

„Wie ist das klein, womit wir ringen, was mit uns ringt, wie ist das groß“

Rainer M. Rilke

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Dipl.-Ing. Christian Deutsch

geboren am 15.12.1975, in Graz

erkläre hiermit,

1. dass ich meine Master Thesis selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Master Thesis bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Arbeit mein Unternehmen betrifft, meine/n ArbeitgeberIn über Titel, Form und Inhalt der Master Thesis unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

Wien, 20.09.2010

Ort, Datum

Unterschrift

General Management MBA



Projektfinanzierung unter Unsicherheit

Master Thesis zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Business Administration (MBA)

an der Universität für Weiterbildung (Donau-Universität Krems)

und der Technischen Universität Wien, Continuing Education Center

eingereicht von

Dipl.-Ing. Christian Deutsch

BetreuerIn

a.o. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Aussenegg

Wien, 20.09.2010

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit wahrnehmen, um mich recht herzlich bei Herrn Prof. Dr. Wolfgang Aussenegg für die tadellose Unterstützung und Betreuung während dieser Arbeit bedanken. Weiters gilt mein Dank Frau Dr. Tatiana Miazhynskaia für Ihren substantiellen Beitrag bei Fragen und Problemen bezüglich der mathematischen Modellierung der Verteilungen.

Weiters bedanke ich mich bei den Damen des Institutes für Managementwissenschaften, welche stets bereit waren, die Räumlichkeiten für ein ruhiges Arbeiten zur Verfügung zu stellen.

Abschließend möchte ich Herrn Dipl.-Ing. Clemens Hörweg für den intensiven Gedankenaustausch während der Entstehung dieser Arbeit danken und gleichzeitig auf die Master These des Kollegen verweisen, welche sich mit der *Finanzplanung unter Unsicherheit* eingehend beschäftigt.

EXECUTIVE SUMMARY

Die folgende Arbeit beschäftigt sich intensiv mit dem Thema der Projektfinanzierung unter Unsicherheit. Im Fokus der Ausführungen steht ein Projektunternehmen, welches nach Entscheidungsgrundlagen sucht, um eine bevorstehende Finanzierung unter Maßgabe von unsicheren Eingabeparametern wie z.B. Wechselkurse (USD/EUR), Zinsen (EURIBOR) oder Preise für verwendete Rohstoffe (Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas) - sinnvoll und adäquat zu beurteilen. Das Projektunternehmen ist als *Special Purpose Vehicle* (SPV) organisiert und produziert mittels einer Anlage zwei verschiedene Produkte, dessen Verkauf sowohl im Euro- als auch im Dollarraum stattfindet. Das Unternehmen selbst hat seinen Sitz im Euroraum und wird durch eine *Off-Balance-Sheet*-Finanzierung finanziert.

Die Erarbeitung eines statischen Modells in EXCEL zur Modellierung des Problems mit anschließender Überführung in ein dynamisches Modell mittels MATLAB bildet die Grundlage der Herangehensweise für eine Entscheidungsfindung bzw. Interpretation der Möglichkeiten und Ergebnisse auf Kennzahlenbasis. Als Kennzahlen dienen das *Debt Service Cover Ratio* (DSCR), das *Interest Cover Ratio* (ICR), der *Net Present Value* (NPV), der freie operative *Cash Flow* (FOCF), der *Return On Invested Asset* (ROIA) etc.

Die Wahl der stochastischen Simulation mittels der Monte Carlo Methode bildet den wesentlichen Teil des übergeführten statischen Modells in der dynamischen Ebene.

Durch Zuhilfenahme von statistischen Methoden wird versucht, die Entscheidungsfindung mathematisch zu untermauern bzw. eine sachlich korrekte und fundierte Grundlage zu liefern. Hierbei wird das Konzept des *Value at Risks* (VaR) sowie verschiedenste Quantilen zur Beurteilung der Erfolgsgrößen und Kennzahlen verwendet. Weiters wird eine quantitative Orientierungshilfe für einen sinnvollen praktischen Einsatz gegeben.

Die Modellierung der unsicheren Eingabeparameter erfolgt mit Hilfe der Student T Verteilung, wodurch jede Unsicherheit durch die Parameter Volatilität, Erwartungswert und Freiheitsgrad eindeutig beschrieben ist.

Mit Hilfe von formulierten Forschungsfragen wird die Thematik in Bereiche aufgeteilt, wobei die Sinnhaftigkeit des Monte Carlo Ansatzes hinterfragt wird sowie die einhergehenden Probleme der Langfristigkeit und unsicheren Eingabeparameter dargelegt werden.

Mittels einer Vielzahl an dynamischen Simulationen werden die verschiedenen Aspekte der Projektfinanzierung unter Unsicherheit beleuchtet und die damit verbundenen Probleme und Zusammenhänge anschaulich vermittelt. Die durchgeführten Simulationen in der dynamischen Sphäre erlauben eine isolierte Untersuchung der Sensitivität der Erfolgsgrößen hinsichtlich des Wechselkurses, des EURIBORs sowie der verwendeten Rohstoffe für die produzierten Produkte. Ebenfalls wird die simultane Auswirkung aller Unsicherheiten auf das Modell resp. auf die Erfolgsgrößen untersucht und interpretiert.

Um den Einfluss der Verteilungsparameter (Volatilität und Erwartungswert) der verschiedenen Unsicherheiten auf die Erfolgsgrößen im dynamischen Modell zu veranschaulichen, wird eine so genannte Parametervariation durchgeführt. Hierbei werden die genannten Verteilungsparameter der Unsicherheiten für den Wechselkurs und die Rohstoffe in fünf Schritten variiert. Daraus ergibt sich, je nach betrachteter Erfolgsgröße, eine Flächendarstellung, welche durch die Volatilität und den Erwartungswert parametrisiert ist. Aus dieser Darstellung lässt sich der Einfluss bzw. die Sensitivität, beispielsweise des DSCRs, hinsichtlich dieser Verteilungsparameter darstellen und beurteilen.

INHALTSVERZEICHNIS

Danksagung	i
Executive Summary	ii
Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	x
Abkürzungsverzeichnis	xii
<u>1 PROBLEMHINTERGRUND</u>	<u>1</u>
<u>2 FORSCHUNGSFRAGE(N)</u>	<u>3</u>
<u>3 THEORETISCHES WISSEN IM ZUGE DER ARBEIT</u>	<u>4</u>
3.1 VORSTELLUNG DER METHODIK PROJEKTFINANZIERUNG UND BEGRIFFLICHKEITEN	4
3.2 DER VALUE AT RISK	8
3.3 DIE MONTE CARLO METHODE UND WEITERE METHODEN ZUR VAR BESTIMMUNG	10
3.4 RISIKOAGGREGATION DER UNTERSCHIEDLICHEN METHODEN	16
3.5 STUDENT T VERTEILUNG	18
3.6 DISKRETE UND STETIGE RENDITE	20
3.7 VERWENDETE KENNZAHLEN	21
3.7.1 DEBT SERVICE COVER RATIO UND INTEREST COVER RATIO	21
3.7.2 WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL	24
3.7.3 NET PRESENT VALUE	26
3.7.4 INTERNAL RATE OF RETURN	27
3.7.5 RETURN ON INVESTED ASSET	29
<u>4 BASELEMENTE ZUR MODELLORIENTIERTEN UNTERSUCHUNG</u>	<u>31</u>
4.1 DER RISIKOMANAGEMENTPROZESS UND DIE ANWENDUNG IN DIESER ARBEIT	31
4.2 DATENGRUNDLAGE FÜR UNSICHERE PARAMETER	34
4.2.1 EURIBOR	34
4.2.2 WECHSELKURS	35
4.2.3 ROHSTOFFE	37
4.3 MODELLBILDUNG	43
4.3.1 ABRISS DES STATISCHEN MODELLS	43
4.3.2 ABRISS DES DYNAMISCHEN MODELLS	44
<u>5 DAS STATISCHE MODELL</u>	<u>45</u>
5.1 BESCHREIBUNG DES PROJEKTES BZW. MODELLS	45
5.2 EINGABEPARAMETER UND RANDBEDINGUNGEN	48

5.2.1	MODELLPARAMETER UND DATEN	48
5.2.2	EIGENKAPITALZAHLUNGEN UND KAPITALBEREITSTELLUNG	50
5.2.3	BAUKREDITINFORMATIONEN (<i>SHORT-TERM</i>)	52
5.2.4	BETRIEBSKREDITINFORMATIONEN (<i>LONG-TERM</i>)	53
5.3	RECHENSHEMA UND ÜBERSICHTSPLÄNE	55
5.3.1	BAUKREDITPLAN (<i>SHORT-TERM</i>)	55
5.3.2	BETRIEBSKREDITPLAN (<i>LONG-TERM</i>)	56
5.3.3	ROHSTOFFINFORMATIONEN UND MENGENGERÜST	57
5.3.4	INFORMATIONEN ZUM ABSATZRAUM	58
5.3.5	ERGEBNISRECHNUNG	59
5.3.6	INVESTOR- UND SPONSORRECHNUNG	62
5.4	AUSGABEPARAMETER UND KENNZAHLEN	66
6	<u>DAS DYNAMISCHE MODELL</u>	70
6.1	ÜBERFÜHRUNG DES STATISCHEN MODELLS	71
6.2	UNSICHERE EINGABEPARAMETER	72
6.2.1	UNSICHERHEIT EURIBOR	74
6.2.2	UNSICHERHEIT WECHSELKURS	76
6.2.3	UNSICHERHEIT ALUMINIUM	79
6.2.4	UNSICHERHEIT KUPFER	81
6.2.5	UNSICHERHEIT GUMMI	83
6.2.6	UNSICHERHEIT GAS	85
6.3	KORRELATION DER UNSICHEREN EINGABEPARAMETER	87
6.4	FRISTENGERECHTE VOLATILITÄTEN UND RENDITEN	89
6.5	PROBLEMATIK DER NEGATIVEN PREISE UND RENDITEN	90
6.6	AUSGEWÄHLTE DURCHGEFÜHRTE SIMULATIONEN	91
6.6.1	SIM #1 WECHSELKURSENTWICKLUNG	93
6.6.2	SIM #2 ROHSTOFFPREIS- BZW. ROHSTOFFKOSTENENTWICKLUNG	95
6.6.3	SIM #3 EURIBOR	98
6.6.4	SIM #4 EINFLUSS – EURIBOR	98
6.6.5	SIM #5 EINFLUSS – WECHSELKURS	101
6.6.6	SIM #6 EINFLUSS – ROHSTOFFKOSTEN	107
6.6.7	SIM #7 KOMBINierter EINFLUSS DER UNSICHERHEITEN	112
6.6.8	SIM #8 PARAMETERVARIATION – SENSITIVITÄT WECHSELKURS	122
6.6.9	SIM #9 PARAMETERVARIATION – SENSITIVITÄT ROHSTOFFE	130
7	<u>ZUSAMMENFASSUNG DER ARBEIT</u>	138
8	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	141

9 ANHANG	144
9.1 VOLATILITÄT DER ROHSTOFFE – ALUMINIUM, KUPFER, GUMMI UND GAS	144
9.2 CODE-ELEMENT: HOCHRECHNUNG DER RENDITEN ANHAND DER ROHSTOFFE UND KORRELATION DIESER	145
9.3 CODE-ELEMENT: HOCHRECHNUNG DER RENDITEN DES WECHSELKURSES	146
9.4 CODE-ELEMENT: BERECHNUNG DES VAR, MITTELWERT UND INTERVALLE	146
9.5 CODE-ELEMENT: EURIBOR NACHBILDUNG ANHAND DER DREIECKSFUNKTION	147
9.6 KOMBINIERT E UNSICHERHEITEN, DATEN UND WERTE, SIM#7	148

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Typische Struktur einer <i>Off-Balance-Sheet</i> -Projektfinanzierung mittels SPV; Quelle: angelehnt an (Gatti, 2008) S.8 und (Finnerty, 2007) S.3	7
Abbildung 2: DAX Häufigkeitsverteilung, Beispiel für den VaR; Quelle: eigene Darstellung	9
Abbildung 3: Prinzipdarstellung der Monte Carlo Methode; Quelle: angelehnt an (Vertex42)	12
Abbildung 4: Student T Verteilung ($Nu=1, 3$ und 10) vs. Normalverteilung; Quelle: eigene Darstellung	19
Abbildung 5: NPV Profil anhand eines Beispiels; Quelle: angelehnt an (Finnerty, 2007), S.160	27
Abbildung 6: EURIBOR Zinssatz 6m; Quelle: eigene Darstellung	35
Abbildung 7: Wechselkurs USD / EUR (Schlusskurs) – Zeitraum rund fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung	36
Abbildung 8: Kursverlauf Aluminium - 1995 -2010; Quelle: eigene Darstellung	38
Abbildung 9: Kursverlauf Kupfer 1995 -2010; Quelle: eigene Darstellung	39
Abbildung 10: Kursverlauf Gummi 1995 – 2010; Quelle: eigene Darstellung	40
Abbildung 11: Kursverlauf Gas 1995 – 2010; Quelle: eigene Darstellung	41
Abbildung 12: Prinzipdarstellung der Projektzahlungsströme; Quelle: eigene Darstellung	46
Abbildung 13: Prinzipdarstellung für den Ablauf des dynamischen Modells; Quelle: eigene Darstellung	71
Abbildung 14: Dynamisches Modell - EURIBOR Nachbildung; Quelle: eigene Darstellung	75
Abbildung 15: Dynamisches Modell, Histogramm des Wechselkurses USD/EUR; Quelle: eigene Darstellung	77
Abbildung 16: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Aluminium; Quelle: eigene Darstellung	80
Abbildung 17: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Kupfer; Quelle: eigene Darstellung	82
Abbildung 18: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Gummi; Quelle: eigene Darstellung	84

Abbildung 19: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Gas; Quelle: eigene Darstellung	86
Abbildung 20: Simulierter Verlauf des Wechselkurses für fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung	93
Abbildung 21: Simulierter Verlauf der Rohstoffkosten für fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung	96
Abbildung 22: Simulierter Verlauf der medianen Rohstoffkosten für fünfzehn Jahre; Ausgangspunkt: statisches Modell zum Zeitpunkt Null; Quelle: eigene Darstellung	97
Abbildung 23: Finanzierungskosten, Baukredit, Unsicherheit EURIBOR isoliert; Quelle: eigene Darstellung	98
Abbildung 24: Anlagekosten, SPV, Unsicherheit EURIBOR isoliert; Quelle: eigene Darstellung	99
Abbildung 25: DSCRs, EURIBOR isoliert; Quelle: eigene Darstellung	100
Abbildung 26: FOCF, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	101
Abbildung 27: FOCF, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	102
Abbildung 28: ROIAs, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	103
Abbildung 29: ROIAs, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	103
Abbildung 30: DSCRs, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	104
Abbildung 31: DSCRs, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	104
Abbildung 32: NPVs Investor, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	105
Abbildung 33: NPVs Investor, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	105
Abbildung 34: FOCF, isolierte Rohstoffkosten, 10%EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	107
Abbildung 35: FOCF, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	108

Abbildung 36: DSCRs, isolierte Rohstoffkosten, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	109
Abbildung 37: DSCRs, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	109
Abbildung 38: ICRs, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	110
Abbildung 39: NPVs Investor, isolierte Rohstoffkosten, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung	111
Abbildung 40: NPVs, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung	111
Abbildung 41: FOCF, EW, Sensitivität Wechselkurs 3D und 2D; Quelle: eigene Darstellung	124
Abbildung 42: FOCF, 25th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D; Quelle: eigene Darstellung	125
Abbildung 43: DSCR, 10th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D; Quelle: eigene Darstellung	126
Abbildung 44: NVPs Investor, Mittelwert und 10th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D; Quelle: eigene Darstellung	127
Abbildung 45: NPVs Sponsor, Mittelwert und 10th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D; Quelle: eigene Darstellung	128
Abbildung 46: FOCF, EW und 25th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung	133
Abbildung 47: DSCR, 10th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung	134
Abbildung 48: NPVs Investor/Sponsor, 10th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung	135
Abbildung 49: Rohstoffkosten, EW über fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung	136
Abbildung 50: ROIA, 25th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung	136

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Verschiedene mittlere DSCRs aus der Industrie; Quelle: angelehnt an (Gatti, 2008), S.135	23
Tabelle 2: Beispielhafte Kurse - USD / EUR	36
Tabelle 3: Beispielhafte Kurse Aluminium	38
Tabelle 4: Beispielhafte Kurse Kupfer	39
Tabelle 5: Beispielhafte Kurse Gummi	40
Tabelle 6: Beispielhafte Kurse Gas	41
Tabelle 7: Statisches Modell - Modellparameter und Daten	48
Tabelle 8: Statisches Modell - Kapitalbereitstellung	50
Tabelle 9: Statisches Modell – Eigenkapitaleinzahlungen in der Bauphase	51
Tabelle 10: Statisches Modell - Baukreditinformationen	52
Tabelle 11: Statisches Modell - Betriebskreditinformationen	54
Tabelle 12: Statisches Modell - Baukreditplan	55
Tabelle 13: Statisches Modell - Betriebskreditplan	56
Tabelle 14: Statisches Modell - Rohstoffinformationen und Mengengerüst	57
Tabelle 15: Statisches Modell - Informationen zum Absatzraum	58
Tabelle 16: Statisches Modell - Ergebnisrechnung	59
Tabelle 17: Statisches Modell - Investorrechnung	62
Tabelle 18: Statisches Modell - Sponsorrechnung	65
Tabelle 19: Statisches Modell - Kennzahlen	66
Tabelle 20: Dynamisches Modell - Wechselkursdaten	76
Tabelle 21: Dynamisches Modell – Aluminiumdaten	79
Tabelle 22: Dynamisches Modell, Kupferdaten	81
Tabelle 23: Dynamisches Modell, Gummidaten	83
Tabelle 24: Dynamisches Modell, Gasdaten	85
Tabelle 25: Korrelationsmatrix der Rohstoffe	87
Tabelle 26: Cholesky-Matrix der Rohstoffe	88
Tabelle 27: Übersicht über die durchgeführten Simulationen	92
Tabelle 28: Quantilen bzw. VaR des Wechselkurses für fünfzehn Jahre	94
Tabelle 29: Quantilen bzw. VaR der Rohstoffkosten für fünfzehn Jahre	96
Tabelle 30: Quantilen bzw. VaR bei isolierten Finanzierungskosten	99
Tabelle 31: Quantilen bzw. VaR bei isolierten Anlagekosten	100

Tabelle 32: Kombinierte Unsicherheiten, FOCF (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung _____	113
Tabelle 33: Kombinierte Unsicherheiten, ROIAs (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung _____	114
Tabelle 34: Kombinierte Unsicherheiten, DSCRs (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung _____	115
Tabelle 35: Kombinierte Unsicherheiten, ICRs (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung _____	116
Tabelle 36: Kombinierte Unsicherheiten, NPVs Investor (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung _____	117
Tabelle 37: Kombinierte Unsicherheiten, NPVs Sponsor (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung _____	118
Tabelle 38: Parameterfeld - EW, Sigma, Wechselkurs-Kennlinien _____	122
Tabelle 39: Parameterwerte EW, Sigma, Rohstoff-Kennlinien _____	130
Tabelle 40: Kennflächenparameter der Rohstoffe der einzelnen Simulationen _____	131

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Box	Bereich der Werte zwischen der 25th und 75th Quantile bei der Darstellung von statistischen Größen mit Hilfe der Methode des <i>Boxplottings</i>
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Modell</i> , Bewertungsmodell für Kapitalgüter
CF	<i>Cash Flow</i>
DCF	<i>Discounted CF</i> , abgezinster CF
DSCR	<i>Debt Service Cover Ratio</i> , Schulddeckungskraft
EBIT	<i>Earnings Bevor Interests and Taxes</i> , Betriebsergebnis
EBITDA	EBIT vor <i>Depretiations and Amortizations</i> , Betriebsergebnis inkl. Abschreibungen und Zuschreibungen
EK	Eigenkapital
EURIBOR	EURO <i>Interbank Offer Rate</i>
EW	Erwartungswert
FK	Fremdkapital
FOCF	freier operativer <i>Cash Flow</i>
hS	historische Simulation
ICR	<i>Interest Cover Ratio</i> , Zinsdeckungskraft
IRR	<i>Internal Rate of Return</i> , interner Zinsfuß
MC(S)[M]	Monte Carlo (Simulation) [Methode]
MW	Mittelwert
NOPAT	<i>Net Operating Profit After Taxes</i> , Nettoergebnis nach Steuern
NPV	<i>Net Present Value</i> , Kapitalwert
PPP	<i>Public-Private-Partnership</i> , Öffentlich-Private-Partnerschaft
ROI	<i>Return On Investment</i> , Kapitalverzinsung
ROIA	<i>Return On Invested Asset</i> , Verzinsung der Investition,
Sig	Sigma
SPV	<i>Special Purpose Vehicle</i> , Zweckgesellschaft
TKCC	<i>Turn Key Construction Contract</i> , schlüsselfertiger Bauvertrag
VaR	<i>Value at Risk</i> , Höhe bzw. Wert im Risiko
Var	Varianz bzw. Maß für die Streuung einer Verteilung
VKM	Varianz-Kovarianz Modell
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i> , durchschn. Kapitalkosten

1 Problemhintergrund

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Abhandlungen über das Thema Projektfinanzierung auf Basis statischer Betrachtungen¹. Diese Betrachtungen fußen meist auf einer Ansammlung von Plänen und *Spreadsheets*, welche einen *Forecast* der Ergebnisgrößen liefern sollen (diese Ergebnisgrößen bilden die weitere Grundlage, ob und unter welchen Bedingungen bzw. Auflagen ein Projekt finanziert wird). Um diese Herangehensweise zu rechtfertigen bzw. auf Grundlage dieser Ergebnisse Entscheidungen treffen zu können, müssen die Rand- und Einflussbedingungen so weit wie nur irgend möglich in ihrem Spielraum begrenzt werden, wenn nicht sogar als konstante Größe vorausgesetzt werden. Im Sinne eines Projektunternehmens, welches als Zweckgesellschaft aufgesetzt wird, ist es von absoluter Notwendigkeit, beispielsweise die Lieferkonditionen von Rohstoffen bzw. Lieferverträge langfristig zu vereinbaren und zu regeln. Gleiches gilt natürlich auch für die Abnehmerseite, die ebenfalls aus Gründen der Planung einem langfristigen und vorgegebenen Trend folgt.

Mithilfe der vorherrschenden Methodik in der Unternehmensplanung, die so genannte stochastische Simulation nach Monte Carlo, wird die statische Herangehensweise in der Projektfinanzierung mit dem Ziel erweitert, diese beiden gängigen Methoden miteinander zu verschmelzen. Anhand des nachfolgenden Überblicks wird der Inhalt der Arbeit in raschen Zügen vermittelt.

ÜBERBLICK ÜBER DIE INHALTE

Kapitel 1 (Seite 1): Darstellung des Problemhintergrunds.

Kapitel 2 (Seite 3): In diesem Kapitel finden sich die formulierten Forschungsfragen, die in der Behandlung der Arbeit untersucht werden. Bestehend aus einer primären Frage und davon abgeleiteten sekundären Forschungsfragen werden Aspekte der Herangehensweise, Ergebnisse, Methodik und einhergehende projektbegleitende Probleme sachlich formuliert. Die kompakte Beantwortung dieser Fragen geschieht in der Zusammenfassung.

Kapitel 3 (ab Seite 4): Eine Vermittlung der wichtigsten und notwendigsten theoretischen Inhalte ist Ziel dieses Abschnittes. Sämtliche verwendeten Begriffe, Parame-

¹ In diesem Zusammenhang steht Projektfinanzierung für eine *Off-Balance-Sheet*-Finanzierung auf Grundlage einer Zweckgesellschaft, welche einen längerfristigen operativen Zeithorizont verfolgt; in der Regel zwischen zehn und dreißig Jahren.

ter, Kennzahlen und Besonderheiten werden erklärt und rasch verständlich gemacht. Dazu zählen beispielsweise der *Value at Risk*, die statistischen Verteilungen und das verwendete Kennzahlenkonstrukt.

Kapitel 4 (ab Seite 31): Dieses Kapitel stellt eine Erweiterung des vorigen Kapitels dar und legt jene wichtigen Aspekte vor, welche für die weitere Modellbildung notwendig sind. Beginnend mit dem Risikomanagementprozess wird auf einer formalen Ebene begonnen und jene für die Arbeit relevanten Punkte aufgezeigt. Eine Abhandlung der verwendeten unsicheren Datenbasis mit anschließender Kurzerklärung des statischen und dynamischen Modells, schließt dieses Kapitel.

Kapitel 5 (ab Seite 45): Eine genaue Darlegung des statischen Modells auf Basis von Projektplänen und *Spreadsheets* ist Aufgabe dieses Abschnitts. Ebenso wird das Projektunternehmen in seiner operativen Tätigkeit erläutert und alle relevanten Tatsachen präsentiert, um in weiterer Folge das statische Modell in ein dynamisches Modell überzuleiten. Ziel ist es, den formalen mathematischen Grundstein für das dynamische Modell zu erarbeiten.

Kapitel 6 (ab Seite 70): Die Darstellung der Überführung des statischen Modells, die Aufbereitung und weitere Behandlung der unsicheren Eingabeparameter und die Vorbereitung zur Verwendung im dynamischen Modell sind Teile dieses Kapitels. Die durchgeführten stochastischen Simulationen bilden den wesentlichen Kern und vermitteln auf graphische Art die Ergebnisse dieser Simulationen inklusive einhergehender Erklärungen, Deutungen und Interpretationen. Ebenfalls wird die Thematik der Korrelation der unsicheren Parameter sowie die Behandlung fristengerechter Volatilitäten und Renditen untersucht.

Kapitel 7 (ab Seite 138): Ein Resümee und eine Zusammenfassung der Arbeit sowie die destillierte Beantwortung der Forschungsfragen sind Aufgabe dieses Abschnitts.

Kapitel 8 (ab Seite 141): Hier finden sich sämtliche Unterlagen, Bücher und Dokumente, die in der Erstellung der Master These verwendet wurden und inhaltliche Unterstützung leisteten.

Kapitel 9 (ab Seite 144): Der Anhang enthält wichtige Code-Elemente aus MATLAB bzw. komplettiert die Arbeit durch Daten und weiterführende Informationen.

2 Forschungsfrage(n)

Primäre Frage:

- Wie sinnvoll lässt sich der Ansatz der stochastischen Simulation (Monte Carlo Methode) auf eine langfristige Planung am Beispiel einer Projektfinanzierung mit unsicher verteilten Eingabeparametern anwenden und in wie fern können bewährte Konzepte wie z.B. der *Value at Risk* oder der *Net Present Value* aussagekräftige Entscheidungsgrundlagen hinsichtlich der Finanzierung liefern?

Sekundäre Fragen:

- Wie sinnvoll und aussagekräftig ist die Planung einer Projektfinanzierung mittels eines statischen Modells?
- Welche Herausforderungen und Probleme bringt die Langfristigkeit der Planung mit sich und welche Möglichkeiten bestehen, diesen Problemen zu entgegen?
- Welche unsicheren Parameter stellen die größten Risiken und Chancen in der Untersuchung der Finanzierung dar?

Die Beantwortung der Fragen erfolgt in komprimierter und zusammenfassender Form in Kapitel 7, wenngleich im Verlauf der Arbeit stets Fragmente der Fragen aufgegriffen werden.

3 Theoretisches Wissen im Zuge der Arbeit

In diesem Kapitel werden die wichtigsten und für die vorliegende Arbeit relevantesten theoretischen Grundlagen vermittelt. Selbstverständlich kann an manchen Stellen die Thematik nicht erschöpfend vertieft werden, da es den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Der interessierte Leser sei auf die einschlägige und weiterführende Fachliteratur des Literaturverzeichnis verwiesen.

3.1 Vorstellung der Methodik Projektfinanzierung und Begrifflichkeiten

In diesem Abschnitt wird das Wesen der Projektfinanzierung näher untersucht bzw. die wichtigsten Informationen für die Behandlung dieser Arbeit vermittelt. In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Definitionen zu diesem Begriff; hier soll die am weitest verbreitete Definition erklärt werden.

