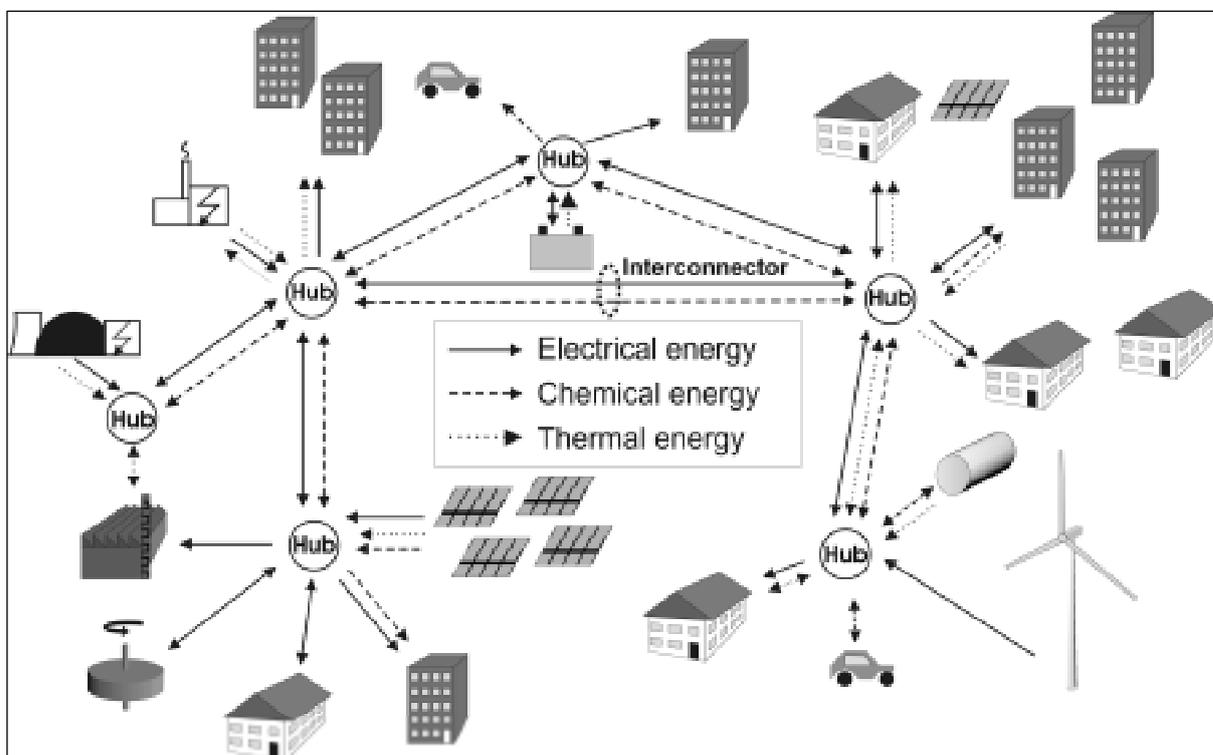


Rapports de synthèse des chefs de programme OFEN Überblicksberichte der BFE-Programmleiter 2006

PROGRAMM NETZE

Thilo Krause

thilo.krause@bfe.admin.ch



Vision eines zukünftigen Energienetzes mit hoher Durchdringung erneuerbarer Quellen

Schweizer Forscher stellen sich die Frage, wie ein visionäres Energienetz aussehen könnte. In diesem Projekt kommen sogenannte «Energy Hubs» zur Anwendung, die es ermöglichen dezentrale und konventionelle Energieeinspeisungen miteinander zu koppeln. Die verschiedenen Energieformen können im «Energy Hub» ineinander umgewandelt oder auch gespeichert werden, um eine hohe Versorgungssicherheit und Kosteneffizienz zu gewährleisten (Quelle: ETH Zürich).

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Entsprechend ihrer zentralen Lage in Mitteleuropa und im europäischen Stromverbund kommt der Schweiz die Funktion einer Stromdrehscheibe zu. Zieht man die ebenfalls stark genutzten Gaspipelines in Betracht, kann durchaus von einer Energiedrehscheibe gesprochen werden. Sowohl ändernde gesetzliche Bestimmungen innerhalb der Schweiz als auch die von der Europäischen Union (EU) lancierte Förderung eines europäischen Energiebinnenmarktes beeinflussen die Rahmenbedingungen für die Energieversorgung nachhaltig und stellen neue Ansprüche insbesondere im Netzbereich. Komplementär zum Wandel des legislativen Umfelds tragen auch technologische Entwicklungen und die drohende Verknappung von Energieträgern zu Veränderungen im Netzinfrastrukturbereich bei.

