

Management der Finanzierungsrisiken von Onshore Windparks in Mexiko

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M.Sc.)“
im Studiengang Wirtschaftswissenschaft der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der
Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name:

██████████

Kurz

██████████

Vorname:

█

Larissa

██████████

Prüfer:

Prof. Dr. M. H. Breitner

Ort, den

Hannover, 24.09.2013

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Stand der Forschung	2
1.2 Methodisches Vorgehen.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 Grundlagen der Finanzierung eines Onshore Windparks.....	5
2.1 Projektfinanzierung.....	5
2.1.1 Abgrenzung zur traditionellen Unternehmensfinanzierung	6
2.1.2 Die Eignung zur Finanzierung von erneuerbare Energien Vorhaben.....	6
2.2 Onshore Windparks.....	7
2.2.1 Grundprinzip der Technik.....	7
2.2.2 Stand der Technik und Trends	10
2.2.3 Netzanschluss	10
2.3 Risiken	11
2.3.1 Risikomanagement	11
2.3.2 Technische und projektbezogene Risiken	13
2.3.3 Politisches und regulatorisches Risiko	18
2.3.4 Länderspezifische und institutionelle Risiken	20
2.3.5 Finanzielle Risiken	21
2.3.6 Force Majeure.....	23
3 Mexiko	23
3.1 Mexiko als Investitionsland	24
3.2 Windeigenschaften.....	26
3.3 Elektrizitätssektor und Regulierung	27
3.4 Bestehende Windparks in Mexiko.....	31
4 Ökonomische Analyse	33

4.1 Ausgestaltung eines für Mexiko typischen Windparks	33
4.1.1 Investitionskosten	35
4.1.2 Operative Kosten	37
4.1.3 Ertrag des Windparks	40
4.1.4 Kapitalkosten und Kapitalstruktur	45
4.1.5 Steuern und Abschreibungen.....	47
4.2 Discounted Cash Flow Modell	48
4.2.1 Herleitung des Diskontierungszinssatzes.....	49
4.2.2 Monte-Carlo-Simulation	51
4.2.3 Einbezug des Wechselkurses	56
4.2.4 Betrachtete Kennzahlen.....	58
4.3 Auswertung der Monte-Carlo-Simulation	61
4.3.1 Auswertung aus Sicht der Investoren.....	62
4.3.2 Auswertung aus Sicht der Fremdkapitalgeber	64
4.3.3 Bewertung der Ergebnisse anhand weiterer Kennzahlen	68
4.4 Einbezug der Erträge aus dem CDM	69
4.5 Betrachtung von stochastischen Abhängigkeiten.....	74
4.6 Betrachtung der zuvor nicht berücksichtigten Risiken und deren Absicherung	78
4.6.1 Politische und regulatorische Risiken.....	78
4.6.2 Länderspezifische und institutionelle Risiken	79
4.6.3 Finanzielle Risiken	81
4.6.4 Force Majeure.....	83
5 Schlussbetrachtungen	84
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	84
5.2 Diskussion der Ergebnisse und Limitationen der Arbeit	85
5.3 Fazit und Ausblick	87
Literaturverzeichnis.....	89
Anhang	104
Anhangverzeichnis.....	104

1 Einleitung

Climate change is an externality that is global in both its causes and consequences.

