Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 108 (2017)
Heft: 5

Artikel: Smart Grid findet statt : eine Übersicht
Autor: Bachmann, Maurus
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-791310

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Smart Grid findet statt – eine Übersicht

Intelligente Elektrizitätsnetze der Zukunft | Smart Grids werden teilweise bereits heute in verschiedenen Ausprägungen realisiert. Die Arbeitsgruppe Smart Grid des VSGS (Verein Smart Grid Schweiz) hat eine Übersicht zu konkreten Smart-Grid-Projekten der Mitglieder erarbeitet.

TEXT MAURUS BACHMANN ET AL.

Obwohl meist nicht klar definiert wird, was Smart Grids genau sind, wird erwartet, dass damit alle Herausforderungen im Elektrizitätsnetz gemeistert werden können. Der Verein Smart Grid Schweiz (VSGS) erarbeitete daher eine Übersicht mit über 30 Projekten, die aufzeigt, wo die VSGS-Mitglieder mit der konkreten Umsetzung von Smart-Grid-Konzepten stehen.[1] Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Reine Smart-Metering-Projekte wurden dabei bewusst ausgeklammert. Diese sind bereits im Weissbuch Smart Grid des VSGS [2] beschrieben.

Der vorliegende Artikel beleuchtet einen Auszug aus dieser Übersicht. Neben Smart-Grid-Lösungen, die im Verteilnetz bereits regelmässig im Einsatz sind, werden auch Pilot- und Demonstrationsprojekte beschrieben sowie Arbeiten, die eher Forschungscharakter haben.

Netz-Monitoring und aktives Netz-Management

Eine wichtige Aufgabe der Verteilnetzbetreiber ist, neue Anlagen wie dezentrale Energieerzeugungsanlagen, Wärmepumpen, Ladestationen für Elektrofahrzeuge oder dezentrale Batteriespeicher in die Netze zu integrieren. Diese Anlagen werden überwiegend auf der Niederspannungsebene angeschlossen, wo heute nur sehr wenig Messdaten zur Verfügung stehen. Echtzeitinformationen liegen meist gar keine vor. Dies kann mit steigender Anzahl neuer dezentraler Anlagen zu Problemen führen.

Zudem wird die Netzintegration von Elektrofahrzeugen zu einer grossen Herausforderung für die Verteilnetze. Daher werden die Verteilnetze in Zukunft vermehrt über Netz-Monitoring-Systeme verfügen, die kritische Netzsituationen rechtzeitig erkennen und durch ein aktives Netz-Management beheben. Alle Netzelemente mit rein konventionellem Netzausbau auf allfällige und nur kurzzeitig auftretende Lastspitzen auszulegen, wäre weder wirtschaftlich noch effizient. Durch eine Ergänzung der konventionellen Netzinfrastruktur mit intelligenten Steuer- und Regelsystemen kann der stabile Netzbetrieb auch in Zukunft kosteneffizient sichergestellt werden. Zudem können Netz-Monitoring-Systeme auch für weitere Anwendungen wie zum Beispiel die Erhebung von Netzqualitätskenngrössen (Power Quality) verwendet werden.

Zwei Systeme sind in Pilotversuchen im Einsatz

Zwei solche Systeme wurden bereits in Pilot- und Demonstrationsprojekten eingesetzt: GridBox bei BKW und EWZ sowie GridEye bei Romande Energie.

Die GridBox-Plattform ist ein generischer Ansatz für ein intelligentes Stromnetz: Verteilte Mess- und Steuergeräte erfassen im Sekundentakt hochpräzise den Netzzustand und kommunizieren diesen an einen regionalen GridBox Master (**Bild 1 und 2**). Dort werden Algorithmen gerechnet, welche geeignete automatisierte Eingriffe in den Netzbetrieb erlauben. Es werden PV-Anlagen, Batterien und elektrische Boiler intelligent und in Echtzeit gesteuert. Das Konzept wurde im Rahmen von zwei Projekten erarbeitet, welche durch das BFE sowie durch die Partner EWZ und BKW unterstützt wurden. In der Zwischenzeit haben die Projektpartner eine Firma gegründet, um die GridBox unter dem Namen Smartbox weiterzuentwickeln und kommerziell zu vertreiben.

