



## SMART GRID TESTNETZ IN VORARLBERG - BITES STATT BAGGER IM BIOSPHERÄNPARK GROSSES WALBERTAL

LÖSUNGEN FÜR EINE RESSOURCENSCHONENDE UND SMARTE EINBINDUNG  
VON ERNEUERBAREN ENERGIETRÄGERN IM LÄNDLICHEN RAUM





## ENERGIEAUTONOMIE AUF BASIS ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER UND SMART GRIDS



■ Österreichs westlichstes Bundesland - Vorarlberg - hat sich bereits im Jahr 2009 ein ambitioniertes energiepolitisches Ziel gesetzt: bis 2050 will das Land Energieautonomie auf Basis von erneuerbaren Energieträgern erreichen und damit unabhängig von Preissteigerungen und Versorgungsengpässen bei Öl und Gas werden.

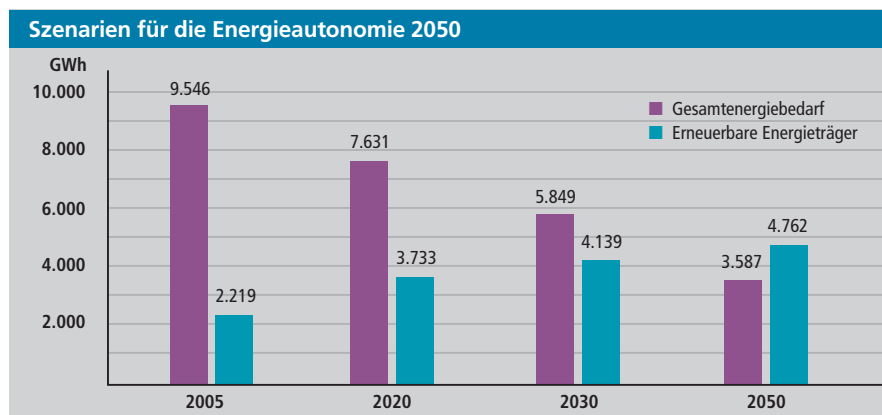
Mit dem Prozess „Energiezukunft Vorarlberg“ soll Schritt für Schritt eine zukunftsfähige Energieversorgung in die Praxis umgesetzt und ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Die langfristige Strategie setzt auf Energieeinsparung und Energieeffizienz, den verstärkten Einsatz von erneuerbarer Energie, neue Mobilitätskonzepte sowie Investitionen in Forschung, Entwicklung und Bildung. Kurzfristig will Vorarlberg bis 2020 mindestens die von der EU festgelegten energiepolitischen Zielsetzungen (20-20-20) erreichen. 2011 wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog – die „101 enkeltauglichen Maßnahmen“ – beschlossen, der weit darüber hinaus geht.

[www.energiezukunft-vorarlberg.at](http://www.energiezukunft-vorarlberg.at)

*Für eine nachhaltige Wirtschaftsweise ist die Frage nach einer gesicherten und effizienten Energieversorgung zur Bereitstellung von lebensnotwendigen und komforterhöhenden Dienstleistungen und Produkten von entscheidender Bedeutung. Ziel des Programms „Energiesysteme der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) ist es, Technologien und Konzepte für ein, auf der Nutzung erneuerbarer Energieträger aufbauendes, energieeffizientes und flexibles Energiesystem zu entwickeln, das langfristig in der Lage ist, unseren Energiebedarf zu decken. Durch eine breite Palette technologiebezogener Aktivitäten und Begleitmaßnahmen sollen maßgebliche Impulse gesetzt und dadurch gleichzeitig neue Chancen für die österreichische Wirtschaft eröffnet werden.*

Der elektrischen Energie kommt im Energiesystem der Zukunft eine besondere Rolle zu. Eine wichtige Säule der zukünftigen Energieversorgung bildet der forcierte Ausbau der erneuerbaren Energieträger Photovoltaik, Wasserkraft und Biomasse. Schon heute kommen über 30 % des Energiebedarfs des Landes Vorarlberg aus erneuerbarer Energie. Diese stammt aus 18 Wasserkraft-Großanlagen, ca. 240 Kleinwasserkraftwerken, rund 13.000 solarthermischen Anlagen, 1500 Photovoltaikanlagen, 5.000 Wärmepumpen und rund 35 Biogasanlagen.

