

# Kapitalmarktorientierte Bewertung der MTV IV BioEnergie GmbH & Co. KG

Prof. Dr. Ralf Elsas

Institut für Finance & Banking  
Ludwig-Maximilians-Universität München

München, Frankfurt/M., Mai 2007



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Elsas', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Ralf Elsas

Studie im Auftrag der



## ***Zugrundeliegende Annahmen und Einschränkungen***

*Modellrisiko:* Die vorliegende Studie basiert auf modernen finanzwirtschaftlichen Verfahren und ist sorgfältig und nach bestem Wissen des Autors erstellt. Eine modellbasierte Bewertung kann jedoch, aufgrund zwingend notwendiger Vereinfachungen, subjektiver Einschätzungen sowie statistischer Schätzungenauigkeit keine vollständige Abbildung aller möglichen Risiken erzielen. Dies führt bei jeder Quantifizierung zu einem unabdingbaren Modell- und Bewertungsrisiko. Entsprechend kann keine Haftung für die Modellrechnungen und Bewertungsimplicationen übernommen werden.

*Steuern:* Steuerliche Aspekte werden vereinfacht und weitestgehend entsprechend zur Vorgehensweise im Emissionsprospekt des MTV IV behandelt, insbesondere wird nur die Fondsbelastung mit Gewerbeertragssteuer bei einem Hebesatz von 333% in die Bewertung einbezogen. Steuerliche Risiken etwa durch Gesetzesänderungen werden nicht direkt berücksichtigt.

*Unterlagen:* Die vorliegende Studie basiert auf den folgenden vom Auftragsgeber zur Verfügung gestellten Unterlagen: dem Verkaufsprospekt des MTV IV, Vertragsunterlagen mit den Landwirten hinsichtlich Pacht und Silage-Lieferungen, Vertragsunterlagen zur Betriebsunterbrechungsversicherung, Informationen zu den Konditionen der Kreditfinanzierung sowie zwei technische Gutachten zum MTV III bzw. MTV IV.

## Gliederung

	Zugrundeliegende Annahmen und Einschränkungen .....	1
A	Zielsetzung .....	5
B	Kurzbeschreibung des Fonds und qualitative Risikoanalyse .....	6
1	Beschreibung der Realinvestitionen des MTV IV .....	6
2	Qualitative Risikoanalyse .....	8
3	Status Quo der Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	13
B	Bewertungsmethodik .....	16
1	Grundlagen .....	16
2	Risikoadäquate Kapitalkosten, Replikationsportfolio und Finanzierung .....	18
	Kapitalmarktmodell .....	18
	Asset-Beta und börsennotierte Replikationsunternehmen .....	21
	Zinsstrukturkurve .....	25
	Rating und Fremdkapitalkosten .....	26
	Kapitalkosten-Ansatz .....	27
3	Zusammenfassende Übersicht .....	29
D	Kapitalmarktorientierte Bewertung des MTV IV .....	31
1	Zentrale Parameter der Cashflow-Szenarien .....	31
	Erwartungswert-Szenario .....	31
2	Kapitalwert des Fonds .....	35
3	Sensitivitätsanalyse .....	37
	Vorüberlegungen .....	37
	Allgemeine Sensitivitätsanalyse .....	38
	Analyse der Faktorsensitivitäten .....	40
	Zinsänderungsrisiko und Cap-Sicherung .....	42
E	Zusammenfassende Einschätzung und Gestaltungsempfehlungen .....	44
	Anhang: Methodik und Definitionen .....	47
A.1	Datenbasis .....	47
A.2	Kapitalmarktmodell und relevante Risikofaktoren für die Investitionsrechnung .....	47

A.3	Zinsstrukturmodell von Cox/Ingersoll/Ross (1985) .....	48
A.4	Beta-Schätzung nach der ECM-Methode .....	49
A.5	RenewIndex .....	50
Literatur	.....	53

## **A Zielsetzung**

Diese Studie zur kapitalmarktorientierten Bewertung der MTV IV Bioenergie GmbH & Co KG (im Folgenden „Fonds“ oder MTV IV) soll auf der Basis moderner finanzwirtschaftlicher Methoden eine erweiterte marktbasierende Bewertung des Fonds vornehmen. Die Studie ist darauf ausgerichtet, die ökonomische Vorteilhaftigkeit eines Investments in den MTV IV auf der Basis des Kapitalwerts zu bestimmen. Zugleich soll eine konzeptionelle Basis entwickelt sowie Gestaltungsempfehlungen zur Analyse und fundierten Bewertung weiterer Bioenergie-Projekte der MTV Capital Invest AG abgeleitet werden.

Hierzu wird in einem ersten Schritt ein Cashflow-Szenario (Erwartungswert-Szenario) bestimmt. Im zweiten Schritt werden risikoadäquate Diskontierungsfaktoren für die relevanten Wertkomponenten sowie alle Planungsperioden ermittelt. Die risikoadäquaten Diskontierungszinssätze werden unter Verwendung eines Portfolios kapitalmarktgehandelter Vergleichsunternehmen aus Aktienkursrenditen geschätzt. Im dritten Schritt erfolgt dann die eigentliche Ermittlung des Kapitalwerts. Dieser wird anschließend durch Sensitivitätsanalysen validiert.

Ein wesentliches Element der Bewertung stellt die Analyse und Erweiterung der bisher verwendeten Planrechnungen zur Wirtschaftlichkeits- und Ausschüttungsprognose dar. Diese sind bisher nicht auf Cashflow-Basis und müssen entsprechend angepasst werden. Die Bewertung erfolgt aus der Sicht potentieller Investoren (Kommanditisten) die im Folgenden als Eigenkapitalgeber betrachtet werden.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut. In Abschnitt B wird das mit dem Fonds verbundene Investitionsprojekt beschrieben und eine qualitative Risikoanalyse durchgeführt. Es erfolgt zudem eine kurze Diskussion der im Emissionsprospekt vorgenommenen Wirtschaftlichkeitsanalyse. In Abschnitt C wird die Bewertungsmethodik vorgestellt. Die eigentliche Fonds-Bewertung sowie die Analyse der ökonomischen Vorteilhaftigkeit und des mit dem Fondsinvestments verbundenen Risikos wird in Abschnitt D dokumentiert. Abschnitt E fasst die wesentlichen Ergebnisse zusammen. Im Anhang werden die verwendeten Methoden kurz beschrieben.

## **B Kurzbeschreibung des Fonds und qualitative Risikoanalyse**

### **1 Beschreibung der Realinvestitionen des MTV IV**

Der MTV IV Fonds errichtet Biogasanlagen in Deutschland, die zur Stromerzeugung mit Vergütung nach den besonderen Sätzen des *Erneuerbare Energien Gesetz* (EEG) verwendet werden. Der Fonds ist als GmbH & Co KG konzipiert und soll 15 Anlagen mit einer Modulnennleistung von jeweils 250 kWh errichten und bewirtschaften. Für eine detaillierte Darstellung wird auf den Emissionsprospekt verwiesen. Für die qualitative Risikoanalyse ist jedoch eine kurze Darstellung des Investitions- und Stromerzeugungsprozesses wichtig.

Der Fonds errichtet auf gepachteten Grundstücken von Landwirten Biogasanlagen, die in Verbindung mit Blockheizkraftwerken Strom produzieren und direkt ins Stromnetz einspeisen. Der eigentliche Produktionsprozess besteht dabei aus der Produktion von Biogas aus Biomasse (vorwiegend Maissilage), das durch einen kontrollierten Fermentationsprozess durch biologischen Abbau erzeugt wird. Die Stromerzeugung erfolgt durch Verbrennung in einem Zündstrahlmotor, unter Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie. Entsprechend werden folgende direkte Inputfaktoren benötigt

- Grundstücke für die Anlagen und den Maisanbau,
- Maissilage zur Fermentierung (Substrate),
- Strom zum Anlagenbetrieb,
- Öl für den Betrieb des Blockheizkraftwerks (Zündöl).

Diese Faktoren bestimmen in Verbindung mit der Investition in die Beschaffung, Errichtung und Instandhaltung sowie den Kosten des wirtschaftlichen Betriebs der Biogasanlagen (Verwaltung, Substratmanagement, Rechnungslegung etc.) die mit dem Projekt verbundenen Auszahlungsströme.

Die Einzahlungsströme resultieren aus dem Verkauf (der Einspeisung) des Stroms, wobei das EEG bis zum Jahr 2027 eine feste Stromabnahmevergütung garantiert. Diese beträgt bei Inbetriebnahme der Anlagen in 2007 insgesamt 19,48 Euro-Cent pro Kilowattstunde (10,48 ct Grundvergütung, 1 ct Technologie-Bonus für 50% der

Anlagen, 2 ct Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus sowie 6 ct Bonus für die Verwendung nachwachsender Rohstoffe).<sup>1</sup>

Desweiteren sind die folgenden Rahmendaten für die Wirtschaftlichkeitsanalyse relevant und gehen weitestgehend in das Erwartungs-Wert Szenario bei der Kapitalwert-Ermittlung dieser Studie direkt ein:

- *Pacht- und Substratlieferungsverträge:* Der Fonds hat mit den betreibenden Landwirten Pachtverträge über die gesamte Laufzeit abgeschlossen. Diese sind verpflichtet, 4000 Tonnen Substrate pro Jahr für 22,5 Euro/Tonne zu liefern. In der Wirtschaftlichkeitsanalyse ist zudem eine Preissteigerung von 1,5% p.a. ab dem Jahr 2017 angesetzt. Ein technisches Gutachten bestätigt, dass diese Preissetzung als realistisch anzusehen ist (vgl. Institut für Energetik und Umwelt (2006)).
- Eine erfolgsabhängige Komponente der Substratlieferungsverträge sieht vor, dass die Landwirte einen Bonus erhalten, wenn sie mit der gelieferten Menge Mais eines Geschäftsjahres mehr Strom produzieren, als ein Referenzwert von 440 kWh pro Tonne.<sup>2</sup> Die Landwirte erhalten dann 50% der eingesparten Silagekosten auf der Basis des in dem Geschäftsjahr gültigen Abnahmepreises.
- *Anlagenbetrieb und –wartung:* Die Archea GmbH übernimmt die technische Betriebsführung und die Instandhaltung der Biogasanlagen als Service-Dienstleister. Beide Rahmenverträge haben eine Grundlaufzeit von 10 Jahren und es wird eine Anlagenverfügbarkeit von 92% bezogen auf 8700 Betriebsstunden pro Jahr in den ersten beiden Betriebsjahren garantiert. Die Haftung ist auf 2 Mio. Euro beschränkt. Ein technisches Gutachten (vgl. Institut für Energetik und Umwelt (2006)) bestätigt, dass diese Verfügbarkeit gewährleistet werden kann. Das Gutachten bewertet zudem den geplanten durchschnittlichen Eigenstromverbrauch von 5,5% der erzeugten Energie als erzielbar. Der Eigenverbrauch wird durch externe Stromversorgung gedeckt. Die Anla-

---

<sup>1</sup> Vgl. EEG §8.

<sup>2</sup> Dies könnte bspw. resultieren, wenn die verwendete Maissilage einen über der Erwartung liegenden Methangehalt hat.

genverfügbarkeit wird zusätzlich durch eine abgeschlossene Betriebsunterbrechungsversicherung sichergestellt.<sup>3</sup>

- Die erwartete Lebensdauer des Blockheizkraftwerks beträgt, in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Auslastung, 60.000-80.000 Betriebsstunden, d.h. im Durchschnitt muss ein Kraftwerk dreimal während der Fondslaufzeit ersetzt werden. Dies führt einerseits zu Kosten, ermöglicht andererseits die sukzessive Anpassung der Anlage an die technische Entwicklung, was mittelfristig den Wirkungsgrad von anfänglich ca. 40% verbessern sollte.
- *Kreditfinanzierung*: Das Darlehen in Höhe von 8.900.000 Euro hat eine Laufzeit von 10 Jahren und ist variabel verzinst, mit einem Spread von 1,5% über dem Euribor. Es wurde ein Zins-Cap vereinbart, der den Zins für 80% des nominalen Fremdkapitals auf maximal 6,50 % p.a. begrenzt.<sup>4</sup>
- *Kapital*: Es wird nominal (Eigen-)Kapital in Höhe von 8.925.000 Euro zum 31.12.2006 durch Zeichnung von Kommanditisten eingenommen.
- *Investitionen*: Die Investitionssumme für die Biogasanlagen („schlüsselfertig“) beträgt 14.100.000 Euro, hierfür sind Rahmenverträge mit der Eisenmann GmbH & Co KG sowie Schnell Zündstrahlmotoren AG & Co KG abgeschlossen.
- *Kündigungsoption*: Die Kommanditisten des Fonds haben eine Rückgabeoption ihres Kapitalanteils mit 3-monatiger Kündigungsfrist zum Ende jedes Geschäftsjahres, erstmals zum 31.12.2016.

## **2 Qualitative Risikoanalyse**

Die mit der Errichtung und dem Betrieb von Biogas-Anlagen verbundenen Risiken resultieren grundsätzlich aus einer Erhöhung der erwarteten Auszahlungen oder einer Verminderung der erwarteten Einzahlungen. Diese können insbesondere durch die folgenden Faktoren bedingt sein.

---

<sup>3</sup> Die Betriebsunterbrechungsversicherung erhöht die Plausibilität der angesetzten durchschnittlichen Anlagenverfügbarkeit. Aufgrund des vereinbarten Selbstbehalts sowie der Haftungsobergrenze werden der Versicherung keine weiteren Werteffekte hinsichtlich der Einzahlungen beigemessen.

<sup>4</sup> Ein Cap ist ein Bündel von Kaufoptionen auf einen Basiszinssatz zu verschiedenen, vertraglich vereinbarten Zeitpunkten während der Laufzeit. Der Cap begrenzt den maximal zu zahlenden Zinssatz nach oben. Vgl. zur Definition und Bewertung Hull (2006).

### Anlagen-Implementierung

Die Risiken aus der Anlagen-Implementierung liegen hauptsächlich im Erhalt der Baugenehmigungen, der eigentlichen Errichtung der Anlagen und einer erfolgreichen Inbetriebnahme. Zahlungsrisiken entstehen hierbei insbesondere aus Opportunitätskosten nicht erzielter Einzahlungen bei zeitlichen Verzögerungen. Die Risiken höherer Installationskosten scheinen begrenzt und gering, durch die entsprechende Ausgestaltung der Kaufverträge. Sollte zudem die Anlagen-Inbetriebnahme nicht wie geplant im Jahr 2007 erfolgen, reduziert sich die Grundvergütung nach EEG um 1,5 % pro Jahr der Verspätung für jede Planungsperiode.

### Biogaserzeugung

Die wesentlichen Ergebnisgrößen des Biogas-Produktionsprozesses liegen in der produzierten Menge Gases und dessen Methangehalts. Da der Fermentierungsprozeß mehrere Wochen in Anspruch nimmt und anfällig für Störungen in den Rahmenbedingungen ist (Betriebstemperatur, Biomasse-Mischungsverhältnis etc.) erscheinen beide Größen als wichtige Bestimmungsfaktoren für die ökonomische Wertanalyse (vgl. auch Gottschick (2006)).

### Stromproduktion

Die Menge produzierten Stroms ist die entscheidende Größe für die Höhe der erwirtschafteten Einzahlungen. Diese hängt sowohl von den schon genannten Faktoren Gasmenge und Methangehalt ab, aber zudem auch von der Anlagenverfügbarkeit sowie dem Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerks. Auch diese Größen erscheinen als wesentliche Bestimmungsfaktoren der ökonomischen Wertanalyse.

Die hiermit verbundenen potentiellen Risiken können anhand der Abbildung 1 illustriert werden, die auf den Angaben eines Stromversorgers beruht (der EWE AG), der für einen Beispielsmonat die tatsächliche Stromeinspeisung einer Biogasanlage (die nicht zum MTV IV gehört und unbekannte Technik verwendet) zeigt. Erkennbar ist die extreme Volatilität der tatsächlichen Einspeisung im Verhältnis zur Kapazität der Anlage.

