

Erst bedingt diensttauglich

Die erneuerbaren Energien sollen mehr und mehr die Rolle konventioneller Kraftwerke übernehmen: kostengünstigen Strom liefern und zugleich für einen stabilen Netzbetrieb sorgen. Die Energiebranche, Netzbetreiber und Wissenschaftler müssen sich deshalb sputen, neue Regeln für den Systemdienstleistungs-Markt sowie neue Regelungstechniken und -verfahren für die Erneuerbaren zu entwickeln.

Von Sascha Rentzing



Bittere Zeiten für die Betreiber von Kohle- und Gaskraftwerken: Weil sie mit dem Verkauf ihres fossilen Stroms aufgrund sinkender Börsenstrompreise kaum noch Gewinne erzielen, wollen immer mehr Unternehmen ihre Kraftwerke abschalten. 57 Kraftwerke stehen inzwischen auf der „Kraftwerksstilllegungsanzeigenliste“ der Bundesnetzagentur, 13 mehr als Anfang dieses Jahres. Dafür steigt stetig der Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix. Derzeit liefern die Ökoerzeuger bereits fast 30 Prozent der elektrischen Energie – das anvisierte Ziel einer regenerativen Vollversorgung rückt damit zügig näher. Vor allem die Windenergie entwickelt sich zur Säule des Energiesystems. Experten schätzen, dass Turbinen an Land und auf hoher See 2050 mehr als die Hälfte des Stroms liefern.

Was nach einem Durchmarsch für Wind und Co klingt, wird jedoch schwer umzusetzen sein. „Die Erneuerbaren müssen nicht nur genug Energie bereitstellen, sondern auch die Systemdienstleistungen erbringen. Das sind vor allem die Frequenz- und die Spannungshaltung“, erklärt René Just von der Zossener Projektierungs- und Betriebsführungsfirma Energiequelle. Alle technischen Geräte in den Betrieben und privaten Haushalten sind auf eine Netzfrequenz von 50 Hertz ausgelegt, bei Abweichungen nehmen sie Schaden. Dieser Wert bleibt aber nur dann stabil, wenn die Stromproduktion präzise dem Bedarf folgt. Bisher werden Kohle- und Gaskraftwerke aktiviert, um die Frequenz bei unvorhergesehenen Ereignissen und Fehlprognosen mithilfe von sogenannter Regelleistung zu stabilisieren. Sie gleicht Schwankungen stufenweise innerhalb von Sekunden (Primärreserve), von fünf Minuten (Sekundärreserve) oder von 15 Minuten (Minutenreserve) aus. Künftig müssen die Erneuerbaren diese Reserven liefern.

Das gilt auch für Blindleistung. Wenn Strom über längere Distanzen transportiert oder lokal viel verbraucht wird, sinkt die Netzspannung. Um sie im zulässigen Bereich zu halten, wird ►



Versuch geglückt: Mit dem Projekt Kombikraftwerk 2 haben Forscher nachgewiesen, dass die erneuerbaren Energien netzstabilisierende Systemdienstleistungen erbringen können.

”

Unser Versuch hat gezeigt, dass die Erneuerbaren auch für stabile Spannung und Frequenz sorgen.“

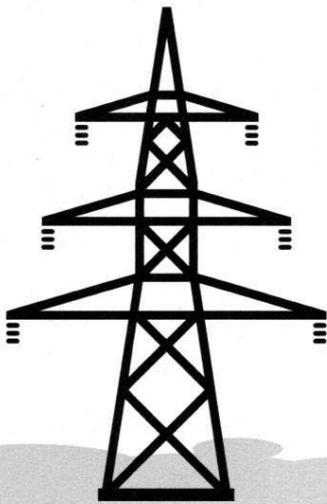
Kurt Rohrig, Fraunhofer Iwes

in den kritischen Regionen Blindleistung eingespeist. Sie erzeugt außerdem elektromagnetische Felder im Netz, ohne die Elektromotoren oder Pumpen nicht betrieben werden könnten. Die gute Nachricht: Die Erneuerbaren sind technisch in der Lage, Systemdienstleistungen zu erbringen. Das zeigte unter anderem das 2014 abgeschlossene Forschungsprojekt Kombikraftwerk 2. In dessen Rahmen schalteten Wissenschaftler des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (Iwes) in Kassel Biogas-, Solar-

