Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 102 (2011)
Heft: 9

Artikel: Vom Smart Meter über Smart Grid zum Smart Home
Autor: Knaak, Jürgen
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856842

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: 09.07.2025

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

Vom Smart Meter über Smart Grid zum Smart Home

Grundsätzliche Überlegungen zur Interaktion der verschiedenen Akteure in einem «smarten» Energiesystem

Eine wohl unabwendbare Voraussetzung für den künftigen sicheren Betrieb von Mittel- und Niederspannungsnetzen sind intelligent zu handhabende Netze, deren Grundlage intelligente Zähler darstellen. Eine höhere Energieeffizienz und ein verbesserter Netzbetrieb bei stochastischer Energieentnahmen und -einspeisungen setzen zudem die Förderung von Smart Home voraus. Der Artikel behandelt die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Bereichen eines solchen Systems.

Jürgen Knaak

Die Verbindungen in einem intelligenten Energiesystem vom Elektrizitätsversorger (EVU) bis zum Smart Home eines Endverbrauchers können in einer Aktionskette dargestellt werden. In dieser sind zwei Systemebenen wesentlich: Das bisherige Stromnetz als Basis und überlagert ein mehrgliedriges, sich ebenfalls überlagerndes Daten- und Informationsnetz. Charakteristisch dabei sind die bidirektionalen Verbindungen zwischen der technisch-energiewirtschaftlichen EVU-Organisation und dem Demand-Side-Management der Kunden.

Diese dadurch ermöglichte Zusammenarbeit soll den Netzbetrieb technisch und wirtschaftlich optimieren, damit die Netzverluste niedrig und die Versorgungsqualität hoch halten und den Kunden ermöglichen, ihren Energieeinsatz effizient und den Verbrauch möglichst niedrig zu halten.

Dabei beginnt die Aktionskette, deren Hauptelemente in **Bild 1** dargestellt sind, mit dem Einsatz von Smart Metern. Dabei gibt es mindestens vier Interessenskreise als Anspruchspartner:

- Kunden: Ihre Ansprüche bestehen in individuellen Tarif- und Preissystemen, transparenter Rechnungslegung, Endgerätesteuerungen, Home Display, Geräteüberwachung und Alarmsystemen.
- EVUs: Sie wollen Abrechnungsprozesse zeitlich und preisrelevant steuern, ein automatisches Inkasso betreiben und Erleichterungen bei Mieter- und Lieferantenwechsel sowie Daten für Lastprognosen, Einspeiseerfassung und Saldorechnungen erhalten.
- Industrie: Sie sieht einen riesigen sich öffnenden Markt für Hard- und Software und ermöglicht umfassende Systementwicklungen, wodurch sie Kunden langfristig bindet.
- Politik: Sie will Energiesparziele realisieren, dies über monetäre und steuerungstechnische Massnahmen bis hin zur Kontingentierung und Rationierung.

Smart Meter als Basisvoraussetzung

Unter Smart Meter (Vierquadrantenzählern) versteht man elektronische Zähler, die Messwerte aller vier Quadranten über eine Registrierperiode von 15 Minuten ermitteln, speichern und über externe Informationsträger übermitteln können (Wirk- und Blindleistung, vorwärts und rückwärts).

Die primären Aufgaben der Smart Meter sind im Wesentlichen:

- die viertelstündige Messwertabfrage der Leistungen für Energielieferung und

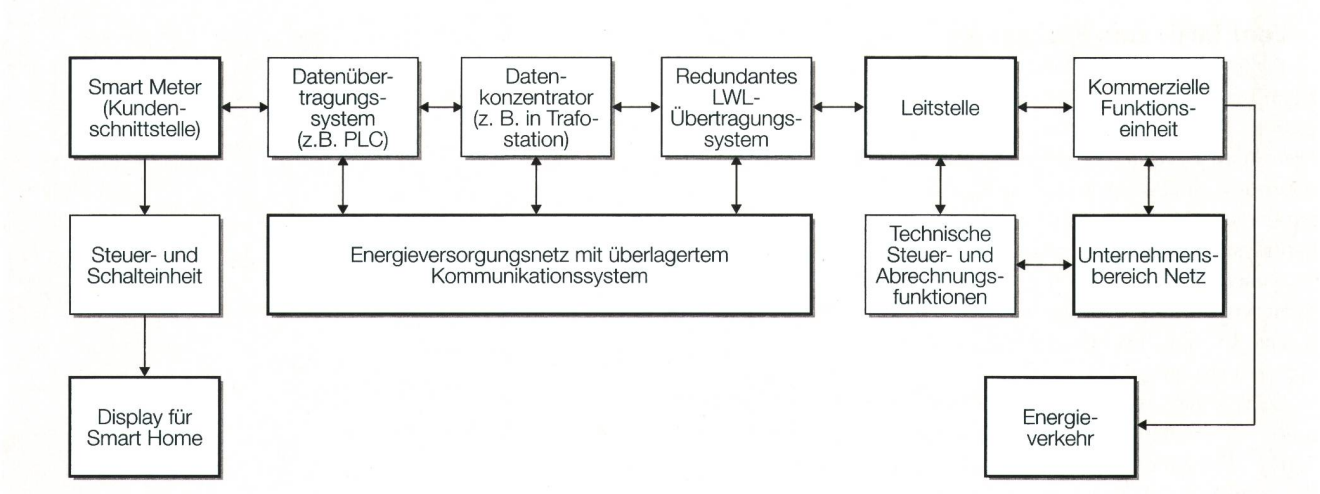


Bild 1 Die Hauptelemente der Aktionskette vom Energieversorgungsunternehmen bis zum Smart Home eines Stromverbrauchers.

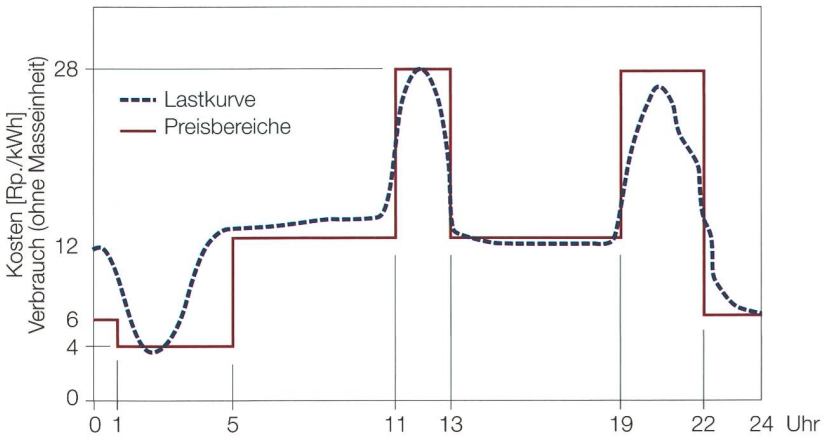


Bild 2 Lastkurve und Endkundenpreis im Tagesverlauf bei vier Tarifblöcken.

Energiebezug und damit von Wirk- und Blindenergie,

- die Fernablesung der Messwerte zwecks Erfassung zeitlich fixierter Zeiträume (Tarifzeitblöcke, Tage, Wochen, Monate, Halbjahre, Jahre etc.),
- die Ermöglichung von zeitlichen Mehrbereich-Tarifen bis hin zu kurzfristigen dynamischen Preismodellen,
- die Trennung und Erfassung von Lieferung und Rückspeisung ins Netz,
- die Erfassung von Abrechnungen bei Wohnungswechseln und Lieferantenwechselprozessen,
- die klare Trennung von Netz- und Indoorprozessen,
- die Anknüpfung an ein Kommunikationssystem zur Datenübertragung.

Smart Meters ermöglichen den EVUs damit das Feedback über die Wirkung von Tarif- und Preissystemen und Steuerfunktionen bei Kunden.

Vom Tarif- zum Preissystem

Tarife sind charakterisiert durch zum Voraus angekündigte und über einen gewissen Zeitraum konstant gehaltene Preise eines Produkts. Tarife sind damit Ausdruck eines starren und kontrollierbaren gelenkten (administrierten) Verkaufssystems. Dies gilt derzeit gemäss Stromversorgungsgesetz und der zugehörigen Verordnung für die Netznutzung sowie für den Energieverkauf in der Grundversorgung.

Ganz anders ist dies in einem offenen und funktionierenden Wettbewerbsmarkt. Hier gilt ein flexibles Preissystem, das direkt von Angebot und Nachfrage nach Energie beherrscht wird. Dabei steht es den Marktteilnehmern frei, Preisvereinbarungen über kürzere oder längere Fristen mit Lieferanten ihrer Wahl abzuschliessen und diese auch kurzfristig zu wechseln.