Das GridEye-Produkt ist eine Lösung für IT-gesteuerte Stromnetze. Die angewandte Technologie ermöglicht eine globale Überwachung des Netzzustandes ohne Kenntnisse von Netzdaten. Die Steuerung der schaltbaren Komponenten wird durch einen verteilten Algorithmus ausgeführt. GridEye ist gegenwärtig in einem NS-Netz in Betrieb, welches durch eine 230-kVA-Trafostation versorgt ist und in welchem drei PV-Anlagen mit insgesamt 280 kWp angeschlossen sind. Zurzeit werden drei Wechselrichter und zwei Boiler beim Kunden gesteuert. In dem von Romande Energie zwischen 2017 und 2020 geplanten Reel-Demo-Projekt werden sechs repräsentative Netzgebiete mit über 50 GridEye-Modulen ausgestattet. Somit wird es möglich sein, bei 600 Kunden die Umsetzung der Marktmechanismen zur Nutzung der Netzflexibilität gemäss der aktuellen Vernehmlassungsvorlage der StromVV zu erproben.

Die Abschlussberichte beider Projekte stehen auf der Seite des BFE zum Download bereit.[3]

Laststeuerung mit Smart-Metering-Systemen

Laststeuerung über Rundsteueranlagen ist in der Schweiz stark verbreitet. Aufgrund der veränderten Anforderungen durch dezentrale Erzeugungsanlagen sowie durch veränderte Lasten suchen die Netzbetreiber heute Konzepte und Lösungen, die auch in Zukunft einen stabilen und hochverfügbaren Netzbetrieb unterstützen. Netzdienliches und systemdienliches

Bilder: VSGS

Last-Management basierend auf Smart-Metering-Systemen ist ein möglicher Lösungsansatz.

Smart-Metering-Lösungen verbreiten sich kontinuierlich in den Verteilnetzen. Dabei stellen diese Systeme einen ständig nutzbaren Kommunikationskanal zwischen den Kunden respektive den Zählern und dem EVU zur Verfügung. In der Schweiz ist die Powerline-Kommunikation (PLC) im Niederspannungsnetz verbreitet, wodurch ein bidirektionaler Kommunikationskanal auch für die Laststeuerung zur Verfügung steht. Der Kommunikationskanal ist zeitlich nicht vollständig ausgelastet und kann somit für die Laststeuerung verwendet werden. Beispielsweise können einzelne Lastschaltgeräte direkt angesprochen werden, um die Schaltzeiten oder Gruppenzugehörigkeiten zu verändern. Zudem können bei Bedarf aktuelle oder erfolgte Schaltungen direkt auf dem Gerät abgefragt werden. Bei IP-basierten PLC-Netzwerken werden die Geräte ebenfalls direkt untereinander kommunizieren können. So kann ein Zähler in einem Strang einen Spannungsanstieg feststellen und automatisch mögliche Verbraucher zuschalten oder Produktionsanlagen in ihrer Einspeiseleistung begrenzen.

Der Einsatz von Last-Management über PLC wurde unter anderem in den Netzen der AEW von Gansingen und Brittnau umgesetzt (**Bild 3**). Er hat sich im Betrieb bewährt. Die erwarteten Reaktionszeiten von weniger als einer Minute von der Auslösung im Leitsystem bis zur Schaltung im Feld konnten sowohl bei Einzel- als auch bei Broadcast-Schaltungen erreicht werden. Ebenso konnten Anpassungen von Programmen und Schaltzeiten von fern vorgenommen werden.

Auch die EKZ nutzen die neuen Möglichkeiten, welche die Smart-Metering-Infrastruktur bietet. In einem Wohngebiet der Zürcher Gemeinde Rickenbach werden Warmwasserboiler gezielt und dynamisch mit dem Ziel gesteuert, den Überschuss der lokalen Photovoltaikanlage aufzunehmen. Zu diesem Zweck wurde zusammen mit der ETH ein Regler entwickelt, der basierend auf Prognosen für PV-Produktion und Verbrauch des Quartiers sowie Modellen des Boilerverhaltens alle fünf Minuten Sperr- und Freigabekommandos für die Boiler generiert.

