



Tagungsband ComForen 2011

Zweite Fachkonferenz

Kommunikation für Energienetze der Zukunft
– Vom aktiven Verbraucher zum Smart Grid



ICT
Institute of
Computer Technology



OVE-Schriftenreihe Nr. 67
Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Austrian Electrotechnical Association

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen sowie die der Übermittlung mittels Fernkopierer, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten!

ComForEn 2011
Zweite Fachkonferenz
Kommunikation für Energienetze der Zukunft
– Vom aktiven Verbraucher zum Smart Grid

22.9.2011
FH Oberösterreich
Stelzhamerstraße 23
A-4600 Wels

Herausgeber:
Dipl.-Ing. Dr. techn. Friederich Kupzog

TU Wien
Institut für Computertechnik

Gulhausstraße 27-29/E384, A-1040 Wien
<http://www.ict.tuwien.ac.at>

© 2011 Im Eigenverlag des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, A-1010 Wien, Telefon +43 (1) 587 63 73
Gestaltung: Friederich Kupzog, Institut für Computertechnik. Printed in Austria

ISBN-13 978-3-85133-066-3

Inhalt

Vorwort	6
Keynote I Sicherheitsrisiko Smart Meter?	8
Session 1: Demand Response – IKT und Märkte beim Ausgleich fluktuierender Einspeisung	16
SmartResponse – Szenarien für Smart Response in Österreich	17
Demand Side Management with Buildings – Introducing the projects Building2Grid and BED	28
Session 2: IKT und Effizienz	33
ZeroCarbonTown – CO ₂ -Nullsummenspiel in einer Gemeinde im Waldviertel	34
Simulations-basiertes heuristisches Sampling zur Integration erzeuger- und verbraucherseitiger unsicherer Einflüsse	40
Energy Prosumers and Consumers in the Smart Grid	48
Keynote II Strom aus Erneuerbaren Energien - Systemintegration durch Marktintegration?	54
Session 3: IKT und Markt der Systemintegration Erneuerbarer	62
V2G-Strategien: Das wirtschaftliche Potential des V2G-Konzepts im österreichischen Energiesystem	63
Projekt Smart Web Grid	73
Multi-Purpose Inverter for Smart Grids: The V2G-inverter Approach	76
Multifunktionales Batteriespeichersystem – MBS	81
Session 4: Evolution des Energiesystems	82
Optionen für Smart Grids in der Mittelspannung: ZUQDE und DG DemoNetz Validierung	83
Ergebnisse aus Vehicle2Grid Interfaces – Architektur und Benutzerschnittstellen für gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen	90
Auswahl- und Analyseverfahren für Smart-Grid-Standorte im Projekt SmartSynergies	92

VORWORT

Die ComForEn 2011 setzt sich zum Ziel, ein aktuelles Abbild der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Schnittstellenbereich zwischen Energie- und Kommunikationssystemen anzubieten. Der Wandel der Energieversorgung – vielfach als Energiewende bezeichnet – hat weitere große Schritte gemacht. Seit der letzten ComForEn in 2010 haben sich einige Nachbarländer entschieden, in Zukunft keine Kernkraft mehr im Erzeugungsmix zu erhalten. Der Lösungsdruck für eine Reihe von Fragen im Bereich aktiver Verteilernetze und der Balancehaltung von Erzeugung und Verbrauch bei einem signifikanten Anteil von erneuerbaren Energien ist noch weiter gestiegen.

Große Erwartungen werden in die Ergebnisse von Forschung und Entwicklung im Bereich intelligenter Stromnetze gesetzt. Vor diesem Hintergrund wollen wir die Möglichkeit geben, dass sich die in Österreich in diesem Umfeld aktiven Partner auf fachlich-wissenschaftlicher Ebene austauschen können und eine Katalysatorwirkung für weitere Aktivitäten anstrebt. Durch die Einführung von eingeladenen Keynote-Papern und Außenansichten wollen wir auch die Diskussion zu kontroversen Themen anstoßen.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen und hoffen, dass Sie Anknüpfungspunkte und Inspiration für Ihre eigene Arbeit finden werden.



Dipl.-Ing. Dr. techn.
Friederich Kupzog

TU Wien
Institut für Computertechnik
Forschungsgruppe Energy&IT
<http://energy.ict.tuwien.ac.at>



Dipl.-Ing. Dr. techn.
Wolfgang Prügler

TU Wien
Energiesysteme und Elektrische Antriebe
Energy Economics Group
<http://www.eeg.tuwien.ac.at>

Wir danken dem Organisationssteam

*Dayo Adegbite ICT
Pavlos Dimitriou ICT
Daniela Onay OYE
Klaus Pollhammer ICT
Rusbeh Rezania EEG
Karl Stanka OYE
Peter Zeller FH Oberösterreich*

SmartResponse – Szenarien für Smart Response in Österreich

Andreas Schiffleitner, KERP Research GmbH, andreas.schiffleitner@kcrp.at
Mark Stachura, KERP Research GmbH, mark.stachura@kcrp.at
Marcus Meisel, TU Wien – ICT, meisel@ict.tuwien.ac.at
Thomas Leber, TU Wien – ICT, leber@ict.tuwien.ac.at
Friederich Kupzog, TU Wien – ICT, kupzog@ict.tuwien.ac.at
Michael Ornetzeder, Ö. Akademie der Wissenschaften – TTA, michael.ornetzeder@oeaw.ac.at
Petra Wächter, Ö. Akademie der Wissenschaften – TTA, petra.waechter@oeaw.ac.at
Jaro Sterbik-Lamina, Ö. Akademie der Wissenschaften – TTA, jsterbik@oeaw.ac.at

Abstract – Automatisiertes Lastmanagement (engl. Automated Demand Response) hat das Potential, sich zu einer Schlüsseltechnologie für das Einhalten der Leistungsbalance von Verbrauch und Erzeugung in Energiesystemen mit einer hohen Dichte an erneuerbaren Erzeugung zu entwickeln. Dieses Projekt analysiert das Problem fehlender Umsetzungen in Österreich durch eine interdisziplinäre Betrachtung des Phänomens „Lastmanagement“ hinsichtlich technischer, sozialer, ökonomischer und ökologischer Aspekte. Weiters sollen Empfehlungen für zukünftige Rahmenbedingungen aus dieser Analyse resultieren, die es erst ermöglichen Lastmanagement von smarten Stromnetzen effizient zu betreiben. Dieses Paper beschreibt in einem Strategie-Kit wichtige Arbeiten im Zusammenhang mit Demand Response. Aspekte und Strategien der einzelnen Szenarien werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

