Strom-Splitter-/Merger-Frontends. Die neuen Konzepte streben die Substitution von passiven harmonischen Filtern und Multipuls-Transformatoren an.

F+E

1.1\*

Funding:	BFE
Period:	2010–2012
- ANALYSE UND VORGEHEN ZUR ENERGETISCHEN OPTIMIERUNG VON PUMPEN BEI WASSERVERSORGUNGEN**

Lead: Ryser Ingenieure

Contact: Roth Yann [yann.roth@rysering.ch](mailto:yann.roth@rysering.ch)

Abstract: Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines zweistufigen Pumpenchecks. In einem ersten Schritt kann ein Betreiber eine erste Grobanalyse vornehmen und das Optimierungspotenzial seiner Pumpen abklären. In einem zweiten Schritt wird eine detaillierte Analyse der Wasserversorgung durchgeführt, in der die Wirtschaftlichkeit eines Pumpenersatzes aufgezeigt wird.

F+E

1.1

Funding:	BFE
Period:	2008–2011
- COST-EFFECTIVE AND RELIABLE THERMOELECTRIC CONVERTERS FOR INDUSTRIAL WASTE HEAT RECOVERY**

Lead: EMPA

Contact: Weidenkaff Anke [Anke.Weidenkaff@empa.ch](mailto:Anke.Weidenkaff@empa.ch)

Abstract: Thermoelectric converters (TEC) for power generation will be developed which aim at reducing electricity consumption via the conversion of a part of the low-grade waste heat generated by engines, industrial furnaces, gas pipes, etc. to electricity. The goal of the project is to demonstrate the feasibility of the efficient recovery of waste heat from industrial production processes.

P+D

6.1

Funding:	BFE
Period:	2010–2013
- EFFIZIENTE, DIREKTE UMWANDLUNG VON WÄRME IN STROM DURCH INNOVATIVE SCHICHTSTRUKTUREN (LTEC)**

Lead: EMPA

Contact: Weidenkaff Anke [Anke.Weidenkaff@empa.ch](mailto:Anke.Weidenkaff@empa.ch)

Abstract: Ziel des Projekts ist eine effiziente Abwärmernutzung mittels geschichteter thermoelektrischer (TE) Konversionssysteme. Die Neuentwicklung verbesserter TE-Materialien soll die optimale Nutzung unterschiedlicher Temperaturgradienten ermöglichen. Dazu werden neue Synthese- und Strukturierungsmethoden weiterentwickelt und eingesetzt.

F+E

6.1

Funding:	BFE
Period:	2008–2012
- EFFIZIENTER BETRIEB VON ASYNCHRONMASCHINEN**

Lead: FHNW

Contact: Jenni Felix [felix.jenni@fhnw.ch](mailto:felix.jenni@fhnw.ch)

Abstract: Der grösste Anteil der Verluste kann Käfigläufer-Asynchronmotoren (ASM) im mittleren Leistungsbereich zugeordnet werden. Das Verhalten der Maschinen mit einem Frequenzumrichter in verschiedenen Betriebsfällen wird mittels Simulationen untersucht und beschrieben.

F+E

1.1

Funding:	BFE
Period:	2009–2010
- EFFIZIENZSTEIGERUNG IM HAUSHALT DURCH DIGITALSTROM**

Lead: Encontrol GmbH

Contact: Huser Alois [alois.huser@encontrol.ch](mailto:alois.huser@encontrol.ch)

Abstract: Mit dem vorliegenden Projekt sollte untersucht werden, ob die DigitalSTROM-Initiative einen wesentlichen Einfluss auf den Strombezug der schweizerischen Haushalte haben könnte. Weil die Komponenten nicht geliefert werden konnten, hat das Bundesamt für Energie entschieden, das Projekt abzubrechen.

F+E

1.2

Funding:	BFE
Period:	2008–2012
- ERSTELLEN EINES THERMOELEKTRISCHEN DEMONSTRATORS**

Lead: EMPA

Contact: Weidenkaff Anke [Anke.Weidenkaff@empa.ch](mailto:Anke.Weidenkaff@empa.ch)

Abstract: Thermoelektrische Generatoren (TEG) dienen zur direkten Umwandlung von Sonnenwärme in Elektrizität. Mit Hilfe eines Sonnenlichtsimulators wurde untersucht, welche Parameter die Leistungsabgabe und den Wirkungsgrad der TEG beeinflussen.