Wenn auch aus praktischen Gründen in einem solchen Marktsystem nur wenige Preisstufen in frei definierbaren Zeitabschnitten zur Anwendung kommen werden, so lässt sich diese zweidimensionale Preis-Zeit-Matrix – mindestens theoretisch – bis hinunter auf die Basiszeiteinheiten 1 Stunde oder gar 1/4 Stunde ausdehnen. Aus der Sicht des EVU geht es dabei vor allem um eine Annäherung an die Kostenwahrheit; aus der Sicht des Kunden jedoch darum, durch geeignete Lastverschiebungen den resultierenden Durchschnittspreis so tief wie möglich zu halten. **Bild 2** soll dies für einen Tagesverlauf mit vier Tarifblöcken veranschaulichen.

Es liegt nahe, dass für die Ausschöpfung der Kosteneffizienz bei volatilen Preissystemen eine genaue Übersicht über das Preis-Zeit-Geschehen erforderlich ist. Dies kann entweder aufgrund geeigneter Software automatisch nach vorgegebenen Kriterien erfolgen oder manuell, indem über einen Display die Steuerung lastwirksamer Verbraucher im Rahmen von Smart Home (Homeoffice) erfolgt.

Smart Grid als Kernfunktion in der Aktionskette

Die wesentlichen Kennzeichen eines konditionierten Smart Grid können wie folgt umschrieben werden:

- Wahrung der Netzstabilität bei stochastischen Energieentnahmen und

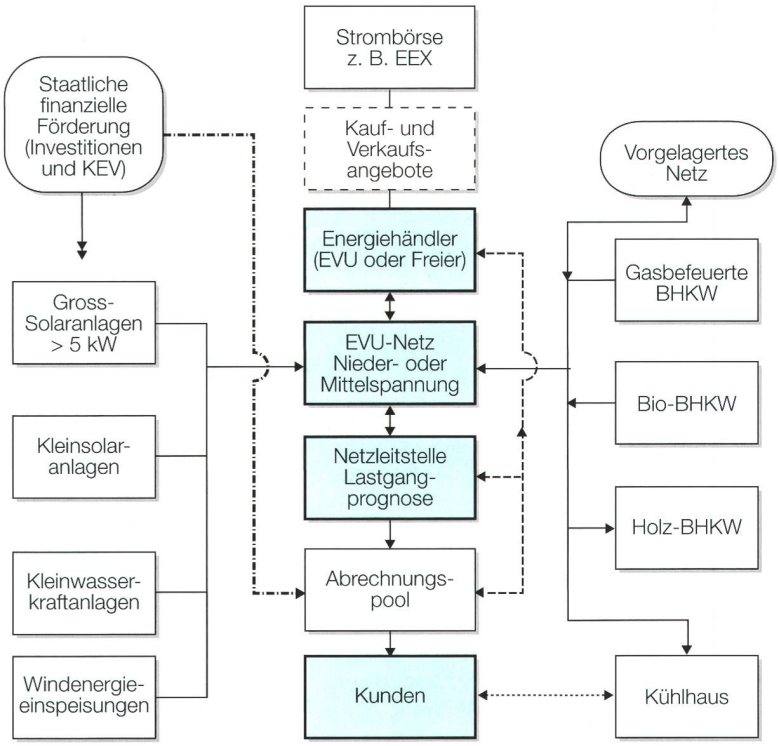


Bild 3 Die wesentlichen Akteure in einem Smart Grid.
BHKW: Blockheizkraftwerk

gleichzeitig fluktuierenden Energieeinspeisungen von neuen erneuerbaren Energiequellen.

- Gewährleistung der Spannungshaltung in engem Toleranzrahmen.
- Blindleistungs- und Blindenergiemanagement.
- Überwachung der Lieferqualität (Netzgüte bei Lieferausfällen, Spannungseinbrüche, Oberwellenverschmutzung, Formfaktorveränderungen etc.).
- Einbindung der unterschiedlichen Energieeinspeiser, insbesondere von neuen erneuerbaren Energien oder anderen Produktionsanlagen wie etwa Mikroturbinen oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.
- Einbindung der massgebenden Netzkomponenten (z. B. Belastung von Transformatoren) in moderne skalierbare Kommunikationssysteme bezüglich IT-Hardware und Softwaresystemen.
- Klare Trennung der Betriebsinformations- und der Internet-Kommunikation.

