



ZB

No. 71 11.2016

## DAS ENERGIESYSTEM FÜR DIE ZUKUNFT

### **ENERGIESTRATEGIE 2050**

Ende September 2016 hat das Schweizerische Parlament das erste Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050 verabschiedet. Dieses tritt voraussichtlich Anfang 2018 in Kraft. Darin ist festgehalten, dass in der Schweiz keine neuen Atomkraftwerke mehr gebaut werden und die Energieversorgung auf einem kontinuierlich steigenden Anteil an einheimischen erneuerbaren Energie basieren soll.

Einhergehend mit der erneuerbaren Energieproduktion wird auch der Eigenverbrauch von selbst produzierter Energie neu geregelt. So erlaubt das neue Energiegesetz zukünftig, dass sich mehrere Endverbraucher zum gemeinsamen Eigenverbrauch zusammenschliessen und die selbst produzierte Energie ganz oder teilweise selber verbrauchen oder veräussern können. Zudem ist jede Energie möglichst sparsam und effizient zu verwenden und der durchschnittliche Energiebedarf pro Person und Jahr um 43 % bis zum Jahr 2035 zu senken.

In diesem sich rasch verändernden Umfeld sind neue, interdisziplinäre Lösungen auf Kommunal-, Areal- und Gebäudeebene gefragt.

### **UMBAU DES ENERGIESYSTEMS**

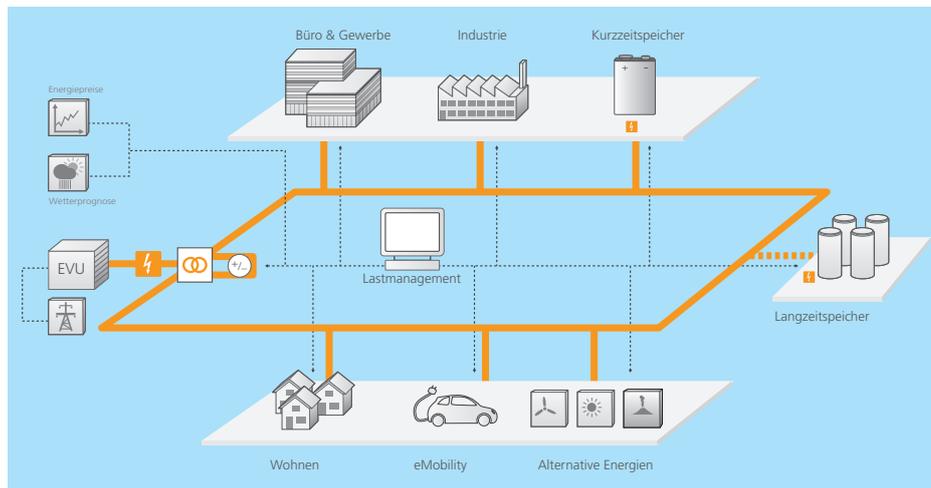
Waren die Gebäude bis vor kurzem noch vorwiegend Energieverbraucher, werden immer mehr Gebäude zu Produzenten und Verbrauchern zugleich (Prosumer) und damit zum Teil eines lokalen, kommunalen und schweizweiten Energiesystems. Damit einhergehend steigen die Anforderungen an die Energiesysteme, wo die Energieflüsse nicht mehr gerichtet in eine, sondern stochastisch in jede Richtung fließen können.

## SPITZENENERGIEABDECKUNG ALS HERAUSFORDERUNG

Zudem steht mit dem kontinuierlichen Ausbau der fluktuierenden erneuerbaren Energien und Wegfall der Bandlasten aus den Atomkraftwerken, die elektrische Energie unregelmässiger und nicht unbedingt dann zur Verfügung, wenn auch ein entsprechender Bedarf vorhanden ist.