F+E

6.1

Funding:	BFE
Period:	2007–2010

- FERNSTEUERUNGEN FÜR RAUMHEIZUNGEN** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Bush Energie GmbH                      | Funding: | BFE       |
| Contact: | Bush Eric<br>eric.bush@bush-energie.ch | Period:  | 2009–2010 |
- Abstract: Eine ferngesteuerte Heizung ermöglicht es, in zeitweise bewohnten Wohnungen die Raumtemperatur bei Abwesenheit maximal abzusenken (Frostschutzbetrieb). In dieser Arbeit werden Fernsteuergeräte vorgestellt, die aktuell auf dem Markt erhältlich sind. Ihre Vor- und Nachteile, ihre technischen Eigenschaften sowie ihre Einsatzmöglichkeiten werden diskutiert.
- FUNKTIONSMUSTER EINES DRUCKLUFTSPEICHERS** F+E 6.3
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Enairys Powertech Ltd                              | Funding: | BFE       |
| Contact: | Lemofouet Sylvain<br>sylvain.lemofouet@enairys.com | Period:  | 2009–2010 |
- Abstract: Le but du présent projet est de réaliser une installation expérimentale permettant de prouver la faisabilité du piston liquide à eau pour une pression de l'ordre de 250bar et de démontrer l'efficacité d'un système de compression/détente qui minimise le contact direct entre l'air et l'eau.
- HOCHEFFIZIENTE ISOLATION FÜR HAUSHALTSGERÄTE** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Helbling Technik AG                              | Funding: | BFE       |
| Contact: | Tischhauser Hans<br>hans.tischhauser@helbling.ch | Period:  | 2009–2010 |
- Abstract: An den beiden Beispielen „Kaffeemaschine“ und „Kühlschrank“ wurden Ansätze für eine hocheffiziente thermische Isolation von Haushaltsgeräten untersucht. Die Machbarkeitsstudie hat sich auf Strukturen mit Vakuum-Spalt ohne Kernmaterialien konzentriert.
- HOCHEFFIZIENTE ISOLATION FÜR HAUSHALTSGERÄTE - ZYLINDRISCHER KÜHLSCHRANK** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Helbling Technik AG                              | Funding: | BFE       |
| Contact: | Tischhauser Hans<br>hans.tischhauser@helbling.ch | Period:  | 2010–2012 |
- Abstract: Im vorliegenden Projekt geht es darum, den Prototypen eines Vakuum-isolierten, zylindrischen Kühlschranks in Originalgrösse, d. h. beispielsweise mit Ø 600 mm und Höhe 1400 mm aufzubauen und zu testen.
- HOCHEFFIZIENTE ISOLATION IN HAUSHALTSGERÄTEN - KAFFEEMASCHINEN** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Helbling Technik AG                              | Funding: | BFE       |
| Contact: | Tischhauser Hans<br>hans.tischhauser@helbling.ch | Period:  | 2010–2011 |
- Abstract: Das Projekt "Hocheffiziente Isolation für Haushaltsgeräte - Kaffeemaschine" hat zur Zielsetzung die Erstellung und Untersuchung von Prototypen einer Heisswasser-Aufbereitung mit hocheffizienter Isolation für Kaffeemaschinen, wobei Alternativen zur Heisswasser-Aufbereitung und zur Isolation mit Vakuum-Spalt geprüft werden.
- HOCHEFFIZIENTE ISOLATION FÜR HAUSHALTSGERÄTE - TECHNOLOGIEABKLÄRUNGEN FÜR VAKUUMPANEL** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Helbling Technik AG                              | Funding: | BFE       |
| Contact: | Tischhauser Hans<br>hans.tischhauser@helbling.ch | Period:  | 2010–2011 |
- Abstract: Im vorliegenden Projekt wird untersucht, inwiefern bei kubischen Kühlschränken die Vakuum-Isolation mit Vakuum-Panels realisiert werden kann und zwar derart, dass die Resultate ganz allgemein auf Vakuum-Panels anwendbar sind und auch durch Drittanwendungen genutzt werden können.
- IEA 4E IMPLEMENTING AGREEMENT STANDBY ANNEX** Int. 1.2
- |          |                                  |          |           |
|----------|----------------------------------|----------|-----------|
| Lead:    | Australian Government            | Funding: | BFE       |
| Contact: | Holt Shane<br>shane.holt@iea.org | Period:  | 2009–2011 |
- Abstract: Im Rahmen des IEA Implementing Agreements 4E (Efficient Electrical End Use Equipment) laufen mehrere Annexes, die den sparsamen und effizienten Umgang der Elektrizität anstreben. Standby ist dabei ein wichtiges Thema und die Schweiz nimmt in diesem Agreement eine aktive Rolle ein.