Projektfinanzierung kann definiert werden als eine Form der Finanzierung, bei welcher der Fokus nicht auf der Kreditwürdigkeit oder Bonität des Sponsors liegt. Ob ein Projekt gestartet wird oder nicht, hängt vielmehr von der Tatsache ab, ob das Projekt bzw. das Projektunternehmen in der Lage sein wird, seine Schulden, Kredite bzw. Zinsen auf das investierte Kapital zurückzuzahlen. Hierbei ist es essentiell, dass die Zinsraten (Zinssatz) dem inhärenten Risiko der operativen Tätigkeit Rechnung tragen und diese in geeigneter Höhe widerspiegeln.

In diesem Zusammenhang wird der Begriff „Sponsor“ für jenen Kreis verwendet, der die Idee und/oder ein hohes Maß an Interesse an der Durchführung der operativen Tätigkeit des Projektes hat.

Um den Begriff Sponsor näher zu beschreiben, seien einige erklärende Beispiele angeführt: Wenn ein solcher Sponsor an einem Projektunternehmen teilnimmt bzw. es initiiert, dann verfolgt dieser ein klares und eindeutiges Ziel, welches meist mit seinem Kerngeschäft eng verzahnt ist. Beispielsweise können dies industrielle Sponsoren sein, welche eine *upstream* oder *downstream* Integration vornehmen wollen. Hierzu zählen Energiekonzerne, die die Raffination des Erdöls nicht mehr auslagern sondern dazu ein eigenes Unternehmen gründen, um so diesen Bereich in ihre bisherige Geschäftstätigkeit einzubinden.

Einige der wohl größten und bekanntesten Bereiche der Projektfinanzierung sind im so genannten *Public-Private-Partnership* (PPP) Bereich zu finden. Historisch stellt diese Form der Projektfinanzierung eine der ersten dar und kommt aus dem Bereich der Energieproduktion und der Rohölförderung. Hierbei wird durch den privaten Be-

reich das Know-how sowie erfolgsnotwendige Projekt-Kernelemente eingebracht, die für die erfolgreiche Durchführung entscheidend sind. Die öffentliche Hand sucht sich also einen Partner, welcher in der Lage ist, das Unterfangen in die Realität umzusetzen und erfolgreich zu verwirklichen. Beispielsweise ist die öffentliche Hand vielfach nicht in der Lage, dem Energieversorgungsauftrag selbständig nachzukommen und tritt in Partnerschaften mit Spezialisten ein, um Kraftwerke etc. jeglicher Art zu bauen, betreiben und zu warten.

Wie vorher kurz erwähnt, wird für dieses Vorhaben ein Projektunternehmen gegründet. Dieses Unternehmen nennt sich Zweckgesellschaft oder *Special Purpose Vehicle* (SPV). Das einzige Ziel der SPV ist die Durchführung der operativen Tätigkeit des Projektgegenstandes, die Bedienung der aufgenommenen Kredite, Profitzahlungen in die Sponsor- und Investorensphäre, ausschließlich aus dem generierten CF. Weiters schließt die SPV jene für den operativen Betrieb notwendigen Verträge und Kontrakte ab. Die SPV stellt somit eine eigenständige Gesellschaft dar und ist sonach ein vollkommen unabhängiges Wirtschaftssubjekt. Diese Form der Finanzierung wird auch *Off-Balance-Sheet*-Finanzierung genannt, da diese nicht in den Finanzunterlagen des Sponsors unmittelbar aufscheint.

Diese Herangehensweise unterscheidet sich maßgeblich von der zweiten Möglichkeit der Realisierung eines Projektes: der *Corporate* Finanzierung. Bei dieser Art der (klassischen) Finanzierung wird das Projekt innerhalb des Unternehmens aufgesetzt und fließt somit in sämtliche Finanzpläne, wie auch in die Bilanz, mit ein. Hierbei benutzt der Sponsor sein Firmenvermögen und Kapital des bereits existierenden Unternehmens dazu, um Projektkredite zu bedienen und eventuelle Garantien für die Performance des Projektes abzugeben. Im Falle, dass dieses Projekt scheitert², dienen die Ressourcen und Geldquellen der existierenden Firma dazu, das Projekt „querzufinanzieren“. Somit hat das neue Projekt einen wesentlichen wirtschaftlichen Einfluss auf das bestehende Unternehmen und kann diesem im schlimmsten Fall finanziell sehr schaden, Kennzahlen und Profite nachhaltig negativ beeinflussen. Um diesen möglichen Einfluss und die Gefahr für das existierende Unternehmen zu beseitigen, wird für risikoreiche, einmalige und kapitalintensive Vorhaben die Form der *Off-Balance-Sheet*-Finanzierung gewählt. Obwohl die Form der *Off-Balance-Sheet*-Projektfinanzierung keinen Kostenvorteil mit sich bringt, existieren folgende Vorteile

² Der generierte CF des Projektes reicht nicht aus um den Schuldenverpflichtungen sowie den Profit- bzw. Dividendenzahlungen nachzukommen.

im Vergleich zur klassischen Unternehmensfinanzierung (*On-Balance-Sheet* bzw. *Corporate* Finanzierung):

- Projektfinanzierung erlaubt ein höheres Maß Risiko einzugehen; das Risiko wird auf die teilnehmenden Parteien aufgeteilt
- Hoher Leverage im Sinne des debt-to-equity-ratios
- Verträge können so gestaltet werden, dass sie Garantien gleichen
- Die Sphäre des Sponsors im Sinne des Zugriffs auf dessen Vermögen ist begrenzt; kein bzw. marginaler Zugriff auf das existierende Unternehmen
- Die Gründung einer Zweckgesellschaft ermöglicht eine vollkommene Isolation und Abkopplung vom eigentlichen Unternehmen des Sponsors

Selbstverständlich bringt die Form der *Off-Balance-Sheet*-Finanzierung Nachteile mit sich, welche wie folgt angegeben werden können:

- Kosten und Zeit für rechtliche und technische Berater, sowohl für die arrangierende Bank hinsichtlich Kredite, Garantien etc. mitunter sehr hoch
- Kosten für das Überwachen und Kontrollieren der Projektprozesse, Fortschritte und Performance erheblich und sind neu zu arrangieren
- Erhöhte Kapitalkosten der SPV für das Maß an Risiko, welches durch die Kapitalgeber getragen wird
- Eigene Organisation und Management für die SPV ist notwendig

Anhand der folgenden Grafik werden bereits bekannte Aspekte der *Off-Balance-Sheet* -Projektfinanzierung dargestellt und weitere neue eingeführt und erklärt.

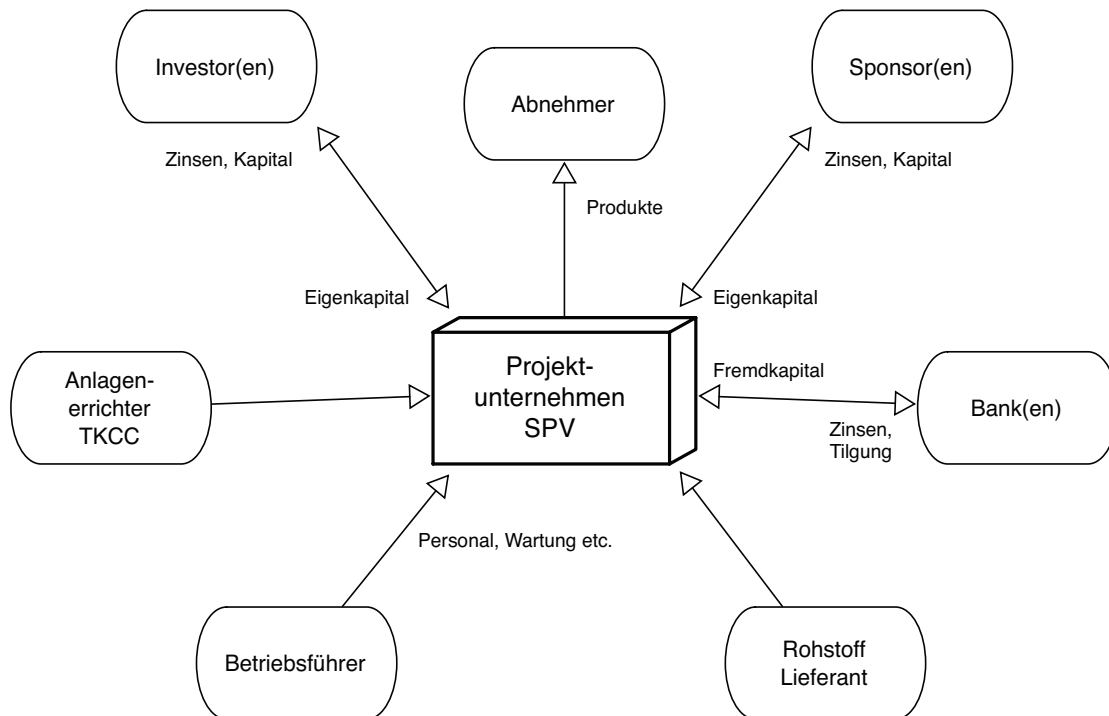


Abbildung 1: Typische Struktur einer *Off-Balance-Sheet*-Projektfinanzierung mittels SPV; Quelle: angelehnt an (Gatti, 2008) S.8 und (Finnerty, 2007) S.3

Der Wert bzw. das Asset des Projektunternehmens besteht vielfach aus einer kapitalintensiven Anlage. Die Errichtung dieser Anlage wird in den meisten Fällen durch einen Spezialisten auf diesem Gebiet unternommen (vgl. Kraftwerk, spezielle Maschinerie, Technik etc.), die mittels eines *Turn-Key-Construction-Contracts*, kurz TKCC, passiert. Das Spezielle an diesem Vertrag ist der Bau der Anlage auf Basis eines vorher definierten Fixbetrages. Der Anlagenerrichter trägt somit das volle Risiko der korrekten Erstellung, Funktionsfähigkeit und termingerechter Übergabe an die SPV (Vertragspartner des Anlagenerrichters). Für den ordnungsmäßigen operativen Betrieb wird selbstverständlich ein Management, ein betriebsführendes Personal sowie Personen für die Wartung benötigt. In vielen Fällen stellt diese der so genannte Betriebsführer.

In Kapitel 5 wird auf diese Umstände im Zusammenhang des statischen Rechen-schemas näher eingegangen und Interpendenzen erklärt.

Im kommenden Abschnitt wird die Monte Carlo Methode erläutert und die unterschiedlichen Methoden der VaR Bestimmung.

3.2 Der Value at Risk

Der *Value at Risk* (VaR) oder *der Wert im Risiko* ist eine weitverbreitete Maßzahl um bestimmte Risikopositionen zu beurteilen bzw. zu bemessen. Zurückverfolgen kann man seine Erfindung in dem Bereich des Bankwesens, wo er von der US amerikanischen Investmentbank J.P. Morgan geboren wurde³. Der VaR wurde für die Bankenbranche entwickelt, hat aber heutzutage seinen Siegeszug in fast alle Anwendungsbereiche gefunden in denen Risiko, im Speziellen das Verlustrisiko, eine zentrale Rolle spielt.

Der VaR⁴ definiert sich als die Höhe eines möglichen Verlustes, welcher mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit innerhalb eines bestimmten Zeithorizonts nicht überschritten wird. Diese Wahrscheinlichkeit wird mittels des vorher festgelegten Vertrauenslevels oder auch Konfidenzniveaus ermittelt. Die Wahl dieses Niveaus fällt sehr unterschiedlich aus. Bei Banken ist dies meist 99% (vgl. Basel II Akkord), für Unternehmen oder Nicht-Banken meist höher, im Bereich von 95-90%. Die stringente Wahl der Banken eines Konfidenzniveaus von 99% lässt sich auf die verschärften Anforderungen durch die Bankenaufsicht und durch den sehr kurz betrachteten Zeithorizont von Tagen bzw. Monaten rechtfertigen.

Um das Konzept des VaR anschaulich darzulegen, wird auf das kommende Beispiel verwiesen. Hierbei handelt es sich um 257 tägliche Beobachtungen des Aktienindex DAX; dargestellt ist die DAX-Rendite als Häufigkeitsverteilung.

³ 90er Jahre J.P. Morgan Investmentbank; J.P. Morgan, [Risk Metrics](http://www.riskmetrics.com/), <<http://www.riskmetrics.com/>>.

⁴ David Harper, [Three approaches to VaR](http://www.youtube.com/watch?v=L2xzlvhkagk), <<http://www.youtube.com/watch?v=L2xzlvhkagk>>.

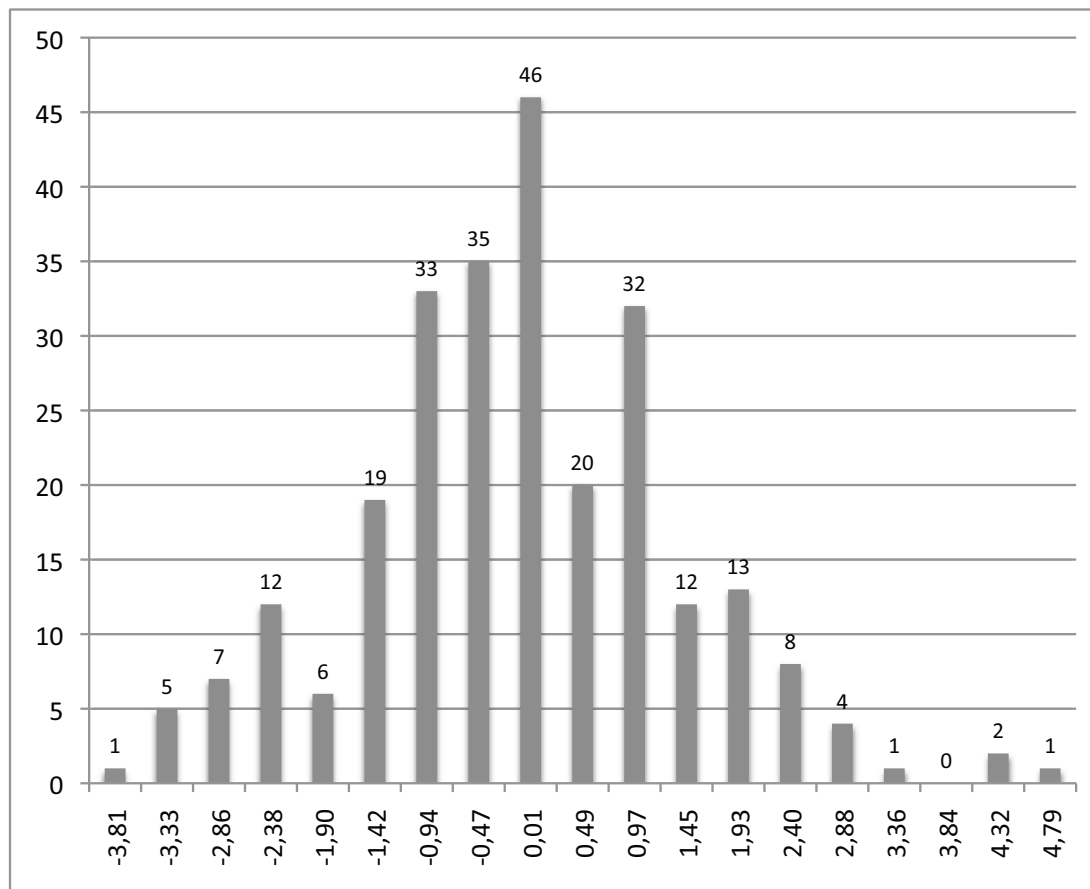


Abbildung 2: DAX Häufigkeitsverteilung, Beispiel für den VaR; Quelle: eigene Darstellung

In der Abbildung zeigt die vertikale Achse die absoluten Häufigkeiten zu den Werten der zugehörigen Rendite auf der Horizontalen. Hier zeigt sich sehr deutlich, dass eine Rendite um null Prozent die höchste Wahrscheinlichkeit von 46 aufweist und somit den Erwartungswert (EW) der DAX-Rendite bildet. Wählt man nun ein Konfidenzniveau von 95%, so heißt dies, dass 95% aller beobachteten Werte oberhalb einer Rendite R_{95} zum Liegen kommen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass 5% der Werte unterhalb dieser Rendite R_{95} liegen müssen. Fünf Prozent der Werte bedeuten in diesem Fall rund 13 Beobachtungen (5% von 257). Vergleicht man diesen Wert (die kumulierte Häufigkeit) mit den Häufigkeiten in der obigen Abbildung, so erreicht man den Wert 13 (1+5+7) bei einer Rendite R_{95} von 2,86%. D.h., dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 5% die DAX-Rendite am kommenden Handelstag nicht um mehr als 2,86% fallen wird.

3.3 Die Monte Carlo Methode und weitere Methoden zur VaR Bestimmung

Die Monte Carlo Methode (MCM) stellt eine von drei möglichen Methoden zur Bestimmung des Gesamtrisikoumfangs mittels der Risikoaggregation dar. In diesem Abschnitt liegt das Hauptaugenmerk bei der Monte Carlo Simulation (MCS), jedoch werden die verbleibenden Methoden ebenfalls erläutert, um einen anschaulichen Vergleich der Möglichkeiten herzustellen.

Die drei gängigen Methoden zur Risikoaggregation sind die Varianz-Kovarianz Methode, die Methode der historischen Simulation und die MCM⁵. Hierbei nimmt die MCM eine zunehmende bedeutende Rolle ein, da diese ein simulatives Verfahren darstellt. Die MCM wurde in den 40er Jahren entwickelt und stellt eine rechnergestützte Methode zur Analyse dar. Die Methode nutzt die Technik des statistischen *Samplings* mit dem Ergebnis, eine wahrscheinlichkeitstheoretische Näherung der Lösung, basierend auf einem mathematischen Modell, zu erlangen⁶. In diesem Zusammenhang spielt der Begriff der Unsicherheit eine entscheidende Rolle. Unsicherheit bezieht sich in diesem Zusammenhang auf den Mangel an Wissen im Sinne von nicht genau bekannten unsicheren Inputfaktoren bzw. Eingabeparametern; hierbei spricht man stets von einer MC-Simulation. Diese beiden Begriffe sind bei dieser Form der Analyse untrennbar miteinander verbunden. Der Begriff der Simulation verweist bei der Methode von MC auf den Prozess der Approximation der Modellergebnisse oder des Modelloutputs durch eine wiederkehrende Anwendung des Algorithmus.

Somit stellt die MCS ein Verfahren mit Elementen aus der Stochastik dar, bei welchem die Durchführung sehr vieler Zufallsexperimente die Grundlage der Analyse bildet. Mit den Ergebnissen wird versucht, mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie ein Problem aus der Praxis numerisch zu lösen. Als Rechtfertigung für ein repräsentatives Ergebnis dient das Gesetz der großen Zahlen⁷. Die Benennung dieser Me-

⁵ Ein einführendes Beispiel in Excel unter: Microsoft Cooperation. (n.d.). *Introduction to Monte Carlo Simulation*. von <http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/introduction-to-monte-carlo-simulation-HA010282777.aspx?CTT=1>.

⁶ Risk Assessment Forum; U.S. Environmental Protection Agency Washington DC. (1997). *Guiding Principles for Monte Carlo Analysis*.

⁷ Als Gesetze der großen Zahlen werden bestimmte mathematische Sätze aus der Stochastik bezeichnet. In ihrer einfachsten Form besagen diese Sätze, dass sich die relative Häufigkeit eines Zufallsergebnisses in der Regel der Wahrscheinlichkeit dieses Zufallsergebnisses annähert, wenn das zu Grunde liegende Zufallsexperiment immer wieder durchgeführt wird. (Quelle: Wikipedia).

thode geht auf die Stadt Monte Carlo zurück, bei der die Roulettische die einfachste Form von Zufallsgeneratoren darstellen. Offiziell spricht man seit 1944 von der MCM, da sich in dieser Zeit die Anforderungen an die Lösung für konkrete Fragestellungen und Probleme intensivierten.

Die MCM eignet sich also sehr gut für die Lösung komplexer Aufgaben wie z.B. die Messung von Risiken bei der Projektfinanzierung unter unsicheren Eingabeparametern. Hierzu kann die allgemeine Vorgehensweise bei der MCS wie nachstehend angegeben werden⁸:

- I. Generierung für die MCS notwendigen Zufallszahlen
- II. Umwandlung der erhaltenen Zufallszahlen in die benötigte Verteilung (unsichere modellierte Eingabeparameter)⁹.
- III. Berechnen des vorher definierten mathematischen Modells bzw. Berechnung eines Szenarios der MCS, basierend auf den vorher gezogenen Zufallszahlen aus den Verteilungen.
- IV. Wiederkehrendes Durchlaufen der o.a. Schritte so oft, bis die Anzahl des Stichprobenumfangs (die Summe der generierten Szenarien) stabile und aussagekräftige Verteilungen liefert¹⁰.
- V. Auswertung der vorangegangenen Ergebnisse mit statistischen Methoden wie Mittelwert, Erwartungswert, VaR oder bestimmten Quantilen.

Im nachkommenden Bild eine vereinfachte Prinzipdarstellung der Monte Carlo Methode.

⁸ Angelehnt an Gleißner, W. (2004). Auf nach Monte Carlo, Simulationsverfahren zur Risiko-Aggregation. *Risknews*, 1, 31-37. Seite 32 und Vertex42. (n.d.). *Monte Carlo Simulation Basics*. von <http://www.vertex42.com/ExcelArticles/mc/MonteCarloSimulation.html>.

⁹ Schritt 1 und 2 lassen sich in der benutzten Software MATLAB simultan durchführen.

¹⁰ Die Anzahl der „notwendigen“ Durchläufe ist selbstverständlich abhängig vom Modell und dessen Komplexität i.e. Rechenaufwands. In den meisten Fällen liefern Durchläufe in der Höhe von 10.000 bis 25.000 bereits sehr gute und brauchbare Ergebnisse.

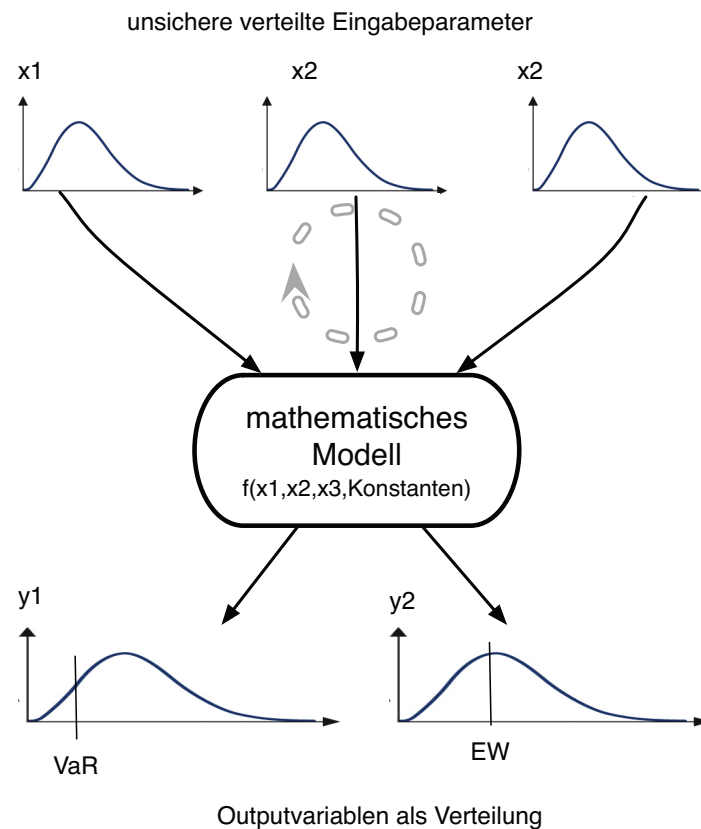


Abbildung 3: Prinzipdarstellung der Monte Carlo Methode; Quelle: angelehnt an (Vertex42)

Eine weitere Methode den VaR zu berechnen, stellt die so genannte historische Simulation (hS) dar. Die hS verzichtet auf eine analytische Untersuchung der einzelnen Risikoparameter und verwendet ausschließlich Informationen und Daten aus der Vergangenheit. Einen direkten Nachteil stellt der erhöhte zu managende Datenaufwand dar, welcher sich unmittelbar aus dieser Methode ergibt. Während sich bei der MCM (wie auch bei der später beschriebenen Varianz-Kovarianz Methode) dieser Ansatz mit der Schätzung von Erwartungswert, Volatilität, Freiheitsgraden und Korrelationen¹¹ begnügt, müssen bei dieser Methode alle Daten (Tages- oder Monatswerte) des betrachteten vergangenen Zeitraums sorgfältig archiviert werden. Bei dieser Methode besteht die größte Herausforderung darin, ein repräsentatives, bereits vergangenes optimales Zeitfenster zu wählen (Hager, Historische Simulation, S.13), so dass es für die Vorhersage von zukünftigen möglichen Ereignissen verwendet werden kann bzw. dem angedachten Modell genügt. Werden die zugrunde gelegten Daten zu weit in der Vergangenheit gesucht, stellt sich unmittelbar die Frage, in wie fern

¹¹ Eine Beschreibung für die Bestimmung der Korrelation findet sich an späterer Stelle dieser Arbeit; vgl. Seite 87 ff.

diese für die aktuell vorgenommene Risikomessung noch Relevanz zeigen. Umgekehrt kann ein zu kurz gewählter Zeitraum die gleiche Problematik hervorrufen, einhergehend mit dem Problem, dass der gewählte Datensatz möglicherweise quantitativ einen zu geringen Umfang aufweist, was in weiterer Folge den Schätzfehler in die Höhe treibt und somit nicht repräsentativ ist.

Für die praktische Durchführung dieser Methode stehen unterschiedliche Herangehensweisen zur Verfügung. Eine in der Praxis oft und gerne verwendete, stellt die Differenzenmethode dar. Bei dieser werden die historischen Preisänderungen, beispielsweise eines Wechselkurses, errechnet. Diese erhaltenen historischen Differenzen werden bei der Vorhersage zukünftiger möglicher Veränderungen (Differenzen) im Wechselkurs kombiniert. Somit lässt sich die Zukunft, basierend auf vergangenen historischen Veränderungen, aus dem aktuellen Wechselkursniveau prognostizieren. Selbstverständlich können sich nur solche Änderungen im vorhergesagten zukünftigen Wechselkurs niederschlagen, die auch im historischen Verlauf enthalten waren (Hager, Historische Simulation, S. 20). Anwendung findet die hS in der Praxis häufig deswegen, da sie sich aufgrund ihrer Einfachheit sehr leicht und anschaulich nachvollziehbar implementieren lässt. Der Anwender braucht keine speziellen mathematischen Kenntnisse und muss sich nicht mit einer quälenden Parameterschätzung auseinandersetzen. Die Differenzenmethode, wie auch die Quotientenmethode¹², erlauben eine Abkoppelung vom historischen Kurs- bzw. absoluten Preisniveau und liefern brauchbare und gute Ergebnisse in der Praxis (Hager, Historische Simulation, S. 13).

Die dritte und letzte Methode für die Messung von finanziellen Risiken wird durch die Varianz-Kovarianz Methode (VKM)¹³ repräsentiert. Der Ansatz der VKM fußt rein auf einem analytischen Weg, wodurch diese sich fundamental von den beiden vorher genannten Simulationsmethoden unterscheidet. Um den analytischen Weg zu verfolgen, bedarf es natürlich der Wahl einer bestimmten Verteilung. Bei der VKM wird eine Normalverteilung für die Risikofaktoren unterstellt. Diese einfache und zugleich geniale Wahl stellt den größten Nachteil der Methode dar, hilft aber, um schnelle Er-

¹² Die Quotientenmethode erfüllt sowohl das Kriterium der Unabhängigkeit von dem absoluten Niveau, als auch das Kriterium der Stationarität. (Hager, P. (n.d.). *Historische Simulation*. von RiskNet: https://www.risknet.de/fileadmin/template.../VaR-Verfahren_RiskNET.pdf Seite 13). Hierbei werden die logarithmierten Wechselkursänderungen aufeinanderfolgender Kursbeobachtungen gebildet und mit dem aktuellen vorherrschenden Kurs multipliziert, um so eine Kursvorhersage zu generieren (vgl. Abschnitt 3.6 bzw. 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5 und 6.2.6).

