

AKTIVE VERTEILNETZE

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNG, MODELLIERUNG UND DEMONSTRATION
FÜR DIE SMARTE STROMVERSORGUNG DER ZUKUNFT

DAS AKTIVE VERTEILNETZ – INFRASTRUKTUR-INNOVATIONEN FÜR EINE ZUKUNFTSFÄHIGE ENERGIEVERSORGUNG

■ Nationale und internationale energiepolitische Zielsetzungen (EU 20-20-20-Ziele) sehen eine deutliche Steigerung des Anteils erneuerbarer Energiequellen an der zukünftigen Energieversorgung vor. Die verstärkte Nutzung von Energie aus Sonne, Wind und Biomasse und die damit wachsende Anzahl an regionalen, dezentralen Energieerzeugern stellen die Netzbetreiber vor große Herausforderungen. Die elektrischen Verteilnetze geraten im Zuge dieser Entwicklung europaweit an ihre Grenzen.

Bisher wurde Strom zentral in Großkraftwerken erzeugt und nur in eine Richtung von der Hochspannungs- über die Mittelspannungsebene und die Ortsnetze an die Verbraucher geleitet. Im Zuge der Energiewende werden in Zukunft immer mehr dezentrale Erzeuger fluktuierend Energie aus erneuer-

barer genutzt werden können. Während man bei der Auslegung des Netzbetriebs bisher davon ausgeht, dass sich die Erzeugung am Verbrauch orientieren muss (generation follows load), kehrt der Smart Grid-Ansatz das Verhältnis um: Lasten werden durch den Einsatz intelligenter Regeltechnik entsprechend dem aktuellen Energieangebot im Netz gesteuert (load follows generation).

So soll auch bei fluktuierender, dezentraler Einspeisung ein zuverlässiger Betrieb ohne Komfortverluste für die Energiekunden garantiert und gleichzeitig die erneuerbaren Energiequellen optimal genutzt werden. Zentrale Rolle spielen dabei u. a. neue Speichermöglichkeiten, z. B. durch die Einbindung von Wärmepumpen (Pufferspeicher) oder Elektromobilität (Batterien als Speicher).

Österreich hat seinen Beitrag zur Umsetzung der europaweiten Zielsetzungen definiert: Der strategische Fokus liegt auf der Erforschung, Modellierung und Demonstration von smarten, zukunftsfähigen Lösungen für Netzplanung und Netzbetrieb im Verteilnetz. Ziel ist die Integration eines hohen Anteils dezentraler Erzeuger von Energie aus erneuerbaren Quellen in die bestehenden Netze sowie die Einbindung von Elektromobilität, Gebäuden und Konsumenten in ein intelligentes Energiemanagement.

DG DEMONETZ – TECHNISCHE ENTWICKLUNGSKETTE DES AKTIVEN VERTEILNETZES

ExpertInnen des AIT (Austrian Institute of Technology, Energy Department) und seiner Partnerinstitute an den österreichischen Universitäten arbeiten bereits seit einigen Jahren im Rahmen der „DG Demonetz“-Projektkette an der Entwicklung und Implementierung von intelligenten Regelungsstrategien für ein maßgeschneidertes Spannungsmanagement. In Kooperation mit österreichischen Netzbetreibern werden schrittweise innovative technische Lösungen entwickelt, validiert und demonstriert. Einige dieser Konzepte werden aktuell in den Smart Grids-Modellregionen (Salzburg, Oberösterreich, Vorarlberg) zur Lösung von regional spezifischen Problemen sehr erfolgreich in der Praxis getestet. Die Arbeiten werden vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und vom österreichischen Klima- und Energiefonds unterstützt.

Damit schließt Österreich exemplarisch in Europa die Lücke zwischen theoretischen Ansätzen und brauchbaren Netzlösungen und trägt so dazu bei, den notwendigen Umbau des Energienetzes zu realisieren. Die intensive Kooperation zwischen anwendungsorientierter Forschung und Energiewirtschaft ist dazu der zentrale Erfolgsfaktor.

baren Quellen in die Netze einspeisen. Innovative Technologien und Lösungen werden benötigt, um die bestehenden Netze so weiterzuentwickeln, dass es zu keinen unerwünschten Spannungsschwankungen kommt und langfristig eine zuverlässige Stromversorgung sichergestellt werden kann.