Die Herauslösung der Netzforschung aus dem Programm «Elektrizität» und die weitergehende Schaffung eines eigenständigen Programmes «Netze» ab dem Jahr 2006 trägt dieser Dynamik Rechnung und unterstreicht das Forschungspotential in diesem Bereich. Grundsätzlich lassen sich die **Rahmenbedingungen** für das Programm «Netze» wie folgt umreissen:

- Auf Stromverteilnetzebene fortschreitende Durchdringung von dezentralen Energieeinspeisungen (Sonnenenergie, Geothermie, Windenergie, Biomasse, Kleinwasserkraft, Wärme-Kraft-Kopplung, etc.);
- Im Übertragungsbereich Zunahme der Energieflüsse infolge grenzüberschreitenden Stromhandels, daraus resultierend verstärkte Engpasshäufigkeit;
- Zunehmende Alterung der bestehenden Netzinfrastuktur;
- Wechselseitige Abhängigkeit von Netzbetrieb und Ausgestaltung offener Märkte;
- Übertragung, Verteilung und Konversion verschiedener Energieträger in parallelen Energieträgernetzen;
- Vermehrter Einsatz von Energiespeichern (Druckluftsysteme, *Supercaps*, etc.);
- Erhöhte Sensibilisierung von Stakeholdern für ökologische, ökonomische und soziale Aspekte.

Im Zusammenhang mit obigen Entwicklungen lassen sich die im folgenden Abschnitt skizzierten **Forschungsschwerpunkte** identifizieren.

Im Zusammenhang mit obigen Entwicklungen sind einerseits die **Auswirkungen des sich verändernden** technologischen, ökonomischen und legislativen **Umfelds auf Netzbetrieb und Versorgungszuverlässigkeit** zu untersuchen. Ange-

strebt wird andererseits auch die **Konzeption von neuartigen Netzinfrastrukturen** (transnational bis regional) unter Einbezug von vermehrter dezentraler Erzeugung und von Energiespeichern. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die **Erarbeitung von Konzepten zu effizientem Design und Management der Energiedrehscheibe Schweiz**. Dabei sind Fragen zu Netzregulierung, Engpassmanagement, langfristigem Netzausbau und der Abhängigkeit von Gas-, Strom- und Wärmenetzen zu bearbeiten. Die Forschung ist an den Kriterien Versorgungszuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit auszurichten, um die verschiedenen Stakeholderansprüche zu repräsentieren. Sozioökonomische Fragestellungen wie Preisgerechtigkeit sind zu berücksichtigen.

Obige Schwerpunkte können vor allem als längerfristige Fokussierung des Programms gesehen werden, wobei sich **kurz- und mittelfristig die folgenden Ziele** ableiten lassen:

ELEKTRIZITÄTSNETZE

- **Modellierung und Evaluation** von Wechselwirkungen hinsichtlich Netzbetrieb und -design, Versorgungszuverlässigkeit und Organisation des Elektrizitätsmarktes
- **Praxisnahe Bewertung** von ökonomischen und technischen Wechselwirkungen bei marktbasiereten Engpassmanagementsystemen und beim Netzausbau
- **Analyse** der Versorgungszuverlässigkeit mit Berücksichtigung liberalisierter Marktarchitekturen
- **Systemkonzeption** für effizientes und sicheres Netzmanagement

GEKOPPELTE ENERGIENETZE (ELEKTRIZITÄT, GAS, WÄRME)

- **Entwurf und Analyse** von zukunftsweisenden Energienetzarchitekturen unter Ausnutzung von Synergieeffekten (Verteilung, Übertragung, Konversion, Speicherung)
- **Bewertung** der Versorgungssicherheit bei Multi-Energieinfrastrukturen
- **Abschätzung** der sozialen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen

TECHNOLOGIEN FÜR ENERGIENETZE

- **Flexible Energieflusssteuerungen (FACTS)**
- **Effizienzsteigernde Verteil- und Übertragungsnetzelemente**

Im Rahmen des bisherigen Programmes «Elektrizität» lagen die Schwerpunkte im Bereich «Netze» bei der Erarbeitung von Grundlagen zu gekoppelten Energienetzen, bei Arbeiten zur pra-

xisnahen Integration von dezentralen Quellen in Verteilnetze und beim Entwurf von Simulationssoftware für Netzsysteme. Die bereits initiierten

Projekte sollen die Basis für ein wachsendes Forschungsnetzwerk im Programm «Netze» sowohl innerhalb der Schweiz als auch in Europa bilden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2006

Die im Folgenden beschriebenen vier Projekte werden im Rahmen des Programms «Netze» durch das Bundesamt für Energie kofinanziert. Im Anschluss an die Projektbeschreibungen wird ein kurzer zusätzlicher Abriss zu allgemeinen Entwicklungen innerhalb des Forschungsplatzes Schweiz gegeben.