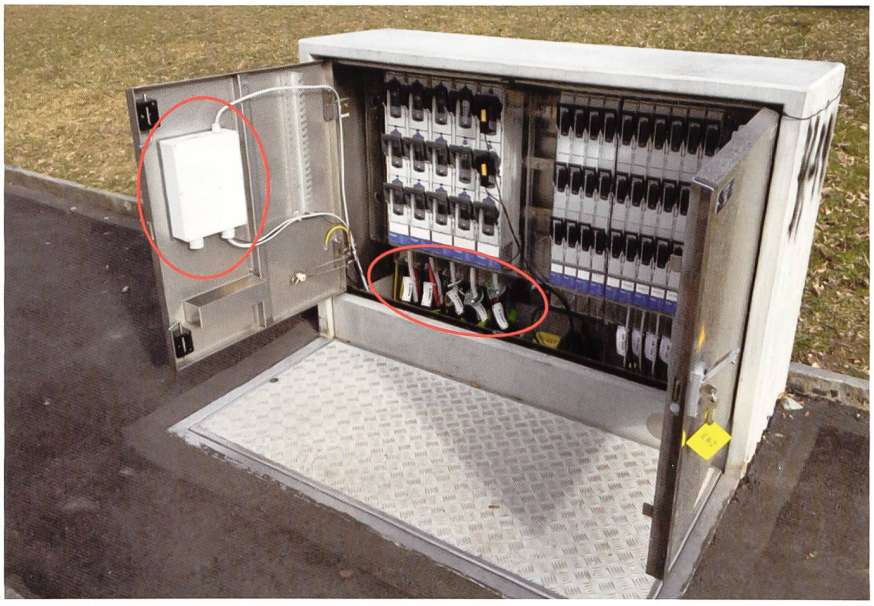


Bild 1 Installation von GridBox und Stromsensoren in einer Verteilkabine.

Bild 2 Visualisierung des Netzzustandes mit aktuellen Messwerten aller GridBoxen und animierten Leistungsflüssen in der geografischen Ansicht.

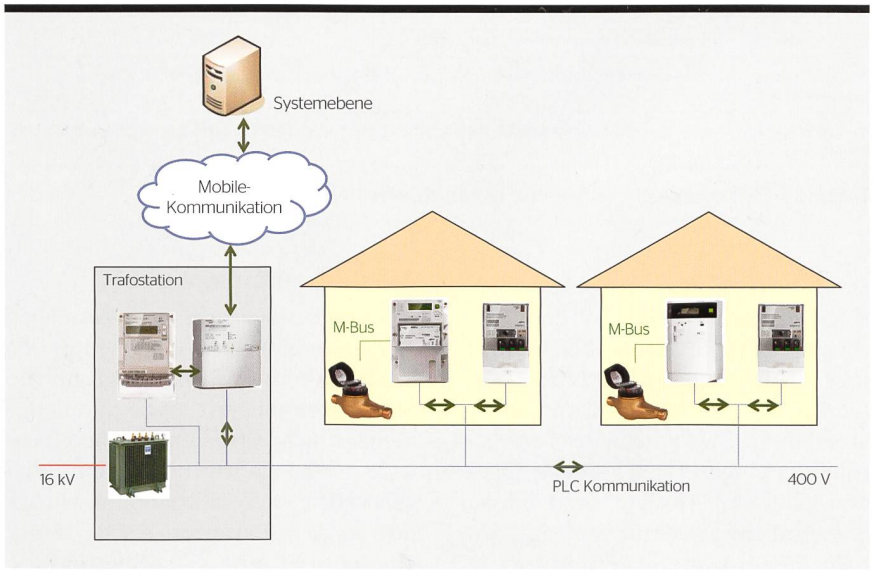


Bild 3 Topologie der eingesetzten Lösung zur Laststeuerung.

