Ein Marktplatz für Energie

Das Energienetz wird immer komplexer: Dezentrale Energieerzeuger benötigen Speichermöglichkeiten wie Batterien, damit unsere Energieversorgung auch mit stark fluktuierenden Energiequellen wie Sonne und Wind gewährleistet ist. Wie Energieflüsse intelligent und in Echtzeit optimal geregelt werden können, untersucht ein Projekt an der Empa-Forschungsplattform «ehub» (Energy Hub).

TEXT: Karin Weinmann / BILD: iStockphoto.com

Die Schweizer Stromversorgung steht vor dem Umbruch: Statt weniger Grosskraftwerke speisen immer mehr dezentrale kleine Erzeuger Strom aus Biomasse, Windkraft oder Fotovoltaik (PV) ins Netz ein. Insbesondere bei Windkraft- und PV-Anlagen unterliegt die eingespeiste Energiemenge je nach Wetter starken zeitlichen Schwankungen. Um das Netz stabil zu halten und eine sichere Energieversorgung zu gewährleisten, kommen Speicher zum Einsatz. Dies macht das Stromnetz der Zukunft jedoch ungleich komplexer: Statt die grossen Kraftwerke zentral so zu regeln, dass sie genau so viel Energie erzeugen wie gerade benötigt wird, müssen die dezentralen Erzeuger die gerade anfallende Energiemenge unter Umständen zwischenspeichern, wenn sie nicht benötigt wird. Damit das Verteilnetz mit den zahlreichen zusätzlichen Energieerzeugern und -speichern im Gleichgewicht bleibt und die Leitungen nicht überbeansprucht werden, müssen die Energieflüsse mit Hilfe von «smarter» Regelung optimiert werden. In einem Projekt am Energiedemonstrator ehub der Empa in Dübendorf testen Forscher nun im Quartiermassstab eine neue Möglichkeit, wie Netz, Erzeuger, Verbraucher und Speicher intelligent miteinander verknüpft werden können. Ziel ist, herauszufinden, wie erneuerbare Energie im Quartier zur Netzstabilität beitragen und optimal untereinander ausgetauscht werden kann.

Die Idee dahinter wurde an der EPFL in Lausanne entwickelt. Das Energienetz wird dabei als Handelsplatz interpretiert: Jeder Teilnehmer kann Energie mit einer eigenen Kostenfunktion anbieten oder anfordern. Ein übergeordneter Kontrollpunkt leitet die Energieflüsse so, dass die Gesamtkosten des Systems so tief wie möglich gehalten werden.

Was kostet das Laden?

Nehmen wir als Beispiel eine Speicherbatterie: Ist diese fast vollständig geladen, ist es wenig sinnvoll, sie weiter mit Strom voll zu pumpen – das Laden der Batterie wird also in diesem «Marktplatz der Energie» teuer. Gleichzeitig bietet sich die Batterie in diesem Zustand aber als Energiequelle an – der Bezug wird günstig. Wenn die Batterie hingegen auf einen Ladezustand von wenigen Prozenten gesunken ist, so ist umgekehrt das Laden günstig, das Entladen hingegen teuer.

In diesem Marktplatz der Energie besitzt jeder Teilnehmer, egal ob Erzeuger, Verbraucher oder Speicher, einen eigenen Agenten. Dieser übersetzt die aktuellen Bedürfnisse des Gerätes in eine abstrakte gemeinsame Sprache. Der Agent leitet diese Informationen an einen Knotenpunkt weiter, der für ein Teilnetz zuständig ist.

Der Knotenpunkt besitzt die eigentliche Intelligenz: Er überwacht den Netzzustand, er sammelt die Bedürfnisse und Angebote

aller Teilnehmer «seines» Teilnetzes und berech­net zehnmal pro Sekunde, wie die Energieflüsse am besten geleitet werden sollten. Eine neutrale Energiebörse ist geschaffen.

Damit lassen sich auch spezielle Charakteristiken abbilden: Schwankt etwa die Stromproduktion in kurzer Zeit stark, ist es sinnvoller, einen Superkondensator auf- und wieder zu entladen, anstatt eine Batterie mit zahlreichen Lade- und Entladezyklen zu belasten, was diese schnell altern lässt. In diesem Fall sind also die Kosten, die Batterie zu laden, deutlich höher als diejenigen zum Laden des Superkondensators – die Energie wird also zum Superkondensator fliessen.

Flexibel und beliebig ausbaubar

Ein Vorteil der Idee ist, dass sich das System auch in Zukunft flexibel erweitern lässt: Kommen neue Speichermöglichkeiten, Erzeuger oder Verbraucher hinzu, benötigen diese nur einen eigenen Agenten, der ihre Bedürfnisse und Angebote übersetzt – und schon sind sie Teil des Energie-Marktplatzes.

Die Empa testet dieses Prinzip im Energiesystem des ehub. Der Energiedemonstrator ehub, der das Forschungsgebäude NEST und den Mobilitätsdemonstrator move mit Energie versorgt, verknüpft thermische und elektrische Energiekomponenten. Darunter sind eine Fotovoltaikanlage, Wärme- und Kältespeicher, ein Wasserstoffkreislauf, Wärmepumpen sowie Superkondensatoren und Batterien, die in unterschiedlichen Netzen miteinander verbunden sind. Jedes dieser Teilnetze wird von einem eigenen Knotenpunkt geregelt.

Das System soll künftig auch im ganz grossen Massstab funktionieren. Wie das gelingen kann, haben die Forschenden bereits ausgearbeitet: In einem Quartier fasst ein Knotenpunkt die vorhandenen Ressourcen sowie das von ihm überwachte Teilnetz zusammen zu einer virtuellen Ressource mit einer einzigen, «akkumulierten» Kostenfunktion.

So erhält der nächsthöhere Knotenpunkt eine relativ einfache Information. Damit könnte ein solcher Energie-Marktplatz künftig nicht nur einzelne Quartiere, sondern Städte, Regionen oder gar das ganze Land umfassen. //