

Christian Grau

**Auswirkungen von Offshore Windenergie
auf Vorhaltung und Einsatz von
Regelleistung**

Studienarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2009 GRIN Verlag
ISBN: 9783656140061

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/189691>

Christian Grau

Auswirkungen von Offshore Windenergie auf Vorhaltung und Einsatz von Regelleistung

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

**Auswirkungen von
Offshore Windenergie
auf Vorhaltung und Einsatz
von Regelleistung**

Christian Grau

Studienarbeit
NEK0712

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Motivation und Problemstellung.....	1
1.2 Ziel der Arbeit.....	3
1.3 Struktur der Arbeit	4
2. Elektrische Energieversorgung in Deutschland	5
2.1 UCTE Synchronverbund	5
2.2 Übertragungsnetzbetreiber	7
2.3 Verteilnetzbetreiber und Endkunde.....	8
2.4 Stromlieferant, Stromhändler	10
2.5 Der liberalisierte Energiemarkt	11
2.5.1 Das Energiewirtschaftsgesetz.....	11
2.5.2 Produkte des Energiemarktes, Handelsplätze, Portfolio-Management	13
2.6 Bilanzkreise, EEG Strom und Kostenwälzung.....	16
2.6.1 EEG Bilanzkreis, EEG Wälzung.....	18
2.7 Regelleistung.....	19
2.7.1 Primärregelleistung, passiver Selbstregelleffekt	21
2.7.2 Sekundärregelleistung	24
2.7.3 Minutenreserve/ Tertiärregelleistung	26
2.7.4 Dauerreserveleistung, Stundenreserveleistung, Windreserveleistung.....	27
2.7.5 Regelleistungsmarkt- und Bilanzausgleich	28
2.7.6 Präqualifikation und Rahmenvertrag für Regelleistung.....	30
2.7.5 Ursachen für Regelleistungseinsatz.....	31
2.7.6 Ermittlung der vorzuhaltenden und eingesetzten Regelleistung mit Stochastik	33
2.7.7 Definitionen: Erzeugung, Import, Export, Last, Regelzonensaldo, Leistungsdefizit.....	36
<i>Leistungsdefizit, Leistungsüberschuss, Defizitwahrscheinlichkeit, Defizitniveau</i>	37
2.7.8 (n-1) Kriterium, UCTE Empfehlungen für die vorzuhaltende Regelleistung	38
2.8 Integration von Windenergie in das deutsche Stromnetz.....	39
2.8.2 Einspeisecharakteristik Offshore.....	41
2.8.4 Technische Aspekte zunehmender WEA Netzeinspeisung.....	43
3. Auswirkungen von Offshore-Windenergie auf die Regelleistung	46
3.1 Charakteristik der Einspeisung des „virtuellen Offshore Windparks FINO 1“	46
3.1.1 Datenbasis	47
3.1.2 Maximale Leistungsgradienten von Offshore WEA	47

3.2	Prognosefehler des virtuellen Offshore Windparks FINO 1	48
3.3	Modell zur Regelleistung- und Kostenberechnung	50
3.3.1	EEG Monatsbandveredelung für Offshore Windenergie.....	51
3.3.2	SRL, MRL, WRL Einsatzstrategie	52
3.3.3	Kosten der eingesetzten und vorzuhaltenden Regelleistung.....	55
3.4	Ermittlung der vorzuhaltenden Regelleistung	56
3.4.1	Zusätzlich für Offshore WEA vorzuhaltende Primärregelleistung.....	56
3.5	Modellimplementation und Ergebnisse	57
3.5.1	Szenario 2006 Onshore.....	58
3.5.2	Szenario 2006 „Offshore“	58
3.5.3	Ergebnisse der einzusetzenden Regelleistung, Kosten.....	60
4.	Zusammenfassung.....	62
5.	Literaturverzeichnis	64
6.	Anhang A.....	72
6.1	Informationsverlust durch Fahrpläne.....	72
6.2	FFT der Leistungsdaten des virtuellen Offshore Windparks FINO 1 über ein Jahr	72
6.3	Häufigkeitsverteilungen der Regelzonensaldos.....	73
6.4	Ergebnisse der Szenarien in Zahlen.....	76

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1a: Installierte Offshore- und Onshore WEA- Leistung, Prognose 2008.....	1
Abb. 1.1b: Störungen des Leistungsgleichgewichts.....	2
Abb. 2.1a: UCTE Synchronnetzverbund in Europa.....	5
Abb. 2.1b: UCTE-Synchronverbund, Regelblöcke und Regelzonen.....	7
Abb. 2.2a: Regelzonen und Verteilnetze in Deutschland.....	8
Abb. 2.4.1: Vertragsbeziehungen am liberalisierten Markt.....	12
Abb. 2.5.2a: Strommärkte und Stromprodukte.....	14
Abb. 2.5.2b: Wochenportfolio eines Stromlieferanten.....	16
Abb. 2.6a: Bilanzkreis.....	18
Abb. 2.6.1a: EEG Wälzungsprozess, Horizontaler Belastungsausgleich (HoBA).....	19
Abb. 2.7a: Definition und Abkürzung der Regel- und Reserveleistungsarten.....	20
Abb. 2.7b: Schema eines Synchronverbundes von Regelzonen.....	21
Abb. 2.7.1a: Maximale Aktivierungszeiten der Primärregelleistung.....	22
Abb. 2.7.1b: Ablauf des Einsatzes von Regelleistung.....	23
Abb. 2.7.2a: Regelband, Regelleistung, Regelreserve.....	26
Abb. 2.7.3.a: Physikalische und fahrplanmäßige Erbringung von Minutenreserveleistung.....	27
Abb. 2.7.7c: Leistungs- und Kostenflüsse zwischen ÜNB, BKV und Erzeuger.....	29
Abb. 2.7.5a: Zeitbereich und Ursachen für Regelleistungseinsatz.....	32
Abb. 2.7.6a: Berechnung der vorzuhaltenden Regelleistung.....	34
Abb. 2.8.1a: EEG Windenergie Tagesverläufe.....	40
Abb. 2.8.2a: Virtueller Offshore Windpark Fino 1, Tagesverläufe.....	41
Abb. 2.8.3a: Prognosemodelle in Abhängigkeit des Prognosehorizonts.....	42
Abb. 2.8.3b: Windprognosefehler transpower Regelzone, 2001-2003.....	43
Abb. 3.1: FFT der Ausgangsleistung FINO 1, 1.3.2006-28.3.2006.....	46
Abb. 3.3: Histogramm Fino 1 Messdaten / CEIVO Modell NEK.....	48
Abb. 3.2a: Häufigkeitsverteilungen des WPFs in %, transpower Regelzone.....	49
Abb. 3.3 Modell zur Regelleistungs- und Kostenberechnung.....	50
Abb. 3.3.1a: Ermittlung der Restdeckung von Offshore Windstrom.....	51
Abb. 3.5.1a: Szenario 2006 Onshore, vorzuhaltende Regelleistung, E.ON Regelzone.....	58
Abb. 3.5.2a: Szenario 2006 Offshore & Onshore, vorzuhaltende Regelleistung transpower RZ	59

Abb. 3.5.3a: Gesamtkosten für eingesetzte Regelleistung.....	61
Abb. 6.1a: Informationsverlust durch Fahrpläne	72
Abb 6.2a: FFT, FINO 1 Leistungsdaten	73
Abb. 6.3a: Häufigkeitsverteilungen der Regelzonensaldos transpower Regelzone.....	74
Abb. 6.3b: Häufigkeitsverteilungen der Regelzonensaldos transpower Regelzone	75