Damit steht die grösste technische Herausforderung noch vor uns, nämlich die Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie aus fluktuierenden Quellen mit dem Energiebedarf der Verbraucher in Einklang zu bringen. Grundsätzlich bieten sich drei clever zu kombinierende Lösungen an, um diesen Herausforderungen zu begegnen:

1. Intelligente Vernetzung
2. Energiespeicherung
3. Energieumwandlung



### 1 Intelligente elektrische Vernetzung im Areal

## INTELLIGENTE VERNETZUNG

Die intelligente Vernetzung von Elektroproduzenten und -Verbrauchern ist die Grundvoraussetzung für die Optimierung der Lastflüsse in einem stochastischen Energiesystem.

Ein Lastmanagement ermöglicht die Verschiebung von Lasten, indem bei einem Energieüberschuss, etwa durch Photovoltaik an einem sonnigen Tag, Verbraucher wie zum Beispiel die Wärmepumpe für das Warmwasser, die Waschmaschine oder die Ladestation für das Elektromobil gezielt zugeschaltet werden. Hingegen werden bei einer Energieunterproduktion unkritische Verbraucher abgeschaltet oder deren Einschaltung verzögert. Diese Vernetzung von verschiedenen Komponenten im Gebäude bzw. der Gebäude untereinander wird als Smart Grid bezeichnet.

Über die thermische Vernetzung von mehreren Gebäuden mit verschiedenen Nutzungen kann kostengünstige Abwärme, die gebäudeintern nicht weiter verwendet werden kann, anderen Nutzern überlassen und muss nicht an die

Umgebungsluft abgegeben werden. Die Wärmebezüge kühlen durch die Abwärmenutzung das Netz ab und stellen so Kälte zur direkten Kühlung von Bauten und Prozessen zur Verfügung. Gemäss neuem Energiegesetz wird Abwärme als erneuerbare Energie angerechnet.

## ENERGIESPEICHERUNG

Energiespeicher ermöglichen die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbraucher. Somit sind die Speichersysteme in der Lage, die Nutzbarkeit und Systemverträglichkeit regenerativer Energien deutlich zu verbessern und langfristig eine vollständige Umstellung auf Erneuerbare Energien zu ermöglichen. Bei der thermischen Energie sind verschiedene Formen von Speichern bereits etabliert. Einerseits kann thermische Energie über kurze Zeit in der Gebäudemasse gespeichert werden. Eine Betonkernaktivierung beispielsweise ist

deutlich weniger anfällig gegenüber kurzfristigen Schwankungen des äusseren Energieeintrages oder Abschaltung der Wärmepumpe über ein Lastmanagement.

Andererseits kann thermische Energie in klassischen Heiz- und Warmwasserspeichern kurzzeitig vorgehalten und später genutzt werden. Mit Eisspeichern kann dieses Speichervolumen maximiert werden, indem zusätzlich der hohe Energieverbrauch bzw. -Ertrag bei einem Phasenübergang von fest zu flüssig genutzt wird. Zur saisonalen Speicherung von thermischer Energie sind durch Amstein + Walthert bereits verschiedene Erdspeichersysteme realisiert und

optimiert worden. Mit solchen Systemen kann die Abwärme aus der Kühlung im Sommer im Erdreich eingelagert und im Winter zum Heizen genutzt werden.

Elektrische Speicheranlagen sind heute etabliert in Form von grossen Pumpspeicherkraftwerken. Hingegen steht der Ausbau von kleineren dezentralen Batteriespeichern noch ganz am Anfang. Solche elektrischen Speicher können sowohl die Spannungsqualität sicherstellen, als auch für einen Lastausgleich im Sekunden, Minuten und Stundenbereich sorgen.

Durch den Aufbau von Speicherkapazitäten kann der Netzausbau in einem gewissen Rahmen reduziert und die Integration und Nutzung fluktuierender erneuerbarer Stromquellen verbessert werden. Auf diese Weise sinkt auch der Bedarf an zusätzlichen Reservekapazitäten, die aus Gründen der Versorgungssicherheit vorgehalten werden müssen.