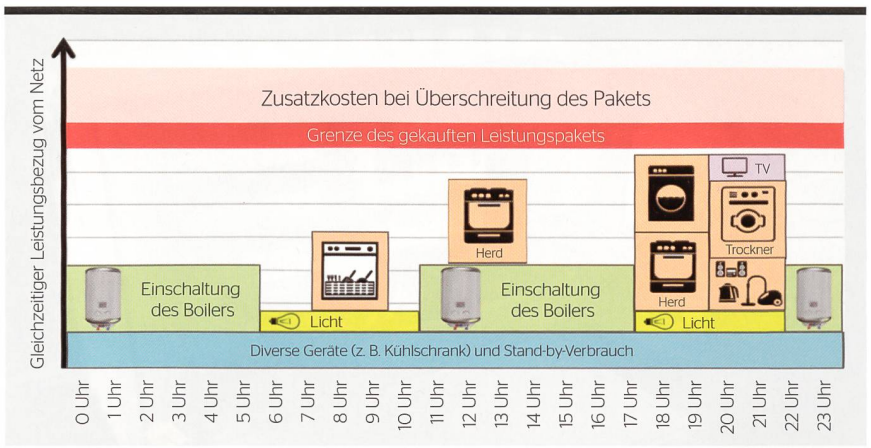


Bild 4 Durch intelligenten Einsatz der Geräte kann die maximale Leistung beschränkt werden.

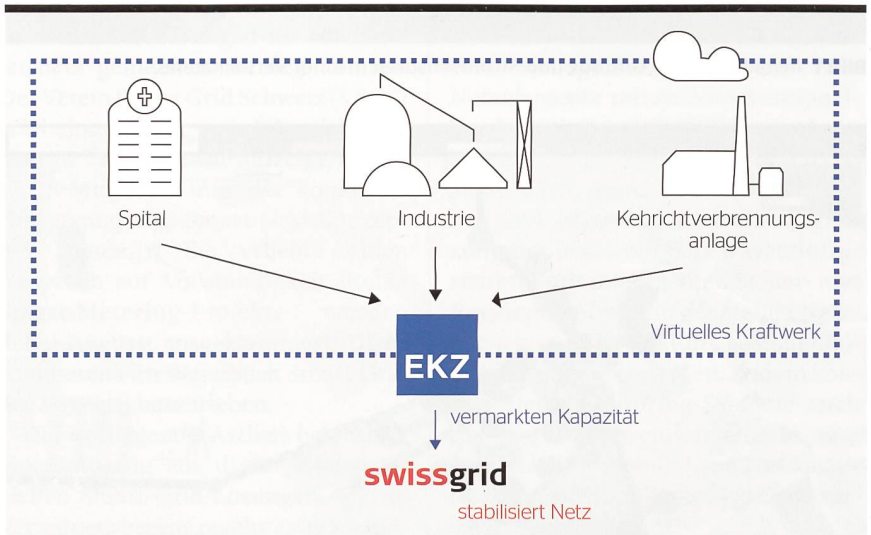


Bild 5 Virtuelles Kraftwerk der EKZ.

Betreiber	Anwendung
SDL-Anbieter	Systemdienstleistungen, z.B. Frequenzregelung
Verteilnetzbetreiber	Netzverstärkung, Verhinderung von Netzproblemen (Engpässe, Spannung), Microgrid
Energieversorger	Energiekostenoptimierung, Quartierspeicher
Grossverbraucher / Industriekunde	Stromkostenoptimierung (Eigenverbrauch, HT/NT, Lastspitzen-Management), USV, Microgrid
Kleinverbraucher / Privatkunde	Stromkostenoptimierung (Eigenverbrauch, HT/NT, Lastspitzen-Management), Notstrom (kurzfristig)

Tabelle 1 Batteriespeicheranwendungen und Betreiber.

Diese werden über die Smart-Metering-Infrastruktur bis zu den Lastschaltgeräten versendet. Nach einem Jahr Betrieb sind die Ergebnisse positiv. Im weiteren Verlauf des Projektes arbeiten die EKZ nun an der Verfeinerung der eingesetzten Modelle. Diese und ähnliche Ansätze basieren auf Standard-Infrastruktur und sind deshalb interessante Alternativen zur Netzverstärkung.

Einspeise-Management

Die Anschlussgesuche von PV-Anlagen stiegen in einzelnen Regionen in den letzten Jahren stark an. Aufgrund von Messungen im Netz sowie Simulationen lässt sich feststellen, dass bei einem weiteren Zubau von Produktionsanlagen kritische Netzsituationen entstehen können. Basierend auf der Branchenempfehlung «Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen» des VSE [4] standardisierten diverse Netzbetreiber die technische Umsetzung zur Steuerung und Überwachung von Produktionsanlagen.