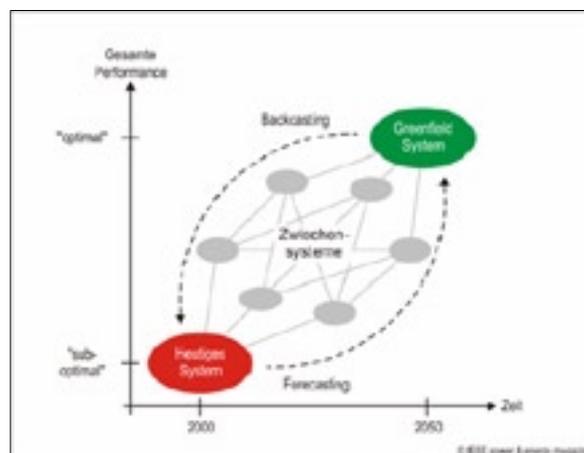
Das Projekt **Vision of Future Energy Networks (VoFEN)** [1] wurde 2004 lanciert und zielt auf die **Erstellung von Szenarien für zukünftige Energiesysteme** ab. Eine zentrale Rolle im Projekt nimmt der in den Vorjahren entwickelte «Energy Hub» ein, der es ermöglicht, die Erzeugung aus einer bestimmten Anzahl dezentraler Quellen miteinander zu koppeln. Die verschiedenen Energieformen können im «Energy Hub» ineinander umgewandelt oder auch gespeichert werden, um eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Die in den Vorjahren geleisteten Arbeiten zur Beschreibung der Energieflüsse im System und zur Speichermodellierung sind 2006 wie folgt erweitert worden:

- **Zuverlässigkeitsmodellierung** (Ziel: Evaluation von Hubarchitekturen im Hinblick auf eine gesteigerte Versorgungszuverlässigkeit durch Einbeziehung von Synergien zwischen Konversion, Speicherung und Verteilung)
- **Multi-Energieträgerübertragung** (Ziel: gleichzeitige Übertragung verschiedener Energieformen in einem einzigen Übertragungskanal, d.h. von elektrischer, chemischer und thermischer Energie)
- **Systemmodellierung und -optimierung** (Ziel: Entwicklung statischer Lastflussmethoden und Erstellung allgemeiner Energiespeichermodelle zur Mehrperioden- und Netztopologieoptimierung)
- **Integration der Theorie der Energiespeicherung** (Ziel: Darstellung von Einfluss und Nutzen von verteilt installierten Energiespeichern unter Einbezug stochastischer Verfügbarkeit der Energiequellen)

Das Projekt **VoFEN** hat die Arbeit in den letztjährig definierten Arbeitspaketen entsprechend fortgesetzt. Primäres Ziel blieb die Entwicklung, Modellierung und Analyse neuartiger Netzstrukturen mit hoher Durchdringung dezentraler Quellen (Figur 1). Die gefundenen Modelle und Methoden sind dahingehend erweitert worden, dass sie in einem weiteren Projektstadium durch Fallstudien auf ihre Anwendbarkeit in der Praxis untersucht

werden können. Für das Jahr 2007 sind darüber hinaus die folgenden Arbeitspakete definiert worden:

- **Fallstudie Energy Hub Baden, Schweiz** (Ziel: Identifikation von Synergieeffekten hybrider Energieerzeugung, -übertragung, -speicherung und -konversion am Beispiel der Stadt Baden)
- **Ökonomische Bewertung neuartiger Energienetztopologien** (Ziel: Analyse ökonomischer Effekte bei der Konzeption hybrider Energiesysteme unter Anwendung finanzmathematischer Methoden wie zum Beispiel der Portfoliotheorie)
- **Dynamische Modellierung und Regelung** (Ziel: Entwicklung dynamischer Modelle für die einzelnen Hubkomponenten und anschliessendes Studium der Dynamik des Gesamtsystems)



Figur 1: Übergang von einem heutigen Energiesystem zu einer zukünftigen Topologie (Quelle: ETH Zürich/ IEEE Power & Energy Systems).

