

Virtuelle Kraftwerke – Regelenergie durch Ökostrom

Die Energiewende und damit die dezentrale Stromerzeugung aus regenerativen Energien ist zur Herausforderung unserer Zeit geworden. Das Erneuerbaren Energiengesetz (EEG) legt fest, erzeugter Ökostrom muss komplett ins Stromnetz eingespeist werden. Abhängig von Sonne und Wind führt das zu großen Stromschwankungen im Netz. Man braucht Reservekapazitäten. Kleinanlagen lassen sich aber zu einem virtuellen Kraftwerk miteinander vernetzen und damit Schwankungen erheblich reduzieren. Eingebunden in das sog. Smart Grid, das intelligente Stromnetz, könnten Vernetzung und Regelbarkeit zu wichtigen Kriterien moderner Stromerzeugung werden.

Findige Unternehmen wie die Next Kraftwerke in Köln haben eine Technik entwickelt wie sich Ökostromkraftwerke fernsteuern lassen – was gewöhnlich nur bei Großkraftwerken technisch und wirtschaftlich Sinn macht. Durch die Neuentwicklung werden nun Anlagen, die mit Wind, Sonne, Biogas oder Biomasse betrieben werden, schon ab einer Größe von 250 kW ferngesteuert. Die beiden Firmengründer Jochen Schwill und sein Partner Hendrik Sämisch können mit ihrer Fernsteuerung Ökostromkraftwerke per Funk oder übers Internet vollautomatisch herauf- und herunter regeln. Ganz egal wo das Erneuerbare Energien (EE) -Kraftwerk steht, über Funk oder Internet lassen sich auch abgelegene Regionen erreichen. Wenn nötig wird eine Mobilfunkantenne vor Ort installiert. Die so vernetzten Anlagen arbeiten dann zusammen als virtuelles Kraftwerk wie ein Großkraftwerk.

Jochen Schwill beschreibt das Prinzip so: "Die erneuerbaren Energien verursachen Schwankungen im Stromnetz. Sie können aber auch Teil der Lösung des Schwankungsproblems im deutschen Stromnetz sein, indem sie zusammengeschaltet werden zu einem virtuellen Kraftwerk, auf Stromnetzschwankungen reagieren und die Leistung dann entsprechend anpassen". Bei Überkapazitäten etwa wird die Leistung des Kraftwerksverbands gedrosselt. Herrscht beispielsweise viel Wind oder starke Sonneneinstrahlung, kann man insbesondere Biogasanlagen herunter fahren oder schnell deaktivieren, ohne dass dabei Energie verloren geht, denn Biogaskraftwerke können in ihrem großen Gasspeicher für einige Stunden Gas zwischenspeichern. Flaut danach etwa der Wind wieder ab, wird das Biogaskraftwerk im virtuellen Kraftwerk einfach wieder dazu geschaltet. Bei zu wenig Strom im Netz kann der Kraftwerksverband auf Vollast hochgefahren werden. Dies funktioniert deshalb, weil die Kapazität des Gesamtsystems und der aktuelle Stromverbrauch jederzeit abrufbar sind.