und Windenergieanlagen zu einem Kraftwerk zusammen und simulierten einen sich schnell ändernden Stromverbrauch. Die Anlage reagierte wie erhofft: Die Schwankungen wurden durch Anpassung der Erzeugung ausgeglichen. Auch die Spannungshaltung klappte in dem Versuch. Die Forscher ahmten einen Spannungsabfall auf einer Freileitung um einige hundert Volt nach. Sofort speiste eine Anlage, die die elektromagnetischen Felder einer Windturbine simulierte, Strom in das Netz ein – die Spannung stieg wieder. „Unser Versuch hat gezeigt, dass die Erneuerbaren nicht nur ständig genügend Energie liefern, sondern auch für eine stabile Spannung und für eine stabile Frequenz sorgen“, sagt Iwes-Wissenschaftler Kurt Rohrig.

Hürden bei der Regelenergie

Das Problem: Die konventionellen Kraftwerke liefern ihre Systemdienstleistungen bisher im Hoch- und Höchstspannungsnetz, bis auf wenige große Windparks werden die meisten Erneuerbaren jedoch im Hoch-, Mittel- und Nie- ▶



derspannungsnetz angeschlossen. Im Gebiet des Hallenser Verteilnetzbetreibers Mitnetz Strom etwa liegt der Erneuerbaren-Anteil am Endverbraucherabsatz bereits bei mehr als 70 Prozent, Tendenz steigend. „Das erfordert neue Koordinationsprozesse“,

sagt Mitnetz-Netzexperte Sebastian Lissek. Abgesehen davon fehlen bisher die Rahmenbedingungen für den Einsatz der passenden Regelungstechniken und Verfahren, um Erneuerbare für Systemdienstleistungen heranziehen zu können. Ungeklärt ist zum Beispiel, wie Betreiber

Schwierige Wetterlage: Die Einspeise-Prognosen für Wind- und Solarenergie müssen genauer werden, sonst können die Anlagen nicht am Regelenergie-Markt teilnehmen.



von Windturbinen nach Wegfall des so genannten SDL-Bonus künftig kostendeckend Blindarbeit zur Verfügung stellen können. Die Windbranche plädiert dafür, Netzbetreibern im Zuge der geplanten Anpassung der Anreizregulierung die Möglichkeit zu geben, Anlagenbetreibern die von ihnen bereitgestellte Blindarbeit zu vergüten. Die Diskussionen dazu mit Netzbetreibern und Politik laufen auf Hochtouren.

Vor allem bei der Regelenergie gibt es noch viele weitere offene Fragen. Die vier für ihre Lieferung verantwortlichen Netzbetreiber schreiben sie öffentlich über eine Internetplattform aus.