Während beim Projekt **Vision of Future Energy Networks** zukünftige Strukturen von Energiesystemen im Vordergrund stehen, beschäftigt sich das Projekt **Verteilte Erzeugung in Niederspannungsnetzen (VEiN)** [2] mit der **Integration erneuerbarer Quellen** (Sonne, Wind, Biomasse und Kleinwasserkraft) in bestehende Elektrizitätsnetze, speziell in Niederspannungsnetze (400V) (Figur 2). Auch die Auswirkungen des Einsatzes von Brennstoffzellen und Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen in Niederspannungsnetzen sollen

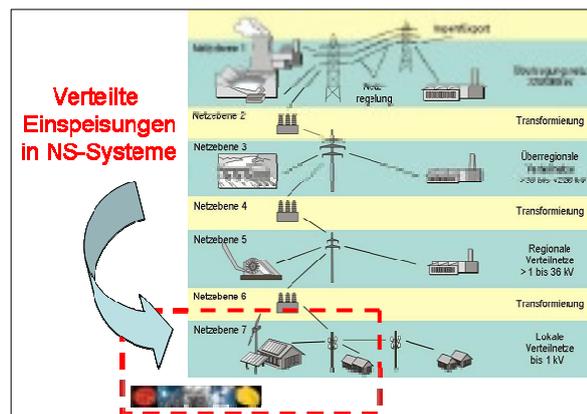
evaluiert werden. Zu klären sind Fragen des Netzbetriebs im Normal- oder Störfall, der Planung und Dimensionierung von Betriebsmitteln, um eventuell notwendig Anpassungen hinsichtlich Normung und gängiger Dimensionierungspraxis frühzeitig zu erkennen. Das Projekt **VEiN** besass im Jahr 2006 den Status eines Vorprojektes mit dem Ziel Arbeitspakete für eine Pilotphase zu evaluieren. Dahingehend wurden u.a. die folgenden Schwerpunkte bearbeitet:

- Identifikation eines 400 V Netzausschnittes für die Realisierung der Pilotanlage
- Vertiefte Konkretisierung der zu bearbeitenden Themenschwerpunkte und Aufgabenstellungen wie z.B. Sicherheitsanforderungen, Bedarf an Steuerung und Regelung, Auswirkungen auf Schutzelemente etc.
- Ermittlung von Projektpartnern seitens der Industrie und der Hochschulen
- Evaluation zu berücksichtigender dezentraler Erzeugungsanlagen für eine Installation

Entsprechend der Schwerpunkte konnte im Berichtszeitraum ein geeigneter Netzausschnitt für das Pilotprojekt bestimmt werden. Als Betriebs-szenarien wurden das Verhalten bei Normal-, Hoch- und Schwachlast identifiziert. Auch für den Betrieb im Störfall wurde ein Szenario bestimmt, wobei ein eventueller Inselbetrieb erst in zweiter Priorität untersucht wird. Im Zusammenhang mit relevanten und am Markt vorhandenen Anlagen zur dezentralen Stromerzeugung sind Blockheizkraftwerke, Solaranlagen, Sterlingmotoren, sowie Sonnenwärmeinstallationen und Mikrogasturbinen in Betracht zu ziehen. Hinsichtlich der Installation dieser Anlagen im definierten Netzausschnitt wurde Kontakt mit geeigneten Kunden aufgenommen, um die praktische Machbarkeit zu klären. Die Netzstruktur wurde in einem Simulationsprogramm erfasst und die späteren Messungen vorbereitet.

Für das Jahr 2007 sind diverse Arbeitspakete weiter konkretisiert worden. Darunter fallen die Evaluation potentieller dezentraler Erzeugungsanlagen hinsichtlich Art, Leistung und Dimensionierung genauso wie weitere Standortevaluationen, Vorprojekte zu konkreten Installationsfragen und Simulationen. Von erhöhter Wichtigkeit ist im Jahr 2007 die Identifikation von möglichen Projektpartnern aus akademischer Sicht, d.h. von einer Hochschule oder Fachhochschule. Die zukünftige Integration einer solchen Institution soll es ermöglichen, die konkrete Anlagenimplementierung im Rahmen des Pilotprojekts auch hinsichtlich allgemeiner, theoretischer Schlussfolgerungen zu untersuchen.

