



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Energieforschung

3. Februar 2010

---

# **Forschungsprogramm**

## **Netze**

Synthesebericht 2009 des BFE-Programmleiters

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE

CH-3003 Bern

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

**Autor:**

Dr. Michael Moser, Bundesamt für Energie (BFE), [michael.moser@bfe.admin.ch](mailto:michael.moser@bfe.admin.ch)

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

## Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Elektrizität ist das Rückgrat von Wirtschaft und Gesellschaft. Steigende Nachfrage, die Rohstoffverknappung und der Klimawandel stellen das Energiesystem vor grosse Herausforderungen. Sie verlangen neue Weichenstellungen. Beschleunigt müssen neue Lösungen gefunden werden, die den Anforderungen des Wandels zu liberalisierten Märkten und dezentralen Erzeugungsstrukturen sowie zu volatilen erneuerbaren Energien und der Elektromobilität Rechnung tragen und ausserdem ein Höchstmass an Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit sicherstellen.

Das Forschungsprogramm *Netze* [14] gliedert sich in die drei Hauptbereiche **Elektrizitätsnetze**, **gekoppelte Energienetze** sowie **Technologien**, ergänzt durch **internationale Aktivitäten**.

Im Bereich **Elektrizitätsnetze** bestand die Zielsetzung für das Jahr 2009 darin, verschiedene Grundlagen und Konzepte für die erfolgreiche Systemintegration dezentraler Erzeugungsanlagen (z.B. An-

schlussbedingungen, Prognose, Betrieb) und Speichertechnologien (z.B. im Zusammenhang mit der Elektromobilität) zu erarbeiten, zu evaluieren und in der Praxis anzuwenden.

Der Bereich **gekoppelte Netze** oder **Multienergieträgernetze** umfasste auch 2009 die Weiterentwicklung von entsprechenden Konzepten und langfristigen Überführungsstrategien, deren Anwendbarkeit in zwei konkreten Fallstudien getestet wurde. Ausserdem konnte der Einfluss der Elektromobilität auf die Netze und die Energieträger untersucht werden.

Die Entwicklung einer Netz-stabilisierenden intelligenten Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge konnte im Bereich **Technologie** initiiert, aber noch nicht gestartet werden.

Die **internationalen Aktivitäten** haben die drei Schwerpunkte massgeblich ergänzt und die Koordination der Forschungsaktivitäten, v.a. im Bereich der intelligenten Netze – der «Smart Grids» – wesentlich vorangetrieben.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2009

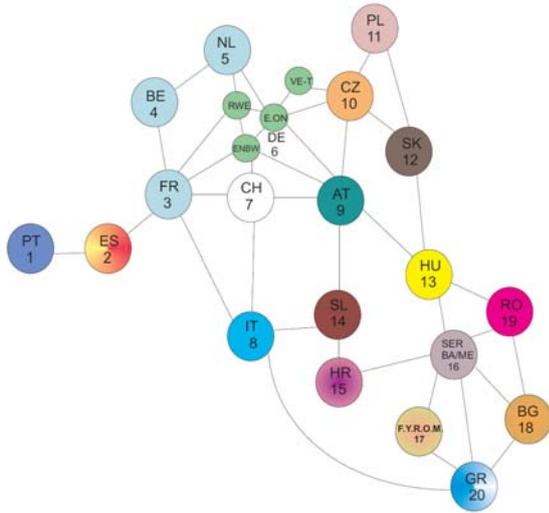
### Elektrizitätsnetze

Im Rahmen des Projekts *Interaktion von Kommunikations- und Stromnetz der Schweiz bei grossflächigen Schadensereignissen* [1] wurde unter Anwendung probabilistischer Methoden die Analyse der Sicherheit und Verletzbarkeit des Übertragungsnetzes der Schweiz in Wechselwirkung mit dem Telekommunikationsnetz beim Auftreten grossräumiger Schadensereignisse wie Sturm und Erdbeben fortgesetzt. Die Modelle zur Beschreibung der Gefährdung durch Erdbeben konnten weitgehend fertig gestellt werden; Gefährdungsmodelle und Versagensfunktionen für Sturm befinden sich dagegen noch im Aufbau. Damit konnten die Erdbebenrisiken für das schweizerische Übertragungsnetz sowie für ein modelliertes Telekommunikationsnetz abgeschätzt werden. Für die Zusammenführung der Einzelbetrachtungen zu einer Gesamtanalyse steht das Modell der Wechselwirkung der beiden Typen von Infrastrukturnetzen noch aus.

