

DEZENTRALE STROMERZEUGUNG UND INTELLIGENTE NETZE

FORSCHUNGSIMPULSE FÜR
ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT

INTEGRATION VON DEZENTRALER STROMERZEUGUNG UND OPTIMIERUNG DES ELEKTRISCHEN ENERGIESYSTEMS

Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ hat das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) bereits 1999 eine Initiative gestartet, die zukünftige Wirtschaftsweisen durch Forschung effektiv unterstützt. Im Rahmen von mehreren Programmlinien werden seither Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Demonstrations- und Verbreitungsmaßnahmen unterstützt, die wichtige Innovationsimpulse für die österreichische Wirtschaft setzen. Die Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ hat das Ziel, innovative und zukunftsweisende Technologien und Konzepte zu entwickeln, die auf den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger abzielen und langfristig in der Lage sind, unsere Energieversorgung sicherzustellen.

■ Gemäß der Internationalen Energieagentur wird ein Anstieg des Anteils der elektrischen Energie am Gesamtenergiemarkt in den OECD Ländern von 24 % im Jahr 1970 auf 40 % im Jahr 2020 erwartet. Die absolute Nachfrage nach elektrischer Energie steigt Jahr für Jahr kontinuierlich an, gleichzeitig rechnen Experten mit einem Zurückgehen der Kapazitäten und möglichen Engpässen. Die Rahmenbedingungen der Stromversorgung haben sich in den letzten Jahren durch den Deregulierungsprozess im europäischen Energiemarkt und die Forcierung von erneuerbaren Energieträgern grundlegend verändert. Dank freiem Zugang zu Stromverteilungsnetzen und den Möglichkeiten zur dezentralen Erzeugung treten zunehmend neue Akteure am Markt auf. Die Entwicklung neuer Technologien führt dazu, dass eine Vielzahl von kleineren, dezentralen Erzeugungseinheiten entsteht und sich die Verbrauchsstrukturen verändern. Dadurch eröffnen sich neue Chancen für die zukünftige Energieversorgung: Erneuerbare regional verfügbare Energieträger können verstärkt zum Einsatz kommen, Netzverluste können minimiert werden, Abwärme kann vermehrt genutzt und der Verbrauch von fossilen Brennstoffen kann reduziert werden. Andererseits stellt diese Entwicklung das bestehende Stromversorgungssystem aber auch vor völlig neue technologische und organisatorische Anforderungen und es werden neue gesetzliche Rahmenbedingungen und Vorgaben benötigt. Es gilt ein zukunftsweisendes Energiesystem zu schaffen, das neben

der Gewährleistung der Versorgungssicherheit auch den hohen Ansprüchen bezüglich Umweltverträglichkeit, Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz genügt.

Für den Betrieb von Netzwerken mit einem hohen Anteil an dezentraler Erzeugung sind innovative Technologien und Konzepte notwendig, insbesondere neue Steuerungs- und Kontrollsysteme. Mit zunehmender Dichte an dezentralen Erzeugungsanlagen treten grundlegende Systemfragen wie Kapazitätsplanung, Stabilität, Schutzstrategien und vor allem die Versorgungsqualität in den Vordergrund. Die Herausforderung besteht darin, ein effizientes System zu schaffen, das auf flexible Weise alle vorhandenen Ressourcen optimal integriert. Dabei sind insbesondere neben neuen Energiequellen auch unausgeschöpfte Potenziale im Bereich des Verteilnetzes und auf Seiten der Verbraucher zu berücksichtigen. Um brachliegende Optimierungspotenziale nutzbar machen zu können, muss in Zukunft das gesamte Spektrum der Netzteilnehmer aktiv zum Management des Gesamtsystems beitragen können. In einem solchen Energiesystem werden Endkunden verstärkt in die Lage versetzt, ihre Energiekosten durch die zeitlich flexible Gestaltung des Energieverbrauchs zu optimieren. Neue Geschäftsfelder entstehen, um die notwendigen Informationsdienstleistungen und Infrastrukturen zur Verfügung stellen zu können. Unter anderem ist es erforderlich, eine große Anzahl an Energieverbrauchern, -erzeugern und -speichern

informationstechnisch zu erschließen. Dies war bis vor kurzem kostengünstig nicht machbar. Durch die Fortschritte in der Kommunikations- und Informationstechnologie ist heute aber die aktive Integration einer großen Anzahl von Teilnehmern auch zu vertretbaren Kosten möglich.