## Monats-Ganglinie einer Biogasanlage

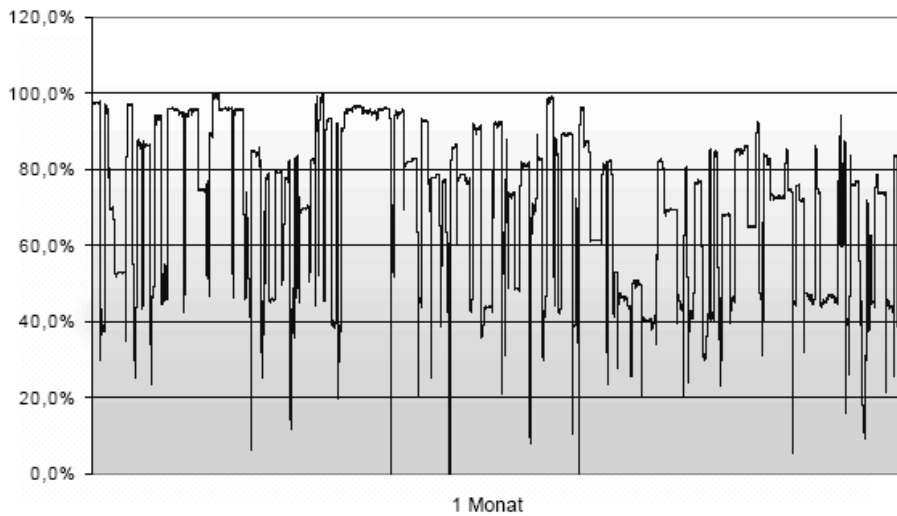


Abbildung 1: Stromeinspeisung einer Biogasanlage relativ zur Kapazität

Quelle: Institut für Energetik und Umwelt (2005), S. 81

Zu berücksichtigen ist zudem, dass die Auslastung des Zündstrahlmotors einen starken Einfluss auf den erzielbaren Wirkungsgrad der Stromproduktion und auch den Materialverschleiß hat, wobei ein Volllastbetrieb die optimale Konstellation erzielt.<sup>5</sup> Insofern besteht allerdings auch ein Korrelationsmuster zwischen der Höhe der Auszahlungen und der Höhe der Einzahlungen, das bei einer Risiko- und Sensitivitätsanalyse berücksichtigt werden muss.

### Variabilität der Inputpreise

Der Fonds ist Marktpreisrisiken hinsichtlich mehrerer Determinanten ausgesetzt. Marktpreise werden relevant für alle Inputfaktoren spätestens nach Ablauf der bestehenden Lieferverträge. Vertraglich unbegrenzt fixiert sind nur die Pachtverträge mit den Landwirten; die Substratpreise sind auf 10 Jahre vertraglich bestimmt.

Sowohl die Stromkosten für den externen Bezug zum Betrieb der Anlage als auch die Ölpreise für den Betrieb des Zündstrahlmotors unterliegen voll Marktpreisschwankungen.

---

<sup>5</sup> Laut Aussage der des Herstellers gibt es bei einer Variation des durchschnittlichen Auslastungsgrads kaum Effekte auf den Zündölverbrauch pro kWh erzeugter Energie.

Zudem sind die Zinszahlungen für die Fremdkapitalfinanzierung variabel, auch wenn das resultierende Zinsänderungsrisiko durch einen Cap begrenzt ist.

Alle genannten Faktoren werden bei der Risiko- und Sensitivitätsanalyse berücksichtigt.

### Kreditrisiken

Grundsätzlich sind alle vertraglich vereinbarten Leistungen, die den wirtschaftlichen Erfolg des Fonds betreffen, von der Erfüllung des Leistungsversprechens der Vertragspartner abhängig. Neben dem Rechtsrisiko und dem mit einer Durchsetzung von Vertragsansprüchen verbundenen Zeitbedarf ist hier insbesondere der Konkurs von Vertragspartnern ein wesentliches Risiko. Analog zur Vorgehensweise im Emissionsprospekt werden solche Kreditrisiken nicht separat bewertet, da die hierfür erforderlichen Angaben etwa zur Einschätzung des Ausfallrisikos des Service-Dienstleisters nicht verfügbar sind. Dem Kreditrisiko wird in dieser Analyse (und auch im Emissionsprospekt) implizit Rechnung getragen, indem ein pauschaler Abschlag auf den garantierten Wirkungsgrad sowie die Anlagenverfügbarkeit vorgenommen wird.

Dem Kreditrisiko aus den Substratlieferverpflichtungen ist ohne weitere Anpassungen Rechnung getragen, da einerseits der vereinbarte Lieferpreis lt. Gutachten (vgl. Heidelberger Institut (2006)) die externe Beschaffung am Markt ohne Mehrkosten erlauben würde und die Reaktionszeit auf Probleme in der Substratsversorgung mit durchschnittlich 10 Monaten angegeben wird, so dass diese Risikokomponente vernachlässigbar erscheint. Diese Zeitangabe berücksichtigt auch Diversifikationsmöglichkeiten durch den Substratausgleich zwischen den einzelnen Biogasanlagen des Fonds.

### Liquiditätsrisiken

Die Liquidität des Fonds wird durch die Variabilität der Einspeiseerlöse, die Kündigungsoption der Kommanditisten und die vertraglichen Zahlungsverpflichtungen gegenüber den Landwirten, den Gesellschaften für die kaufmännische und steuerliche Verwaltung<sup>6</sup> sowie externen Zulieferern beeinflusst. Die Zahlungsverpflichtungen aus der Geschäftsbesorgung etc. sind vertraglich fixiert und dürften direkt zu keinen nennenswerten unerwarteten Belastungen führen.

---

<sup>6</sup> Dies sind die EU Kapitaltreuhand, MTV International, MTV Capital Invest sowie eine Steuerberatungsgesellschaft.

Die Kündigungsoption ist mit erheblichen Kosten für die Kommanditisten verbunden und dürfte aus der Sicht des Gutachters systematisch nur ausgenutzt werden, wenn der Fonds im ökonomischen Sinne unrentabel ist, d.h. die Biogasproduktion nicht fortgeführt werden sollte. Dieses Optionsrecht wird durch die Ermittlung erwarteter Konkurskosten in der Bewertung implizit berücksichtigt.

### Änderungen der Bedingungen des EEG und anderer Rahmenbedingungen

Risiken der Veränderung steuerlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen sind vorhanden, jedoch nicht für die Bestimmung der Cashflow-Szenarien quantifizierbar. Hinsichtlich des EEG ist zumindest von einem Bestandsschutz hinsichtlich der Höhe der Vergütung auszugehen, allerdings könnten bspw. Änderungen bei Anforderungsbedingungen für die verschiedenen Boni auftreten. Gleichwohl werden diese Aspekte bei der Bewertung berücksichtigt, da sie implizit in der Marktbewertung der Replikationsunternehmen des Fonds enthalten sind, und somit in der verwendeten Risikoprämie bei der Bewertung berücksichtigt werden. Zudem wird im Rahmen der Sensitivitätsanalyse ermittelt, wie sich der Kapitalwert verändert, wenn der Einspeise-Preis nach EEG sich verändern würde.

Zusammenfassend erscheinen die folgenden Faktoren als zentrale Parameter für die Risiko- und Sensitivitätsanalyse bei der Fonds-Bewertung:

- Stromabnahmepreis gemäß EEG
- Produzierte Gasmenge und Methangehalt
- Anlagenverfügbarkeit
- Wirkungsgrad
- Substratpreise
- Externe Stromkosten
- Zinsen auf Fremdkapital

Tabelle 1 fasst diese Faktoren und die Wirkungszusammenhänge übersichtlich zusammen.

Tabelle 1: Wertdeterminanten des Fonds-Kapitalwerts

<b>Risikofaktor</b>	<b>Definition</b>	<b>Einfluss auf ...</b>
Stromabnahmepreis	Einspeisevergütung nach EEG mit den Komponenten Grundvergütung, Technologie-Bonus, Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus sowie NawaRo-Bonus.	Einzahlungen aus Stromproduktion
Gasmenge und Methan-gehalt	Aus Biomasse generierte Gasmenge die durch das Blockheizkraftwerk zur Stromerzeugung genutzt wird. Je höher c.p. Gasmenge und Methangehalt, desto größer die Strommenge.	Einzahlungen aus Stromproduktion
Anlagenverfügbarkeit und Wirkungsgrad	<i>Verfügbarkeit:</i> Kennzahl der tatsächlichen Betriebsstunden der Anlage zur Stromproduktion, bezogen auf max. Stundenzahl pro Jahr. <i>Wirkungsgrad:</i> Kennzahl der Stromproduktion aus einer gegebenen Menge Biogas mit gegebenem Energiegehalt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzahlungen aus Stromproduktion</li> <li>• Auslastung Blockheizkraftwerk / Zündstrahlmotor.</li> <li>• Verschleiß Blockheizkraftwerk / Zündstrahlmotor</li> </ul>
Substratpreise / -menge	Einkaufspreis der Biomasse zur Gasproduktion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auszahlungen Inputfaktoren</li> <li>• Einzahlungen aus Stromproduktion</li> </ul>
Externe Stromkosten	Strommenge zum Betrieb der Biogasanlage.	Auszahlungen Inputfaktoren
Zinsen auf Fremdkapital	Variable Zinszahlungen (Euribor + Spread 1,5%)	Auszahlungen / Zinsänderungsrisiko

### **3 Status Quo der Wirtschaftlichkeitsanalyse**

Im Emissionsprospekt erfolgt eine Risikoanalyse und Bewertung durch eine Ausschüttungsplanung, eine qualitative Nennung möglicher Risikofaktoren sowie die Angabe je zweier Szenarien, bei denen zwei Wertfaktoren (Anlagenverfügbarkeit sowie Substratpreise) um  $\pm 5\%$  respektive  $\pm 10\%$  verändert werden. Zudem werden Renditen entsprechend der Internal Rate of Return-Methode (IRR) zu Vergleichszwecken angegeben. Dies entspricht aus der Sicht des Gutachters dem derzeitigen Standard vergleichbarer Anlageprodukte am deutschen Markt und auch den regulatorischen Anforderungen. Diese inhaltlichen Anforderungen werden auch nicht durch die im November 2007 in Kraft tretende Neuregelung durch die europäische Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID) verändert.

Die ökonomische Aussagefähigkeit der Wirtschaftlichkeitsanalyse im Emissionsprospekt kann jedoch sowohl hinsichtlich der Einschätzung der ökonomischen Vorteilhaft-

tigkeit sowie der mit dem Fonds verbundenen finanzwirtschaftlichen Risiken verbessert werden. Insbesondere berücksichtigt die derzeitige Analyse

- keine Berücksichtigung systematischer, und einzig marktwertrelevanter, Risiken,
- keine Abschätzung des erwarteten Marktwertes des Fonds,
- keine Quantifizierung der vorhandenen Cashflow-Risiken,
- keine bewertungsimmanente Validierung der verwendeten Wirtschaftlichkeitsszenarien,
- und insgesamt nur eine eingeschränkte Performance und Risikobewertung.

Besonders zu betonen ist, dass die Wirtschaftlichkeitsanalyse des Emissionsprospekts nur eingeschränkt auf tatsächliche Cashflows basiert ist und Risiken nur qualitativ genannt sind. Weder die Nennung verschiedener Risikofaktoren, noch die Performance-Kennzahlen „Internal Rate of Return“ und „kumulierte prozentuale Ausschüttungen auf das eingesetzte Kapital“ erlauben einen Vergleich mit anderen Investitionsmöglichkeiten, da ohne Kenntnis des wertrelevanten Risikos kein Vergleichsmaßstab für die zentrale Größe „Ertrag pro Risikoeinheit“ bestimmt werden kann. Es bleibt somit unklar, ob das Investment eine bessere oder schlechtere Wertentwicklung hat, als ein alternatives Investment mit vergleichbarem Risiko.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse ist nur eingeschränkt auf tatsächliche Cashflows basiert, da die Performance-Maße mittels Plan-Ausschüttungen mit einer fixen Ausschüttungshöhe über die Laufzeit berechnet werden. Diese sind jedoch willkürlich wählbar und unabhängig von den tatsächlichen erwarteten Zahlungen und bewirken letztlich nur eine Umperiodisierung tatsächlicher Cashflows des Projekts, ohne für das jeweils mit der Zahlung verbundene Risiko bzw. tatsächliche Timing zu korrigieren. Beispielsweise erfolgt im Jahr 2007 plangemäß eine Ausschüttung von 340.000 Euro, obwohl der im Emissionsprospekt berechnete operative Cashflow negativ ist (-225.134 Euro). Der zusätzliche negative Cashflow der Ausschüttung müsste dann mit Kreditfinanzierung oder weiteren Eigenkapitalzahlungen der Eigentümer gedeckt werden. Ökonomisch sollte eine solche Umperiodisierung erfolgsneutral bleiben (ohne Steuereffekte), wenn Fremdkapital bzw. Eigenkapitalfinanzierung mit den vom Kapitalmarkt geforderten risikoadäquaten Diskontierungssätzen bewertet werden. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung erhöhen jedoch frühere Planzahlungen die Projektvorteilhaftigkeit. Hierbei ist zu erwähnen, dass die im Emissionsprospekt vorgenom-

menen impliziten Umperiodisierungen über alle Planperioden sowohl zu vorgezogenen als auch verspäteten Bewertungsansätzen führen, so dass der Gesamteffekt a priori unklar ist.<sup>7</sup> Weitere Details zu notwendigen Anpassungen bei der Cashflow-Berechnung finden sich im Abschnitt D.1.

Hinsichtlich der auch im Emissionsprospekt kritisch betrachteten und nur zur Illustration genannten Internal Rate of Return (IRR) ist anzumerken, dass diese unterstellt, alle Einzahlungsüberschüsse des Fonds werden mit dem internen Zinsfuß refinanziert bzw. wiederangelegt.<sup>8</sup> Da die Biogasanlagen nicht skalierbar sind, ist dies eine offensichtlich falsche Annahme. Zudem ist die IRR nicht eindeutig zu bestimmen, da die Kapitalwertfunktion bei 21 Perioden mehrere Nullstellen haben kann, und jede Nullstelle einen internen Zinsfuß darstellt. Eine Vorteilhaftigkeitsanalyse könnte selbst bei einer eindeutigen Lösung nicht erfolgen, da diese eine (risikoadäquate) Rendite des Kapitalmarkts als Vergleichsmaßstab benötigt, und verschiedene alternative Investitionen aufgrund der Basisabhängigkeit des internen Zinsfußes nicht in eine konsistente Präferenzfolge gebracht werden können.

Analog ist zur kumulierten relativen Ausschüttung auf das eingesetzte Kapital anzumerken, dass diese keinerlei Risikodimension berücksichtigt, Zahlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten werden fälschlicherweise gleich bewertet und ebenfalls durch die Umperiodisierungen tatsächlicher Cashflows verzerrt. Dieses Maß ist somit auch nicht für die ökonomische Vorteilhaftigkeitsbeurteilung des Fonds geeignet.

Die vorliegende Studie hat zur Zielsetzung, die genannten Defizite auszugleichen, indem auf der Basis erwarteter Cashflows der Kapitalwert des Fonds bestimmt wird und weitere Sensitivitätsanalysen Aufschluss über die finanzwirtschaftlichen Risiken des Investments geben.

---

<sup>7</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass alle auf externen Rechnungslegungsvorschriften basierten Wirtschaftlichkeitsanalysen dieses Problem haben, da Rechnungslegungsvorschriften intendiert sind als Regeln zum Umperiodisieren tatsächlicher Cashflows und ein Ansatz ökonomisch korrekter Kapitalkosten nicht vorgesehen ist.

<sup>8</sup> Die Begriffe Internal Rate of Return, interner Zinsfuß und Effektivverzinsung sind synonym. Diese Performance-Kennzahlen werden ermittelt, indem der Diskontierungssatz über alle Perioden ermittelt wird, für den der Kapitalwert der Cashflows des Projektes gleich Null ist.

## **B Bewertungsmethodik**

### **1 Grundlagen**

Zur Bewertung des Fonds wird der Kapitalwert ermittelt. Dieser entspricht der (theoretischen) Vermögensmehrung (in Euro), die dem Eigentümer des Fonds im Moment der Durchführung zufließt (hier: Stichtag 31.12.2006). Der Kapitalwert ist zudem der (modellbasierte) Marktwert, der erzielt werden könnte, wäre der Fonds zu diesem Zeitpunkt marktgehandelt. Grundsätzlich gilt, dass eine Investition vorteilhaft ist, wenn sie einen positiven Kapitalwert hat. Zur Interpretation sollte berücksichtigt werden, dass die Kapitalwertmethode Opportunitätskosten der Kapitalbindung bzw. alternativer Mittelverwendungen explizit berücksichtigt, indem als Diskontierungsfaktor die erwartete Rendite einer vergleichbaren, risikoadäquaten Kapitalmarktanlage verwendet wird.