Ziel des Projekts **Conception et intégration d'un logiciel FEM dans le simulateur numérique**

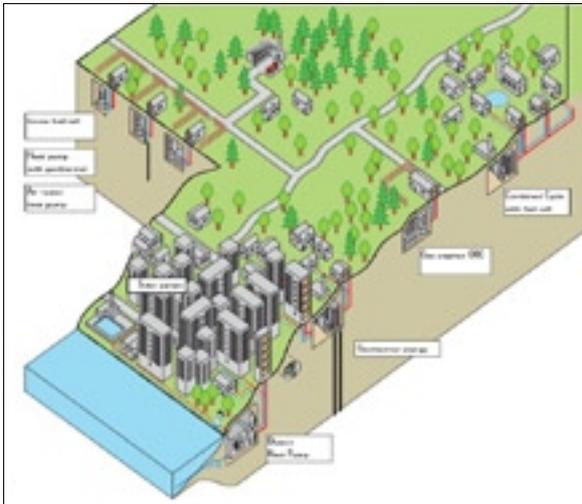


Figur 2: Überblick über den Einsatz von verteilten Einspeisungen in 400 V Niederspannungsnetzen (Quellen: VSE, Projekt VEiN).

SIMSEN [3] ist die Einbindung von Feldberechnungen in das Softwarepaket SIMSEN, einem Programm zur Analyse von Systemen mit steuerbaren Antrieben. Zur effizienten Modellierung von Synchronmaschinen am Netz kommt die Methode der finiten Elemente zur Anwendung. In diesem Zusammenhang wurde evaluiert, welche Ansätze geeignet erscheinen, um Sättigungseffekte im Softwarepaket SIMSEN darzustellen. In einem nächsten Schritt ist der gewählte Modellierungsansatz zu implementieren, um Simulationen zu ermöglichen. Das Projekt wird im Jahr 2007 mit dem Ziel abgeschlossen, ein vertieftes Verständnis des Sättigungsverhaltens von Synchronmaschinen und dessen Auswirkungen auf das Netz zu erhalten.

Das Projekt **Conception de Systèmes de Chauffage urbain pour la Cogénération** zielt darauf ab optimale Betriebsstrategien für ein gekoppeltes Netz aus Fernwärme, Elektrizität und Warmwasser abzuleiten (Figur 3). Im Berichtsjahr wurde innerhalb des Projektes eine Vorstudie durchgeführt, wobei mit Hilfe eines am Centre de compétence en urbistrique (CREM) entwickelten *Softwaretools* die Energieversorgung des Quartiers Morasses in Martigny analysiert wurde. Zu diesem Zweck wurden Daten betreffs Verbrauchscharakteristika und zur Verfügung stehender Technologien erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die gesammelten Daten dahingehend benutzt, eine Optimaltopologie für das Quartier Morasses zu bestimmen. Unter Auswertung der Jahre 1980 bis 1990 identifizierte das *Softwaretool* die aktuelle Topologie als ökonomisch effizienteste Alternative. Das Ziel der Kostenoptimierung wurde in einem weiteren Schritt um die Dimension Nachhaltigkeit erweitert. Die Simulationsresultate zeigen, dass eine Kopplung verschiedener Energieformen mit Hilfe von z.B. Kraftwärmekopplung Effizienzgewinne liefert und ein signifikantes Einsparpotential hinsichtlich CO₂-Emissionen besteht. Die Ergebnisse der Vorstudie werden im April 2007 in einem Workshop

an der EPF Lausanne präsentiert. Der Workshop bildet dabei den Ausgangspunkt für die Definition weiterführender Projektaktivitäten.



Figur 3: Topologiebeispiel eines städtischen Multi-Energieträgersnetzes (Quelle: Laboratoire d'énergétique industrielle, EPFL / STI / ISE / LENI).