Im Rahmen von Forschungsprojekten wurden vom Land Vorarlberg umfassende Untersuchungen zu Potenzialen möglicher Energieszenarien durchgeführt, um die grundsätzliche Machbarkeit der Energieautonomie bis 2050 zu überprüfen. Die folgende Grafik zeigt das Ergebnis der untersuchten Szenarien für die Energieautonomie 2050. Verbindliche Beschlüsse und Maßnahmen gibt es bereits für die erste Etappe. Bis 2020 strebt das Land Vorarlberg eine Reduktion des Stromverbrauchs bei Kleinverbrauchern um 17% an.



Das Land Vorarlberg plant, die Anzahl der Photovoltaikanlagen bis 2020 zu vervielfachen. Die Wasserkraft wird mit einigen größeren und einer Reihe kleinerer Kraftwerke deutlich ausgebaut werden, die Anzahl der Biogasanlagen soll sich fast verdoppeln.

Es ist zu erwarten, dass die zukünftige Energieversorgung von Haushalten und Industrie verstärkt auf elektrischer Energie basieren wird. Wir entwickeln uns in Richtung „Stromgesellschaft“, d. h. andere Energieträger werden zunehmend durch elektrische Energie substituiert (z. B. durch den Einsatz von Wärmepumpen oder den Übergang zur Elektromobilität). Der Strombedarf wird in diesen Segmenten also steigen. Um die Zielsetzungen bis 2050 dennoch erreichen zu können, ist es notwendig, alle Potenziale zur Energieeinsparung und Erhöhung der Energieeffizienz konsequent auszuschöpfen.

Durch die geografischen Gegebenheiten weisen einige Regionen Vorarlbergs spezifische Problemstellungen auf, die beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energie beachtet werden müssen. Um eine große Anzahl dezentraler Einspeiser ohne kostenintensiven Netzausbau integrieren zu können, bedarf es innovativer, intelligenter Konzepte für die Verteilnetze und das Netzmanagement.

Das Land Vorarlberg entwickelt in Zusammenarbeit mit zahlreichen Partnern und mit Unterstützung des BMVIT und des Klima- und Energiefonds im Rahmen verschiedener Forschungsarbeiten neue Lösungswege für ein „smartes“ Netzmanagement und testet die technische und wirtschaftliche Machbarkeit dieser Konzepte im regionalen Umfeld.

# INTELLIGENTE SPANNUNGSREGELUNG IM DG-DEMONETZ BIOSPHÄRENPAK GROSSES WALSERTAL

■ Aufgrund ihrer meist mittleren Anlagengrößen speisen dezentrale Erzeuger ins Mittel- und Niederspannungsnetz ein. Dezentrale Einspeisung kann zu unzulässiger lokaler Anhebung der Netzspannung führen. Um diese Spannungsanhebungen zu vermeiden, werden bisher die Leitungen der betroffenen Netzabschnitte verstärkt. Die damit verbundenen hohen Netzzugangskosten machen daher die Errichtung einiger projektierte Erzeugungsanlagen unwirtschaftlich.

In ländlichen Regionen mit dünner Besiedlung und geringem Strombedarf stößt beim Anschluss einer größeren Anzahl dezentraler Kraftwerke das herkömmliche Verteilernetz schnell an seine Grenzen. Stromerzeugung aus regenerativen Energieträgern erfolgt meist direkt dort, wo das Angebot gegeben ist. Die Einspeisepunkte sind



über das gesamte Netzgebiet verteilt und liegen auch in abgelegenen Gebieten an den Netzkanten, wo die Netze weniger leistungsstark sind.