Die Ermittlung des Kapitalwertes erfordert zwei wesentliche Komponenten: erstens die mit dem Projekt kausal verbundenen Cashflows und zweitens Diskontierungsfaktoren (sogenannte Kapitalkosten), die alle Cashflows auf einen einheitlichen Zeitpunkt beziehen und somit vergleichbar machen. Die Bestimmung dieser zwei Komponenten erfolgt wiederum in mehreren Teilschritten. Dieser Prozess wird in der Abbildung 2 beschrieben.

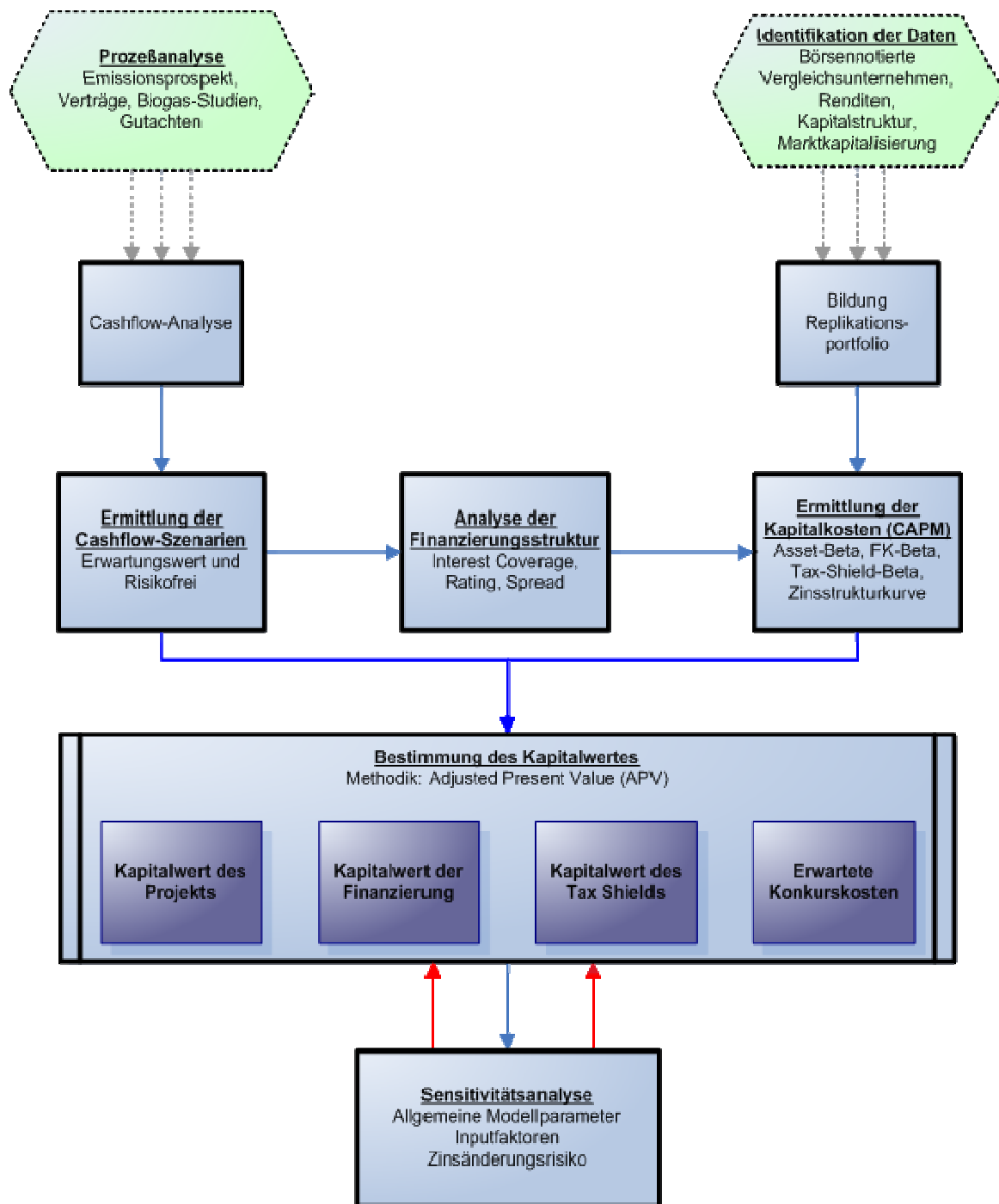


Abbildung 2: Übersicht Bewertungsprozess

Die Elemente des Bewertungsprozesses werden in den nachfolgenden Abschnitten genauer erläutert. Zentral für die Bewertung ist, dass der Kapitalwert durch das sogenannte Adjusted Present Value-Verfahren bestimmt wird, das den Gesamtwert in vier Komponenten zerlegt, die einzeln ermittelt werden. Diese Komponenten sind

- *Projektwert (Assetvalue)*: Der Kapitalwert aller ausschließlich durch das eigentliche Projekt (die Stromerzeugung durch Biogas-Produktion) generierten Cashflows. Hierbei wird fiktiv von einer vollständigen Eigenkapitalfinanzierung aller (negativen) Einzahlungsüberschüsse (und Ausschüttung aller positiven Cashflows) ausgegangen. Evtl. Steuerzahlungen durch die Gewerbesteuer-Veranlagung werden berücksichtigt (After Tax Cashflows).
- *Finanzierungswert*: Hier wird der Kapitalwert aller Finanzierungsmaßnahmen die nicht Eigenkapital sind ermittelt. In der vorliegenden Studie ist nur Fremdkapital relevant.
- *Tax Shield*: Da Fremdkapital durch die Abzugsfähigkeit der halben Dauerschuldzinsen die Steuerlast reduzieren kann, wird der hieraus resultierende Kapitalwert dieses sogenannten Tax Shields ermittelt.
- *Konkurskosten*: Da eine Fremdkapitalfinanzierung neben der Steuerwirkung auch eine Zahlungsverpflichtung gegen Gläubiger verursacht, müssen bei der Kapitalwertermittlung ebenfalls die erwarteten Kosten eines Konkurses bestimmt werden. Diese errechnen sich aus dem Projektwert (Assetvalue) sowie der Ausfallwahrscheinlichkeit und den Kosten bei Ausfall (direkte und indirekte).

Die separate Bewertung dieser Komponenten erleichtert die Gesamtbewertung erheblich, insbesondere da hierdurch besser berücksichtigt werden kann, dass die Kapitalkosten der Komponenten unterschiedlich sein können.<sup>9</sup>

## **2 Risikoadäquate Kapitalkosten, Replikationsportfolio und Finanzierung**

### **KAPITALMARKTMODELL**

Die zur Diskontierung der Cashflows benötigten Kapitalkosten werden entsprechend der fundamentalen Bewertungsgleichung des Capital Asset Pricing Models (CAPM) ermittelt. Diese lautet in jeder Periode für jedes riskante Asset  $i$

---

<sup>9</sup> Alternative Verfahren, wie etwa das *Weighted Average Cost of Capital*-Verfahren (WACC), sollten bei konsistenter Anwendung zum selben Ergebnis führen, sind aber im gegebenen Kontext des MTV IV erheblich schwieriger zu implementieren.

$$r_i = r_f + \beta_i(r_m - r_f) \quad \text{mit} \quad \beta_i = \frac{\text{Cov}(r_i, r_m)}{\text{Var}(r_m)} \quad (1)$$

wobei  $r_i$  die erwartete Rendite des Assets  $i$ ,  $r_f$  die Rendite einer risikolosen Anlage,  $r_m$  die erwartete Rendite des Marktportfolios,  $\text{Cov}(\cdot)$  und  $\text{Var}(\cdot)$  die Kovarianz bzw. Varianz der stochastischen Renditen bezeichnet. Der Beta-Faktor  $\beta_i$  ist ein Proportionalitätsfaktor, der angibt, wie stark sich die erwartete Rendite des Assets verändert, wenn sich die Markttrisikoprämie ( $r_m - r_f$ ) verändert. Zugleich ist der Beta-Faktor das Maß für das mit dem Investment verbundene systematische Risiko, und nur dieses wird auf einem effizienten Kapitalmarkt gepreist (und bestimmt somit den Marktpreis).<sup>10</sup> Der Vergleich verschiedener Investments hinsichtlich ihres Risikos sollte ebenfalls auf das systematische Risiko, d.h. deren Beta-Faktoren bezogen werden.

Die Abbildung 3 zeigt dies exemplarisch für Investments verschiedener Anlageklassen. Es wird der erwartete Ertrag sowie der Beta-Faktor von Wertindizes folgender Anlageformen dargestellt:

- *Geldmarkt*: Performance-Index auf der Basis des 3-Monats-Euribor,
- *Bonds*: Performance-Index deutscher Staatsanleihen (REXP),
- *REIT*: *Real Estate Investment Trusts*, spezifische Form börsennotierter Immobiliengesellschaften weltweit,
- *Energie-Welt-Portfolio*: Performance-Index der größten börsennotierten Energiegesellschaften weltweit (FTSE Global Energy),
- *CDAX*: Performance-Index aller deutschen, an der Frankfurter Wertpapierbörse notierten Unternehmen (Prime und General Standard).

---

<sup>10</sup> Als unsystematische Risiken werden Wertschwankungen bezeichnet, die sich in einem Portfolio von Assets im Durchschnitt tendenziell ausgleichen, d.h. diversifiziert werden können. Systematische Risiken betreffen jedes Asset und können entsprechend nicht diversifiziert werden.

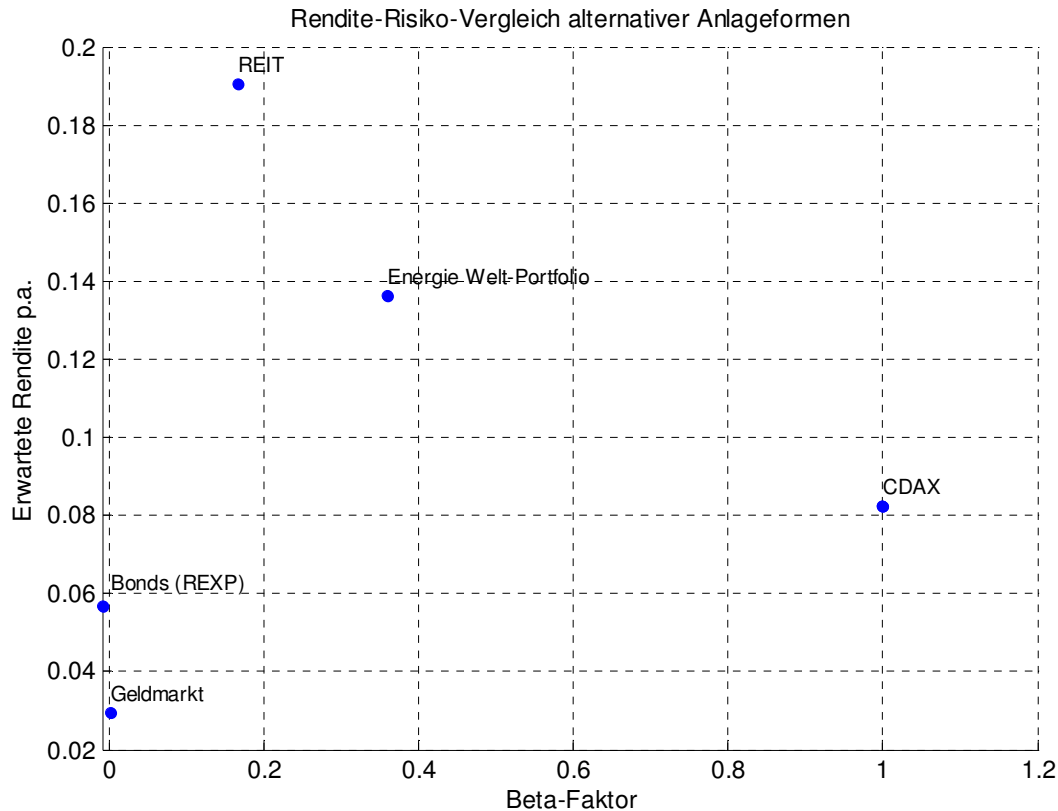


Abbildung 3: Rendite/Risiko-Vergleich von Anlageformen

Abbildung 3 zeigt, dass die systematischen Risiken verschiedener Anlageformen sehr unterschiedlich und gleichwohl intuitiv sind. Investitionen in Geldmarktfonds und Bonds (deutsche Staatsanleihen) haben einen geschätzten Beta-Faktor von Null und somit praktisch kein systematisches Risiko. Da erwartete Renditen im Kapitalmarktgleichgewicht nur durch zusätzliches Risiko gesteigert werden können, haben diese beiden Anlageformen auch die kleinsten erwarteten Renditen (auf Jahresbasis). Der als Proxy für das Marktportfolio verwendete Aktienindex CDAX hat definitionsgemäß einen Beta-Faktor von Eins. Interessant sind die im Schätzzeitraum vom 01.01.1994 bis 15.11.2006 erstaunlich hohen erwarteten Renditen von Immobilieninvestments (REITs) sowie des Welt-Energieunternehmens-Index FTSE Global Energy bei zugleich niedrigen systematischen Risiken.

In die Ermittlung der Kapitalkosten fließt neben dem Beta-Faktor auch der periodengerechte risikofreie Zins ein. Die Kapitalkosten ergeben sich dann gemäß der Gleichung (1) des CAPM. Hilfreich für jede Bewertung ist dabei, dass Betafaktoren additiv sind, bspw. ist das Beta eines gleichgewichteten Portfolios zweier Aktien die anteilig gewichtete Summe der beiden Aktien-Betas.

Die APV-Methode erfordert eine separate Kapitalkosten-Ermittlung für den Projektwert (Asset-Beta), die Fremdkapitalfinanzierung (FK-Beta) sowie das Tax-Shield.

## **ASSET-BETA UND BÖRSENNOTIERTE REPLIKATIONSUNTERNEHMEN**

Zur Bestimmung des systematischen Risikos des MTV IV wird der Fonds qualitativ durch ein Portfolio marktgehandelter Aktien nachgebildet. Wenn diese Unternehmen entsprechend ihrer Gewichtung im Replikationsportfolio insgesamt die Geschäftsstruktur des MTV IV gut nachbilden, kann das Asset-Beta des MTV IV durch die Beta-Faktoren der Replikationsunternehmen ermittelt werden.<sup>11</sup> Der eigentliche methodische Vorteil der Verwendung börsennotierter Vergleichsunternehmen liegt darin, dass Aktienkurse den heutigen Wert aller zukünftigen Cashflows dieser Unternehmen widerspiegeln und der Kapitalmarkt somit implizit schon eine Bewertung aller Risiken und Chancen dieser Unternehmen vorgenommen hat.

In der vorliegenden Studie wird das Asset-Beta ermittelt, indem der Fonds durch ein Portfolio aus deutschen Unternehmen repliziert wird, die alle ihre wesentliche Geschäftstätigkeit im Bereich der Energieproduktion mit erneuerbaren Energien haben. Die Unternehmen werden aufgrund ihrer Industriezugehörigkeit und einer individuellen Überprüfung ihres Geschäftsfelds identifiziert. Im zweiten Schritt werden Unternehmen eliminiert, die kaum Marktumsätze haben bzw. bei denen bewertungsrelevante Informationen, etwa zum Verschuldungsgrad und der Marktkapitalisierung, fehlen.

Die Wahl von deutschen Unternehmen, die in der Stromproduktion mit erneuerbaren Energien tätig sind, ist adäquat, weil diese Unternehmen hinsichtlich aller wesentlichen Charakteristika den gleichen Risiken und Chancen und regulatorischen Rahmenbedingungen unterliegen, wie die Biogasanlagen des Fonds. Dies gilt, obwohl bspw. viele dieser Unternehmen im Bereich der Solar- und Windenergieproduktion operieren und nicht im Bereich der Stromproduktion durch Biogas. Auch für diese Unternehmen sind die Regelungen des EEG relevant (insbesondere auch die mittelfristig festgeschriebenen Einspeiseerlöse), und die Chancen und Risiken aus der technologischen Weiterentwicklung, Änderungen rechtlicher/steuerlicher Rahmenbedingungen etc. sind vergleichbar.