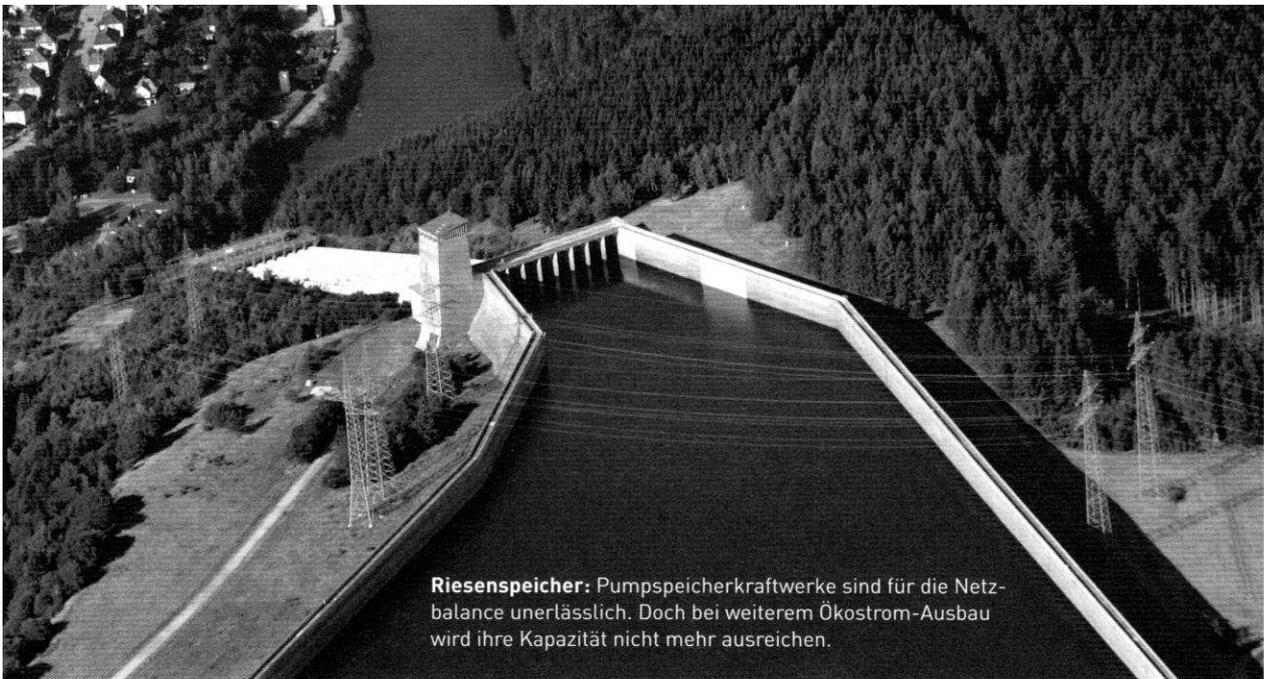
Das geschieht bei der Primär- und Sekundärreserve wöchentlich, bei der Minutenreserve werktäglich. Doch wie können sich

Windmüller an diesen Ausschreibungen beteiligen? Die Regularien sind noch auf konventionelle Kraftwerke ausgerichtet, deshalb müsste das Angebot der Windbetreiber ebenso wie das für Kohle- oder Gaskraftwerke zu hundert Prozent zuverlässig sein. Doch lässt sich selbst mit der besten Prognose nicht genau vorhersagen, wie hoch die Leistung eines Windparks in einer Woche sein wird – für die Bereitstellung von Primär- und Sekundärreserve sind Wind-Turbinen demnach derzeit noch tabu. „Im Gespräch ist daher, die Vergabezeiträume bei den Ausschreibungen zu verkürzen“, erklärt Olaf Ziemann vom Berliner Übertragungsnetzbetreiber 50Hertz Transmission.

”

Wir brauchen neue Koordinationsprozesse.“

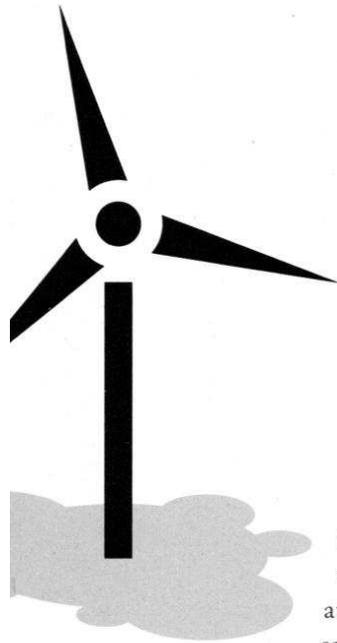
Sebastian Lissek, Mitnetz



Riesenspeicher: Pumpspeicherkraftwerke sind für die Netzbalance unerlässlich. Doch bei weiterem Ökostrom-Ausbau wird ihre Kapazität nicht mehr ausreichen.