Das Projekt *Towards Future Electricity Networks* [2] ist 2009 in die zweite Phase gestartet. Aufgrund öffentlich verfügbarer Daten konnte das europäische Verbundnetz vereinfacht modelliert (Fig. 1) und der zuvor entwickelte «Sustainability Based Optimal Power Flow» (SOPF)-Algorithmus erfolgreich implementiert werden; weitere Verfeinerungen folgten 2010. Es wurden anschliessend verschiedene Szenarien der Internalisierung externer Kosten von Produktionsanlagen und deren Auswirkungen auf die Ableitung von Investitionsplänen untersucht und bewertet. Die Zusammenarbeit mit der «Chalmers University of Technology» konnte zudem zielführend weiterentwickelt werden.

Das bereits im Vorjahr erarbeitete *VPS White Book* wurde im Projekt *AlpEnergy – Virtual Power System (VPS) as an Instrument to Promote Transnational Cooperation and Sustainable Energy Supply in the Alpine Space* [3] weiterentwickelt. Die Rolle von VPS im Energiesystem und insbesondere im Rahmen von Smart Grids wurde beschrieben. Ausserdem wurde für die Pilotumsetzung ein VPS,

bestehend aus Überwachungs- und Kontrollstruktur, Kommunikationsprotokollen und Leitsystem definiert.



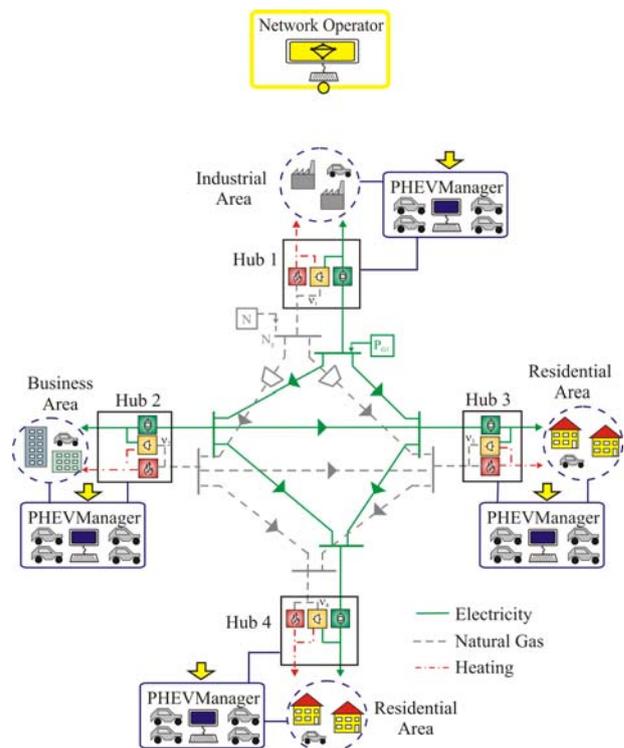
Figur 1: Vereinfachtes europäisches Verbundnetzmodell (Quelle: ETHZ).