---

<sup>11</sup> Offensichtlich muss diese Abbildung hinsichtlich der Anzahl verwendeter Replikationsunternehmen pragmatisch vereinfacht werden und ist mit einer zwangsläufig subjektiven Einschätzung verbunden.

Das somit zur Replikation verwendete Portfolio, kurz als *RenewIndex* bezeichnet, besteht letztlich aus 24 Unternehmen, deren durchschnittliche gleichgewichteten Renditen dann die Indexrenditen ergeben.<sup>12</sup> Aus diesen Indexrenditen wird der Beta-Faktor des *RenewIndex* geschätzt und das entsprechende Asset-Beta durch Herausrechnung des durchschnittlichen (auf Marktwerten basierten) Verschuldungsgrads dieser Unternehmen bestimmt. Der *RenewIndex* wird zur Bestimmung des Asset-Betas herangezogen, da die Kurszeitreihen der Einzelunternehmen unterschiedlich lang sind. Insbesondere wurden einige Unternehmen erst im Verlauf des Jahres 2006 erstmalig börsennotiert, was ohne Indexbildung zu erheblichen Schätzproblemen geführt hätte.

Die Abbildung 4 zeigt die Wertentwicklung des *RenewIndex* im Vergleich zum CDAX und zum FTSE Global Energy Index.

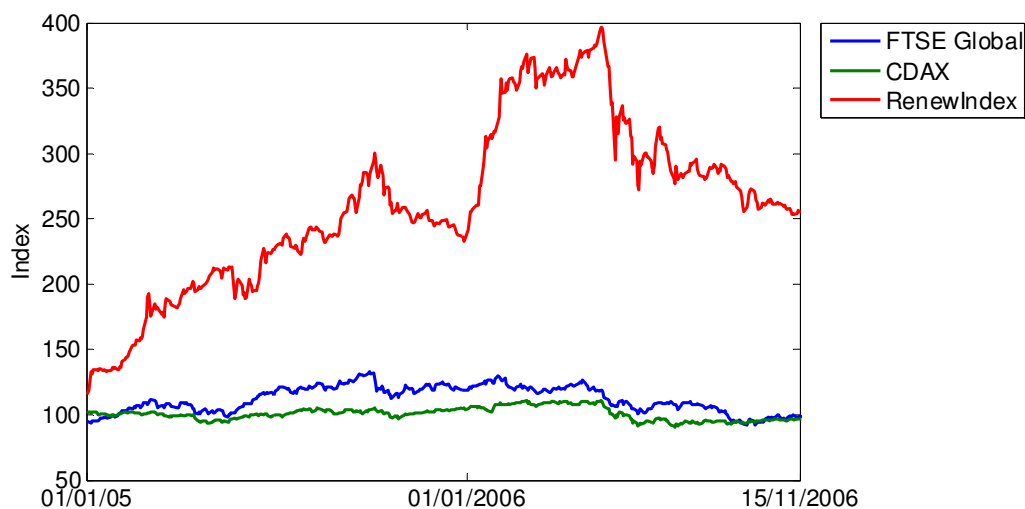


Abbildung 4: Wertperformance der Replikationsunternehmen

Abbildung 4 zeigt die hohe Volatilität des *RenewIndex* im Vergleich zum Welt-Energieunternehmens-Index FTSE Global Energy und dem CDAX, die allerdings auch mit einer deutlich höheren Wertsteigerung in diesem Zeitraum verbunden war. Die Abbildung verdeutlicht zudem, dass die Volatilität im Kontext einer marktbasier-ten Bewertung irreführend sein kann, da das systematische Risiko des *RenewIndex* nicht größer ist, als das des CDAX (vgl. Tabelle 2).

<sup>12</sup> Genauere Angaben zu den Unternehmen die im *RenewIndex* enthalten sind, finden sich im Anhang.

Um die darüber hinausgehenden spezifischen Aspekte der Stromgewinnung durch Biogas ebenfalls abzubilden, wird als weiteres Replikationsunternehmen die Schmack Biogas AG gewählt. Diese ist in ihrer Geschäftsstruktur vergleichbar mit der Archea GmbH (dem Service-Dienstleister), insbesondere im Hinblick auf die technische und wirtschaftliche Betreuung von Biogasanlagen, Forschung und Entwicklung sowie den eingegangenen Verpflichtungen zur Sicherstellung von Leistungscharakteristika bereits errichteter bzw. vertraglich vereinbarter Biogasanlagen (vgl. Schmack Biogas (2006)). Die Geschäftsfeldbeschreibung im Wertpapierprospekt zur erstmaligen Börsennotierung der Schmack-Biogas AG verdeutlicht dies:

„Schmack Biogas ist ein Komplettanbieter im Bereich Biogas. Die Geschäftstätigkeit der Gesellschaft gliedert sich in die drei Geschäftsfelder „Projektierung und Errichtung“ von Biogasanlagen, „Service und Betriebsführung“ sowie „Eigenbetrieb“. Im Geschäftsfeld „Projektierung und Errichtung“ plant die Gesellschaft Biogasanlagen, betreut das öffentlich-rechtliche Genehmigungsverfahren, unterstützt ihre Kunden bei der Finanzierung, errichtet die Anlagen unter Einschaltung von Subunternehmern und übergibt die Anlagen im Rahmen der erstmaligen Inbetriebnahme in einem mikrobiologisch eingefahrenen Zustand. Im zweiten Geschäftsfeld „Service und Betriebsführung“ bietet Schmack Biogas mikrobiologische Analytik und Beratung, Labordienstleistungen und technischen Service mit dem Ziel an die Auslastung der Anlagen stetig zu verbessern und ihre Wirtschaftlichkeit zu optimieren; darüber hinaus übernimmt Schmack Biogas den gesamten Betrieb von Biogasanlagen, wozu u.a. die Koordination des Einkaufs und die Gärresteverwertung gehört. ... die Gesellschaft [will] in Zukunft ... den Betrieb eigener Biogasanlagen als Geschäftsfeld nutzen und damit zum Energieerzeuger werden.“ Schmack Biogas (2006), S. 2.

Entsprechend der Struktur des Fonds ist die Schmack Biogas AG zentral für die Replikation und Risikobestimmung des MTV IV. Aus den Kursen der Schmack Biogas AG wird analog das Aktien- (Eigenkapital-)Beta mittels linearer Regression geschätzt und dann durch Bereinigung des Marktwert-basierten Verschuldungsgrads das Asset-Beta der Schmack Biogas AG berechnet.

Auch hier liegt das Problem vor, dass die Schmack Biogas AG erst im Mai 2006 an die Börse gegangen ist, so dass die entsprechende Kurszeitreihe vergleichsweise kurz ist und der Beta-Faktor des Eigenkapitals dieses Unternehmens nur relativ unpräzise geschätzt werden kann.

Das Problem wird gemildert, indem das sogenannte *Expectation Conditional Maximization-Verfahren* (ECM) bei der Schätzung verwendet wird, dass auf der Basis einer simultanen Regression mehrerer relevanter Renditezeitreihen die Schätzpräzision des Beta-Faktors beim Vorliegen von fehlenden Werten in einigen Zeitreihen erheb-

lich verbessert (vgl. Anhang A.4). Die Schätzung erfolgt simultan durch eine Regression der Renditen des *FTSE Global Energy-Index* als Proxy für den gesamten Energiesektor, der Schmack Biogas AG sowie des *RenewIndex* auf den CDAX als Proxy für das Marktportfolio gemäß dem CAPM.

Im Ergebnis resultieren die folgenden Parameter-Schätzer für die Replikation des MTV IV.

Tabelle 2: Beta-Schätzungen für Vergleichsunternehmen

	Schmack Biogas	RenewIndex	FTSE Global Energy
Aktienbeta	0,639	0,987	0,514
Standardfehler	0,22	0,105	0,058
Konfidenzintervall (95%)	[0,28; 1,00]	[0,81; 1,16]	[0,42; 0,61]
Asset-Beta	0,636	0,863	---

Die Tabelle zeigt Schätzwerte für das Eigenkapital (Aktien-) Beta der Schmack Biogas AG, des *RenewIndex* sowie des FTSE Global Energy Index. Als Proxy für das Marktportfolio wird der CDAX verwendet. Der *Standardfehler* bezeichnet die Genauigkeit mit der die Betafaktoren bei gegebener Stichprobe der Kurszeitreihen geschätzt werden können. Das *Konfidenzintervall* zeigt den Wertebereich, innerhalb dessen das „wahre“ Aktienbeta bei gegebener Stichprobe mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% liegt. Alle Renditen wurden auf der Basis von Performance-Kursen ermittelt, d.h. Kapitalmaßnahmen und Ausschüttungen sind berücksichtigt.

Tabelle 2 zeigt, dass die Beta-Faktoren der Schmack Biogas AG, des *RenewIndex* und des FTSE Global Energy-Index sehr unterschiedlich sind. Die Unterschiede resultieren aus den unterschiedlichen Geschäftsrisiken der Unternehmensinvestitionen, wobei sich einerseits zeigt, dass Biogas-Unternehmen weniger riskant sind, als der Durchschnitt von Unternehmen, die mit erneuerbaren Rohstoffen Energie erzeugen. Der Welt-Energie-Index hat ein noch geringeres Beta, da hier insbesondere die größten Stromerzeuger abgebildet werden, die mit technisch „reiferen“ Technologien, wie bspw. Atomstrom, produzieren und in einem wohl nur begrenzt wettbewerbsintensiven Marktumfeld operieren.

Zur Einordnung des MTV-Fonds, dessen Beta sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Asset-Betas des *RenewIndex* und der Schmack Biogas AG bestimmt (vgl. unten), zeigt Abbildung 5 das systematische Risiko des Fonds im Vergleich zu den oben genannten Investments verschiedener Anlageklassen.

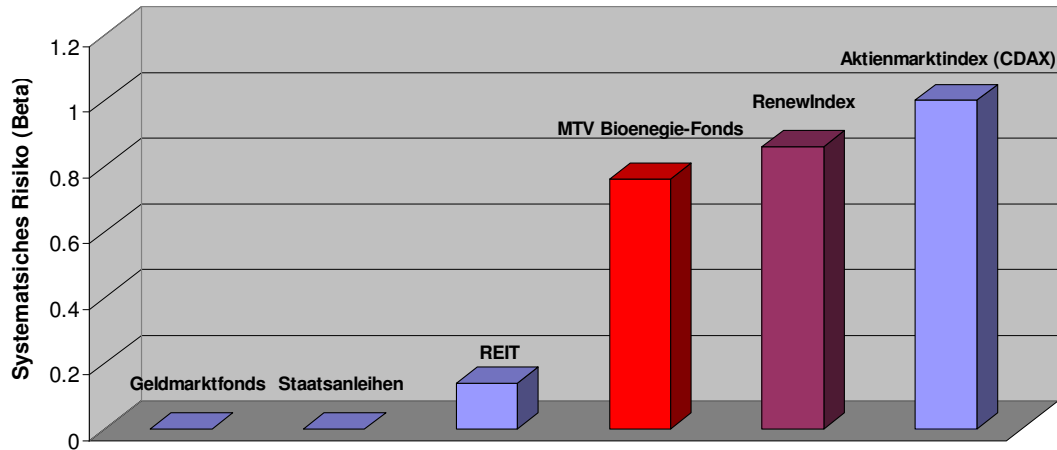


Abbildung 5: Risiko-Vergleich von Anlageformen

Der MTV-Fonds hat einen Beta-Faktor von (durchschnittlich) 0,77, d.h. sein Risiko ist signifikant kleiner als bspw. das eines Investments in ein Indexzertifikat auf den CDAX. Der Fonds ist zudem weniger riskant als ein durchschnittliches Investment in Unternehmen, die im Bereich der Stromproduktion mit erneuerbaren Energien tätig sind, wie der Vergleich mit dem *RenewIndex* zeigt.

## ZINSSTRUKTURKURVE

Gemäß Formel (1) benötigt man zur periodenspezifischen Ermittlung der Kapitalkosten noch den jeweiligen risikolosen Zinssatz. Dieser wird unter Verwendung des Gleichgewichtsmodells von Cox/Ingersoll/Ross (1985) als erwarteter Zerobond-Zins ermittelt (vgl. Anhang A.3). Abbildung 6 zeigt den Verlauf der erwarteten Zinsstrukturkurve für den deutschen Kapitalmarkt, die der Bewertung zugrunde gelegt wird.

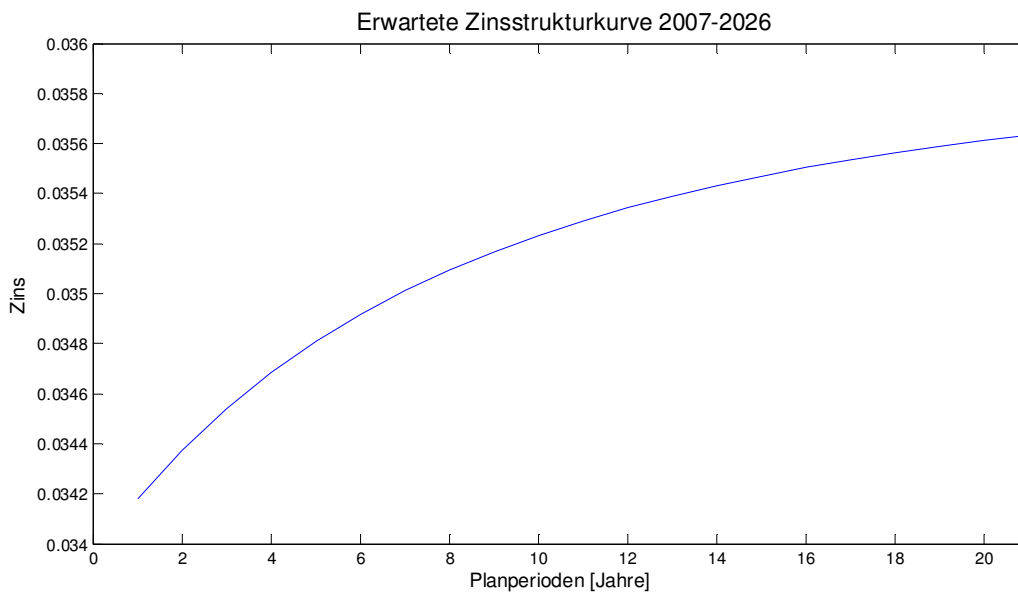


Abbildung 6: Erwartete Zinsstrukturkurve für die Bewertung

## RATING UND FREMDKAPITALKOSTEN

Zur Bewertung des Fremdkapitals müssen sowohl ein FK-Beta als auch die erwarteten Konkurskosten des Fonds ermittelt werden. Da es insgesamt kaum marktgehandeltes Fremdkapital gibt, und erst Recht keine Titel, die vergleichbar mit dem Fonds als Schuldner wäre, muss hier eine plausible Abschätzung erfolgen.<sup>13</sup>

In einem ersten Schritt wird ein fiktives Rating des Fonds durchgeführt. Hierfür kann der vereinbarte Zinsaufschlag für das Darlehen als Marktpreis verwendet werden. Eine Validierung kann durch die Interest Coverage erfolgen, d.h. die durchschnittliche Deckung der Zinszahlungen durch den Fonds-EBIT (*Earnings Before Interest and Taxes*). Es folgt auf der Basis des unten diskutierten Erwartungswert-Szenarios:

- Der Spread von 1,5%-Punkten auf den Euribor wird am Kapitalmarkt für Bonds verlangt, die ungefähr ein Rating von BBB haben, d.h. eine Ausfallwahrscheinlichkeit von ungefähr 2,3% in einem Jahr aufweisen.
- Die durchschnittliche Interest Coverage des Fonds über die Laufzeit beträgt rund 5,4, was einem Rating von A und einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 0,53% sowie einem Spread von ungefähr 1%-Punkt entspricht.
- Die Interest Coverage des Fonds im fünften Jahr der Inbetriebnahme der Biogasanlagen (diese entspricht ungefähr der Duration des Darlehens) beträgt

<sup>13</sup> Vergleiche zur Vorgehensweise Damodoran (2002), Kapitel 15.

rund 1,6. Dies impliziert ein Rating von B und eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 26,36%.

