



Projektleiterin demonstriert in der Leitwarte das Projekt Kombikraftwerk 2
© Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES, Kassel

Stabiles Netz mit 100 Prozent Ökostrom

In einem Stromnetz muss die bereitgestellte Energie zu jedem Zeitpunkt gleich der nachgefragten sein. Nur so bleiben Frequenz und Spannung stabil. Das zu gewährleisten ist Aufgabe der Netzbetreiber. Doch wenn volatile – also nicht beliebig regelbare – Energien die Hauptquelle für elektrische Energie sind, stellt das die Netzbetreiber vor Herausforderungen. Im Projekt Kombikraftwerk 2 haben Forscher ein Stromversorgungssystem aus 100 Prozent erneuerbaren Energien modelliert und gezeigt: Auch mit viel Photovoltaik und Windenergie kann das Netz jederzeit zuverlässig funktionieren.



Zu sehen ist die topologische Verteilung von Netzknoten in Deutschland mit dem jeweiligen Verhältnis von angebotener zu nachgefragter Energie.

© Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES, Kassel

Um Verbrauch und Erzeugung im Gleichgewicht zu halten, benötigen die Übertragungsnetzbetreiber sogenannte Systemdienstleistungen. Eine wichtige Frage auf dem Weg zu einer Energieversorgung mit einem überwiegenden Anteil aus Ökostrom ist daher: In welchem Ausmaß können erneuerbare Energien das Netz stützen und zuverlässig Regelleistung bereitstellen? Projektleiter Kaspar Knorr vom Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES erklärt: „Im Projekt Kombikraftwerk 1 haben wir bereits nachgewiesen, dass Erneuerbare im Zusammenspiel mit Speichern den Strombedarf in Deutschland jederzeit decken können. Das Projekt Kombikraftwerk 2

zeigt: Sie können auch Systemdienstleistungen übernehmen. So ist ein Szenario mit einhundert Prozent erneuerbaren Energien vorstellbar.“

Systemdienstleistungen erbringen derzeit nahezu ausschließlich konventionelle Kraftwerke. Denn die Energieerzeugung von Kohle- und Gaskraftwerken ist wetterunabhängig planbar und die Bedingungen zur Teilnahme etwa am Regelleistungsmarkt wurden in der Vergangenheit auf diese zugeschnitten. Außerdem wirken die rotierenden Massen der großen Synchrongeneratoren in den ersten Sekundenbruchteilen nach einem plötzlichen Lastanstieg beziehungsweise -abfall dank ihrer Trägheit als wichtige Stütze für das Netz. Denn auch schnell zuschaltbare Regelleistung braucht eine gewisse Zeit, um vollständig hochgefahren zu sein.

Systemdienstleistungen vor dem Umbruch

Damit erneuerbare Energien zur Frequenzhaltung beitragen können, sind neue Rahmenbedingungen notwendig: Wind- und Sonnenenergie haben keine oder nur geringe rotierende Massen, das Netz verliert

damit einen Teil seiner Trägheit. Dafür reagieren sie wesentlich schneller auf veränderte Bedingungen. Es gilt daher, den Markt so anzupassen, dass er den neuen Anforderungen gerecht wird. Derzeit muss Primärregelleistung nach 30 Sekunden vollständig zur Verfügung stehen. Doch was bedeutet das? Steigt die Last im Netz sprunghaft an, muss die Frequenz zunächst stabil bleiben, ehe die Primärregelleistung es vollständig stützen kann. Das übernehmen derzeit die rotierenden Massen. Fielen diese weg, würde das System einbrechen. „In unserem Szenario brauchen wir neue Anforderungen an die Primärregelleistung. Die Leistungselektronik von Photovoltaik kann Primärregelleistung in einigen Millisekunden bereitstellen. Windenergieanlagen benötigen nur rund fünf Sekunden“, erklärt Kaspar Knorr. „Im Szenario gibt es mit den Biomassekraftwerken noch rotierende Massen, die das Netz bis zum Einsetzen der PV-Anlagen stabilisieren. Technisch sind Erneuerbare so schnell, dass sie die geringere Trägheit ausgleichen können.“

Derzeit müssen Kraftwerksbetreiber ihre Primärregelleistung eine Woche im Voraus anbieten. Der Projektleiter dazu: „Dieses System wird sich auf Dauer nicht halten. Wenn erneuerbare Energien Systemleistung bereitstellen sollen, ist eine tägliche Ausschreibung notwendig.“ Das bedeutet: Jeden Tag können die Betreiber von Wind- und Solaranlagen auf aktuelle Wetterbedingungen eingehen und daraufhin festlegen, welchen netzdienlichen Beitrag sie für den Folgetag leisten können.

Exakte Modellierung der Energieerzeuger

Nach Ansicht der Forscher gibt das Szenario des Forschungsvorhabens Kombikraftwerk 2 einen realistischen Ausblick auf das Jahr 2050. Die Annahmen beruhen auf detaillierten Wetterdaten, heutigen Anlagenstandorten und Planungen zum Netzausbau. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über unterschiedliche Netzknoten und ihre Leistungsbilanz an einem Mittag im Februar. Im Strommix macht Windenergie mit 60 Prozent den größten Anteil aus. Dabei gehen die Forscher davon aus, dass die ausgewiesenen Offshore-Flächen komplett ausgenutzt und im Netz integriert sind sowie zusätzliches Potenzial an Land genutzt wird. Bei der Photovoltaik rechnen sie insgesamt mit dem vierfachen der derzeit installierten Leistung. Grob gesagt befinden sich im Norden und auf dem Meer vor allem Windenergieanlagen, während im sonnenreicheren Süden zunehmend Photovoltaik zum Einsatz kommt. Eine größere Anzahl von dezentralen unflexiblen und regelbaren Einzelanlagen lässt sich zu einem virtuellen Kraftwerk zusammenfassen und als eine Einheit betrachten. Das hat für Netzbetreiber den Vorteil, dass sie – ähnlich wie beim Betrieb mit Großkraftwerken – mit wenigen Erzeugern arbeiten können. In virtuellen Kraftwerken ergänzen sich die einzelnen Erzeuger und gleichen damit Schwankungen aus.