1 Einleitung und Methodik

Technologien für verbraucherseitiges Energiemanagement (auch Lastmanagement, Demand Side Management) werden als eines der Schlüsselinstrumente für intelligente Stromnetz der Zukunft angesehen. Jedoch sind Umsetzungen in diesem Bereich bisher selten bzw. gar nicht zu finden. Das Projekt führt eine kritische Untersuchung von verbraucherorientierten Lösungen zum Energiemanagement durch. Untersucht werden soll, wie und in welcher Form verbraucherseitiges Energiemanagement zukünftigen Smart Grids einen optimalen Beitrag zur Energieeffizienz liefern kann. Das Projektteam konnte aus Literaturrecherche, Fallstudien, vorangegangenen und derzeit durchgeführten Forschungsprojekten aus dem Forschungsfeld Lastmanagement weltweit, sechs Aspekte und innerer wieder verwendete Strategien identifizieren. [1] Diese Strategien wurden durch Brainstorming-Technik-interne Workshops und Feedback aus Konferenz-Präsentationen geschärft. Durch die eindeutige Zuordnung der Strategieblöcke zu Aspekten des Forschungsfeldes Lastmanagement ließ sich ein Matrix ähnliches Konstrukt, ein Morphologischer Kasten erstellen, den das Projektteam Szenario-Baukasten nennt. Die Präsentation als Morphologischen Kasten bietet eine dritte Dimension wenn ein Pfad durch alle sechs Aspekte verfolgt wird, bei dem mindestens eine Strategie aus jedem Aspekt verwendet wird. Die umgesetzten Szenarien im Szenario-Baukasten lassen deutlich fehlende Implementierungen erkennen. 362 mögliche Lastmanagement-Szenarien sind in diesem Szenario-Baukasten möglich, eine weit höhere Anzahl als bisher erforscht oder umgesetzt wurde. Da nicht alle existierenden Pfade durch den Szenario-

Session 1: Demand Response – IKT und Märkte beim Ausgleich fluktuierender Einspeisung

Baukasten zu einem sinnvollen Szenario führen werden, ist eine sachgerechte Evaluierung eines gegebenen Szenarios für dessen wahrscheinlichen Erfolg notwendig.

Die Analyse von acht existierenden Umsetzungen und Forschungsarbeiten aus vier unterschiedlichen Lastmanagement-Kategorien wurden in den Szenario-Baukasten eingefügt und dessen Potential vom Projektteam anhand von vier gleich gewichteten Kriterien bewertet. Diese Kriterien sind: Lastmanagement-Potential, Nachhaltigkeit, Marktpotential in 10 Jahren und Innovationsgrad. Aus den Lastmanagement-Szenario-Baukasten konnte das Projektteam sieben fehlende und für Österreich in den nächsten 10 Jahren potentiell wichtige, realistische Szenarien finden und ebenfalls anhand dieser vier Kriterien bewerten. Eine Illustration der beschriebenen Methodik ist in Abbildung 1 dargestellt.

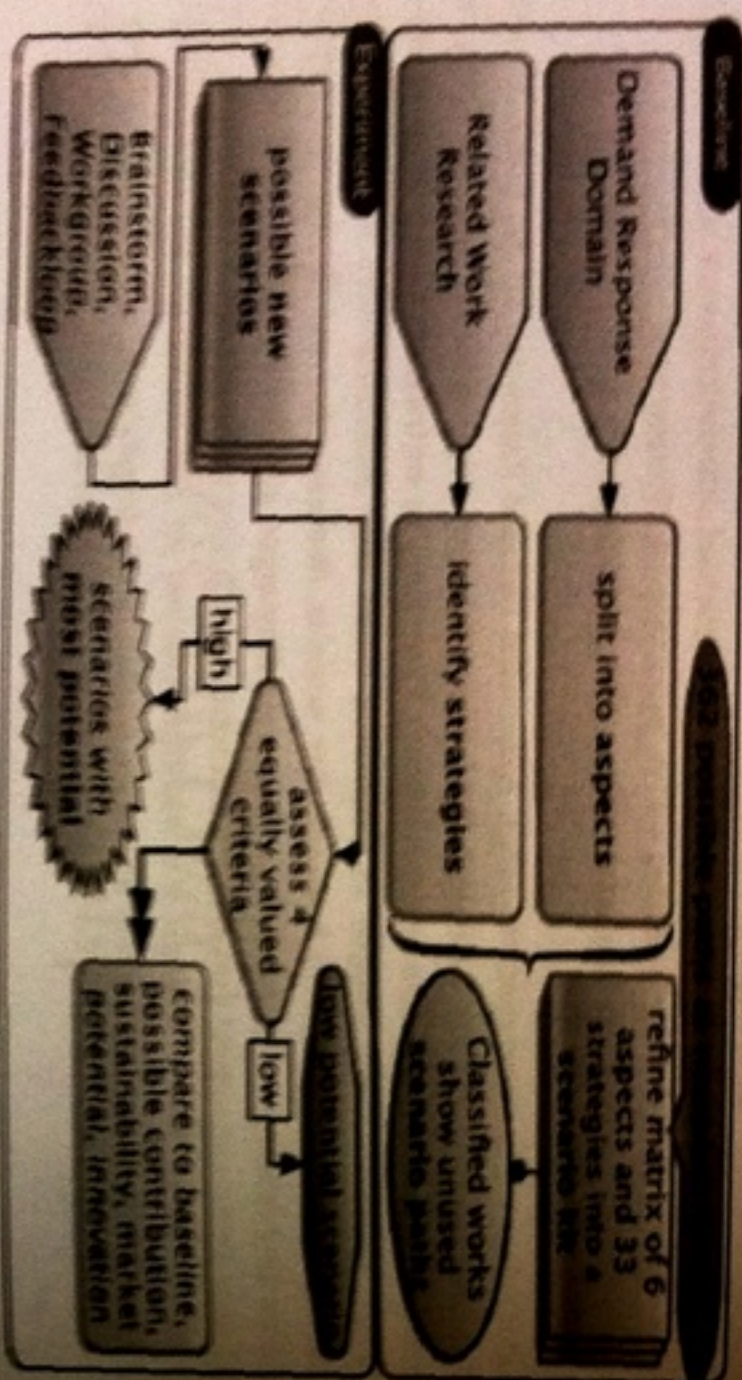


Abbildung 1. Darstellung der Methode

2 Ergebnisse

Im Folgenden sind die Ergebnisse in Form einer Beschreibung der einzelnen Szenarien dargestellt.