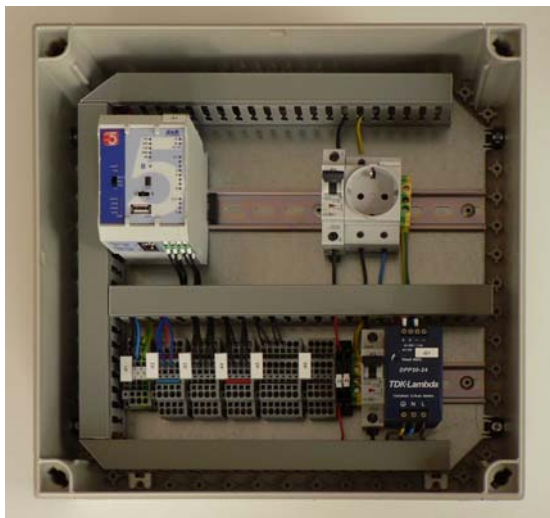
Fernsteuerung und Leitwarte

Damit der Anlagenverbund schnell reagieren kann, müssen alle angeschlossenen EE-Kraftwerke ferngesteuert werden können. An der Erzeugeranlage vor Ort wird eine Fernsteuerbox (Next-Box) installiert, die per Funk (UMTS oder GPRS) oder mittels einer DSL-Internetverbindung (über TCP/IP) mit dem zentralen Leitsystem in Köln kommuniziert. Dabei wird das Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-104 verwendet, das über ein Standard-Netzwerk die gleichzeitige Datenübertragung mit mehreren Geräten und Diensten erlaubt. Das Protokoll besitzt allgemeine Fähigkeiten im Rahmen von SCADA-Anwendungen, womit alle Anlagen überwacht, visualisiert sowie gesteuert und geregelt werden können. Um Datensicherheit zu gewährleisten ist die Netzwerkverbindung als VPN getunnelt. Sobald die Machine-to-Machine-Kommunikation aufgebaut ist, kann das Leitsystem direkt auf die Daten der EE-Anlage zugreifen. Die Next-Box selbst besteht in erster Linie aus einem Modem und einer kleinen Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS).

Die Art des Zugriffs ist abhängig vom Kraftwerkstyp, der an die Fernsteuerbox angeschlossen ist. Grundsätzlich kann man sagen, dass bei den EE-Kraftwerken, in denen Motoren den Strom erzeugen, also bei Biogas- und Windkraftwerken, softwareseitig über SPS auf die Anlagen zugegriffen wird, um diese zu regeln, bei Photovoltaikanlagen dagegen greift die Fernsteuerung direkt auf den Wechselrichter zu. Nur in den Fällen, in denen die Solaranlage über eine eigene Software verfügt, lässt sich ebenfalls über SPS auf die Anlage zugreifen. Dies wird aber momentan nur bei großen Photovoltaikkraftwerken gemacht.

Normalerweise werden Solaranlagen jedoch nicht heruntergeregelt, da laut EEG der komplette Solarstrom ins Netz eingespeist werden muss. Der Gesetzgeber hat jedoch seit 2012 eine Sonderregelung eingeführt. Für die Fälle, in denen der Strompreis an der Börse derart fällt, dass er sogar negativ wird – der Strom den Netzbetreiber also selbst etwas kosten würde – gewährt der Staat den Anlagebetreibern, die ihr Solarkraftwerk so umrüsten, dass es regelfähig wird, einen Fernsteuerbonus. Durch diese Maßnahme soll der Marktpreis gestützt werden. Ist die Anlage entsprechend umgerüstet, muss über die so genannte Wirkleistungsübergabe die Stromleistungsproduktion gemessen werden können, damit die Anlage geregelt werden kann.

Bei Biogasanlagen besteht dagegen keine direkte Verbindung zur Fernsteuerbox. Hier greift die Box allein über die Software auf die Anlage zu, um diese zu regeln. Bei Windkraftwerken hängt die Regelungsfähigkeit ebenfalls von Anlagensteuerung ab. Auch hier kann man über die SPS auf die Anlage zugreifen. Herunterregeln heißt in diesem Fall die Rotoren aus dem Wind zu drehen.



Die Next-Fernsteuerbox ist modular aufgebaut und lässt sich so individuell erweitern und an die EE-Anlage anpassen.

Foto: G.Weis

Die Leitwarte ist der zweite technische Eckpfeiler des Systems. Hier kommt der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) ins Spiel. In Deutschland gibt es vier große Stromnetzbetreiber: Tennet TSO, 50Hertz Transmission, Amprion, TransnetBW. Die ÜNB überwachen ständig die Netzfrequenz. Wenn die Erzeuger zu viel Strom einspeisen oder die Verbraucher zu viel abnehmen, geht die Frequenz hoch bzw. runter. Liegt die Frequenz außerhalb einer Toleranz über oder unter 50 Hz, gefährdet das die Stabilität des Stromnetzes. Der ÜNB überträgt deshalb fortwährend ein Regelsignal mit den aktuellen Sollwerten, die ein Stromerzeuger einhalten muss.