In einigen Regionen Vorarlbergs könnten ohne kostenintensive Maßnahmen keine weiteren Kraftwerke mehr im Netz untergebracht werden. Ein neuer Lösungsweg sind bidirektionale, sogenannte „aktive“ Verteilernetze. Die untersten Netzebenen, an denen die Verbraucher angekoppelt sind, sollen in Zukunft verstärkt die Einspeisung aus dezentralen Erzeugungsanlagen aufnehmen, verteilen und überschüssige Energie an übergeordnete Netzebenen weitergeben können.

## ENERGIEERZEUGUNG UND -VERBRAUCH IN DER REGION BIOSPHÄRENPAK GROSSES WALSERTAL

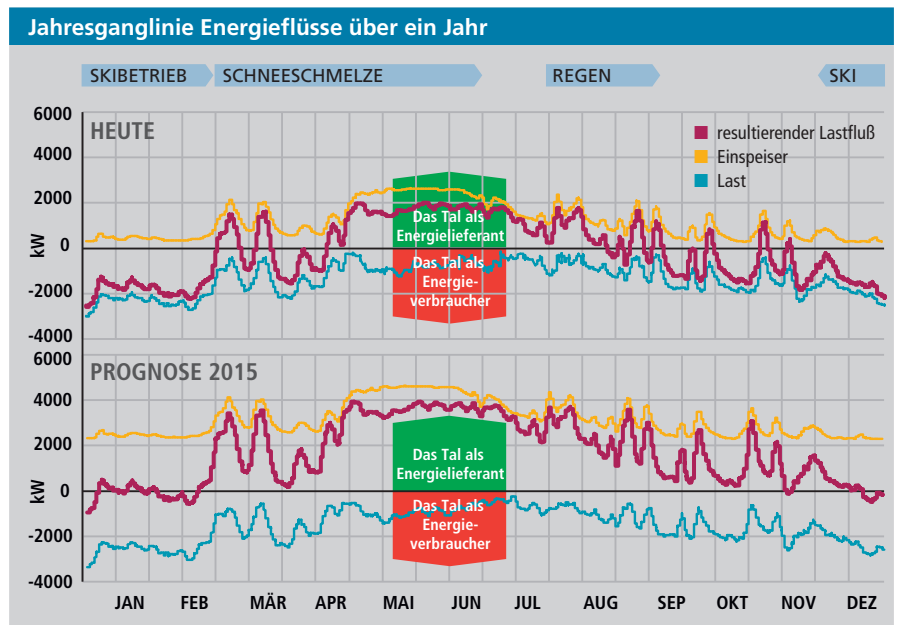
Eine typische, durch den jahreszeitlichen Verlauf geprägte Situation, liegt im 20 km langen Biosphärenpark Großes Walsertal vor. Im Winter ist der Energieverbrauch im Tal durch den Wintertourismus, verbunden mit dem Betrieb von Schiliften und Hotels, relativ hoch. Durch die niedrige Wasserführung sind die produzierten Energiemengen der Wasserkraftwerke in diesem Zeitraum gering. Im Frühjahr während der Schneeschmelze und im Sommer bei Niederschlägen hingegen erzeugen die Kleinwasserkraftwerke mit einer derzeit installierten Leistung von insgesamt rund 3 MW eine Energiemenge, die den Bedarf im Tal erheblich übersteigt. Diese überschüssige Energie muss durch das lange Tal ab-