Österreich verfügt über weitreichende Erfahrungen und Kompetenz auf diesem Gebiet. Um dieses Stärkefeld weiter auszubauen, werden im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ Forschungsprojekte durchgeführt, die sich mit technologischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Fragen



der Netzeinspeisung aus dezentralen Energieerzeugungseinheiten und dem aktiven Verteilnetzbetrieb sowie der dafür erforderlichen Informations- und Kommunikationstechnologie beschäftigen. Zwei dieser Projekte werden im Folgenden vorgestellt.

Projekt 1:
Netzqualität bei dezentraler Strom-einspeisung auf Basis erneuerbarer Energieträger

H. Brunner, R. Bründlinger, arsenal research, Wien 2006

Projekt 2:
Integral Resource Optimization Network Study – IRON Study

P. Palensky, Institut für Computertechnik TU Wien, Wien 2005

NETZQUALITÄT BEI DEZENTRALER STROMEINSPEISUNG AUF BASIS ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER



Die derzeitigen Stromversorgungsnetze basieren im Wesentlichen auf einer zentralen Versorgung durch Großkraftwerke, die auf der Hoch- und Höchstspannungsebene einspeisen. Dezentrale Erzeugungsanlagen, die auch in den unteren Netzebenen (Niederspannungs- bzw. Mittelspannungsebene) operieren, bewirken, dass aus dem ursprünglich unidirektionalen Energiefluss von höheren zu niedrigeren Netzebenen und schließlich zum Verbraucher ein bidirektionaler wird.

Dies führt zu tief greifenden Veränderungen im österreichischen Stromversorgungssystem: Aus den bisher passiven Elementen auf der Verbraucherseite werden aktive Erzeuger. Die Energieflüsse sind schwieriger zu beherrschen, eine Vielzahl kleiner Erzeugungsanlagen ist zu überwachen, zu steuern, abzurechnen und zu optimieren. Interaktive, zentral steuerbare Netzwerke aus vielen dezentralen Erzeugern und Verbrauchern können als „virtuelle Kraftwerke“ betrachtet werden. Durch Optimierung und flexible Abstimmung von Angebot und Bedarf werden zusätzliche reale Kraftwerke eingespart. Den virtuellen Kraftwerken wird in Zukunft eine große Bedeutung zugemessen, da sie – richtig

eingesetzt – die Versorgungssicherheit erhöhen, die Importabhängigkeit bei Verwendung von erneuerbaren Energieträgern verringern, die Emissionen reduzieren und die Effizienzen verbessern können. Dies alles jedoch nur bei korrekter Planung und bei Berücksichtigung der für die dezentrale Erzeugung notwendigen Rahmenbedingungen.

Mit zunehmender Dichte an dezentraler Erzeugung gewinnt die Frage nach der Versorgungsqualität an Bedeutung. Es ist zu zeigen, daß trotz – oder gerade durch die „virtuellen Kraftwerke“ die gewohnt hohe Versorgungsqualität aufrecht erhalten bleibt oder nur in kontrollierten Bereichen variiert.