Stern Review: The Economics of Climate Change

Die globale Erwärmung und der Klimawandel fordern ein globales Umdenken in der Erzeugung und Verwendung von Energie, um die Emission von Treibhausgasen zu reduzieren. Eine wichtige Strategie, um sauber und nachhaltig Energie zu produzieren, ist die Erzeugung von Energie mittels erneuerbaren Energien. Etwa die Hälfte der global neu installierten elektrischen Kapazität in 2011 stammte bereits aus erneuerbaren Energien, was nicht zuletzt auf den Ausbau der Windenergie zurückzuführen ist. Der Ausbau von Windenergie führte zu einem Zuwachs von 40 GW.¹ In 2012 steigerte sich der jährlich Zuwachs um weitere 10 %.² Die Stromproduktion durch Windenergie zu kompetitiven Kosten ist deutlich von dem Windangebot abhängig. Um mit anderen Technologien zur Energieerzeugung zu konkurrieren, ist daher ein stabiles und ausreichend starkes Windaufkommen eine Grundvoraussetzung. Somit rücken auch Schwellenländer, wie Mexiko, mit ausgezeichneten Windressourcen in den Fokus des Interesses. Im Jahr 2010 zeigt sich dieser Trend bestätigt. Die Schwellenländer überholen die traditionellen OECD-Länder im absoluten Kapazitätswachstum. Desweiteren ist von einer Fortsetzung dieses Trends auszugehen, sodass in 2030 die Hälfte der Kapazität in Entwicklungs- und Schwellenländern installiert sein wird.³ Daher soll beispielhaft für ein Schwellenland Mexiko, dessen Landschaftsbild hervorragende Bedingungen für die Erzeugung von Energie durch Windkraft bietet,⁴ als Gastland für das Windparkprojekt betrachtet werden. Darüber hinaus hat Mexiko als Investitionsland stark das Interesse von europäischen Investoren geweckt.⁵ Als Schwellenland hat Mexiko eine stark steigende Elektrizitätsnachfrage und aufgrund der geografischen Lage ist Mexiko besonders von den Folgen des Klimawandels betroffen. Dieser Umstand führt dazu, dass Mexiko eine hohe Motivation hat, Emissionen zu vermeiden.⁶ Auch für die Sponsoren bietet die Investition viele Vorteile. Investitionen in erneuerbare Energien diversifizieren das Anlageportfolio, da die Erträge eher gering mit den herkömmlichen Assetklassen korreliert sind.⁷ Darüber hinaus können nachhaltige Investitionen zu einer positiven Außenwirkung zugunsten des investierenden Unternehmens führen.⁸ Das aktuell niedrige Zinsniveau begünstigt die Kapitalaufnahme und der

¹ Vgl. REN21 (2013), S. 23, 57.

² Vgl. GWEC (2013), S. 8.

³ Vgl. GWEC (2012), S. 7.

⁴ Vgl. Cancino-Solórzano et al. (2011), S. 3554.

⁵ Vgl. BNEF (2012), S. 27.

⁶ Vgl. Johnson et al. (2010), S. 13, 31.

⁷ Vgl. Deutsche Bank Climate Change Advisor (2012), S. 16.

⁸ Vgl. Mirvis et al. (2010), S. 322.

technologische Fortschritt hat zu einem signifikanten Absinken der Kosten und zu einer verbesserten Verlässlichkeit der Windenergieanlagen (WEAs) geführt.⁹ Letztlich bietet eine Investition in erneuerbare Energien eine hohe Rendite. Jedoch ist die Investition mit hohen Risiken und einem langfristigen Anlagehorizont verbunden. Daher wird sich in dieser Arbeit mit folgenden Forschungsfragen beschäftigt:

Bietet eine Investition in einen Onshore Windpark in einem Schwellenland, wie Mexiko, auch unter Risikogesichtspunkten eine attraktive Rendite?

Ist eine Finanzierung aus Sicht der Fremdkapitalgeber gegeben?

Welche besonderen Ertragschancen und Risiken können identifiziert werden und wie groß sind ihre quantitativen Auswirkungen?

1.1 Stand der Forschung

Im Folgenden werden Publikationen, die sich mit der ökonomischen Bewertung von Onshore Windparks beschäftigen vorgestellt und der Mehrbeitrag dieser Arbeit zur aktuellen Forschung herausgestellt.

Jaramillo et al. (2004) haben eine technoökonomische Analyse durchgeführt, indem sie in einer Fallstudie anhand der Winddaten in EL Cardón, welches in Baja California Sur, Mexiko, liegt, für zwei 750 kW Windturbinen die Stromgestehungskosten errechnen. Die von Januar 1997 bis Januar 1998 erhobenen Winddaten werden in Form der Weibull-Verteilung in die Analyse einbezogen. Die Berechnung wird nur für eine alleinstehende Windturbine durchgeführt, sodass keine Parkeffekte berücksichtigt werden.