Eine Lösung für den zukünftigen Netzbetrieb bietet der Smart Grid-Ansatz. „Aktive“ elektrische Verteilnetze erlauben durch bidirektionale Kommunikation zwischen Erzeugern, Verbrauchern und Speichern ein intelligentes Energiemanagement, so dass die Kapazitäten der bestehenden Netze ef-

ÖSTERREICHS BEITRAG ZUR EUROPÄISCHEN SMART GRIDS INITIATIVE (EEGI)

Smart Grids sind ein komplexes Generationenprojekt, das aufgrund der internationalen Vernetzung der Stromversorgung nur grenzüberschreitend entwickelt und umgesetzt werden kann. Im „Europäischen Strategic Energy Technology Plan“ (SET-Plan) stellt die Einbindung erneuerbarer Energiequellen in die Stromnetze der Zukunft ein zentrales Thema dar, das u. a. im Rahmen der „European Electricity Grid Initiative“ (EEGI) auf internationaler Ebene weiterentwickelt wird.



BAUSTEINE FÜR DAS AKTIVE VERTEILNETZ

Im Rahmen von Forschungs- und Demonstrationsprojekten des AIT und seiner Kooperationspartner werden in Österreich konkrete Lösungsansätze für die Realisierung einer smarten zukunftsfähigen Stromversorgung entwickelt und getestet. **Vier Bausteine** für das aktive Verteilnetz werden hier mit den dazugehörigen Demonstrationsbeispielen vorgestellt:



Quelle: Dieter Schütz, pixelio.de



Quelle: Stadtwerke Murau

INTEGRATION ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER AUF DER MITTELSPANNUNGSEBENE

In Österreich steigt seit Jahren die Anzahl kleiner dezentraler Erzeuger, die Energie aus Wasserkraft, Wind, Biomasse und Photovoltaik auf der Mittelspannungsebene ins Netz einspeisen. Während zu bestimmten Zeiten (z. B. im Sommer) Energieüberschüsse erzeugt werden, sind andere Zeiten (z. B. der Winter) von geringer Erzeugung und besonders hohem Verbrauch gekennzeichnet, so dass zusätzliche Energie aus dem Netz bezogen werden muss. Das zum Teil stark schwankende Angebot der Energie aus erneuerbaren Quellen zusammen mit der ebenfalls schwankenden Energienachfrage (z. B. Tagesgang) führt zu Spannungsschwankungen im Netz. Bisher wurden Mittelspannungsnetze auf Grund der limitierten Mess- und Regelungsmöglichkeiten daher „überdimensioniert“, um für alle möglichen Betriebsfälle gerüstet zu sein.

Mit den im Rahmen der **DG Demonetz Projekte** entwickelten Konzepte zum Spannungsmanagement lassen sich nun die Reserven im Netz besser ausnützen und die Spannung mit Hilfe von neuen Regel- und Steuerungsmethoden zu jedem Zeitpunkt innerhalb der definierten Grenzen halten. Diese Methoden ermöglichen es, ohne Netzausbau viele weitere dezentrale Energieerzeuger in die bestehenden Verteilnetze zu

integrieren.

Folgende Ansätze werden auf der Mittelspannungsebene verfolgt:

- > Analyse der Interaktion zwischen dem dezentralen Energieerzeuger und dem elektrischen Energiesystem
- > Erweiterte numerische Lastflusssimulationen
- > Entwicklung von Lösungen zur Erhöhung der Aufnahmefähigkeit der bestehenden Netzinfrastruktur
- > Konzepte zur Planung und Untersuchung elektrischer Verteilnetze mit einer hohen Dichte an dezentraler Energieerzeugung

Getestet wurden die neuen Konzepte zunächst im Labor, wo die Regler in eine Simulationsumgebung eingeklinkt und mit verschiedenen Netzzuständen konfrontiert wurden. Dabei konnte die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Spannungsregelungskonzepte gezeigt werden.

Derzeit erfolgt die Implementierung in zwei realen Mittelspannungsnetzen in Salzburg und Vorarlberg. Die ForscherInnen gehen davon aus, dass dadurch in beiden Netzabschnitten die zusätzlich installierbare Leistung aus Biomasse-, Wind- und Wasserkraftwerken um mehr als 50 % erhöht werden kann.

AIT FORSCHUNGSANSÄTZE ZUM AKTIVEN VERTEILNETZ

Stand zu Beginn der „DG Demonetz“-Projektkette zunächst die Mittelspannungsebene im Fokus des Interesses, wo dezentrale Energieerzeuger (Windparks, große Photovoltaik-Anlagen, Wasserkraft) verstärkt ins Netz einspeisen, wurden die Forschungsaktivitäten in der Folge auf den Niederspannungsbereich ausgedehnt.

