

Michael Geiß

Wirtschaftlichkeit regenerativer Energien am Beispiel Bioethanol

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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.

Copyright © 2007 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783836607889

Michael Geiß

Wirtschaftlichkeit regenerativer Energien am Beispiel Bioethanol

Michael Geiß

Wirtschaftlichkeit regenerativer Energien am Beispiel Bioethanol

Michael Geiß

Wirtschaftlichkeit regenerativer Energien am Beispiel Bioethanol

ISBN: 978-3-8366-0788-9

Druck Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2008

Zugl. Fachhochschule Ludwigshafen, Ludwigshafen, Deutschland, Diplomarbeit, 2007

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica.de>, Hamburg 2008

Printed in Germany

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen, die mich unterstützt und zum Gelingen der Diplomarbeit beigetragen haben, bedanken.

Hierbei möchte ich mich zunächst bei Herrn Prof. Dr. Johannes Kals bedanken, der mir diese interessante Diplomarbeit ermöglicht hat. Als Betreuer von Seiten der Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein hat er mich intensiv betreut und unterstützt.

Besonders möchte ich meinem Betreuer Herrn Dipl.-Ing. Per M. Kleinschmidt für die interessante Aufgabenstellung und die intensive und gute fachliche Betreuung von Seiten der PMK-Consult danken. Er gab mir immer wieder neue, anregende Impulse und unterstützte mich in hervorragender Weise bei meiner Arbeit.

Besonders möchte ich auch allen Gesprächspartnern danken, die mir im Rahmen von Interviews ausführlich und engagiert Fragen beantwortet haben.

Ganz besonders möchte ich einen Dank an meine Eltern aussprechen, die mir das Studium überhaupt erst ermöglicht haben und mir immer zur Seite standen. Durch Korrekturlesen und wertvolle Ratschläge trugen sie zum Gelingen dieser Arbeit bei.

Dipl.-Ing. Per M. Kleinschmidt

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise	1
2 Grundlagen	3
2.1 Klimaveränderung und Klimaschutz	3
2.2 Fossiler Energieträger Öl	5
2.3 Regenerative Energien	8
2.4 Biokraftstoffe	9
2.4.1 Biodiesel	11
2.4.2 Pflanzenöl	14
2.4.3 Bioethanol	15
2.4.4 Biokraftstoffe der Zukunft - BtL	22
2.4.5 Biokraftstoffe der Zukunft – Biomethan	25
2.4.6 Perspektiven von Biokraftstoffen	26
2.5 Nachwachsende Rohstoffe	30
2.6 Rahmenbedingungen	36
2.6.1 Steuer- und Energiepolitik	36
2.6.2 Agrarpolitik	38
2.6.3 Förderung von Produktionsanlagen	39
2.7 Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung	40
2.7.1 Statische Investitionsrechnung	40
2.7.2 Dynamische Investitionsrechnung	40
2.7.2.1 Kapitalwertmethode (<i>Net Present Value</i>)	41
2.7.2.2 <i>Interne-Zinsfuß-Methode</i>	42
2.7.2.3 <i>Annuitätenmethode</i>	42
2.7.2.4 <i>Dynamische Amortisationsrechnung</i>	43

3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	45
3.1 Ablauf der Interviews	45
3.2 Analyse der Kapazitäten und Nachfrage bei Bioethanol	46
3.2.1 Produktionskapazitäten für Bioethanol in Deutschland	47
3.2.2 Prognose des Ottokraftstoffabsatzes in Deutschland	49
3.2.3 Ermittlung des Absatzes für Bioethanol zur Beimischung in Deutschland	52
3.2.4 Ermittlung des Bioethanolabsatzes durch E85 in Deutschland	56
3.2.4.1 Absatzentwicklung bei E85-Kraftstoff	58
3.2.4.2 Die Rolle des Staates bei der Entwicklung des E85-Absatzes ..	62
3.2.4.3 Tankstelleninfrastruktur	64
3.2.4.4 Bekanntheitsgrad von E85-Kraftstoff	65
3.2.4.5 Szenarios zur Untersuchung des E85-Kraftstoffpotenzials	66
3.2.5 Ergebnisdarstellung der Marktanalyse für Deutschland	75
3.2.6 Der europäische Bioethanolmarkt	78
3.2.7 Der globale Bioethanolmarkt	82
3.3 Investitionsrechnung	86
3.3.1 Modell einer Bioethanolanlage	86
3.3.2 Kosten der Bioethanolproduktion mit Rohstoff Weizen	89
3.3.2.1 Kosten für Rohstoffe, Lagerhaltung und Transport	89
3.3.2.2 Personalkosten	94
3.3.2.3 Versicherungs- und Instandhaltungskosten	95
3.3.2.4 Energiekosten	96
3.3.2.5 Kosten für Chemikalien, Wasser und Abwasser	98
3.3.2.6 Kosten für Abfallentsorgung und Pacht	100
3.3.3 Erlöse aus der Bioethanolproduktion mit Rohstoff Weizen	101
3.3.4 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit in Rechenszenarios	102
3.3.4.1 Zugrunde liegende Annahmen für Rechenszenarios	103
3.3.4.2 Szenario 1: Hoher Rohstoffpreis	105
3.3.4.3 Szenario 2: Niedriger Rohstoffpreis	109
3.3.4.4 Szenario 3: Geringerer Fremdkapitalanteil	110
3.3.4.5 Szenario 4: Höherer Bioethanolabsatzpreis	111