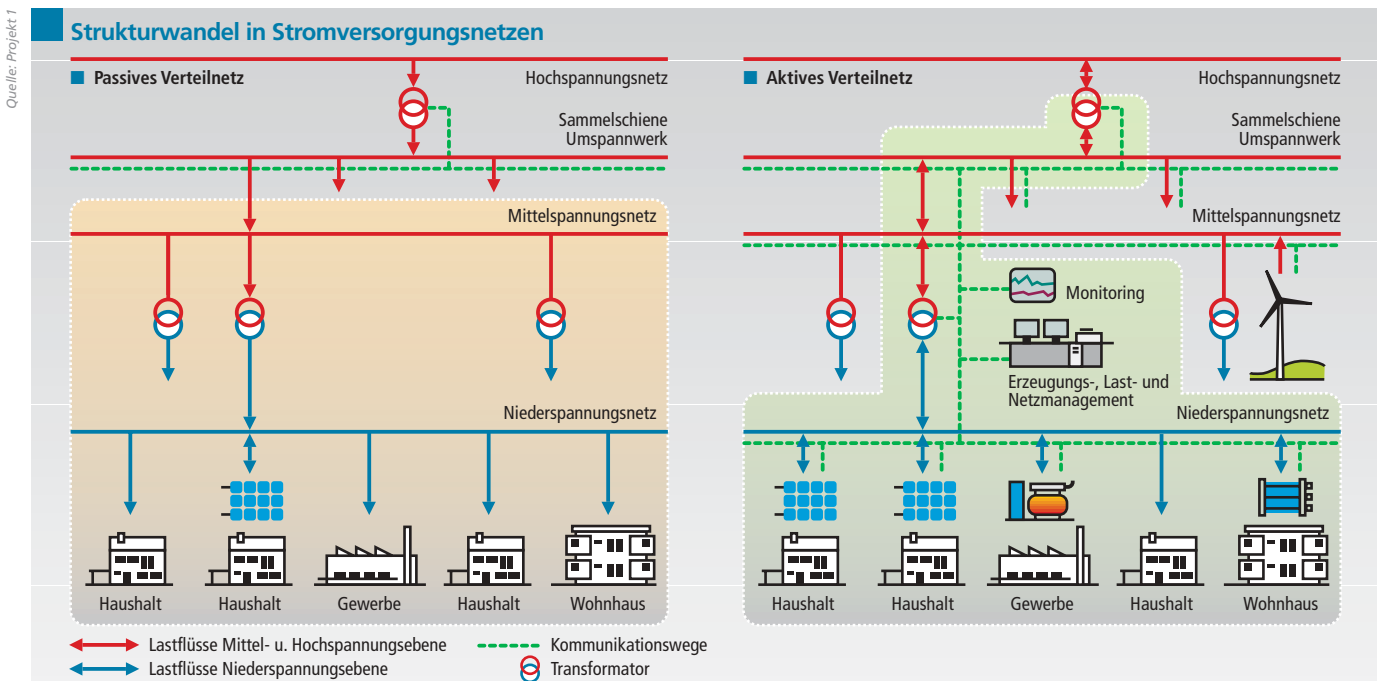
Ziel des Forschungsprojekts „Erneuerbare Energien für eine verbesserte Versorgungsqualität“ war es, ein technisch machbares und organisatorisch taugliches Konzept für ein stark dezentral determiniertes Energiesystem zu entwerfen. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf dem Aspekt der Versorgungssicherheit.

Im Rahmen eines breit angelegten Messprogramms, das durch analytische Netzsimulationen begleitet wurde,

wurde der Einfluss dezentraler Stromerzeugung auf die Netze an repräsentativen Standorten analysiert. Anhand eines konkreten, realisierten Anlagenkonzepts sollte als weiterer Schritt demonstriert werden, wie durch den Einsatz geeigneter Technologien dezentrale Erzeugungsanlagen aktiv zur Verbesserung der Versorgungsqualität beitragen können. Ergänzend dazu wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie Hindernisse und Chancen identifiziert und die technischen Potenziale für einen effizienten und multifunktionalen Einsatz abgeschätzt.

ERGEBNISSE

Die Analyse der aktuellen Rahmenbedingungen in Österreich zeigte, dass diese für die Unternehmen wenig Anreize bieten, selbst aktiv Netzdienstleistungen bereit zu stellen. Bei der durchgeführten Messkampagne an zehn Standorten mit dezentraler Energieerzeugung im Verteilnetz wurden mit Hilfe moderner Power Quality Analyser die wesentlichen Parameter der Versorgungsqualität gemessen. Neben stationären Phänomenen (wie Harmonische, Flicker oder Spannungsschwankungen) wurden auch kurzzeitige





Ereignisse (Spannungseinbrüche und -überhöhungen, Unterbrechungen, usw.), die charakteristisch für die Qualität von Spannung und Versorgung sind, erhoben.

Die Auswertung der Daten ergab, dass es bis auf die mit der Einspeisung verbundene Spannungsanhebung im Allgemeinen zu keinem signifikanten negativen Einfluss der dezentralen Erzeugungsanlagen auf die Parameter der Versorgungsqualität kommt. Um eine hohe Dichte an dezentralen Erzeugern zu erreichen, ist es notwen-

dig, die Anlagen mit innovativen Lösungen aktiv in die Spannungsregelung zu integrieren. Im Rahmen des Projekts konnte dargestellt werden, dass geeignete Technologien zur Verbesserung der Versorgungsqualität verfügbar sind. Hemmnisse für die breite Umsetzung in die Praxis bilden vor allem die derzeitigen organisatorischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Netzeinspeisung.