¹³ Wiedemann, A. *Messung von Zinsrisiken mit dem Value at Risk-Konzept*. www.zinsrisiko.de.

gebnisse zu generieren. Alle verwendeten Gleichungen und Beziehungen fußen auf dem Ansatz der Normalverteilung und lassen sich wie folgt anschreiben¹⁴:

$$VaR_2 = \sqrt{VaR_1^2 + VaR_2^2 + 2 \cdot VaR_1 \cdot VaR_2 \cdot k_{1,2}} \quad (1)$$

$$VaR = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n x_i \cdot x_j \cdot \text{cov}_{i,j} \cdot z} \quad (2)$$

$$VaR = \sqrt{\begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \text{cov}_{1,2} & \dots & \text{cov}_{1,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{cov}_{n,2} & \text{cov}_{n,2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_2 \end{bmatrix} \cdot z} \quad (3)$$

$$\text{cov}_{i,j} = \text{cov}_{j,i} = \sigma_i \cdot \sigma_j \cdot k_{i,j} \quad (4)$$

$$VaR = \sqrt{X^T \cdot \text{cov} \cdot X \cdot z} \quad (5)$$

VaR_2 : VaR eines Portfolios¹⁵ im Zwei-Anlagen-Fall

VaR : Value at Risk eines Portfolios mit n Anlagen

$\text{cov}_{i,j}$: Kovarianz(en)

x_i : Anteil am Portfolio der i -ten Anlage

X : Matrizendarstellung des Portfolios

$k_{1,2}$: Korrelationskoeffizient

z : Proportionalitätskonstante¹⁶

σ : Sigma

In Gleichung (1) ist die Berechnung des VaR für zwei Risikofaktoren (Anlagen) angegeben. Der Faktor k spiegelt den Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden

¹⁴ Siehe Hager, P. (n.d.). *Das Varianz-Kovarianz Modell*. von RiskNet: https://www.risknet.de/fileadmin/template.../VaR-Verfahren_RiskNET.pdf Seite 2 ff.

¹⁵ Als Portfolio bezeichnet man die Gesamtheit einer Veranlagung bzw. Investition, wobei meist Wertpapiere in diesem Zusammenhang zu nennen sind. Diese werden meist zur Risikostreuung verwendet; vgl. auch Portfolioansatz. Quelle: <http://de.mimi.hu/finanz/portfolio.html>.

¹⁶ Mit dem Faktor z wird der VaR auf die gewünschte Wahrscheinlichkeit skaliert. Allgemein ist $z(\alpha)$ der Wert einer standardnormalverteilten Zufallszahl Z , bei dem die Verteilungsfunktion den Wert α annimmt. (Hager, P. (n.d.). *Das Varianz-Kovarianz Modell*. von RiskNet: https://www.risknet.de/fileadmin/template.../VaR-Verfahren_RiskNET.pdf Seite 3).

Risikofaktoren wider¹⁷. Diese Beziehung lässt sich in die allgemeine Form (2) bringen bzw. in Matrizenform anschreiben (3) bis (5).

Der Faktor z (Proportionalitätskonstante) in den obigen Beziehungen referenziert auf die Eigenschaft der Standardnormalverteilung, bei welcher die Aussagewahrscheinlichkeit (Konfidenzniveau) von beispielsweise 95% (99%) in einen Faktor $z=1,645$ (2,33) einfach mit Hilfe von Tabellen umgerechnet werden kann¹⁸.

Der VaR einer einzelnen Position hingegen ergibt sich aus der Multiplikation des aktuellen Wertes mit der Volatilität, skaliert auf die gewünschte Wahrscheinlichkeit. Dies ist nur legitim für die Standardnormalverteilung und kann in folgende Beziehung gefasst werden: $VaR = (\text{Barwert}) \cdot z \cdot \text{Sigma}$.

Bei Gleichung (1) bis (5) ist es von äußerster Wichtigkeit, dass die Beziehungen der einzelnen Risikopositionen zueinander berücksichtigt werden (Kovarianzen). Leider kommt es in der gängigen Praxis immer wieder vor, dass genau dieser Umstand wesentlich nicht berücksichtigt wird. Zurückführen lässt sich diese Tatsache auf die Schwierigkeit, die Abhängigkeiten bzw. Korrelationen und Kovarianzen zwischen den Positionen zu quantifizieren bzw. eine vernünftige Schätzung dafür zu finden. Die VKM Methode kann jedoch durch ihren analytischen und strukturierten Ansatz sehr gut nachvollzogen werden und erlaubt eine *Bottom-up* Risikoaggregation. Eine Beschreibung dieses Sachverhaltes der Risikoaggregation zur VKM und den beiden anderen Methoden findet sich im folgenden Abschnitt.

¹⁷ Diese Beziehung zeigt sehr eindeutig, dass der VaR von zwei Positionen nicht der Summe der einzelnen Positionen entspricht, sondern sich quadratisch inkl. eines gemischten Ausdrucks errechnet. Der VaR der beiden Positionen ist demnach kleiner als jener der einfachen Summe dieser. Bei zwei Positionen lässt sich dieser Umstand mit dem Satz von Pythagoras herleiten.

¹⁸ Beispielsweise würde die Standardabweichung (68,27%) einen z -Wert von rund 0,475 ergeben. Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Tabelle_Standardnormalverteilung.

3.4 Risikoaggregation der unterschiedlichen Methoden

Anschließend an den vorigen Abschnitt noch einige Worte zur Risikoaggregation bei den einzelnen beschriebenen Methoden. Betrachtet man die analytische VKM, so ist die Risikoaggregation manuell und schrittweise durchzuführen. Dies bedeutet, dass für jede einzelne vorhandene und vorher definierte Risikoposition der VaR auf mathematischem Weg bestimmt werden muss. Möchte man beispielsweise das Gesamtrisiko eines Portfolios mit drei Wertpapieren bestimmen, so führt dies auf eine Bestimmung der einzelnen VaRs mit anschließender Zusammenführung unter Verwendung der gezeigten Beziehungen. Das Resultat dieser Berechnung stellt den VaR des Portfolios dar (auf analytischem Weg). Besonders wichtig ist bei dieser Methode die Beziehung der Positionen (Korrelationen bzw. Kovarianzen) untereinander und diese sollte, wenn möglich, nach bestem Wissen geschätzt oder auf fundierte Argumente basierend, gewählt werden.

Die Aggregation bei der hS geschieht nicht analytisch, sondern basiert auf den historischen Daten der untersuchten Unsicherheit. Hier werden zuerst die einzelnen VaRs bestimmt und bei beispielsweise zwei Positionen die Gleichung (1) zur Anwendung gebracht (unter Berücksichtigung der Korrelation). Diese Herangehensweise bezeichnet man auch als den so genannten Faktoransatz (Hager, Historische Simulation, S. 16), wobei die einzelnen Positionen isoliert voneinander betrachtet und anschließend zu einem Portfolio-VaR hochaggregiert werden. Diese Herangehensweise nennt man die so genannte Faktormethode. Der Anwender kann dabei zwischen der Differenzen- und Quotientenmethode wählen und die empirisch, jeweils bessere Alternative wählen (beispielsweise jenen VaR der höher ist, um somit eine „sichere“ Entscheidung zu treffen). Die zweite Methode stellt der Portfolioansatz dar. *Hierbei wird nicht der bei einer bestimmten Wahrscheinlichkeit schlechteste Wert des einen Risikofaktors mit dem schlechtesten Wert des anderen verknüpft, sondern es erfolgt eine Neubewertung des Portfolios mit den Werten der Risikofaktoren von jeweils einem Tag in der Vergangenheit. Implizit wird dabei unterstellt, dass die Veränderung mehrerer Risikofaktoren in der Zukunft in der gleichen Kombination auftreten werden, wie es in der Vergangenheit beobachtet wurde* (Hager, Historische Simulation, S. 19). Der interessierte Leser sei auf das Lehrbuch von (Hull, 2008) verwiesen.

Die letzte zu betrachtende Methode ist gleichzeitig jene, welche in dieser Arbeit zur Anwendung kommt. Die Methode nach MC ist gerade dazu prädestiniert, die Bestimmung eines Gesamtrisikoumfangs vorzunehmen; sei es bei der Projektfinanzierung oder bei der Finanz- oder Unternehmensplanung. Es steht außer Frage, dass beispielsweise bei einer Unternehmensplanung Unsicherheiten eines Wechselkurses oder Zinsaufwände sich letztlich auf das Unternehmensergebnis auswirken müssen.

Bildet man das Unternehmen im Sinne eines (vereinfachten) repräsentativen Modells ab, so werden auch die entsprechenden Unsicherheiten ihren Niederschlag in diesem Modell finden müssen. Werden nun Simulationsläufe mit dem erstellten Modell durchgespielt, so liefert jeder dieser Durchläufe eine Kombination dieser Ausprägungen. Die Summe oder auch Gesamtheit dieser Werte aus den Simulationsläufen generiert somit eine repräsentative Stichprobe (z.B. für den CF oder EBIT) aller möglichen Szenarien im Unternehmen. Diese erhaltenen Verteilungen der Erfolgs- und Zielgrößen können dann statistisch ausgewertet werden.

Zusammenfassend kann folgendes zur Risikoaggregation bei der MCM gesagt werden: Die Aggregation der Risiken geschieht bei dieser Methode inhärent, da die unsicheren Eingabeparameter in Form von Verteilungen modellartig miteinander verknüpft sind und somit der Einfluss der Unsicherheiten auf die Zielgrößen, je nach Verknüpfung und Einfluss im Modell, automatisch geschieht.

3.5 Student T Verteilung

Die Student T Verteilung oder auch Studentenverteilung¹⁹ spielt im weiteren Verlauf dieser Arbeit eine tragende Rolle. So werden beispielsweise sämtliche unsicheren Eingabeparameter (Rohstoffe, EURIBOR und Wechselkurs) mit Hilfe dieser Verteilung modelliert. Nun stellt sich als erstes die Frage, warum die Wahl ausgerechnet auf diese und keine andere Verteilung fiel. Unzählige Versuche, die historischen Daten der unsicheren Eingabeparameter mit Hilfe von Parametern zu beschreiben, haben stattgefunden. So wurde anfangs mit der Normalverteilung gearbeitet, weiters mit der Log-Normalverteilung. All diese Versuche, die vorliegenden Datensätze in Verteilungsform zu beschreiben, lieferten leider nicht die gewünschte Nachbildung und waren von nur mäßiger Qualität. Ein Versuch mit der Student T Verteilung brachte gute Ergebnisse und die entsprechende Qualität hinsichtlich der Nachbildung der Datensätze. Gestützt auf dieser Erkenntnis, wurden sämtliche unsicheren Parameter anhand der Student T Verteilung modelliert und in der weiteren Berechnung verwendet. In Kapitel 6.2 wird die Parametrisierung der Datensätze genauer untersucht und ein Vergleich mit der Normalverteilung gezogen. Zurückverfolgen lässt sich die Student T Verteilung auf William S. Gosset (1908), welcher zu dieser Zeit Untersuchungen bei der Guinness Brauerei durchführte und im Zuge seiner Arbeit diese Verteilung entdeckte.

Diese Verteilung besitzt, wie auch die Normalverteilung, den Parameter Erwartungswert (EW) bzw. das Streuungsmaß Varianz (Var) bzw. Standardabweichung. Die Verallgemeinerung der Normalverteilung leistet der neu eingeführte Parameter Nu, welcher die Freiheitsgrade der Verteilung beschreibt. Dieser Wert liegt im Bereich der positiv reellen Zahlen, von eins bis unendlich.

In den folgenden Abbildungen werden die verschiedenen Verteilungsausprägungen bei unterschiedlichen Werten von Nu im Vergleich zur Normalverteilung dargestellt.

¹⁹ Narasimhan, B. (Juli 1996). *Student's T Distribution*. Von <http://www-stat.stanford.edu/~naras/jsm/TDensity/TDensity.html> abgerufen.

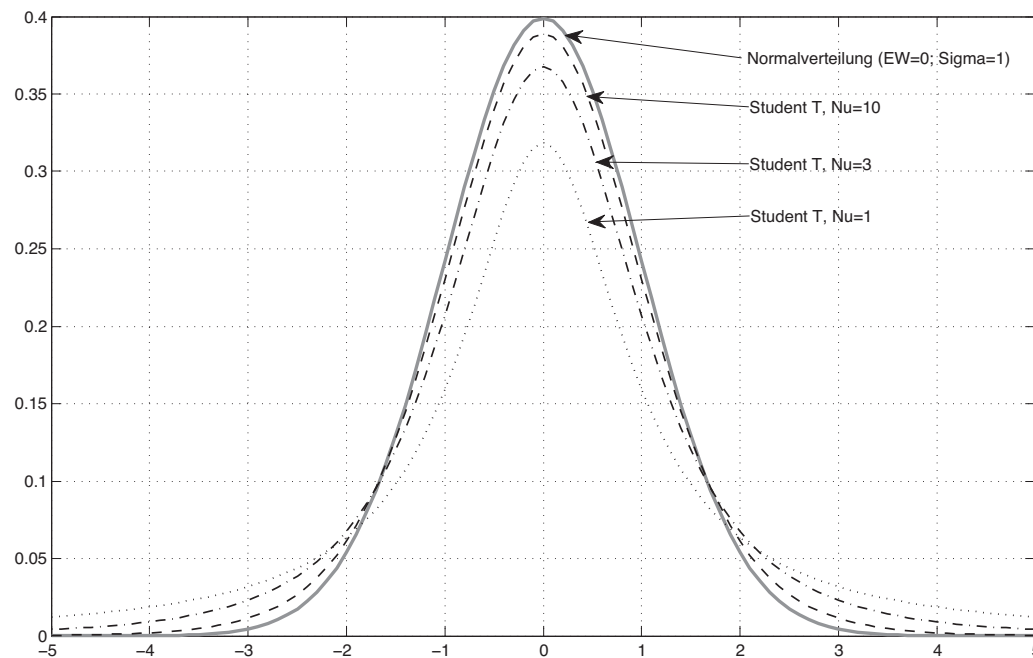


Abbildung 4: Student T Verteilung (Nu=1, 3 und 10) vs. Normalverteilung; Quelle: eigene Darstellung

In der obigen Abbildung erkennt man sehr schön, dass für steigende Nu Werte die Approximation der Student T Verteilung hinsichtlich der Normalverteilung zusehends besser wird. Auch stellt man fest, dass für geringe Werte des Freiheitsgrades die Ausläufer der Verteilung (*tails*) stärker ausgeprägt sind als bei der Normalverteilung, einhergehend mit einer spitzeren Form der Verteilung um den Erwartungswert. Diese Eigenschaft wird in der Modellierung der unsicheren Parameter eine wesentliche Rolle spielen.

Angeschrieben werden kann die Dichtefunktion der Student T Verteilung wie folgt ²⁰:

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{f+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{f}{2}\right)\sqrt{f\pi}} \left(1 + \frac{x^2}{f}\right)^{-(f+1)/2} \quad (6)$$

In obiger Beziehung steht $\Gamma(x)$ für die Gammafunktion. Diese Funktion ist eine häufig verwendete Funktion in der Statistik und definiert als:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} \exp(-t)t^{x-1} dt \quad (7) \quad \text{für } x > 0.$$

In der Dichtefunktion der Student T Verteilung wird der Freiheitsgrad der Verteilung durch den Parameter f repräsentiert.

²⁰ Wikipedia. (kein Datum). *Wikipedia*. Abgerufen am 06.10.2010 von http://de.wikipedia.org/wiki/Studentsche_t-Verteilung

3.6 Diskrete und stetige Rendite

Die kommenden Erläuterung zu den Renditen bilden die Grundlage der Modellierung für die unsicheren Eingabeparameter in Kapitel 6.2. Die Verwendung von Renditen im Gegensatz zu Preisen hat den Vorteil, dass Renditen statistische Eigenschaften besitzen, welche für Analysezwecke bessere Eigenschaften besitzen als jene der Preise. Renditen werden in der Praxis angewandt, um eine Aussage über die Ertragskraft einer Wertpapieranlage oder einer beliebigen anderen Kapitalanlage zu geben.

Bei der Verwendung von Renditen kommt es zu einer Entkoppelung vom historischen Preisniveau (vgl. (Eisele, 2004, S. 47)). Dieser Vorteil äußert sich in der Tatsache, dass basierend auf einem historischen Preisverlauf eine Renditenanalyse auf Verteilungsbasis durchgeführt werden kann. Ausgehend von diesem nun unabhängigen historischen Niveau, kann eine Aussage über künftige Preisentwicklungen durchgeführt werden, ausgehend von dem aktuell vorherrschenden Preisniveau. Diese Vorhersage fußt zwar auf vergangenheitsorientierten Daten, jedoch wird nur die Renditenentwicklung für zukünftige Aussagen auf Basis eines willkürlichen neuen Startwertes getroffen.

Um die in der Arbeit verwendete stetige Rendite herzuleiten, wird als Ausgangspunkt die diskrete Rendite²¹ betrachtet.

Die diskrete Rendite zwischen zwei Zeitpunkten kann wie folgt angegeben werden:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \Rightarrow 1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (8)$$

Hierbei steht R_t für die diskrete Rendite bzw. für die einfache Rendite. Mit $1 + R_t$ bezeichnet man die Brutto Rendite.

Bei der Berechnung der diskreten Rendite wird davon ausgegangen, dass eine Änderung der Preise P nur zu den diskreten Beobachtungszeitpunkten t und $t-1$ passiert. Somit repräsentiert dieser Zeitraum jenes kleinst mögliche Intervall für Änderungen im Preis.

Anders ist die Herangehensweise bei der stetigen Rendite, bei welcher eine stetige Preisentwicklung sehr kleiner Preisänderungen permanent stattfindet. Dieser Ansatz spiegelt die Realität der ständigen Preisveränderungen wider. Diese ständigen

²¹ Quelle der Gleichungen: Eisele, B. (2004). *Value at Risk basiertes Risikomanagement in Banken*. Frankfurt am Main: Gabler Edition Wissenschaft. Seite 48 ff.

Preisveränderungen können mit Hilfe einer Folge angegeben und mit r_t angeschrieben werden (vgl. (Eisele, 2004, S. 50)). Dieses Ergebnis erhält man, indem man die laufenden Preisentwicklungen $\left(1 + \frac{r_t}{n}\right)^n$ für n gegen unendlich laufen lässt; sprich den Grenzwert bildet²².

$$P_{t-1} \cdot \left(1 + \frac{r_t}{n}\right)^n = P_{t-1} \cdot e^{r_t} = P_t \Rightarrow e^{r_t} = \frac{P_t}{P_{t-1}} = \left(1 + \frac{r_t}{n}\right)^n \quad (9)$$

Logarithmiert man das Resultat auf der rechten Seite so ergibt sich:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = \ln(1 + R_t) \quad (10)$$

Für die stetige Rendite werden oft unterschiedlichste Begriffe verwendet. So trifft man häufig die Benennung *Log-Rendite* an.

In weiterer Folge der kommenden Analysen werden für die Berechnung der stetigen Rendite die Quotienten der Preise bzw. Kurse für die Periode t und $t-1$ berechnet und anschließend der $\ln$ angewendet.

3.7 Verwendete Kennzahlen

3.7.1 Debt Service Cover Ratio und Interest Cover Ratio

In der Literatur sowie in der gängigen Praxis spielen bei der Finanzierung zwei Kennzahlen eine besondere Rolle: das *Interest Cover Ratio* (ICR) und das *Debt Service Cover Ratio* (DSCR). Diese messen die Fähigkeit, das aufgenommene Fremdkapital an die Kapitalgeber zurückzuzahlen. In dieser Arbeit wird dem DSCR eine besondere Rolle zukommen, schon alleine aus der Tatsache, dass sich mit der Kennzahl die Schulddeckungskraft in hochaggregierter Form anschaulich darstellen lässt.

Das ICR²³ misst die Fähigkeit, in wie weit das Projekt bzw. die Zweckgesellschaft in der Lage ist, aus dem Betriebsergebnis die annualen Zinsen zu decken.

²² $\left(1 + \frac{r_t}{n}\right)^n = e^{n \cdot \ln(1 + r_t/n)} = e^{n \cdot r_t/n} = e^{r_t}$

mit $\ln(1 + r_t/n) = r_t/n$ bei kleinen Änderungen von $r_t/n \Rightarrow n \rightarrow \infty$

²³ angelehnt an Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 138.

$$ICR = \frac{EBIT}{Zinsen_{FK}} \quad (11)$$

Meist verlangen Fremdkapitalgeber ein ICR von mindestens zwei; dies berücksichtigt bereits mögliche Eventualitäten, einhergehend mit einem Einbruch des EBITs. Ein ICR von unter eins kann nur in Ausnahmefällen und zu Beginn des Projektes akzeptiert werden. Ein solch niedriger Wert würde bedeuten, dass die Zweckgesellschaft nicht in der Lage ist, die Zinsen aus dem operativen Ergebnis zu decken (Finnerty, 2007, S. 138).

Die zweite und gleichsam wichtigere Kennzahl DSCR²⁴ kann wie folgt angegeben werden:

$$DSCR_1 = \frac{EBITDA}{Zinsen_{FK} + \frac{Tilgung}{(1-s)}} \quad (12)$$

Das DSCR inkludiert in der Berechnung sowohl die Zinsen auf das Fremdkapital wie auch die dazugehörigen annualen Tilgungen. Um Verfälschungen an der Schuldendeckungskraft zu vermeiden, wird nicht der EBIT sondern der um Abschreibungen und Zuschreibungen korrigierte höhere EBITDA verwendet. Somit wird die buchhalterische und natürlich auch die tatsächliche Wertminderung der Anlage auf diese Weise berücksichtigt.

Da die Schuldenrückzahlungen aus Zinsen und Tilgungen bestehen und die Zinsen im Gegensatz zu den Tilgungen steuerabzugsfähig sind, muss dieser Umstand berücksichtigt werden. Da Tilgungen aus dem verbleibenden Kapital nach Steuern bezahlt werden, müssen die jährlichen Tilgungen in die Sphäre vor Steuern umgerechnet werden. Die Transformation in die Sphäre vor Steuern erfolgt durch $1/(1-s)$, wobei s die Körperschaftsteuer darstellt. Somit befinden sich alle verwendeten Größen, EBITDA, Zinsen und Tilgungen, in der Sphäre vor der Besteuerung.

Eine weitere Möglichkeit das DSCR²⁵ zu berechnen besteht darin, den annualen freien operativen *Cash Flow* (FOCF nach Steuern) in Beziehung mit dem jährlichen Schuldenaufkommen zu setzen. Bei dieser Herangehensweise handelt es sich um

²⁴ Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 139.

²⁵ Gatti, S. (2008). *Project Finance in Theory and Practice; Designing, Structuring and Financing Private and Public Projects*. Academic Press Advanced Finance Series. Seite 135.

eine Berechnung in der Sphäre nach Steuern, was zur Folge hat, dass sämtliche verwendete Größen in dieser Form vorliegen müssen.

$$DSCR_2 = \frac{FOCF}{Zinsen_{FK} + Tilgung_{FK}} \quad (13)$$

Wie im späteren Vergleich anhand des statischen Modells gezeigt wird, liefern beide Rechenweisen annähernd das gleiche Ergebnis für die DSCR Werte, wenngleich eine gewisse Abweichung durch die Korrektur der $DSCR_1$ Berechnung bei den Tilgungen entsteht. Dieser vermeintliche Fehler bzw. diese geringfügige Ungenauigkeit kann jedoch guten Gewissens akzeptiert werden.

Die Berechnung mittels der $DSCR_2$ Beziehung scheint intuitiver zu sein, da unmittelbar mit dem freien operativen CF gerechnet wird und keine Anpassung bei Zinsen oder Tilgung notwendig ist. Nichtsdestotrotz wurde für die Berechnung des dynamischen Modells die Beziehung $DSCR_1$ herangezogen.

Wie schon zuvor beim ICR, ist ein Wert des DSCR von kleiner als eins aus Sicht der Banken als äußerst kritisch zu beurteilen. Praktische Ansätze für die Höhe des DSCR liegen zumindest über dem 1,5 fachen, jedoch zumeist entsprechend darüber. Dieser Sicherheitsfaktor soll mögliche negative Projektperformance-Entwicklungen vorbeugen und Überraschungen abfedern.

In der folgenden Tabelle sind Beispiele für mittlere DSCR Werte aus unterschiedlichen Bereichen der Industrie angeführt²⁶.

Industriebereich	Durchschn. DSCR über die Laufzeit
Telekommunikation	1,2 – 1,5
Müllverbrennungsanlagen	1,35 – 1,4
Transport	1,25 – 1,5
Energieerzeugung	1,3 – 2,25

Tabelle 1: Verschiedene mittlere DSCRs aus der Industrie; Quelle: angelehnt an (Gatti, 2008), S.135

In der Praxis erfolgt eine Überprüfung der angeführten *Cover Ratios* in periodischen, vorher abgestimmten Zeiträumen des Projektes durch die kapitalgebende Bank. In vielen Fällen erfolgt eine Prüfung in halb- oder jährlichen Zeitabständen. Basierend

²⁶ Gatti, S. (2008). *Project Finance in Theory and Practice; Designing, Structuring and Financing Private and Public Projects*. Academic Press Advanced Finance Series.

auf dieser Erhebung, erfolgen korrigierende und steuernde Maßnahmen seitens der Bank.

3.7.2 Weighted Average Cost Of Capital

Der *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) repräsentiert die durchschnittlich gewichteten Kapitalkosten, bestehend aus Anteilen des Eigen- und Fremdkapitals. Der WACC wird in der Behandlung der vorliegenden Arbeit als eine Basisvergütung (*hurdle rate*) interpretiert, welche dem Kapitalgeber (EK und FK) als eine Art Kompensation für das eingegangene Risiko dient. Der WACC repräsentiert also im weiteren Sinne eine Messgröße des Risikos für das bereitgestellte Kapital und trägt dem Opportunitätsgedanken Rechnung. Die notwendige geforderte Mindestrendite des Kapitalgebers hängt wesentlich von der Höhe des *Leverage* in dessen Sphäre ab. Der WACC lässt sich darstellen als die gewichtete Summe aus der Rendite des Eigenkapitals (EK) und der Rendite des Fremdkapitals (FK)²⁷.

$$WACC = \frac{EK}{EK + FK} \cdot r_{EK} + \frac{FK}{EK + FK} \cdot r_{FK} \cdot (1 - s) \quad (14)$$

Die Variablen r_{EK} und r_{FK} stellen jeweils die dem Eigen- und Fremdkapital zugehörigen Zinssätze bzw. Renditen dar. Die beiden Terme vor den Zinssätzen repräsentieren die Gewichte/Anteile zum Eigen- und Fremdkapital. Die Funktion des rechten Klammerausdrucks besteht darin, das Fremdkapital mit dem Steuersatz s zu bewerten. Dies ist notwendig, um den Fremdkapitalanteil bzw. dessen Rendite in die korrekte Sphäre nach den Steuern zu transformieren. Der WACC repräsentiert somit die durchschnittlichen Kapitalkosten nach Steuern.

Der Fremdkapitalzinssatz ist in diesem Zusammenhang als eine vorgegebene Größe zu interpretieren, da dieses Kapital meist von Banken oder anderen externen Kapitalgebern einfließt. Selbstverständlich wird sich auch die Höhe dieses Zinssatzes am Risiko und an der Möglichkeit eines möglichen Verlustes orientieren und dementsprechend nach bankeninternen Ratingmodellen und Beaufschlagungsrichtlinien bestimmen.

²⁷ Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 149-150 und Gatti, S. (2008). *Project Finance in Theory and Practice; Designing, Structuring and Financing Private and Public Projects*. Academic Press Advanced Finance Series. Seite 12.

Betrachtet man die Rendite bzw. den Zinssatz für das Eigenkapital r_{EK} , so ist die Formulierung eines Wertes zusehends komplizierter und individueller. Ein möglicher strukturierter Ansatz um einen Richtwert zu erlangen, könnte nach dem *Capital Asset Pricing Modell* (CAPM) geschehen.