- Als Mittelwert dieser Abschätzungen resultiert eine Ausfallwahrscheinlichkeit von rund 10%.

Das systematische Risiko des Fremdkapitals trägt empirisch ungefähr 50% zum geforderten Spread bei. Hieraus lässt sich das FK-Beta bestimmen:

$$0.5(r_{FK} - r_f) = \beta_{FK}(r_m - r_f) \quad \Leftrightarrow \quad \beta_{FK} = \frac{0.5 \cdot \text{Spread}}{\text{Marktrisikoprämie}} \quad (2)$$

Bei der in dieser Studie verwendeten, geschätzten Marktrisikoprämie von 5% ergibt sich somit ein FK-Beta von 0,15. Als Spread wird der tatsächlich vereinbarte Aufschlag auf den Euribor angesetzt, da dieser einen Marktpreis darstellt. Die Schätzung des FK-Betas liegt in einem Wertbereich, der typisch für Unternehmensanleihen ist und erscheint somit plausibel.

Die erwarteten Konkurskosten des Fonds setzen sich aus der Ausfallwahrscheinlichkeit (PD), dem Verlust bei Ausfall (Loss Given Default, LGD) sowie dem Marktwert des Fonds zusammen, mit

$$E(\text{Konkurskosten}) = \text{PD} \cdot \text{LGD} \cdot \text{Marktwert} \quad (3)$$

$E(.)$  bezeichnet dabei den Erwartungswert-Operator. Die erwarteten Konkurskosten können entsprechend erst durch die Kapitalwertbestimmung ermittelt werden. Als Ausfallwahrscheinlichkeit wird in dieser Studie auf der Basis obiger Abschätzung 10% verwendet, der LGD wird mit 20% angesetzt. Der LGD überschreitet dabei die direkten Kosten eines Konkurses von ca. 5% und beinhaltet indirekte Konkurskosten. Indirekte Konkurskosten werden mit moderaten 15% des Marktwertes eingeschätzt, da die Realinvestitionen des Fonds relativ unabhängig von externen Zulieferern sind und die Verschuldung in den ersten 10 Jahren abgebaut wird.

## **KAPITALKOSTEN-ANSATZ**

Insgesamt ergeben sich die folgenden, in Tabelle 3 dargestellten Schätzer für die Kapitalkosten des Fonds. Die zentrale Risiko-Kennzahl ist dabei das Asset-Beta des Fonds. Dieses wird als gewichteter Durchschnitt des Asset-Betas des *RenewIndex* und der Schmack Biogas AG bestimmt.

Tabelle 3: Kapitalkosten des Fonds

	Assets MTV IV	Fremdkapital
Ø Systematisches Risiko	0,77	0,15
Ø Kapitalkosten	7,35%	5,02%

Die angegebenen Durchschnitte werden über alle Planperioden des Fonds berechnet und dienen der vereinfachten Darstellung. Die eigentliche Bewertung basiert auf den exakten perioden-spezifischen Kapitalkosten.

Die Cashflows des Fonds werden insbesondere in den ersten Jahren während der Aufbau- und Inbetriebnahmephase des Fonds durch den Anlagenbauer und Service-Dienstleister (und somit in der Replikation die Schmack Biogas AG) geprägt, so dass für die Jahre 2007 und 2008 ein Gewicht von 70% gewählt wird. In den späteren Jahren dürfte sich dieser Anteil reduzieren und wird mit 40% angesetzt. Dies reflektiert die immer noch große Bedeutung des Service-Dienstleisters für die technische Betriebsführung, das Anlagenmanagement und die Instandhaltung. Der entsprechende, gewichtete Kapitalkostenverlauf des Fonds wird in Abbildung 7 illustriert.

Letztlich ist festzuhalten, dass die Kapitalkosten für den Steuervorteil aus der Fremdkapitalfinanzierung (Tax Shield) dem des Projektwertes entsprechen, da bei einem gegebenen absoluten Verschuldungsniveau (das im Zeitablauf durch die Tilgung regelmäßig sinkt), die wertrelevanten Schwankungen ausschließlich durch die Schwankungen der Cashflows der Investition resultieren und entsprechend das selbe systematische Risiko haben.

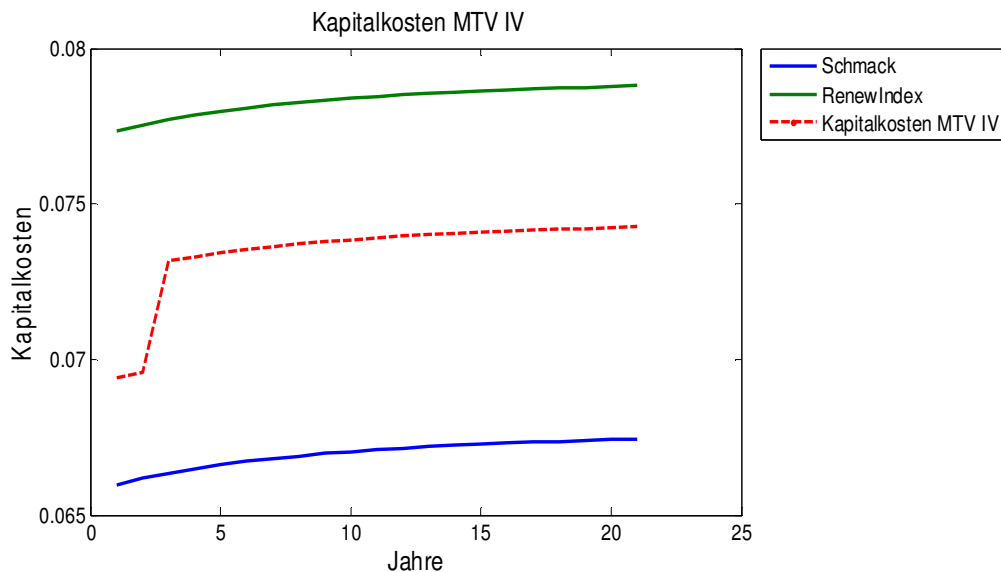


Abbildung 7: Kapitalkosten des Fonds im Zeitablauf

### 3 Zusammenfassende Übersicht

#### Cashflow-Bestimmung:

Es werden die durch das Investment verursachten Ein- und Auszahlungen berücksichtigt. Das resultierende Szenario erwarteter (durchschnittlicher) Cashflows basiert wesentlich auf der Wirtschaftlichkeits- und Liquiditätsprognose des Emissionsprospekts des MTV IV. Diese wird zur Bestimmung von Cashflows jedoch modifiziert.

#### Kapitalkosten und Replikation:

Für die Bestimmung der periodenbezogenen risikoadäquaten Diskontierungsfaktoren wird ein Portfolio aus markgehandelten Unternehmen gebildet (Replikationsportfolio), das hinsichtlich seiner Risikostruktur den Fonds qualitativ repliziert.

Das Replikationsportfolio besteht aus den Komponenten *RenewIndex*, einem gleichgewichteten Portfolio 24 börsennotierter deutscher Unternehmen, die in der Energiebranche mit dem Schwerpunkt auf erneuerbaren Energien tätig sind, sowie der *Schmack Biogas AG*.

Der risikoadäquate Diskontierungszinssatz wird im Rahmen des Replikationsverfahrens aus den historischen Aktienkursen der Unternehmen des Replikationsportfolios bestimmt. Hierbei wird der Verschuldungsgrad dieser Unternehmen herausgerechnet, um Asset-Betas zu bestimmen.

Die Beta-Schätzung erfolgt auf der Basis des Expectation Conditional Maximization-Verfahrens (ECM) zur Berücksichtigung der relativ kurzen Notierung einiger der Replikationsunternehmen, insbesondere der *Schmack Biogas AG*.

Das Fremdkapital-Beta sowie die Ausfallwahrscheinlichkeit wird durch eine Schätzung unter Verwendung des vereinbarten Spreads des Fremdkapitals sowie der Interest Coverage des Fonds ermittelt und orientiert sich an typischen Werten für Unternehmensanleihen am Kapitalmarkt.

Der Schätzwert für die Ausfallwahrscheinlichkeit beträgt 10%, der erwartete Verlust bei einem Ausfall (Loss Given Default, LGD) beträgt 20%.

Der risikofreie Zins wird auf der Basis des Gleichgewichtsmodells der Zinsstrukturkurve von Cox/Ingersoll/Roll (1985) ermittelt und für alle Planungsperioden (2007-2027) extrapoliert. Dies ergibt erwartete Zerobond-Zinssätze für jede Planungsperiode.

## Sensitivitätsanalysen

Da modellbasierte Verfahren zur ökonomischen Vorteilhaftigkeitsbewertung immer Vereinfachungen, Schätzungenauigkeiten und subjektive Annahmen beinhalten, werden systematische Sensitivitätsanalysen der Bewertung durchgeführt.

Hier wird insbesondere eine Variation des unterstellten systematischen Risikos des Fonds, der Preisentwicklung der Inputfaktoren (Substrate und Energie) sowie der fundamentalen Prozessfaktoren (Wirkungsgrad, Anlagenverfügbarkeit) unter sonst gleichen Bedingungen bewertet.

## **D Kapitalmarktorientierte Bewertung des MTV IV**

### **1 Zentrale Parameter der Cashflow-Szenarien**

#### **ERWARTUNGSWERT-SZENARIO**

Das zur Bewertung verwendete Erwartungswert-Szenario basiert grundsätzlich auf den Wertvorgaben und Planrechnungen der Wirtschaftlichkeitsanalyse im Emissionsprospekt. Zur Abbildung tatsächlicher Cashflows sowie zur logisch-konsistenten Ermittlung der erwarteten Cashflows auch bei Parameter-Variationen müssen jedoch einige Anpassungen vorgenommen. Diese resultieren insbesondere aus zwei zentralen Aspekten:

- Die implizit vorgenommenen Umperiodisierungen der Cashflows müssen bereinigt und die projektbedingten Cashflows müssen von Finanzierungsmaßnahmen separiert werden.
- Die Ermittlung des eingespeisten Stroms muss durch die Abbildung des gesamten Biogas-Produktionsprozesses erfolgen, da ansonsten Abhängigkeitsstrukturen zwischen zentralen Parametern nicht berücksichtigt werden können.

Im Einzelnen ergeben sich die folgenden Wertansätze die zur Berechnung im Emissionsprospekt identisch sind:

- Die Inputfaktor-Preise für externen Strom, Substrate und Zündöl sowie deren Dynamik werden unverändert übernommen. Diese Faktoren sind durch entsprechende Gutachten validiert und teilweise vertraglich fixiert.
- Die Rahmenparameter wie die erwartete Substratmenge, die Anzahl und Nennleistung der Maschinen, Anschaffungspreise sowie die Anlagenverfügbarkeit bleiben unverändert.
- Die vertraglich fixierten Kosten für das technische und betriebswirtschaftliche Anlagen-Management, Treuhand- und Fondsverwaltung etc. sowie deren Dynamik bleiben unverändert.
- Der Eigenstrombedarf der Anlagen sowie die Höhe der einmaligen Investitionsnebenkosten bleiben ebenfalls unverändert.

Abweichende Wertansätze ergeben sich wie folgt:

- Die Einspeisevergütung wird genau berechnet und beträgt im Erwartungswert 19,48 Cent/kWh.
- Der Biogas-Produktionsprozess wird wie folgt parametrisiert:
  - Gasgewinnungsfaktor: 214 m<sup>3</sup>/t Substrat
  - Energiegehalt pro m<sup>3</sup>: 5,3, unter Berücksichtigung des Energiegehalts des Zündöls. Eine explizite Einrechnung des Energiegehalts des Zündöls wird nicht vorgenommen, um die negative Korrelation von Motor-Auslastung, Ölverbrauch und Wirkungsgrad mit einem Abschlag zu berücksichtigen.
  - Der Wirkungsgrad wird mit anfänglich 40% festgelegt und steigt nach der ersten durchschnittlichen Ersetzung der Blockheizkraftwerke (d.h. ab dem 8. Jahr) um 10%, um den erwarteten technologischen Fortschritt (konservativ) zu berücksichtigen.
- Im Jahr der Anlageninstallation (2007) wird eine Produktionskapazität von 7/12 der „normalen“ Kapazität angesetzt. Dies entspricht der Annahme der durchschnittlichen Einsatzbereitschaft der Anlagen ab Juni 2007. Im Gegensatz zum Prospekt wird der Lagerbestand an Mais (12.333 Tonnen) nicht kalkulatorisch zur Stromgewinnung eingerechnet, da der Engpassfaktor nicht die Substrate sondern die Produktionsanlagen sind. Die Lagerbestände werden als Ausgleichsbestand zur Sicherstellung der Substrat-Durchschnittsmenge von 60.000 Tonnen (mal 7/12) behandelt, so dass hier keine weitere Wertgenerierung zugerechnet werden kann.
- Die Trennung von Finanzierungsströmen (FK) und operativen Cashflows muss durchgängig erfolgen. Dies bedingt
  - keinen Ansatz kalkulatorischer Zinserträge. Diese resultieren im Emissionsprospekt aus der fiktiven Kapitalaufnahme und dem zeitlichen Versatz zur eigentlichen Investition, sowie der FK-Finanzierung eventueller Differenzbeträge durch Eigenkapitalausschüttungen. Um die notwendige Fiktion der vollständigen Eigenkapitalfinanzierung der Cashflows zu erreichen, darf eine Cash-Haltung nicht wertgenerierend sein, da diese entweder bestenfalls wertneutral ist (der Kapitalwert reiner Geldanlage oder Aufnahme am Kapitalmarkt ist entweder Null oder negativ) oder gegebenenfalls zu den betriebsnotwendigen Ausgaben zu zählen ist. Die Finanzierung der

Ausschüttungen kann ökonomisch keinen Wert (operative Cashflows) generieren und darf somit auch nicht in ein fiktives FK-Saldenkonto eingerechnet werden.

- Die Zinszahlungen für das aufgenommene Fremdkapital werden über die erwartete Zinsstrukturkurve berechnet und nicht pauschal mit 6% angesetzt. Der Cap wird hierbei berücksichtigt. Die Zinszahlungen werden bei der Gewerbesteuerberechnung berücksichtigt und bedingen den ökonomischen Wert des Tax Shields.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass keine unterjährige Verzinsung berücksichtigt wird, da diese in der Prognosegenauigkeit nicht abzubilden wäre und die Effekte sich zwischen Ein- und Auszahlungen tendenziell ausgleichen.

Die folgende Tabelle 4 zeigt die resultierenden und für die Bewertung verwendeten erwarteten Cashflows in den ersten sechs Jahren des Fonds. Die Cashflow-Struktur bleibt in den Folgejahren bis auf dynamische Anpassungen bei den Inputpreisen und Verwaltungskosten gleich.