Vor allem Photovoltaik-Anlagen der Haushalte und Elektrofahrzeuge hängen am lokalen Niederspannungsnetz, also dem Ortsnetz, das den Strom von der Trafostation zur Steckdose liefert. Sind Erzeugung und Verbrauch in diesem komplexen System nicht optimal aufeinander abgestimmt, ist die Spannung bald außerhalb der erlaubten Grenzen. Daher werden auch hier intelligente Regelungskonzepte benötigt.

Voraussetzung für die Entwicklung solcher Konzepte sind Simulationen, die auf Echtzeitdaten basieren und die realen Spannungszustände im Netz abbilden. Die Datenerfassung erfolgt dabei mit Hilfe von intelligenten „Smart Metern“.

Ein weiterführender Ansatz ist die Zusammenführung von Erzeuger- und Verbraucherseite durch die Integration von Elektromobilität, Gebäuden und Endverbrauchern, die mit Hilfe automatisierter Steuerung zu interaktiven Teilnehmern im Netz werden.

DG DEMONETZ FELDTTEST VORARLBERG/VKW

Regeltrafosteuerung über Netzknoteninformation (CVCU Central Voltage Control Unit) im Netzabschnitt www.vorarlbergnetz.at



Quelle: VKW

DG DEMONETZ FELDTTEST LUNGAU/SALZBURG AG

Gegenüberstellung von zwei Konzepten:

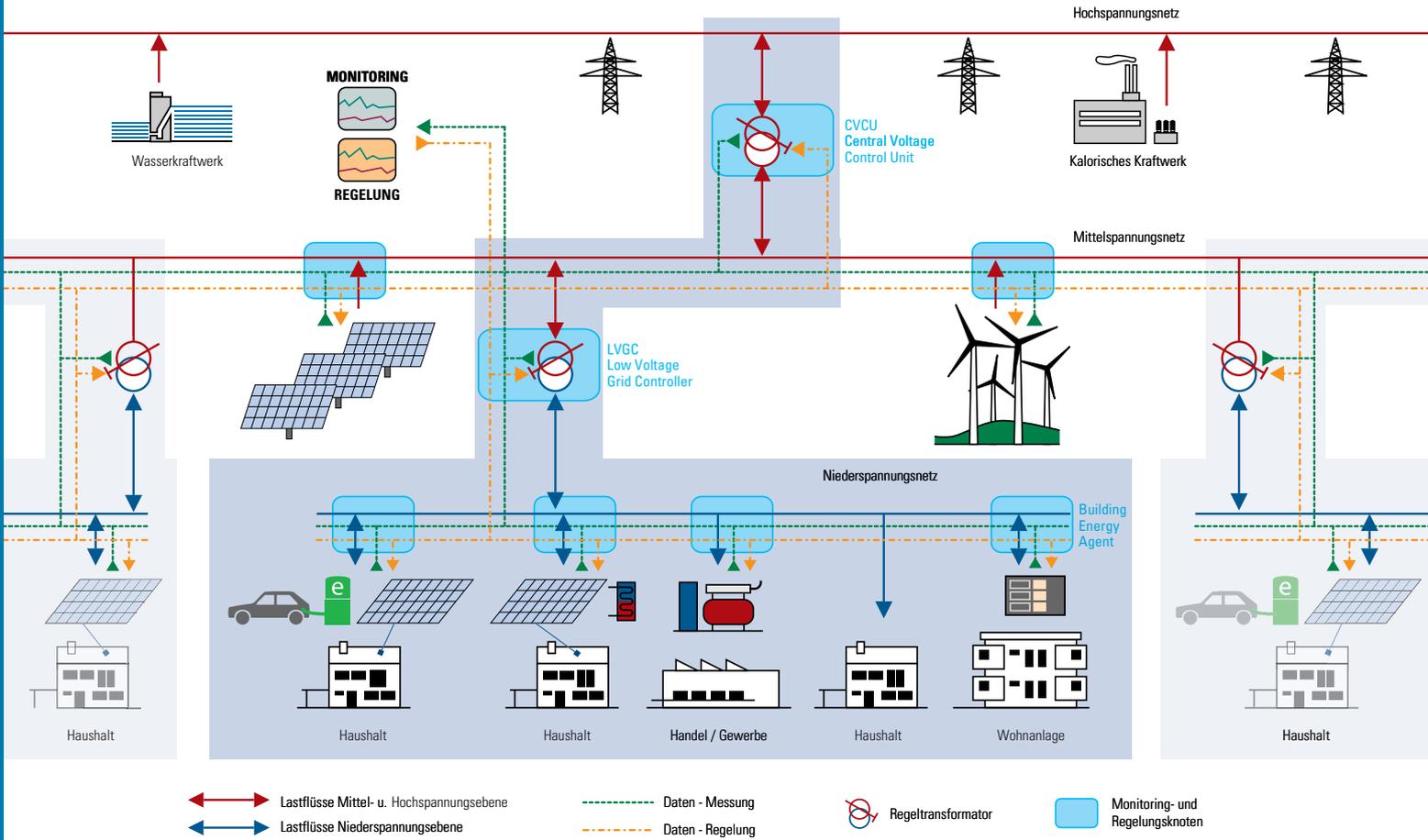
- > Regionale Lösung mit Regler (CVCU) im Umspannwerk
- > Zentrale Lösung über Prozessrechner mit Online-Netzberechnung (Projekt ZUQDE)

