

Grundlast aus Windstrom

Dietz, P.; Rolshofen, W.; Schäfer, G.

Die Arbeitsgemeinschaft Windenergie der TU Clausthal hat in Zusammenarbeit mit Wirtschaftsunternehmen ein Konzept entwickelt, um die Netzanbindung bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung der Windkraftanlage zu erleichtern. In diesem Ansatz ist der Verbund unterschiedlicher Energieressourcen, wie Wind, Schwachgas aus der Nordsee und Kavernen als lokale Energiespeicher, vorgesehen.

A work group comprising institutes at the TU Clausthal and industrial companies has developed a concept for avoiding the need to provide for additional capacity onshore by means of other methods. Thus, base load power could be supplied from an offshore wind park in the North Sea to the grid system on the mainland.



1 Einleitung

Erneuerbare Energien sollen längerfristig ohne Subventionen wettbewerbsfähig sein. Unter dieser Annahme der Bundesregierung ist eine Strategie zur Windenergienutzung auf See im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie aufgestellt worden.

Um mittelfristig bis zum Jahre 2010 eine Leistung von 2000 bis 3000 MW zu erreichen, sind unterschiedliche Voraussetzungen seitens der Investoren von Offshore-Windparks und der Stromwirtschaft erforderlich, wie z.B. ausreichende Seekabel-Kapazitäten und eine Anbindung an das Festlandnetz /1/. Alle Maßnahmen für dieses Ziel müssen umwelt- und natur- sowie volkswirtschaftlich verträglich sein und schrittweise erfolgen. Ein Kernpunkt bei diesem Plan ist die Frage der Netzanbindung.

„Die Erkenntnisse aus dem Teil I der dena-Netzstudie für das Windausbauszenario des Jahres 2020 zeigen, dass mit den von der Projektsteuerungsgruppe gesetzten Annahmen und Rahmenbedingungen eine Systemlösung zur Integration des Windstroms nicht erarbeitet werden konnte“ /2/. Aus diesem Grund hat eine Arbeitsgemein-

schaft bestehend aus Instituten der Technischen Universität Clausthal und Industrieunternehmen ein Konzept entwickelt, um die Netzanbindung bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung der Windkraftanlage durch andere Verfahren zu erleichtern.

In diesem Konzept ist der Verbund unterschiedlicher Energieressourcen wie Wind, Schwachgas aus der Nordsee und Kavernen als lokale Energiespeicher vorgesehen.

2 Neues Konzept zur Netzanbindung

Die Windenergie unterliegt einer witterungsabhängigen Erzeugung, d.h. die Stromerzeugung ist starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, was große Auswirkungen auf den Netzbetrieb hat. Um eine ausgeglichene Leistungsbilanz zu erhalten, sind Regelleistungen für den Ausgleich der Windeinspeisung erforderlich. In **Bild 1** ist für eine Woche beispielhaft der Lastverlauf eines Höchstspannungsnetzes gezeichnet /3/.

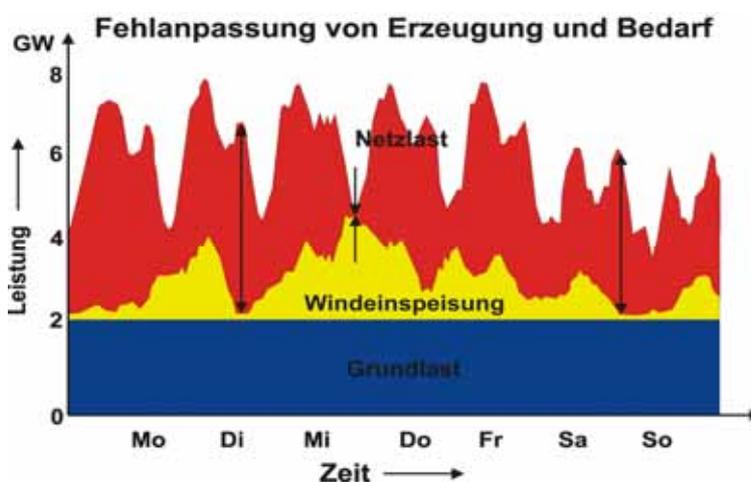


Bild 1: Netzlasterzeugung und eingespeiste Windleistung /3/.

Der Netzbetreiber passt den schwankenden Bedarf durch unterschiedliche Kraftwerksleistung an, was zu enormen Fehlanpassungen führt.

Die Voraussetzungen für Offshore-Windparks sind eine geeignete elektrische Anbindung an das Festlandnetz, um die Vorhaltung zusätzlicher Netzkapazität an Land zu vermeiden. Die Rahmenbedingungen für einen solchen Ausbau müssen umwelt- und volkswirtschaftlich verträglich sein.

Zusammenfassend gilt, dass sich folgende Nachteile (s. **Bild 1**) der Offshore-Windenergie auf einen notwendigen Netzausbau auswirken:

- Windfluktuation im Netz (d.h. Schattenkraftwerke)
- Ungünstige Leitungsausnutzung
- Überlastung des Übertragungsnetzes

Doch durch die Integration unterschiedlicher Ressourcen zur Netzanbindung kann eine gute Ausnutzung der elektrischen Übertragungsleitung gewährleistet werden. Das Clausthale Konzept (s. **Bild 2**) sieht vor, dass die Schwierigkeiten für einen Offshore-Windpark, wie die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Windenergie und folglich die Vorhaltung der Reserven für den Netzbetrieb hinsichtlich Frequenz- und Spannungshaltung (Vorrangregelung), gelöst werden.