Die Betreiber von kleinen dezentralen, oftmals fluktuierend erzeugenden Anlagen erfahren derzeit in der Praxis

noch gravierende Wettbewerbsnachteile. Neben ökonomischen Barrieren bestehen vor allem administrative Hürden und hohe Transaktionskosten. Auf Seiten der Netzbetreiber fehlt noch das Vertrauen in die Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit von innovativen Konzepten zur aktiven Integration von dezentralen Erzeugern. Es ist daher notwendig, deren Funktion im Rahmen eines breiten Einsatzes in realen Netzabschnitten zu demonstrieren und ihre Praxistauglichkeit nachzuweisen.

DG DEMONETZ

Auf Basis des Projekts „Erneuerbare Energie für eine verbesserte Versorgungsqualität“ und aufbauend auf Ergebnissen anderer Forschungsarbeiten aus der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“, entstand das Nachfolgeprojekt „DG DemoNetz-Konzept“ (DG = Distributed Generation). Im Rahmen dieses Projekts, das im März 2006 gestartet wurde, sollen alle notwendigen Voraussetzungen geschaffen werden, um die bereits erarbeiteten Lösungsansätze zur Integration der dezentralen Erzeugung in die Praxis umsetzen zu können. Aufgabe ist die Konzeption und Projektierung von Netzabschnitten mit aktivem Verteilnetzbetrieb und hohem Anteil dezentraler Stromeinspeiser. Im Rahmen des Projekts sollen Vertreter aller relevanten Akteure einbezogen werden. Das Projektteam besteht aus MitarbeiterInnen der Unternehmen/Institutionen arsenal research, Energie AG Oberösterreich, Vorarlberger Kraftwerke AG, Salzburg AG und der TU Wien.

Die Zielsetzungen des Projekts „DG DemoNetz“ sind:

- Auswahl von österreichischen Netzabschnitten, welche für die praktische Umsetzung von Demonstrationsnetzen mit hoher Dichte an dezentraler Einspeisung in Frage kommen
- Dokumentation internationaler Demoprojekte, relevanter Forschungsprojekte und Zusammenfassung der bisherigen Erfahrungen der Netzbetreiber sowie Analyse und Bewertung dieser Erfahrungen
- Entwicklung von Modellsystemen für einen aktiven Verteilnetzbetrieb, dargestellt in einem Stufenmodell „DG-Integration“ mit steigender Komplexität der Systeme
- Abklärung, welche der erarbeiteten Modellsysteme sich zur Implementierung in den ausgewählten Netzabschnitten im Niederspannungs- bzw. Mittelspannungsnetz eignen
- Erarbeitung eines Leitfadens und eines projektspezifischen Anforderungskatalogs für Netzabschnitte und betroffene Akteure
- Projektierung der technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Umsetzung für die ausgewählten Netzabschnitte



Durch das „DG DemoNetz-Konzept“ werden Auswirkungen und Anforderungen für Netzbetreiber und Anlagenbetreiber durch einen weiteren Ausbau von dezentraler Energieerzeugung mit möglichst geringen zusätzlichen Investitionen aufgezeigt. Das geplante Demonstrationsprojekt wird daher eine Art „best practice“ und einen ersten Schritt für die breite Umsetzung einer hohen Dichte an dezentraler Stromeinspeisung darstellen, sowie bestehende Barrieren und Hemmnisse abbauen.

Mit der praktischen Demonstration eines aktiven Netzbetriebs wird Österreich – aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen – seine Rolle als europäischer Vorreiter und Know How-Träger weiter ausbauen, wenn es um Fragen der Einbindung dezentraler Stromerzeuger in bestehende Netze und die Adaption des Betriebs der Verteilnetze geht.



INTEGRAL RESOURCE OPTIMIZATION NETWORK STUDY – IRON STUDY

■ IRON (Integral Resource Optimization Network) Study ist eine Grundlagenstudie zum Thema „Koordination dezentraler Energieressourcen“. Zielsetzung dieser Arbeit war es, die Voraussetzungen für ein robustes, verteiltes Automatisierungsnetzwerk zur Optimierung der Ressource „elektrische Energie“ zu schaffen.