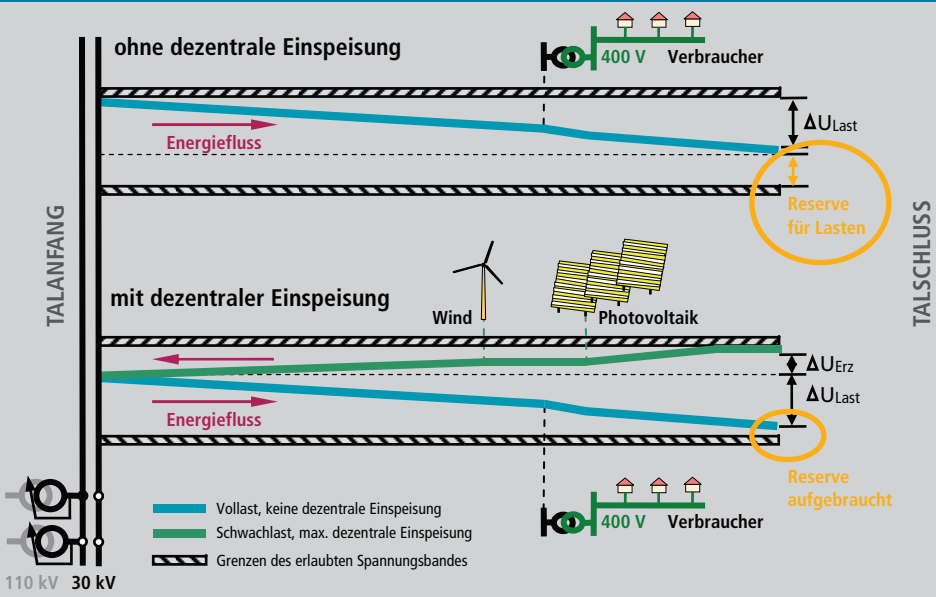
transportiert werden. Mit jedem hinzukommenden Kraftwerk und mit wachsender Differenz zwischen Sommer und Winter verschärft sich die Problematik. Im Großen Walsertal kann unter den jetzigen Voraussetzungen kein zusätzliches Kleinwasserkraftwerk mehr angeschlossen werden. Das ausbaufähige und derzeit ungenutzte Potenzial liegt bei einer Leistung von etwa 10 MW.

## SMARTE KONZEPTE ZUR INTELLIGENTEN SPANNUNGSREGELUNG

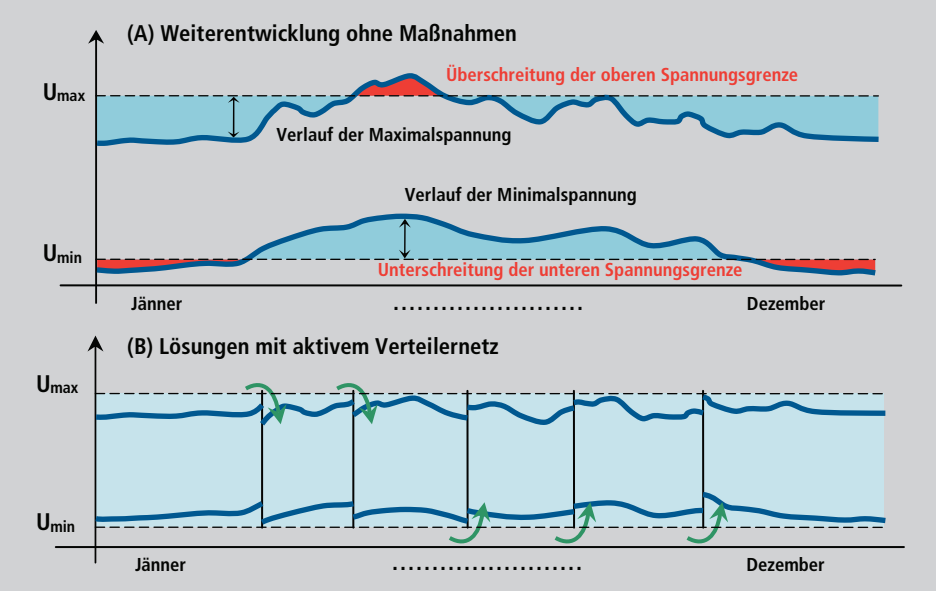
Das zukünftige Verteilernetz soll in der Lage sein, Energie in beide Richtungen zu transportieren. Das Netzsystem muss dabei so geregelt werden, dass die vorgeschriebenen Minimal- und Maximalwerte der Netzspannung an jedem Punkt des Netzes eingehalten werden, um die Funktion angeschlossener elektrischer Geräte und Anlagen zu



## Spannungsanhebung durch dezentrale Erzeuger



## Intelligentes Spannungsbandmanagement



- A zeigt, dass es zu einer unzulässigen Überschreitung der Spannungsgrenzen kommt, wenn keine Maßnahmen gesetzt werden.
- B zeigt die Verschiebung des Bandbedarfs für jeden Zeitabschnitt. Dies wird möglich durch aktiven Eingriff in die Spannungsverläufe.