Eine umfassende Analyse von Last- und Klimadaten hat im Projekt *ELBE-Prognosekompetenz* [4] die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Netzlast identifizieren und quantifizieren lassen. Um wirtschaftliche und klimatische Besonderheiten besser zu identifizieren zu können, wurden regionalen Daten eines grösseren Verteilnetzgebietes um lokale Daten erweitert. Die starke Korrelation zwischen Temperatur und Elektrizitätsnachfrage und wirtschaftlicher Aktivität wurde empirisch nachgewiesen; der Einfluss weiterer Einflussfaktoren erschien demgegenüber nur schwach. Auf dieser Datengrundlage wurden zwei einfach anzuwendende Verfahren zur Prognose der Tagesnetzlast entwickelt (Transferfunktion, neuronales Netz), deren hohe Prognosegüte in der anschliessenden Testphase verifiziert werden konnte.

### Gekoppelte Netze

Das Projekt *Vision of Future Energy Networks (VoFEN)* [5] beschäftigt sich weiterhin mit dem Entwurf, der Modellierung und der Analyse zukünftiger Infrastrukturen zur Energieübertragung und -verteilung in derzeit sechs Arbeitspaketen. Bearbeitet werden Fragen hinsichtlich Risikomanagement und Investitionsstrategien für nachhaltige Energiesysteme, dezentraler Regelung in Verteilnetzen, optimalem Netzdesign als auch der Netzintegration von Plug-In-Hybrids (Fig. 2). Ziel ist es, ein umfassendes Verständnis möglicher zukünftiger Ener-

gienetze zu erarbeiten, wobei der Fokus nicht nur auf der Elektrizität liegt. Zentral für das Projekt sind zwei Fallstudien zur praktischen Verifizierung der theoretischen Ansätze in Anwendung auf die Energienetze in Baden-Dättwil und Bern. Im Jahr 2009 sind weitere Forschungsbeiträge aus dem Projekt auf wichtigen internationalen Konferenzen präsentiert worden und sind auch direkt in verschiedene CIGRE-Arbeitsgruppen [15] eingeflossen. Das Projekt stellt zudem eine wichtige Basis für thematisch verwandte Forschung am Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik der ETH Zürich dar, wie z.B. das aus FP7 [16] finanzierte Projekt *Infrastructure Roadmap for Energy Networks in Europe (IRENE-40)*. 2010 sollen drei Arbeitspakete abgeschlossen werden und es ist geplant, in Zusammenarbeit mit den Hauptprojekträgern weiterführende Forschungsziele zu definieren.



Figur 2: Multienergieträgernetz unter Einbezug von Plug-In-Hybrids (Quelle: ETHZ).

Im Projekt *Auswirkung der Markteinführung von Elektrofahrzeugen und Plug-In-Hybrids auf die Energieträger und das Elektrizitätsnetz* [6] wurden die für den Erfolg von Elektrofahrzeugen und Plug-In-Hybrids wesentlichen energetischen Auswirkungen des Vehicle-to-Grid-Konzepts (V2G) analysiert und bewertet. Je nach Herkunftsart der eingesetz-

ten Elektrizität können Elektrofahrzeuge verglichen mit rein fossil betriebenen Fahrzeugen in Bezug auf den Energiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen Vorteile oder Nachteile aufweisen. Stammt die eingesetzte Elektrizität aus erneuerbaren Energien, so ergeben sich auf allen Ebenen sehr grosse Vorteile. Mit Strom aus Kernkraftwerken können zwar die CO<sub>2</sub>-Emissionen stark reduziert werden, aber es ergeben sich deutliche Nachteile bezüglich Primärenergie. Während sich bei der fossilen Stromerzeugung aus GuD-Anlagen (Gas- und Dampfanlagen) nur geringe Unterschiede gegen-

über konventionellen Fahrzeugen ergeben, sieht die Bilanz für Kohle- oder Ölkraftwerke global gesehen negativ aus. Ob ein verstärkter Einsatz von Plug-In-Hybrids und reinen Elektrofahrzeugen aus energie- und klimapolitischer Sicht forciert werden soll und entsprechend förderungswürdig ist, hängt entscheidend von der Herkunft des Stromes bzw. der Produktionsart ab. Während durch die Einführung von Elektrofahrzeugen der Elektrizitätsbedarf etwas steigt (3 % bei Ersatz eines Viertels der Flotte), sinkt der Benzinbedarf massiv (25 %).