4 Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	112
A Literatur- und Quellenverzeichnis	117
A1 Literaturverzeichnis	117
A2 Internet Quellen	119
A3 Mündliche Quellen.....	120
B Anhang.....	123
B1 Zusammenhang von CO ₂ und Treibhauseffekt	123
B2 Statische Investitionsrechnung	124
B2.1 Kostenvergleichsrechnung.....	124
B2.2 Gewinnvergleichsrechnung.....	126
B2.3 Rentabilitätsvergleichsrechnung	128
B2.4 Amortisationsrechnung	129
B3 Marktanalyse Bioethanol	131
B3.1 Fragebogen Bioethanolproduktionskapazitäten.....	131
B3.2 Bioethanolproduktionskapazitäten 2007 bis 2013.....	132
B3.3 Berechnungen zur Ermittlung des Bioethanolabsatzes.....	135
B3.4 Fragebogen und Auswertung für Verbraucheruntersuchung	137
B3.5 Fragebogen und Auswertungen für Untersuchungen bei FFV- Händlern in Deutschland	140
B3.6 Tankstellennetz für E85-Kraftstoff in Deutschland	144
B3.7 Szenarios zur Untersuchung von E85-Kraftstoff	145
B4 Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Szenarios.....	146

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Die größten CO ₂ -Emittenten der Welt	4
Abbildung 2.2: Erneuerbare Energiequellen.....	9
Abbildung 2.3: CO ₂ -Emittenten in Deutschland im Jahr 2003.....	10
Abbildung 2.4: Globale Verwendung von Ethanol nach Industrien.....	16
Abbildung 2.5: Bioethanolherstellungsprozess.....	20
Abbildung 2.6: Vergleich der Jahreserträge von Biokraftstoffen pro ha.....	24
Abbildung 2.7: Zukünftige Produktion von Bioethanol in Deutschland	29
Abbildung 3.1: Entwicklung der Bioethanolproduktionskapazitäten in Deutschland.....	49
Abbildung 3.2: Entwicklung des Otto- und Dieselmotorkraftstoffabsatzes in Deutschland.....	50
Abbildung 3.3: Ermittlung des Ottomotorkraftstoffverbrauches 2008 bis 2013	52
Abbildung 3.4: Freie Produktionskapazitäten bei Eintritt von Szenario B1	76
Abbildung 3.5: Freie Produktionskapazitäten bei Eintritt von Szenario B2	76
Abbildung 3.6: Gegenüberstellung Bioethanolproduktionskapazitäten und Nachfrage aus Szenarios B1 mit C1 bis C4	78
Abbildung 3.7: Bioethanolproduktionskosten in Europa, Brasilien und den USA	83
Abbildung 3.8: Modell der Bioethanolproduktion mit Output DDGS	88
Abbildung 3.9: Dynamische Amortisationszeit Szenario 4	113
Abbildung 3.10: Dynamische Amortisationszeit Szenario 2	114
Abbildung 3.11: Dynamische Amortisationszeit Szenario 3	115
Abbildung B2.1: Kritische Auslastung in Abhängigkeit von der Beschäftigung.....	126
Abbildung B2.2: Break-Even-Point bei mehreren Investitionsalternativen.....	128
Abbildung B3.1: Fragebogen für empirische Untersuchung zur Ermittlung der Bioethanolproduktionskapazitäten.....	131
Abbildung B3.2: Verbraucherbefragung zur Unterstützung der Marktanalyse von E85-Kraftstoff.....	137
Abbildung B3.3: Auswertung der Kundenbefragung.....	139
Abbildung B3.4: Fragebogen zur FFV-Händlerbefragung	140

Abbildung B3.5: Auswertung Händlerbefragung (1)	141
Abbildung B3.6: Auswertung Händlerbefragung (2)	142
Abbildung B3.7: Auswertung Händlerbefragung (3)	143
Abbildung B3.8: E85-Tankstellennetz in Deutschland	144
Abbildung B3.9: Gegenüberstellung Bioethanolproduktionskapazitäten und Nachfrage aus Szenarios B2 mit C1 bis C4.....	145