### Konzepte zur intelligenten Spannungsregelung

#### > Fernregelung

Erfassung der Spannungspegel in den Netzen und Auswertung in einer lokalen Intelligenz zur gleitenden Berechnung eines veränderlichen Reglersollwertes im Umspannwerk. Mit dem Wissen über den Spannungszustand an den kritischen Netzknoten wird über die CVCU (Central Voltage Control Unit, in der Hauptschaltleitung untergebracht) der Sollwert zur optimalen Ausnutzung des Spannungsbandes laufend optimiert und im Umspannwerk ausgegelt.

#### > Lokale Q-Regelung

Spannungsbeeinflussung mittels Verstellung der Blindleistung  $Q$  von Kraftwerken, d. h. die Spannungspegel werden in größeren Kraftwerken ( $> 100 \text{ kW}$ ) lokal erfasst, um die Spannung im auszuregelnden Netzabzweig beeinflussen zu können. Damit kann selbst bei Abbruch der Kommunikation mit der Zentrale jedes Kraftwerk helfen, den Spannungszustand in den thermischen Grenzen der Generatoren lokal in die gewünschte Richtung auszuregeln.

#### > Koordinierte Spannungsregelung

Kombination der Fernregelung mit der  $Q$ -Regelung, Steuerung durch die intelligente CVCU (Central Voltage Control Unit), höhere Effizienz, da die CVCU auch eine Blindleistungsverstellung bei Kraftwerken vornimmt, die noch im Toleranzbereich liegen, aber dazu beitragen können, die Problemzonen zu entlasten. Werden die oben beschriebenen Möglichkeiten aus einer übergreifenden Netzsicht heraus kombiniert, ermöglicht dies in Summe eine bessere Ausnutzung des Spannungsbandes, was sich in der Wirtschaftlichkeit deutlich zeigt. (siehe Grafik rechts oben: um etwa  $1/3$  höhere Leistungsaufnahme bei geringeren Kosten als die Fernregelung, bzw. die vierfache Leistungsaufnahme bei fast gleichen Kosten gegenüber der lokalen  $Q$ -Regelung)

gewährleisten. Wenn keine vollständige Gleichzeitigkeit von Verbrauch und Erzeugung besteht, beanspruchen zusätzliche Einspeiser einen Teil des Spannungsbandes und damit Netzreserven, die sonst zur Versorgung weiterer Verbraucher zur Verfügung stünden. Dies führt zu früherem Erreichen der Spannungsbandgrenzen.

Aktive Verteilernetze gehen von einem neuen Ansatz aus. Mittels **Steuerungs- und Regelungsmechanismen**, die während des Betriebs des Netzes Spannungen aktiv beeinflussen, werden die Reserven der Netzinfrastruktur besser ausgenutzt. Dazu ist es notwendig, Netzteilnehmer und Netzkomponenten (durch Erfassung, Verknüpfung und Auswertung von aktuellen Messdaten aus dem Netz) in den Regelmechanismus mit einzubeziehen. Im Rahmen des über mehrere Projektstufen laufenden Forschungsprojekts „DG-Demonetz“ wurden in Zusammenarbeit mit zahlreichen Partnern verschiedene Ansätze für aktive Verteilernetze untersucht und deren Leistungsfähigkeit bewertet.