Das CAPM ist eine Möglichkeit, um ein risikobehaftetes Projekt im Sinne einer Rendite zu bewerten; je höher das Risiko, desto höher muss die erzielte Rendite aus dem Projekt bzw. Gut sein. Das CAPM vermischt die risikofreie Rendite mit einer Risikoprämie. Die Form des CAPM²⁸ kann wie folgt angegeben werden:

$$r_{EK} = r_f + \beta \cdot (r_m - r_f) \quad (15)$$

Der erste Term stellt die risikolose Rendite dar (die Verlustmöglichkeit bei einer Kapitalanlage liegt bei annähernd Null). Der Term in der Klammer repräsentiert die Marktrisiko-*prämie* und bildet das Risiko ab, wobei der Ausdruck r_m für die erwartete Rendite des Marktportfolios steht. Die Differenz aus $r_m - r_f$ kann weiters als die erwartete Überrendite des Marktportfolios interpretiert werden (Finnerty, 2007, S. 151). Der Faktor *Beta* repräsentiert das systematische Risiko einer Anlage²⁹. Beta stellt dar, in wie weit individuelle Renditen einer Kapitalanlage im Vergleich zur Marktrisiko-*prämie* variieren. Um diesen Wert in Zahlen zu fassen wird die Methode der linearen Regression verwendet. Beta entspricht dabei der Steigung der Ausgleichsgeraden wobei auf der x-Achse $r_m - r_f$ und auf der y-Achse r_{EK} aufgetragen werden. In der Praxis ist es jedoch durchaus ein Problem, einen geeigneten Wert für das *Beta* festzulegen. Hierbei stützt man sich meist auf vergangene, bereits durchgeführte Projekte und Investitionen im vergleichbaren Umfeld. In der Literatur findet man ebenfalls den Ansatz, mehrere Projekte aus der Branche miteinander in Verbindung zu bringen, um somit ein durchschnittliches *Beta* zu errechnen. Diese Methode hat den statistischen Vorteil, sich nicht auf ein *Beta* eines Projektes zu stützen, sondern aus einer gewichteten Berechnung ein repräsentatives *Beta* der Branche oder des Projektes zu generieren.

Das Ergebnis aus der Summe risikoloser Zinssatz plus Risikoprämie ergibt die geforderte Mindestverzinsung auf das eingesetzte Eigenkapital.

²⁸ Gatti, S. (2008). *Project Finance in Theory and Practice; Designing, Structuring and Financing Private and Public Projects*. Academic Press Advanced Finance Series. Seite 11.

²⁹ Beta spielt in der Portfoliotheorie nach Markowitz eine entscheidende Rolle.

Anmerkung: Das CAPM stellt ein lineares und relativ einfaches Modell der Bewertung dar. Es existiert eine Vielzahl von weiteren, meist nichtlinearen komplexeren Modellen in der Literatur. Das CAPM hat sich in der Praxis und Theorie aufgrund seiner Einfachheit und leichten Anwendbarkeit durchgehend etabliert. Nicht zuletzt liefert dieses Modell gute und brauchbare Ergebnisse im täglichen Umgang.

Im Verlauf der Arbeit wird nicht näher auf die mögliche Berechnung des WACCs eingegangen, sondern dieser Wert als Größe vorgegeben. Um die Unterschiede in der Ausprägung der Ergebnisse zu sehen, wird der WACC in verschiedenen Größenordnungen zwischen 5 und 25% variiert.

3.7.3 Net Present Value

Der *Net Present Value* (NPV), auch Kapitalwert genannt, gehört wohl zu den bekanntesten Analysemethoden einer Investition bzw. Finanzierung. Der NPV ist eine Größe, welche die Kosten eines Projektes mit dem Wert eines Projektes in Relation setzt. Diese Kennzahl wird meist dazu benutzt, um im Vorhinein, also bevor ein Projekt tatsächlich realisiert wird, dieses zu bewerten; meist auf Basis geschätzter Größen. Welchen tatsächlichen Wert oder Nutzen das Projekt bringen wird, ist zu diesem Zeitpunkt noch völlig unklar und erst bekannt, wenn das Projekt vollkommen realisiert wurde. Zusammengefasst kann man meinen, dass der NPV eine vorab Entscheidungsgrundlage auf Basis geschätzter und vermuteter Größen (Zahlungsströme) liefern kann.

Die mathematische Beziehung des NPVs kann wie folgt angeschrieben werden³⁰:

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+R)^1} + \frac{CF_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+R)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} \quad (16)$$

Hierbei stellen die *Cash Flows* CF_t zu den verschiedenen Zeitpunkten die taxierten, vom Projekt generierten Zahlungsströme dar. Die Variable n (t) richtet sich nach der operativen Betriebsphase des Projektes bzw. des Projektunternehmens und stellt die Betrachtungsdauer dar. Im Nenner findet sich die Variable R , welche den Kalkulationszinsfuß des Projektes bzw. des Kapitals in aggregierter Form widerspiegelt. Die Entscheidungsgrundlage hinsichtlich einer Finanzierung bzw. einer Investition wird von der Größe des Wertes NPV abgeleitet. Ist der $NPV > 0$, so soll das Projektvorhaben gestartet werden, was bedeutet, dass der Nutzen des Projektes die Kosten hier-

³⁰ Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 156.

für übersteigt. Bei einem Wert von exakt Null würden sich Kosten und Nutzen die Waage halten; eine indifferente Situation.

Der NPV stellt somit eine Kennzahl dar, welche es ermöglicht, in höchst aggregierter Form mehrperiodige Investitions- und Finanzierungsunterfangen zu beurteilen.

In der folgenden Abbildung eine Darstellung des NPV über verschiedene Renditen³¹.

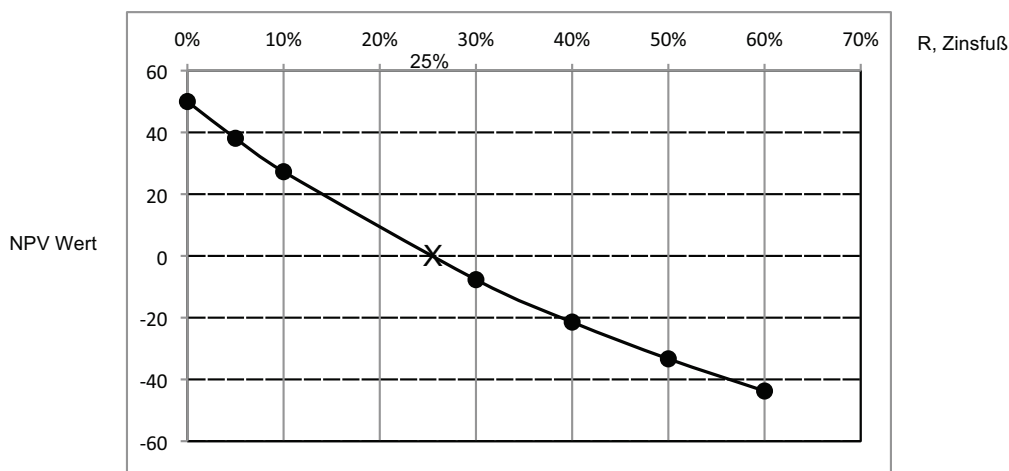


Abbildung 5: NPV Profil anhand eines Beispiels; Quelle: angelehnt an (Finnerty, 2007), S.160

In der obigen Abbildung sieht man anschaulich den Abfall des NPVs mit steigendem Diskontierungszinssatz. Der Abfall folgt gemäß der o.a. Gleichung reziprok zur Rendite, was den leicht gekrümmten Verlauf über die Rendite entspricht. Ab einer Rendite von 25% wird der NPV negativ, was bedeutet, dass eine Finanzierung bzw. Investition ab diesem Wert nicht mehr sinnvoll sein wird. Bei allen Renditen zuvor lohnt sich eine Investition bzw. Finanzierung, da sich die Werte im positiven NPV-Bereich befinden.

3.7.4 Internal Rate Of Return

Eine weitere Möglichkeit, Finanzierungs- und Investitionsprojekte auf Kennzahlenbasis zu beurteilen ist der *Internal Rate of Return* (IRR) oder auch interner Zinsfuß. Bei dieser Kennzahl handelt es sich um die erwartete Rendite des Projektes. Wie beim NPV stellt diese Kennzahl ebenfalls einen hochaggregierten Wert zur Beurteilung der Finanzierung bzw. des Investments dar.

³¹ Angelehnt an Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 160.

Ein wichtiger Aspekt bei der Darlegung des IRR ist die Tatsache, dass der IRR jene geschätzte Rendite des Projektes darstellt, welche den NPV zu Null werden lässt³². Die folgende Beziehung zeigt diesen Sachverhalt.

$$NPV = 0 = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} \quad (17)$$

IRR : Internal Rate of Return

Der Vergleich zwischen dem IRR, also der Rendite aus dem Projekt, und den Kosten des Kapitals für das Projekt, hier der WACC, lässt folgende drei mögliche Fälle zu:

a). IRR =! WACC b). IRR < WACC c). IRR > WACC.

Im Fall a). ergibt sich eine indifferente Aussage, welche wenig befriedigend ist. Kleinste Änderungen im IRR und im WACC würden die Entscheidung in eine Richtung treiben. Eine mögliche Verringerung des IRRs, z.B. durch eine Erhöhung einer Risikoposition im Projekt würde, den IRR sinken lassen und die Entscheidung stark beeinflussen. Umgekehrt würde eine Steigerung des WACC durch die Veränderung der Eigen- und Fremdkapitalanteile, eine deutliche Änderung im WACC mit sich bringen. Wäre das Ergebnis der Rechnung nahe bei IRR gleich dem WACC, empfiehlt es sich, die Einflussparameter des IRRs und des WACCs noch einmal wesentlich zu durchleuchten, um so ein eindeutigeres Ergebnis herbeizuführen.

Fall b.) und c). Kehrt man noch einmal zu Abbildung 5 zurück, so kann folgendes festgehalten werden: Diese Abbildung zeigt den prinzipiellen Zusammenhang zwischen dem NPV (y-Achse) und dem IRR (x-Achse). Übersteigt der IRR die Kosten des Kapitals, so ist der NPV positiv (bis zu einem Wert von rund 25%), hingegen ist der NPV negativ, so unterschreitet der IRR die Kosten des Kapitals (ab 25%).

Der IRR wird an dieser Stelle besprochen, um einen Vergleich bzw. den direkten Zusammenhang mit dem NPV zu zeigen. Im statischen Modell wird der IRR sehr wohl berechnet, im dynamischen Modell wird jedoch nur der NPV verwendet werden; einerseits weil der NPV die mächtigere Kennzahl darstellt³³ und zweitens weil die Berechnung des IRRs im dynamischen Modell nicht durchgängig sinnvoll ist (negative IRRs bei CF Kombinationen der Stichproben).

³² Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 157.

³³ vgl. Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Seite 162.

3.7.5 Return On Invested Asset

Hinsichtlich der ROI Kennzahlen gibt es in der einschlägigen Literatur eine Vielzahl von Definitionen.

Diese folgen allesamt keiner einheitlichen Begriffsdefinition und werden daher auf die notwendige Untersuchung angepasst; zumindest in den meisten Fällen. Die gängigste Kennzahl in diesem Zusammenhang stellt der *Return On Investment* (ROI³⁴) dar, welcher wie folgt angeschrieben werden kann:

$$ROI = \frac{\text{Gewinn}}{\text{investiertes Kapital}} \quad (18)$$

Diese Darstellung des ROI kann in der Behandlung dieser Arbeit leider nicht verwendet werden. Der Grund dafür liegt im Nenner der Berechnung des ROIs. Häufig wird diese Art der Berechnung der Kennzahl für Unternehmen angewendet, welche stets Investitionen tätigen. Da der Fokus der Projektfinanzierung auf einem „Einmalereignis“ beruht, muss diesem Umstand entsprechend Rechnung getragen werden. Würde man für das investierte Kapital das einmalige Investment der Anlage heranziehen, so nimmt dieses im Verlauf der Zeit durch die buchhalterische Abschreibung stets ab. Gegen Ende des Abschreibungszeitraumes wird also der Nenner des ROI gegen Null streben, was sehr hohe und nicht repräsentative Renditewerte mit sich bringen würde.

Um diesem Wesenszug des ROIs zu entgegnen, wurde eine neue Kennzahl eingeführt – der *Return On Invested Asset* (ROIA). Diese Kennzahl ist speziell auf das Wesen der Projektfinanzierung zugeschnitten und liefert aussagekräftigere und repräsentative Resultate³⁵.

$$ROIA_t = \frac{NOPAT_t}{\text{aufgezinste Anlagekosten}_t} \quad (19)$$

In obiger Gleichung stellt der NOPAT den *Net Operating Profit After Taxes* dar, also das Nettoergebnis des Projektunternehmens nach Steuern. Der NOPAT berechnet sich aus dem EBITDA abzüglich der abzuführenden Steuern des Projektunternehmens bzw. der Zweckgesellschaft (SPV). Der NOPAT ist jener Betrag, welcher den Kapitalgebern zur Verfügung steht. Im Zuge dieser Arbeit wird der NOPAT dazu verwendet, um Tilgungen und Zinsen des Betriebskredites (*long-term*) zu bedienen als auch für Zahlungen in die Investor- und Sponsorsphäre.

³⁴ <http://www.controllerspielwiese.de/index.htm?Inhalte/Toolbox/Bkz19.htm>.

³⁵ Diese Kennzahl wurde speziell für die Projektfinanzierung vom Autor entwickelt.

Der Nenner des ROIA ist als eine Opportunität zu interpretieren. Somit stellt dieser Wert die aufgezinste Kosten der Anlage über den Zeitraum der Opportunität des operativen Betriebs dar. Der verwendete Zinssatz zur Diskontierung orientiert sich an der vorherrschenden Markttrendite. Der ROIA stellt somit eine Kennzahl aus Sicht der Zweckgesellschaft bzw. des Projektunternehmens dar.

Der Index t in der ROIA Beziehung repräsentiert die periodengerechte Zuordnung bzw. Berechnung über den Verlauf des operativen Betriebs der Anlage.

Abschließend sei noch angemerkt, dass die ROIA Kennzahl in der Beurteilung der Finanzierungsentscheidung eine eher untergeordnete Rolle spielt und die Angabe dieser Kennzahl ein Versuch der Darstellung der Projektrentabilität auf Basis des ROI Schemas ist.

4 Basiselemente zur modellorientierten Untersuchung

4.1 Der Risikomanagementprozess und die Anwendung in dieser Arbeit

In diesem Abschnitt werden anhand des übergeordneten Risikomanagementprozesses jene Punkte erörtert, welche bei der Behandlung dieser Arbeit eine Rolle spielen. Dieser Risikomanagementprozess lässt sich wie folgt darstellen³⁶:

1. Setzen der Unternehmens- bzw. Projektziele
2. Risikoanalyse (Risikoidentifikation und Risikobewertung)
3. Risikoaggregation
4. Risikobewältigung

Ad 1). Im Wesentlichen spiegelt dieser Punkt die Risikokultur bzw. die Risikopolitik eines Unternehmens wider. Hierbei handelt es sich um die Einstellung (Kultur) zu Risiken und Chancen bzw. um die Neigung, diese einzugehen. Dabei ist es wichtig, dass die gewünschte Risikoneigung im gesamten Unternehmen bekannt ist und auch umgesetzt werden kann. Diese Risikopolitik sollte vorab definiert werden und beinhaltet Elemente wie:

1. Kriterien; Rendite und Risiko abwägen
2. Gesamtrisikoumfang und dazu erforderliche Deckung dieses Umfangs
3. Aufteilung der Risiken in Kern- und Randrisiken
4. Grenzen der einzelnen Risiken (Quantilen, VaR etc.)
5. Vorgabe eines zu erreichenden Ratings

Diese Darstellung gilt natürlich in allgemeiner Form und kann nicht im vollen Umfang auf diese Arbeit übertragen werden. Insbesondere Punkt fünf wird sich nicht in dieser Arbeit wiederfinden, sondern wird eher in der Unternehmensplanung Einfluss finden, wenngleich Projekte in deren Planung wesentlich mitwirken.

Ad 2). Dieser Punkt behandelt die Identifikation der Risiken, welche auf das Unternehmen einwirken bzw. die Auswirkungen in quantitativer Form (Risikobewertung). Bei dieser Analyse werden die Einzelrisiken hinsichtlich der quantitativen Auswirkung

³⁶ Angelehnt an Gleißner, W. (2007), *Einfach Lernen! Risikomanagement*. Dr. Werner Gleißner und Thomas Berger & Ventus Publishing ApS. Seite 18.

und der Eintrittswahrscheinlichkeit systematisch analysiert. Folgende Risikobereiche sind in diesem Fall zu betrachten³⁷:

1. Strategische Risiken (wesentliche Beeinflussung der Erfolgspotentiale wie Wettbewerbsvorteile, Finanzstruktur etc.)
2. Risiken des Marktes (Absatzmenge und Preis, Beschaffungsmarkt, Wettbewerbskräfte usf.)
3. Finanzmarktrisiken (Liquidität, Zinsen und Währungen, Beteiligungen sowie Investitionen und Finanzierungen etc.)
4. Politische und rechtliche Risiken (Produkthaftung, Vertragssicherheit, Trends der Gesellschaft usw.)
5. Leistungsrisiken der Wertschöpfungskette (Umweltschutz, Image, Personal, Kalkulationsrisiken, Datensicherheit, Q-Management, IT und EDV Sicherheit etc.)

All diese oben genannten Risikobereiche sind bei nahezu fast allen Unternehmen und Projekten in der einen oder anderen stärkeren Ausprägung vorhanden und es gilt, diese zu identifizieren und zu bewerten. Die Liste stellt somit einen kurzen Leitfaden zur Identifikation dar und soll Bewusstsein über die möglich vorhandenen Risiken schaffen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich bewusst rein mit dem unter Punkt *drei* genannten Finanzmarktrisiken. Andere Risiken bleiben im Zuge dieser Arbeit außen vor und werden nur theoretisch behandelt, falls relevant.

Eine anschließende Risikobewertung bzw. Risikoquantifizierung stellt einen weiteren wichtigen und essentiellen Punkt des Risikomanagementprozesses dar. Hierbei gilt es, die identifizierten Risiken nach Relevanz hinsichtlich des Einflusses auf die Erfolgspotentiale des Unternehmens zu reihen und zu bewerten. Eine häufig angewendete Methode stellt die Aufstellung eines Risikoinventars hinsichtlich der Risikobereiche dar. Die Risikoquantifizierung erfolgt in den meisten Fällen durch Verteilungen jeglicher Art bzw. durch die Parameter, die diese Verteilungen eindeutig beschreiben (vgl. Abschnitt 6.2).

Der Punkt drei des Risikomanagementprozesses zielt darauf ab zu beurteilen, wie hoch nun wirklich der gesamte Risikoumfang des Unternehmens bzw. des Projektes ist und gibt Aufschluss über den Grad der Gefährdung durch die Summe der Risiken.

³⁷ Angelehnt an Gleißner, W. (2007). *Einfach Lernen! Risikomanagement*. Dr. Werner Gleißner und Thomas Berger & Ventus Publishing ApS. Seite 22 und Deutsche Gesellschaft für Risikomanagement. (2008). *Risikoaggregation in der Praxis*. Frankfurt: Deutsche Gesellschaft für Risikomanagement. Seite 80.

Daraus lassen sich erforderliche Maßnahmen ableiten sowie z.B. die notwendige Mindestdeckung des Gesamtrisikoumfangs durch Eigenkapital (vgl. Basel II Akkord für Banken). Wie die Risikoaggregation für unterschiedliche Methoden aussieht und wie diese Methoden arbeiten, wurde in Abschnitt 3.4 und Abschnitt 3.3 dargelegt.

Der letzte Punkt des Risikomanagementprozesses behandelt die Risikobewältigung. Aus dem Gesamtumfang des eruierten Risikoumfang, kann nun der Handlungsbedarf für eine effiziente und zielgerichtete Risikobewältigung eingeleitet werden. Im Groben lässt sich die Risikostrategie zur Bewältigung in vier Möglichkeiten unterteilen³⁸:

Das Risiko

1. ... vermeiden
2. ... abschwächen bzw. vermindern und/oder begrenzen
3. ... überwälzen bzw. transferieren
4. ... durch entsprechende Deckung selbst tragen (meist Eigenkapital)

Punkt eins und zwei sind hinsichtlich einer Erklärung selbstredend und in vielen Fällen auch anwendbar und praktisch umzusetzen. Gelingt dies nicht, so kommen Punkt drei und vier ins Spiel. Diese beiden Punkte stellen auch das Hauptaugenmerk bei der Risikobewältigung dar; besonders Punkt drei verdient es näher betrachtet zu werden, da dies in der gängigen Praxis ein approbates Mittel zur Bewältigung von Risiken darstellt. Als Transfer versteht man in diesem Zusammenhang alle Maßnahmen, Risiken auf Dritte zu übertragen. Der (Finanz)Markt bietet eine Vielzahl von Instrumenten in diesem Zusammenhang an. Beispielsweise sind Absicherungen von Währungsrisiken durch *Hedging* oder Sicherung von Zinsen durch *Swaps*, *Futures* und *Optionen* zu nennen.

In der Behandlung dieser Arbeit wird der Punkt der Risikobewältigung bzw. der Absicherung nicht im Modell eingearbeitet und quantitativ behandelt werden. Hinsichtlich des Risikomanagementprozesses werden Punkt eins bis drei betrachtet und erläutert. Die Behandlung und Untersuchung bzw. Analyse der Risikobewältigung mittels geeigneter Instrumente des *Hedgings* sind nicht mehr Gegenstand dieser Arbeit und müssen an fortführender Stelle näher untersucht werden.

³⁸ Gleißner, W. (2007). *Einfach Lernen! Risikomanagement*. Dr. Werner Gleißner und Thomas Berger & Ventus Publishing ApS. Seite 43.

Eine ausführliche Behandlung dieses Themas findet sich unter (Gleißner, Einfach Lernen! Risikomanagement, 2006) und (Gleißner, Grundlagen des Risikomanagement im Unternehmen, 2008).

4.2 Datengrundlage für unsichere Parameter

Um die vorher angeführten unsicheren Eingabeparameter im statischen als auch im dynamischen Modell seriös verwenden zu können, wurden in einem ersten Schritt die dafür notwendigen Daten recherchiert. Im Folgenden sind die Parameter im Detail angeführt und näher erläutert.

4.2.1 EURIBOR

Die notwendigen Informationen über den EURIBOR³⁹ können aus diversen Internetseiten mühelos abgefragt werden (auf nähere Quellenangaben wird an dieser Stelle verzichtet). Wie im späteren Kapitel 5 noch näher beschrieben wird, ist die Basis der kurzfristigen Finanzierung ein EURIBOR Zinssatz (Details siehe unten). Diese Wahl ist rein willkürlich und ist selbstverständlich eine Annahme bzw. Prämisse des Modells.

Die Datengrundlage für die folgende Abbildung kann folgendermaßen festgehalten werden:

- Tägliche Kursbasis, Angabe in Prozent
- Betrachteter Zeitraum von rund drei Jahren (2. Jänner 2007 bis 26. Mai 2010)
- Fristigkeit 6m, für den sechs monatigen EURIBOR
- Datensatzgröße: 868 Werte

In der Abbildung kann man deutlich erkennen, dass der Zinssatz ausgehend von einem sehr hohen Niveau mit rund 5,4%, mit Oktober 2008 auf sehr niedrige Werte von unter einem Prozent bis zum betrachteten Endzeitpunkt 26. Mai 2010 fällt. Der Grund für diesen starken Abfall liegt in der Finanzkrise 2008, welche die Zentralbanken dazu veranlasste, die kurzfristigen Zinsen auf ein niedriges Niveau zu regulieren.

³⁹ Bundesbank.de. *Statistik*. Abgerufen im Juni 2010 von http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_zeitreihen.php?lang=de&open=zinsen&func=list&tr=www_sl1b_gmt.

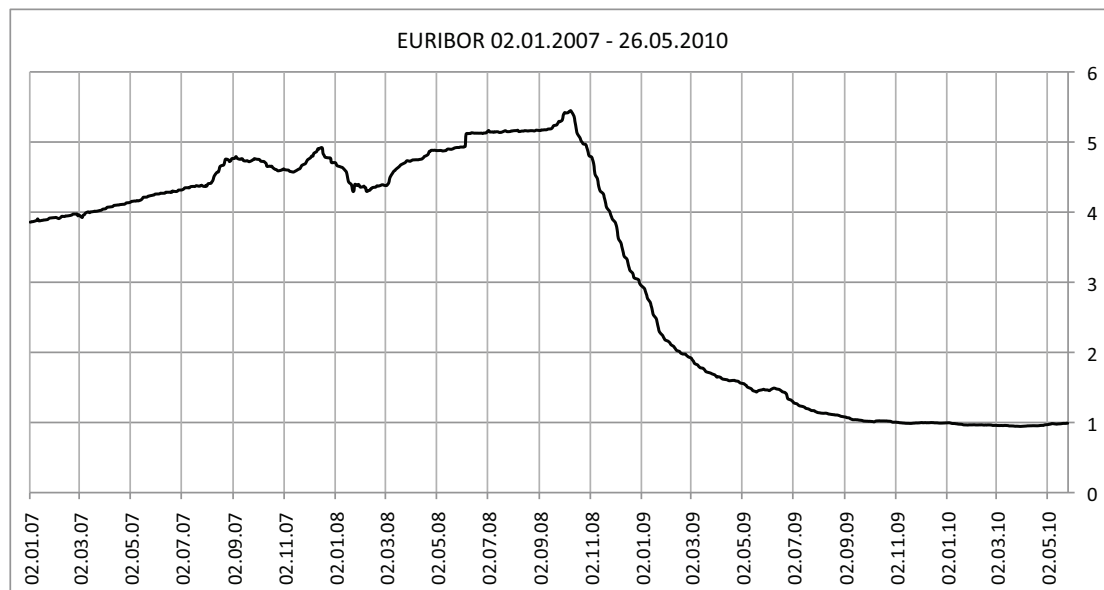


Abbildung 6: EURIBOR Zinssatz 6m; Quelle: eigene Darstellung

4.2.2 Wechselkurs

Ähnlich wie beim EURIBOR ist die Herangehensweise für den Wechselkurs. Wie im späteren Kapitel noch ausführlich erläutert werden wird, spielt der USD / EUR Kurs eine wichtige Rolle in den folgenden Untersuchungen bzw. für das Projekt selbst.

Die Datenbasis für den Wechselkurs⁴⁰ kann wie folgt angegeben werden:

- Tägliche Kursbasis USD / EUR
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (1. Jänner 1996 bis 8. Juni 2010)
- 260 Handelstage pro Kalenderjahr, im Durchschnitt
- Datensatzgröße: 3802 Werte

In der u.a. Abbildung ist die volatile Entwicklung des Kursverlaufes sehr anschaulich zu erkennen. Vor allem in den beiden vergangenen Jahren hat sich der Wechselkurs in relativ kurzer Zeit sehr ausgeprägt nach oben bzw. nach unten bewegt.

⁴⁰ Ariva.de. Abgerufen im Juni 2010 von www.ariva.de.



Abbildung 7: Wechselkurs USD / EUR (Schlusskurs) – Zeitraum rund fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung

Für kommende Berechnungen werden die Basisdaten zum Wechselkurs noch eine wichtige Rolle spielen. Dazu in der Tabelle ein Abriss der Kursdaten in beispielhafter Form.

Datum	Schlusskurs	Tage / kumuliert
01.01.96	1,36435	1
02.01.96	1,36492	2
03.01.96	1,36065	3
04.01.96	1,35097	4
05.01.96	1,35088	5
08.01.96	1,35867	6
###	###	###
04.06.10	1,19675	3798
05.06.10	1,19675	3799
06.06.10	1,19675	3800
07.06.10	1,19168	3801
08.06.10	1,19454	3802

Tabelle 2: Beispielhafte Kurse - USD / EUR

4.2.3 Rohstoffe

Die wohl interessanteste unsichere Eingabegröße stellen die Entwicklungen der Rohstoffe dar. Hier sei gleichfalls auf das Kapitel 5 verwiesen, in welchem die Wichtigkeit bzw. die Rechtfertigung der im Folgenden angeführten verschiedenen Rohstoffe näher angeführt wird. Das Modell bzw. das untersuchte Projekt, stützt seine operative Tätigkeit auf die Herstellung zweier Produkte, für welche die Rohstoffe Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas zu einem hochwertigen Endresultat verarbeitet werden.