- IEA 4E IMPLEMENTING AGREEMENT: MOTOR ANNEX**

Lead:	A+B International	Funding:	BFE
Contact:	Brunner Conrad U. <a href="mailto:cub@cub.ch">cub@cub.ch</a>	Period:	2008–2011

Abstract: Der Electric Motor Systems Annex (EMSA) versucht, das international bekannte Wissen über energieeffiziente elektrische Antriebssysteme zu sammeln, zu koordinieren und in geeigneter globaler Form zu verbreiten. Ebenfalls werden verschiedene Untersuchungen im Motorenbereich durchgeführt.

Int. 1.1
- IEA 4E EXCO-VERTRETER IMPLEMENTING AGREEMENT 4E**

Lead:	R. Brüniger AG	Funding:	BFE
Contact:	Brüniger Roland <a href="mailto:roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch">roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch</a>	Period:	2008–2013

Abstract: Im Rahmen des IEA Implementing Agreements 4E (Efficient Electrical End Use Equipment) laufen mehrere Annexes, die den sparsamen und effizienten Umgang der Elektrizität anstreben. Die Themen Motoren, Standby, Mapping & Benchmarking und LED stehen dabei im Vordergrund.

Int. 1.2
- IEA-HTSL-IMPLEMENTING AGREEMENT EXCO**

Lead:	R. Flükiger	Funding:	BFE
Contact:	Flükiger René <a href="mailto:Rene.Flukiger@unige.ch">Rene.Flukiger@unige.ch</a>	Period:	2006–2013

Abstract: Das Implementing Agreement "Assessing the impact of High Temperature Superconductivity Electric power sector" verfolgt das Ziel, eine möglichst umfassende Information über die wichtigsten nationalen und internationalen Aktivitäten auf dem Gebiet der Hoch-Tc - Supraleitung zu geben, mit Hauptinteresse auf den Entwicklungen im Energiesektor.

Int. 7.2
- KOMPETENZZENTRUM ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK**

Lead:	CEPE	Funding:	BFE
Contact:	Aebischer Bernard <a href="mailto:baebischer@ethz.ch">baebischer@ethz.ch</a>	Period:	2008–2011

Abstract: Das Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik leistet einen Beitrag zu einem rationelleren Energieeinsatz bei Informationstechnik/Unterhaltungselektronik. Dazu werden in erster Linie die relevanten Informationen im In- und Ausland gesammelt, aufbereitet und verbreitet. Daneben werden umsetzungsorientierte Forschungsthemen analysiert.

F+E 1.2
- LOREMA LOAD RECOGNISED METER AND ACTOR**

Lead:	IhomeLab	Funding:	BFE
Contact:	Klapproth Alexander <a href="mailto:alexander.klapproth@hslu.ch">alexander.klapproth@hslu.ch</a>	Period:	2010–2012

Abstract: Mit dem Projekt soll die Hard- und Firmware für eine funkferngesteuerte, intelligente Steckdose mit einzigartigen Merkmalen entwickelt werden. Eine präzise Energiemessung mit schneller Abtastung und mit intelligenten Lastaufschlüsselungsalgorithmen soll ergänzend die Erkennung der Last mittels Signatur ermöglichen.

F+E 1.2
- MACHBARKEIT / PROTOTYP EINZELRAUM-WÄRMEPUMPE**

Lead:	awtech AG	Funding:	BFE
Contact:	Kaiser Andreas <a href="mailto:andreas.kaiser@awtec.ch">andreas.kaiser@awtec.ch</a>	Period:	2010–2011

Abstract: In der Schweiz verbrauchen die installierten Elektrospeicheröfen ca. 1'000GWh Strom pro Jahr. Bei einer angestrebten Jahresarbeitszahl (JAZ) einer Einzelraumwärmepumpe von 3,0 ergibt sich somit ein Energiesparpotenzial von 2/3 des aktuellen Verbrauchs. Mit einem Industriepartner wird deshalb ein Prototyp einer Einzelraumwärmepumpe entwickelt.