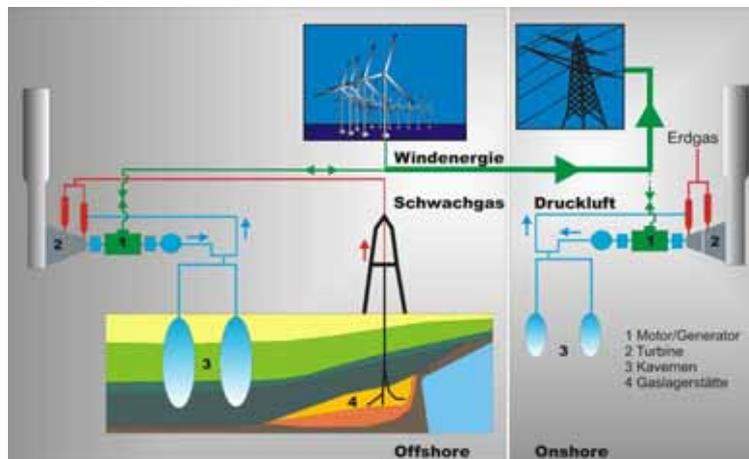


Bild 2: Integration unterschiedlicher Energiequellen zur Grundlastversorgung auf dem Festland durch ein Offshore-Verbundkraftwerk auf Basis erneuerbarer Energien.

Das bedeutet, dass die fluktuierende Windenergie-Produktion gleichmäßiger nutzbar werden soll, durch

- Absorption von Überschuss-Leistung in Zeiten starken Windaufkommens bei gleichzeitig geringer Last durch Druckluftspeicher-Gasturbinen-Kraftwerke und die zeitversetzte Erzeugung bei hoher Nachfrage und/oder
- Beistellung einer windunabhängigen Energiequelle durch Verstromung von Erdgas, um bei fehlendem Wind weiterhin Energie erzeugen zu können.

Aufgrund des hohen Stickstoffgehaltes sind die Schwachgasvorkommen der Nordsee unwirtschaftlich für einen Betrieb von Onshore-Gaskraftwerken, doch könnten diese vor Ort verwendet werden um eine Gasturbine zu betreiben. Bei nicht ausreichender Stromerzeugung aus Windenergie könnte so ein Ausgleich durch ein Gasturbinen-Kraftwerk erfolgen. Außerdem würde eine mit Druckluft und/oder dem heißen Abgas (Stickstoff und CO_2) betriebene Kaverne die Ausnutzung von Offshore-Windenergie optimieren.

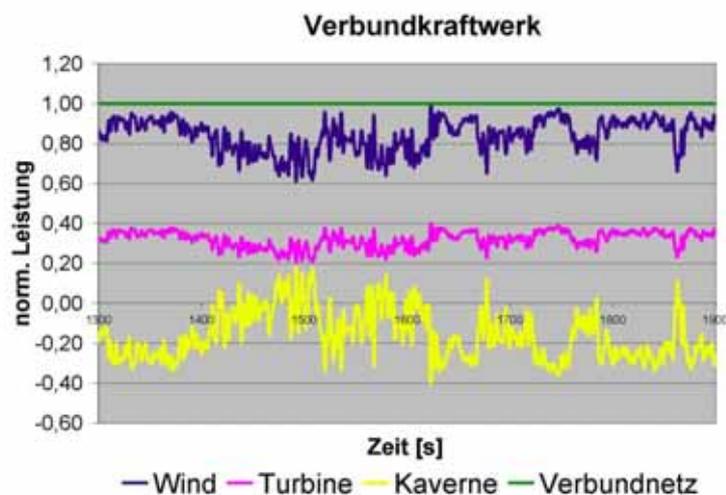


Bild 3: Normierte Leistung eines Offshore-Verbundkraftwerkes über die Zeit dargestellt. Trotz Fluktuation der Windenergie kann eine konstante Leistung in das Verbundnetz abgegeben werden, die sich als Summe aus den einzelnen Komponenten ergibt.

Mit einem integrierten Einsatz von Windkraft, Kavernenbau, Gaslagerstätten, Schmutzgasverstromung und Gaskraftwerk kann eine regenerative Energieerzeugung Offshore erfolgen, so dass das Verbundnetz mit Grundlast von der Nordsee versorgt wird (s. **Bild 3**).

- Institut für Wirtschaftswissenschaft (WiWi)
- Institut für Maschinenwesen (IMW)

Unterstützt wird das Konzept durch Herrn Prof. Haubrich, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW), RWTH Aachen durch Nutzung des Kraftwerks- und Übertragungsnetz-Simulators, sowie das Ingenieurbüro DEEP Underground Engineering GmbH, Bad Zwischenahn bzw. KBB Underground Technologies GmbH, Hannover und durch apl. Prof. Dr.-Ing. K. Runge, OECOS GmbH.

5 Zusammenfassung

Die Arbeitsgemeinschaft Windenergie der Technischen Universität Clausthal hat in Zusammenarbeit mit Wirtschaftsunternehmen ein Konzept entwickelt, das Grundlast aus Windstrom ermöglicht, indem unterschiedliche Ressourcen, wie Schwachgas aus der Nordsee und Kavernen als lokale Energiespeicher, vorgesehen sind.

Dies führt durch gleichmäßige Energieverfügbarkeit zu einer Steigerung des Stromertrages aus Windenergie bei gleichzeitiger Senkung der Kosten und Gewährleistung eines umwelt- und naturverträglichen Ausbaus.

(Weitere Informationen: <http://www.windenergie.tu-clausthal.de/>.)

6 Literatur

- /1/ Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See- im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, Januar 2002.
- /2/ Deutsche Energie-Agentur: Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahre 2020 (dena-Netzstudie), Berlin, Februar 2005.
- /3/ Crotagino, F., Leonhard, W.: Druckluftspeicher-Gasturbinen Kraftwerke zum Ausgleich fluktuierender Windenergie-Produktion, 2003.