www.smartgridssalzburg.at



Quelle: Salzburg AG

Aktives Verteilnetz



Grafik: Projektfabrik Waldhör KG

GEBÄUDEINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK – MONITORING IN NIEDERSPANNUNGSNETZEN

Zukünftige Energieszenarien bauen auf den breiten Einsatz von Solarenergie im Gebäudebereich. „Plus-Energie-Gebäude“ werden in Zukunft mit Hilfe von dach- oder fassadenintegrierten Photovoltaik-Anlagen übers Jahr gerechnet mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen und ihre Energieüberschüsse auf der Niederspannungsebene ins Netz einspeisen. Ein flächendeckender Ausbau von gebäudeintegrierter Photovoltaik würde die Aufnahmekapazität des heutigen Stromnetzes übersteigen. Daher sind auch im Niederspannungsnetz intelligente Regelungskonzepte gefragt. Die Basis dafür sind Simulationsmodelle, die ein möglichst reales Abbild von den Spannungsverhältnissen in Ortsnetzen liefern. Bislang waren Echtzeitdaten aus dem Netz nicht vorhanden.

Im Projekt **ISOLVES:PSSA-M (Power Snap Shot Analysis)** wurde eine Methode zur Momentaufnahme des Netzzustands entwickelt, mit der reale Abbilder der Spannungen und Lastzustände im Niederspannungsnetz erzeugt werden können. Als „Augen im Netz“ dienen die sogenannten „Smart Meter“, intelligente Zähler, die nicht nur Verbrauchswerte messen, sondern auch Parameter wie Spannung, Wirkleistung und Blindleistung erfassen und diese Daten an den Netzbetreiber liefern. Auf Basis dieser Daten können Simulationen erstellt werden, die als Grundlage für die intelligenten Regelungskonzepte dienen, wie sie im Projekt „DG Demonet Smart LV Grid“ (siehe folgende Seite) entwickelt werden.

„AUGEN IM NETZ“ FELD-TEST EBERSTALLZELL/ ENERGIE AG

„Schnappschüsse“ im Stromnetz: Alle Zähler innerhalb des Ortsnetzes werden so synchronisiert, dass jederzeit für die exakt gleiche Sekunde von jedem Zähler eine Momentaufnahme der Messwerte abgerufen werden kann. Die Schnappschüsse der einzelnen Ortsnetze werden von den Trafostationen an den Server des Netzbetreibers weitergeleitet und wissenschaftlich analysiert. Mit diesen Daten können die Simulationsmodelle perfekt an die Realität angepasst werden.

www.energieag.at



Quelle: Energie AG

ISOLVES:PSSA-M Animation siehe: www.ait.ac.at/presse/ait-youtube-channel

INTELLIGENTE INTEGRATION VON E-MOBILITÄT UND PHOTOVOLTAIK

Auf Verbraucherseite stellt die Verbreitung der Elektromobilität den Netzbetrieb im Niederspannungsbereich vor neue Herausforderungen. Wird eine große Anzahl von E-Fahrzeugen einfach ans Netz angeschlossen und ungesteuert geladen, kann dies zu erhöhten Lastspitzen führen. Innovative Konzepte setzen auf die intelligente Verknüpfung von erzeuger- und verbraucherseitigen Einflüssen auf den Netzbetrieb.