Über obige Projektaktivitäten hinaus wird in der Schweiz sowohl in den Hochschulen als auch im industriellen Umfeld zum Thema «Netze» geforscht. Zusätzlich konnten für das Berichtsjahr folgende ausgewählte Schwerpunkte und Projekte identifiziert werden (nähere Information soweit öffentlich und verfügbar):

- **EPF Lausanne and ETH Zürich** (Leiter: Proff. Germond und Andersson): **Entwicklung eines Marktsimulators zur Evaluation von Engpassmanagementsystemen im liberalisierten Umfeld** [5]. Mit dem Ziel der Schaffung eines europäischen Elektrizitätsbinnenmarktes stellen sich u.a. Fragen bezüglich Marktorganisation und Engpassmanagement. Die EPF Lausanne und die ETH Zürich haben dies-

bezüglich ein Projekt zur Entwicklung eines Marktsimulators lanciert, der es ermöglicht, verschiedene Marktarchitekturen und Engpassmanagementmethoden (Knotenpreissysteme, Zonensysteme, explizite Auktionen) zu untersuchen. Der Simulator erlaubt es strategisches Teilnehmerverhalten genauso wie perfekt kompetitive Märkte zu evaluieren. Der Abschlussbericht wird im Laufe des Jahres 2007 in Form zweier Dissertationen publiziert.

- **ETH Zürich und Swissgrid AG** (Leiter: Prof. Andersson): **Entwicklung von Methoden zur Platzierung und koordinierten Regelung von Flexible AC Transmission Systems (FACTS) im Schweizer Übertragungsnetz** [6]. Im Rahmen einer Doktorarbeit werden an der ETH Zürich Methoden zur Platzierung und koordinierten Regelung von FACTS-Geräten entwickelt. Ziel ist es die Auswirkungen des Einsatzes von FACTS-Geräten im Schweizer Übertragungsnetz zu untersuchen. Dies betrifft auch die Bewertung verschiedener FACTS-Technologien (*Static Var Compensators, Unified Power Flow Controllers*).
- **ABB Corporate Research: Produkt- und Konzeptentwicklung im Bereich Wide Area Monitoring and Control (WAMC)** [7].
- **ETH Zürich** (Leiter Prof. Filippini): **Evaluation von Benchmarkingkonzepten im Verteilnetzbereich** [8]. Die ETH Zürich lancierte im Berichtszeitraum eine Studie mit dem Ziel Benchmarkingkonzepte für Verteilnetze zu evaluieren und u.a. bezüglich ihrer praktischen Eignung zu bewerten.
- **Akustische Emissionen von Hochspannungsleitungen** (Leiter: Prof. Fröhlich) [9]: Innerhalb des Projektes werden die von Hochspannungsleitungen ausgehenden akustischen Emissionen untersucht. Weiterführende Schritte umfassen die Analyse von hydrophilen bzw. hydrophoben Beschichtungen zur Reduktion der akustischen Emissionen.

Nationale Zusammenarbeit

Im Rahmen der beschriebenen Forschungsprojekte kam es zu den folgenden nationalen Kooperationen:

- Das Projekt **Vision of Future Energy Networks (VoFEN)** arbeitete zusammen mit: *ABB* (Business area: medium voltage products, Zürich) und *ABB Corporate Research* (Dättwil), *Swisspower*, den *Regionalwerken Baden* und der *Stiftung Novatlantis*.
- Innerhalb des Projektes **Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze (VEiN)** wurde zusammengearbeitet mit: *AEW Energie AG*, *BKW FMB Energie AG*, *Centralschweizerische Kraftwerke (CKW)*, *Elektrizitätswerk des Kantons Zürich (EKZ)*, *Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ)*, *Wasserwerke Zug AG (WWZ)*, *Industrielle Werke Basel (IWB)*.
- Das Projekt **Conception et intégration d'un logiciel FEM dans le simulateur numérique SIMSEN** kooperiert mit: *Alstom Power Swit-*

zerland (Birr), *BKW FMB AG*, *EOS*, *EEF* und *SEL*.

- Das Projekt **Conception de systèmes de chauffage urbain pour la cogénération** wurde realisiert in Zusammenarbeit mit dem Laboratoire d'énergétique industrielle (EPFL/STI-ISE-LENI).

Ausserhalb obiger projektbezogener Kooperationen ist ein reger Austausch zwischen Hochschulen, Fachhochschulen, Forschungsinstituten und der Privatwirtschaft im Bereich Netze zu verzeichnen. Zu nennen sind u.a. die regelmässig initiierten **Vortragsreihen am Institut für elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik der ETH Zürich** [10] mit internationalen Referenten aus der Industrie und von Hochschulen. Auch das *Energy Science Center* der ETH Zürich [11] und das *Energy Center* der EPF Lausanne [12] laden regelmässig zu Kolloquien ein, die den Dialog im Bereich Netze fördern.