Insbesondere in Kombination mit dezentralen Photovoltaikanlagen bieten Batteriespeicher grosse Vorteile, indem die Produktionspitze bereits an der Quelle gedämpft und das Netz nicht übermässig belastet wird.

Mit dem Ausbau der Elektromobilität können zudem die Batterien der parkier-

ten Autos im Lastmanagement mitberücksichtigt und überschüssige Elektroenergie im Elektromobil für die spätere Nutzung gespeichert werden. Ein wesentliches Hindernis für dezentrale Batteriespeicher sind heutzutage noch die hohen Erstellungskosten und der hohe Anteil an grauer Energie bei der Produktion. Tesla setzt deshalb gebrauchte Batterien aus der Elektromobilität im Gebäude ein, da in einem Gebäude das Verhältnis von Gewicht zu Energiespeicherkapazität nicht so relevant ist wie in einem Auto.

## **ENERGIEUMWANDLUNG**

Auf Grund der geringen durchschnittlichen Auslastung von Windenergie und Photovoltaik werden grosse Überkapazitäten aufgebaut, um im Mittel einen hohen Anteil der Stromnachfrage aus erneuerbaren Energien decken zu können. Dies gestaltet sich als problematisch, wenn z.B. an besonders wind- oder sonnenreichen Tagen mehr Strom erzeugt, als von den Verbrauchern benötigt wird. Während einer Windstille oder z.B. an sonnenarmen Wintertagen verbleibt eine grosse Residuallast, so dass fast der gesamte Strombedarf durch Speicher oder andere Quellen gedeckt werden muss. Vor diesem Hintergrund dürfte in Zukunft, in Ergänzung zu den vorher beschriebenen Lösungsansätzen, eine weitere Lösungsalternative, nämlich die Energieumwandlung einen wertvollen Beitrag leisten.

Die einfachste Form ist die Umwandlung in thermische Energie. So können Heizungs- oder Warmwasserspeicher, aber auch ein Geothermiespeicher dann geladen werden, wenn zu viel Strom produziert wird.

Ganz am Anfang stehen wir noch bei den Technologien, wo mit Strom beispielsweise über Elektrolyse Wasserstoff und über Synthese Methan oder Treibstoffe produziert werden. Auf diese Weise kann die Überproduktion von elektrischer Energie auch über einen längeren Zeitraum, also auch saisonal gespeichert werden. Zudem, und das macht diese Technologie besonders interessant, wird bei der Synthese CO<sub>2</sub> aus der Umwelt gebunden. Der Wasserstoff oder das Methan kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder verstromt werden. Vorläufig interessanter scheint aber die Verwendung beispielsweise in fossilen Wärmeversorgungen oder in der Mobilität. Denn auch wenn auf 100 % erneuerbare Energie umgestellt wird, werden während einer längeren Übergangsphase noch nicht erneuerbare Energien im Einsatz sein. Wenn beispielsweise ab sofort jedes zweite und ab 2040 jedes neue zugelassene Fahrzeug ein Elektrofahrzeug wäre, würde erst im Jahr 2050 der gesamte Bestand aus Elektrofahrzeugen bestehen.

Diese Beispiele zeigen offensichtlich: Die Energiewende lässt sich nur mit einer cleveren Kombination von intelligenter Vernetzung, Speicherung und Umwandlung von Energie lösen. Amstein + Walthert verfügt über ein umfassendes Know-how und die Erfahrung, um die vielfältigen Herausforderungen im Bereich der thermischen und elektrischen Energiesysteme auf lokaler (Gebäude, Areale) und kommunaler Ebene (Gemeinde, Städte) zu meistern.