Smart Grid ermöglicht zudem die Einführung neuer Marktprodukte und standardisierte Echtzeitsteuerungen im Smart-Home-Sektor, also die Konzeption neuer Geschäftsmodelle. Smart Grid stellt ebenso einen virtuellen Marktplatz dar und ermöglicht auch die Kreation von virtuellen Kraftwerken und deren Einsatz. Die wesentlichen Akteure in einem Smart-Grid-Netz sind in Bild 3 ersichtlich. Beim Handling des Smart Grid sind im Rahmen der Lastprognostik die Schwankungsbereiche der Einspeisung von neuen erneuerbaren Energien angemessen zu berücksichtigen.

Die Entwicklung wirksamer Smart Grids kann in den einzelnen EVU wohl nur in kumulativ wirksamen Entwicklungsstufen realisiert werden. Dabei werden praktisch ereignisorientierte Einzelinvestitionen gleichzeitig mit klaren regionalen Clusterbildungen auch aus Kostengründen zu einer sukzessiven Netzertüchtigung führen. Als grober Überblick können etwa die Hinweise in Tabelle 1 gelten.

Integrationsstufen	Wesentliche Aktivitäten, additiv wirksam
Basis: Smart-Meter-Einbau; Aufbau eines Kommunikationssystems zum EVU, Übertragung der Zählwerte für Wasser, Gas, Wärme etc.	Kundenidentifikation (Anmeldung, Abmeldung), Wechsel, Plausibilitätskontrolle von Verbrauchsdaten, automatische Rechnungsstellung, Ist- und historische Messwerte sichtbar und speicherbar machen, automatisiertes Berichtswesen
Netzeinbindung lokaler Einspeiser und unterbrechbarer Verbraucher bei KMUs, Netztopologie und Betriebsführung optimieren	Netzmanagement zur Spannungshaltung und Ausfallstatistik, Netzqualitätsüberwachung, Lastprognoseverbesserung, redundantes Kommunikationssystem, Optimierung der Netzeffizienz, Minimierung der Netzverluste
Lokale Integration von Smart Home. Ziel: Energieeffizienz und Energieeinsparung, Erhöhung des Lebenskomforts	Endkundengerätesteuerung von Verbrauchern und Einspeisern; zeitgestaffeltes und lastverlagerndes Energiepreissystem einrichten und visualisieren, automatisierte Gerätenutzung im Hausverbund ermöglichen
Einbezug von gesteuerten Lade- und Entladevorgängen (Auto-Akkus, Wasserstoffspeicherung)	Speicherfähigkeiten im Smart Grid durch Einbezug in das EVU-Lastmanagement, Steuerung von abrufbarer thermischer Ergänzungsenergie
Clusterbildung zwecks Nachfrage- und Angebotsbündelung	Zusammenfassung von regelbaren (abschalt- und zuschaltbaren) Komponenten zur Bildung von virtuellen Kraftwerken. Bildung von autonomen Regelgebieten zur ausschliesslichen Nutzung von erneuerbaren Energie

Tabelle 1 Entwicklung eines intelligenten Energiesystems in Etappen.

Smart Home als Teil der Aktionskette

Abgesehen von menschlichen Verhaltensänderungen geht es bei der Energieeffizienz vor allem darum, neue, energieverbrauchsoptimierte Geräte einzusetzen und deren Betrieb bei maximaler Wirkung möglichst verbrauchsminimal zu betreiben.

Neue Haushaltgeräte sollten deshalb mit einem netzgebundenen oder funkfähigen Chip ausgerüstet sein, damit ein Verbund innerhalb des Hausnetzes und damit die Steuerung über ein Hausdisplay (Energy Management Panel oder Home Service Box) möglich ist. Dabei ist es wichtig, dass die Gerätecharakteristiken abgespeichert sind und bestimmte Zeitvorgaben leicht parametriert werden können. Eigene Benutzerpräferenzen müssen konfigurierbar sein. Wesentlich ist dabei die Kommunikation mit dem Smart Meter als zentrale Messung, um die Leistungs- resp. Verbrauchsänderungen als Steuer- und Schaltimpulse nutzen zu können (Zustandsmeldungen und inkrementelle Änderungen). Damit kann der von der Geräteausstattung und dem Tätigkeitsablauf der Hausbewohner abhängige Lastgang im Sinne höherer Energieeffizienz modifiziert und allfällige passende Verhaltensänderungen initiiert werden.