Im virtuellen Kraftwerk wird dieses Regelsignal vollautomatisch in der Leitwarte verarbeitet. Das SCADA-System liest die gemessenen Istwerte von Stromerzeugung und -verbrauch ein und sendet die Sollwerte an die SPS-Steuerungen. Falls die Werte zu stark differieren, muss das virtuelle Kraftwerk Regelernergie bereitstellen. Das Leitsystem verteilt die Leistungsanforderung der ÜNB – beispielsweise 12 MW weniger Leistung innerhalb von 15 Minuten – vollautomatisch auf die einzelnen Anlagen. Im EE-Kraftwerksverbund lassen sich sodann die Biogasanlagen herunterregeln. Dabei werden jeweils der aktuelle Betriebszustand und die Verfügbarkeit der integrierten Blockheizkraftwerke (BHKW) ermittelt und dann die BHKW's entweder heruntergefahren oder komplett abgeschaltet. Das Blockheizkraftwerk ist das interne Kraftwerk einer Biogasanlage, in der das erzeugte Methangas verstromt wird. Das vorgehaltene Gas lässt sich mehrere Stunden in manchen Fällen bis zu einem Tag im Gaszwischenpeicher vorhalten. Im Normalfall bleibt eine Anlage aber lediglich 15 min bis zu zwei Stunden abgeschaltet.

Im Gegensatz zu Großkraftwerken können kleinere Ökostromkraftwerke sehr schnell in nur 5 – 15 Minuten abgeschaltet oder dazugeschaltet werden. Die BHKW's der Biogasanlagen haben hier den großen Vorteil, dass man die Anlage zum einen „Strich“ fahren kann, um eine Grundlast zu erzeugen, sie aber im Bedarfsfall auch Regelenergie liefern. Über die Next Box lässt sich im Minutentakt schnell ermitteln wie das BHKW gerade läuft und parallel der Füllstand des Gasbehälters kontrollieren, um festzustellen welche Speicherkapazität derzeit zur Verfügung steht.

Biomasseanlagen

Energie aus Biomasse trägt heute mit über acht Prozent zur Energieversorgung in Deutschland bei. Nach Angaben der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe (FNR) waren 2012 über 7200 Biogasanlagen mit einer Leistung von fast 3000 MW in Betrieb. Die installierte elektrische Leistung liegt damit etwa 20-mal so hoch wie noch vor zehn Jahren. Man unterscheidet Biomassekraftwerke, in denen die Biomasse (Holzreste, Stroh, Getreide) zur Wärme- und Stromerzeugung verbrannt wird und Biogasanlagen. In Biogasanlagen werden als Substrate wasserhaltige Rohstoffe wie Raps, Mais, Gülle oder andere organische Stoffe im sog. Fermenter durch Mikroorganismen ohne Sauerstoff (anaerob) vergärt. Mais wird mittlerweile auf 20% der nutzbaren Ackerfläche angebaut. Da Maisanbau aber für die Umwelt und Klima Probleme aufwirft, versucht man den Maisanteil immer weiter zurückzufahren. Man verwendet mehr Gülle oder experimentiert mit anderen energiereichen Pflanzen wie etwa Grünroggen.



Foto: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

Die meisten Biogasanlagen nutzen das entstandene Gas direkt vor Ort in einem BHKW zur Strom- und Wärmeerzeugung. Seltener wird das Biogas zu Biomethan aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist. Der Vorteil von Biogasanlagen ist, dass sie zum einen die Grundversorgung mit Strom sichern können, zum anderen aber auch Spitzenlasten abdecken. Zudem kann man sie je nach Bedarf schnell herunterregeln oder auch komplett abschalten, ohne dass Energie verloren geht. Diese bedarfsorientierte Einspeisung nennt man Regelenergie. Durch die Möglichkeit die Stromzufuhr zu regeln, können solche Kraftwerke Stromschwankungen gut abfedern. Bei einem verstärkten Einsatz von Erneuerbaren Energien könnten Bioenergieanlagen dazu beitragen die Stromnetze zu stabilisieren, wenn nicht genügend Wind und Sonne zur Verfügung stehen.