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Biokraftstoffe im Vergleich	25
Tabelle 2.2: Nachwachsende Rohstoffe zur Herstellung von Bioethanol im Vergleich	32
Tabelle 2.3: Anbauflächen, Flächenerträge und Stärkeanteile von Getreide ...	33
Tabelle 2.4: Biokraftstoffgesamtquoten 2009 bis 2015.....	37
Tabelle 2.5: Beimischungsquoten für Bioethanol 2007 bis 2015.....	37
Tabelle 2.6: Mineralölsteuer für Biodiesel und Pflanzenöl 2007 bis 2012	38
Tabelle 3.1: Ermittlung des voraussichtlichen Ottokraftstoffverbrauches 2007	51
Tabelle 3.2: Szenario B1 - Bioethanolbedarf durch Bioethanolbeimischung	55
Tabelle 3.3: Szenario B2 - Bioethanolbeimischung unter Berücksichtigung bereits erzielter Quoten und Einhaltung der vorgeschriebenen Bioethanolbeimischungsquote durch das BioKraftQuG.....	56
Tabelle 3.4: Ermittlung des FFV-Potenzials und E85-Bedarfs für 2007 und 2008	67
Tabelle 3.5: Szenario C1 - FFV-Potenzial und E85-Bedarf 2007 bis 2013.....	69
Tabelle 3.6: Szenario C2 - FFV-Potenzial und E85-Bedarf 2007 bis 2013.....	71
Tabelle 3.7: Szenario C3 - FFV-Potenzial und E85-Bedarf 2007 bis 2013.....	73
Tabelle 3.8: Szenario C4 - FFV-Potenzial und E85-Bedarf 2007 bis 2013.....	74
Tabelle 3.9: Szenario D1 - Mögliche Entwicklung des Bioethanolbedarfs in den EU-25 Ländern	79
Tabelle 3.10: Szenario D2 und D3 - Bioethanolbedarf in den EU-25	81
Tabelle 3.11: Rohstoffkosten im Vergleich	90
Tabelle 3.12: Lagerkosten für Rohstoffe	92
Tabelle 3.13: Transportkosten je t Rohstoff.....	92
Tabelle 3.14: Transportkosten für Rohstoffbeschaffung in EUR je t Bioethanol	93
Tabelle 3.15: Ermittlung der Rohstoff Gesamtkosten	94
Tabelle 3.16: Ermittlung der Personalkosten.....	95
Tabelle 3.17: Ermittlung der Energiekosten	98
Tabelle 3.18: Ermittlung der Wasser- und Abwasserkosten.....	100

Tabelle 3.19: Zugrunde liegende Annahmen des Rechenmodells	105
Tabelle 3.20: Cash Flow Rechnung Szenario 1	107
Tabelle 3.21: Dynamische Investitionsrechnung Szenario 1	108
Tabelle B3.1: Kapazitäten für Bioethanolanlagen – Produktionsstart bis 2007	132
Tabelle B3.2: Kapazitäten für Bioethanolanlagen – Produktionsstart 2008....	133
Tabelle B3.3: Kapazitäten für Bioethanolanlagen – Produktionsstart ab 2009	134
Tabelle B3.4: Entwicklung der Bioethanolproduktionskapazitäten bis 2013...	135
Tabelle B3.5: Mögliche Entwicklung der Kraftstoffpreise bis 2013	135
Tabelle B3.6: Berechnung zur Ermittlung des Ottokraftstoffverbrauches bis 2013	136
Tabelle B3.7: Angaben zu den befragten Personen.....	138
Tabelle B3.8: Mineralölsteuerausfall 2007-2013 für Szenario C1.....	145
Tabelle B4.1: Zugrunde liegende Daten für Berechnungen in Szenario 1.....	146
Tabelle B4.2: Ermittlung der linearen Abschreibungen Szenario 1	147
Tabelle B4.3: Ermittlung der Zinsaufwendungen und –erträge Szenario 1	148
Tabelle B4.4: Gewinn- und Verlustrechnung Szenario 1	149
Tabelle B4.5: Zugrunde liegende Daten für Berechnungen in Szenario 2.....	150
Tabelle B4.6: Ermittlung der linearen Abschreibungen Szenario 2	151
Tabelle B4.7: Ermittlung der Zinsaufwendungen und –erträge Szenario 2	152
Tabelle B4.8: Gewinn- und Verlustrechnung Szenario 2.....	153
Tabelle B4.9: Cash Flow Berechnung Szenario 2.....	154
Tabelle B4.10: Dynamische Investitionsrechnung Szenario 2.....	155
Tabelle B4.11: Zugrunde liegende Daten für Berechnungen in Szenario 3....	156
Tabelle B4.12: Ermittlung der linearen Abschreibungen Szenario 3	157
Tabelle B4.13: Ermittlung der Zinsaufwendungen und –erträge Szenario 3 ..	158
Tabelle B4.14: Gewinn- und Verlustrechnung Szenario 3.....	159
Tabelle B4.15: Cash Flow Berechnung Szenario 3	160
Tabelle B4.16: Dynamische Investitionsrechnung Szenario 3.....	161
Tabelle B4.17: Zugrunde liegende Daten für Berechnungen in Szenario 4....	162
Tabelle B4.18: Ermittlung der linearen Abschreibungen Szenario 4	163