Welche Hausgeräte eignen sich nun zur Einbindung in das Hausnetz zur Steuerung (manuell durch Bewohner, teilweise durch Auftrag an EVU oder kombiniert)? Vor allem solche mit grösserem Anschlusswert und zeitlich nicht oder nur schwach gebundenen Einschaltzeiten. Normalerweise also etwa Waschmaschinen, Tumbler, Gefrierschrank, Kühlschrank, Geschirrwaschmaschine, Wärmepumpen zu Heizzwecken und Widerstandsheizkörper, Warmwasseraufbereiter.

Zweckmässig wird wohl die Ausarbeitung von Funktionsprogrammen sein, etwa für Werktage, Samstage und Sonntage, also eigentliche Wochenprogramme und Ferienprogramme.

Résumé

Du smart meter au smart home en passant par le smart grid

Réflexions de fond sur l'interaction des divers acteurs dans un système énergétique «smart»

Les connexions entre les entreprises d'approvisionnement en électricité (EAE) jusqu'au smart home d'un consommateur final peuvent être représentées par une chaîne d'opérations. Celle-ci commence par l'utilisation de smart meters qui informent les EAE de l'effet qu'ont les systèmes tarifaires et les enclenchements/déclenchements sur les clients. Tout au long de cette chaîne, le smart grid a une fonction centrale. Il permet entre autres l'intégration des productions d'énergie décentralisées et intermittentes, l'introduction de nouveaux produits de marché ainsi que la gestion d'appareils dans le domaine du smart home.

Le smart home constitue également un maillon de la chaîne. Les appareils électroménagers sont reliés dans le cadre du réseau domestique et gérés de manière centralisée au moyen d'un écran dans la maison. Ce qui permet de modifier la courbe de charge – en fonction de l'équipement en appareils et du déroulement de la journée des habitants – et d'atteindre ainsi une efficacité énergétique plus élevée.

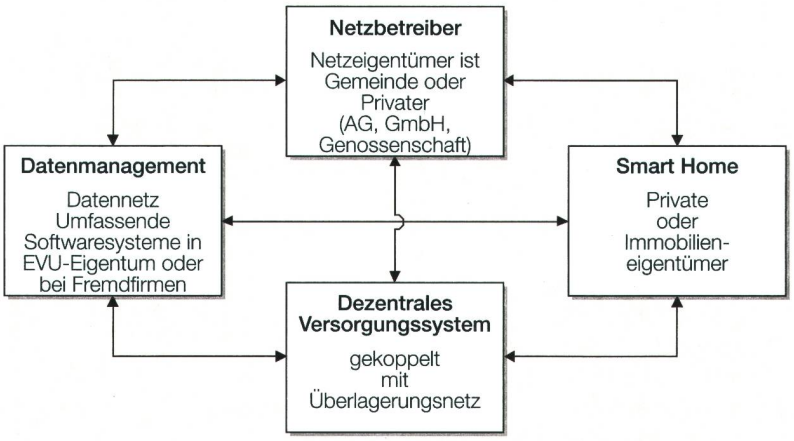
La chaîne d'opérations est constituée de systèmes à deux niveaux : le réseau électrique actuel comme base à laquelle est superposée le réseau de données et d'informations à plusieurs maillons.

Mn

Smart Home setzt ein neues Denken und Investieren bei Bauherren und Architekten voraus. Gefragt sind auch die Gerätehersteller, die ihre Geräte mit kommunikationsfähigen Chips ausrüsten müssen. Unerlässlich wird dabei aus Kostengründen und aufgrund der Interoperationalität der Geräte unterschiedlicher Herkunft eine europaweite Standardisierung. Dabei dürfte es zweckmässig sein, im Rahmen der laufenden Revision der Energieverordnung dem Erfordernis der Gerätebestückung mit steuerungsfähigen Chips die nötige Beachtung zu schenken. Optimal verbrauchsgesteuerte Geräte dürften insgesamt eine höhere Energieeinsparung bewirken als ein über einen langen Zeitraum erstreckter blosser Geräteaustausch.