Technische Hürde: Qualitätsprüfung

Regelenergie darf nur von solchen Anlagen vorgehalten und geleistet werden, die zuvor ein bestimmtes Testverfahren durchlaufen haben. Der Betreiber muss mit einer Präqualifikation seine Anlage erst zulassen. Damit erbringt er den Nachweis, dass die Anlage den Anforderungen für Versorgungssicherheit genügt und die definierte Reservekapazität aufweist. So muss die Anlage beispielsweise innerhalb von 15 Minuten ihre Höchstleistung abrufen oder innerhalb von 15 Minuten komplett abgeschaltet werden können. Erst nachdem dieser Test bestanden ist (Doppelhöckerkurve), gibt der Übertragungsnetzbetreiber eine Anlage für den Regelenergiemarkt frei.

Der Regelenenergiemarkt

Der Regelenenergiemarkt ist für Betreiber virtueller Kraftwerke höchstinteressant, denn an diesem Auktionsmarkt lässt sich Regelenenergie gut und flexibel verkaufen. Der Regelenenergiemarkt dient jedoch nur zur Versteigerung sehr kurzfristig bereitzustellender Kapazitätsreserven. Alternativ kann der Strom für die tagesgenaue Vermarktung auch am Spotmarkt der Strombörse EPEX gehandelt werden. Next hat für die Vermarktung eine eigene Handelabteilung gegründet. Regelenenergie nach Bedarf bereitzustellen ist ein wichtiges Geschäftsfeld. Die Handelabteilung versucht den besten Zeitpunkt für die Vermarktung zu finden und über das virtuelle Kraftwerk gezielt dann Strom auf den Markt bringen, wenn es am lukrativsten ist. Ist zu viel Strom im Netz und sind die Marktpreise eher niedrig, fährt das virtuelle Kraftwerk herunter und speichert den Energieträger für die spätere Stromerzeugung zwischen, ist hingegen zu wenig Strom im Netz und der Marktpreis lukrativ, fährt das virtuelle Kraftwerk auf Vollast. Für einzelne Anlagen können sogar individuelle Fahrpläne errichtet werden, wie lange eine Anlage ausgeschaltet bleibt, um einen möglichst hohen Preis an der Strombörse zu erzielen.

Die Zahl der Unternehmen, die sich diesen Markt erobern wollen wächst, darunter Konkurrenten wie energy2market oder TeraJoule Energy. Selbst die großen Energiekonzerne in Deutschland merken, dass sich mit Regelenenergie aus EE-Kraftwerken gut Geld verdienen lässt und versuchen auf den Zug aufzuspringen. So sagte etwa Vorstandsvorsitzender Johannes Teyssen von der E.ON AG bei der Vorstellung der Geschäftszahlen auf der Bilanzpressekonferenz am 13. März dieses Jahres: „Mit dem Gesamtsystem verbunden, können dezentrale Anlagen zu einer Schlüsseltechnik der Energiewende werden.“ ... E.ON arbeite daran, die eigenen Gas- und Stromkraftwerke so zu steuern, „...dass sie nicht wie bislang mit der Einspeisung von regenerativ erzeugtem Strom konkurrieren, sondern sich harmonisch ergänzen. Wenn das gelingt, sind 1.000 Kleinanlagen mit je 1 Megawatt für die Energieversorgung so wertvoll wie ein großes Kraftwerk.“ Offenbar rechnet sich die althergebrachte zentrale Stromerzeugung als die bestimmende Form der Energiegewinnung langfristig nicht mehr. Virtuelle Kraftwerke mit vielen dezentralen Anlagen verkörpern eher die nächste Generation von Kraftwerken. Im Kraftwerksverbund von Next sind zu Zeit 500 Anlagen miteinander vernetzt. Sie erzeugen in etwa die Leistung eines mittleren Gaskraftwerks.