### VORARLBERGS ERSTES SMART GRID IM BIOSPHÄRENPAK GROSSES WALSER TAL

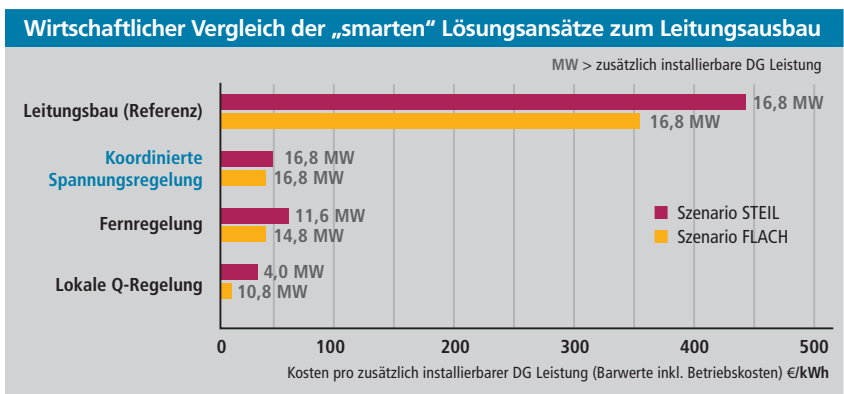
Aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Projekt „DG-Demonetz“ wird nun das Konzept der „koordinierten Spannungsregelung“ im Großen Walsertal umgesetzt und getestet. Bewährt sich das Konzept, soll diese neue Technologie auch in anderen Regionen zum Einsatz kommen.

Im Zentrum des Systems steht das „Gehirn“, die CVCU (Central Voltage Control Unit), die sich in der Hauptschaltleitung in Bregenz befindet. Verteilt über das Demonetz wurden 16 Messstellen an „kritischen Knoten“ installiert, die ihre Daten laufend an die Zentrale liefern. Zu den kritischen Knoten zählen vor allem große Lasten oder Kraftwerke an den Netzrändern. Das sind jene Stellen, die das Gesamtnetz mit den extremen Spannungswerten (Hoch- oder Tiefzieher) repräsentativ abbilden. Die 16 kritischen Knoten werden in einer sogenannten „Beitragsmatrix“ ermittelt. Dabei wird rechnerisch die Wirkung



jeder einzelnen Einspeisung bzw. Last auf das Gesamtsystem erhoben. Die 16 Messstellen melden über verschiedene Kommunikationsstrecken (MS-Power-Line-Carrier, Datenfunk, Lichtwellenleiter, Kupferadern) laufend die aktuellen Spannungspegel an die CVCU. Die CVCU wertet die Informationen aus dem Netz aus und legt die Betriebsspannung gleitend so in das Toleranzband ein, dass weder oben noch unten Grenzwertverletzungen erfolgen.

Die CVCU steuert die Regeltransformatoren im Umspannwerk Nenzing (am Taleingang) mit optimierten Sollwerten zur Spannungsregelung an. Damit wird im gesamten Netzsystem die Betriebsspannung innerhalb der zulässigen Randwerte gehalten. Zusätzlich sendet die CVCU Steuerbefehle zur Verringerung der Blindleistungseinspeisung an die Kraftwerke, wodurch ebenfalls eine Entspannung der Netzsituation bei dezentraler Einspeisung erreicht wird.



Untersucht wurden jeweils verschiedene zeitliche Kraftwerkszubausszenarien. Die „steilen“ Szenarien sehen einen Zubau für das Netz in ungünstiger Reihenfolge vor, das heißt etwa den Zubau starker Kraftwerke am Netzende zuerst. Die „flachen“ Szenarien gehen von einer günstigen Reihenfolge (also starke Kraftwerke am Netzende zuletzt) aus.

Die oben beschriebenen Szenarien wurden nicht nur nach technischen sondern auch nach wirtschaftlichen Aspekten analysiert, um die Rentabilität der intelligenten Spannungsregelung zu bewerten. Es zeigte sich, dass in allen Szenarien die Kosten für eine konventionelle Netzverstärkung deutlich höher liegen. Mit der koordinierten Spannungsregelung lässt sich die gleiche Menge an zusätzlicher DG Leistung mit erheblich geringeren Kosten integrieren.