2.1 Elektrische Fahrzeuge

Elektromobilität erlebt derzeit eine Renaissance im Verkehrssektor als Mittel um CO₂-Emissionen zu reduzieren. Die dafür notwendige Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge als Lasten am Stromnetz schafft neue Herausforderungen für Versorgungsnetzebetreiber, die bereits jetzt mit stark zunehmender verteilter Stromerzeugung durch erneuerbare Energien auf die Probe gestellt werden. Besonders die zu erwartenden Spitzenlasten an gleichzeitig ladenden Elektrofahrzeugen würde sehr hohe Investitionen durch Elektrifizierungsmaßnahmen verursachen. Kann man andererseits bereits vorhandenes Lastmanagement mittels Elektromobilität bei der Entlastung von Smart Grid Konzepten einplanen, ist dies eine mögliche Problemlösung.

Wird ein Elektrofahrzeug an das Smart Grid angeschlossen, kann der Ladevorgang durch das Smart Grid gesteuert werden (Grid2Vehcle – G2V) oder die Fahrzeugparameter können spontan benötigte Energie wieder in das Smart Grid einspeisen (Vehcle2Grid – V2G), [2], [3], [4], [5]

Diese Szenarien kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Hoch. Bietet kontrollierte Lade- und Feedbackprozesse, aber eine hohe Durchdringungsrate von Elektrofahrzeugen notwendig um flächendeckende Effekte zu erzielen. Auf dem Microgrid Level in Kombination mit erneuerbaren Energien allerdings hohes Potential auch schon bei geringeren Stückzahlen für eine starke Qualitätsverbesserung der Netzstromqualität.
2. Nachhaltigkeit: Mittel-Hoch. Probleme sind hohe Anzahl an Batterien mit derzeitiger etablierter Technologie (nicht nachhaltig momentan). Positive Umwelteinflüsse durch einen möglicherweise nachhaltigeren Energiemix. Niedrig für V2G weil mit derzeitiger vorhandenen Akkutechnologien dadurch die Lebenszeit der Batterie verringert wird.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Niedrig. V2G kein Potential weil zu früh, G2V niedrig weil die Diffusionsrate von 20% in 2020 schwierig zu erreichen ist (Anzahl der Fahrzeuge 150 000-1Mfio. in 2020) außerdem ist die dafür benötigte Infrastruktur noch nicht vorhanden. Hoch ist das Potential für das Micro Grid Level (z.B.: Taxi Flotten die Ladestationen an Standplätzen vernetzen und dadurch erneuerbare Einspeisung puffern können....)
4. Innovation: Mittel. Neue Technologien, neue Märkte, neue Kundenbeziehungen, aber nicht neu in der Lastverschiebungsdiskussion.

2.2 Building to Grid

Die Aktivierung thermischer Kapazitäten als Energiespeicher ist die Treibende Kraft hinter Building to Grid (B2G) Ideen [6]. Dafür ist es notwendig, thermische Parameter von Gebäuden wie z.B. Heizung, Kühlung und Ventilation steuern zu können. Zusätzlich ist ein Informationsaustausch zwischen dem Gebäude und dem Stromnetz notwendig. Funktionale Gebäude (z.B.: Büros, Hotels, ...) mit bereits vorhandenen Gebäudeautomatonsanlagen sind geeignete Kandidaten als Schlüsseltechnologie für die Integration von Gebäuden in Energienetze, die eine hohe Durchdringung erneuerbarer Energien unterstützen, ohne den Komfort von BewohnerInnen zu mindern und virtuell als Gruppe in einer Region aggregiert zusammenzuarbeiten.

Das deutsche MySmartGrid Projekt z.B. will mit thermischen Prozessen von 1000 Haushalten dann den Strom verbrauchen wenn die Erzeugung durch erneuerbare Energien hoch ist und nicht wenn die Erzeugung gering ist [7]. Die amerikanische Firma Akuscom benutze einen „Demand Response Automation Server“ (DRAS) als Schnittstelle für den Elektrizitätsmarkt mittels Benachrichtigungsinfrastruktur zwischen Erzeugern und unabhängigen Service Operatoren (ISOs) auf einer Seite um Lastmanagement-Preise und Zuverlässigkeit zu kommerziellen, industriellen und aggregierten Teilnehmern auf der anderen Seite zu kommunizieren [8], [9]. Diese Szenarien kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Mittel-Hoch. Niedrig-Mittel, da die Anzahl an geeigneten Gebäuden in Österreich und das Lastmanagement-Potential per Gebäude begrenzt ist. Bei MySmartGrid ist das Potential abhängig von Messnetzen, aber in Kombination mit erneuerbarer Energieerzeugung von Belohnz. System ist relativ guten Kommunikationsebene fehler. DRAS mittel-hoch, da Elektrizitätsmarkt die Teilnehmern sehr hohe Anforderungen reguliert und das System fast vollkommene Kommunikationsebene benötigt. Außerdem höher als intelligente Stromzähler Szenarien, da bessere Integration in Lastverschiebungsprozesse möglich ist.