Internationale Zusammenarbeit

Wie bereits in der Einführung dargestellt, kommt der Schweiz im Europäischen Energieverbund die Funktion einer Energiedrehscheibe zu. Diese «physikalische» Vernetzung mit den Nachbarländern unterstreicht die Notwendigkeit einer institutionellen Vernetzung, d.h. der Kooperation mit internationalen Partnern seitens der Industrie, der Hochschulen, Regulatoren etc. Derartige Zusammenarbeiten ermöglichen die Bündelung von ähnlichen nationalen Interessen, erleichtern aber auch das Verständnis teils abweichender Haltungen.

Initiiert durch das Projekt **Vision of Future Energy Networks** kam es zu Kooperationen mit der *Norwegian University of Science and Technology (SINTEF)* in Trondheim, mit der *Technischen Universität Delft*, Niederlande, mit der *RWTH Aachen*, Deutschland und mit der *Universität Castilla la Mancha*, Spanien.

Das Programm Netze ist sowohl durch den Bereichs- als auch durch den Programmleiter innerhalb der europäischen **Technologieplattform Smartgrids** [13] vertreten. Die Plattform ist ein wichtiger Baustein im 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union und hat es sich zum Ziel gesetzt, einen Beitrag zu einer zuverlässigen und nachhaltigen Energiezukunft zu leisten. Die Plattform *Smartgrids* hat im Berichtszeitraum eine strategische Forschungsagenda entworfen, die die Standpunkte wichtiger Stakeholder konsolidiert. Die Erstellung der **strategischen Forschungsagenda** wurde durch den Bereichsleiter begleitet. In diesem Zusammenhang ist das Programm «Netze» in der Plattform nicht nur präsent,

sondern wird auch gestaltend tätig. Regelmässig tagendes Gremium der Plattform ist neben dem *Advisory Council*, die so genannte *Mirror Group*, in der Dr. Rainer Bacher (Bereichsleiter Netze am BFE) die Position des Vizepräsidenten einnimmt. Die langfristige innereuropäische Zusammenarbeit mit der Technologieplattform *Smartgrids* wird auch zukünftig ein fester Bestandteil des Programms Netze sein.

Auch im **IEA Implementing Agree Electricity Networks Analysis, Research and Development (ENARD)** [14] ist das Programm Netze aktiv beteiligt¹. ENARD wurde in der zweiten Hälfte des Berichtsjahres gegründet und hat es sich zum Ziel gesetzt als Expertenorganisation Elektrizitätsnetze zur Unterstützung der International Energy Agency (IEA) zu fungieren. Diese Funktion beinhaltet das Sammeln und Aufbereiten von Daten in den Mitgliedsstaaten, die Bestimmung von Schwerpunkten im Bereich Netzforschung und Entwicklung, die Politikberatung als auch allgemein die Lancierung von Aktivitäten hinsichtlich der Entwicklung von Strategien für nachhaltige Elektrizitätsnetze. Im Jahr 2007 sind Expertentreffen geplant, um die Plattform weiter zu entwickeln und die definierten Aufgaben wahr zu nehmen. Das Programm Netze ist hier bereits integriert und wird auch weiterhin eine aktive Rolle einnehmen. Unterstrichen wird dies durch die Funktion von Dr. Rainer Bacher als Vizepräsident des *Executive Committees*.

¹ Mitgliedsländer (Stand Februar 2007) sind: Belgien, Dänemark, Finnland, Grossbritannien, Italien, Norwegen, Österreich, Schweden und die Schweiz.

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Im Rahmen des Projektes **Conception de Systèmes de Chauffage urbain pour la Cogénération** werden u.a. Arbeiten geleistet, die Demonstrationscharakter haben. Diesbezüglich sind mit Hilfe eines *Softwaretools* Simulationen bezüglich Topologieoptimierung und Regelstrategien für das Energienetz des Stadtquartiers Morassess in Martigny erarbeitet wurden.

Im Rahmen des Projektes **Vision of Future Energy Networks (VoFEN)** ist darüber hinaus geplant, eine Fallstudie mit der Stadt Baden durchzuführen,

d.h. die theoretisch gefundenen Erkenntnisse zu Multi-Energieträgernetzen auf ein reales Subnetz zu übertragen.

Auch das Projekt **Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze (VEiN)** hat bereits 400 V Netzausschnitte identifiziert, in denen dezentrale Energieerzeugungsanlagen installiert werden sollen. Der Vergleich und die Bewertung von Modellierungsergebnissen und realen Messungen stehen zukünftig im Zentrum der Untersuchungen.

