

Stromhandel auf europäischen Spotmärkten

Bewertung von technischen Flexibilitätsoptionen am
Beispiel des Intraday-Handels

Kerstin Angerer und Stephan Krohns



Berichte aus der Energietechnik

**Kerstin Angerer
Stephan Krohns**

Stromhandel auf europäischen Spotmärkten

Bewertung von technischen Flexibilitätsoptionen
am Beispiel des Intraday-Handels

Shaker Verlag
Aachen 2018

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Copyright Shaker Verlag 2018

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5726-3

ISSN 0945-0726

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die Energiewende ist eine der zentralen Aufgaben der jetzigen Generationen. Wir müssen eine nachhaltige „enkelgerechte“ Versorgung mit Energie sicherzustellen, um den heutigen Lebensstandard auch für zukünftige Generationen überhaupt erst zu ermöglichen. Ein Baustein der Energiewende ist die Stromversorgung aus erneuerbaren Quellen, wie Windkraft- und Photovoltaikanlagen. Der Anteil an der Stromerzeugung ist in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Die Dynamik des Ausbaus muss jedoch auch in Zukunft mit ähnlicher Geschwindigkeit weitergehen, um das Ziel von mehr als 85% erneuerbarer Stromversorgung bis zum Jahr 2050 auch zu erreichen. Diese Stromerzeugung bringt jedoch auch komplexe Herausforderungen mit sich. Die Stromversorgung muss sich von einem zentralen, auf Großkraftwerke mit fossilen Brennstoffen basierenden System, hin zu einem Dezentralen mit vielen kleinen Erzeugeranlagen umwandeln. Letzteres ist zudem stark von volatiler Einspeisung geprägt. Wie erfolgt nun eine sinnvolle System- und Marktintegration dieser Kleinkraftwerke? Durch welche Maßnahmen kann die erforderliche Flexibilität in der Stromversorgung erzielt werden? Eine Antwort hierauf kann der in den letzten Jahren signifikant wachsende Stromhandel auf dem Intraday-Markt sein.

Frau Angerer hat im Rahmen ihrer Abschlussarbeit zum Master Wirtschaftsingenieurswesen der Universität Augsburg die Daten für das vorliegende Buch akribisch recherchiert und die Zusammenhänge dargestellt. Zwei großen Kernfragen ist sie dabei nachgegangen: 1) Wie sehen weltweit die regionalen Besonderheiten beim kurzfristigen Stromhandel auf Spotmärkten aus? Hierfür zeigt sie für die weltweit stärksten Energie verbrauchenden Länder die existierenden Formen des kurzfristigen Stromhandels und der national geprägten Unterschiede in der Stromversorgung auf. Das Potential dieser Spotmärkte wird mit Fokus auf Europa und hierbei besonders auf Deutschland analysiert. 2) Wie können erneuerbare Energien an diesem Markt partizipieren? Auf Basis von Vorarbeiten durch Dr. Michael Hassler und Prof. Dr. Jochen Gönsch werden technische Flexibilitätsoptionen (=Speichertechnologien) in Zusammenhang mit einem Windrad analysiert und bewertet. Es wird gezeigt, dass diese Art der virtuellen Kraftwerke an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit steht.

Das vorliegende Buch wäre nicht möglich gewesen ohne die Unterstützung der Förderinitiative „Energiespeicher“ (BMBF-Nachwuchsgruppe ENREKON) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung und den beteiligten Wissenschaftlern – allen voran Dr. Michael Hassler (Mitarbeiter der Nachwuchsgruppe ENREKON) und Prof. Dr. Jochen Gönsch (Universität Duisburg-Essen) – die den verwendeten Algorithmus für die Simulation des virtuellen Kraftwerks entwickelt haben.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	II
Ergebnisse.....	1
1. Kurzfristiger Stromhandel – Marktintegration erneuerbarer Energien?	3
2. Strommarkt.....	6
2.1 Entwicklung des Strommarkts.....	6
2.2 Der Strommarkt und seine Akteure.....	9
2.3 Der Prozess der Liberalisierung	15
3. Stromhandel	18
3.1 Allgemeine Handelsformen.....	18
3.2 Kurzfristiger Stromhandel am Beispiel Deutschlands	24
3.2.1 Relevante Strombörsen für den Stromhandel in Deutschland.....	24
3.2.2 Stromhandel an einer Strombörse am Beispiel der EPEX Spot	27
3.3 Bedeutung und Entwicklung des Intraday-Handels in Deutschland	32
3.3.1 Bedeutung des kurzfristigen Stromhandels	32
3.3.2 Entwicklung des Handelsvolumen am Intraday-Markt der EPEX Spot.....	36
3.3.3 Preisentwicklung am Intraday-Markt der EPEX Spot.....	41
3.3.4 Negative Preise am Intraday-Markt der EPEX Spot	47
3.4 Bedeutung des weltweiten Intraday Handels	49
3.4.1 Intraday-Märkte innerhalb Europas	50
3.4.2 Intraday-Märkte außerhalb Europas	56
3.4.3 Länder mit Real-Time/Balancing Markt.....	59
3.4.4 Länder ohne Intraday- oder Real-Time/Balancing Markt	64
4. Bewertung des Einsatzes von Energiespeichern am Intraday-Markt	69
4.1 Speichertechnologien	70
4.1.1 Vergleich der Speichertechnologien auf Basis technischer Kennzahlen.....	71
4.2 Modellbeschreibung	73
4.3 Auswertung.....	79
4.3.1 Einsatz verschiedener Energiespeicher am Intraday-Markt	79
4.3.2 Einfluss der Vorlaufzeit auf die Simulationsergebnisse	88
4.3.3 Bewertung der Wirtschaftlichkeit.....	99
5. Zusammenfassung und Ausblick	101
Literaturverzeichnis	105
Anhang.....	i