2. Nachhaltigkeit: Mittel-Hoch. Effizientere Nutzung existierender Gebäude, geringe negative unbeabsichtigte Konsequenzen zu erwarten, unterstützt die Integration erneuerbarer Energien in das Stromnetz und hilft Verluste zu reduzieren. Optimierung vorhandener Technologien vor Ort wird unterstützt und Lastmanagement ermöglicht.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Mittel-Hoch. Gebäudeautomatisierung ist jetzt schon Standard in funktionalen Gebäuden. Fallende Kosten für Photovoltaik (PV) Anlagen werden mit großer Wahrscheinlichkeit zu hohen Verbreitungsraten führen. MySmartGrid lässt sich wegen geringer Installationskosten und einfacher Benutzung durch geeignetes Marketing sehr gut verbreiten. DRAS ist auch jetzt schon profitabel in Verwendung und durch vorhersehbar fallende Kosten in Kommunikations- und Informationstechnologieinfrastruktur noch profitabler in naher Zukunft. DRAS hoch für den Industriesektor, mittel für Wohnbaugesellschaften und niedrig für Privathaushalte.
4. Innovation: Niedrig-Mittel. Mittel ist die Anbindung von Gebäudeautomation an das Stromnetz und die dezentralisierte Open-Source Kommunikationsinfrastruktur von MySmartGrid. Niedrig ist die existierende Technologie von DRAS.

2.3 Intelligente Stromzähler

Die notwendige Technologie dieser Szenarien ist der intelligente Stromzähler als Schnittstelle zwischen KonsumentInnen und diversen zusätzlichen Dienstleistungen. Die KonsumentInnen Feedbackschleifen Idee (C2G) soll den EndverbraucherInnen-Konsum reduzieren. Erhöhtes Konsumbewusstsein, erhöhte Aufmerksamkeit, aktives Involvieren von Konsumentenmassen oder Reduzierung von Kosten sind die ersten notwendigen Schritte. C2G legt den Fokus auf diese Herausforderung und versucht beispielsweise attraktive Lastmanagement-Aspekte für KonsumentInnen herauszuarbeiten und die hohe Abhängigkeit von Lastmanagement und intelligenten Stromzählern zu zeigen.

Zeitlich variable Tarife sollen in Zukunft auch durch intelligente Stromzähler ermöglicht werden [10]. Durch den monetären Anreiz lässt sich eine Verschiebung des Stromverbrauches in Haushalten erzielen. Die Technologie ist einfacher als bei C2G, benötigt aber aktives Handeln von Menschen im System [11]. Intelligente Stromzähler bieten noch viele weitere Möglichkeiten für Anreizsysteme, um KonsumentInnen dazu zu bringen, ihren Konsum zu reduzieren, zu verschieben oder zu planen. Diese Szenarien kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Niedrig-Mittel. Nur statische Reduktion des Energieverbrauchs, Zeitvariable Tarife hängen sehr von der Massenteilnahme ab und stellen derzeitigen Stand der Technik dar. Sehr bekannt im Einfamilien-Sektor.
2. Nachhaltigkeit: Niedrig-Mittel. Mittel durch den Kompromiss von Konsumation und Lastmanagement, Niedrig weil es dadurch zu sozialen Ausschlüssen kommen kann.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Niedrig. Unklar besonders für Netzbetreiber, und Konsumenthersteller, da es sehr auf die Regulierung durch Gesetze und Politik ankommt. Interessant für Netzbetreiber und Industrie nur in Kombination mit intelligenten Stromzählern.
4. Innovation: Niedrig. Notwendige Technologie ist Stand der Technik.

2.4 Consumer to Grid Automatisierung

Um Elektrizitätskonsum und resultierende Emissionen zu minimieren, ohne dass KonsumentInnen aktiv handeln müssen, werden Smart Grids benötigt. Eine Technologie, die Lastmanagementstrategien wie beispielsweise Lastabwurf, -limitierung, -verschiebung und -effizienz in einem großen Maßstab ermöglicht. In dem österreichischen Projekt „Integral Resource Optimization Network“ (IRON) wurde die

Netzfrequenz zur Steuerung und Aktivierung von Lastmanagement verwendet [12]. Ein großes Netzwerk an Geräten mit IRON-Technologie kann als ein virtuelles Energiespeicherkraftwerk fungieren und trotz dem großen Maßstab und Skalierbarkeit, Echtzeitkommunikation in Sekunden bieten. Eine weitere Methode mit der Stromverbrauch von Geräten durch Netzfrequenz gesteuert wird, ist der „Gridfriendly Appliance Controller“ (GFA Controller) [13]. Im Gegensatz zu IRON, wird auf jegliche Kommunikation, abgesehen einer Auswertung der Netzfrequenz, verzichtet. Diese Szenarien kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Mittel. IRON Mittel, GFA Niedrig-Mittel. Ermöglicht Netzstabilität, System ist robust gegen Kommunikations- und Synchronisationsfehler. An IRON ist negativ, dass es nur für bestimmte Geräte verwendet werden kann und nur wenn diese in Verwendung sind. An GFA ist negativ, dass es zu Fluktuationen und Rückkopplungen kommen kann.
2. Nachhaltigkeit: Niedrig-Mittel. Kompromiss zwischen Umwelteffekten, Einstellungen von EndverbraucherInnen und neuen Geräten (hoher Effekt). IRON hängt stark von der Relation zwischen Effekt für neue Geräte und potentieller Ersparnis ab.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Hoch. Unklar und schwer vorherzusagen, da Pumpspeicherkraftwerke eine große Konkurrenz darstellen und Erfolg stark von Regulierung, Gesetzgeber, Benutzereinstellungen und Akzeptanz der Industrie abhängig ist. IRON Mittel, für öffentliche Räume, Hoch für spezielle Industrieanwendungen.
4. Innovation: Niedrig-Mittel.

2.5 Micro Grid für Photovoltaik Gebäude

Die solare Stromerzeugung jedes Gebäudes – Einzelhaushalte als auch Bürogebäude – fluktuiert wetterbedingt. Die Summe unvorhersehbarer Erzeugung kann das Stromnetz destabilisieren. Um dies zu vermeiden muss das Erzeugungsprofil anhand strenger Anforderungen geglättet werden. Kommunikation zwischen Haushaltsgeräten als Lasten auf der einen Seite und einem Photovoltaik Erzeugungskontrollsystem auf der anderen Seite vermeiden die notwendigen Netzausbaukosten.