Zusammen mit industriellen Partnern wurden Pilotprojekte realisiert, in welchen Anlagen fernüberwacht und -gesteuert werden. Viele Werke haben ihre technischen Anschlussbedingungen und die Werkvorschriften für Produktionsanlagen bereits entsprechend ergänzt. Nachrüstungen von Anlagen sind kostenintensiv, hingegen ist die Bereitstellung der Schnittstellen während der Anlagenerstellung meist ohne wesentliche Mehrkosten möglich.

Kleine Anlagen können basierend auf zentralen Messdaten einfach und kostengünstig über die Rundsteuerung gesteuert werden. Bei grossen Anlagen kann eine direkte Anbindung an die Leitebene sinnvoll sein, da über die Messwerte der Einfluss der Steuerung direkt überprüfbar wird. In den realisierten Projekten der AEW wurden sowohl aus betrieblicher als auch aus technischer Sicht gute Erfahrungen gemacht.[5] Es wird in Zukunft für die Netzbetreiber wichtig sein, an exponierten Punkten im Netz die wichtigsten Parameter der Netzqualität in Echtzeit zu kennen, um die Netze professionell zu betreiben.

Spannungsregelung mit Ront und ESR

Zur Spannungshaltung im Verteilnetz haben sich vor allem zwei neuere Betriebsmittel bewährt: der regelbare Ortsnetztransformator (Ront) und der Längsregler/Einzelstrangregler (ESR). Mit insgesamt rund 25 installierten Geräten verfügt BKW schweizweit über die grösste Praxiserfahrung mit beiden Typen. CKW hat sich auf den ESR fokussiert. Auslöser war die Bewertung von technischen Anschlussgesuchen, hauptsächlich für PV-Anlagen.

In einigen Fällen kann das Spannungsband gemäss D-A-CH-CZ-Richtlinie nur mit massivem Netzausbau eingehalten werden. Ront und ESR können hinsichtlich der Investitions- aber auch der Gesamtkosten eine effizientere Alternative darstellen. Zudem verlangt die ElCom seit November 2015, dass bei Gesuchen um Vergütung von Kosten für eine notwendige Netzverstärkung mindestens eine der geprüften Varianten aktive Netzele-

mente (Ront oder ESR) beinhalten muss. Durch die aktive Spannungsregelung an der Ortsnetzstation beziehungsweise innerhalb eines Niederspannungsstrangs steht am Anschlusspunkt dank der Entkoppelung vom vorgelagerten Netz ein grösseres Spannungsband zur Verfügung.

Seit 2013 wurden bei BKW etwa 200 Anschlussgesuche wegen Netzverstärkungsbedarf vertieft analysiert. Davon wurden 20 Ront und 30 ESR als effizienteste Variante empfohlen. Tatsächlich gebaut wurde gut die Hälfte der PV-Anlagen und somit der Ront/ESR. Der ESR kommt bevorzugt dann zum Einsatz, wenn eine grössere PV-Anlage (ab etwa 80 kVA Wechselrichterleistung) geplant ist, das Netzverstärkungsprojekt über 40 000 Franken kosten würde und es im Trafokreis nur wenige oder gar keine bestehenden Anlagen gibt. Durch die Änderungen bei der Förderung ist vermehrt mit kleinen Anlagen (bis 10 kVA) zu rechnen, so dass der Ront künftig häufiger zur Anwendung kommen dürfte.

Batteriespeicher

Batteriespeicher können für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt werden **(Tabelle 1)**. Im Vordergrund stehen Eigenverbrauchsoptimierung, Frequenzregelung und USV als eigenständige Anwendungen.

BWK, CKW und EKZ bieten ihren Prosumer-Kunden Haushaltsspeicher für die Eigenverbrauchsoptimierung an. Im Pilotprojekt «PV-Integration mit dezentralen Stromspeichern» der CKW war das Ziel, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit von dezentralen Stromspeichern (mit Kapazitäten von 100 – 300 kWh) als Alternative zur konventionellen Netzverstärkung zu untersuchen. Eine sekundäre Anwendung der Speicher war die Bereitstellung von Regelenergie.