## Nationale Zusammenarbeit

In Zusammenarbeit mit Electrosuisse und dem *SmartGrids ERA-Net* [17] wurde am 15. September 2009 in Bern das 2. *Schweizer Energietechnikforum* [18] zum Thema «Smart Grids – Vision oder Netztechnologie der Zukunft?» organisiert. Es wurde ein breiter Überblick über die Schweizer Aktivitäten auf dem Gebiet vermittelt sowie anhand ausgewählter Präsentationen aus den am *SmartGrids ERA-Net* teilnehmenden Ländern der internationale Bezug hergestellt. Die erfreulich grosse Teilnehmerzahl widerspiegelt das steigende Bewusstsein der Branche, dass eine nachhaltige Energieversorgung wichtige Veränderungen in der (Netz-)Infrastruktur mit sich bringt.

In zwei weiteren Workshops der *Interessensgemeinschaft Vehicle-to-Grid (V2G)* [7] (ehemals *Trendwatching Group Smart Grid / Plug-In-Fahrzeuge*) konnten wesentliche Aspekte einer Implementierungsstrategie, unter aktiver Mitwirkung zahlreicher Vertreter von Energieversorgern, Behörden, NGOs, Investoren, Dienstleistern und Forschungsinstitutionen, erarbeitet werden.

Im Zusammenhang mit dem Elektrizitätsmarktliberalisierung und der wachsenden Zahl dezentraler Erzeugungsanlagen und Speichersystemen stellen sich künftig viele Fragen nicht nur rein technischer

sondern auch ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Natur. Das Bundesamt für Energie und die ETH Zürich haben sich deshalb über die Schaffung eines «Kompetenzzentrums Energienetze» verständigt, das – finanziell mitgetragen durch Bund, EVU, Industriefirmen und Verbänden – für die Branche und die breite Bevölkerung unabhängige Kommentare und Antworten zu den wichtigsten interdisziplinären Fragestellungen im Bereich der elektrischen Netze erarbeiten wird. Ein inhaltliches und organisatorisches Konzept wurde unter Einbezug der interessierten Stakeholder erarbeitet, so dass die Gründung des Zentrums zu Beginn des Jahres 2010 stattfinden kann.

Im Rahmen verschiedener Veranstaltungen und zahlreicher direkter Kontakte und Besuche wurde das Forschungsprogramm *Netze* vorgestellt und versucht, die verschiedenen Forschungsinstitutionen weiter zu vernetzen, z.B. im Rahmen des anlaufenden Pilotprojekts *Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze (VEiN)* (siehe unten) oder im Rahmen der von *SwissElectric Research* und dem *Competence Center for Energy and Mobility (CCEM)* durchgeführten Ausschreibung zum Thema *Pathways Towards the Electrification of Individual Transportation*.

## Internationale Zusammenarbeit

Die langjährigen Aktivitäten der Schweiz im Rahmen des IEA Implementing Agreements *Electricity Networks, Analysis, Research and Development (Enard)* [8,19] wurden weitergeführt. Im Rahmen

von zwei Workshops innerhalb des Annex I *Information Collation and Dissemination* wurde auf die Themen *Communications & Control* sowie *Balancing the Variability in Renewable Electricity Supp-*

lies vertieft eingegangen. Trotz breiter internationaler Beteiligung konnten – einmal mehr – leider keine Schweizer Akteure zur Teilnahme gewonnen werden. Um einen Überblick über die aktuellen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen zur Integration dezentraler Erzeugungsanlagen zu erhalten, wurde im Annex II *Distributed Generation – System Integration in Distribution Networks* [9] eine entsprechende europaweite Analyse gestartet, die 2010 ausgewertet wird und die Formulierung von Handlungsoptionen erlaubt. Zur Erarbeitung einer langfristigen Vision für die Entwicklung der Übertragungsnetze hat Annex IV *Transmission Systems* [10] die Arbeit mit Fokus auf Netzausbau und -erneuerung, Integration erneuerbarer Energien und Ausfallsicherheit aufgenommen.

