

Rückbau und Repowering von Windkraftanlagen in Polen

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“ im Studiengang
Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für
Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität
Hannover

vorgelegt von:

Name: Wroblewski

Vorname: Dominika



Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Ort, den: Hannover, 01.10.2018

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung.....	1
1.2 Methodik der Literaturrecherche.....	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2 Entwicklung der Windenergie in Polen.....	4
2.1 Stellung der erneuerbaren Energien im Energiesektor.....	4
2.2 Entwicklung der Kapazität von Windkraftanlagen in Polen	7
3 Energiepolitische Rahmenbedingungen	13
3.1 Aktuelle Rahmenbedingungen auf Ebene der EU	13
3.2 Aktuelle gesetzliche Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene	14
3.3 Förderinstrumente	20
3.3.1 Einspeisevergütung	20
3.3.2 Quotenmodell	21
3.3.3 Handel mit grünen Zertifikaten.....	22
3.3.4 Auktionsmodell	24
3.3.5 FIT und FIP für Biogasanlagen und Wasserkraft	26
3.4 Vergütungsmodell	27
4 Analyse des Rückbaus und Repowering Potential	29
4.1 Repowering und Rückbau.....	29
4.2 Modellbeschreibung.....	33
4.3 Preisprognose und Parameteranpassung	35
4.4 Auswertung.....	38
4.5 Sensitivitätsanalyse	43
5 Diskussion	48
5.1 Diskussion der Ergebnisse	48
5.2 Limitation.....	50
6 Fazit.....	52
Literaturverzeichnis.....	53

1 Einleitung

1.1 Motivation und Zielsetzung

Im Zuge der Energiewende konnte in den letzten Jahren in Polen eine rasante Entwicklung des Ausbaus von On-shore Windkraftanlagen beobachtet werden. So ist es mittlerweile nicht ungewöhnlich, dort auf ein von Windkraftanlagen geprägtes Landschaftsbild zu treffen. Das Land ist nämlich durch gute Bedingungen für die Nutzung von Windenergie geprägt und setzt sich klare Ziele, um die Energiesicherheit durch den Ausbau von erneuerbarer Energie zu stärken. Es steht mittlerweile nicht nur der weitere Ausbau neuer Windkraftanlagen im Vordergrund, sondern es stellt sich die Frage, was mit bereits bestehenden Windkraftanlagen geschehen soll. Zum Ende der Entwurfslebensdauer einer Windkraftanlagen bestehen verschiedene wirtschaftliche Lösungen, für die sich der Betreiber entscheiden kann. Er muss zwischen dem Weiterbetrieb, dem Rückbau oder dem Repowering (Ersatz alter Windkraftanlagen durch neue, leistungsstärkere) einer Anlage entscheiden. Eine Möglichkeit ist es die alten Windkraftanlagen weiter zu betreiben, solange die Kosten für deren Betrieb nicht den Ertrag übersteigen. Danach ist nur noch ein Rückbau sinnvoll. Alternativ besteht die Möglichkeit des Austauschs einer alten Windkraftanlage durch eine Repowering-Anlage. Vor diesem Hintergrund soll das Repowering und der Rückbau von On-shore Windkraftanlagen in Polen untersucht werden. Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet: *Wie ist das Repowering und Rückbau Potential von Windkraftanlagen in Polen zu bewerten?* Mithilfe dieser Bewertung ist eine bessere Planung und eine Prognose der Windenergie in Hinblick auf die Gesetzeslage, Vergütung und Nachfrage zu stellen. Ziel dieser Arbeit ist es die Entwicklung der Windenergie in Polen zu untersuchen und sie im erneuerbaren Energiesektor einzuordnen. Dies soll auf Basis der aktuellen Gesetzeslage sowie der Vergütungsstruktur der Windenergie in Polen geschehen. Anschließend soll mithilfe einer ökonomischen Bewertung sowie einer standortspezifischen Analyse, die die Winddaten mit in die Bewertung einbezieht der optimale Zeitpunkt eines Repowerings und die optimale Dauer eines Weiterbetriebs bestimmt werden. Im Hinblick auf das Potentials für die Windenergie, der Vergütungsstruktur und den gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen werden die Ergebnisse der Auswertung diskutiert und als Gesamtergebnis präsentiert.