Madlener et al. (2009) haben ein DCF-Modell für deutsche Offshore Windpark Projekte aufgestellt, welches durch eine MCS erweitert wurde. Für die umfassend analysierten Risikofaktoren werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen unterstellt, aus welchen mit Hilfe der MCS die Verteilung des Projektwertes ermittelt wird. Das Value-at-Risk-Prinzip wird auf diesen Wert angewendet. Auf verschiedene Finanzierungsstrategien und weitere Kennzahlen wird jedoch nicht eingegangen.

In einer umfassenden Studie von Blanco (2009) wurden die Daten über die Strukturen von operativen Kosten sowie von Investitionskosten von Onshore und Offshore Windparks in Europa erhoben. Es werden Stromgestehungskosten für beide Technologien geschätzt. Allerdings ermöglicht die Analyse nicht die Bewertung eines einzelnen Windparks, sondern bietet einen allgemeinen ökonomischen Überblick.

Wiser und Bolinger (2012) geben einen Überblick über die U.S. amerikanische Windkraftindustrie. Insbesondere gehen sie auf die historische Preisentwicklung von Turbinen, die Investitionskosten ganzer Projekte sowie Wartungs- und

⁹ Vgl. UNEP (2011), S. 210.

Instandhaltungskosten ein. Zwar wird über durchschnittliche Preise für die Abnahme von Energie berichtet, allerdings wird keine ökonomische Analyse hinsichtlich der Profitabilität der Projekte vorgenommen.

Koukal und Breitner (2013) haben ein DCF-Modell konstruiert, um den Present Value von deutschen Offshore-Windenergieprojekten unter der Berücksichtigung der speziellen deutschen Einspeisevergütung zu bestimmen. Zur Erfassung der Risiken verwendeten sie in Anlehnung an Madlener et al. (2009) eine MCS, wobei allerdings keine Korrelationen zwischen einzelnen risikobehafteten Einflussgrößen berücksichtigt werden. Aufgrund des Forschungsschwerpunktes, der auf Projektfinanzierungen liegt, werden weitere Kennzahlen wie der Schuldendienstdeckungsgrad (DSCR) in die Berechnung mit einbezogen, um die Interessen verschiedener Stakeholder zu berücksichtigen.

Eine ebenfalls auf Schwellenländer bezugnehmende Arbeit von Koukal und Breitner (*forthcoming*) stellt ein Entscheidungsunterstützungssystem für die Bewertung von Offshore Windenergieprojekten hinsichtlich ihrer Rentabilität und ihrer Finanzierungsstruktur vor. Wie bereits im vorigen Paper basiert die Berechnung auf einem Discounted Cash Flow Modell mit einer integrierten MCS. Es werden allerdings ebenfalls keine Korrelationen zwischen einzelnen, risikobehafteten Einflussgrößen berücksichtigt. Das Entscheidungsunterstützungssystem wird anhand eines brasilianischen Windpark evaluiert.

Der Literaturüberblick zeigt auf, dass noch keine Literatur zu der Bewertung eines Onshore Windparks in einem Schwellenland existiert, welche Risiken einzelner Parameter durch Verteilungsannahmen berücksichtigt und dabei auch Korrelationen zwischen diesen Parametern mit einbezieht. Als Ausgangsbasis dieser Arbeit dienen die Discounted Cash Flow Modellen von Madlener et al. (2009) sowie von Koukal und Breitner (2013). Ein Unterschied zu Koukal und Breitner (2013) besteht in der Verwendung des Weighted Average Cost of Capital (WACC)- Verfahren anstatt der Verwendung des Adjusted Present Value (APV)- Ansatzes zur Bestimmung des Net Present Values (NPV). Desweiteren wird in dieser Arbeit sehr detailliert auf die Ertragsberechnung, welche nun direkt von der mittleren Windgeschwindigkeit abhängt, eingegangen. Eine weitere Spezialisierung dieser Arbeit ist der Einbezug von Korrelationen in die MCS. Darüber hinaus werden in einer zusätzlichen Fallstudie die Fördermittel aus dem CDM berücksichtigt.