F+E 1.2
- MEGA - MEHR ENERGIEEFFIZIENZ DURCH GEZIELTE ANWENDERINFORMATIONEN**

Lead:	Hochschule Luzern, CEESAR	Funding:	BFE
Contact:	Rold Kistler <a href="mailto:rolf.kistler@hslu.ch">rolf.kistler@hslu.ch</a>	Period:	2008–2010

Abstract: Personen sind eher motiviert Energie zu sparen, wenn ihnen Informationen über ihren persönlichen Energieverbrauch zur Verfügung gestellt werden. Mit diesem Projekt wurde der Aufbau von technisch und wirtschaftlich realisierbaren Möglichkeiten aufgezeigt, die das Bewusstsein für Energie und diesbezügliche Sparmöglichkeiten fördern.

F+E 1.2

- **MIKROSTRUKTURIERUNG VON HOCHLEISTUNGSPOLYMEREN FÜR THERMOELEKTRISCHE GENERATOREN MITTELS LASER** F+E 6.1
- |          |   |          |           |
|----------|---|----------|-----------|
| Lead:    | Fachhochschule Nordwestschweiz /GreenTEG GmbH                               | Funding: | BFE       |
| Contact: | Armin Stumpp <a href="mailto:armin.stumpp@fhnw.ch">armin.stumpp@fhnw.ch</a> | Period:  | 2010–2011 |
- Abstract: Die grossflächige Mikrostrukturierung von Polymerfolien ist ein essentieller Schritt zur wirtschaftlichen Produktion neuartiger, thermoelektrischer Generatoren (TEGs). In diesem Projekt wird die Eignung der Picosekunden-Lasertechnologie zur Strukturierung der Folien untersucht.
- 
- **MODIFIZIERTER A+++KÜHLSCHRANK MIT HALBEM ENERGIEVERBRAUCH** F+E 1.2
- |          |   |          |           |
|----------|---|----------|-----------|
| Lead:    | awtech AG   | Funding: | BFE       |
| Contact: | Stahl Stefan <a href="mailto:stefan.stahl@awtec.ch">stefan.stahl@awtec.ch</a> | Period:  | 2009–2010 |
- Abstract: Kühlschränke verbrauchen in Europa je nach Quelle 14–20 % der elektrischen Energie in Haushalten. Die ca. 6 Millionen Kühlgeräte in der Schweiz verbrauchen etwa 2500 GWh/a. In diesem Projekt wird gezeigt, dass durch einfache Modifikationen an einem handelsüblichen Kühlschrank der zurzeit besten Energieklasse A++ bis zu 27 % der elektrischen Energie eingespart werden kann.
- 
- **NOVEL HARMONICS 3-PHASE RECTIFIER FOR EFFICIENT MOTOR SYSTEMS** F+E 1.1
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Schaffner EMV AG   | Funding: | BFE       |
| Contact: | Häberle Norbert <a href="mailto:norbert.haeberle@schaffner.com">norbert.haeberle@schaffner.com</a> | Period:  | 2009–2010 |
- Abstract: Zur effizienten Nutzung elektrischer Energie müssen Netzoverschwingungen minimiert werden. Im Projekt wurde eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, welche nachweist, dass neue passive Multipuls-Strom-Splitter kostengünstige, kompakte und hoch zuverlässige Oberwellen-Kompensatoren für dreiphasige Lasten sind.
- 
- **PROTOTYP EINES VAKUUM-WÄSCHETROCKNERS** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | innostarter AG   | Funding: | BFE       |
| Contact: | Ganz Jochen <a href="mailto:jochen.ganz@awtec.ch">jochen.ganz@awtec.ch</a> | Period:  | 2010–2013 |
- Abstract: Wäschetrockner alleine verursachen in der Schweiz etwa 550 GWh pro Jahr. Das Projekt "Vakuum-Wäschetrockner" hat zum Ziel, einen Wäschetrockner zu entwickeln, der nur die Hälfte der Energie eines Trockners der Energieeffizienzklasse A braucht und somit mindestens so gut wie ein heutiger Wärmepumpen-Wäschetrockner ist.
- 
- **SMART METERING CONSUMPTION** F+E, Int 1.4
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Ecodesign Company, Wien  | Funding: | BFE       |
| Contact: | Wimmer Wolfgang <a href="mailto:wimmer@ecodesign-company.com">wimmer@ecodesign-company.com</a> | Period:  | 2010–2012 |
- Abstract: Das Projekt Smart Metering consumption beschäftigt sich mit dem Eigenenergieverbrauch von Smart Metering Hardware. In Zusammenarbeit mit den Akteuren der Branche werden die nach Stand der Technik verfügbaren Lösungen auf eine Vergleichsbasis gebracht und messtechnisch untersucht.
- 
- **SMART METERING POUR ÉCO-CITÉ** F+E 1.4
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | HES-SO Valais  | Funding: | BFE       |
| Contact: | Gabioud Dominique <a href="mailto:dominique.gabioud@hevs.ch">dominique.gabioud@hevs.ch</a> | Period:  | 2009–2011 |
- Abstract: Le projet Smart metering pour éco-cités a pour but de fournir aux gestionnaires de réseau de distribution un accompagnement scientifique pour le déploiement du smart metering. Le projet traite les éléments contribution au développement durable, modèles de financement, tarification dynamique, modélisation du système d'information, gestion de la charge, technologie et normalisation.
- 
- **STANDBY-OPTIMIERUNG BESTEHENDER AUFZUGSANLAGEN** F+E 1.2
- |          |  |          |           |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead:    | Inventio AG / Schindler AG   | Funding: | BFE       |
| Contact: | Lindegger Urs <a href="mailto:urs.lindegger@ch.schindler.com">urs.lindegger@ch.schindler.com</a> | Period:  | 2009–2010 |
- Abstract: Dieses Projekt hat als Ziel die Standby-Optimierung bestehender Aufzugsanlagen. Mittels einem speziell in diesem Projekt entwickelten Standby-Reduktions-Gerät werden Aufzüge automatisch vom Netz getrennt und bei Bedarf wieder eingeschaltet.