Die Ziele für eine erfolgreiche Einführung von Smart Home aus der Sicht der Kunden müssen u. a. höhere Energieeffizienz und Energieeinsparung sein. Dies bedingt allerdings höhere Investitionskosten und ist auch abhängig von der Prognose über die zukünftigen Energiekosten. Dazu braucht es auch ein persönliches Interesse am eigentlichen Demand-Side-Management, also am selbstverantwortlichen Handeln in Energieverbrauchsfragen.

Letztlich werden die zusätzlichen Investitionen wohl nur getätigt, wenn für die Hausnutzer auch ein echter Komforts- und Prestigegewinn resultiert und allenfalls öffentliche Fördermittel zur Verfügung gestellt werden. Diesbezüglich dürfte noch viel Öffentlichkeitsarbeit nötig sein.



Bilder: Jürgen Knaak

Bild 4 Zusammenspiel für ein künftigem Versorgungssystem ohne hierarchische Gliederung.

Die neue Welt der lokalen EVU und Netzbetreiber

Im Gegensatz zur traditionellen Elektrizitätsversorgung (Produktion in Grosskraftwerken, Energietransport über mehrere Netzebenen bis zum lokalen Niederspannungsnetz) wird die vielerorts gewünschte «Energiewende» in ihrer längerfristigen Auswirkung zu einem grundsätzlich veränderten lokalen Versorgungsnetz führen. Neue wesentliche und kostenintensive Geschäftssparten müssen von den EVUs selbst aufgebaut und betrieben oder ausgelagert werden. Dabei geht es etwa darum, lokale Energietausch- oder -vermittlungszentren einzurichten, um unterschiedliche persönlichen Energiemixe zu kreieren, lokale Energiebedarfe zwecks Energiekauf bei verschiedenen Lieferanten zu bündeln oder virtuelle Kraftwerkspools zu schaffen und die einsetzbare Leistung an den Markt zu bringen.

Für die Netzeigentümer und die Netzbetreiber werden – getrieben durch politische Vorgaben einer «Energiewende» – ganz wesentliche Schwerpunkte der Geschäftspolitik eine sukzessive Veränderung erfahren. Nicht mehr der Betrieb von konventionellen und hierarchisch gegliederten Netzen wird dominieren, sondern neue Lösungen mit neuen Geschäftsfeldern. Denkbar sind beispielsweise abgeschottete Netzbereiche auf der Basis weitgehender Energieautonomie, aber auch die virtuelle Zusammenfassung von Kundengruppen mit definiertem Energiemix. Die vollständige Marktöffnung lässt vielfältige Geschäftsideen zu, bei denen es darum geht, ob diese von Privaten gewinnbringend genutzt werden oder ob es den EVUs gelingt, eigene – allenfalls gemeinsam mit Dritten – Geschäftsfelder aufzubauen, um einen den Netzbetrieb ergänzenden Ertrag zu erwirtschaften. Auf diesem Weg sind noch viele kreative und innovative Impulse nötig. Zu bedenken ist auch, dass Investitionen in die Infrastruktur eine Sache langer Zeiträume und hoher Kosten und damit Träger erheblicher Risiken sind.

Angaben zum Autor

Jürgen Knaak ist Geschäftsführer der Arbon Energie AG, Mitglied des Vorstands des Verband Schweizer Elektrizitätsunternehmen (VSE) und Vizepräsident des Dachverband Schweizer Verteilnetzbetreiber (DSV).
Arbon Energie AG, 9320 Arbon
jürgen.knaak@arbonenergie.ch

Anzeige

aqua metro

Luxus muss nicht teuer sein

Verbrauchsdaten sicher erfassen und professionell managen

Massgeschneiderte Datenmanagementsysteme für Wasser-, Strom-, Gas- und Wärmezähler

- **Zusatzmodul Satelliten-Navigation**
- **Integrierbar mit Smart Metering**
- **Neue Gerätegeneration mit Android**

Zusammen mit unseren Partnern bieten wir Ihnen die Kompetenz und Erfahrung für eine umfassende Beratung bis zur Installation des Systems und der Erstellung der nötigen Schnittstellen.
Rufen Sie uns an, und überzeugen Sie sich selbst!

Aquametro AG
Ringstrasse 75
4106 Therwil
Tel. 061 725 11 22
Fax 061 725 15 95
info@aquametro.com
www.aquametro.com