Direktvermarktung von Strom aus Erneuerbaren Energien

Seit 1. Januar 2012 können neben Photovoltaik- und Windkraftanlagen auch die Betreiber von Biogasanlagen, Biomasseanlagen und Wasserkraftwerken ihren Strom am Regenergiemarkt anbieten, falls sie sich für die Direktvermarktung des produzierten Stroms an der Strombörse entscheiden.

Der Anlagenbetreiber erhält für die am Regenergiemarkt oder Strommarkt verkaufte Strommenge eine Marktprämie, die ihm zumindest die vom Gesetz vorgesehene Einspeisevergütung garantiert. Liegt der Preis am Strommarkt darunter, bekommt er die Differenz zur EEG-Vergütung erstattet, liegt der Preis über der EEG-Vergütung kann er den Mehrpreis als Gewinn verbuchen.

Die Direktvermarktung ist allerdings mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden. Dem Betreiber entstehen Kosten für die Börsenzulassung, Handelsanbindung, den Aufbau einer IT-Infrastruktur als auch für verpflichtende Einspeiseprognosen bzw. Kosten, wenn die tatsächliche Einspeisung von der Prognose abweicht. Für alle diese Aufwendungen der Direktvermarktung wird daher zusätzlich eine Managementprämie gewährt. Einspeiseprognosen sind bei Biogas und Wasserkraft relativ einfach zu leisten, bei Wind und Sonne sieht das jedoch anders aus. Die Prognosen sind weitaus komplexer und stark von Wetterprognosen abhängig. Daher liegt hier die Managementprämie wesentlich höher.

Je besser der Betreiber und der Händler die zu produzierende Strommenge vorhersagen kann, desto weniger Reservekapazität muss bereitgestellt bzw. teure Ausgleichsenergie hinzugekauft werden. Der Netzwerksverbund eines virtuellen Kraftwerks bietet hier große Vorteile und verringert die Risiken, die ein Einzelbetreiber trägt. Stromproduktion und Direktvermarktung lassen sich im Netzwerk einfacher handhaben, da der Technikdienstleister und der Händler in Personalunion die einzelnen Kraftwerke regelt und gleichzeitig den produzierten Strom zeitnah verkauft. Mittlerweile haben sich zahlreiche Betreiber für eine Integration ihrer Anlage in ein virtuelles Kraftwerk entschieden. Biogasanlagen können sogar zusätzlich eine Flexibilitätsprämie geltend machen, wenn der Betreiber weitere regelbare Leistung installiert.

Ausblick

Die Energiewende steckt in einer Zwickmühle: zwar senken die Erneuerbaren Energien die Börsenpreise für Strom, gleichzeitig steigt die EEG-Umlage, die jeder Verbraucher bezahlen muss, denn je billiger der regenerative Strom wird, desto teurer errechnet sich die EEG-Umlage als Differenz zum tatsächlichen Strompreis. Hier müssen neue Förderrichtlinien entwickelt werden, ohne den Verbraucher durch die EEG-Umlage weiter zu belasten. Gleichzeitig wird Ökostrom wohl nur dann konkurrenzfähig werden können, wenn er erst einmal eine gewisse Zeit weiter gefördert wird. Virtuelle Kraftwerke sind ein Schritt in die richtige Richtung, damit regenerativ erzeugter Strom in Zukunft auch ohne Förderung am Markt bestehen kann.

Falls solche Kraftwerksverbände zu den Kraftwerken der Zukunft gehören, muss sich das Netzmanagement mittelfristig ändern, also auch das Stromnetz im Sinne von Smart Grid intelligenter werden. Sind Erzeugung, Speicherung und Verbrauch interaktiv vernetzt, können Stromerzeugungsanlagen schnell und flexibel reagieren, um Lastschwankungen in den Stromnetzen auszugleichen und Netzstabilität zu garantieren. Zudem ließe sich bei vielen kleinen dezentralen EE-Kraftwerken auf manche große Fernleitung verzichten.

Weiterführende Links:

[1] Agentur für Erneuerbare Energien: www.unendlich-viel-energie.de

[2] Fachagentur nachwachsende Rohstoffe: <http://www.fnr.de>

[3] Next Kraftwerke GmbH, Köln: www.next-kraftwerke.de