## INTERNATIONALE ANBINDUNG

# VORARLBERGS SPEICHERKRAFTWERKE IM EINSATZ ZUR INTEGRATION FLUKTUIERENDER ERNEUERBARER ENERGIEN

Der forcierte Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen erfordert nicht nur neue Lösungen für den Verteilnetzbetrieb. Diese Entwicklung führt auch zu massiven Umbrüchen auf den europäischen Elektrizitätsmärkten. Der Speicherung der elektrischen Energie kommt dabei eine zentrale Rolle zu. Es gilt die Zeiten mit geringem Angebot aus Wind und Sonne zu überbrücken und die Abschaltung von Einspeiseanlagen in Zeiten von Überangebot zu vermeiden. Unvermeidbare Prognosefehler müssen kurzfristig ausgeglichen und die teils extremen Flanken der eingespeisten Leistung ausgeglichen werden.

Vorarlberg nutzt die günstigen topografischen Verhältnisse der Region energiewirtschaftlich im internationalen Verbund. Die Vorarlberger Pumpspeicherkraftwerke tragen dazu bei,

die Schwankungen von Energie aus Wind und Sonne in Europa auszugleichen. In Deutschland stieg der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung 2011 auf rund 20 % an und soll bis 2050 80 % erreichen. Bei der Gründung der Vorarlberger Illwerke vor über 80 Jahren war die Zusammenarbeit mit Partnern aus Deutschland die Grundlage für die Aufnahme des Verbundbetriebs und damit die starke Leitungsanbindung an Deutschland. Diese Zusammenarbeit findet heute mit der EnBW Energie Baden-Württemberg ihre Fortsetzung.

Die Illwerke sind Anbieter von hochwertiger Regelenergie und können die Flexibilität ihrer Maschinen im kurzfristigen Intradayhandel nutzen und die Kapazität ihrer Jahresspeicher zum saisonalen Ausgleich einsetzen. Mit der Inbetriebnahme des Kopswerkes II im



Jahr 2008, der Wiederherstellung des Rodundwerkes II im Jahr 2011 und dem geplanten Bau des Obervermuntwerkes II sollen weitere Schritte gesetzt werden, um die Integration und den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien in Europa nachhaltig zu unterstützen.

## VEHICLE TO GRID - MODELLVERSUCH FÜR ELEKTROMOBILITÄT IM VORARLBERGER RHEINTAL

■ Ein weiterer zentraler Baustein der langfristigen Energiestrategie Vorarlbergs ist die Elektromobilität. Szenarien für die Energieautonomie sehen bis 2050 den vollständigen Übergang auf elektrische Antriebe, zumindest im motorisierten Individualverkehr vor. Die breite Einführung der E-Mobilität wird große Auswirkungen auf den Verteilnetzbetrieb haben, bidirektionales Last- und Energiemanagement wird auch in diesem Bereich in Zukunft eine wichtige Rolle spielen.

Seit 2008 betreibt das Land Vorarlberg einen der europaweit größten Modellversuche zur Elektromobilität, das Projekt VLOTTE. Die „VLOTTE“ besteht aus 357 Elektroautos, die mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben werden und bereits 2,5 Mio. Kilometer zurückgelegt haben. Im Rahmen dieses Projekts wird mit dem „AutoLinQ™ for Electric Vehicles“ System der Firma Continental ein Konzept für intelligen-



tes Energiemanagement in der Praxis erprobt. Im Fokus steht die Datenübertragung zwischen Fahrzeugen und Netzbetrieb (Vehicle to Grid). Derzeit werden smarte Lösungen für das Aufladen der Fahrzeugakkus getestet, um unkoordiniertes, zeitgleiches Aufladen vieler Fahrzeuge (z. B. in den Abendstunden) in Zukunft zu vermeiden. Die Beeinflussung der Aufladung durch den Netzbetreiber steht dabei im Zentrum des Interesses.