Die Europäische Technologie Plattform *ETP SmartGrids* [11, 20] wurde in der Berichtsperiode umstrukturiert. Insbesondere wurde der *Advisory Council* abgelöst und nicht aktive Arbeitsgruppen aufgelöst, wobei das im Vorjahr präsentierte *Strategic Deployment Document (SDD)* nach wie vor fertig gestellt werden soll. Die neue Technologieplattform hat sich zum Ziel gesetzt, die anstehenden europäischen Prozesse des Strukturwandels hin zu intelligenten Energiesystemen zu koordinieren und die Schnittstellen zu den verschiedenen Akteuren sicherzustellen. Deren Rolle innerhalb des SET-Plans und in Bezug auf die neu formierte *European Electricity Grid Initiative (EEGI)* resp. die nachfolgende *European Industrial Initiative (EII) Grids* bleibt abzuwarten.

Das *SmartGrids ERA-Net* [17] konnte aufgrund der 2009 erhobenen Informationen über das Forschungsumfeld in den verschiedenen Partnerländern im Rahmen von vier Workshops und des 2. *Schweizer Energietechnikforums* (siehe oben) eine erste gemeinsame Ausschreibung für angewandte Forschungsprojekte im Bereich der Smart Grids formulieren. Die Ausschreibung wird unter Teilnahme von 11 Forschungsförderungseinrichtungen zu Beginn des Jahres 2010 mit dem Ziel lanciert, Projekte – jeweils mit einer Beteiligung aus mindestens drei Teilnehmestaaten und in einem zweistufigen Prozess evaluiert – im Herbst 2010 zu

starten. In Ergänzung zu den Arbeiten des ERA-Nets wurde im Projekt *Analyse des Forschungsumfelds «Smart Grids» in der Schweiz und in Europa* [12] damit begonnen, die Grundlagen für eine systematische Erfassung und Aufbereitung der entsprechenden europäischen Forschungsaktivitäten zu erfassen und zu verbreiten.

Aufgrund der Tatsache, dass Deutschland bei den oben genannten internationalen Aktivitäten bisher nicht beteiligt ist, wurde im Nachgang zur *Smart Grids Week 2009 Salzburg* die Intensivierung der trilateralen Zusammenarbeit D-A-CH beschlossen. In der Folge entstand das *Memorandum of Understanding zur Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Erforschung und Entwicklung von IKT-basierten Energiesystemen der Zukunft in Deutschland, Österreich und der Schweiz*, das u.a. die Koordination der Forschungsförderung, den Wissens- und Informationsaustausch sowie die gemeinsame Bearbeitung wichtiger Querschnittsfragen ermöglicht. Im Beisein einer Reihe Schweizer Akteure wurde das *Memorandum of Understanding* am 27. November 2009 anlässlich des *E-Energy Jahreskongresses 2009* [21] von hochrangigen Vertretern der drei Länder feierlich unterzeichnet (Fig. 3). Die Umsetzung des Abkommens wird 2010 zügig in Angriff genommen werden.



Figur 3: Christian Blickenstorfer (Schweizer Botschafter in Deutschland), Hans-Joachim Otto (Staatssekretär, BMWi), Ingolf Schädler (Sektionsleiter-Stv., bmvit) nach der Unterzeichnung des MoU (Quelle: BMWi).

## Pilot- und Demonstrationsprojekte

Zur Klärung der Auswirkungen vermehrter verteilter Einspeisungen auf den Netzbetrieb im Normal- und im Störfall, der Planung und Dimensionierung der Netzanlagen sowie zur Identifizierung allfällig notwendiger Anpassungen in den Normen wurden in der Vergangenheit die Grundlagen für ein entsprechendes Pilotprojekt *Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze (VEiN)* [13] erarbeitet. Die Akquisition der Finanzen konnte erfolgreich abge-

schlossen und die Projektorganisation aufgebaut werden, so dass die vorgesehenen Erzeugungsanlagen 2010 im Rahmen eines Contractings gebaut und ins Verteilnetz integriert werden können. Durch die ebenfalls aufgebaute wissenschaftliche Begleitung werden die Erreichung der wissenschaftlichen Ziele sowie die Integration von Drittprojekten in die Pilotumgebung in Rheinfelden sichergestellt sein.

## Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Die Projekte und Aktivitäten im Forschungsprogramm *Netze* haben auch im Jahr 2009 dazu beigetragen, verschiedene Konzepte für Energiesysteme der Zukunft weiter voranzutreiben und entsprechende Kompetenzen in der Schweiz aufzubauen.

Durch die Einführung der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) zur Förderung dezentraler erneuerbarer Energieträger beginnt sich nun die Erzeugungssituation auch in der Praxis zu verändern, was bereits heute zum Teil schwerwiegende Auswirkungen auf die Verteilnetze hat. Dies veranlasst das Forschungsprogramm *Netze*, vermehrt auch kurz- und mittelfristige Problemstellungen mit direktem Praxisbezug zu betrachten. Entsprechende Forschungsaktivitäten in direktem Bezug zu Pilot- und Demonstrationsprojekten wurden deshalb 2009 initiiert und zum Teil schon gestartet. Damit wird künftig auch der Programmschwerpunkt Technologie gestärkt.

Die Komplexität der Thematik erfordert im Grunde die Realisierung grösserer Pilot- oder Modellregionen, in denen verschiedenste Problemstellungen der dezentralen Erzeugung, Verteilung, Speiche-

rung und Verwendung elektrischer Energie untersucht und entsprechende Lösungsansätze entwickelt und demonstriert werden können. Aufgrund der knappen finanziellen Mittel des Forschungsprogramms können derzeit nur Teilaspekte im Rahmen von kleineren Projekten betrachtet werden, was der Entwicklung und Verbreitung gesamtheitlicher Konzepte für Smart Grids nicht förderlich ist. Es ist deshalb umso wichtiger, die internationalen Beziehungen, zum Beispiel im Rahmen der 2009 geschlossenen D-A-CH-Kollaboration, weiter auszubauen, um den Wissens- und Erkenntnistransfer von und zu relevanten Akteuren sicherzustellen und die Effizienz der Forschung zu steigern. Eine internationale Ausschreibung im Rahmen des *SmartGrids ERA-Nets* soll ausserdem konkrete länderübergreifende Projekte fördern.

Der Aufbau und die Förderung dringend benötigter Forschungsressourcen und -kompetenzen gestalten sich aus verschiedenen Gründen weiterhin sehr schwierig. Durch die Schaffung des Kompetenzzentrums Energienetze soll nun 2010 ein wichtiger Beitrag dazu geleistet werden.