Folgende Ansätze werden auf der Niederspannungsebene verfolgt:

- > Monitoring basierend auf Smart Metering System
- > Spannungsregelung in Trafostationen (On-load tap changer)
- > Wirk- und Blindleistungsregelung in den Erzeugungsanlagen
- > Neue Funktionen in PV-Wechselrichtern
- > Gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen

Im Projekt **DG Demonet Smart LV Grid** werden Planungs-, Monitoring-, Management- und Regelungsansätze für die Niederspannungsebene entwickelt, um Synergien dezentraler Erzeuger (PV-Anlagen) und flexibler Lasten (Elektrofahrzeuge) zu nutzen. Durch die intelligente Steuerung der Fahrzeugaufladung – unter Berücksichtigung der Charakteristika der PV-Stromproduktion – können Spannungsschwankungen im Netz ausgeglichen werden.

MODELLGEMEINDE KÖSTENDORF/SALZBURG AG

In ausgewählten Netzabschnitten wird zu Testzwecken ein Zukunftsszenario erzeugt (50 % fluktuierende dezentrale Einspeiser (PV) und 50 % Dichte an Elektrofahrzeugen), das mit der derzeitigen Infrastruktur nicht beherrschbar wäre. Im Realbetrieb soll demonstriert werden, dass es mit Hilfe der im Projekt entwickelten Regelungskonzepte möglich ist, Angebot und Nachfrage ohne Komfortverlust für die Energiekunden auszubalancieren.

www.smartgridssalzburg.at



Quelle: Klimafonds/Ringhofer



Quelle: Semen Grimberg, pixelfo.de



Quelle: Andreas Morlok, pixelfo.de

FLEXIBILISIERUNG DES ENERGIEVERBRAUCHS – GEBÄUDE ALS INTERAKTIVE TEILNEHMER IM SMART GRID

Um Lastspitzen im Stromnetz zu reduzieren und die Energieeffizienz zu verbessern, werden in einem weiteren Ansatz Konzepte zur intelligenten Einbindung von Gebäuden ins Smart Grid untersucht. Durch automatisierte Steuerung der Gebäudetechnik soll eine Flexibilisierung auf Verbraucherseite erzielt werden. Im Projekt **Building2Grid** wurde erforscht, wie durch kommunizierende Gebäudeleittechnik bisher ungenutzte Freiheitsgrade von Gebäuden (verschiebbare Lasten, Lastabwurf, etc.) genutzt werden können, um den Netzbetrieb zu optimieren. Ziel ist es, den Verbrauch an der Erzeugung zu orientieren, ohne dass es zu Komforteinschränkungen für die Energiekunden kommt. Alle dazu notwendigen Informationen werden innerhalb des Gebäudes organisiert und gebündelt mit dem Netz ausgetauscht.

LEUCHTTURMPROJEKT HIT /SALZBURG AG

Im Leuchtturmprojekt HiT (Häuser als interaktive Teilnehmer im Smart Grid, Wohnsiedlung Rosa-Hofmann-Straße) werden alle auf der Niederspannungsebene relevanten Smart Grid-Elemente in einem innovativen Gebäudekonzept zusammengeführt. Das Projekt umfasst die Planung, den Bau sowie den Betrieb und das Monitoring einer Wohnanlage mit 130 Miet- und Eigentumswohnungen für unterschiedliche Nutzergruppen.

Über den von Siemens (in Zusammenarbeit mit dem AIT) entwickelten „Building energy agent“ sollen Fragen zu PV, E-Mobilität, Gebäude und Speicher in der Praxis getestet werden:

- > dezentrale Energieerzeugung (BHKW, PV)



Quelle: www.rosazukunft.at, rendering: thalmeier architekten

- > automatisierte Lastverschiebung (Steuerung Wärmepumpe, gesteuertes Laden der E-Fahrzeuge, Home-Automation)
 - > Speicher
 - > Energiefeedback, Nutzerinteraktion
 - > Energiekonzept und Lastprofile
- www.smartgridssalzburg.at

EXPERTEN

AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY – FORSCHUNG FÜR DIE STROMNETZE DER ZUKUNFT

Das AIT Austrian Institute of Technology ist die größte außeruniversitäre Forschungseinrichtung in Österreich. In den fünf Departments (Energy, Mobility, Health & Environment, Safety & Security, Foresight & Policy) wird an zentralen Infrastrukturthermen der Zukunft geforscht. Durch seine Tätigkeit in der angewandten Forschung, die Bereitstellung exzellenter Forschungsinfrastruktur und die starke internationale Vernetzung nimmt das AIT in Österreich und in Europa eine führende Rolle ein.