EWZ betreibt mit dem Bess (Batterie-Energie-Speicher-System) Dora den kapazitätsmässig grössten Batteriespeicher der Schweiz (720 kWh). Er wurde im GridBox-Projekt für netzdienliche Anwendungen eingesetzt (Spannungshaltung und Leitungsentlastung) und wird in Zukunft auch für kundenorientierte Anwendungen (Eigenverbrauchsmaximierung einer grösseren Überbauung) zum Einsatz kommen.

Der Batteriespeicher der EKZ (1 MW, 580 kWh) ist der leistungsmässig grösste Batteriespeicher der Schweiz und wurde als Pilotprojekt gemeinsam mit ABB realisiert. Der Speicher wurde in unterschiedlichen Anwendungen getestet: Inselbetrieb mit einem Bürogebäude und einer PV-Anlage, Spitzenlast-Management und Spannungsregelung.[6] Das Batteriesystem ist seit Juni 2014 als erstes Nicht-Wasserkraftwerk in der Schweiz für die Primärregelung präqualifiziert und wird seither regelmässig im Regelenergiemarkt platziert.

Die Kombination mehrerer Anwendungen kann massgeblich zur Wirtschaftlichkeit von Speicherprojekten beitragen. Diese Kombination kann allerdings durch regulatorische Vorgaben erschwert oder sogar verhindert werden.

Energie-Management für Kunden

Über zusätzliche Dienstleistungsangebote zur Optimierung des Eigenverbrauchs oder des Leistungsbezugs werden kundenseitige Flexibilitäten adressiert. Mit dem Bau dezentraler PV-Anlagen steigt auch der Wunsch der Prosumer, den Strom ganz oder teilweise selbst zu verbrauchen. Dazu müssen die Produktion und der Verbrauch zeitgleich erfolgen, oder es wird ein Speichersystem benötigt, bei welchem der produzierte Strom zwischengespeichert wird.

Bei dem Produkt Home Energy von BKW wird dazu eine vorhandene Heizungswärmepumpe und/oder eine Warmwasserwärmepumpe intelligent angesteuert und/oder ein Batteriespeicher eingesetzt, um einen Stromüberschuss von der PV-Anlage aufzunehmen. Der Batteriespeicher kann in der Nacht wieder entladen werden. Seit Kurzem kann auch eine Ladestation angesteuert werden, die den überschüssigen PV-Strom ins Elektroauto lädt.

Um die Kundinnen und Kunden verstärkt in die Verantwortung der Energiewende miteinzubeziehen, hat Repo-

RÉSUMÉ

Réalisation des smart grids

Vue d'ensemble des projets smart grid des membres du VSGS

Les smart grids sont les réseaux d'électricité intelligents du futur. Ils existent déjà partiellement aujourd'hui sous diverses formes. Le groupe de travail Smart Grid de l'Association Smart Grid Suisse (VSGS) a dressé une vue d'ensemble des projets smart grid concrets de ses membres. Celle-ci a permis de mettre en évidence un nombre impressionnant d'initiatives diverses aux contenus très variés. Les projets smart grid des membres du VSGS que sont l'AEW, BKW, CKW, EKZ, EWB, EWZ, IWB, Repower et Romande Energie montrent clairement que de multiples efforts ont déjà été déployés en faveur des smart grids. Près de la moitié des quelque 30 projets sont arrivés à maturité et mis en œuvre de façon standard : il s'agit de solutions de pilotage utiles au réseau telles que le réglage de la tension, le pilotage de la charge et le réglage de l'injection, de solutions utiles au système telles que les centrales virtuelles, ainsi que de concepts intégrant le client, comme la visualisation, le smart manager, l'efficience énergétique, l'optimisation de la consommation propre avec ou sans accumulateur ou tarifs de puissance. Les gestionnaires de réseau de distribution travaillent activement pour façonner l'avenir des solutions smart grid. À cela s'ajoutent les concepts qui ont pour la majorité un caractère pilote ou axé sur la recherche : systèmes de mesure et de commande complets sur le réseau de distribution, association de la gestion PV et de la charge, accumulateurs à batterie servant l'optimisation du système, solutions de communication, comportement de réseau dynamique, influence sur la Power Quality et microgrids. Les plus de 30 projets identifiés présentent une très grande diversité. Ils prouvent que, par leurs solutions smart grid, les gestionnaires de réseau de distribution dessinent l'avenir de façon proactive. MR