1.2 Methodisches Vorgehen

Auch wenn die Onshore Windenergie eine ausgereifte Technologie darstellt und bereits 15 Windparks in Mexiko in Betrieb sind, ist bisher keine aktuelle auf Mexiko zugeschnittene Studie verfügbar, welche auf die Wirtschaftlichkeit von Windparks quantitativ eingeht. Aus diesem Grund wird bei der Analyse der Kostenstruktur auf Project Design Documents

(PDDs), die bei der Beantragung des Clean Development Mechanism (CDM) eingereicht und durch den United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) veröffentlicht werden, zurückgegriffen. Da nahezu alle Windparks als CDM-Projekt registriert sind, bzw. der Registrierungsprozess eingeleitet ist, sind die Ergebnisse aus den PDDs für die mexikanischen Windparks repräsentabel und als Expertenschätzungen einzuordnen.

Um eine bessere Repräsentativität der Ergebnisse zu erreichen, zwei Standorte für Windparks betrachtet. Die Orte sind in den zwei am meisten als WEA-Standorte favorisierten Regionen Oaxaca und Baja California Sur (BCS) gelegen.

Die Stromertragsberechnungen beruhen auf dem Einbezug der Weibull-Verteilung und berücksichtigen mögliche jährliche Variationen durch Abweichungen der mittleren Windgeschwindigkeit. Desweiteren wird die über die Lebensdauer der WEA variierende technische Verfügbarkeit berücksichtigt. Somit wird eine differenzierte Ertragsanalyse durchgeführt.

Aufgrund der verschieden gearteten Risiken, welche aus dem Standort, in einem Schwellenland oder aus der Technologie resultieren, ist nach einer theoretischen Darstellung der Risiken, einschließlich Vermeidungs-, Minderungs- und Transferstrategien, eine Zweiteilung der Risiken notwendig. Die quantifizierbaren Risiken, welche hauptsächlich projektbezogen sind, werden in die Monte-Carlo-Simulationen (MCS) einbezogen. In diesem Sinne nicht quantifizierbare Risiken werden in kleinen Szenarien analysiert oder umfassend diskutiert.

Die Profitabilitätsbetrachtung erfolgt unter Verwendung der Discounted Cash Flow Methode, in welche die MCS integriert ist. Es werden die Interessen verschiedener Anspruchsgruppen berücksichtigt, denen entsprechend ihrer Anforderungen an das Projekt Kennzahlen zugeordnet werden. Für die Kennzahlen werden mittels der MCS Wahrscheinlichkeitsverteilungen generiert. Somit kann die Profitabilität unter Risiko betrachtet werden.

1.3 Aufbau der Arbeit

Im nachfolgenden Kapitel werden allgemein gültig die Grundlagen der Finanzierung eines Onshore Windparks in einem Schwellenland erläutert. Es wird auf die als Finanzierungsart übliche Projektfinanzierung und ihre Merkmale eingegangen. Desweiteren wird die Onshore Windpark Technologie vorgestellt, auf die auftretenden Risiken wird ausführlich eingegangen und es werden Strategien zum Umgang mit den Risiken aufgeführt.

Im dritten Kapitel wird das Schwellenland Mexiko vorgestellt. Insbesondere wird auf die Windeigenschaften, die Regulierung des Elektrizitätssektors und die Verbreitung von Onshore Windparks eingegangen.