Mit regulatorischen Anpassungen allein ist es aber nicht getan. Damit der Übertragungsnetzbetreiber auf die Bereitstellung von Minutenreserve durch den Anbieter reagieren kann, muss er mindestens 15 Minuten vor Beginn eines Viertelstundenintervalls den Fahrplan für dieses

Intervall erhalten. Bei der Primär- und Sekundärregelleistung sind es noch wesentlich kürzere Zeiträume. Die Schwierigkeit: Windturbinen sind zwar technisch in der Lage, Viertelstunden-, nicht aber Fünfminuten- oder gar Sekundenwerte zu liefern. „Anlagen müssen deshalb mit



neuer Regelungs- und Messtechnik ausgerüstet werden“, sagt Ziemann. Außer-

dem ist noch zu klären, wie Windreserven bei Abruf mit den Übertragungsnetzbetreibern abgerechnet werden können. „Auch hierfür bedarf es noch Lösungen, die wir mit der Windbranche erarbeiten müssen“, so Ziemann.

Netzbetreiber, Energieanbieter und Wissenschaftler suchen daher an vielen Fronten nach Wegen, damit die Erneuerbaren möglichst reibungslos die systemsichernden Aufgaben konventioneller Kraftwerke übernehmen können. Dabei verfolgen sie einige viel versprechende Ansätze. So arbeitet das Iwes in dem Projekt „Regelleistung durch Wind- und Photovoltaikparks“ an einem Verfahren, das es Wind- und Solarbetreibern ermöglichen soll, trotz schwieriger Leistungsvorhersagen möglichst präzise Regelleistungsangebote zu erstellen. „Die Herausforderung ist, der regulatorisch erforderlichen Zuverlässigkeit des Angebots von 100 Prozent möglichst nahezukommen“, sagt Iwes-Projektleiter Reinhard Mackensen. Der Ansatz der Forscher: Sie entwickeln Angebotsstrategien auf Basis so genannter probabilistischer Prognosen. Mit ihrer Hilfe lässt sich zusätzlich sagen, wie wahrscheinlich eine Leistungsprognose eintrifft. Dafür lassen die Iwes-Forscher ein Wettermodell mehrmals mit veränderten Anfangsbedingungen laufen, etwa mit verschiedenen Starttemperaturen. Gleichen sich die Ergebnisse, kann von stabilen Verhältnissen in der Atmosphäre ausgegangen werden, streuen die Resultate, weist das auf eine ►

instabile Wetterlage hin. Regenerativ-Betreiber könnten mit derartigen Angaben genauer eingrenzen, wie viele Reserven sie dem Netzbetreiber anbieten können. Das würde die Windkraft für den Regelleistungsmarkt interessanter machen.



wiederum wird die elektrische Energie in Rotationsenergie überführt und die Generatoren somit beschleunigt. Diese so genannte Momentanreserve steht unmittelbar zur Verfügung und hilft somit, die Sekunden zu überbrücken, bis

Reserven aus Windrotoren

Forscher des Instituts für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (IFK) der Universität Stuttgart widmen sich in ihrem Projekt „Einfluss reduzierter rotierender Masse auf den Netzbetrieb“ ebenfalls der Frage, wie die Erneuerbaren künftig zur Frequenzhaltung im Netz eingesetzt werden können. Die Generatoren der meist fossil befeuerten Kraftwerke sind direkt am Netz angeschlossen und drehen synchron zu den 50 Hertz des Netzes. Bei einem Leistungsdefizit zwischen Erzeugung und Verbrauch sinkt die Frequenz und die im Generator gespeicherte Rotationsenergie wird in elektrische Energie umgewandelt. Bei einem Leistungsüberschuss