wer ein Projekt mit Leistungstarifen gestartet. Das Netz wird vor allem für die maximal beanspruchte Leistung dimensioniert. Daher wird mit dem Leistungstarif das Netz über die beanspruchte, gemessene Leistung bepreist. Da die Leistung nicht einfach beschränkt werden kann, wird ein Bonus-/Malussystem eingeführt, basierend auf der effektiv gemessenen maximalen Leistung pro Tag. Kann der Kunde seinen Netzbezug über einen Monat unter der selbst gewählten Grenze halten, so wird die Differenz in diesem Monat dem Kunden gutgeschrieben. Der Anreiz des Netzbonusses liegt also darin, über einen ganzen Monat den Netzbezug zu optimieren. An jedem Tag, an dem der Kunde die Leistungsgrenze überschreitet, wird ein Malus auf die effektiv gemessene Differenz verrechnet **(Bild 4)**.

Microgrids und virtuelle Kraftwerke

Sowohl Microgrids als auch virtuelle Kraftwerke (VK) sind Zusammenschlüsse von Verbrauchern und dezentralen Erzeugungsanlagen zur Steuerung als eine Einheit. Bei Microgrids ist diese Einheit ein Zusammenschluss von Anlagen in einem elektrischen Teilnetz, das netzunabhängig und netzparallel betrieben werden kann, etwa bei Netzunterbrüchen. Bei VK können die einzelnen Anlagen geografisch weit verteilt sein.

Bestehende Flexibilitäten wie Notstromdieselanlagen, Kehrichtverbrennungsanlagen, Kleinwasserkraftwerke, Kompressoren, Pumpen und Kühlanlagen werden mittels Informationstechnologie im VK der EKZ gebündelt und als Regelleistung bei Swissgrid vermarktet **(Bild 5)**. Somit werden Zusatzerlöse für die Betreiber dieser Anlagen generiert. Die Fernwirktechnik übernimmt die Auslesung, Steuerung und Regelung der dezentralen Einheiten. Die zentrale Plattform koordiniert und steuert, ohne dabei die Teilnehmer hinsichtlich des eigenen Kerngeschäftes einzuschränken. Teil des VK der EKZ ist auch eine Solaranlage mit 2,4 MW, welche mit der gezielten Reduktion der Leistung Regelenergie anbietet. Es ist die erste Solaranlage in der Schweiz, die das Stromnetz stabilisiert und diese Leistung kommerziell nutzt.

Die EKZ haben mit dem Inselbetrieb des 1-MW-Batteriespeichers (siehe oben) erste Untersuchungen im Bereich Microgrids gemacht. Zudem wurde mit Messdaten aus dem Netz der Gemeinde Knonau simuliert, wie ein autarker Betrieb des Netzes durch den Einsatz eines Batteriespeichers und/oder eines zusätzlichen Blockheizkraftwerks sichergestellt werden könnte. Ebenso wurde die Flexibilität der Last und der PV-Produktion (Abregelung) modelliert. In einem nächsten Schritt werden die EKZ quantifizieren, welche Erlöse durch die Flexibilität eines Microgrids im netzparallelen Betrieb erzielt werden können. Die Übersicht über Smart-Grid-Projekte der VSGS-Mitglieder AEW, BKW, CKW, EKZ, EWB, EWZ, IWB, Repower und Romande Energie zeigt, dass schon viele unterschiedliche Projekte für Smart-Grid-Lösungen realisiert werden. Knapp die Hälfte der Konzepte ist ausgereift und kommt standardmässig zum Einsatz. Die über 30 identifizierten Projekte sind von einer grossen Vielfalt. Sie zeigen auf, dass die Verteilnetzbetreiber mit ihren Smart-Grid-Lösungen die Zukunft aktiv mitgestalten.

Referenzen

[1] Verein Smart Grid Schweiz (VSGS), Smart Grid Projekte in der Übersicht (7. November 2016), www.smartgrid-schweiz.ch.

[2] Verein Smart Grid Schweiz (VSGS), Weissbuch Smart Grid, Vol. 2 (31. Dezember 2015), Weissbuch Smart Grid (28. Feb. 2013), www.smartgridschweiz.ch.