Bewertung 2006 und Ausblick 2007

Mit der Schaffung des Programmes «Netze» sind zahlreiche neue Forschungsaufgaben zu bewältigen, wobei die konkreten Ziele bereits in der Einführung umrissen wurden. Es gilt in den Feldern Elektrizitätsnetze, gekoppelte Energienetze und Technologien für Energienetze tätig zu werden. Vor allem ersteres und letzteres Gebiet bedürfen vermehrter Anstrengungen, wobei hinsichtlich der gekoppelten Energienetze mit den Projekten **Vision of Future Energy Networks (VoFEN)**, **Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze (VEiN)** und **Conception de systèmes de chauffage urbain pour la cogénération** bereits eine

sehr gute Basis geschaffen wurde. Das Projekt **VoFEN** wurde dabei nicht nur national, sondern auch international wahrgenommen. Dazu beigetragen haben zahlreiche Veröffentlichungen in internationalen Journalen oder auf Konferenzen. Mit der **Technologieplattform Smartgrids** und dem **IEA Implementing Agreement ENARD** ist der Grundstein für verstärkte innereuropäische Programmaktivitäten gelegt. Das Programm «Netze» hat damit sowohl national als auch international die Arbeit aufgenommen und wird sich in Zukunft verstärkt in den oben identifizierten Kernbereichen engagieren.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2006 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe www.energieforschung.ch unter den angegebenen Publikationsnummern in Klammern)

Unter den angegebenen Internet-Adressen sind weitere Informationen verfügbar.

- [1] G. Andersson, K. Fröhlich, (andersson@eeh.ee.ethz.ch), Institut für elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik, ETH Zürich, **Vision of Future Energy Networks** (JB).
- [2] P. Bühler, G. Schnyder (gilbert.schnyder@sing.ch), Schnyder Ingenieure, **Verteilte Energieeinspeisung in Niederspannungsnetze** (JB).
- [3] J.J. Simond, (jean-jacques.simond@epfl.ch), EPF Lausanne, **Conception et intégration d'un logiciel FEM dans le simulateur numérique SIMSEN** (JB).
- [4] Gaetan Cherix, (gaetan.cherix@crem.ch), Centre de compétence en urbistrique, **Conception de Systèmes de Chauffage urbain pour la Cogénération** (JB).

Referenzen

- [5] Th. Krause, (krause@eeh.ee.ethz.ch), Power Systems Laboratory, ETH Zürich: **Evaluating Congestion Management Schemes in Liberalized Electricity Markets Applying Agent-based Computational Economics**. Online verfügbar: <http://www.eeh.ee.ethz.ch/psl/forschung/krauseproj.html>
- [6] G. Andersson, (andersson@eeh.ee.ethz.ch), Power Systems Laboratory, ETH Zürich: **Platzierung von FACTS Geräten im elektrischen Energieübertragungsnetz**. Informationen: <http://www.eeh.ee.ethz.ch/psl/>
- [7] ABB Corporate Research Dättwil: **Produkt- und Konzeptentwicklung im Bereich Wide Area Monitoring and Control (WAMC)**, Kontakt: <http://www.abb.ch/cawp/chabb119/cba461b6166b5b0cc1256b2a00558bd6.aspx>
- [8] M. Filippini, (mfilippini@ethz.ch), Centre for Energy Policy and Economics, ETH Zürich, **A Benchmarking Analysis of Electricity Distribution Utilities in Switzerland**, Online verfügbar: http://www.cepe.ch/download/cepe_wp/CEPE_WP43.pdf
- [9] K. Fröhlich, (froehlich@eeh.ee.ethz.ch), Institut für elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik, **Akustische Emissionen von Hochspannungsleitungen**: Online verfügbar: <http://www.eeh.ee.ethz.ch/hvl/forschung/onor.html>
- [10] **EEH - Institut für elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik**: Online verfügbar: <http://www.eeh.ee.ethz.ch>
- [11] **Energy Science Center der ETH Zürich**: Online verfügbar: <http://www.esc.ethz.ch>
- [12] **Energy Systems Chair and Energy Center der EPF Lausanne**: Online verfügbar: <http://cgse.epfl.ch/page62251-en.html>
- [13] **Technologieplattform Smartgrids** (European Technology Platform for the Electricity Networks of the Future), Online verfügbar: <http://www.smartgrids.eu>
- [14] **IEA Implementing Agreement – Electricity Networks Analysis, Research and Development (ENARD)**, Online verfügbar: <http://www.iea-enard.org>