1.2 Methodik der Literaturrecherche

Mit Hilfe einer strukturierten Literaturrecherche nach Webster und Watson (2002) wurde im Rahmen der Arbeit auf relevante Literatur zurückgegriffen, um den Forschungsgegenstand hinsichtlich der aufgestellten These wissenschaftlich fundiert untersuchen zu können. Dadurch konnte ein genauer Überblick über bestehende Literatur geschaffen werden. Im ersten Schritt wurde eine Liste möglicher Suchbegriffe erstellt, die für diese Arbeit thematisch relevant sein könnten (siehe Tabelle 1-1). Anschließend wurde geeignete Literatur mit Hilfe dieser Suchbegriffe mit Bezug auf Polen in diversen Datenbanken und Suchdienste gefunden und analysiert. Da wenige deutsche Quellen vorhanden sind, die sich mit der Thematik im Bereich Polens beschäftigen, wurde jeder einzelne Suchbegriff in die englische und polnische Sprache übersetzt. Dies führte dazu, dass länderübergreifende und ausreichend viel Literatur vorlag, sodass eine Analyse aus einer Vielfalt an wissenschaftlichen Perspektiven durchgeführt werden konnte. Aus Gründen der Vereinfachung wurden die Suchbegriffe in Tabelle 1-1 nur in deutscher Sprache aufgeführt. Für das Thema der Arbeit ist die Aktualität der Quellen von hoher Relevanz. So wurden in erster Linie Quellen verwendet, die nach 2012 veröffentlicht wurden. Weitere Literatur wurde mit Hilfe der Rückwärtssuche untersucht. Dieses Prinzip funktioniert so, dass auf die Zitierungen relevanter Literatur zugegriffen wird.

Da es kaum Bücher zum Forschungsstand dieser Arbeit gibt, wurde hauptsächlich auf Internetquellen, wie wissenschaftliche Artikel, zurückgegriffen. Die Hauptquellen setzen sich aus diversen Gesetzestexten, der polnischen Energieregulierungsbehörde und dem polnischen Windenergieverband zusammen (siehe Tabelle 1-1). Die restlichen Quellen werden am Ende der Arbeit in einem Literaturverzeichnis dargestellt.

Datenbanken/ Suchdienste	Suchbegriffe	Hauptquellen
ScienceDirect	Energy Mix	Energiegesetz
Google Scholar	Erneuerbare Energien	Erneuerbare Energie Gesetz
SpringerLink	Windenergie	Gesetz für Investitionen von Windkraftanlagen
TIB Online Contents	Energiepolitik	Windenergieverband
	Förderinstrumente	Energieregulierungsbehörde
	Auktionsmechanismus	
	Grüne Zertifikate	
	Vergütung Windkraftanlage	
	Stromgestehungskosten	
	IRR, APV	
	Rückbau	
	Repowering	