## **ERFAHRUNGEN**

Während im Bereich der thermischen Arealvernetzung und Anergienetze mit Geothermiespeichern bereits einige Projekte realisiert wurden und entsprechende Erfahrungswerte vorliegen, steht die Vernetzung und dezentrale Speicherung von elektrischer Energie noch ganz am Anfang.

### **Thermische Arealvernetzung, Anergienetze**

Amstein + Walthert plant thermische Arealvernetzungen und Anergienetze mit Einbindung von saisonalen Erdwärmespeichern bereits seit vielen Jahren. Die Erfahrungen aus dem Betrieb werden zur Optimierung zukünftiger Projekte genutzt. Zudem hat Amstein + Walthert ein Tool zur dynamischen Simulation von Anergienetzen entwickelt.

Ein Beispiel dazu ist das Anergienetz des ETH Zürich Höggerberg: Dieser besteht aus einer 1,5 km langen Ringleitung, drei Erdsondenfeldern und drei Wärme- und Kältezentralen. Diese decken aktuell bis zu 20 % des Wärmebedarfs und 25 % des Kältebedarfs des Campus und werden bis ins Jahr 2025 kontinuierlich ausgebaut.

### **VEiN**

Die Abkürzung VEiN steht für das Pilotprojekt «Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze». Die Schwyder Ingenieure AG gehört zur Amstein + Walthert Gruppe und hat in diesem Pilotprojekt in Zusammenarbeit mit Schweizer Elektrizitätsversorgern die Auswirkungen einer dezentralen Stromproduktion auf das Netz untersucht. VEiN vereint neben verschiedenen erneuerbaren Stromproduzenten auch elektrische Batteriespeicher.

Ein Speicher regelt die Leistung am Anschlusspunkt von zwei Photovoltaikanlagen und einem Mehrfamilienhaus und bildet so ein Arealnetz. Ohne Speicher wird an einem sonnigen Tag viel Energie in das Netz eingespeisen, während in der Nacht Energie vom Netz bezogen wird. Mit Speicher und Eigenverbrauchsregelung können die Rückspeisung am Tag bzw. der Bezug in der Nacht wesentlich reduziert werden.

### **SmartGridready-Gebäude**

Das SmartGridready-Gebäude ist bereit für das Stromnetz der Zukunft. In einem Pilotprojekt in Fruttigen werden erste Erfahrungen gesammelt, um Smart-Gridready zu einem Branchenstandard weiterzuentwickeln. Im SmartGridready-Gebäude werden Energieproduktion und Verbrauch optimal in Einklang gebracht. Energieflüsse und Lastprofile werden gemessen, visualisiert und analysiert. Damit werden Einsparpotentiale ermittelt, die Stromnetzbelastung reduziert und der Eigenverbrauch optimiert. Die Integration von lokalen Wetterprognosedaten für die Heizungssteuerung und die Ertragsprognose der Energieproduktion ermöglichen eine weitere Optimierung.



## **DIENSTLEISTUNGSANGEBOT**

- Energiekonzepte (therm./elektr. Gesamtkonzepte, ökolog./ökon. Bewertung, Netzsimulationen)
- elektr. Energiesysteme (Photovoltaik, intelligente Vernetzung, Lastmanagement, SmartGrid)
- therm. Energiesysteme (Fernwärme, Erneuerbare Energien, therm. Vernetzung, Anergienetze)
- Energiespeicherung (therm. Speicher, Erdsondenfelder, Geothermie, Batteriespeicher)
- Energieumwandlung (therm. Energieumwandlung, Power-to-x)

## **REFERENZEN**

- Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze (VEiN), Rheinfelden
- Familienheim-Genossenschaft Zürich
- ETH Zürich Hönggerberg

## **KONTAKT**

Markus Weber  
Dipl. El.-Ing. FH/SIA  
markus.weber@amstein-walthert.ch

Amstein + Walthert AG  
Andreasstrasse 11  
Postfach  
CH-8050 Zürich  
Tel. +41 44 305 91 11  
Fax +41 44 305 92 14