[3] GridBox Pilotnetz / Smile (beide Projekte abrufbar auf www.bfe.admin.ch/forschungnetze/01246/03569.

[4] www.strom.ch.

[5] Th. Heiz und I. Stefanidou, Auf dem Weg zu einem intelligenten Schweizer Verteilnetz, Bulletin SEV/VSE 12/2016.

[6] Michael Koller, Theodor Borsche, Andreas Ulbig, and Göran Andersson, «Review of grid applications with the Zurich 1 MW battery energy storage system», Electric Power Systems Research, 2015.

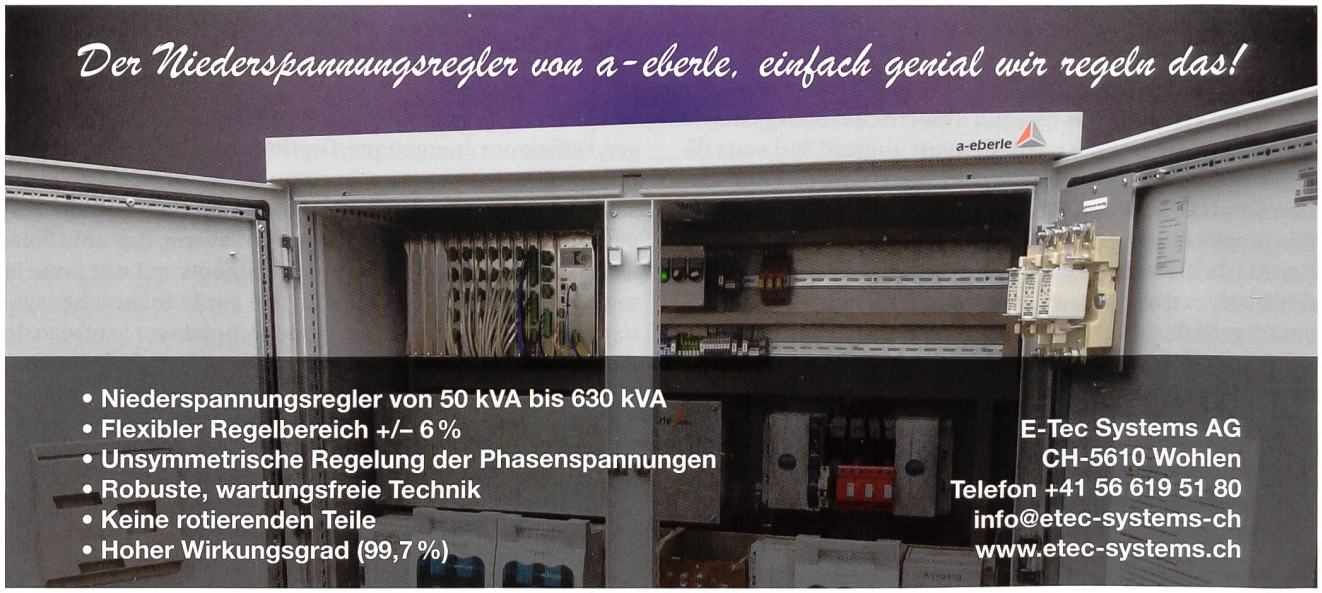
Autoren

Maurus Bachmann ist Geschäftsführer des Vereins Smart Grid Schweiz.

→ Verein Smart Grid Schweiz, 2560 Nidau.

→ maurus.bachmann@smartgrid-schweiz.ch

Maurus Bachmann dankt seinen Co-Autoren für ihren Beitrag an diesen Text. Es sind dies Adrian Bürki (IWB), Arnoud Bifrare (Romande Energie), Marc Eisenreich (BKW), Florian Felix (Repower AG), Marina González Vayá (EKZ), Michael Früh (Energie Wasser Bern), Patrick Hauser (AEW Energie AG), Florian Kienzle (EWZ) sowie Jürgen Müller (CKW).



Eine Erkrankung wegen Asbest kann in kurzer Zeit zum Tod führen. Und jedes vor 1990 erstellte Gebäude kann Asbest enthalten. Schütze dich und deine Kollegen mit den lebenswichtigen Regeln und stoppe bei Gefahr die Arbeit.

suvapro

Sicher arbeiten