Tabelle 4: Cashflows im Erwartungswert-Szenario

Posten	Faktoren	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anlagen	250		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Substrate	60000 (Tonnen)		35,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
Zündöl	2.5 l/h		191,625.00	328,500.00	328,500.00	328,500.00	328,500.00	328,500.00
Biogas-Produktion (m <sup>3</sup> )	214 m <sup>3</sup> /t		7,490,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00
Energiegehalt	5.3 KWh/m <sup>3</sup>		39,697,000.00	68,052,000.00	68,052,000.00	68,052,000.00	68,052,000.00	68,052,000.00
Energieproduktion f(Wirkungsgrad)	40%		15,878,800.00	27,220,800.00	27,220,800.00	27,220,800.00	27,220,800.00	27,220,800.00
Energieprod. nach Anlagenverfügbarkeit	90%		14,290,920.00	24,498,720.00	24,498,720.00	24,498,720.00	24,498,720.00	24,498,720.00
<b>Einzahlungen</b>	<b>0.1948 €/KWh</b>		<b>2,783,871.22</b>	<b>4,772,350.66</b>	<b>4,772,350.66</b>	<b>4,772,350.66</b>	<b>4,772,350.66</b>	<b>4,772,350.66</b>
Investitionen			14,100,000.00					
Service Archea			446,563.92	646,521.22	656,219.04	666,062.32	676,053.26	686,194.06
Pacht			57,163.68	97,994.88	97,994.88	97,994.88	97,994.88	97,994.88
Substrate			787,500.00	1,370,250.00	1,374,360.75	1,378,483.83	1,382,619.28	1,386,767.14
Bonus Substrate								
Eigenstrom	5.50%		104,800.08	182,352.14	185,087.42	187,863.73	190,681.69	193,541.91
Zündölkraftstoff			110,567.63	192,387.67	195,273.48	198,202.58	201,175.62	204,193.26
Treuhand		34,800.00	139,200.00	141,288.00	143,407.32	145,558.43	147,741.81	149,957.93
Verwaltung (phG, Kfm., Vers.)		41,540.00	196,140.40	198,365.69	200,624.35	202,916.90	205,243.83	207,605.67
Einmalzahlg. / Investitionsnebenkosten		1,640,000.00						
Vertrieb Fonds		425,000.00						
Aval			6,750.00	6,750.00	6,750.00	6,750.00	6,750.00	6,750.00
<b>Auszahlungen Operativ</b>		<b>2,141,340.00</b>	<b>15,948,685.71</b>	<b>2,835,909.59</b>	<b>2,859,717.24</b>	<b>2,883,832.68</b>	<b>2,908,260.37</b>	<b>2,933,004.85</b>
<b>Operative Cashflows</b>		<b>-2,141,340.00</b>	<b>-13,164,814.49</b>	<b>1,936,441.06</b>	<b>1,912,633.41</b>	<b>1,888,517.98</b>	<b>1,864,090.28</b>	<b>1,839,345.80</b>
Zinsen (Dauerschuld)		109,470.00	437,880.00	397,296.00	355,288.00	312,123.00	268,602.00	224,725.00
SteuerErgebnis		-610,810.00	-1,109,618.19	-552,567.99	-196,317.64	97,395.92	339,655.23	540,108.75
<b>Steuervorteil FK (Cashflows)</b>		<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>18,298.00</b>	<b>54,945.00</b>
<b>FK Cashflows</b>		<b>8,790,530.00</b>	<b>-1,327,880.00</b>	<b>-1,287,296.00</b>	<b>-1,245,288.00</b>	<b>-1,202,123.00</b>	<b>-1,158,602.00</b>	<b>-1,114,725.00</b>

Alle Angaben in Euro, soweit nicht anders vermerkt.

## 2 Kapitalwert des Fonds

Für die Bestimmung des Kapitalwerts werden die in Tabelle 5 angegebenen Parameter angesetzt.

Tabelle 5: Parameter zur Kapitalwert-Berechnung

Marktparameter	
Ø risikoloser Zins $r_f$	3,52%
Ø Rendite Marktportfolio $r_m$	8,52%
Markttrisikoprämie ( $r_m-r_f$ )	5%
Fonds-Parameter	
Ø Beta-Faktor (Assets)	0,77
Ø Kapitalkosten (Assets)	7,35%
Ø Kapitalkosten (Debt)	5,02%

Die angegebenen Durchschnitte werden über alle Planperioden des Fonds berechnet und dienen der vereinfachten Darstellung. Die eigentliche Bewertung basiert auf den exakten perioden-spezifischen Werten.

Die folgende Tabelle 6 zeigt den Kapitalwert des MTV IV auf der Basis erwarteter Cashflows und der angegebenen Parameter.

Tabelle 6: Kapitalwert des MTV IV

Kapitalwert Projekt (Assetvalue)	3.700.338,38 €
Kapitalwert Tax Shield	67.008,02 €
Kapitalwert Fremdkapital	-110.340,32 €
Erwartete Konkurskosten	-75.346,93 €
<b>Kapitalwert Gesamt</b>	<b>3.581.659,15 €</b>
Kapitalwertrate (Value-Return on Investment)	<b>7,64%</b>
Kapitalwertrate vor Risikokosten	16,48%

Tabelle 6 zeigt, dass eine Investition in den MTV IV ökonomisch sinnvoll ist und Wert schafft. Der gesamte Kapitalwert beträgt 3.58 Millionen Euro; dies entspricht dem Vermögenszuwachs, den die Gesamtheit der Eigenkapitalgeber im Investitionszeitpunkt 31.12.2006 erfährt.

Zur Verdeutlichung sei darauf hingewiesen, dass auf einem effizienten Kapitalmarkt grundsätzlich jedes Investment in ein marktgehandeltes Finanzinstrument (bspw. in eine Aktie) einen Kapitalwert von Null hat. Eine Kapitalmarkt-Transaktion führt also nicht zu einer Vermögensmehrung, da der Preis dem Wert entspricht. Im Gegensatz dazu übersteigt der Barwert der erwarteten Einzahlungsüberschüsse die Risikokosten des Fonds, was zu einem positiven Kapitalwert führt.

Die einzelnen Komponenten in Tabelle 6 sind wie folgt zu interpretieren. Wäre der MTV IV rein durch Eigenkapital finanziert, dann ist der Kapitalwert der hierdurch bedingten (operativen) Nachsteuer-Cashflows 3,7 Millionen Euro (Assetvalue). Die Finanzierung durch Fremdkapital in Höhe von nominal 8,9 Millionen Euro ist weitestgehend wertneutral. Sie bedingt einen Steuervorteil durch die Gewerbesteuer-Ersparnis mit einem Kapitalwert von 0,07 Millionen Euro. Diesem Tax Shield stehen erwartete Konkurskosten von rund 0,08 Mio. Euro sowie ein Wertverlust durch die Ausgestaltung der Darlehensfinanzierung von 0,11 Millionen Euro gegenüber.

Die ebenfalls in Tabelle 6 angegebene Kapitalwertrate zeigt, dass der gesamte Kapitalwert 7,64% des Barwerts der (operativen) Auszahlungen ausmacht, was als eine risikobereinigte Überschussrendite (auch als *Value-Return on Investment* bezeichnet) interpretiert werden kann. Die Bedeutung der (anzusetzenden) Risikoprämie wird deutlich, wenn man die Kapitalwertrate vor Risiko mit der tatsächlichen Kapitalwertrate vergleicht. Hier wird unterstellt, der Fonds hätte kein systematisches Risiko (also ein Assetbeta von Null). Ohne Risikokompensation hätte der gesamte Kapitalwert 16,48% des Barwerts der operativen Auszahlungen ausgemacht.

Letztlich zeigt Tabelle 7 den Wert des MTVI IV zu jedem Zeitpunkt des Planungszeitraums 2006-2027, jeweils am Ende des Jahres nach der Ausschüttung der Jahres-Cashflows.<sup>14</sup> Hierbei ist bspw. der Wert des MTV IV am 31.12.2027 gleich Null, am 31.12.2026 gleich dem Barwert der operativen Cashflows und des Tax Shields des Jahres 2027, usw.<sup>15</sup> Diese Betrachtung ermöglicht eine zeitpunktbezogene Einschätzung des potentiellen Verkaufspreises des Fonds, da die tabellierten Werte den jeweils erwarteten Marktpreis (bei reiner Eigenkapitalfinanzierung) angeben. Bspw.

---

<sup>14</sup> Der negative Cashflow des Jahres 2006 ist beim Wert am 31.12.2006 eingerechnet.

<sup>15</sup> Die Abweichung im Kapitalwert von Tabelle 7 zu den Werten von Tabelle 6 resultiert aus Rundungsdifferenzen, da für die Berechnung der Werte zu den Jahres-Zeitpunkten die Forward-Rates zur Kalkulation verwendet werden, während der Kapitalwert aus Tabelle 6 aus den Zerobond-Zinssätzen berechnet ist.

könnte man auf diese Art einen Fonds mit kürzerer Laufzeit als die Lebensdauer der Anlagen bewerten, da bei Verwendung der in Tabelle 7 angegebenen Werte der Kapitalwert unabhängig von der unterstellten Laufzeit des Fonds konstant bliebe.

Tabelle 7: Fonds-Marktwerte (inkl. Tax Shield) im Zeitablauf

Jahr	Wert am Ende des Jahres
2006	3,870,008.97 €
2007	19,593,450.27 €
2008	19,024,955.33 €
2009	18,511,093.71 €
2010	17,987,269.09 €
2011	17,434,553.70 €
2012	16,832,564.32 €
2013	16,254,793.81 €
2014	15,664,353.86 €
2015	14,685,073.34 €
2016	13,663,580.06 €
2017	12,615,301.78 €
2018	11,534,213.53 €
2019	10,418,549.86 €
2020	9,267,465.82 €
2021	8,077,865.03 €
2022	6,847,583.95 €
2023	5,574,308.28 €
2024	4,255,561.81 €
2025	2,889,120.11 €
2026	1,471,616.14 €
2027	- €

### **3 Sensitivitätsanalyse**

#### **VORÜBERLEGUNGEN**

Die Ermittlung des Kapitalwerts in Abschnitt D.2 ist zwangsläufig mit Ungenauigkeiten durch subjektive Einschätzungen, Modellvereinfachungen sowie Schätzfehler bei der Ermittlung der Kapitalkosten durch Replikationsunternehmen verbunden. Insofern ist eine Aussage über die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Fonds durch eine Sensitivitätsanalyse der Kapitalwertermittlung zu fundieren. Diese wird hinsichtlich zweier Aspekte durchgeführt. Zum einen dient die Ermittlung kritischer Modellparameter dazu, die Robustheit des Bewertungsergebnisses zu ermitteln. Zum anderen zeigt die

Sensitivitätsanalyse, von welchen Parametern der ökonomische Wert des Fonds besonders stark abhängt. Hieraus lässt sich dann ableiten, worauf beim späteren Management des MTV IV bzw. bei der Konzeption zukünftiger Biogas-Fonds durch die MTV Capital Invest besonders geachtet werden sollte.

Wie bereits in Abschnitt B.2 dargestellt wurde, werden bei der Sensitivitätsanalyse insbesondere die kritischen Faktoren

- Stromabnahmepreis gemäß EEG
- Produzierte Gasmenge und Methangehalt
- Anlagenverfügbarkeit
- Wirkungsgrad
- Substratpreise
- Externe Stromkosten
- Zinsen auf Fremdkapital

analysiert (vgl. auch Tabelle 1).

## **ALLGEMEINE SENSITIVITÄTSANALYSE**

Tabelle 8 zeigt die Kapitalwertsensitivität des Fonds hinsichtlich allgemeiner Modellparameter. Die Parameter-Variationen werden unter der Ceteris-paribus-Bedingung durchgeführt, d.h. alle anderen Parameter werden konstant gehalten.

Tabelle 8: Kritische Faktorwerte (Allgemeine Faktoren)

Faktor	Kritischer Wert	Erwartungswert
Systematisches Risiko (Asset-Beta)	1,41	0,77
Einzahlungen	92,82%	100%
Auszahlungen	107,77%	100%
Wirkungsgrad	36,35%	40%
Anlagenverfügbarkeit	82,20%	90%
Einspeiseerlöse	0,1808 €/kWh	0,1948 €/kWh

Die Tabelle verdeutlicht, dass die Bestimmung der Risikoprämie einen relativ schwachen Effekt auf den Kapitalwert hat. Unter sonst gleichen Bedingungen könnte das systematische Risiko bis zu einem Beta-Faktor von 1,41 steigen (der geschätzte

Wert ist 0,77) bis der Kapitalwert gleich Null wird. Dies würde durchschnittlichen Kapitalkosten der Assets von 10,56% entsprechen. Das Ergebnis zeigt einerseits, dass der Fonds im Erwartungswert einen erheblichen Mehrertrag über die marktadäquate Risikoprämie liefert. Das impliziert gleichzeitig, dass das Vorteilhaftigkeitsergebnis robust gegenüber Schätzfehlern bei der Ermittlung der Kapitalkosten ist.

Tabelle 8 verdeutlicht ferner, dass die zentralen Parameter für das Anlagenmanagement der (anfängliche) Wirkungsgrad und die durchschnittliche Anlagenverfügbarkeit sind. Schon eine ca. 9%-ige Abweichung von den erwarteten Größen (beim Wirkungsgrad auf 36,35% anstatt 40% bzw. bei der Verfügbarkeit auf 82% anstatt 90%) führt dazu, dass die ökonomische Vorteilhaftigkeit verloren geht. Da beide Faktoren sehr stark durch das Anlagenmanagement des Service-Dienstleisters bestimmt sind, verdeutlicht dies zudem die zentrale Rolle, die die Serviceleistungen dieses Unternehmens für den Fonds-Erfolg spielen.

Die folgenden Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen zur Illustration noch einmal graphisch die Kapitalwertsensitivität in Abhängigkeit von der Anlagenverfügbarkeit sowie dem Wirkungsgrad.

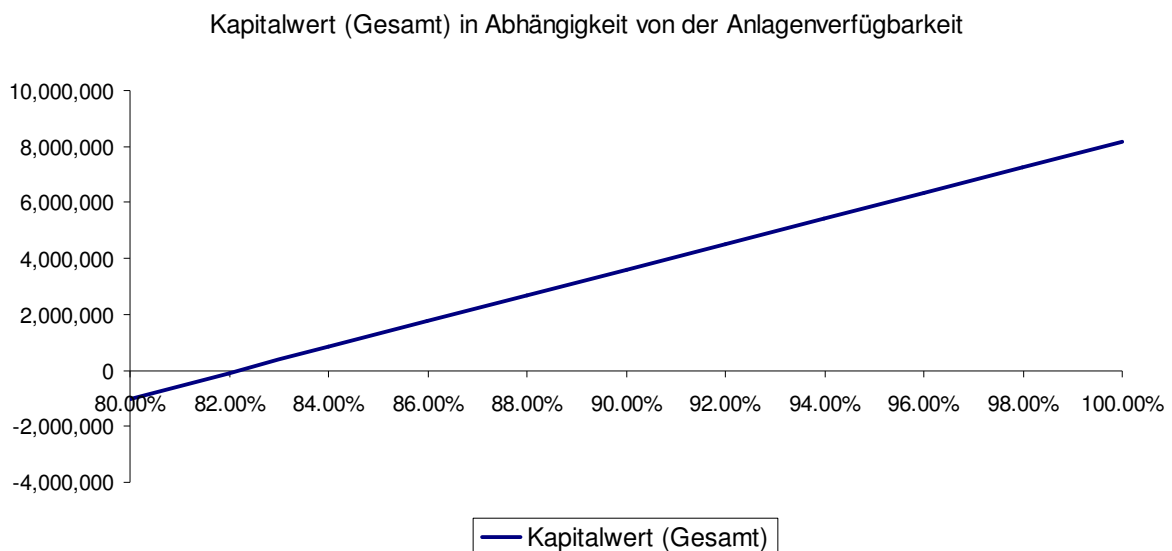


Abbildung 8: Kapitalwertsensitivität Anlagenverfügbarkeit

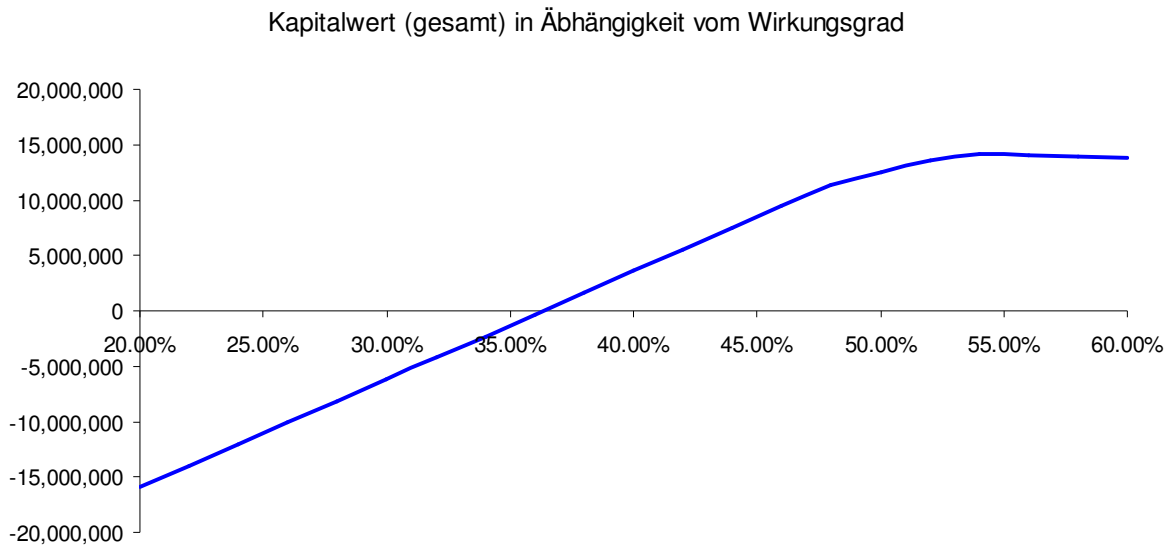


Abbildung 9: Kapitalwertsensitivität Wirkungsgrad

Letztlich verdeutlicht Tabelle 8, dass auch die Höhe der Einspeisevergütung durch das EEG sehr wichtig für den Kapitalwert des Fonds ist. Die kritische Vergütung beträgt 18,08 Cent und liegt damit um rund 1,5 Cent unter der Plangröße von 19,48 Cent. Würde man also bspw. den NawaRo-Bonus verlieren, oder den Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus nicht bei 50% der Anlagen erhalten, wäre der Fonds ökonomisch unprofitabel. Die kritische Rate zeigt aber auch, dass tendenziell eine Verzögerung bei der Inbetriebnahme bis zum Jahr 2008 zu verkraften wäre. Dies würde die Grundvergütung um 1,5% reduzieren (auf dann 10,33 ct/kWh). Selbst die zusätzlich resultierende Reduktion der Einspeiseerlöse (und Kosten) in 2007 würde den Kapitalwert positiv bei ca. 1,9 Millionen Euro belassen.