Die Datenbasis für diese drei Rohstoffe⁴¹ wird wie folgt beschrieben:

- Monatliche Kursbasis, Notierung und Menge: siehe jeweiliger Rohstoff
- Vorhandene Datenbasis von Jänner (M1) 1980 bis April (M4) 2010
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (April (M4) 1995 bis April (M4) 2010)
- Datensatzgröße der vorhandenen Datenbasis: 364 Werte
- Datensatzgröße der betrachteten Daten: 181 Werte

In den folgenden Abbildungen wird der Kursverlauf der Rohstoffe im Zeitraum von April 1995 bis April 2010 dargestellt. Diese gewählte Darstellung hängt von den verwendeten Daten im späteren Modell ab und wird an geeigneter Stelle im Verlauf der Arbeit erläutert werden. Wie schon vorher beim Wechselkurs angemerkt, wird der tatsächliche Kursverlauf in weiterer Folge noch eine entscheidende Rolle spielen bzw. werden die Daten des Kursverlaufes noch weiter verarbeitet werden. Dazu sind zu jedem Rohstoff beispielhaft willkürlich einige Zeilen des Kursverlaufs angegeben.

⁴¹ IMF. Abgerufen im Juni 2010 von www.imf.org/external/np/res/commod/index.asp.

Aluminium:

Kursbasis: USD per metrischer Tonne (PALUM)

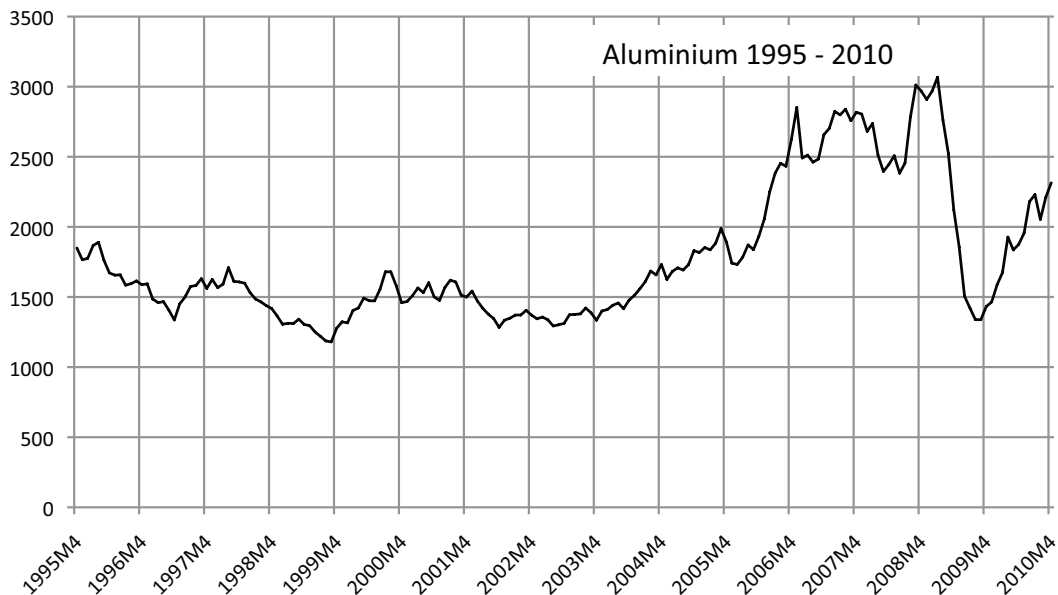


Abbildung 8: Kursverlauf Aluminium - 1995 -2010; Quelle: eigene Darstellung

Datum	Kurs
1998M3	1438,32
1998M4	1417,55
1998M5	1364,32
1998M6	1305,52
###	###
2010M1	2230,11
2010M2	2053,27
2010M3	2210,53
2010M4	2314,28

Tabelle 3: Beispielhafte Kurse Aluminium

Aus der Abbildung ist leicht erkennbar, dass der Aluminiumpreis bis zum Jahr 2008 stark stieg und nach einem raschen Abfall im Jahr 2009 nun wieder eine sehr hohe steigende Tendenz aufzeigt. Beachtlich ist auch der relativ gleichbleibende Verlauf des Preises zwischen den Jahren 1995 bis 2004.

Kupfer:

Kursbasis: USD per metrischer Tonne (PCOPP)

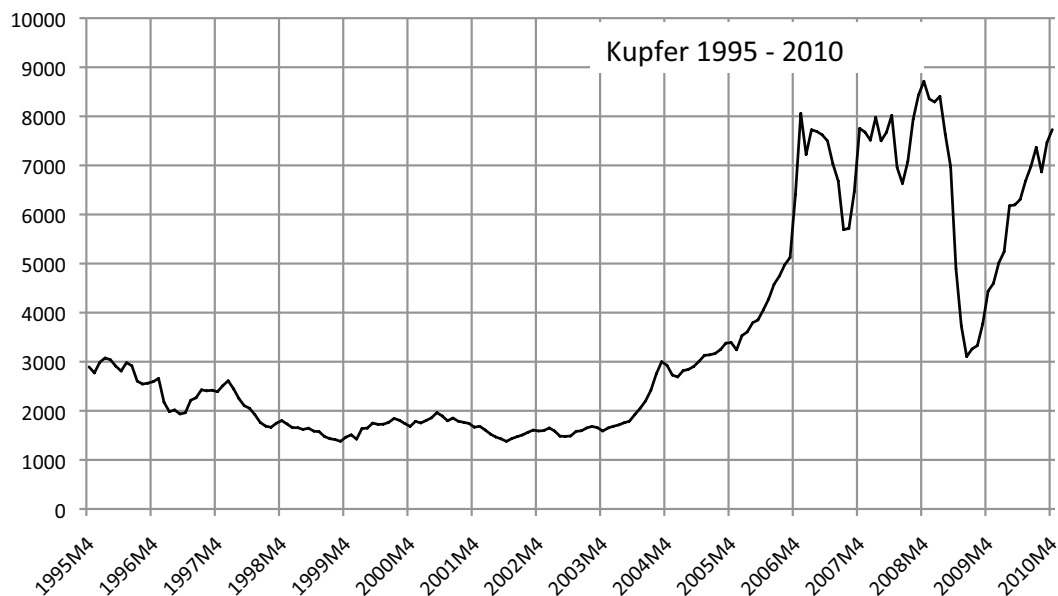


Abbildung 9: Kursverlauf Kupfer 1995 -2010; Quelle: eigene Darstellung

Datum	Kurs
1998M3	1747,16
1998M4	1800,13
1998M5	1731,66
1998M6	1656,60
###	###
2010M1	7367,38
2010M2	6867,68
2010M3	7466,93
2010M4	7729,84

Tabelle 4: Beispielhafte Kurse Kupfer

Im Fall des Rohstoffes Kupfer ist die Preissteigerung im Zeitraum 2003M4 bis 2006M4 eine rasante. Ähnlich wie beim Aluminium bleibt das Preisniveau relativ konstant über die Jahre 1995 bis 2003. Der Abfall zu Beginn des Jahres 2009 gleicht von der Charakteristik her jenem für Aluminium.

Gummi:

Kursbasis: US Cents per Pfund (PRUBB)

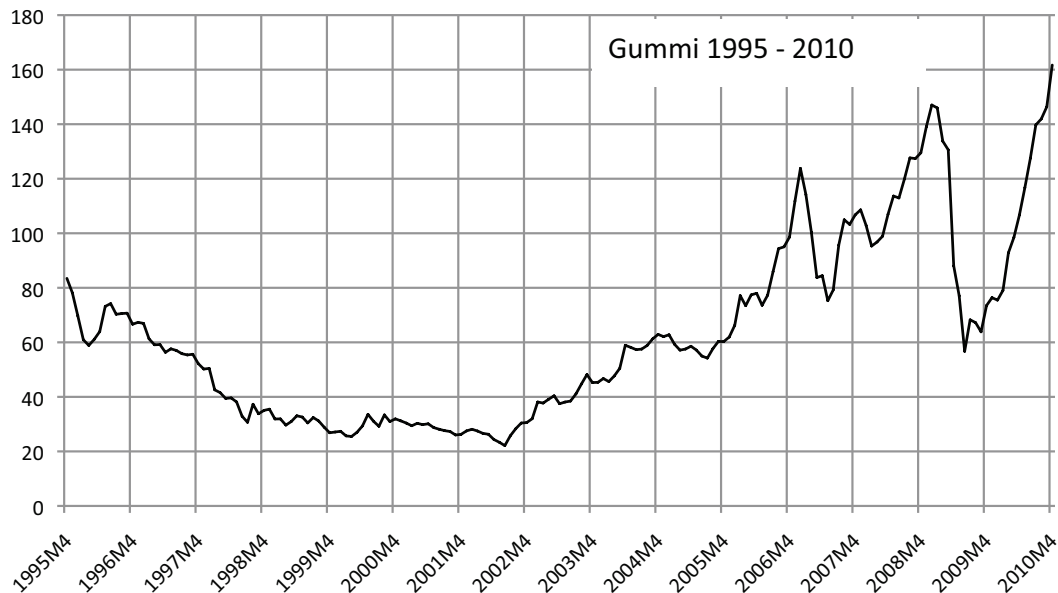


Abbildung 10: Kursverlauf Gummi 1995 – 2010; Quelle: eigene Darstellung

Datum	Kurs
1998M3	33,79
1998M4	35,03
1998M5	35,49
1998M6	31,89
###	###
2010M1	139,73
2010M2	141,93
2010M3	146,37
2010M4	161,69

Tabelle 5: Beispielhafte Kurse Gummi

Gummi zeigt Ähnlichkeiten im Verlauf zwischen 1995 und 2002 mit den beiden vorangegangenen Rohstoffen, auch wenn die Änderung einem Abwärtstrend folgt. Interessanterweise beginnt der Anstieg des Rohstoffs bereits mit Mitte 2002 auf einem sehr hohen Preisniveau, wobei der Einbruch im Frühjahr 2009 exakt die gleiche Charakteristik zeigt wie Aluminium und Kupfer zuvor.

Gas:

Kursbasis: USD per tausend Kubikmeter (PNGASUS)

Im Falle des Gases wurde jener Index gewählt, welcher am US Domestik-Markt zur Verfügung steht.

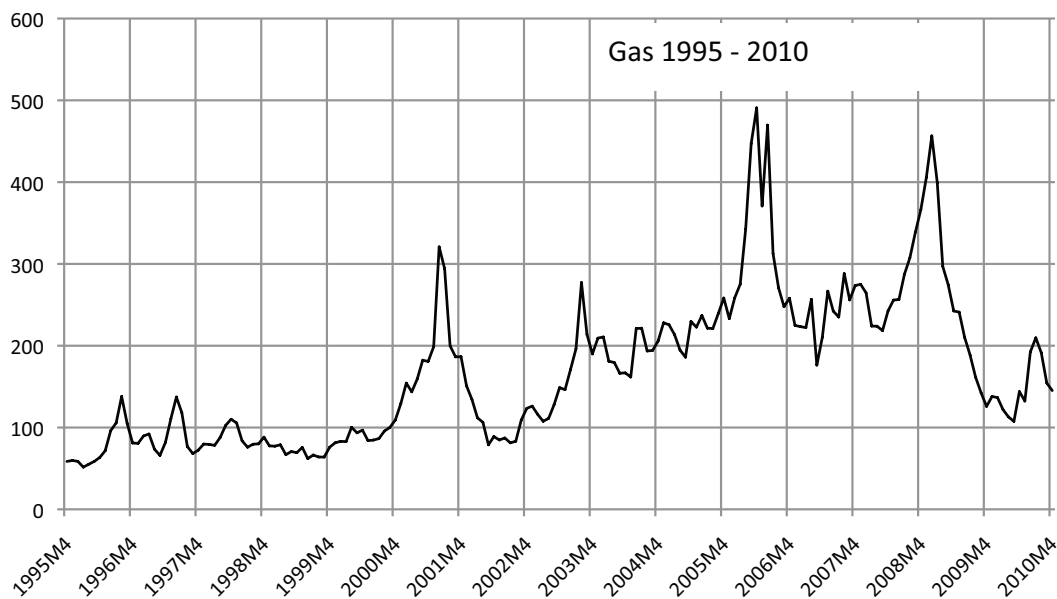


Abbildung 11: Kursverlauf Gas 1995 – 2010; Quelle: eigene Darstellung

Datum	Kurs
1998M3	80,03
1998M4	88,27
1998M5	77,54
1998M6	77,22
###	###
2010M1	209,68
2010M2	191,35
2010M3	154,47
2010M4	145,18

Tabelle 6: Beispielhafte Kurse Gas

Der Rohstoff Gas, im Gegensatz zu den anderen Metallrohstoffen, zeigt ein völlig anderes Verhalten. Der Verlauf ist geprägt von scharfen Preisspitzen, welche bis zu 800% des Ausgangswertes im Jahr 1995 ausmachen. Das Absacken in der Mitte von Jahr 2009 bleibt jedoch als wesentliche Eigenschaft des Marktes im Allgemeinen bestehen. Ebenfalls könnte dem Kursverlauf eine höhere Volatilität im Vergleich zu

den anderen Rohstoffen unterstellt werden. Dieser Sachverhalt zeigt sich durchaus in den häufigen auf und ab Bewegungen des Kurses deutlich.

Prinzipiell kann vermutet werden, dass sich die drei Metallrohstoffe in einer relativ starken Abhängigkeit zueinander bewegen, was sich in weiterer Folge durch die erhöhte Korrelation der Kurse untereinander bestätigen wird.

Ebenfalls wird gezeigt werden, dass die Vermutung der höheren Volatilität des Rohstoffes Gas ebenfalls mathematisch nachvollziehbar und belegbar sein wird; vergleiche hierzu Anhang 9.1 und Kapitel 6.2.6.

4.3 Modellbildung

Um die Forschungsfragen adäquat und fundiert beantworten zu können ist es notwendig, sämtliche Informationen, Parameter, Unsicherheiten etc. in einem entsprechenden Modell abzubilden. Die Modellbildung wird sich in zwei Bereiche gliedern lassen, dem statischen und dem dynamischen Modell.

4.3.1 Abriss des statischen Modells

Zum einen wird ein statisches Modell erzeugt, welches versucht, die Praxis bzw. die Realität so gut wie möglich abzubilden. Eines sei an dieser Stelle gleich vorweggenommen: Es gibt kein falsches oder richtiges Modell; das Modell bildet die Realität mehr oder weniger gut nach; wie zufrieden man mit den Ergebnissen des Modells ist, hängt von den Anforderungen an das Modell ab und die Erwartungshaltung gegenüber der Aussagekraft hinsichtlich bestimmter Ergebnisse und Kennzahlen.

Dieses statische Modell wird in EXCEL modelliert, was eine spätere Überführung in die dynamische Sphäre erleichtern wird.

Zum Inhalt des statischen Modells gehören folgende Bereiche:

- Informationen zur Kapitalbereitstellung
- Modell-, Projektparameter und Daten
- Informationen zu Eigenkapitalzahlungen
- Baukreditinformationen (*short-term*)
- Betriebskreditinformationen (*long-term*)
- Modellierung der Rohstoffberechnungen
- Modellierung des freien operativen CF
- Modellierung des Baukredites
- Modellierung des Betriebskredites
- Informationen zum Absatzraum
- Modellierung der Investoren und Sponsor Renditen sowie der jeweiligen NPVs
- Darstellung der Kennzahlen und Ergebnisse

Die Sinnhaftigkeit, ein statisches Modell zu generieren, liegt schlicht und ergreifend in der Tatsache, eine fundierte Grundlage für das spätere übergeführte dynamische Modell zu besitzen bzw. in einfacher Art und Weise die Ergebnisse des dynamischen verifizieren zu können. Weiters wird das statische Modell bei der so genannten Kali-

brierung verwendet werden, um auf diesem Weg vernünftige Werte und Mengengerüste aufzustellen, welche die Realität und Praxis sinnvoll widerspiegeln.

Eine detaillierte Darstellung des statischen Modells findet sich in Kapitel 5.

4.3.2 Abriss des dynamischen Modells

Wie schon im vorigen Absatz angesprochen, wird auf das statische Modell das dynamische aufgesetzt; es bildet somit die fundamentale Grundlage des dynamischen Modells. Im Kern des dynamischen Modells kommen exakt die selben Rechenschemen und Abläufe zur Ausführung wie im statischen Modell. Jede Änderung im statischen Modell zieht eine Änderung des dynamischen Modells mit sich bzw. auch *vice versa*.

Im Prinzip werden sämtliche vorher angeführten Bereiche im dynamischen Modell abgebildet und verarbeitet. Der einzige und alleinige Unterschied zwischen den beiden Modellen besteht darin, dass das statische Modell einmalig gerechnet wird und das dynamische unzählige Male. Dadurch liefert das dynamische Modell keine Punktaussage sondern eine Wolke an möglichen Ergebnissen.

Wie im Theorieteil beschrieben, kommt die stochastische Simulation der MCM zur Anwendung. Im Zentrum dieser Herangehensweise der Simulation steckt die oftmalige Berechnung (mehrere tausend Male) des statischen Kerns mit unterschiedlich, vorab definierten unsicheren Verteilungsinformationen.

Eine mögliche Verteilung stellt beispielsweise der USD / EUR Wechselkurs dar. Anstatt die Berechnung mit einem statischen Wert von 0,9 USD / EUR vorzunehmen, wird eine Verteilung definiert, welche als unsicherer Parameter in das dynamische Modell eingeht. Die oftmalige Berechnung mittels der MCM liefert als Ergebnis somit keine diskreten Zahlen sondern vielmehr verteilte Ergebnisse und Kennzahlen, welche mit Hilfe von statistischen Methoden ausgewertet werden können.

Für die Modellierung und Codierung des dynamischen Modells wird die Software MATLAB verwendet. Diese verfügt über mächtige Programmierwerkzeuge sowie über die benötigten Auswerte- und Darstellungsmöglichkeiten.

Eine detaillierte Darstellung des dynamischen Modells findet sich in Kapitel 6.

5 Das statische Modell

In den folgenden Abschnitten wird das statische Modell detailliert erläutert und auf die Spezifika eingegangen. Die allgemeinen Grundlagen zur Projektfinanzierung wurden in Kapitel 3.1 bereits dargelegt. Das Hauptaugenmerk dieses Kapitels liegt in der Darstellung des Projektes sowie die genaue Erklärung des verwendeten Rechenschemas.

5.1 Beschreibung des Projektes bzw. Modells

Das vorliegende behandelte Projekt baut auf den vermittelten Grundlagen im theoretischen Teil dieser Arbeit auf. Das Projektunternehmen (SPV) produziert zwei verschiedene Produkte aus den bereits genannten Rohstoffen Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas, wobei zwei unterschiedliche Ausprägungen dieser Produkte hergestellt werden. Die Produktion dieser Produkte bzw. der Standort des Projektunternehmens befindet sich im Euroraum, jedoch beliefert das Unternehmen unter anderem Abnehmer im Dollarraum. Zur Produktion dieser rohstoffintensiven Produkte wird eine Anlage benötigt, welche mittels eines TKCC, auf Basis eines Fixpreises, errichtet wird. Um die Finanzierung der Anlage für das Projektunternehmen zu ermöglichen, stehen prinzipiell zwei Arten von Kapital zur Verfügung: Fremd- und Eigenkapital. Die Eigenkapitalbereitstellung der SPV erfolgt durch den Sponsor bzw. durch einen Investor mit einem langfristigen Anlagehorizont. Hierbei ist von besonderer Bedeutung, dass der Sponsor ein adäquates Commitment abgibt (Höhe der EK-Einzahlung), um so ein eindeutiges positives Signal an die finanzierende Bank zu senden. Je nach Höhe der Einzahlung wird die Bank bereit sein, mehr oder weniger Fremdkapital zur Verfügung zu stellen. Kann zum Zeitpunkt der Fremdkapitalvergabe bereits einer oder mehrere potentielle Investoren mit einer eindeutigen Zusage vorgezeigt werden, so wird sich die Kapitalbereitstellung durch die Bank wesentlich vereinfachen. Das Fremdkapital der SPV wird zur Gänze von einer arrangierenden Bank zur Verfügung gestellt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Unterscheidung zwischen der Bau- und der Betriebsphase der Anlage, in welcher sich wesentlich die Art der Kredite für die SPV unterscheiden. In der Bauphase wird die Anlage errichtet, getestet, abgenommen und für den Betrieb zur Verfügung gestellt. Am Ende der Bauphase tritt die Anlage in den operativen Betrieb über. Die Betriebsphase stellt jene Phase der Anlage dar, in welcher Produkte produziert werden und die SPV CF generiert. Im Gegensatz zur Bauphase geschieht in der Betriebsphase die Bedienung des aufgenommenen Betriebskredites, Bezahlung der laufenden Kosten und Rückzahlungen in die Investor- bzw. Sponsorsphäre durch die SPV. In der Zeit der

Bauphase verursacht die Anlage reine Kosten und generiert naturgemäß keinerlei CF. Die Bau- und Betriebsphase unterscheiden sich weiters durch die Form der Finanzierung (Kredite). Um den Bau der Anlage zu ermöglichen wird Kapital einer Bank in Form eines Baukredites aufgenommen. Dieser Kredit besitzt eine relativ kurze Laufzeit von drei Jahren, verglichen zum Betriebskredit mit fünfzehn Jahren und wird daher *short-term* Kredit genannt. Die Finanzierung für den Bau der Anlage wird ausschließlich von einer Bank getätigt. Im Gegensatz dazu wird der Betriebskredit, aufgrund seiner längeren Laufzeit, auch als *long-term* Kredit bezeichnet. Ein interessanter Aspekt stellt das Zusammenspiel zwischen dem *short-term* und *long-term* Kredit dar. Zwischen dem Geldgeber des *short-term* Kredites und dem Geldgeber des *long-term* Kredites kommt es im Zeitpunkt Null (Übergang von der Bau- in die Betriebsphase) zu einer Umschuldung (hierbei ist es natürlich auch möglich, dass beide Geldgeber die gleiche Bank oder Institut sind). Der *long-term* Kreditgeber zahlt sozusagen den *short-term* Kreditgeber aus und tilgt diese Schuld mittels des *long-term* Volumens inkl. der eingezahlten Eigenkapitalanteile von Investor und Sponsor. In der kommenden Abbildung ist der Sachverhalt der Kredite und Zahlungsströme prinzipiell zusammengefasst.

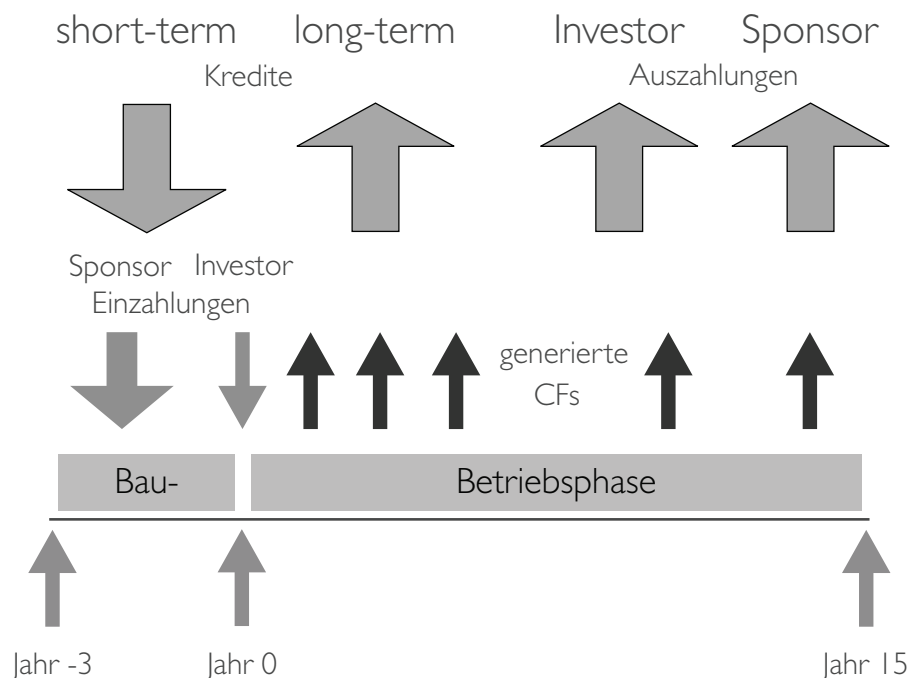


Abbildung 12: Prinzipdarstellung der Projektzahlungsströme; Quelle: eigene Darstellung

Die in der Abbildung eingezeichneten Sponsor- und Investoreinzahlungen beziehen sich auf die Eigenkapitaleinzahlungen in Euro in das Projektunternehmen. Die beiden Pfeile für *short-* und *long-term* deuten die beiden unterschiedlichen Eurokredite je nach Phase des Projektes an. Da die SPV sämtliche Zahlungsverpflichtungen aus dem freien, operativ generierten CF (in Euro und Dollar) aufbringen muss, ist dieser Umstand anhand der Pfeile aus der Betriebsphase, in die Ebene der Investors und Sponsors, dargestellt.

Der kommende Abschnitt wird die vorangegangenen, verbal formulierten Sachverhalte detaillierter darstellen und die Zusammenhänge schlüssig mit Werten erklären. Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Währung Euro, falls nicht anders ausgewiesen.

5.2 Eingabeparameter und Randbedingungen

In diesem Abschnitt wird eine Übersicht über die projektspezifischen Daten geliefert, welche sich wie folgt gliedern lassen:

- Modellparameter und Daten
- Eigenkapitalzahlungen
- Kapitalbereitstellung
- Baukreditinformationen (*short-term*)
- Betriebskreditinformationen (*long-term*)

5.2.1 Modellparameter und Daten

Die folgenden Informationen stellen die Basisinformationen⁴² für das Projektunternehmen dar.

Anlage- und SPV Informationen			
Betriebskosten Anlage in €	3.500.000		
Kostensteigerung jährlich	2%		
Abschreibungszeitraum in Jahren	15		
Abschreibungsart	linear		
a). Anlage Preis (von TKCC) in €	65.000.000		
b). Finanzierungskosten Baukredit in €	4.445.072	(siehe Baukredit, short-term)	
c). Kreditarrangierkosten in €	975.000	1,5%	
d). Pre-Baukosten in €	1.625.000	2,5%	
Summe c und d	2.600.000		
Anlagekosten SPV in € (Summe a - d)	72.045.072		
Steuersatz	25%		
Rohstoffe			
Kosten der Rohstoffe in €	15.668.926	(siehe Rohstoffinformationen)	
Kostensteigerung jährlich	0%		
Absatzinformationen			
	Stück	Preis / Stück €	Preis / Stück \$
Produkt A	220.000	76,00	91,00
Produkt B	160.000	152,00	182,00
Preissteigerung Produkte jährlich	3,0%		
Umsatzinformationen			
	Umsatz in €		
Produkt A	21.139.556		
Produkt B	30.748.444		
Umsatz	51.888.000	(siehe Information zum Absatzraum)	

Tabelle 7: Statisches Modell - Modellparameter und Daten

⁴² Sämtliche Werte und Daten stellen reine Annahmen dar sind an praktische Sachverhalte angelehnt.

Der Preis der Anlage laut dem TKCC Vertrag mit dem Anlagenerrichter beträgt €65Mio. Weiters werden zum Betrieb dieser Anlage jährliche Kosten von rund €3.5Mio veranschlagt, welche mit einer jährlichen Steigerung von 2% versehen sind. Die Abschreibungsdauer der Anlage wird mit der operativen Betriebszeit von fünfzehn Jahren auf linearer Basis festgelegt. Der Steuersatz für die SPV entspricht der Kapitalertragsteuer von 25%.

Weiters werden Pre-Baukosten in der Höhe von 2,5% des Anlagenpreises notwendig sein. Diese Kosten beziehen sich auf alle jene Kosten, welche anfallen, bevor mit dem Bau der Anlage begonnen wird. Beispielsweise können dies Gebühren für Grund und Boden sein oder Kosten für Berater, Verträge, Engineeringkosten oder dergleichen. Des Weiteren werden von der arrangierenden Bank Kosten für die Arrangierung des Deals in der Höhe von 1,5% berechnet und stellen eine Form der Provision dar. Diese Kosten werden für das Know-how bei der Finanzierung und für die Unterstützung in finanziellen Angelegenheiten verrechnet. Weiters spielen die Finanzierungskosten für den Baukredit (*short-term*) eine entscheidende Rolle und belaufen sich auf rund €4.445Mio. Die genaue Berechnung dieses Wertes ist im Abschnitt 5.2.3 zu entnehmen. Somit belaufen sich die Kosten der Anlage aus Sicht des Projektunternehmens bzw. der SPV, verglichen mit dem ursprünglichen Preis der Anlage von €65Mio., auf rund €72Mio.

