

REGELENERGIE DURCH WINDKRAFTANLAGEN

**Malte JANSEN^{1*}, Dominik SCHNEIDER^{1*}, Malte SIEFERT¹,
Eike ERDMANN², Niklas NETZEL³, Markus SPECKMANN⁴,
Markus STOBRAWA⁴, Werner CHRISTMANN⁵**

Übersicht

Im Zuge der Energiewende wird in Deutschland inzwischen mehr als 25% der verbrauchten Elektrizität aus Erneuerbaren Energie bereitgestellt. Diese Energie speist sich zu einem großen Teil aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen. Aus diesem Grund wird es zunehmend notwendig, dass sich auch Erneuerbare Energien an der Bereitstellung von Systemdienstleistung beteiligen. Die Reform des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes (EEG) bietet Erneuerbaren Energien seit Anfang 2012 die Möglichkeit am Markt teilzunehmen. Dies beinhaltet explizit auch die Teilnahme an den Märkten zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen. In diesem Kontext wird Regelleistung bereits von Biogasanlagen erfolgreich bereitgestellt. Bis jetzt haben Windkraftanlagen allerdings keine Regelleistung bereitgestellt. Dies liegt hauptsächlich daran, dass die Regularien für den Regelleistungsmarkt eine Teilnahme nicht ermöglichen.

Um dies zu ändern, führte das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) dazu das Projekt „Windenergie durch Windkraftanlagen“ zusammen mit dem Windkraftanlagenhersteller Enercon, dem Windparkbetreiber Energiequelle sowie den Übertragungsnetzbetreibern Amprion und Tennet durch. In diesem Projekt wurde ein neues Verfahren entwickelt, mit denen Windkraftanlagen Regelleistung vorhalten, erbringen und somit auch am Regelleistungsmarkt teilnehmen können. Zentral dabei sind die Angebotserstellung sowie eine Methode zum Nachweis der Regelleistungserbringung. Die technische Umsetzbarkeit des Verfahrens wurde abschließend in einem Feldtest gezeigt.

Angebotserstellung

Die Angebotserstellung von Windkraftanlagen für die Teilnahme am Regelleistungsmarkt muss derart geschehen, dass die Systemsicherheit zu keinem Zeitpunkt gefährdet wird. Von Teilnehmern am Regelleistungsmarkt wird in Deutschland eine Zuverlässigkeit von 100% gefordert, welche aufgrund von Ausfallwahrscheinlichkeiten nicht erreicht werden kann. Auf Basis von Erfahrungswerten wurde im Projekt eine Zuverlässigkeit des Angebots von 99,994% festgelegt. Diese Zuverlässigkeit bedeutet, dass die tatsächlich vorgehaltene Regelleistung nur in 0,006% der Fälle unterhalb der angebotenen Menge liegen darf. Um dieses Sicherheitsniveau mit Windkraftanlagen einhalten zu können, wurden für die Kalkulation des Regelleistungsangebots probabilistische Windleistungsprognosen verwendet. Diese Prognosen liefern die Leistung eines Windparks oder eines Windparkpools, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit erreicht oder übertroffen wird. Darauf aufbauend wurden unterschiedliche Angebotsstrategien entwickelt, die Potenziale für Regelenergie durch Windkraftanlagen ermittelt und der Einfluss der Regularien am Regelleistungsmarkt auf die Potenziale untersucht.

¹ Fraunhofer IWES, Königstor 59 D-34119 Kassel, Tel: +49 561 7294-465, malte.jansen@iwes.fraunhofer.de, www.iwes.fraunhofer.de

² Enercon GmbH, Teerhof 59 D-28199 Bremen, Tel: +49 421 24415-233, eike.erdmann@enercon.de, www.enercon.de

³ Energiequelle GmbH, Hauptstraße 44 D-15806 Zossen, Tel: +49 33769 871-720, netzel@energiequelle.de, www.energiequelle.de

⁴ Amprion GmbH, Von-Werth-Straße 274 D-50259 Pulheim, Tel: +49 2234 85-54200, markus.stobrawe@amprion.net, www.amprion.net

⁵ TenneT TSO GmbH, Bernecker Strasse 70 D-95448 Bayreuth, Tel: +49 921 50 740-4516, Faxnummer, E-Mail, Webauftritt

Nachweismethode

Im Projekt wurden zwei verschiedene Nachweismethoden für die Erbringung von Regelleistung betrachtet. Die erste Methode wird „Verfahren Fahrplan“ genannt, die zweite Methode „Verfahren möglich Einspeisung“. Letztere wurde innerhalb des Projekts entwickelt.

Beim „Verfahren Fahrplan“ wird entsprechend den derzeit geltenden Regularien der Fahrplanwert der Windenergieanlage als Referenzwert angenommen, d.h., dass die Vorhaltung bzw. der Abruf der Regelleistung stets relativ zum diesem Wert erfolgt. Folglich wird eine Fahrplanabweichung um den Wert der abgerufenen Regelleistung als korrekte Lieferung angesehen. Dieses Verfahren ist gut für konventionelle Kraftwerke geeignet, da diese ihren Fahrplanwert mit großer Wahrscheinlichkeit einhalten können. Für Windenergieanlagen mit ihrem volatilen Einspeiseverhalten würde die Anwendung dieses Verfahrens bedeuten, dass sie ständig gedrosselt laufen müssten, um ihren auf probabilistischen Prognosen aufbauenden Fahrplan einzuhalten. Dies würde zu großen Energieverlusten führen und bringt sowohl ökologische als auch ökonomische Nachteile mit sich.

Beim „Verfahren mögliche Einspeisung“ wird als Referenz für die Vorhaltung und den Abruf von Regelleistung der Wert der möglichen Einspeisung genutzt. Die mögliche Einspeisung ist die Leistung, welche die Windkraftanlage produziert hätte, wenn sie nicht abgeregelt worden wäre. Während der Vorhaltung von negativer Regelleistung würde die Anlage beispielsweise ungedrosselt gefahren. Beim Abruf der negativen Regelleistung werden die Anlagen dann relativ zur möglichen Einspeisung um die abgerufene Leistung abgeregelt. Somit treten keine Energieverluste für die Einhaltung eines Fahrplans auf. So ermöglicht das „Verfahren mögliche Einspeisung“ Minimierung der Energieverluste eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.

Feldtest

In einem abschließenden Feldtest wurde das „Verfahren mögliche Einspeisung“ demonstriert und dessen technische Umsetzbarkeit gezeigt. Der Feldtest wurde anhand von zwei Windparks der Projektpartner Energiequelle und Enercon mit jeweils knapp 40 MW Nennleistung durchgeführt. Während des Feldtests stellten die beiden Windparks sowohl positive als auch negative Regelleistung bereit. Dies geschah in einem Teil des Feldtests durch das Nachfahren eines vorgegebenen Regelleistungsabrufs, der sich an das zurzeit angewandte Präqualifizierungsverfahren anlehnt. In dem anderen Teil des Feldtests reagierten die Windparks auf Abweichungen der Netzfrequenz von der Sollfrequenz, wie dies bei der Erbringung von Primärregelleistung der Fall ist. Insbesondere durch die schnelle Reaktion der Windkraftanlagen auf das Sollsignal konnte gezeigt werden, dass Windparks bereits heute technisch in der Lage sind, Regelleistung bereitzustellen.