Verbraucher, Erzeuger und Speicher sollen sich mit Hilfe einer neuen Infrastruktur selbstorganisierend vernetzen und den Einsatz elektrischer Energie autonom koordinieren können. Das IRON System wird in der Endphase eine Plattform bieten, die eine beliebige Anzahl von Teilnehmern am elektrischen Netz kommunikationstechnisch erschließt. Der neu entwickelte IT-Zugang wird tiefer und fein-granularer als bisher erfolgen. Letztendlich soll automatisierungstechnisch bis zu den Endgeräten der Kunden vorgedrungen werden. Die Skalierbarkeit und die Kosten sind hierbei die Schlüsselfaktoren.

Im Rahmen der ersten Phase des IRON Projekts wurde das Umfeld ergründet und mit intensiver Öffentlichkeitsarbeit das Thema in den relevanten Kreisen erfolgreich etabliert. Mit dem Folgeprojekt „Integral Resource Optimization Network-Concept“ werden nun die neuen Dienstleistungen entwickelt, um alle relevanten Teilnehmer des Energienetzes kommunikationstechnisch verbinden zu können:

- Energiequellen (Kraftwerke, Windkraftanlagen, Mikroturbinen, Brennstoffzellen, u.ä.),
- Verbraucher (Geräte, Maschinen, etc.)
- (virtuelle) Speicher (Pumpen, zeitlich verschiebbare Lasten, träge Prozesse wie Elektrowärme, etc.)

Als Zielgruppen wurden Zweckbauten, Einzelknoten (wie Windkraftwerke), private Eigenheime und kleine Industrie- bzw. Gewerbebetriebe definiert. Große Energiekunden werden im Rahmen des Konzepts nicht berücksich-



tigt, da sie meist schon ein eigenes Optimierungssystem besitzen.

Das angestrebte **IRON System** kann technisch folgendermaßen umrissen werden:

- verschiedene Klassen von End-Knoten je nach Zielgruppe (funktional wie preislich – Richtwert sind Kosten von unter EUR 100,-), kurze Amortisationszeiten (2 Jahre)
- einfache, möglichst automatische Installation, robuster, wartungsfreier Betrieb, gute Skalierbarkeit bis in den Bereich von 100.000 Knoten
- Verwendung von Internet, Feldbussen und Technologien der Gebäudeautomatisierung, Anbindung an existierende Steuerungssysteme (DSM, abschaltbare Lasten, etc.)
- Add-On Services wie Sicherheit, Information oder Remote-Home

Die derzeit am Markt verfügbaren Lösungen erfüllen diese Anforderungen nicht zufriedenstellend. Deshalb müssen teilweise Neuentwicklungen durchgeführt werden, die möglichst vollständig auf offenen Standards aufbauen sollten. Das IRON System ist von seiner Konzeption her anwendungs-neutral, d. h. es kann für eine Vielzahl von sich neu ergebenden Diensten verwendet

werden: lokale Synchronisation von Erzeugung und Verbrauch, Real-Time-Pricing, globales Spitzenlastmanagement, etc.. Der Betreiber des Systems kann den durch die verteilte Automatisierungstechnik erwirtschafteten finanziellen Nutzen an seine Kunden weitergeben.

Die Endverbrauchsgeräte der Kunden sollen mit einer „IRON-Box“, einem eingebetteten, lokal intelligenten Steuerungs-Modul, ausgestattet werden. Die einzelnen Module kooperieren untereinander und mit übergeordneten Einheiten, wodurch Informationen über Last-Freiheitsgrade (lokale Verschiebungs- und Speichermöglichkeiten) ausgetauscht werden. Die ausgetauschten Informationen bilden die Basis für Optimierungsalgorithmen zur Koordination des Betriebs der einzelnen Verbraucher.

Im Rahmen des Projekts werden ein Dienstleistungs-Portfolio, ein Marktmodell, ein Infrastrukturmodell sowie die Vorstudie für einen Feldversuch ausgearbeitet. Zusammen bilden diese Projektteile ein Konzept, das als Grundlage für den geplanten Praxistest dient. Dieser soll in einem Folgeprojekt stattfinden.

WIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE DURCH DEZENTRALE STROMERZEUGUNG



■ Die dezentrale Nutzung erneuerbarer Ressourcen trägt entscheidend zur Stärkung regionaler Wertschöpfung bei und gibt wichtige Impulse für die regionalen Arbeitsmärkte. Basierend auf der Idee eines aktiven Netzbetriebs und der Nutzung erneuerbarer Energieträger wird die Stromversorgung zu einem offenen Energiemarkt. Damit werden für regionale innovative Unternehmen neue Marktpotenziale erschlossen und attraktive Perspektiven für die hier beschäftigten Fachkräfte geschaffen.