Der Bereich Rohstoffe aus Tabelle 7 wird im Abschnitt 5.3.3 dargestellt. Der Wert von €15.7Mio. stellt die Kosten der Rohstoffe dar, um 220.000 Stück des Produktes A sowie 160.000 Stück des Produktes B zu produzieren. Die Verkaufspreise der beiden Produkte in Euro sowie Dollar werden in Abschnitt 5.3.3 dargelegt. Eine Kostensteigerung der Rohstoffe fließt rechnerisch nicht ein, da in späterer Folge die Preise für die einzelnen Rohstoffe einer stochastischen Simulation unterzogen werden. Hinsichtlich der Verkaufspreise der Produkte wird mit einer jährlichen Preissteigerung von 3% gerechnet.

Im Bereich der Umsatzinformationen, ist der Gesamtumsatz der SPV sowie der Umsatz für die beiden Produkte angegeben.

5.2.2 Eigenkapitalzahlungen und Kapitalbereitstellung

Wie zuvor erklärt, finanziert sich die SPV aus Eigen- und Fremdkapital. Das notwendige Eigenkapital wird durch den Sponsor bzw. den Investor bereitgestellt bzw. das Fremdkapital wird von einer Bank getragen.

Die Aufteilung zwischen Fremd- und Eigenkapital geschieht im Verhältnis 65% zu 35%. Den Eigenkapitalanteil von 35% teilen sich Investor und Sponsor im Verhältnis 15% zu 20% (resp. 43% zu 57%). Hierbei wird die Annahme unterstellt, dass der Sponsor ein größeres Interesse am Projektunternehmen hat, was einen deutlich höheren Eigenkapitalanteil rechtfertigt.

Tabelle 8 zeigt die Aufteilung der Kapitalbereitstellung für die gesamten Kosten der Anlage im Wert von rund €72Mio aus Sicht der SPV.

Eigenkapital	Anteil in %	Finanzierung in €
Investor	15%	10.806.761
Sponsor	20%	14.409.014
Summe Investor / Sponsor	35%	25.215.775
Fremdkapital		
Betriebskredit, Bank	65%	46.829.297
Anlagekosten SPV	100%	72.045.072

Tabelle 8: Statisches Modell - Kapitalbereitstellung

In Tabelle 9 sind die Eigenkapitaleinzahlungen des Investors und des Sponsors in detaillierter Form aufgestellt. Für den in späterer Folge berechneten NPV spielt der Zeitpunkt der Einzahlung des Eigenkapitals in das Projektunternehmen eine wesentliche Rolle. Abhängig vom Zeitpunkt der Zahlung und dessen Höhe variiert der Wert des NPV. Näheres dazu im Abschnitt 5.3.6.

Betrachtet man die Einzahlung des Investors, so stellt man fest, dass diese erst zum Zeitpunkt „0“ stattfindet; jener Zeitpunkt, in dem die Anlage fertiggestellt ist bzw. kurz vor dem Betrieb steht. Dies ist nur logisch, denn der Investor wird keinerlei Risiko in der Bauphase der ersten drei Jahre (-3 bis -1) tragen und sein Kapital erst dann zur Verfügung stellen, wenn der unmittelbare Betrieb bevorsteht bzw. das Projektunternehmen CF generiert. Im Sinne des NPVs bzw. des Zeitwertes des Kapitals wurde somit die attraktivste Möglichkeit hinsichtlich des Investors gewählt.

Zeitpunkt der Zahlung	Investor in €	Sponsor in €
-3	0	2.600.000
-2	0	3.936.338
-1	0	3.936.338
0	10.806.761	3.936.338
Summe der Einzahlungen	10.806.761	14.409.014

Tabelle 9: Statisches Modell – Eigenkapitaleinzahlungen in der Bauphase

Betrachtet man die Einzahlungen des Sponsors, so liegt der Sachverhalt signifikant unterschiedlich wie zu jenem des Investors. Begründet durch das hohe Interesse des Sponsors an der operativen Tätigkeit des Projektunternehmens und die Forderung aus Sicht der Bank ein finanzielles Kommitment i.e. Sicherheit zu garantieren, sind Einzahlungen bereits zu Beginn der Bauphase gefordert und notwendig.

Die Werte im Jahr der Bauphase -2, -1 und 0 sind sinnvoll willkürlich gewählt und zu gleichen Teilen auf diese Jahre aufgeteilt. Lediglich der Beitrag im Jahr -3 korrespondiert mit den Kosten, welche vor dem Bau anfallen (Pre-Baukosten) und jenen, welche für das Kreditarrangement verrechnet werden. Diese Kosten müssen selbstverständlich durch den Sponsor getragen werden und decken sich mit jenen aus Tabelle 7 (€975.000 + €1.625.000).

In den kommenden beiden Abschnitten werden die Randbedingungen bezüglich des Baukredites (*short-term*) und des Betriebskredites (*long-term*) aufgezeigt.

5.2.3 Baukreditinformationen (*short-term*)

Anlage Preis (TKCC), Sicherheit gewährter Kreditrahmen	15%	
Laufzeit in Jahren	74.750.000	
Bereitstellungsprovision	3	
	0,50%	
Zinssatz (EURIBOR)		
Risikoaufschlag	2,40%	
Summe Zinssatz	1,50%	
	3,90%	
Monat der Bauphase	Betrag	Verwendung in %
0	0	0,0%
1	325.000	0,5%
2	325.000	0,5%
3	325.000	0,5%
4	325.000	0,5%
5	325.000	0,5%
6	325.000	0,5%
7	650.000	1,0%
8	650.000	1,0%
9	650.000	1,0%
10	650.000	1,0%
11	650.000	1,0%
12	650.000	1,0%
13	1.300.000	2,0%
14	3.250.000	5,0%
15	3.900.000	6,0%
16	4.550.000	7,0%
17	5.200.000	8,0%
18	5.850.000	9,0%
19	6.500.000	10,0%
20	7.150.000	11,0%
21	7.800.000	12,0%
22	3.900.000	6,0%
23	1.950.000	3,0%
24	1.300.000	2,0%
25	650.000	1,0%
26	650.000	1,0%
27	650.000	1,0%
28	650.000	1,0%
29	650.000	1,0%
30	650.000	1,0%
31	650.000	1,0%
32	650.000	1,0%
33	325.000	0,5%
34	325.000	0,5%
35	325.000	0,5%
36	325.000	0,5%
	65.000.000	100,0%

Tabelle 10: Statisches Modell - Baukreditinformationen

Der Baukredit erstreckt sich über die gesamte Phase der Bauzeit der Anlage und beträgt 36 Monate bzw. drei Jahre. Es sei nochmals erwähnt, dass der Bau der Anlage ausschließlich mit Fremdkapital finanziert wird und dass der Vertragspartner der geldgebenden Bank die SPV ist (vgl. Abbildung 1).

Der Kreditrahmen wurde so festgelegt, dass er, basierend auf dem Preis der Anlage von €65Mio., eine zusätzliche Sicherheit von 15% besitzt. Diese Sicherheit soll möglichen zusätzlichen Kosten und Designänderungen vorbeugen.

Der Baukredit wird auf Basis des variablen Zinssatzes EURIBOR (*EURO Interbank Offer Rate*) festgesetzt und beträgt zu diesem Zeitpunkt 2,4%.

Angesichts des Risikos durch den Bau der Anlage und die Möglichkeit eines Scheiterns des Projekts, wird ein Risikoaufschlag von 150 Basispunkten von Seiten der Bank als angemessen betrachtet. Somit beläuft sich der gesamte zu berücksichtigende Zinssatz auf 3,9%.

Für die Bereitstellung des Kapitals verrechnet die Bank eine Bereitstellungsprovision von 0,5%, was sich durchaus in der üblichen Höhe für einen Kredit von €74.75Mio. befindet.

Je nach Fortschritt des Baus der Anlage werden unterschiedlich hohe Beträge an Kapital benötigt. Diese Tatsache spiegelt sich in der Verwendung des Kapitals im Verlauf der Bauphase der Anlage wider und basiert auf realistischen und praktischen Annahmen.

Eine ausgearbeitete Darstellung des Baukredites findet man im Abschnitt 5.3.1.

5.2.4 Betriebskreditinformationen (*long-term*)

Der Betriebskredit ist, verglichen mit dem Baukredit, anders geartet. Die Kredithöhe von rund €46.9Mio. fällt deutlich geringer aus und fußt auf der Tatsache, dass die Eigenkapitaleinzahlungen des Investors und des Sponsors zur Verfügung stehen. Die Höhe des Kredites stimmt mit dem Wert in Tabelle 8 überein. Anders als beim *short-term* Kredit kommt hier nicht ein variabler Zinssatz zum Zug sondern ein fixer von 10%. Dies begründet sich durch die Annahme, dass es sich bei diesem Kreditgeber um einen institutionellen Geldgeber handelt. Solche Geldgeber stellen beispielsweise Pensionsfonds oder Versicherungen dar, welche ebenfalls einen sehr langen Anlagehorizont besitzen und somit versuchen, ihr Kapital in möglichst fristenkongruente Vorhaben zu investieren. Die Laufzeit des Kredites beträgt zehn Jahre (beginnend mit dem Jahr 0) und ist somit fünf Jahre kürzer als die operativ vorgesehene Anlagenlaufzeit. Diese Wahl hat zwar keine rechnerische Auswirkung und wird auch nicht näher untersucht werden, jedoch besteht bei diesen Fristen die Möglichkeit, den Kredit zu verlängern. Befindet sich beispielsweise das Projekt in einer Krise

und der generierte CF reicht nicht aus um die Zinsen und Tilgungen zu bedienen, so könnte zwischen der Bank und der SPV ein Agreement stattfinden, welches die Kreditlaufzeit verlängert und somit die Rückzahlungen sichert. Eine exakte Übereinstimmung zwischen der Laufzeit des Kredites und der Anlagenlaufzeit findet sich aus dem eben genannten Grund eher selten.

Die Höhe der Rückzahlung über die Jahre stellt wieder eine Wahl dar und berücksichtigt die Tatsache, dass zu Beginn der Betriebsphase der generierte CF eher geringer ausfallen wird und somit die Höhe der Zahlung mit 5% ausfällt. Im Verlauf des Betriebs der Anlage wird dieser Wert stetig auf 15% erhöht.

Kredithöhe	46.829.297
Laufzeit in Jahren	10
Zinssatz	10%
Rückzahlungsmodus	
Jahr	Rückzahlung in %
1	5%
2	5%
3	5%
4	10%
5	10%
6	10%
7	10%
8	15%
9	15%
10	15%
11	0%
12	0%
13	0%
14	0%
15	0%
	100%

Tabelle 11: Statisches Modell - Betriebskreditinformationen

Eine ausgearbeitete Darstellung des Betriebskredites findet man im Abschnitt 5.3.2.

5.3 Rechenschema und Übersichtspläne

In diesem Abschnitt wird eine Übersicht über das Rechenschema des Projektes sowie der Übersichtspläne gegeben. Diese lassen sich wie folgt unterteilen:

- Baukreditplan (*short-term*)
- Betriebskreditplan (*long-term*)
- Rohstoffinformationen und Mengengerüst
- Informationen zum Absatzraum
- Ergebnisrechnung
- Investor- und Sponsorrechnung
- Ausgabeparameter und Kennzahlen

5.3.1 Baukreditplan (*short-term*)

Monat	Auszahlung	Bereitstellungsprovision	Zinsen	Finanzierungskosten	Auszahlung und Finanzierung	Gesamtauszahlung inkl. Kosten	Kreditrahmen
0	0					0	74.750.000
1	325.000	31.146	0	31.146	356.146	356.146	74.393.854
2	325.000	30.997	1.157	32.155	357.155	713.301	74.036.699
3	325.000	30.849	2.318	33.167	358.167	1.071.468	73.678.532
4	325.000	30.699	3.482	34.182	359.182	1.430.649	73.319.351
5	325.000	30.550	4.650	35.199	360.199	1.790.849	72.959.151
6	325.000	30.400	5.820	36.220	361.220	2.152.069	72.597.931
7	650.000	30.249	6.994	37.243	687.243	2.839.312	71.910.688
8	650.000	29.963	9.228	39.191	689.191	3.528.502	71.221.498
9	650.000	29.676	11.468	41.143	691.143	4.219.646	70.530.354
10	650.000	29.388	13.714	43.101	693.101	4.912.747	69.837.253
11	650.000	29.099	15.966	45.065	695.065	5.607.812	69.142.188
12	650.000	28.809	18.225	47.035	697.035	6.304.847	68.445.153
13	1.300.000	28.519	20.491	49.010	1.349.010	7.653.857	67.096.143
14	3.250.000	27.957	24.875	52.832	3.302.832	10.956.688	63.793.312
15	3.900.000	26.581	35.609	62.190	3.962.190	14.918.878	59.831.122
16	4.550.000	24.930	48.486	73.416	4.623.416	19.542.294	55.207.706
17	5.200.000	23.003	63.512	86.516	5.286.516	24.828.810	49.921.190
18	5.850.000	20.800	80.694	101.494	5.951.494	30.780.304	43.969.696
19	6.500.000	18.321	100.036	118.357	6.618.357	37.398.661	37.351.339
20	7.150.000	15.563	121.546	137.109	7.287.109	44.685.769	30.064.231
21	7.800.000	12.527	145.229	157.756	7.957.756	52.643.525	22.106.475
22	3.900.000	9.211	171.091	180.302	4.080.302	56.723.827	18.026.173
23	1.950.000	7.511	184.352	191.863	2.141.863	58.865.691	15.884.309
24	1.300.000	6.618	191.313	197.932	1.497.932	60.363.623	14.386.377
25	650.000	5.994	196.182	202.176	852.176	61.215.799	13.534.201
26	650.000	5.639	198.951	204.591	854.591	62.070.389	12.679.611
27	650.000	5.283	201.729	207.012	857.012	62.927.401	11.822.599
28	650.000	4.926	204.514	209.440	859.440	63.786.841	10.963.159
29	650.000	4.568	207.307	211.875	861.875	64.648.717	10.101.283
30	650.000	4.209	210.108	214.317	864.317	65.513.034	9.236.966
31	650.000	3.849	212.917	216.766	866.766	66.379.800	8.370.200
32	650.000	3.488	215.734	219.222	869.222	67.249.022	7.500.978
33	325.000	3.125	218.559	221.685	546.685	67.795.707	6.954.293
34	325.000	2.898	220.336	223.234	548.234	68.343.940	6.406.060
35	325.000	2.669	222.118	224.787	549.787	68.893.727	5.856.273
36	325.000	2.440	223.905	226.345	551.345	69.445.072	5.304.928
Summe	65.000.000	632.453	3.812.619	4.445.072	69.445.072		

Tabelle 12: Statisches Modell - Baukreditplan

In der o.a. Tabelle sind die Informationen aus dem vorigen Abschnitt eingeflossen und der entsprechende Kreditplan ausgearbeitet. In der obigen rechten Ecke des Plans findet man die bereitgestellte Summe des Kredites in der Höhe von €74.75Mio. In der Spalte Auszahlung sind die Auszahlungsbeträge aus Tabelle 10 übernommen. Die Bereitstellungsprovision von beispielsweise €30.997 im zweiten Monat errechnet sich aus dem Kreditrahmen von €74.393.854 im Monat eins und der Provision von 0,5% p.a. Zinskosten fallen ausschließlich auf die bereits ausgezahlte Summe an; in diesem Fall jene Summe aus Monat eins (3,9% p.a. bezogen auf den Betrag €356.146). Die Spalte Finanzierungskosten stellt die Summe aus der Bereitstellungsprovision und den gezahlten Zinsen für das aktuelle Monat dar. Die Spalte Gesamtauszahlung inkl. Finanzierung stellt die Summe aus der Auszahlung und den Finanzierungskosten im aktuellen Monat dar plus die Gesamtauszahlung des vorangegangenen Monats. Führt man diese Vorgehensweise bis zum Monat sechsunddreißig durch, so beträgt die ausbezahlte Summe €65Mio. und die Finanzierungskosten rund €4.445Mio. Der offene nicht verbrauchte Kreditrahmen von ca. €5.3Mio bleibt in diesem Fall unberührt und wird nicht weiter verwendet werden. Die Finanzierungskosten von ca. €4.445Mio. sind jene Kosten, welche zuvor in Tabelle 7 unter b). angeführt sind.

5.3.2 Betriebskreditplan (*long-term*)

Jahr	EBIT	EBITDA	Zinsen	Tilgung	Tilgung*	ICR**	DSCR***
1	28.385.741	32.719.074	4.682.930	2.341.465	3.121.953	6,06	4,19
2	29.872.381	34.205.714	4.448.783	2.341.465	3.121.953	6,71	4,52
3	31.404.320	35.737.653	4.214.637	2.341.465	3.121.953	7,45	4,87
4	32.982.931	37.316.265	3.980.490	4.682.930	6.243.906	8,29	3,65
5	34.609.629	38.942.963	3.512.197	4.682.930	6.243.906	9,85	3,99
6	36.285.871	40.619.205	3.043.904	4.682.930	6.243.906	11,92	4,37
7	38.013.158	42.346.491	2.575.611	4.682.930	6.243.906	14,76	4,80
8	39.793.036	44.126.370	2.107.318	7.024.395	9.365.859	18,88	3,85
9	41.627.099	45.960.432	1.404.879	7.024.395	9.365.859	29,63	4,27
10	43.516.988	47.850.321	702.439	7.024.395	9.365.859	61,95	4,75
11	45.464.394	49.797.727	0	0	0	0,00	0,00
* inkl. Steuereffekt (Tilgung / (1-Steuersatz))							
** Interest Cover Ratio							
*** Debt Service Cover Ratio							

Tabelle 13: Statisches Modell - Betriebskreditplan

Der Betriebskreditplan rechnet sich auf ähnliche Weise, wenngleich einfacher als der Baukreditplan vorher. Die Spalten EBIT, EBITDA; Tilgung*, ICR* und DSCR* (vgl. Kapitel 5.4) spielen an dieser Stelle noch keine besondere Rolle und werden später näher ausgeführt. Mit Ende des Jahres zehn ist der Kredit vollkommen getilgt.

5.3.3 Rohstoffinformationen und Mengengerüst

	Aluminium	Kupfer	Gummi	Gas	Stück
aktuelle Preise bzw. Kurse	USD / met. Tonne	USD / met. Tonne	USD / Pound	USD / 1000m3	
	2314,28	7729,84	1,6169	145,18	
benötigte Teile für Produkt A	3	2	1	3	220.000
benötigte Teile für Produkt B	6	4	2	7	160.000
Teilgröße	0,001	0,001	2	0,001	
Teileanzahl für Produkt A	660.000	440.000	220.000	660.000	
Teileanzahl für Produkt B	960.000	640.000	320.000	1.120.000	
Summe der Teile für Produkt A, B	1.620.000	1.080.000	540.000	1.780.000	
Menge des Rohstoffs für Produkt A, B	1.620	1.080	1.080.000	1.780	
					Kosten der Rohstoffe in \$
Rohstoffkosten Produkte A, B in \$	3.749.134	8.348.227	1.746.252	258.420	14.102.033
					Kosten der Rohstoffe in €
Rohstoffkosten Produkte A, B in €	4.165.704	9.275.808	1.940.280	287.134	15.668.926
					Rohstoffpreis in \$ / Stk.
Rohstoffstückkosten, Produkt A	6,94	15,46	3,23	0,44	26,07
Rohstoffstückkosten, Produkt B	13,89	30,92	6,47	1,02	52,29
	Produkt A	Produkt B			
Rohstoffpreis in \$ / Stk.	26,07	52,29			
Rohstoffpreis in € / Stk.	21,83	43,77			
Aufschlag pro Produkt auf € Preis	3,48	3,48			
Verkaufspreis in € / Stk.	76,00	152,00			
Verkaufspreis in \$ / Stk.	91,00	182,00			

Tabelle 14: Statisches Modell - Rohstoffinformationen und Mengengerüst

Um in weiterer Folge eine sinnvolle Berechnung der Ergebnisse zu gewährleisten, ist es notwendig, einige Gedanken über die Zusammensetzung der produzierten Produkte sowie über die Verkaufspreise im Euro- und Dollarraum anzustellen. Ausgangspunkt für diese Berechnung stellen die Schlusskurse (aktuelle Dollarpreise; vgl. Tabelle 3, Tabelle 4, Tabelle 5 und Tabelle 6) der Rohstoffe sowie die Teilezusammensetzung und die Teilgröße der beiden Produkte aus den vier unterschiedlichen Rohstoffen dar. In der obigen Tabelle sind diese Annahmen detailliert und nachvollziehbar dargestellt. Ergebnis dieser Rechnung sind die Kosten für die Rohstoffe für die produzierten Produkte A und B von 220.000 und 160.000 Stück. Die Berechnung ergibt Kosten der Rohstoffe von ca. €15.688Mio. bzw. \$14.102Mio. mit einem Wechselkurs von 0,9 USD/EUR (vgl. dazu Tabelle 7 und den kommenden Abschnitt 5.3.4). Die Kalkulation der beiden Produkte ergibt Herstellungskosten für Produkt A von \$26,07 und \$52,29 für Produkt B. Die Bepreisung der Produkte im Euroraum erfolgt

durch den aktuellen Wert des USD/EUR (Schlusskurses) von 1,19454 (vgl. Tabelle 2 und Tabelle 15). Mit einem Beaufschlagungsfaktor von 3,48 (Wertschöpfung) auf die Herstell- bzw. Stückkosten in €, lassen sich die Verkaufspreise der beiden Produkte errechnen (gerundete Werte). Somit ergeben sich auf Basis des USD/EUR Schlusskurses ein Preis von \$91 (€76) für Produkt A und \$182 (€152) für Produkt B (gerundete Werte). Diese Werte finden sich ebenfalls in Tabelle 7.

5.3.4 Informationen zum Absatzraum

Absatz im Euroraum in €	20%			
Produkt A		44.000	3.344.000 €	
Produkt B		32.000	4.864.000 €	
Summe Produkt A, B in €		76.000	8.208.000 €	
Absatz im Dollarraum in \$	80%			
Produkt A		176.000	16.016.000 \$	
Produkt B		128.000	23.296.000 \$	
Summe Produkt A, B in \$		304.000	39.312.000 \$	
Summe Produkt A, B in €		304.000	43.680.000 €	
Summe Absatz Euro- Dollarraum in €	100%	380.000	51.888.000 €	
Absatz Produkt A im Euro- Dollarraum			21.139.556 €	
Absatz Produkt B im Euro- Dollarraum			30.748.444 €	
Wechselkurs EUR/USD fix	1,19454	Kurs zur Berechnung der Verkaufspreise in \$		
Wechselkurs EUR/USD variable	0,90000	Kurs, mit welchem der \$ Absatz in € rückgerechnet wird		

Tabelle 15: Statisches Modell - Informationen zum Absatzraum

Wie bereits öfters angedeutet, operiert das Projektunternehmen international und setzt die produzierten Produkte im Euro- als auch im Dollarraum ab. In der o.a. Tabelle ist dieser Sachverhalt anhand einer Aufteilung von 20/80 hinsichtlich des Euro- bzw. Dollarraums angegeben. Man sieht, dass das Unternehmen Produkte im Wert von \$39.312Mio im Dollarraum absetzt bzw. Produkte im Volumen von €43.680Mio. im Euroraum verkauft. Das umgesetzte Kapital im Dollarraum muss aber in die Euro-sphäre rückgerechnet werden, um eine solide Bewertung und Ergebnisrechnung des Unternehmens auf Basis des Euros durchzuführen. Wie zuvor behandelt, passierte die Bepreisung der beiden Produkte mit dem Schlusskurs USD/EUR von 1,9454. Zwischen der Bepreisung und dem tatsächlichen Verkauf der Produkte liegt eine Zeitspanne von einem Geschäftsjahr. Dieser Umstand hat zufolge, dass sich in dieser Zeit der Wechselkurs auf USD/EUR 0,9 veränderte (Annahme). Bezieht man diese Veränderung des Kurses in die Rückrechnung des Dollarvolumens mit ein, so ergibt sich ein abgesetztes Gesamtvolumen von €51.888Mio.

5.3.5 Ergebnisrechnung

Jahr	Umsatz Produkte in €		Kosten			EBIT	
	A	B	Betriebskosten	Rohstoffe	Abschreibung	operatives Ergebnis vor Maßnahme und Steuern	EBITDA
1	21.139.556	30.748.444	3.500.000	15.668.926	4.333.333	28.385.741	32.719.074
2	21.773.742	31.670.898	3.570.000	15.668.926	4.333.333	29.872.381	34.205.714
3	22.426.954	32.621.025	3.641.400	15.668.926	4.333.333	31.404.320	35.737.653
4	23.099.763	33.599.655	3.714.228	15.668.926	4.333.333	32.982.931	37.316.265
5	23.792.756	34.607.645	3.788.513	15.668.926	4.333.333	34.609.629	38.942.963
6	24.506.539	35.645.874	3.864.283	15.668.926	4.333.333	36.285.871	40.619.205
7	25.241.735	36.715.251	3.941.568	15.668.926	4.333.333	38.013.158	42.346.491
8	25.998.987	37.816.708	4.020.400	15.668.926	4.333.333	39.793.036	44.126.370
9	26.778.957	38.951.209	4.100.808	15.668.926	4.333.333	41.627.099	45.960.432
10	27.582.325	40.119.746	4.182.824	15.668.926	4.333.333	43.516.988	47.850.321
11	28.409.795	41.323.338	4.266.480	15.668.926	4.333.333	45.464.394	49.797.727
12	29.262.089	42.563.038	4.351.810	15.668.926	4.333.333	47.471.058	51.804.391
13	30.139.951	43.839.929	4.438.846	15.668.926	4.333.333	49.538.776	53.872.109
14	31.044.150	45.155.127	4.527.623	15.668.926	4.333.333	51.669.395	56.002.728
15	31.975.475	46.509.781	4.618.176	15.668.926	4.333.333	53.864.821	58.198.154
Jahr	EBIT - Zinsen	(EBIT - Zinsen) taxiert	Steuer SPV	NOPAT=EBITDA-Steuern SPV	diskontierte Anlagenkosten	ROIA	
1	23.702.811	17.777.108	5.925.703	26.793.371	77.808.678	34,4%	
2	25.423.598	19.067.698	6.355.899	27.849.815	84.033.372	33,1%	
3	27.189.683	20.392.263	6.797.421	28.940.233	90.756.042	31,9%	
4	29.002.441	21.751.831	7.250.610	30.065.654	98.016.525	30,7%	
5	31.097.432	23.323.074	7.774.358	31.168.605	105.857.847	29,4%	
6	33.241.967	24.931.475	8.310.492	32.308.713	114.326.475	28,3%	
7	35.437.547	26.578.160	8.859.387	33.487.105	123.472.593	27,1%	
8	37.685.718	28.264.288	9.421.429	34.704.940	133.350.400	26,0%	
9	40.222.220	30.166.665	10.055.555	35.904.877	144.018.432	24,9%	
10	42.814.548	32.110.911	10.703.637	37.146.684	155.539.907	23,9%	
11	45.464.394	34.098.295	11.366.098	38.431.628	167.983.099	22,9%	
12	47.471.058	35.603.293	11.867.764	39.936.627	181.421.747	22,0%	
13	49.538.776	37.154.082	12.384.694	41.487.415	195.935.487	21,2%	
14	51.669.395	38.752.046	12.917.349	43.085.380	211.610.326	20,4%	
15	53.864.821	40.398.616	13.466.205	44.731.949	228.539.152	19,6%	
	WACC Käufer	8,00%					
		freier operativer CF	CF Anteil Investor Sponsor				
Jahr	EBIT - Steuer SPV	EBIT - Steuer + Abschreibungen	EBIT - Steuer + Abschreibungen - Tilgung - Zinsen	Investor Anteil, Netto	Sponsor Anteil, Netto		
1	22.460.038	26.793.371	19.768.977	8.472.419	11.296.558		
2	23.516.481	27.849.815	21.059.567	9.025.529	12.034.038		
3	24.606.899	28.940.233	22.384.131	9.593.199	12.790.932		
4	25.732.321	30.065.654	21.402.235	9.172.386	12.229.848		
5	26.835.271	31.168.605	22.973.478	9.845.776	13.127.702		
6	27.975.380	32.308.713	24.581.879	10.535.091	14.046.788		
7	29.153.771	33.487.105	26.228.564	11.240.813	14.987.751		
8	30.371.607	34.704.940	25.573.227	10.959.955	14.613.273		
9	31.571.544	35.904.877	27.475.604	11.775.259	15.700.345		
10	32.813.351	37.146.684	29.419.850	12.608.507	16.811.343		
11	34.098.295	38.431.628	31.431.628	16.470.698	21.960.931		
12	35.603.293	39.936.627	33.936.627	17.115.697	22.820.930		
13	37.154.082	41.487.415	41.487.415	17.780.321	23.707.094		
14	38.752.046	43.085.380	43.085.380	18.465.163	24.620.217		
15	40.398.616	44.731.949	44.731.949	19.170.835	25.561.114		
	* in diesem speziellen Fall der Projektfinanzierung entspricht der NOPAT exakt dem freien operativen CF.						