Verbindet man Kommunikation zwischen den Lasten (Lüftung, Heizung, Klima, unkritische Haushaltsgeräte, Beleuchtung) und der Erzeugung, über ein zentrales Kontrollprogramm, kann das System als Microgrid gesehen werden. Lasten werden in vollem Umfang genutzt wenn die Stromerzeugung hoch ist oder Spitzen aufweist und abgeschaltet oder pausiert wenn wenig Energie erzeugt wird. Diese Technik erlaubt viele Erzeugungsspitzen von erneuerbarer Erzeugung (z.B.: Photovoltaik, Wind) vor Ort zu vermeiden, ohne zusätzliche Speicher in das System einzuführen. Dadurch wird das Erzeugungsprofil geglättet. Dieses Szenario kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Niedrig-Mittel. Generell niedriges Potential, aber mittel in Kombination mit erneuerbarer Energieerzeugung (z.B.: laden von Notstrombatterien von Krananlagen mit PV). Eine weitere Möglichkeit sind thermische Speicher in max. 15 Jahre alten Gebäuden. Gesamt kann gesagt werden, dass die Netzstabilität erhöht wird, da durch lokalen Verbrauch weniger fluktuierende Einspeisung stattfindet.
2. Nachhaltigkeit: Mittel-Hoch. Hohes Umweltpotential da die Integration Solarer Energieerzeugung in das Stromnetz unterstützt wird und außerdem Verluste reduziert werden, da der Energiekonsum vom Stromnetz reduziert wird. Ein höherer Anteil an erneuerbarer Erzeugung ist möglich.

ComForEn 2011

3. Marktpotential in 10 Jahren: Mittel-Hoch. Durch fallende Kosten für PV sind hohe Verkaufsraten wahrscheinlich.
4. Innovation: Mittel. Niedrig für die einfachste Umsetzung mit PV-Paneelen am Dach, aber hoch für Bürogebäude, die bereits mit PV-Fassaden entworfen werden, deren Erzeugung größer als ihr Verbrauch ist.

2.5 Micro Grid für Gemeinden

Die ärmlichen Gemeinden weit verstreut sind und nicht konzentriert an einem Ort wie Städte, wurde das Stromnetz nicht dafür ausgelegt, die in Zukunft zu erwartende hohe Anzahl einzelner, strukturalter Energieerzeugung zu verkraften. Eine große Menge dezentralisierter Erzeugung kann nur erreicht werden, wenn entweder die Verteilungsstruktur ausgebaut wird, oder Erzeugung und Verbrauch in Gemeindeflächen als Micro Grid mit sich ärmlichen Verteilungsnetzen kombiniert wird. Eine Schlüsselkomponente eines solchen Micro Grid sind elektrische Speicher. In einer typischer europäischer ländlicher Gemeinde existiert bereits eine Vielzahl an Prozessen, in denen Energie gespeichert werden kann. Beispielsweise werden Wassertürme durch Pumpen aufgeführt, sobald ein vorrangiges Minimum an Wasserschritten wird. Verändert man die Speicheranforderungen des Stromnetzes durch Kommunikation mit dem elektrischen Pumpprozess, kann dieser früher beginnen oder auf später verschoben werden. Andere Beispiele sind Abwasserpumpen, elektrische Heizung, Lüftung, Klima öffentlicher Gebäude, Beleuchtung oder Gemeindefläche Wärmewasserverzeugung.

Um mehr dezentrale Erzeugung zu ermöglichen, ohne die Netzinfrastruktur kostenintensiv auszubauen, muss die erzeugte Elektrizität so nahe wie möglich, und so bald als möglich an der Erzeugungsquelle verbraucht werden. Kommunikationstechnologie kombiniert mit den erwähnten Energiespeichern erfüllen diese beiden Anforderungen. Dieses Szenario kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Mittel-Hoch. Höheres Potential als Micro Grids in Gebäuden, da der größere Umsatz als Akteur in einer Bilanzgruppe bereits interessant ist. Hilft bei der Integration von mehr erneuerbarer Energie. Die Entscheidung ob mittel oder hoch hängt stark von potentiellen Anwendungen ab und bleibt zu diskutieren. Großschonau als virtueller Energiespeicher zeigt dass durch ca. 1200 Einwohnern, 10% der fossilen Zukaufe aus dem Strommix, alleine durch die koordinierte Lastmanagement Beeinflussung von Frisch- und Abwasserpumpen der Gemeinde, eingespart werden können [14].
2. Nachhaltigkeit: Mittel-Hoch. Das Szenario hilft bei der Integration von erneuerbaren Energien in das Stromnetz, hilft bei der Reduktion von Energieverlusten, ermöglicht mehr dezentralisierte Erzeugung ohne Netzausbau vorauszusetzen und benutzt bereits vor Ort existierende Infrastruktur anstatt neuer Geräte.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Mittel. Ist abhängig vom Marktpreis und/oder politischer Regulierung. Zu Netzausbau vergleichsweise geringe Kosten sind ohne Subvention trotzdem kaum von einzelnen Gemeinden tragbar.
4. Innovation: Mittel. Einige der notwendigen Technologien werden bereits verwendet.

2.7 Akku Grid – Kopplung verwendeter Akkumulatoren

Die steigende Anzahl an portablen Geräten z.B.: Laptop, Mobiltelefon, Akkuschauber, Rasenmäher, Elektrofahrräder und Elektroautos speichern bereits jetzt Strom zu Hause und in Büros – den mutmaßlichen Orten zukünftiger Energieerzeugung. In diesem Szenario sollen mobile Geräte mit Akkumulatoren genutzt werden, um Erzeugungsspitzen aus erneuerbaren Energiequellen zu absorbieren, als auch Energiekonsum in Zeiten geringer Erzeugung zu drosseln. Dieses Verhalten führt zu einem geglätteten Lastprofil