### **ANALYSE DER FAKTORENSENSITIVITÄTEN**

Zur Vertiefung der Analyse soll im Folgenden die Kapitalwertsensitivität gegenüber Änderungen der Input-Faktoren Gasmenge, Substratmenge und -preise sowie externe Strompreise analysiert werden. Die Tabelle 9 zeigt die entsprechenden Ergebnisse.

Tabelle 9: Kritische Werte Inputfaktoren

Faktor	Kritischer Wert	Erwartungswert
Gasmenge (Gewinnungsfaktor)	194,45	214
Substratmenge (Tonnen p.a.)	51.375	60.000
Substratpreise (Wachstumsfaktor)	6,79%	1,5%
Externer Strompreis (Wachstumsfaktor)	11,94%	1,5%

Die Berechnung der kritischen Werte für den Gasgewinnungsfaktor und die Substratmenge zeigt, dass hier hinsichtlich der angesetzten erwarteten Werte eine relativ große Robustheit vorliegt. So kann der Gasgewinnungsfaktor von 214 auf rund 195 sinken, ohne dass die Vorteilhaftigkeit des Fonds verloren geht. Allerdings stellt auch dies eine wichtige Management-Größe dar, da erfahrungsgemäß für Biogasanlagen anderer Hersteller eher ein Wert von 200 berichtet wird.

Die Abhängigkeit des Kapitalwerts von der Substratmenge wird durch Abbildung 10 weiter verdeutlicht. Hier ist auch eine Steigerung der Inputmenge dargestellt, da die Lieferverträge mit den Landwirten finanzielle Anreize setzen, über die jährlichen 4000t pro Anlage hinaus Maissilage zu erzeugen und zu verwerten.

Kapitalwertsensitivität hinsichtlich Substratmenge p.a.

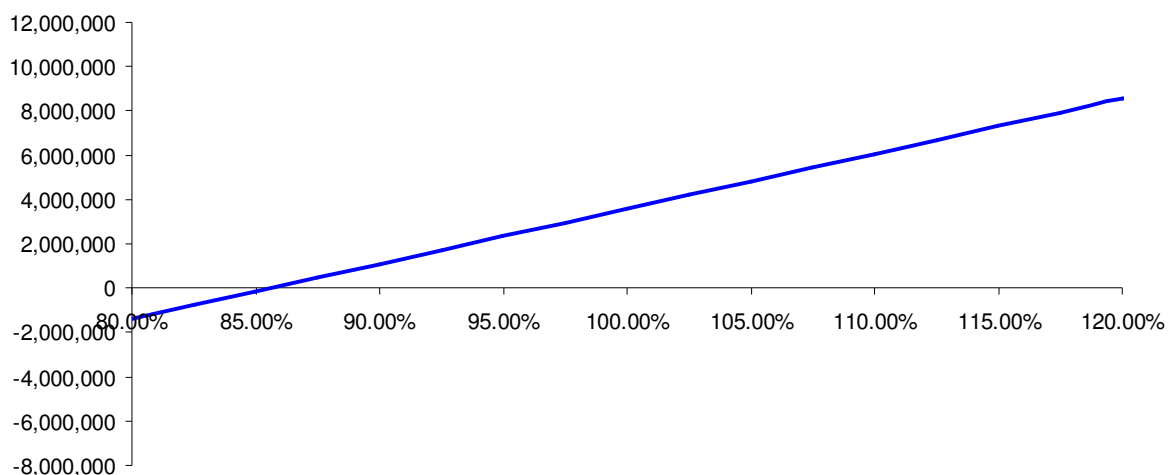


Abbildung 10: Kapitalwertsensitivität Substratmenge

Abbildung 10 zeigt die Nullstelle der Kapitalwertfunktion, wenn die durchschnittliche jährliche Substratmenge um rund 14% fällt (bei 100% wird die Menge von 60.000t über alle Anlagen produziert). Umgekehrt kann der Kapitalwert durch eine Steigerung

der Substratmenge erheblich gesteigert werden. Geht man bspw. von einem Anstieg der Menge um 10% aus, impliziert dies einen Kapitalwert von 6 Millionen Euro. Die Steigung der Kapitalwertfunktion wäre ab einer Substratmenge von 135% deutlich flacher, weil bei dieser Menge die Kapazitätsobergrenze der Anlagen erreicht ist und sich weitere Steigerungen nur noch auf die Anlaufphase im Jahr 2007 beziehen, bis auch hier keine Steigerung mehr zu erzielen wäre. Insofern erscheint die Inzentivierung der Landwirte durch die Lieferverträge grundsätzlich sinnvoll zu sein, allerdings könnte hier eine Obergrenze eingebaut werden.

Sowohl für die Substratpreise als auch für die externen Strompreise sieht das Erwartungswert-Szenario einen Wachstumsfaktor (ab 2017 bzw. 2008) von jährlich 1,5% vor. Tabelle 9 zeigt, dass die Substratpreise um bis zu 6,79% bzw. die externen Strompreise um bis zu 11,94% jährlich steigen könnten, bis der Kapitalwert gleich Null wird. Dies spricht weiter für die Robustheit des positiven Kapitalwerts gegenüber den Bewertungsannahmen.

## **ZINSÄNDERUNGSRISSIKO UND CAP-SICHERUNG**

Als letzter Aspekt soll geprüft werden, inwieweit der Fonds einem signifikanten Zinsänderungsrisiko ausgesetzt ist bzw. wäre, d.h. mit und ohne Berücksichtigung des Zins-Caps. Methodisch wird hierfür der mit der variablen Zinsbelastung verbundene Value-at-Risk (VaR) berechnet. Als Value-at-Risk wird die Zinszahlung betrachtet, die im ersten Jahr (zum 31.12.2007) mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird. Hierfür werden auf der Basis des Cox/Ingersoll/Ross-Zinsstrukturkurvenmodells 10.000 mögliche Szenarien für die Entwicklung des Euribors nach einem Jahr ermittelt und die entsprechende Zinsbelastung auf den Nominalbetrag des Darlehens berechnet (Monte-Carlo-Simulation). Es wird dann verglichen, wie die Risikokennzahl Value-at-Risk mit und ohne Vereinbarung des Zins-Caps von 6,5% aussehen würde.

Abbildung 11 verdeutlicht diese Analyse und zeigt die Häufigkeitsverteilung der Zinszahlungen in Euro über die 10.000 simulierten Zins-Szenarien. Die rote Verteilung zeigt deutlich die Wirkung des Zins-Caps, der die Zinszahlung nach oben limitiert.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Die Zahlen auf der X-Achse der Grafik sind Euro-Beträge, bspw. resultieren in keinem Szenario Zinsforderungen von mehr als 750.000 Euro oder weniger als 350.000 Euro.

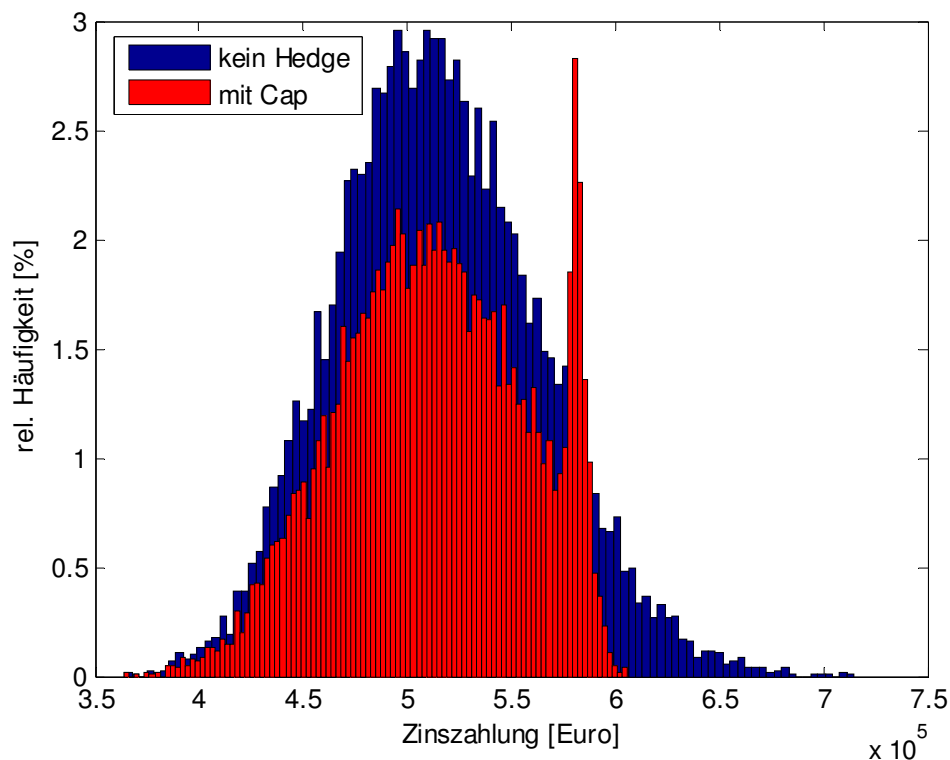


Abbildung 11: Verteilung der Zinszahlungshöhe (Monte-Carlo-Simulation)

Die Value-at-Risk-Kennziffern sind in Tabelle 10 gezeigt.

Tabelle 10: Value-at-Risk der Zinszahlungen

	Mittelwert	Median	VaR (90%)	VaR (95%)	VaR (99%)
Kein Hedge	514.801 €	512.686 €	578.439 €	598.376 €	636.409 €
Mit Zins-Cap	512.728 €	512.686 €	578.439 €	582.475 €	590.082 €

Tabelle 10 zeigt, dass die durchschnittliche Zinszahlung nach einem Jahr 514.801 Euro beträgt. In Abhängigkeit von der Entwicklung des Euribor kann diese jedoch deutlich höher oder niedriger ausfallen. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% würde jedoch keine höhere Zinszahlung als 598.376 Euro auftreten.

Die Wirkung des Zins-Caps wird in der dritten Zeile der Tabelle sichtbar. Der Cap hat praktisch keine Auswirkung auf die durchschnittliche Zinsbelastung, begrenzt jedoch sehr effektiv die Zinszahlungen nach oben, da der Value-at-Risk für die üblichen Quantile von 90%, 95% und 99% fast konstant ist und zwischen 578.439 und 590.082 Euro beträgt. Umgekehrt erscheint die ungesicherte maximale Belastung die

selbst mit einer Wahrscheinlichkeit von 99% nicht überschritten wird, als relativ klein. Der VaR(99%) beträgt 636.409 Euro. Selbst eine solche (eher unwahrscheinliche) Zinsbelastung würde die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Fonds auch ohne Cap-Sicherung nur wenig beeinflussen.

## **E Zusammenfassende Einschätzung und Gestaltungsempfehlungen**

Zielsetzung der Studie ist die ökonomisch fundierte, kapitalmarktorientierte Bewertung der MTV IV Bioenergie GmbH & Co KG aus der Sicht der Eigenkapitalgeber (Kommanditisten). Die hierfür notwendige Kapitalwertermittlung des Fonds erfolgt durch drei wesentliche Schritte. Erstens werden erwartete Cashflows unter Modifikation der Wirtschaftlichkeitsrechnung des Emissionsprospekts ermittelt. Zweitens wird die Geschäftsstruktur des Fonds durch börsennotierte Vergleichsunternehmen repliziert, um risikoadäquate Kapitalkosten (Diskontierungsfaktoren) abzuleiten. Im dritten Schritt wird schließlich der Kapitalwert bestimmt und durch Sensitivitätsanalysen auf Robustheit geprüft.

Durch die Verwendung der Kapitalmarktbewertung vergleichbarer Unternehmen werden grundsätzlich alle relevanten Risiken für Realinvestitionen im Bereich der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, und insbesondere Biogas, in der Fonds-Bewertung berücksichtigt. Entsprechend kann das entwickelte Bewertungskonzept sowohl zur ökonomisch fundierten Bewertung des MTV IV als auch zukünftiger Biogas-Projekte der MTV Capital Invest AG verwendet werden.

Als wesentliches Ergebnis der Studie lässt sich festhalten, dass ein Investment in den Fonds einen positiven Kapitalwert generiert. Die Gesamtheit der mit den Realinvestitionen des Fonds in Biogasanlagen verbundenen Cashflows steigert zum Bewertungsstichtag das (modellbasierte) Vermögen der Investoren um rund 3,6 Millionen Euro. Der Fonds erwirtschaftet somit Einzahlungsüberschüsse, die über die am Kapitalmarkt für vergleichbare Investitionen geforderten Risikoprämien hinausgehen. Dieses Ergebnis ist robust gegenüber einer Änderung wesentlicher Bewertungsparameter.

Die Sensitivitätsanalyse der Kapitalwertermittlung zeigt, dass die Verfügbarkeit der Biogasanlagen sowie der Wirkungsgrad der Stromproduktion die bedeutendsten De-

terminanten der Fonds-Profitabilität sind. Sowohl der Wirkungsgrad als auch die Anlagenverfügbarkeit dürfen im Durchschnitt über die Fonds-Laufzeit um maximal rund 9% niedriger ausfallen als erwartet, um noch einen positiven Kapitalwert zu generieren. Diese ausgeprägte Wertsensitivität verdeutlicht die zentrale Rolle des Service-Dienstleisters für den Fonds-Wert, da dieser für das technische und logistische Anlagenmanagement zuständig ist.

Es zeigt sich zudem, dass die durch das EEG bestimmte Einspeisevergütung ebenfalls bedeutend für den Fondswert ist. Der Kapitalwert wird negativ, wenn die durchschnittliche Vergütung um mehr als einen Cent pro kWh sinkt. Allerdings generiert der Fonds selbst dann ökonomischen Wert, wenn die Anlagen-Inbetriebnahme verspätet erst im Jahr 2008 erfolgen könnte. Dies zeigt, dass die ökonomischen Risiken aus der Anlagenimplementierung relativ gering sind.

Die Analyse verdeutlicht zudem, dass die durch andere Gutachten abgesicherten Annahmen hinsichtlich der Höhe und dynamischen Entwicklung der Inputpreise für die Substratlieferungen sowie den externen Strombezug zur Deckung des Anlagen-Eigenbedarfs unkritisch für den ökonomischen Wert sind. Die Inputpreise könnten erheblich steigen, ohne die ökonomische Vorteilhaftigkeit zu gefährden.

Außerdem zeigt die Analyse der Kapitalwertsensitivität hinsichtlich der eingesetzten Substratmenge zur Stromproduktion, dass die Inzentivierungsmechanismen der Substratlieferverträge zielführend sind. Eine durchschnittliche Erhöhung der eingesetzten Substratmenge kann erheblichen Wert generieren, allerdings gibt es eine Obergrenze (die auch in den Verträgen berücksichtigt werden könnte), die durch die maximale Anlagenkapazität bedingt ist. Die Risiken aus einem verminderten durchschnittlichen Substrateinsatz erscheinen als begrenzt, da der Kapitalwert selbst bei einer 14%-igen Unterschreitung noch positiv ist, die vertraglich fixierte Substratpreisgestaltung realistisch erscheint und die Reaktionszeit auf Mindererträge im Maisanbau mehrere Monate beträgt.