Tabelle 16: Statisches Modell - Ergebnisrechnung

In der o.a. Tabelle der Ergebnisrechnung wird anhand der bereits dargelegten Informationen der EBIT(DA), der SPV sowie der ROIA und der freie operative CF (FOCF) beziehungsweise jener Anteil an Kapital berechnet, welcher an Sponsor und Investor an Dividenden ausgeschüttet wird. Die Berechnung erfolgt über die gesamte Laufzeit von fünfzehn Jahren.

Die Kennzahl EBIT lässt sich einfach aus der Differenz zwischen den Umsätzen aus den Produkten und den Kosten errechnen. Hierbei ist zu beachten, dass die Umsätze per Annahme eine Preissteigerung von 3% p.a. erfahren. Weiters steigen die Betriebskosten der Anlage um jährliche 2%.

Die lineare Abschreibung der Anlage⁴³ über die Laufzeit von fünfzehn Jahren ergibt einen jährlichen (nicht zahlungswirksamen) Betrag von rund €4.334Mio. Die Rohstoffe verbleiben auf ihrem Ausgangsniveau von ca. €15.668Mio. Mittels dieser Daten kann aus dem EBIT durch einfache Addition der annuale EBITDA der SPV errechnet werden.

Wie im theoretischen Kapitel dargelegt, erfolgt die Berechnung des ROIA mittels des NOPAT und dem aufgezinnten Wert des Geldes der Anlage (vgl. Opportunitätsge-
danke; als Zinswert für die Aufzinsung der Kosten der Anlage wurde ein Wert von 8% gewählt). Der jährliche NOPAT der SPV ergibt sich aus der Differenz des EBITDA und der abzuführenden Steuer dieser. Hierbei wird aus gutem Grund der EBITDA verwendet, da die Abschreibungen nicht zahlungswirksam sind und daher in Form von *Cash* zur weiteren Verfügung stehen. Um die Steuern der SPV zu quantifizieren ist es notwendig, den EBIT um die Zinsen des Betriebskredites zu reduzieren (vgl. Spalte *EBIT-Zinsen*)⁴⁴. Der mit 25% besteuerte Wert dieser Größe liefert die Spalte (*EBIT-Zinsen*) taxiert. Die jährlichen Steuern der SPV errechnen sich aus der Differenz dieser beiden Größen. Der FOCF aus dem operativen Betrieb der Anlage aus Sicht der SPV kann aus der Differenz zwischen EBIT und der Steuer zuzüglich der Abschreibungen für jedes Jahr angegeben werden. Der FOCF ist somit jene Größe, welche von der SPV zur „Verfügung“ gestellt wird, damit der Betriebskredit getilgt werden kann und Investor und Sponsor ihre Dividenden auf das eingezahlte Eigenkapital erhalten. Die Reihenfolge der Bedienung liegt klar auf der Seite der Bank, welche als erstes Kapital aus dem FOCF erhält. Erst nachdem diese bedient wurde, fließt Geld in weitere Sphären. In der Spalte *freier operativer CF* und *CF Anteil Investor und Sponsor* sind die jährlichen Beträge für das Unternehmen aufgelistet.

⁴³ Achtung: hier sind nicht die Kosten der Anlage aus Sicht der SPV heranzuziehen sondern der tatsächliche Wert (Preis) der Anlage (€65Mio.).

⁴⁴ Der EBIT wird um die Zinsen des *long-term* Kredites reduziert, da die Zinsen steuerabzugsfähig sind; die Tilgungen im Gegensatz dazu haben nicht diesen Vorzug.

Jener Betrag, welcher für die Ausschüttung an Sponsor und Investor nach Bedienung der Bank verbleibt⁴⁵, errechnet sich aus der Differenz von EBIT, Steuern, Tilgungen und Zinsen zuzüglich der Abschreibungen. In der Spalte *Investoranteil-Netto* bzw. *Sponsoranteil-Netto* findet sich die Höhe der Ausschüttungen für den Sponsor und den Investor.

Die Aufteilung erfolgt gemäß der Eigenkapitalanteile am Projektunternehmen. Der Investor hält demnach 43% der Anteile ($15/(15+20)$) bzw. der Sponsor besitzt 57% am Unternehmen ($20/(15+20)$) (vgl. Tabelle 8)

⁴⁵ In engl. spricht man in diesem Zusammenhang von *junior-* bzw. *senior-debt* (Bank); eine Bedienung des *senior-debts* hat gegenüber jenem des *junior-debts* Vorrang.

5.3.6 Investor- und Sponsorrechnung

In diesem Abschnitt wird detailliert die Berechnung der Dividenden für Investor und Sponsor dargestellt. Da die Berechnung für beide nahezu ident ist, erfolgt die Darstellung anhand des Investors.

	Jahr	Investment Investor	operativer CF EBITDA	Kreditkosten Zinsen und Tilgung	verbleibender CF	CF Anteil aus Betrieb %	CF Anteil aus Betrieb EUR	Abschreibung Anlage	Zinsen	zu versteuerndes Einkommen der SPV	Investoranteil %	Investoranteil vor Steuern
Bauphase	-3	0										
	-2	0										
	-1	0										
	0	10.806.761										
Betriebsphase	1	0	32.719.074	7.024.395	25.694.680	43%	11.012.006	4.333.333	4.682.930	23.702.811	43%	10.158.348
	2	0	34.205.714	6.790.248	27.415.466	43%	11.749.486	4.333.333	4.448.783	25.423.598	43%	10.895.828
	3	0	35.737.653	6.556.102	29.181.552	43%	12.506.379	4.333.333	4.214.637	27.189.683	43%	11.652.721
	4	0	37.316.265	6.663.420	30.652.845	43%	13.279.791	4.333.333	3.980.490	29.002.441	43%	12.429.618
	5	0	38.942.963	6.895.127	32.047.836	43%	14.096.730	4.333.333	3.712.197	30.907.432	43%	13.227.471
	6	0	40.619.205	7.226.834	33.392.371	43%	14.997.710	4.333.333	3.403.904	33.241.967	43%	14.065.557
	7	0	42.346.491	7.558.541	34.787.950	43%	15.937.693	4.333.333	3.057.611	35.437.547	43%	14.951.522
	8	0	44.126.370	7.931.713	36.194.657	43%	16.924.782	4.333.333	2.672.318	37.685.718	43%	15.911.022
	9	0	45.960.432	8.429.273	37.531.159	43%	17.957.780	4.333.333	2.249.879	40.222.220	43%	16.939.094
	10	0	47.850.321	9.023.487	38.826.834	43%	19.124.883	4.333.333	1.792.439	42.814.548	43%	18.149.092
	11	0	49.797.727	9.727.727	40.070.000	43%	20.441.883	4.333.333	1.312.000	45.464.394	43%	19.484.740
	12	0	51.804.391	10.584.391	41.220.000	43%	21.911.882	4.333.333	812.000	48.176.391	43%	20.944.739
	13	0	53.872.109	11.582.109	42.290.000	43%	23.541.882	4.333.333	262.000	50.932.391	43%	22.544.739
	14	0	56.002.728	12.772.728	43.230.000	43%	25.341.882	4.333.333	0	52.888.391	43%	24.288.739
	15	0	58.198.154	14.000.000	44.198.154	43%	27.324.066	4.333.333	0	54.974.154	43%	26.174.154
	Jahr	Steuerzahlung Investor	Restwert	Jahr	Nettoeinkommen Investor		DCF @ WACC 5%	DCF @ WACC 10%	DCF @ WACC 15%	DCF @ WACC 20%	DCF @ WACC 25%	
Bauphase	-3			-3	0							
	-2			-2	0							
	-1			-1	0							
	0			0	-10.806.761							
Betriebsphase	1	2.539.587	0	1	8.472.419		8.068.970	7.702.199	7.367.321	7.060.349	6.777.935	
	2	2.723.957	0	2	9.025.529		8.186.421	7.459.115	6.824.596	6.267.728	5.776.338	
	3	2.913.180	0	3	9.593.199		8.286.966	7.207.512	6.307.684	5.551.620	4.911.718	
	4	3.107.404	0	4	9.172.386		7.546.145	6.264.863	5.244.342	4.423.412	3.757.009	
	5	3.331.868	0	5	8.845.776		7.714.423	6.113.452	4.895.091	3.956.797	3.226.264	
	6	3.561.639	0	6	10.535.091		7.861.447	5.946.784	4.554.611	3.528.181	2.761.711	
	7	3.796.880	0	7	11.240.813		7.988.636	5.768.314	4.225.838	3.137.105	2.357.369	
	8	4.037.755	0	8	10.959.955		7.418.129	5.112.900	3.582.829	2.548.935	1.838.775	
	9	4.309.524	0	9	11.775.259		7.590.437	4.993.859	3.347.263	2.282.124	1.580.448	
	10	4.587.273	0	10	12.608.507		7.740.530	4.861.125	3.116.630	2.036.344	1.353.828	
	11	4.871.185	0	11	16.470.698		9.630.076	5.772.879	3.540.265	2.216.758	1.414.822	
	12	5.086.185	0	12	17.115.697		9.530.661	5.453.589	3.199.046	1.919.639	1.176.182	
	13	5.307.726	0	13	17.780.321		9.429.284	5.150.326	2.889.799	1.661.818	977.483	
	14	5.536.007	0	14	18.465.163		9.326.162	4.862.454	2.609.657	1.438.188	812.106	
	15	5.771.231	0	15	19.170.835		9.221.500	4.589.346	2.355.990	1.244.292	674.514	
				IRR	83,29%	Summe	125.539.785	87.258.718	64.060.961	49.273.289	39.396.504	

Tabelle 17: Statisches Modell - Investorrechnung

Wichtig für die Berechnung ist die Betrachtung der Bauphase als auch jene der Betriebsphase. Endergebnis der Rechnung ist der NPV für unterschiedliche Werte des WACC mit 5%, 10%, 15%, 20% und 25%. Diese Darstellung nimmt den nicht bekannten durchschnittlichen Kapitalkostensatz des Investors vorweg und gibt Aufschluss über die Auswirkungen unterschiedlicher WACCs auf den NPV. Wie im theoretischen Kapitel erklärt, liefert der NPV eine Entscheidungsgrundlage hinsichtlich einer bevorstehenden Investition bzw. Finanzierung. Nimmt der NPV einen Wert nahe bei Null oder sogar einen negativen Wert an, so ist eine Finanzierung/Investition nicht sinnvoll; kleinste Änderungen in den Zahlungsströmen können bei einem leicht

positiven NPV dieses in das Negative rutschen lassen. Prinzipiell kann gesagt werden, je höher der Wert des NPVs ist, desto sicherer und stabiler kann die Investition betrachtet werden.

Die Tabelle 17 liefert als Zwischenergebnis zur Berechnung der unterschiedlichen NPV Werte die Dividenden des Sponsors bzw. Investors, welche aber bereits in Tabelle 16 zu sehen waren (vgl. *Investoranteil, Netto* bzw. *Sponsoranteil, Netto*). Prinzipiell könnte an dieser Stelle (Tabelle 16) angesetzt und basierend auf den unterschiedlichen Werten des WACCs die zugehörigen NPVs berechnet werden; dies liefert exakt die gleichen Ergebnisse wie sie am Ende von Tabelle 17 aufscheinen werden. Der Unterschied der beiden Herangehensweisen (Tabelle 16 vs. Tabelle 17) liegt in der formalen Behandlung der Steuern, welche die SPV als Wirtschaftssubjekt abzuführen hat. In Tabelle 16 sind diese als Gesamtposten dargestellt und es gibt keinen Aufschluss darüber, wie die Aufteilung der Steuerlast von Statuten geht. Um eine Lösung zu präsentieren, welche schlüssig und den gängigen Methoden der Wirtschaftspraxis entspricht, wurde Tabelle 17 entworfen.

Die Berechnung des *Nettoeinkommen Investor (Investoranteil, Netto)* ist relativ gradlinig und hat den EBITDA der SPV als Ausgangspunkt. Zu beachten hierbei ist, dass sowohl Sponsor als auch Investor je nach ihrem Anteil am Unternehmen (Eigenkapital von 57% bzw. 43%) das Steueraufkommen der SPV tragen. Diese prozentuale Aufteilung wurde auch in Tabelle 16 angewendet.

Der Rechenweg kann wie folgt angeschrieben werden:

- $\text{EBITDA} - \text{Zinsen} - \text{Tilgung des long-term Kredites} = \text{verteilbarer CF vor Steuern}$
- $\text{Verteilbarer CF vor Steuern} \times \text{Anteil Investor (43\%)} = \text{CF Anteil aus Betrieb EUR}$
- $\text{EBITDA} - \text{Abschreibungen} - \text{Zinsen} = \text{zu versteuerndes Einkommen SPV}$
- $\text{zu versteuerndes Einkommen SPV} \times \text{Anteil Investor} = \text{Investoranteil vor Steuern}$
- $\text{Investoranteil vor Steuern} \times \text{Steuersatz (25\%)} = \text{Steuerzahlung Investor}$

CF Anteil aus Betrieb EUR

- Steuerzahlung Investor

= Nettoeinkommen Investor

In der Spalte *Nettoeinkommen Investor* ist dieses Schema für die gesamte Laufzeit der Anlage angewandt. Ebenfalls dargestellt in dieser Spalte ist die Investition zum Zeitpunkt Null der Anlage. Die Darstellung erlaubt unmittelbar eine Berechnung des IRR⁴⁶, welcher sich zu rund 83% ergibt.

Als nächsten Schritt müssen die unterschiedlichen Kapitalkosten (WACC) auf das Nettoeinkommen aufgerechnet werden. Hierbei erfolgt die Diskontierung des Nettoeinkommens des ersten Jahres von rund €8.472Mio. mit den Werten 5% bis 25%. Selbstverständlich sinken die neu errechneten Nettowerte mit steigendem WACC⁴⁷. Führt man diese Schritte für alle Jahre der Anlagenlaufzeit durch, ergeben sich die in Tabelle 17 dargestellten Spalten *DCF@WACC 5% - 25%*. Die Angabe unter dem doppelten Strich stellt die Summe der diskontierten Werte dar (Jahr -3 bis 15).

In der kommenden Tabelle die Rechnung des Sponsors, welcher sich analog zum Investor durchführen lässt.

⁴⁶ In EXCEL wird dazu der Befehl */KV* verwendet.

⁴⁷ €8.472Mio. / $(1+WACC)^1$; €9.025Mio. / $(1+WACC)^2$ usw.

	Jahr	Investment Sponsor	operativer CF EBITDA	Kreditkosten Zinsen und Tilgung	Verteilbarer CF	CF Anteil aus Betrieb %	CF Anteil aus Betrieb EUR	Abschreibung Anlage	Zinsen	zu versteuerndes Einkommen des SPV	Sponsoranteil %	Sponsoranteil vor Steuern
Bau-phase	-3	2.600.000										
	-2	3.936.338										
	-1	3.936.338										
	0	3.936.338										
	0	3.936.338										
Betriebsphase	1	0	32.719.074	7.024.395	25.694.680	57%	14.682.674	4.333.333	4.682.930	23.702.811	57%	13.544.464
	2	0	34.205.714	6.790.248	27.415.466	57%	15.665.981	4.333.333	4.448.783	25.423.598	57%	14.527.770
	3	0	35.737.653	6.566.102	29.181.552	57%	16.675.172	4.333.333	4.214.637	27.189.683	57%	15.536.962
	4	0	37.316.265	6.663.420	30.652.845	57%	17.373.054	4.333.333	3.980.490	29.002.441	57%	16.572.824
	5	0	38.942.963	6.195.127	32.747.836	57%	18.570.192	4.333.333	3.512.197	31.097.432	57%	17.769.961
	6	0	40.619.205	5.726.834	34.892.371	57%	19.795.640	4.333.333	3.043.904	33.241.967	57%	18.995.410
	7	0	42.346.491	5.258.541	37.087.950	57%	20.050.257	4.333.333	2.575.611	35.437.547	57%	20.250.027
	8	0	44.126.370	4.783.173	39.343.197	57%	20.996.947	4.333.333	2.107.318	37.685.718	57%	21.534.696
	9	0	45.960.432	4.292.273	41.668.159	57%	21.446.377	4.333.333	1.404.879	40.222.220	57%	22.984.126
	10	0	47.850.321	3.726.834	44.123.487	57%	22.927.707	4.333.333	702.439	42.814.548	57%	24.465.456
	11	0	49.797.727	0	49.797.727	57%	24.555.844	4.333.333	0	45.464.394	57%	25.979.653
	12	0	51.804.391	0	51.804.391	57%	26.002.509	4.333.333	0	47.471.058	57%	27.126.319
	13	0	53.872.109	0	53.872.109	57%	30.784.062	4.333.333	0	49.538.776	57%	28.307.872
	14	0	56.002.728	0	56.002.728	57%	32.001.559	4.333.333	0	51.669.395	57%	29.525.369
	15	0	58.198.154	0	58.198.154	57%	33.256.088	4.333.333	0	53.864.821	57%	30.779.898
	Jahr	Steuerzahlung Sponsor	Restwert	Jahr	Nettoeinkommen Sponsor		DCF @ WACC 5%	DCF @ WACC 10%	DCF @ WACC 15%	DCF @ WACC 20%	DCF @ WACC 25%	
Bau-phase	-3			-3	-2.600.000							
	-2			-2	-3.936.338							
	-1			-1	-3.936.338							
	0			0	-3.936.338							
	0			0	-3.936.338							
Betriebsphase	1	3.386.116	0	1	11.296.558		-15.419.131	-16.489.879	-17.623.209	-18.821.071	-20.085.414	
	2	3.631.943	0	2	12.034.038		10.758.627	10.269.598	9.823.094	9.413.799	9.037.247	
	3	3.884.240	0	3	12.790.932		10.915.227	9.945.486	9.099.462	8.356.971	7.701.784	
	4	4.143.206	0	4	12.229.848		11.049.288	9.610.017	8.410.245	7.402.160	6.548.957	
	5	4.442.490	0	5	13.127.702		10.061.526	8.353.151	6.992.455	5.897.882	5.009.346	
	6	4.748.852	0	6	14.046.788		10.285.898	8.151.270	6.526.788	5.275.729	4.301.685	
	7	5.062.507	0	7	14.987.751		10.481.929	7.929.046	6.072.814	4.704.241	3.682.281	
	8	5.383.674	0	8	14.613.273		10.651.515	7.691.086	5.634.451	4.182.806	3.143.159	
	9	5.746.031	0	9	15.700.345		10.890.838	6.817.200	4.777.105	3.398.580	2.451.700	
	10	6.116.364	0	10	16.811.343		10.120.582	6.658.479	4.463.018	3.042.832	2.107.265	
	11	6.494.913	0	11	21.960.931		10.320.706	6.481.500	4.155.507	2.715.126	1.805.104	
	12	6.781.580	0	12	22.820.930		12.840.101	7.697.172	4.720.353	2.955.677	1.886.430	
	13	7.076.968	0	13	23.707.094		12.707.548	7.271.451	4.265.395	2.559.519	1.568.242	
	14	7.381.342	0	14	24.620.217		12.572.378	6.867.101	3.853.066	2.215.757	1.303.311	
	15	7.694.974	0	15	25.561.114		12.434.883	6.483.273	3.479.542	1.917.584	1.082.809	
							12.295.333	6.119.127	3.141.320	1.659.056	899.352	
				IRR	47,14%	Summe	167.386.380	116.344.957	85.414.615	65.697.719	52.528.672	

Tabelle 18: Statisches Modell - Sponsorrechnung

Anmerkung: Das *Netto Einkommen* des Sponsors in den Jahren eins bis fünfzehn wird ebenso diskontiert wie jenes des Investors zuvor. Zu beachten ist aber, dass jene Einzahlungen in den Jahren minus drei bis minus eins ebenfalls mit dem entsprechenden Wert des WACCs in den Zeitpunkt „0“ diskontiert werden.

5.4 Ausgabeparameter und Kennzahlen

In der kommenden Tabelle sind die relevantesten Ergebnisse sowie Kennzahlen zusammengefasst bzw. interpretiert.

Investor Kennzahlen		Sponsor Kennzahlen	
WACC	NPV	WACC	NPV
5%	114.733.024	5%	151.967.249
10%	76.451.957	10%	99.855.077
15%	53.254.200	15%	67.791.405
20%	38.466.528	20%	46.876.648
25%	28.589.743	25%	32.443.258
IRR	83,290%	IRR	47,143%
Erwartete ICR / DSCR - long-term debt Geber			
Jahr	ICR	DSCR	
1	6,062	4,1921	
2	6,715	4,5181	
3	7,451	4,8712	
4	8,286	3,6497	
5	9,854	3,9917	
6	11,921	4,3734	
7	14,759	4,8015	
8	18,883	3,8460	
9	29,630	4,2672	
10	61,951	4,7526	
Minimum	6,062	3,650	
EBIT / EBITDA / FOCF SPV			
Jahr	EBIT SPV	EBITDA SPV	freier operativer CF SPV
1	28.385.741	32.719.074	26.793.371
2	29.872.381	34.205.714	27.849.815
3	31.404.320	35.737.653	28.940.233
4	32.982.931	37.316.265	30.065.654
5	34.609.629	38.942.963	31.168.605
6	36.285.871	40.619.205	32.308.713
7	38.013.158	42.346.491	33.487.105
8	39.793.036	44.126.370	34.704.940
9	41.627.099	45.960.432	35.904.877
10	43.516.988	47.850.321	37.146.684
11	45.464.394	49.797.727	38.431.628
12	47.471.058	51.804.391	39.936.627
13	49.538.776	53.872.109	41.487.415
14	51.669.395	56.002.728	43.085.380
15	53.864.821	58.198.154	44.731.949
	ROIA		
	34,43%		
	33,14%		
	31,89%		
	30,67%		
	29,44%		
	28,26%		
	27,12%		
	26,03%		
	24,93%		
	23,88%		
	22,88%		
	22,01%		
	21,17%		
	20,36%		
	19,57%		

Tabelle 19: Statisches Modell - Kennzahlen

Im Wesentlichen ist es Aufgabe des Projektunternehmens bzw. der SPV, drei Sphären ausreichend zu befriedigen bzw. diese drei Bereiche gilt es zu betrachten und kritisch zu bewerten. Alle drei Bereiche müssen das OK für die Finanzierung erhalten um *a priori* eine Entscheidung hinsichtlich der Durchführung des Unterfangens zu treffen.

Investor: Selbst bei einem relativ hohen WACC von 25% ergibt sich ein schönes und ausgeprägtes Ergebnis für den NPV⁴⁸ von rund €28.6Mio. Bei einem Wert von 5% liefert das Modell sogar einen Wert von €114.7Mio, selbst wenn ein WACC Wert von 5% in der Praxis eher selten vorkommen wird. Realistische Werte des WACCs liegen zwischen 12% und 20%. Man darf sich an dieser Stelle aber keinesfalls in die Irre führen lassen und aufgrund des guten Ergebnisses bei einem WACC von 25% der Finanzierung sofort zustimmen. Diese Form des Modells stellt einzig und alleine die Grundlage für das dynamische Modell dar und bildet keinerlei Unsicherheiten, Risiken oder Stressbedingungen ab. Selbstverständlich kann das Modell dahingehend erweitert und näher untersucht werden (mit starken Einschränkungen natürlich!). Es sei immer daran erinnert, dass es sich in diesem Fall um ein reines Faktormodell handelt und aussagekräftige Handlungsentscheidungen auf solch einer Basis nur schwer zu treffen sind. Um eine relativ sichere Finanzierungsentscheidung zu treffen ist es absolut notwendig, sämtliche Unsicherheiten im Modell zu antizipieren. Dies geschieht am Besten, indem langfristige Abnehmer- und Zulieferverträge geschlossen werden (rigide und statisch in ihrer Möglichkeit der Veränderung) bzw. ausreichend Sicherheiten in die Rechnung einfließen.

Sponsor: Aus Sicht der NPV Werte liefert die Berechnung ähnliche Größenordnungen wie zuvor beim Investor. Deutlich und ausgeprägt fällt jedoch der Unterschied im internen Zinsfuß (IRR) aus. Dieses Ergebnis begründet sich in der Tatsache, dass der Sponsor weitaus mehr Eigenkapital der SPV zur Verfügung stellt als der Investor (vgl. dazu Tabelle 8).

Der NPV stellt in diesem Zusammenhang eine bemerkenswerte Kennzahl dar. Der Wert des NPV aggregiert sozusagen sämtliche Ergebnisse über fünfzehn Jahre und liefert somit eine Entscheidungsgrundlage anhand nur eines Wertes. Diese Mächtigkeit der Kennzahl NPV bildet somit die Grundlage der Entscheidung in der Sphäre des Sponsors und Investors.

⁴⁸ Die Berechnung des NPVs erfolgte gemäß der Anleitung im theoretischen Kapitel und wurde errechnet aus der Summe der Nettoeinkommen (Angabe unter dem Strich) und der Finanzierung in den drei Jahren der Bauphase.

Bank: Anders als bei den Eigenkapitalgebern beruht die Entscheidungsgrundlage der Bank auf Kennzahlen der Schuldentilgungsfähigkeit. Die beiden Werte für *Interest Cover Ratio* (ICR) und *Debt Service Cover Ratio* (DSCR) bilden hier ein Doppelpass, wobei das DSCR die Mächtigere der beiden Kennzahlen darstellt. Die Berechnung der beiden Kennzahlen erfolgt mittels der theoretischen Grundlagen in Abschnitt 3.7.1. Anhand dieser Grundlagen und den Daten aus Tabelle 13 sei beispielsweise die Berechnung eines DSCR/ICR Wertes nachvollzogen.

$$\frac{Tilgung_{Jahr1}}{1 - Steuersatz} = Tilgung^*_{Jahr1} = €3.121.953$$

$$DSCR_{Jahr1} = \frac{EBITDA_{Jahr1}}{Zinsen_{Jahr1} + Tilgung^*_{Jahr1}} = 4,19$$

$$ICR_{Jahr1} = \frac{EBIT_{Jahr1}}{Zinsen_{Jahr1}} = 6,06$$

Der minimale Wert für das DSCR über die Laufzeit der Anlage fällt nicht unter den Wert 3,65, was ein sehr gutes Ergebnis und ausreichend Deckung verspricht. Wieder sei auf den Umstand verwiesen, dass dies ein Ergebnis des Faktormodells ist und Unsicherheiten, Risiken und Stressbedingungen nicht abzudecken vermag. Erst das dynamische Modell kann diese Umstände in ausreichender Form berücksichtigen.

Das Absacken der DSCR Werte in Jahr vier und Jahr acht (vgl. Tabelle 19) ist mit der Tatsache verbunden, dass die Rückzahlungen der Schulden in diesen Jahren von 5% auf 10% resp. von 10% auf 15% angehoben werden (vgl. Tabelle 11).

Der ROIA nimmt in der Bewertung des Projektunternehmens zwar eine nicht so bedeutende Rolle wie die vorangegangenen Kennzahlen ein, jedoch zeigt dieser sehr aussagekräftig, dass der Zeitwert der Anlage (diskontierten Anlagekosten - Opportunitätsgedanke) im Verlauf der Zeit einen erheblichen Einfluss auf dessen Höhe hat. Würde die SPV beispielsweise im letzten Jahr fünfzehn einen wesentlich geringeren NOPAT aufweisen, so würde der ROIA deutlich unter 19% sinken und eine Investition bzw. Finanzierung aus Sicht des Zeitwertes des Kapitals wäre nicht sinnvoll. Hinsichtlich dieses Modells, Parameter und Annahmen werden Werte des RIOAs um die 25% als sehr gut befunden.