Das System „AutoLinQ™ for Electric Vehicles“ besteht aus einer ins Fahrzeug eingebauten Kommunikations-Box, die über Mobilfunk mit der „Gateway and Service Delivery Platform“ eine permanente Datenverbindung unterhält. Die Plattform stellt die Verbindung zu den Energie-Management-Systemen des Stromversorgers her.

Mit dem neuen System ist „Smart Charging“ an normalen Steckdosen möglich. Das heißt, der Netzbetreiber erhält Informationen zum Ladezustand und Energiebedarf der angeschlossenen Fahrzeuge und kann den Ladevorgang entsprechend der aktuellen Verfügbarkeit der Energie aus Windkraft oder Solarenergie steuern. Im Sommer 2011 wurden die ersten 20 Elektrofahrzeuge bei VLOTTE in Bregenz mit dem neuen System ausgestattet. In einer 2-jährigen Pilotphase soll die Funktionalität des Systems für das Lastmanagement im praktischen Betrieb erprobt und Erfahrungen mit der Verschiebung der Aufladung gesammelt werden.

**FORSCHUNGSFORUM** im Internet:

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

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, 1010 Wien. Fotos und Grafiken: illwerke VKW, VLOTTE Elektromobilität. Redaktion: Mag. Stefanie Waldhör, Projektfabrik Waldhör KG, Am Hof 13/17, 1010 Wien; Dr. Kurt Schauer, Wallner & Schauer GmbH, Elisabethstraße 50, 8010 Graz. Herstellung: AV+Astoria Druckzentrum GmbH, A-1030 Wien, Faradaygasse 6.



### KONTAKT

#### Vorarlberg Netz

Prok. DI Werner Friesenecker  
werner.friesenecker@vorarlbergnetz.at  
DI (FH) Frank Herb  
frank.herb@vorarlbergnetz.at  
Dipl.-HTL-Ing. Reinhard Nennung  
reinhard.nennung@vorarlbergnetz.at  
[www.vorarlbergnetz.at](http://www.vorarlbergnetz.at)

#### VLOTTE Elektromobilität

DI (FH) Christian Eugster  
christian.eugster@vkw.at  
[www.vlotte.at](http://www.vlotte.at)  
DI Herbert Halamek  
Herbert.Halamek@continental-corporation.com  
[www.continental-corporation.com](http://www.continental-corporation.com)

#### Amt der Vorarlberger Landesregierung

adolf.gross@vorarlberg.at  
[www.vorarlberg.at](http://www.vorarlberg.at)

### INFORMATIONEN/PUBLIKATIONEN

#### DG DemoNetz – Konzept

H. Brunner, A. Lugmaier, B. Bletterie, H. Fechner, R. Bründlinger; Österr. Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Wien 2008; im Rahmen von Energiesysteme der Zukunft, BMVIT

#### Aktives Demand Side Management durch Einspeiseprognose (aDSM)

TU Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe; Partner: ZAMG, Vlotte, APG; im Rahmen von Neue Energien 2020, Klima- und Energiefonds

#### Systemübergreifende optimale dezentrale Hybridspeicher „Symbiose“

TU Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe; Partner: ENRAG GmbH, Vorarlberger Kraftwerke AG; im Rahmen von Neue Energien 2020, Klima- und Energiefonds

#### VLOTTE

Vorarlberger Elektroautomobil Planungs- und Beratungs GmbH, Projektleitung: DI (FH) Christian Eugster; im Rahmen von Modellregionen der E-Mobilität, Klima- und Energiefonds

Endberichte zu einzelnen Forschungsprojekten erscheinen in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit. (DG DemoNetz – Bericht 12/2010)

Eine vollständige Liste dieser Schriftenreihe sowie die Möglichkeit zum Download findet sich auf der Homepage: [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

Weitere Informationen zu Smart Grids in Österreich:

[www.ENERGIESYSTEMEderZukunft.at/highlights/smartgrids](http://www.ENERGIESYSTEMEderZukunft.at/highlights/smartgrids)