ComForEn 2011

in dem der Verbrauch der Erzeugung entspricht. Eine mögliche Umsetzung wäre ein zweiter Stromkreis in Gebäuden (z.B.: graue Steckdose), der Abhängig vom Elektrifizierungsgrad, verbundene Geräte lädt oder nicht lädt. Umsetzbar ist dies für einzelne Büros oder Haushalte, mit oder ohne Kommunikation zwischen Steuerungseinheiten und Geräten dieses zweiten Stromkreises, praktisch überall in einem konventionellen Stromnetz. Dieses Szenario kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Niedrig. Das Szenario kann zur gesamten Netzstabilität beitragen, die Grundlast erhöhen und die Integration erneuerbarer Energieerzeugung fördern. Kapazitäten mobiler Geräte sind allerdings zu gering um Blackouts zu verhindern.
2. Nachhaltigkeit: Niedrig-Mittel. Positive Effekte im Stromnetz sind gut, aber zwischen alleine keinen großen Unterschied. Allerdings sind benötigte Infrastruktur- und Materialkosten gering und die Summe aller verbundenen Geräte kann Lasten im Stromnetz verschicken.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Niedrig. Hilft stark von sinnvollen Geschäftsmodellen ab (z.B.: spezielle Tarife, Produktanforderungen, etc.) Falls Kommunikation notwendig wird, ist es ein großer Aufwand für den geringen Nutzen diese Nachrüstung.
4. Innovation: Hoch. Von wurde noch nicht gemacht.

2.8 Kabelloses Laden als Service, bietet vernetzten Stromspeicher

Die steigende Anzahl mobiler wiederaufladbarer Geräte unterschiedlicher Hersteller, ohne Regulierung oder Standards bezüglich Ladegeräte und Stecker, verursacht eine Ausbreitung unterschiedlichster Ladegeräte in jedem Haushalt. Ein kabelloses Ladegerät, dass eine Vielzahl der Geräte einfach durch Nähe laden kann, könnte ein vielbegehrtes Produkt sein.

Wird dieses kabellose Ladegerät mit weiteren durch Kommunikation verbunden, sodass Ladegeräte vieler Haushalte sofort oder als virtuelle Einheit koordiniert stattfinden können, bietet für den Koordinator eines solchen Systems die Möglichkeit auf dem Primär-, Sekundär-, oder Tertiären Regulierungsenergie Markt ein wichtiger Teilnehmer zu werden. Dieser Systembetreiber könnte das Ladegerät als Service betrachten und dadurch die Anschaffungskosten als Kaufhilfe eliminieren. Dieses Szenario kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Niedrig. Abhängig von Massenzurücknahme und Teilnahme.
2. Nachhaltigkeit: Niedrig. Weil zusätzliche Geräte mit derzeit noch hohen Verlusten und möglicherweise eine zusätzliche Infrastruktur aufgebaut werden muss. Mögliche Elektromog-Betrachtungen notwendig.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Niedrig. Ähnlich wie das Akku Grid Szenario, allerdings wird das dort notwendige Geschäftsmodell, hier durch zusätzlichen Endverbraucherwert gestützt.
4. Innovation: Niedrig-Mittel. Hoch für den kabellos Laden Anteil, mittel für den Lastmanagementteil, niedrig für den Serviceteil.

2.9 Wiederverwendung von Elektroautobatterien

Die meisten heutzutage produzierten Batterien, werden mit kritischen Materialien hergestellt und werden mit 50% der ursprünglichen Kapazität aus dem Betrieb genommen. Eine Elektroautofirma oder deren Batterieersatz-Vertragsfirma könnte Altakkus sammeln und die vereinigte Gesamtleistung als Speicherkraftwerk zur Stromerzeugungsglättung erneuerbarer Energien einige Zeit weiterverwenden, anstatt diese sofort zu entsorgen. Es wird davon ausgegangen, dass das verlängerte Akkulieben durch Weiterverwendung in einem zweiten Lebenszyklus, die ökologische Bilanz gewaltig verbessert. Dieses Szenario kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Mittel. Das Szenario hängt stark von der Elektrofahrzeuggröße am Markt und von verwendeten Batterietechnologien ab.
2. Nachhaltigkeit: Mittel. Positive Effekte sind von der verfügbaren Batterietechnologie abhängig. Eine stark verbesserte Batterie würde Vorteile verdeutlichen, aber weitreichende Nutzung existierender Batterietechnologie ist problematisch. Mittel weil es nicht klar ist, wie Altkarus verwertet werden. Hoch, da die Wiederverwendung die Materialeffizienz erhöht und das hohe vorhandene Speicherpotential nutzt.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Mittel. Stark von der Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen und neuen Batterietechnologien, als auch von der Batterierücklaufquote eines logistisch vielumspannenden Wiederverwertungssystem abhängig. Eventuell Konkurrenzmarkt zu derzeitigen Wiederverwertungsoptionen.
4. Innovation: Hoch. Neu, wurde noch nicht gemacht.

2.10 Nutzung thermischer Prozesse in Industrie, Wirtschaft und öffentlicher Gebäude

Eine große Anzahl an Prozessen in der Industrie (z.B.: Kühltürme, Datenzentren, Bürogebäude) und in öffentlichen Gebäuden (z.B.: Hallenbäder) sind träge thermische Prozesse, wie z.B. Heizung, Lüftung, Klima, Pumpen, Warmwasser. Derzeit ist es üblich, mit starken Energieverbrauchern monetäre Anreize für das manuelle Ausschalten elektrizitätsintensiver Prozesse festzuhalten, sobald das Stromnetz in Not ist. Dieses Szenario soll die Möglichkeiten einer Automatisierung dieses Vorgangs beschreiben. Diese Systeme können durch automatisierte Kommunikation vorhersagbar synchronisiert zu- oder weggeschaltet werden. Die Summe dieser Energieintensiven Prozesse resultiert in einem großen Lastmanagement potential für verschiebbare Lasten auf der Verbrauchersseite. Dies führt zu einer vorhersagbareren Lastkurve. Das Ziel dieses Szenarios ist, dieses Lastpotential in den Kreislauf von schwer vorhersagbarer Erzeugung und Verbrauch zu integrieren. Dieses Szenario kann man für Österreich wie folgt bewerten:

1. Lastmanagement-Potential: Mittel. Mittel bezüglich Quantität und Qualität. Lastspitzen können reduziert werden, die Herausforderung liegt darin, zu verbrauchende Energie mit erneuerbarer erzeugter Energie übereinzustimmen.
2. Nachhaltigkeit: Mittel. Positive Effekte sollten deutlich überwiegen. Das Szenario steigert die Effizienz, in meisten Fällen wird vorhandene Infrastruktur verwendet, aber Prozesse können sich außerhalb ihres optimalen Wirkungsbereiches bewegen.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Mittel. Ist abhängig von Marktpreis für Elektrizität oder attraktiven Geschäftsmodellen. Österreich niedrig, da viele Wasserkraftwerke vorhanden sind.
4. Innovation: Niedrig. Ansatz bereits in Verwendung, allerdings nur zur Lastprofilglättung.