Der Zuwachs an Know-how und Qualifikation und der entstehende Technologievorsprung von österreichischen Firmen (Netzbetreibern, Produzenten, Consulting Firmen, Forschungsinstituten,...) ermöglicht die Sicherung bestehender hochqualifizierter Arbeitsplätze. Zusätzlich entstehen Möglichkeiten, dieses Wissen in Zukunft auf internationaler Ebene umzusetzen

und entsprechende Dienstleistungen oder Produkte auch im Ausland anzubieten.

Die regionalen Ressourcen werden durch die Integration dezentraler Stromerzeugung verstärkt genutzt. Somit können lokale arbeitsintensive Projekte (z.B. speziell im Bereich Biomasse- oder Biogasanlagen, aber auch beim Ausbau von Solarstrom oder Windkraftanlagen) verwirklicht werden und damit zur Stärkung der Beschäftigung in diesen Zukunftsbereichen beitragen.

Positive Effekte ergeben sich in folgenden Geschäftsfeldern:

- Forschung und Entwicklung
- Anlagenentwickler und -hersteller (z.B. BHKWs, Biogasanlagen, Stirlingmotoren...)
- Leistungselektronikindustrie
- Wechselrichterhersteller
- Schutztechnik
- Vertrieb von Anlagen und Komponenten
- Elektrotechniker (Planung, Installation und Inbetriebnahme der Anlagen)
- Landwirte (Lieferung der Primärenergieträger bzw. auch Betrieb der Anlagen)
- Einzelunternehmer durch eigene Projekte oder Beteiligung an Projekten im Bereich „Dezentrale Energieanlagen“
- Consulter (Planung und Beratung)

FORSCHUNGSFORUM im Internet:

www.NachhaltigWirtschaften.at/Publikationen

in Deutsch und Englisch

- FORSCHUNGSFORUM erscheint vierteljährlich und kann kostenlos auf dieser Website abonniert werden.

IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte aus dem Bereich „Nachhaltig Wirtschaften“ des bmvit. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien; Leitung: Dipl.Ing. M. Paula; Renngasse 5, A-1010 Wien. Fotos und Grafiken: ProjektpartnerInnen, IG Windkraft/Austrian Wind Energy Association, Projektfabrik. Redaktion: Projektfabrik, A-1180 Wien, Währinger Straße 121/3. Gestaltung: Wolfgang Bledl. Herstellung: AV+Astoria Druckzentrum GmbH, A-1030 Wien, Faradaygasse 6.

Projekt 1:
Netzqualität bei dezentraler Stromspeisung auf Basis erneuerbarer Energieträger
Projektleitung: DI Roland Bründlinger, arsenal research – Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH, Wien
Projektpartner:
VATECH ELIN EBG Elektronik GmbH, oekostrom AG, Stadtwerke Hartberg GmbH

Projekt 2:
Integral Resource Optimization Network Study – IRON Study
Projektleitung: Univ.Ass. DI Dr. Peter Palensky, Technische Universität Wien – Institut für Computertechnik
Projektpartner: Linz STROM GmbH, Sonnenplatz Großschönau GmbH, Envidatec GmbH Michael Stadler

INFORMATIONEN PUBLIKATIONEN

Endberichte zu den oben genannten Studien erscheinen in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit. Projekt 1 (48/2006), Projekt 2 (42/2006)

Weitere Projekte zu diesem Thema:

Verbraucher als virtuelles Kraftwerk
Potentiale für Demand Side Management in Österreich im Hinblick auf die Integration von Windenergie (44/2006)

Faire Wettbewerbsbedingungen für Virtuelle Kraftwerke (45/2006)

Systemmodell zur Optimierung der Integration von Windenergieanlagen in Österreich und Deutschland (46/2006)

Integration durch Kooperation: Das Zusammenspiel von Anlagen- und Netzbetreiber als Erfolgsfaktor für die Integration dezentraler Stromerzeugung (47/2006)

Virtuelle Kraftwerke für Autarke Regionen (58/2006)

Eine vollständige Liste der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit mit Bestellmöglichkeit findet sich auf der HOMEPAGE:

www.NachhaltigWirtschaften.at/Publikationen