mit Regelleistung gegengesteuert werden kann. Auch das regenerative Energiesystem der Zukunft wird eine Art Momentanreserve benötigen. Das Problem: Die erneuerbaren Erzeuger sind oft nicht frequenzsynchron am Netz angeschlossen und speisen mittels Umrichtertechnik ein. „Wir befassen uns in dem Projekt deshalb unter anderem mit der Frage, auf welche Weise erneuerbare Energien Momentanreserve liefern können und welche Auswirkungen das auf die Netzstabilität hat“, erklärt IFK-Projektleiter Florian Gutekunst. Dabei untersuchen die Stuttgarter Wissenschaftler anhand eines umfangreichen Netzdynamikmodells, welchen Einfluss verschiedene Lösungskonzepte, etwa die elektronisch ge-



Netzstabilisator: Heute liefern Kraftwerksgeneratoren Rotationsenergie, die zum Ausgleich kurzfristiger Frequenzschwankungen dient. Künftig sollen Windrotoren diesen Job übernehmen.

steuerte Einbindung der Rotationsenergie von Windturbinen, auf die Netzdynamik haben.

Im Projekt „Systemdienstleistungen aus Flächenverteilnetzen“ geht es dagegen um die Frage, wie sich die Erneuerbaren koordiniert zur Spannungshaltung im Verteilnetz einsetzen lassen. Dahinter steht die Idee, Spannungsbandverletzungen zu vermeiden und die

Aufnahmekapazität der Leitungen zu erhöhen. Insgesamt elf Partner, darunter 50Hertz, die ostdeutschen

Verteilnetzbetreiber Drewag/Enso und Mitnetz, diverse Forschungseinrichtungen sowie der Technikkonzern Siemens arbeiten bei dem Vorhaben mit. Heute sieht die Situation im Verteilnetz wie folgt aus: Die angeschlossenen Erzeuger folgen bei der Blindleistungseinspeisung einer vorgegebenen starren Kennlinie des Verteilnetzbetreibers. Eine individuelle Blindleistungs- ▶



Wir befassen uns damit, auf welche Weise Erneuerbare Momentanreserve liefern können.“

Florian Gutekunst,
Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

”

Die Erneuerbaren müssen nicht nur genug Energie bereitstellen, sondern auch Systemdienstleistungen erbringen.“

René Just, Energiequelle

fahrweise der Anlagen wäre aufgrund fehlender Werkzeuge beim Netzbetreiber zu komplex. „Wir wollen ein Optimierungsprogramm entwickeln, das es ermöglicht, die starre Kennlinie zu verlassen und die Blindleistungsfahrweise anzupassen“, erklärt Drewag-Projekt Koordinator Holger Hänchen. Das zu entwickelnde Modul soll die Anlagen einer Netzgruppe wie ein Dirigent steuern.

So könne es etwa helfen, lokale Blindleistungsüberschüsse zu kompensieren. Je mehr Strom ins Netz eingespeist wird, desto mehr induktive Blindleistung entsteht. Ihr Nachteil ist, dass sie die Transportkapazität des Netzes blockiert. Das neue Modul könnte regenerativen Anlagen der Netzgruppe verordnen, statt – nach Kennlinie – induktive jetzt kapazitive Blindleistung zu liefern

und somit der induktiven Belastung lokal entgegenzuwirken. „Dann müsste zur Spannungshaltung nicht mehr sinnlos kapazitive Blindleistung vom Übertragungsnetzbetreiber herbeigeschafft werden“, sagt Hänchen.

Blindleistung, Momentanreserve, Regelenergie – bisher waren dies eher Randbegriffe der Energiewende. Noch ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Netz überschaubar, und die konventionellen Kraftwerke sind ohne Weiteres in der Lage, einen stabilen Netzbetrieb sicherzustellen. Doch ihre Zahl sinkt rapide, während vor allem die Windkraft rasch zulegt. Die Erneuerbaren müssen daher bald den regulatorischen Rahmen bekommen und technisch in der Lage sein, Systemdienstleistungen zu erbringen, sonst droht die Energiewende zu haken. ◀