## Liste der F+E-Projekte

- [1] M. Raschke ([raschke@mavt.ethz.ch](mailto:raschke@mavt.ethz.ch)), ETH Zürich: **Interaktion von Kommunikations- und Stromnetz der Schweiz bei grossflächigen Schadensereignissen** (JB Projekt 102556)
- [2] A. Papaemmanouil ([papaemmanouil@eeh.ee.ethz.ch](mailto:papaemmanouil@eeh.ee.ethz.ch)), G. Andersson, ETH Zürich: **Towards Future Electricity Networks, Phase 2** (JB Projekt 102292)
- [3] S. Lukovic ([lukovics@alari.ch](mailto:lukovics@alari.ch)), M. Mura, Università della Svizzera italiana: **AlpEnergy – Virtual Power System (VPS) as an Instrument to Promote Transnational Cooperation and Sustainable Energy Supply in the Alpine Space** (JB Projekt 102848)
- [4] P. Kronig ([patrick.kronig@bkw-fmb.ch](mailto:patrick.kronig@bkw-fmb.ch)), M. Höckel, Berner Fachhochschule; U. Wälchli, S. Zürcher, BKW FMB Energie AG: **ELBE – Validierung und Verbesserung von Lastprognosen** (SB Projekt 102771)
- [5] K. Fröhlich ([froehlich@eeh.ee.ethz.ch](mailto:froehlich@eeh.ee.ethz.ch)), G. Andersson, ETH Zürich: **Vision of Future Energy Networks, Phase 2** (JB Projekt 100669)
- [6] R. Rigassi ([reto.rigassi@enco-ag.ch](mailto:reto.rigassi@enco-ag.ch)), P. Strub, S. Huber, ENCO Energie-Consulting AG: **Auswirkungen der Markteinführung von Elektrofahrzeugen und Plug-In-Hybrids auf die Energieträger und das Elektrizitätsnetz** (SB Projekt 102774)
- [7] R. Horbaty ([robert.horbaty@enco-ag.ch](mailto:robert.horbaty@enco-ag.ch)), P. Strub, ENCO Energie-Consulting AG: **Trendwatching Group Smart Grid / Plug-In-Fahrzeuge** (JB Projekt 103037)
- [8] R. Bacher ([rainer.bacher@bacherenergie.ch](mailto:rainer.bacher@bacherenergie.ch)), Bacher Energie AG: **Implementing Agreement of the International Energy Agency (IEA): Electricity Networks Analysis Research & Development (Enard Annex I)** (SB Projekt 102474)
- [9] W. Rohr, R. Bacher ([rainer.bacher@bacherenergie.ch](mailto:rainer.bacher@bacherenergie.ch)), Bacher Energie AG: **Integration Distributed Generation - System Integration in Distribution Networks (IEA IA ENARD Annex II)** (JB Projekt 102832)
- [10] C. Duthaler ([christof.duthaler@swissgrid.ch](mailto:christof.duthaler@swissgrid.ch)), Swissgrid AG: **IEA ENARD Annex IV: Transmission Systems** (JB Projekt 103026)
- [11] R. Bacher ([rainer.bacher@bacherenergie.ch](mailto:rainer.bacher@bacherenergie.ch)), Bacher Energie AG: **Europäische Technologieplattform (ETP) SmartGrids** (SB Projekt 102474)
- [12] W. Rohr ([willi.rohr@bacherenergie.ch](mailto:willi.rohr@bacherenergie.ch)), R. Bacher ([rainer.bacher@bacherenergie.ch](mailto:rainer.bacher@bacherenergie.ch)), Bacher Energie AG: **Analyse des Forschungsumfelds «Smart Grids» in der Schweiz und in Europa** (JB Projekt 103167)

## Liste der P+D-Projekte

- [13] G. Schnyder ([gilbert.schnyder@sing.ch](mailto:gilbert.schnyder@sing.ch)), Schnyder Ingenieure AG: **Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze (VEiN)** (JB Projekt 102875)

## Referenzen

- [14] BFE-Forschungsprogramm *Netze*: [www.bfe.admin.ch/forschung/netze/](http://www.bfe.admin.ch/forschung/netze/)
- [15] International Council on Large Electric Systems (CIGRE): [www.cigre.org/](http://www.cigre.org/)
- [16] 7. EU-Rahmenforschungsprogramm FP7: <http://cordis.europa.eu/fp7/>
- [17] SmartGrids ERA-Net: [www.eranet-smartgrids.eu/](http://www.eranet-smartgrids.eu/)
- [18] 2. Schweizer Energietechnikforum 2009: [www.electrosuisse.ch/g3.cms/s\\_page/89280](http://www.electrosuisse.ch/g3.cms/s_page/89280)
- [19] IEA Implementing Agreement Enard: [www.iea-enard.org/](http://www.iea-enard.org/)
- [20] Europäische Technologieplattform (ETP) SmartGrids: [www.smartgrids.eu/](http://www.smartgrids.eu/)
- [21] E-Energy Jahreskongress 2009: [www.e-energy.de/de/jahreskongress.php](http://www.e-energy.de/de/jahreskongress.php)