Tabelle B4.19: Ermittlung der Zinsaufwendungen und –erträge Szenario 4 ..	164
Tabelle B4.20: Gewinn- und Verlustrechnung Szenario 4 Rechnung.....	165
Tabelle B4.21: Cash Flow Berechnung Szenario 4	166
Tabelle B4.22: Dynamische Investitionsrechnung Szenario 4.....	167

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AG	Aktiengesellschaft
Anm. d. Verf.	Anmerkung des Verfassers
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
B	Benzin
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BioKraftQuG	Biokraftstoffquotengesetz
BtL	Biomass-to-liquid
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
ct	cent
Co. KG	Compagnie Kommanditgesellschaft
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DDGS	Dried Distillers Grains with Solubles
DIN	Deutsches Institut für Normung
DK	Dieselmotortreibstoff
EG	Europäische Gemeinschaft
EJ	Exa-Joule
EN	Europäische Norm
ETBE	Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether
EtOH	Bioethanol
EU	Europäische Union
EU-25	25 Beitrittsstaaten der europäischen Union
EUR	Euro
e.V.	Eingetragener Verein
f.	folgende
ff.	fortfolgende

FAME	Fattay Acid Methyl Ester
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FFV	Flexible-Fuel-Vehicles
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GJ	Giga-Joule
GUS	Gemeinschaft unabhängiger Staaten
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
ha	Hektar
Hrsg.	Herausgeber
IEA	Internationalen Energie Agentur
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
KG	Kommandit Gesellschaft
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
IEA	International Energy Agency
IHK	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
e.V.	eingetragener Verein
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern
Lkw	Lastkraftwagen
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Million
MJ	Mega-Joule
Mrd.	Milliarde
MTBE	Methyl-t-Butyl-Ether
MWh	Megawattstunde
Nr.	Nummer
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries
Pkw	Personenkraftwagen
S.	Seite

SKE	Steinkohle-Einheit
Stck	Stück
t	Tonne
Tab.	Tabelle
TS	Trockensubstanz
u.A.	unter Anderem
URL	Uniform Resource Locator
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
v.a.	vor allem
Vgl.	Vergleich
Vol.	Volumen
WTO	World Trade Organisation
z.B.	zum Beispiel
ZG	Zentrale Genossenschaft
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH
zzgl.	zuzüglich

1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Aufgabenstellung

Die Diskussion über Klimaschutz und die Forderung nach verstärktem Einsatz erneuerbarer Energien hat in den letzten Jahren zunehmend an ökonomischer und ökologischer Bedeutung gewonnen. Beschränkte Verfügbarkeit fossiler Energieträger, Klimaveränderung und die daraus resultierenden Folgen für Mensch und Natur erfordern die Erzeugung von umweltfreundlicheren bzw. emissionsärmeren Energien und Kraftstoffen aus neuen Rohstoffen.

Neben der umweltfreundlicheren Produktion von Wärme und Strom stehen emissionsarme, alternative Kraftstoffe für Automobile im Mittelpunkt. Nach der positiven Entwicklung bei Biodiesel in den letzten Jahren gewinnt der Biokraftstoff Bioethanol immer mehr an Bedeutung. Durch das Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) beträgt die Beimischungsquote für Bioethanol zu Otto-Kraftstoffen in Deutschland bereits heute 1,2 Prozent. Bis zum Jahr 2010 soll die Quote auf mindestens 3,6 Prozent erhöht werden. Als Folge daraus wird der Bedarf an Bioethanol durch die geänderten Marktbedingungen steigen. Der Bau neuer Anlagen zur Produktion von Bioethanol wird in der Zukunft nötig sein. Die Investitionsentscheidung für eine neue Anlage bedarf der Analyse des Marktes und der zukünftigen Marktbedingungen.

Der Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Diplomarbeit ist die Durchführung einer Investitionsrechnung zur Ermittlung der Rentabilität einer Bioethanolanlage mittlerer Größe. Methodisch wird dafür die aktuelle Marktsituation analysiert und Prognosen für zukünftige Veränderungen abgegeben. Zur Entscheidungsfindung bzgl. der Investition werden die möglichen Erträge den anfallenden Investitionskosten gegenübergestellt. Chancen und Risiken der Anlage werden nach einer detaillierten Untersuchung des Marktes unter Berücksichtigung der Umweltfaktoren beurteilt.