Ferner zeigt sich, dass die mit der Fremdkapitalfinanzierung verbundenen Zinsänderungsrisiken hinsichtlich ihrer Wirkung auf die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Fonds insgesamt eher gering und zudem durch den vereinbarten Zins-Cap wirkungsvoll begrenzt sind. Der Value-at-Risk der Zinszahlungen (bei einem 95%-Quantil) liegt im ersten Jahr bei 582.475 Euro und damit nur unwesentlich über der erwarteten Belastung aus den variablen Zinszahlungen.

Letztlich sei darauf hingewiesen, dass der ermittelte Kapitalwert eine Wertuntergrenze darstellt, da einige komplexe Realloptionen, die mit der Errichtung und dem Betrieb von Biogasanlagen verbunden sein können, nicht in die Bewertung einbezogen wurden. Bspw. könnte man aufgrund der Lagerungsfähigkeit des Biogases die Anlagen dazu benutzen, Strom in Peak-Phasen des Marktes zu einem Preis der über den EEG-Vergütungen liegt, zu verkaufen. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit der potentiellen Realloptionen wäre zu prüfen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass ein Investment in den MTV IV mit finanzwirtschaftlichen Risiken verbunden ist, der Fonds jedoch mehr als nur die am Kapitalmarkt für vergleichbare Investitionen geforderten Risikoprämien erwirtschaftet und somit ökonomisch (für die Investoren) Wert generiert.

## **Anhang: Methodik und Definitionen**

### **A.1 Datenbasis**

Als Bewertungsstichtag dient der 31.12.2006, alle Marktdaten sind bis zum Stichtag 15.11.2006 erhoben worden.

Die Zinsstrukturkurvenparameter werden durch die Analyse des FIBOR auf Monatsbasis vom 01.02.1997 bis zum 15.11.2006 ermittelt. Die zur Bewertung verwendete erwartete Zinsstrukturkurve basiert auf dem 1-Monats-Euribor-Satz am Stichtag 15.11.2006.

Beta-Schätzungen der Replikationsunternehmen erfolgen auf Tagesbasis, vom 01.01.2002 bis zum 15.11.2006. Einige der Replikationsunternehmen wurden erst im Laufe dieser Periode erstmals börsennotiert, hier verkürzt sich entsprechend die verwendete Kursstichprobe.

### **A.2 Kapitalmarktmodell und relevante Risikofaktoren für die Investitionsrechnung**

Eine kapitalmarktorientierte Bewertung muss die unsichere Natur des Investments berücksichtigen. Die wesentliche Erkenntnis der modernen Kapitalmarkttheorie der letzten Jahrzehnte ist,<sup>17</sup> dass *Risiken* verschiedener riskanter Investitionsprojekte (Wertpapiere wie Aktien und Bonds, aber auch Realinvestitionen wie die Anschaffung eines Computers oder die Errichtung einer Fabrik) typischerweise *nicht additiv* sind. Diese als *Diversifikation* bezeichnete Eigenschaft bewirkt, dass durch die Bündelung mehrerer Investitionsprojekte das Gesamtrisiko des Investitionsportfolios i.d.R. niedriger ist, als die Summe der Risiken der einzelnen Projekte. Wenn jedoch bestimmte Risiken durch einfache Bündelung „vernichtet“ werden können, so sollten diese auch nicht den Wert eines Investitionsprojekts beeinflussen.

Entscheidend für die methodische Ausgestaltung ist dann die Festlegung der Art und Anzahl der zu berücksichtigenden systematischen Risikofaktoren. Theoretisch kann hierbei nur ein Faktor entsprechend des CAPM (das Marktrisiko) berücksichtigt wer-

---

<sup>17</sup> Für eine Übersicht zur Kapitalwertmethode sowie Kapitalmarktbewertungsmodellen vgl. Grinblat/Titman (1998).

den oder, entsprechend den Implikationen der APT, mehrere Faktoren (bspw. Marktrisiko, Zinsniveau, Wechselkurse usw.). Wesentlich für die Implementierung sind hierbei drei fundamentale (theoretische und empirische) Forschungsergebnisse:

- Auf einem vollkommenen und vollständigen Kapitalmarkt ist die Berücksichtigung nur des Marktrisikos ausreichend (suffizient), da hierdurch alle anderen (möglicherweise intuitiv einleuchtenden) Risikofaktoren (etwa das Zinsniveau) miterfasst werden.
- Es gibt kein zum CAPM alternatives theoretisches Modell, das genaue Aussagen darüber trifft, *welche* anderen Faktoren als das Marktrisiko auf Kapitalmärkten bewertungsrelevant sind. Die APT bspw. sieht zwar die Existenz mehrerer Risikofaktoren vor, trifft jedoch keine Aussagen darüber, welche Faktoren dies sind.
- Eine Vielzahl empirischer Untersuchungen hat gezeigt, dass im internationalen Vergleich kein einheitliches Set an Risikofaktoren identifiziert werden kann (außer dem Marktrisiko, vgl. für Deutschland bspw. Elsas/EI-Shaer/Theissen (2004)), das systematisch die Erträge aus riskanten Investitionsprojekten (in den Untersuchungen zumeist Aktien) determiniert.

Entsprechend wird in dieser Studie das CAPM mit dem Risikofaktor „Rendite des Marktportfolios“ zu Bewertungszwecken verwendet.

### **A.3 Zinsstrukturmodell von Cox/Ingersoll/Ross (1985)**

Zur Ermittlung der erwarteten Zerobond-Renditen der Planungsperioden wird das Einfaktormodell von Cox/Ingersoll/Ross (1985) verwendet. Dieses ist in der Praxis ein weit verbreitetes Modell, das auch zur Extrapolation von Zinssätzen sowie zur Bewertung von Zins-Derivaten verwendet wird.<sup>18</sup>

Das Modell postuliert, dass der instantane (zeitstetige) kurzfristige Zinssatz sich entsprechend des folgenden Prozesses entwickelt:

$$dr = \kappa(\theta - r)dt + \sigma r^{0.5} \varepsilon \sqrt{dt}$$

---

<sup>18</sup> Für einen Vergleich der Performance alternativer Zinsstrukturmodelle für den deutschen Kapitalmarkt vgl. Bühler et al. (1999).

Mit

$r$	kurzfristiger Zins
$\sigma$	Volatilität
$\theta$	langfristiger Gleichgewichtswert von $r$
$\kappa$	Anpassungskoeffizient bei Abweichung vom langfristigen Gleichgewichtswert (Mean Reversion-Koeffizient)
$dt$	infinitesimaler Zeitabschnitt

Der stochastische Prozess des CIR-Modells reflektiert insbesondere zwei wesentliche empirische Eigenschaften von Zinsstrukturkurven: Mean Reversion und Zinsniveau-Abhängigkeit der Zinsvolatilität. Als Mean Reversion bezeichnet man dabei die Eigenschaft des kurzfristigen Zinssatzes, sich stochastisch zu verändern, jedoch tendenziell zu einem langfristigen Niveau zurückzukehren. Die Niveauabhängigkeit der Volatilität entspricht der Beobachtung, dass Zinsen empirisch stärker schwanken, je höher das jeweilige Zinsniveau.

#### **A.4 Beta-Schätzung nach der ECM-Methode**

Der Expectation-Conditional-Maximization-Algorithmus (ECM) wird angewendet, wenn Daten fehlende Werte haben und die Parameter einer Funktion mit der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt werden. Im vorliegenden Fall wird unterstellt, die Renditen von Aktien sind multivariat-normalverteilt und die Regressionsparameter eines Systems zur Schätzung des Marktmodells für mehrere Aktien werden über den ECM-Algorithmus geschätzt.<sup>19</sup> In dieser Anwendung hat die Rendite-Zeitreihe der Schmack Biogas AG im Vergleich zum *RenewIndex* und dem FTSE Global Energy fehlende Werte, da die Schmack Biogas AG erst im Mai 2006 an die Börse gegangen ist, während die anderen Werte länger am Kapitalmarkt beobachtet werden können. Diese fehlende Werte werden nun auf der Basis der Systemschätzung aller Renditen so korrigiert, dass die Parameter-Schätzer der Regressionen auf der Basis der gemeinsamen Momente der beobachteten Daten iterativ angepasst werden, bis die be-

---

<sup>19</sup> Für technische Details zur ECM-Schätzung vgl. Sexton/Swenson (2000).

obachteten Daten unter den Regressionsfunktionen die maximale Wahrscheinlichkeit aufweisen. Dieses Verfahren hat mehrere Vorteile:

- Die fehlenden Werte werden nicht durch ein willkürliches Interpolationsverfahren approximiert, sondern durch die empirischen Momente der beobachteten Daten bestimmt.
- Das Verfahren basiert auf der Maximum-Likelihood-Methode und ermittelt entsprechend unverzerrte Schätzer, wenn die Daten tatsächlich multivariat normalverteilt sind.
- Daten ohne fehlende Werte werden nicht beeinflusst.

Im Ergebnis resultiert in der vorliegenden Studie bspw. eine rund 17% genauere Schätzung des Aktienbetas der Schmack Biogas AG.

## **A.5 RenewIndex**

Die folgende Tabelle beschreibt die Unternehmen, die im zur Replikation verwendeten *RenewIndex* enthalten sind.

<b>Unternehmen</b>	<b>WKN</b>	<b>Geschäftsfeld</b>
Aleo Solar AG	A0JM63	The group develops photovoltaic modules mostly for the German market.
Centrosolar AG	514850	The Group's major activities are production of solar integrations and components, operating in two segments, Solar integrated systems and Solar key components.
Conergy AG	604002	The Group's principal activity is to develop, produce and sell system components for photovoltaic and Solar Spring Branch, which is designated for the use of solar energy to acquire thermal power.
Cropenergies AG	A0LAUP	The group produces bio-ethanol from renewable resources and operates mainly in Germany.
Energiekontor AG	531350	The Group's major activity is the design, manufacture and sale of wind farm projects. The Group also offers service activities connected with the operational management of wind farm companies. The Group has operations in Germany, France, Greece, Great Britain, Portugal and Spain.
Ersol Solar Energy Aktiengesellschaft AG	662753	The Group's activities are manufacturing and distribution of photovoltaic products. The Group operates through the following segments: Ingots and Wafers, Solar Cells and Trading. The Group has operations in Europe, Asia Pacific and Africa.

<b>Unternehmen</b>	<b>WKN</b>	<b>Geschäftsfeld</b>
Masterflex AG	549293	The Group's major activity is the processing of high tech plastic materials, especially of polyurethane. It operates through the divisions: Hightech Hose Systems, Medical Technology, Mobile Office Systems & Advanced Material Design.
Phonix Sonnenstrom AG	A0BVU9	The Group's major activities are assembling and the installation of solar electric systems. The Group also designs and photovoltaic plants and operates as a wholesaler of complete solar electricity plants. Operations are in German and European photovoltaic sectors.
Q-Cells AG	555866	The Company's major activities include development, production and marketing of solar cells. The products include polycrystalline and monocrystalline silicon based solar cells. The Company operates mainly in Europe.
Reinecke + Pohl Sun Energy AG	525070	The company's major activity is to provide support for the installation of photovoltaic systems in three major project phases: Preparation, Construction and Output control. The Group operates in two segments: Projects and Trade.
Repower Systems AG	617703	The Group's major activities are the development, licensing, production and sale of technologically sophisticated and innovative wind power turbines and project planning for wind farms. The Group also offers services such as comprehensive maintenance and service packages.
Roth+Rau AG	A0JCZ5	Roth & Rau provides components and process equipment for plasma and ion beam enhanced thin film and surface processing for production, pilot production and research & development in many industrial branches, in particular photovoltaic.
SAG Solarstrom	702100	The Group's major activity is the generation of solar power energy and the installation of photo voltaic panels, operating solar power stations in Germany, Austria and Switzerland.
Solar Millennium AG	721840	The Group's principal activity is to construct and operate large scale solar thermal power plants. The Group has specialised branches of parabolic trough and solar chimney power plants.
Solar2 AG	A0HN45	The group's major activity is planning, installation, and maintenance of solar energy systems.
Solar Fabrik AG	661471	The Group's major activity is the development, manufacturing and marketing of photo voltaic modules and systems. The Group has subsidiaries in Germany and South Africa.
Solarparc AG	635253	The Groups' major activity is to plan and construct power plants as general contractor and the operation and management of these plants. The Group also manages own and third party real estate. The Group operates through two segments; Wind power plants and Solar power plants.
Solarpraxis AG	549547	The firm offers a comprehensive range of services to support customers with technical issues in the area of solar energy production.

<b>Unternehmen</b>	<b>WKN</b>	<b>Geschäftsfeld</b>
		These cover reach from R&D tasks to documentation of products, through to training and a technical hotline for customers.
Solarworld AG	510840	The Group's principal activities are the research & development, production and marketing of products for solar power generation as well as complete solar power stations. This includes the production of solar wafers and solar modules as well as the development of proprietary systems. The Group is also involved in the planning, construction and operation of other technologies producing renewable energies.
Solon für Solar-technik AG	747119	The Group's principal activity is to manufacture and distribute solar cells and photo voltaic power panels. It operates in Germany and Switzerland.
Sunline AG	A0BMP0	The major activities of the company are to construct and operate solar thermal power plants, having specialized branches of making photo voltaic cells and equipments. The firm sells electricity and related solar products to industries and consumers.
Sunways AG	733220	The Group's major activity is the development and production of silicon-based solar cells and solar inverters, used in the conversion of sunlight into electricity. The Group operates in Switzerland, Austria, the Netherlands, Italy, Spain, Sweden and Japan.
Umweltbank AG	557080	The Company's major activity is that of a universal bank with an emphasis on ecological and sociably responsible products.
Verbio Vereinigte Bioenergie AG	A0JL9W	The group is producer and supplier of biofuel in Germany.

## Literatur

*Bühler, W. / Uhrig-Homburg, M. / Walter, U. / Weber, T. (1999): An Empirical Comparison of Forward-Rate and Spot-Rate Models for Valuing Interest-Rate Options, Journal of Finance, 269-305.*

*Cox, J. / Ingersoll, J. / Ross, S. (1985): A Theory of the Term Structure of Interest Rates, Econometrica 53, 385-407.*

*Damodoran, A. (2002): Investment Valuation, 2. Auflage, John Wiley & Sons.*

*Elsas, R. / El-Shaer, M. / Theissen, E. (1999): Beta and Returns revisited: Evidence from the German Stock Market, Journal of International Financial Markets, Institutions and Money.*

*Gottschick, M. (2006): Biogas – Einkommensalternative für Landwirte?, Manuskript, Hamburg.*

*Grinblat, M. / Titman, S. (1998): Financial Markets and Corporate Strategy, McGraw-Hill, Boston et al.*

*Heidelberger Institut für Angewandte Forschung und Entwicklung (2006): Gutachten zum Vorhaben MTV IV Bioenergie Fonds, von 7. August 2006, Heidelberg.*

*Hull, J. (2006): Options, Futures, and other Derivative Securities, 6. Aufl., Pearson / Prentice Hall.*

*Institut für Energetik und Umwelt (2005): Stromerzeugung aus Biogas – Erfahrungen mit dem novellierten EEG, Workshop-Dokumentation vom 14./15. Juni 2005, Berlin.*

*Institut für Energetik und Umwelt (2006): Kurzgutachten zum Vorhaben MTV III Bioenergie vom 02. März 2006, Leipzig.*

*Schmack Biogas (2006): Wertpapierprospekt Schmack Biogas AG, vom 10.04.2006.*

*Sexton, J / Swensen, A. R. (2000): ECM algorithms that converge at the rate of EM, Biometrika 87, 651-662.*

## Gesetzestexte

Gesetz zur Neuregelung des Rechts der erneuerbaren Energien im Strombereich, endgültige Fassung vom 21.07.2004.

Prof. Dr. Ralf Elsas  
Institut für Finance & Banking  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Ludwigstraße 28 / RG V  
80539 München

Telefon: 089 / 2180 2757  
E-Mail: [elsas@bwl.uni-muenchen.de](mailto:elsas@bwl.uni-muenchen.de)

MTV Capital Invest AG  
Friedrichstraße 39-41  
60323 Frankfurt / M.

Telefon: 069 / 970869-0  
Fax: 069 / 970869-11

E-Mail: [info@mtv-ag.com](mailto:info@mtv-ag.com)  
Internet: [www.mtv-ag.com](http://www.mtv-ag.com)