In Kapitel vier werden die Ergebnisse der vorigen Kapitel angewendet. Es wird ein für Mexiko typischer Windpark konstruiert, dessen Rentabilität anhand eines Discounted Cash Flow Modells bestimmt wird. Es werden die Einflussgrößen identifiziert, welche Unsicherheiten unterliegen. Für diese wird das Risiko mittels MCS quantifiziert. Darüber hinaus wird auch der gleichzeitige Eintritt bestimmter Risiken durch die Erfassung von Korrelationen untersucht. Darüber hinaus werden separat Simulationen zur Quantifizierung der Ertragsmöglichkeiten aus einem Verkauf von Certified Emission Reductions (CERs) mit einbezogen, welche aus der Registrierung als CDM-Projekt resultieren. Im letzten Unterpunkt werden die noch nicht quantifizierten Risiken anhand von Abweichungsbetrachtungen untersucht oder zumindest ausführlich die Auswirkungen auf den Projekterfolg diskutiert, sodass im Ergebnis eine umfassende Analyse der Risikostruktur, der Auswirkung der Risiken und letztlich der Profitabilität unter Risiko gegeben ist.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst, die getroffenen Annahmen sowie die Methodik diskutiert und letztlich ein Fazit sowie ein Ausblick gegeben.

2 Grundlagen der Finanzierung eines Onshore Windparks

In diesem Kapitel soll die Grundlage für die Analyse der Rentabilität eines Windparks in einem Schwellenland erläutert werden. Als Finanzierungsart ist die Projektfinanzierung üblich. Die Charakteristika einer solchen Finanzierung werden im Folgenden, auch in Abgrenzung zur Unternehmensfinanzierung erläutert. Desweiteren wird auf die Onshore Windpark Technologie eingegangen. Im letzten Unterkapitel wird eine Beschreibung der relevanten Risiken sowie von Strategien zur Vermeidung oder zum Transfer der Risiken vorgenommen.

2.1 Projektfinanzierung

Eine Projektfinanzierung zeichnet sich durch die Schaffung einer rechtlich eigenständigen Projektgesellschaft aus, dessen alleiniger Zweck die Investition in einen finanziellen Vermögensgegenstand darstellt und somit üblicher Weise eine begrenzte Existenzdauer aufweist.¹⁰ Die Gesellschaft haftet ausschließlich mit ihrer Haftungseinlage sowie ihren Vermögensgegenständen, welche zumeist schlecht verwertbar sind. Die starke Begrenzung des Rückgriffsrechts der Gläubiger auf die Eigenkapitalgeber wird als Non-Recourse Finanzierung bezeichnet.¹¹ Im Falle einer Limited Recourse Finanzierung beginnt die Haftungsbeschränkung erst bei Fertigstellung des Projektes.¹² Die Eigenkapitalgeber der

¹⁰ Vgl. Esty (2002), S. 6-7.

¹¹ Vgl. Babl et al. (2011), S. 27.

¹² Vgl. Babl et al. (2011), S. 13.

Risikomanagementstrategie werden nicht abgebildet und somit werden Handlungsspielräume des Managements nicht in die Bewertung einbezogen. Jedoch wurden die Handlungsspielräume theoretisch aufgezeigt. Eine Erweiterung der Analyse wäre die Bewertung solcher Handelsspielräume mittels optionspreistheoretischer Bewertungsmodelle. Eine derartige Quantifizierung verlangt wiederum einen großen Datenumfang, dessen Beschaffung, falls dies überhaupt möglich ist, mit einem großen Aufwand verbunden ist.³⁶⁵

Ein weiterer Nachteil der MCS ist, dass manche Risiken, die gerade für ein Schwellenland typisch sind, nicht in die Simulation einbezogen werden können (die sogenannten rare Events). Um den Nachteil des Verfahrens auszugleichen, wurden diese ergänzend quantifiziert oder zumindest die Auswirkung dieser diskutiert. Zwar wäre eine Erfassung unter großem Aufwand möglich. Aufgrund des seltenen Auftretens der Ereignisse ist jedoch die Schätzunsicherheit sehr groß, daher bringt die Aufnahme keinen Mehrwert für die Analyse.