1-1 Literaturrecherche

1.3 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Zu Beginn wird im zweiten Kapitel die Stellung der erneuerbaren Energien in den Energiesektor eingeordnet, um darauf aufbauend die Entwicklung der Windenergie darstellen zu können. Erst durch die Darstellung dieser Entwicklung kann verstanden werden, welche Basis für das Repowering und Rückbau Potential gegeben ist. Danach wird im dritten Kapitel auf die aktuellen energiepolitischen Rahmenbedingungen in Bezug auf die erneuerbare Energie und Windenergie eingegangen. Zudem wird ein Überblick über die Förderinstrumente gegeben, durch welche sich die Vergütungsstruktur der Windenergie bildet. In Form eines Vergütungsmodell wird diese Struktur mathematisch übersetzt. Anschließend werden im Hauptkapitel *Analyse des Rückbaus und Repowering Potentials* die Vorgänge des Repowerings und Rückbaus erläutert und basierend auf einem ökonomischen Modell der Datensatz von Windkraftanlagen aus Polen analysiert und interpretiert. Das ökonomische Bewertungsmodell bestimmt den optimalen Zeitpunkt eines möglichen Repowerings oder Rückbaus einer Windkraftanlage. In diesem Kapitel werden die Parameter des Modells spezifisch auf Polen angepasst, indem beispielweise eine Prognose über die preisliche Entwicklung der Vergütungsstruktur gegeben wird. Anschließend wird in Kapitel 5 über die Ergebnisse diskutiert und mit den Ergebnissen aus den vorherigen Kapiteln in Verbindung gesetzt. Im Anschluss daran findet eine kritische Auseinandersetzung mit der Arbeit statt, in welcher die Grenzen und Verbesserungsvorschläge am Vorgehen der Arbeit untersucht werden. Schlussendlich wird im letzten Kapitel ein Fazit der gesamten Arbeit präsentiert und die Ergebnisse im gesamten Zusammenhang der Arbeit dargestellt.

6 Fazit

Die ökonomische Analyse ergab, dass bei den meisten Windkraftanlagen ein Repowering nicht sinnvoll ist. Es wurde allgemein ein niedriges Potential für das Repowering bestimmt. Mit Hinblick auf den Zustand und das Alter der Windkraftanlagen und den politischen sowie gesetzlichen Rahmen wirkt das Ergebnis der Analyse realistisch. Das Rückbau Potential ist dagegen höher bestimmt worden, da die Windkraftanlagen entweder durch das Repowering an sich oder durch das Ende des ökonomisch sinnvollen Weiterbetriebes rückgebaut werden sollen. Es lässt sich jedoch festhalten, dass weder das Repowering noch der Rückbau zum jetzigen Zeitpunkt von Relevanz für die polnische Windenergiebranche sind.

Für eine Weiterentwicklung der Windenergiebranche spricht die mittlerweile hohe Stellung der erneuerbaren Energien im polnischen Energiesektor. Dabei hat die Windenergie einen hohen Anteil an den erneuerbaren Energieträgern und wird in den kommenden Jahren weiterhin bedeutend bleiben. Mit Einführung des neuen Fördersystems, der Auktion, wurde zudem eine sichere Vergütungsstruktur für Projekte entwickelt. Die Betreiber können im Vergleich zum altem Fördermechanismus mit einer sicheren Vergütung für erzeugte Energie rechnen, was eine Investition in Windkraftanlagen lukrativer macht. Damit die Windkraftanlagen in Polen im Vergleich zu anderen Technologien der erneuerbaren Energien auch in Zukunft im Wettbewerb stehen können, ist ein Fortschritt durch ein Repowering unabdingbar. Dieses bringt zudem viele Vorteile mit sich, wie beispielweise die gesteigerte Nutzung der Windenergie oder dem entlasteten Landschaftsbild durch eine geringere Anzahl an Windkraftanlagen. Dem Repowering stehen in Polen allerdings gesetzliche Barrieren entgegen. So gibt es für das Repowering keine Definition oder gesetzliche Regelungen. Stattdessen wird Windkraftanlagen, die die Abstandsregelung von einer 10-fachen Höhe der Windkraftanlage nicht einhalten, eine Modernisierung mit Erhöhung der installierten Kapazität untersagt. Da die meisten bestehenden Windkraftanlagen diesen Abstand nicht einhalten, ist ein Repowering nicht möglich. Die gesetzlichen Barrieren stellen in Polen allgemein Probleme für die gesamte Windenergiebranche dar. Zwar ist mit Einführung des OZE und der Abstandsregelung ein großer Fortschritt in Bezug auf eindeutigere Regelung der erneuerbaren Energien geschehen, der Ausbau von Windkraftanlagen wurde jedoch durch die strenge Abstandsregelung gestoppt. So müsste in Polen eine Überarbeitung und Ergänzung der Gesetze für die Windenergiebranche vorgenommen werden. Erst dann wäre es sinnvoll, erneut ein Repowering und Rückbau Potential zu analysieren.