AIT ENERGY DEPARTMENT

Das Energy Department verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz in der erneuerbaren Stromversorgung, Heizung und Klimatisierung der Gebäude und Städte von morgen. Eine zentrale Forschungsaufgabe besteht darin, die komplexen Wechselwirkungen zwischen einzelnen Technologien und dem Gesamtsystem wissenschaftlich zu untersuchen, um so innovative Lösungen für das Energiesystem der Zukunft zu schaffen. Im Bereich der Smart Grids liegt der Fokus auf:

- > neuen Managementmethoden für den Betrieb elektrischer Netze
- > Wechselwirkung zwischen Elektrizitätssystem und Netzkomponenten
- > Design von Entwicklungsumgebungen, Validierung und Diagnose für Netzkomponenten

NEUES SIMULATIONSTECHNISCHES LABOR

Mit dem SmartEST Labor hat das AIT eine weltweit einzigartige Infrastruktur geschaffen, um die Komponenten und Konzepte für die Netze der Zukunft

unter realen Bedingungen zu erproben. Die Palette reicht dabei von Spannungsreglern und Photovoltaik-Wechselrichtern über elektrische Energiespeicher bis hin zu Einheiten der Kraft-Wärme-Kopplung oder Ladestationen für Elektrofahrzeuge.

Für die Tests stehen drei unabhängige Labornetze zur Verfügung, die frei konfigurierbar sind und mit einer Dauerleistung von bis zu 1.000 Kilowatt betrieben werden können. Damit lassen sich zum Beispiel Abschnitte von Niederspannungsnetzen mit mehreren Häusern 1:1 abbilden. Das AIT SmartEST Labor bietet so Herstellern von Smart Grid-Komponenten und Netzbetreibern die Möglichkeit, die Wechselwirkungen zwischen Komponenten, Reglern und dem elektrischen Netz zu analysieren und ihre Produkte und Konzepte fit für die Zukunft zu machen.

Diese Infrastruktur bildet auch die Grundlage für die Zusammenarbeit mit innovativer Spitzenforschung z. B. im Rahmen des „International Smart Grid Action Network“ (ISGAN).



Quelle: AIT

SmartEST Labor, Quelle: AIT

PROJEKTPARTNER

NETZBETREIBER

Energie AG Oberösterreich Netz GmbH
Dr. Andreas Abart
andreas.abart@netzgmbh.at

Salzburg Netz GmbH
Dipl. Ing. Thomas Rieder, MBA
thomas.rieder@salzburgnet.at

Vorarlberger Energienetze GmbH
Dipl.-HTL-Ing. Reinhard Nennung
Reinhard.nennung@vorarlbergnetz.at

Linz Strom Netz GmbH
Ing. Walter Niederhuemer
w.niederhuemer@linz-stromnetz.at

Wien Energie Stromnetz GmbH
Dipl.-Ing. Hans Taus
Hans.taus@wienenergie-stromnetz.at

Energie Burgenland
Ing. Markus Wachtfeil
markus.wachtfeil@energieburgenland.at

INDUSTRIE

Siemens AG Österreich
Dipl.-Ing. Andreas Lugmaier
Andreas.lugmaier@siemens.com

Fronius International GmbH
Dr. Martin Heidl
Martin.heidl@fronius.com

FORSCHUNG

Austrian Institute of Technology GmbH
Dipl.-Ing. Helfried Brunner, MSc
Helfried.brunner@ait.ac.at

Technische Universität Wien – Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Energy Economics Group
Dr. Wolfgang Prügler
pruegler@eeg.tuwien.ac.at

Technische Universität Wien – Institut für Computertechnik
Dipl.-Ing. Thomas Leber
leber@ict.tuwien.ac.at

Weitere Infos zu den Modellregionen und Projekten finden sich unter:

www.energiesystemederzukunft.at/highlights/smartgrids

Themenmanagement Smart Grids:

Ing. Michael Hübner
Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)
Michael.huebner@bmvit.gv.at

FORSCHUNGSFORUM im Internet:

www.NachhaltigWirtschaften.at

in Deutsch und Englisch

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, 1010 Wien. Titelfoto: DouDou/fotolia.de, Montage Projektfabrik Waldhör KG. Redaktion: Mag. Stefanie Waldhör, Projektfabrik Waldhör KG, Am Hof 13/7, 1010 Wien; Dr. Kurt Schauer, Wallner & Schauer GmbH, Elisabethstraße 50, 8010 Graz. Herstellung: AV+Astoria Druckzentrum GmbH, 1030 Wien, Faradaygasse 6.