Die zu treffende Aussage über die Finanzierungsentscheidung hängt letztlich von dem Betrachter und dessen Risikamentalität ab. In dieser Arbeit wurde eine Vielzahl von Kennzahlen betrachtet, um verschiedenen Anspruchsgruppen gerecht zu werden. Hier wird beispielsweise der CFaR zu dem gebräuchlichen Konfidenzniveau von 95 % betrachtet. Ein risikoaverserer Investor wäre bestrebt ein höheres Konfidenzniveau zu betrachten und würde daraus resultierend eine andere Entscheidung über Projektattraktivität und Risikowirkung fällen.

5.3 Fazit und Ausblick

In der Rückschau auf die Ergebnisse dieser Arbeit wird deutlich, dass eine Investition in einen Onshore Windpark in einem Schwellenland wie Mexiko unter Rendite-Risiko Gesichtspunkten sehr attraktiv sein kann.

In der Betrachtung von dem Investitionsland Mexiko erweist sich die Region Oaxaca als sehr attraktiv und die Region BCS als mäßig attraktiv. Somit sollte nicht nur das Regulierungsumfeld des Landes betrachtet werden sondern auch die Windverhältnisse am Standort eingehend geprüft werden. Auch der Einfluss besonderer Fördermaßnahmen, bspw. in Form des CDM, kann einen Wettbewerbsvorteil für ein Schwellenland bieten.

Ein überraschendes Ergebnis ist die geringe Auswirkung der Einbeziehung stochastischer Abhängigkeiten der Einflussfaktoren auf die Rendite und Finanzierungscharakteristika des Projektes. Es gilt zu überprüfen, ob dieses Ergebnis für Projektfinanzierungen von Onshore Windparks in Schwellenländern typisch ist oder ob weitere stochastische Abhängigkeiten identifiziert werden sollten, die das Gesamtbild verändern.

³⁶⁵ Vgl. Werthschulte (2005), S. 106-108.

Eine zusätzliche Erweiterungsmöglichkeit des Modells ist ein über die Projektlaufzeit variierender Diskontierungszinssatz. Ein konstanter Zinssatz, welcher in diesem Modell verwendet wird, berücksichtigt nicht die sich im Zeitablauf ändernde Finanzierungsstruktur. Aufgrund der Rückzahlung der Kredite sinkt der Fremdkapitalanteil, der Eigenkapitalanteil steigt. Allerdings führt eine Betrachtung des Zinssatzes auch zu einem sich ändernden Eigenkapitalzins, da sich das Projektrisiko im Verlauf ändert und die Eigenkapitalgeber ihre Renditeerwartung an das veränderte Risiko anpassen. Die Bestimmung einer sich im Zeitablauf ändernden Eigenkapitalverzinsung führt zu zusätzlichen Annahmen und einer Zunahme von Komplexität. Es ist jedoch fraglich, ob eine dadurch hinzu gewonnene Genauigkeit der Analyse die Zunahme der Komplexität aufwiegen kann.

Die Anreize, welche eingangs für eine Investition in ein Erneuerbare Energien Vorhaben in einem Schwellenland identifiziert wurden, scheinen im Fall der attraktiven Rendite und der Möglichkeit der Diversifizierbarkeit durch von dem Aktienmarkt unabhängige Erträge erfüllt zu sein. Allerdings gibt es viele Proteste gegen die Windparks seitens der einheimischen ejido Bevölkerung. Daher kann anstatt der zu erwartenden Imageverbesserung eher ein Imageschaden für das investierende Unternehmen entstehen.

Die Annahme, dass der Trend zur Ausweitung von Windenergie in Schwellenländern fortbesteht, welcher sich bereits durch einen starken Kapazitätszuwachs abzeichnete³⁶⁶, scheint, betrachtet man die gewonnenen Ergebnisse, äußerst begründet zu sein. Durch Projekte in Schwellenländern kann ein Know-How Transfer erwartet werden, der das Investitionsrisiko in diesen Ländern senkt. Desweiteren haben Schwellenländer einen stark steigenden Energiebedarf, welcher einen Anreiz für die Regierungen darstellt, ausländischen Investoren ein attraktives Investitionsklima zu bieten.

³⁶⁶ Vgl. GWEC (2012), S. 7.