● **THERMOELEKTRISCHER GENERATOR FÜR STROMERZEUGUNG AUS NIEDERTEMPERATURWÄRME** P+D 6.1

Lead: ETH Zürich

Funding: BFE

Contact: Bitschi Andreas

abitschi@eeh.ee.ethz.ch

Period: 2009–2011

Abstract: Im vorliegenden Projekt wird ein thermoelektrisches Energieerzeugungssystem entwickelt und realisiert, mit welchem die grundsätzliche Realisierung der Stromerzeugung aus Niedertemperaturenergie aufgezeigt wird und somit auch als Demonstrationsobjekt eingesetzt werden kann.

● **ÜBERBLICK DEUTSCHSPRACHIGER FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN IM BEREICH HOME AUTOMATION** F+E 1.2

Lead: Bus House

Funding: BFE

Contact: Staub Richard

richard.staub@bus-house.ch

Period: 2009–2010

Abstract: In diesem Projekt wurde untersucht, welche Forschungsstellen in Deutschland und Österreich im Zeitraum von 2004–2009 Projekte zum Thema Home Automation / Smart Home durchgeführt haben. Daraus wurden die besonders relevanten identifiziert sowie eine Kategorisierung von Untersuchungsgebieten festgelegt.

● **VERLUSTE VON FREQUENZUMFORMERN IM MOTORENBEREICH** F+E 1.1

Lead: Schnyder Ingenieure AG

Funding: BFE

Contact: Schnyder Gilbert

gilbert.schnyder@sing.ch

Period: 2009–2010

Abstract: Zur Erhöhung der Effizienz von Antriebssystemen mit elektrischen Motoren werden Frequenzumrichter eingesetzt. Die heute eingesetzten Frequenzumrichter (FU) sind Quellen von Oberschwingungen. Diese bewirken im speisenden elektrischen Verteilnetz Verluste. Diese gilt es zu quantifizieren.

● **ZENTRALE MAGNETISCHE KÜHL- UND KÄLTEMASCHINE (CHILLER) UND IHRE BEWERTUNG** F+E 6.1

Lead: HEIG-VD

Funding: BFE

Contact: Egolf Peter

peter.egolf@heig-vd.ch

Period: 2008–2010

Abstract: Diese Arbeit stellt eine thermodynamische und ökonomische Analyse von Anwendungen von rotativen magnetischen Kältemaschinen (Chillern) dar.

● **IT-SICHERHEIT BEI SMART METERING** F+E 6.1

Lead: Compass Security AG

Funding: BFE, Privat

Contact: Erwin Moro

erwin.moro@csnc.ch

Period: 2011

Abstract: The local distribution grid operator of Zürich (ewz) has implemented a smart metering test set-up based on various technologies. Compass Security has been assigned to verify the IT-safety of this pilot project. Based on the test results a number of recommendations were formulated and a catalogue of requirements for smart metering infrastructures was compiled.