2.11 Intelligente Stromzähler Öffnung für Soziale Internet Applikationen

Einige Geräte nutzen soziale Netzwerke bereits um die Übermittlung von gemessenen Daten aus der realen Welt in die digitale Welt zu ermöglichen. (Z.B.: Insulin Überwachung, Standortverfolgung) Intelligente Technologien verwenden entweder öffentlich verfügbare „Application Programming Interfaces“ (APIs) oder stellen solche zur Verfügung.

Um Smart Grids für soziale „Web 2.0“ Anwendungen freizugehen, müssen sie eine öffentliche API für Programmierer zur Verfügung stellen. Ein guter Einstiegspunkt dafür sind Intelligente Stromzähler. Entwickler und Endverbraucher können dort ihre Smart Grids verwenden, um nach Wunsch verteilte, erneuerbare Energieverbrauchserwartung, wettbewerbsfähigere Energiepreisgestaltung, optische Forschungsprojekte oder spielerische Effizienzsteigerungsanreize zu realisieren.

1. Lastmanagement-Potential: Niedrig. Abhängig von offener API von Erneuerlicher Produktion für Entwickler und Endverbraucher. Die Umwandlung der erneuerlichen Anwendungen. Das Szenario reduziert je nach Umsetzung eher Energie als Lasten zu reduzieren. Ein Nebenverbrauch an Energie vieler TeilnehmerInnen, kann als Lastentwicklung verstanden werden.
2. Nachhaltigkeit: Mittel. Durch positive erzieherische Effekte kann das ökologische Potential weiterer Szenarien (z.B.: V2G oder C2G) signifikant erhöht werden, aber das Szenario allein ist geringes Potential.
3. Marktpotential in 10 Jahren: Niedrig. Da es wahrscheinlich nur finanzielle Anreize oder passenden Tarifen gekoppelt werden muss um akzeptiert zu werden. Stark abhängig von der Adoption der Stromzählerproduzenten als auch Hersteller/Endverbraucher, die offene Schnittstellen zur Verfügung stellen müssen. Mögliche Subventionen.
4. Innovation: Hoch. Neu, wurde noch nicht gemacht.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Durch Erfahrungen des Projektteams wurde in Workshops eine Bewertung aller Szenarien in vier gleichwertigen Kriterien durchgeführt. Die zuvor angeführte textuelle Bewertung in den Grafen niedrig:0,2, mittel:0,4, hoch:0,6, mittel-hoch:0,8, hoch:1,0 wurde in Zahlen ausgedrückt und als Gesamtwertung multipliziert. Daraus ergibt sich folgende Tabelle.

Szenario	Lastmanagement Potential		Nachhaltigkeit		Marktpotential in 10 Jahren		Innovation		Gesamtwertung
	1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,6	0,6	
Elektrische Fahrzeuge	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,6	0,6	0,696
Building to Grid	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,006
Intelligente Stromzähler	0,6	0,4	0,4	0,4	1	1	0,4	0,4	0,396
Consumer to Grid Automatisierung	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,696
Micro Grid für Gebäude mit PV Erzeugung	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,618
Micro Grid für Gemeinden	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	1	1	0,018
Batterie Grid: Kopplung existierender Akkus	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,006
Kabelloses Akku-Laden als Service	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	0,618
Weiterverwendung von e-Auto Batterien	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,643
Nutzung thermischer Prozesse der Industrie	0,2	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	1	1	0,024
Smart Meter API	0,2	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	1	1	0,024

Abbildung 2. Vorläufige Bewertung bestehender und noch nicht umgesetzter Szenarien

Wie man deutlich aus der Tabelle sehen kann, sind die Szenarien: Building to Grid, Micro Grid für Gebäude mit PV Erzeugung, Micro Grid für Gemeinden und Weiterverwendung von e-Auto Batterien am höchsten bewertet und damit die vielversprechendsten in Österreich innerhalb der folgenden 10 Jahre, aus der Sicht des interdisziplinären Projektteams. Die gut bewerteten, aber bereits in der Forschung befindlichen Szenarien Elektrische Fahrzeuge (besonders G2V) und Consumer to Grid Automatisierung (Personen (RON)), werden auf Grund des Umfangs des Projektes nicht detaillierter beschrieben.

Als nächster wichtiger Schritt ist eine umfangreiche Bewertung der besten vier Szenarien als interdisziplinäres Phänomen in vier Faktoren zu nennen, um Barrieren zu identifizieren und mögliche Startpunkte für zukünftige Lastmanagement-Implementierungen bieten zu können.

1. Ökologisch – Die ökologische Begründung warum ein gewähltes Szenario verbessert, billiger oder nützlicher für unseren Planeten ist. Eine Lebenszyklusanalyse des Produktes, Verwendung geförderter Materialien, Wiederverwertungsmöglichkeiten, Logistik und Emissionen, im besonderen CO₂ sollen analysiert werden.
2. Technisch – Eine detaillierte Betrachtung an technischer Notwendigkeiten zur Realisierung des Szenarios, den Verfügbarkeiten jeder Technologie nach Jahr und geographischer Gegebenheit, notwendiger Infrastruktur, Risikoanalyse teilweisem oder totalem technischen Ausfalls und Instandhaltungskosten soll beschrieben werden.
3. Sozial – Analyse des notwendigen Automatisierungsgrades und potentieller Akzeptanzprobleme bei der Benutzung durch EndverbraucherInnen, Auswirkungen auf die Lebensqualität und das Definieren von Grenzen zwischen gewonnenem Nutzen abgewogen gegen Komfort.
4. Ökonomisch – Analyse von kurz- und Langzeitkosten für ein Szenario, erwartete makroökonomische Effekte über die Laufzeit, ökonomische Rentabilität eines Produktes mit Break-Even Szenarios abhängig von der Durchdringungsdichte, Zeit oder Adaptionsrate, notwendiges Startkapital oder mögliche Lizenz und Patentschemen und derzeitige potentielle Industriepartnern.

Diese detaillierten Bewertungen und Beschreibungen sollen als Grundlage für Empfehlungen von zukünftigen Rahmenbedingungen dienen können, die es ermöglichen sollen in Österreich effizientes Lastmanagement von Smart Grids zu betreiben.

Referenzen

[1] D. Dietrich, ComForEn 2010 - Kommunikation für Energienetze der Zukunft. Vom aktiven Verteiler zum Smart Grid, Band 57 Wels, Austria: OVE-Schriftenreihe, 29. Sep 2010 (ISBN-Nr. 978-3-85133-061-8)

[2] S. Kabisch, J. Heuer, Interconnections and Communications of Electric Vehicles and Smart Grids, First IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm), November 2010

[3] C. Quinn, D. Zimmerle, T.H. Bradley, The effect of communication architecture on the availability, reliability, and economics of plug-in hybrid electric vehicle-to-grid ancillary services, *Journal of Power Sources*, vol. 195, issue 5, March 2010, p. 1500-1509, ISSN 0378-7753

[4] F. Kupzog, H.J. Bacher, M. Glatz, et al. Architectural Options for Vehicle to Grid Communication, *E&I Elektrotechnik und Informationstechnik*, ISSN: 0932-383X, Austria: Springer Wien, Feb. 2011 (<http://dx.doi.org/10.1007/s00502-011-0796-8>)

[5] Tomić, Kempton: Using fleets of electric-drive vehicles for grid support, *Journal of Power Sources*, University of Delaware, Newark, USA, 2007

[6] F. Kupzog, T. Sauter, K. Pollhammer: IT-enabled Integration of Renewables: A Concept for the Smart Power Grid, *EURASIP Journal on Embedded Systems*, vol. 2011, Article ID 737543, 2011

[7] M. Dalheimer, Power to the People, Bericht 200 (2011) Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM 2011 ISSN 1434-9973, 2011

[8] M.A. Piette, S. Kiliccote, G. Ghanekar Design and Implementation of an Open, Interoperable Automated Demand Response Infrastructure, Lawrence Berkeley National Laboratory LBNL Paper LBNL-63665, 2008

[9] Demand Response Research Center, <http://drc.lbl.gov> (30 Apr. 2011) [10] F. Kupzog, M. Meisel, K. Derler, et al., Integral Resource Optimization Network Concept, Bericht für FFG, 2008, p. 169

[11] Behrmann, Gerdenitsch, Teubel, HCI Systems for Sustainable Energy-Management, CHI 2011 Workshop: Sustainable Interaction Design in Professional Domains, Austria, 04 2011

[12] F. Kupzog, Self-controlled Exploitation of Energy Cost saving Potentials by Implementing Distributed Demand Side Management, 2006 IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN2006), pp. 375-380, Aug. 2006

[13] J.Brous, T.A. Carlson, D.P. Chassin et al. "Part II: Grid Friendly™ Appliance Project", Pacific Northwest GridWise™ Technical Demonstration Projects, U.S. Department of Energy, 10.2007

[14] T. Leber, M. Meisel, T. Gannauf, et al. Preparations for Demand Response on a Municipal Level, (to be published Sep. 2011)



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

ComForen 2011 Programm

9:30	Eintreffen	
9:45	Begrüßung/Kapuzog/Prügler (Auditorium A2)	
10:00	Keynote 1: Security in Smart Grids, Lehner/Karus	Session 2: IKT und Effizienz (Hörsaal HS 007)
10:45	SmartResponse – Szenarien für Smart Response in Österreich, Schiffelner KERP	ZeroCarbonTown – CO ₂ -Nullsummenspiel in einer Gemeinde im Waldviertel, Lippert AIT
11:05	Demand Response mit Gebäuden – die Projekte Building2Grid und BED, Zucker AIT und Pollhammer, ICT TU WIEN	Simulations-basiertes heuristisches Sampling zur Integration erzeuger- und verbraucherseltiger unsicherer Einflüsse, Hutterer, FH Wels
11:25	Gemeinde Großschönau als Virtueller Energiespeicher – Zucker, AIT	Der Nutzer im Smart Grid – die Projekte Consumer2Grid und PEEM, Gerdentsch CURE
11:45	Diskussion	Diskussion
12:15	Mittagspause (Mensa)	
13:15	Keynote 2: Verteilte Erzeugung und negative Börsenpreise, Häuser/ZES	Session 4: Evolution des Energiesystems (Hörsaal HS 007)
14:00	Vehicle2Grid Strategies – Integration von Elektrofahrzeugen in die elektrischen Netze, Rezanja EEG TU WIEN	Optionen für Smart Grids in der Mittelspannung: ZUDE und DG DemoNetz Validierung, Einfall Siemens
14:30	Evolution der IT: Smart Web Grid – Multi-Stakeholder-Datenaustausch in zukünftigen Smart Grids, Jung AUTO TU WIEN	Smart LV Grid – Die Zukunft gehört den intelligenten Niederspannungsnetzen, Stifter AIT
15:00	Kaffee	
15:30	Vehicle2Grid Inverter, Strasser AIT	Evolution der Elektromobilität: Vehicle2Grid Interfaces – Elektrofahrzeuge werden in Salzburg mehr tun als nur Energie tanken, Bacher Salzburg AG
15:50	Multifunktionales Batteriespeichersystem, Prügler EEG TU WIEN	Evolution der Infrastruktur: SmartSynergies – Ausbaustrategien für Smart Grids Infrastrukturen, Kienesberger ICT TU WIEN
16:10	Diskussion	Diskussion
16:30	Roundup (Auditorium A2)	