Das statische Modell eignet sich sehr gut, um einen ersten Eindruck des Vorhabens zu erlangen bzw. die zu erwartenden Größenordnungen zu schätzen, bevor ein detailliertes und dynamisches Modell erstellt wird. Weiters eignet sich das Modell hervorragend für bereits laufende Unternehmen, welche anhand eines solchen Rechen-schemas sehr gute Ergebnisse für eher kurze Zeithorizonte (ein bis maximal drei Jahre) liefern.

Ein großes Problem dieses Modells stellt die Unzulänglichkeit hinsichtlich der Unsicherheiten und eventueller Risiken dar, welche anhand dieses Faktormodells nur schwer abzubilden sind. Dieser Umstand gepaart mit dem sehr langen Zeithorizont von fünfzehn Jahren, lässt eine Entscheidungsfindung nur schwer zu.

Nichtsdestotrotz stellt das statische Modell das Fundament des dynamischen Modells dar und liefert die Rechengrundlagen für eine weiterführende Betrachtung im Sinne von unsicheren Eingabeparametern auf Basis einer stochastischen Simulation.

6 Das dynamische Modell

In den folgenden Abschnitten wird das dynamische Modell näher erläutert und auf dessen Eigenheiten eingegangen. Der Fokus dieses Kapitels liegt in der Darstellung der Überführung in das dynamische Modell, die Modellierung der unsicheren Eingabeparameter und bei den durchgeführten Simulationen und lässt sich wie folgt gliedern:

Zu Beginn des Kapitels erfolgt eine Darlegung der Überführung des statischen Modells in ein dynamisches anhand einiger Erklärungen und einer Übersichtsdarstellung der umgesetzten Methodik.

In einem weiteren Abschnitt werden die unsicheren Eingabeparameter des dynamischen detailliert hergeleitet und die notwendigen Parameter dazu identifiziert. Dieser Abschnitt basiert auf den Erläuterungen in Abschnitt 4.2 und erweitert diesen grundlegend.

Der darauffolgende Abschnitt behandelt die durchgeführten stochastischen Simulationen, welche sich wie folgt gliedern lassen: Alle drei Unsicherheiten fließen gesondert in das Modell ein, um somit ein Gefühl für die Auswirkung dieser zu bekommen bzw. die Ergebnisse und Kennzahlen zu interpretieren (basierend auf den vorher identifizierten Parametern).

Gefolgt ist diese Einflussanalyse der einzelnen Unsicherheiten von der Untersuchung des vorliegenden Modells, wenn alle Unsicherheiten simultan zur Anwendung kommen. Anhand dieser Ergebnisse wird klar dargestellt werden, was es bedeutet, wenn sämtliche Unsicherheiten gleichzeitig wirken und wie sich die Kennzahlen bei solch einer Einwirkung verhalten. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt mit der Methode des *boxplottings*, welche anschauliche und aussagekräftige Bilder generiert.

Zur weiteren Untersuchung des dynamischen Modells - einer Sensitivitätsanalyse - werden die Parametersätze des Wechselkurses und der Rohstoffe variiert (Änderung von Erwartungswert und Volatilität), um diesen Einfluss anschaulich anhand von 3D Darstellungen zu demonstrieren und anschließend zu interpretieren.

6.1 Überführung des statischen Modells

Wie schon an mehreren Stellen der Arbeit erwähnt, wird das statisch in EXCEL aufgesetzte Modell in ein dynamisches Modell mit Hilfe der Software MATLAB übergeführt. In der folgenden Abbildung ein Prinzipskelett, wie dies aussieht.

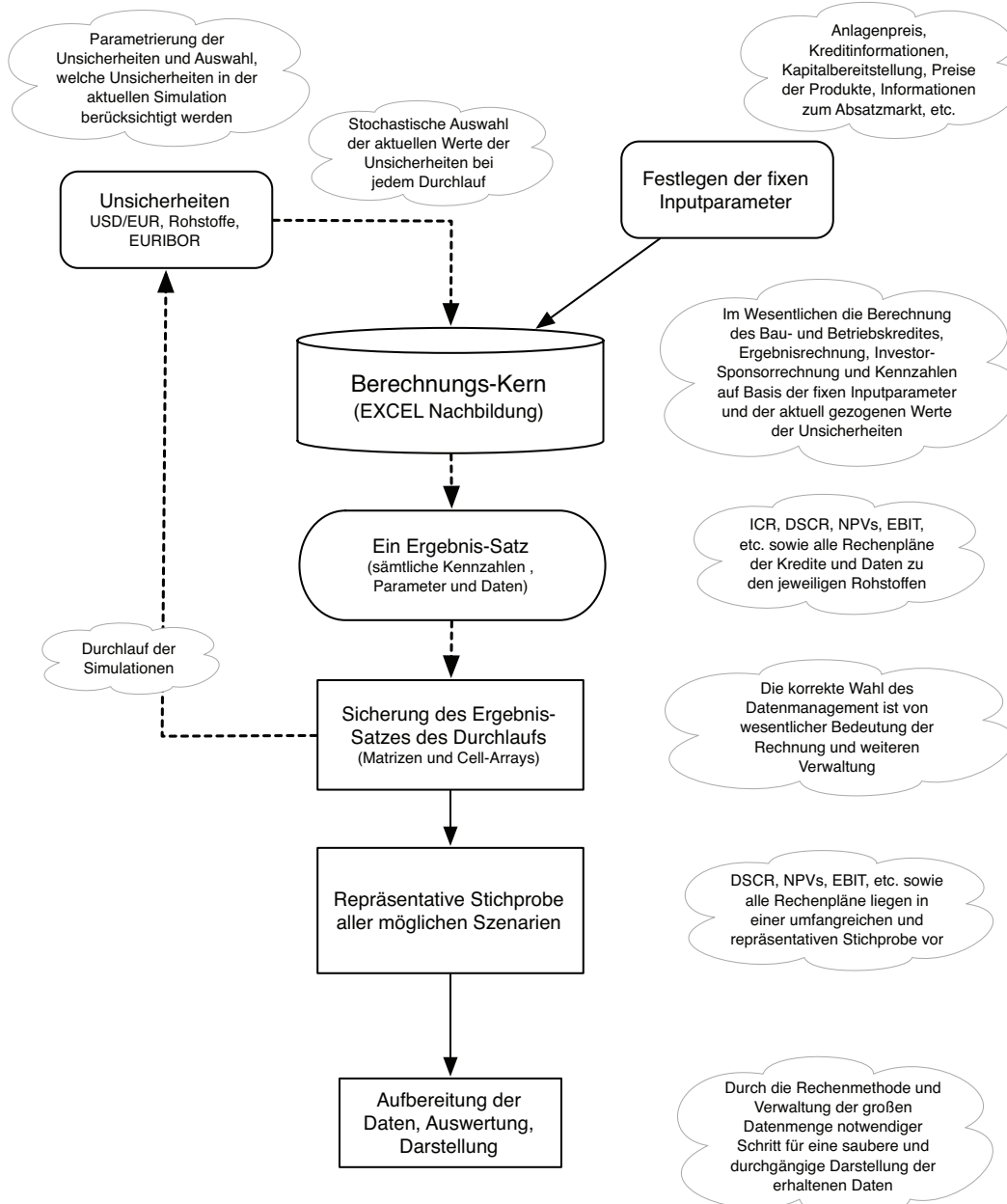


Abbildung 13: Prinzipdarstellung für den Ablauf des dynamischen Modells; Quelle: eigene Darstellung

6.2 Unsichere Eingabeparameter

In diesem Abschnitt wird auf die Modellierung der unsicheren Eingangsparameter im Detail eingegangen. Als unsichere Eingabeparameter im dynamischen Modell fungieren die erwähnten vier Rohstoffe (Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas) sowie der Wechselkurs USD je EUR und der kurzfristige Zinssatz EURIBOR.

Die Erarbeitung der folgenden Verteilungsparameter stützt sich auf den dargestellten Roh- bzw. Basisdaten in Kapitel 4.2.

Um die unsicheren Eingabeparameter seriös zu behandeln, ist es von absoluter Notwendigkeit, die folgenden drei Punkte zu beantworten bzw. Argumente für die getroffene Wahl zu liefern.

- Retrograder Zeithorizont
- Form der Verteilungsgrundlage (Quantifizierung)
- Art der Verteilung

Der gewählte retrograde Zeithorizont:

Unter dem retrograden Zeithorizont versteht man im Zusammenhang dieser Arbeit die Wahl der Länge des verwendeten historischen/vergangenheitsorientierten Datensatzes. In diesem Kontext sind zwei Punkte von Wichtigkeit: die Wahl der Länge des Datensatzes muss eine vernünftige Auswertung mit statistischen Methoden zulassen. Dies heißt, dass genügend Stützstellen für eine Nachbildung bzw. Modellierung durch eine Verteilungsfunktion gegeben sein müssen. Der zweite wichtige Punkt ist mit der Projektdauer eng verzahnt. Aufgrund der Betriebsphase des Projektunternehmens von rund fünfzehn Jahren, fußt die Modellbildung der Verteilungen ebenfalls auf einen vergangenheitsorientierten Datensatz, welcher diesen Zeitraum von fünfzehn Jahren umschließt.

Die gewählte Form der Verteilungsgrundlage:

Die gewählte Form der Verteilungsgrundlage ist die Basis für die später angewendete Art der Verteilung. Für diese Form stehen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl. Beispielsweise ist eine Verteilung auf einer einfachen Preis- /Kursgrundlage denkbar sowie eine Verteilungsgrundlage in Form von Differenzen der Preise bzw. Kurse. Für die nachfolgenden modellierten Verteilungen wurde die so genannte stetige Rendite angewendet. Aus Gründen der Anschaulichkeit und besseren Nachvollziehbarkeit wird zu jedem unsicheren Eingabeparameter beispielhaft die Berechnung der steti-

gen Rendite durchgeführt. Die Werte der stetigen Rendite bilden somit die Basis für die gewählte Art der Verteilung.

Diese Vorgehensweise wird am häufigsten in der bekannten Sachliteratur verwendet und liefert gute Ergebnisse im Sinne einer Nachbildung. In Kapitel 3.6 wurde auf das Wesen der stetigen Rendite näher eingegangen und die Vorteile dieser Herangehensweise erläutert.

Die gewählte Art der Verteilung:

Im Prinzip ist es möglich, jede erdenkbare Verteilungsfunktion auf den vorher erhaltenen Datensatz anzuwenden. Ziel der Wahl der Art der Verteilung muss jedoch sein, die vorliegenden Daten der stetig verteilten Renditen bestmöglich nachzubilden bzw. das Wesen der Verteilung so gut wie möglich „einzufangen“. Im Zuge dieser Arbeit fiel die Wahl auf die Student T Verteilung. Dem Entschluss, diese Art der Verteilung zu wählen, gingen unzählige Versuche mit unterschiedlichsten Verteilungen sowie eine Vielzahl an Versuchen über die gewählte Form der Verteilung voran. In Abschnitt 3.5 wurde der theoretische Hintergrund bzw. die Eigenschaften der Student T Verteilung näher vermittelt.

Die kommenden Seiten befassen sich intensiv mit der Analyse der Datensätze der Unsicherheiten und bringen diese in ein mathematisches Kleid.

6.2.1 Unsicherheit EURIBOR

Zur Erinnerung die wichtigsten Fakten für den EURIBOR zusammengefasst:

- Tägliche Kursbasis, Angabe in Prozent
- Betrachteter Zeitraum von rund drei Jahren (2. Jänner 2007 bis 26. Mai 2010)
- Zinssatz 6m, für den sechs monatigen EURIBOR
- Datensatzgröße: 868 Werte

Im Falle des EURIBORs ist nicht die Betriebsphase von fünfzehn Jahren der ausschlaggebende Zeithorizont sondern die Bauphase des Projektunternehmens von drei Jahren. Um den EURIBOR im Sinne einer Verteilung vorzugeben, wird nicht, wie bei den kommenden unsicheren Eingabeparametern, die Verteilung auf Basis der historischen Daten modelliert, sondern es wird die Verteilung vorgegeben. Diese Vorgabe der Verteilung ist gleichzusetzen mit einer „Experten“-Erwartungshaltung gegenüber der zukünftigen weiteren Entwicklung des EURIBORs, gestützt auf historischen Verläufen.

Diese Wahl der Verteilung fußt auf dem Argument, dass es sich beim EURIBOR um eine „geführte Größe“ der Zentralbank handelt, welche nicht durch viele Marktteilnehmer gebildet wird, sondern eine Reaktion der Bank auf die Gegebenheiten und Randbedingungen des Marktes darstellt.

In dieser Arbeit wird der EURIBOR für die Bauphase von drei Jahren mittels einer Dreiecksverteilung⁴⁹ modelliert. Die dafür notwendigen Parameter sind der Erwartungswert (Wahl 2,4%), der minimale Wert (Wahl 0,9%) und der höchst mögliche Zinssatz (Wahl 3,9 %).

In der folgenden Abbildung ist dieser Sachverhalt grafisch mittels der Verteilungsfunktion dargestellt.

⁴⁹ Rauh, S., Berenz, S., & Heißengruber, A. (2007). *Abschätzung des unternehmerischen Risikos beim Betrieb einer Biogasanlage mit der Hilfe der Monte Carlo-Methode*. Institut of Agricultural Economics and Farm Management - TU München.

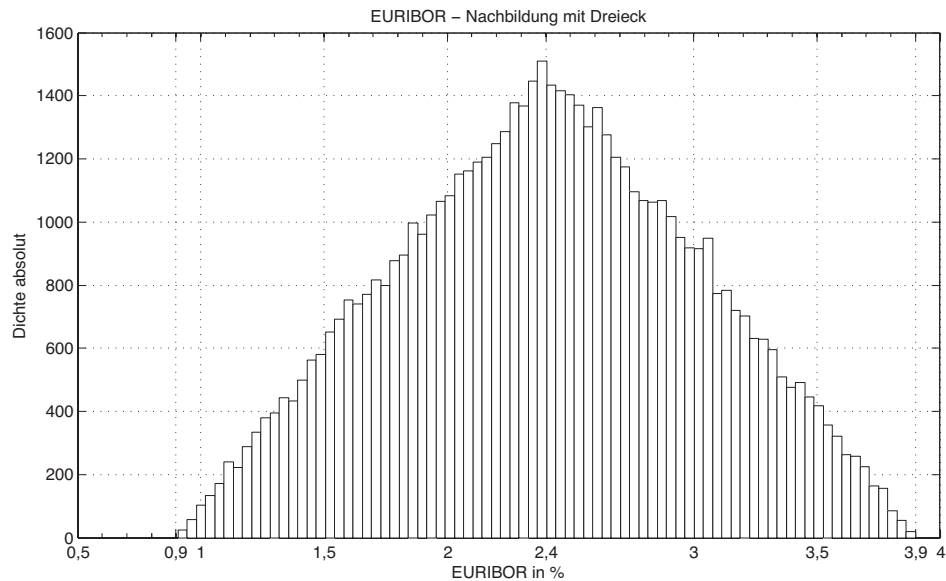


Abbildung 14: Dynamisches Modell - EURIBOR Nachbildung; Quelle: eigene Darstellung

Die vorher angesprochene Expertenwahl der Parameter lässt sich nachvollziehen, indem man Abbildung 6 mit der getroffenen Wahl vergleicht.

Die Nachbildung der o.a. Verteilung mittels des MATLAB Codes findet sich im Anhang dieser Arbeit.

6.2.2 Unsicherheit Wechselkurs

Zur Erinnerung die wichtigsten Fakten für den Wechselkurs zusammengefasst:

- Tägliche Kursbasis USD / EUR
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (1. Jänner 1996 bis 8. Juni 2010)
- 260 Handelstage pro Kalenderjahr, im Durchschnitt
- Datensatzgröße: 3802 Werte

Wie im vorigen Absatz angedeutet, wird an dieser Stelle auf Basis der Daten aus Kapitel 4.2, verwiesen, welche sich um Spalte **1 und **2 erweitern lassen (vgl. Tabelle 2).

Datum	Schlusskurs	Tage	**1	**2
01.01.96	1,36435	1	0	1
02.01.96	1,36492	2	1,000417781	0,000417694
03.01.96	1,36065	3	0,996871612	-0,003133292
04.01.96	1,35097	4	0,992885753	-0,007139674
05.01.96	1,35088	5	0,999933381	-6,6621E-05
08.01.96	1,35867	6	1,005766611	0,005750048
###	###	###	###	###
04.06.10	1,19675	3798	0,984371787	-0,015751621
05.06.10	1,19675	3799	1	0
06.06.10	1,19675	3800	1	0
07.06.10	1,19168	3801	0,995763526	-0,004245473
08.06.10	1,19454	3802	1,002399973	0,002397098

Tabelle 20: Dynamisches Modell - Wechselkursdaten

Anmerkung zur Spalte **1 und **2:

In Spalte **1 ist der jeweilige Quotient zweier Schlusskurse, beginnend mit dem ältesten Kurs, berechnet ($\frac{1,35867}{1,35088} = 1,0057666$). Dieser Quotient stellt die so genannte

Bruttorendite bzw. diskrete Rendite des betrachteten Wechselkurses innerhalb eines Tages dar. Die Spalte **2 errechnet sich aus Spalte **1, indem der $\ln$ auf die jeweilige Zeile angewendet wird ($\ln(1,005766611) = 0,005750048$). Die Werte in dieser Spalte stellen die stetige Rendite des Wechselkurses im Zeitraum von einem Tag dar⁵⁰. Wendet man dieses Rechenschema auf die vorhandenen 3802 Werte an, so erhält

⁵⁰ Eine ausführliche Darlegung der theoretischen Grundlage wird in Kapitel 3 geboten.

man eine neue Form der Verteilungsgrundlage in Nettorenditen. Auf diese Renditenwerte des Wechselkurses wird die Student T Verteilung angewendet, was zu folgendem Bild führt.

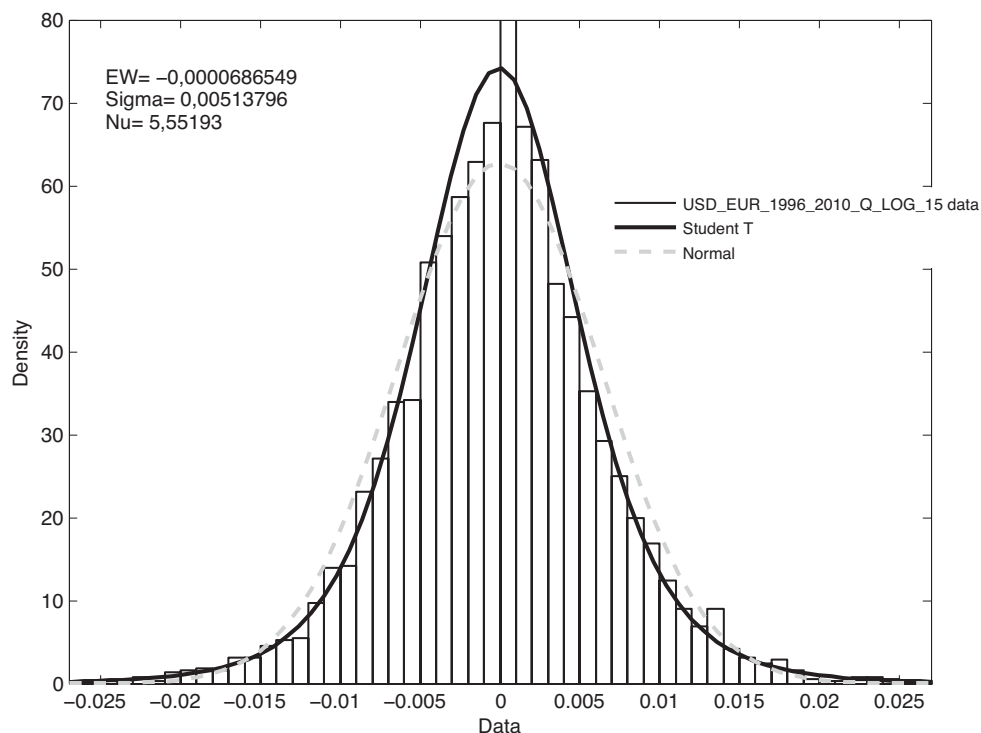


Abbildung 15: Dynamisches Modell, Histogramm des Wechselkurses USD/EUR; Quelle: eigene Darstellung

Die x-Achse mit der Beschriftung „Data“ zeigt die 3802 Werte der Nettorenditen geclustert in Balken für eine bessere Übersichtlichkeit. Die y-Achse des Bildes mit der Bezeichnung „Density“ gibt Aufschluss über die absolute Dichte des jeweiligen Balkens auf der x-Achse.

Die durchgezogene Verteilungskurve zeigt die Nachbildung der verteilten Nettorenditen des Wechselkurses anhand der Student T Verteilung. Zum Vergleich ist die Normalverteilung durch eine strichlierte Linie eingezeichnet. Man sieht hier sehr deutlich, dass die Normalverteilung im Vergleich zur Student T Verteilung breiter und die Dichtewerte um den Erwartungswert geringer ausfallen. Genau diese Eigenschaft der Student T Verteilung macht man sich zunutze, um eine bessere und wahrheitsgetreuere Nachbildung der Wechselkurs-Nettorenditen zu erlangen. Weiters fällt auf, dass die Student T Verteilung an den Enden (den *tails*) doch deutlich höhere Werte für die Dichte liefert als die Normalverteilung.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Student T Verteilung im Vergleich zur Normalverteilung das Gewicht im Sinne der Dichte mehr auf den Bereich um Null legt, was die spitzere und schmalere Form der Verteilungskurve anschaulich darstellt.

Die gewonnenen Verteilungsparameter für die Student T lassen sich anschreiben zu:

- Erwartungswert: -0,0000686549
- Sigma: 0,00513796
- Nu: 5,55193

Wie man am Erwartungswert erkennen kann, ist dieser in der Nettorenditensphäre leicht negativ, was einer fallenden Tageskurstendenz gleichkommt. Wichtig für die spätere Verarbeitung im dynamischen Modell ist das Bewusstsein für Sigma, welches ebenfalls auf Tagesbasis gewonnen wurde. Wie diesem Umstand Rechnung getragen wird, ist an späterer Stelle der Berechnung für das dynamische Modell genauer erklärt.

Der Parameter Nu (vergleiche dazu den theoretischen Teil) gibt den Grad der Freiheit der Verteilung an. Je höher dieser Wert ist, desto besser approximiert die Student T Verteilung die Normalverteilung. Bei einem theoretischen Wert Nu von unendlich, entspricht die Student T Verteilung exakt dem Verlauf der Normalverteilung.

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass ein Nu mit einem Wert kleiner als acht die Verwendung einer Student T Verteilung rechtfertigt, was gleichermaßen bedeutet, dass eine Verwendung der Normalverteilung den vorliegenden Datensatz unzureichend nachbilden würde.

6.2.3 Unsicherheit Aluminium

Zur Erinnerung die wichtigsten Fakten für Aluminium zusammengefasst:

- Monatliche Kursbasis, Notierung in USD je metrischer Tonne
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (April (M4) 1995 bis April (M4) 2010)
- Datensatzgröße der betrachteten Daten: 181 Werte
- Schlussnotierung von 2314,28 (USD je metrischer Tonne)

Wie bei der Modellierung des Wechselkurses im vorigen Abschnitt, kann die gleiche Vorgehensweise auf die kommenden unsicheren Eingabeparameter Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas angewendet werden.

Datum	Kurs	Quotient	stetige Rendite
1998M3	1438,32	0,981669895	-0,018500183
1998M4	1417,55	0,985560784	-0,014544476
1998M5	1364,32	0,962446297	-0,038277009
1998M6	1305,52	0,956907343	-0,044048712
###	###	###	###
2010M1	2230,11	1,022397798	0,022150651
2010M2	2053,27	0,920702431	-0,082618388
2010M3	2210,53	1,076590237	0,073798858
2010M4	2314,28	1,046933109	0,045865041

Tabelle 21: Dynamisches Modell – Aluminiumdaten

Wird das Rechenschema der stetigen Rendite auf den gesamten Datensatz angewandt, so lässt sich die unten angeführte Abbildung darstellen.

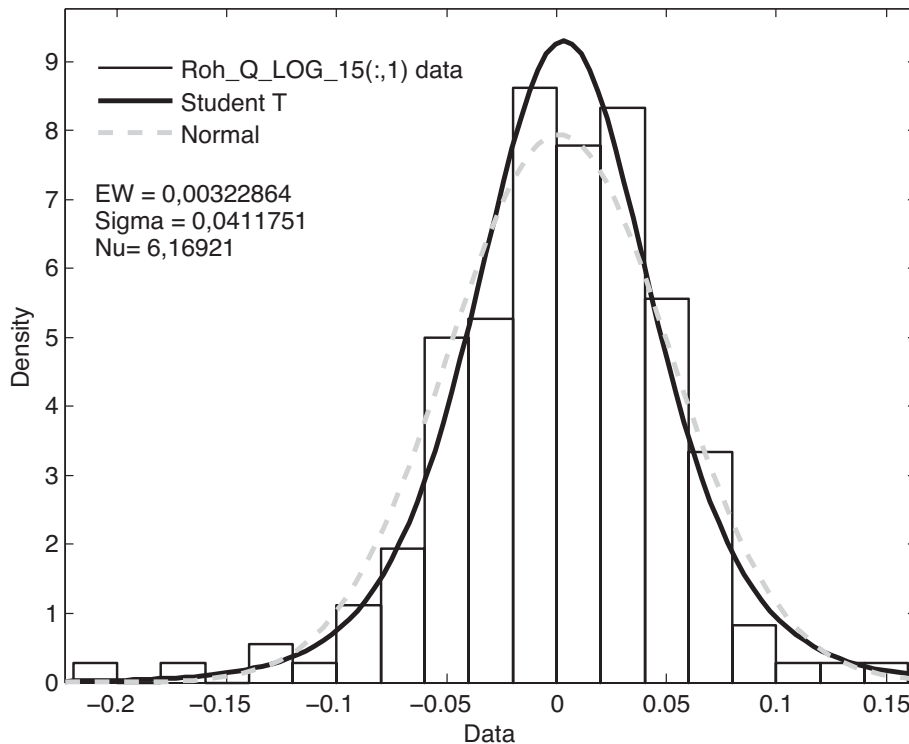


Abbildung 16: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Aluminium; Quelle: eigene Darstellung

Die gewonnenen Parameter der Student T Verteilung lassen sich anschreiben zu:

- Erwartungswert: 0,00322864
- Sigma: 0,0411751
- Nu: 6,16921

Aus den Werten lässt sich ableiten, dass der monatliche Erwartungswert eine steigende Tendenz besitzt. Dieses prinzipielle Verhalten überrascht nicht sonderlich. Ein Vergleich mit der Entwicklung der Preise für Aluminium in den vergangenen fünfzehn Jahren bestätigt dieses Verhalten eindeutig (vgl. Abbildung 8). Ein Vergleich mit der eingezeichneten Normalverteilung in der Abbildung (strichliert) ergibt die gleichen Erkenntnisse wie schon vorher beim Wechselkurs. Die Anpassung der Student T Verteilung an das Histogramm fällt eindeutig zu Gunsten dieser aus; dies bestätigt auch formal die Größenordnung des Wertes Nu.

6.2.4 Unsicherheit Kupfer

Zur Erinnerung die wichtigsten Fakten für Kupfer zusammengefasst:

- Monatliche Kursbasis, Notierung in USD je metrischer Tonne
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (April (M4) 1995 bis April (M4) 2010)
- Datensatzgröße der betrachteten Daten: 181 Werte
- Schlussnotierung von 7729,84 (USD je metrischer Tonne)

Datum	Kurs	Quotient	stetige Rendite
1998M3	1747,16	1,049975467	0,048766799
1998M4	1800,13	1,030315449	0,029865017
1998M5	1731,66	0,961965338	-0,03877686
1998M6	1656,60	0,956652673	-0,044314887
###	###	###	###
2010M1	7367,38	1,055955302	0,054445857
2010M2	6867,68	0,932173943	-0,070235848
2010M3	7466,93	1,087258029	0,083658957
2010M4	7729,84	1,035208921	0,034603262

Tabelle 22: Dynamisches Modell, Kupferdaten

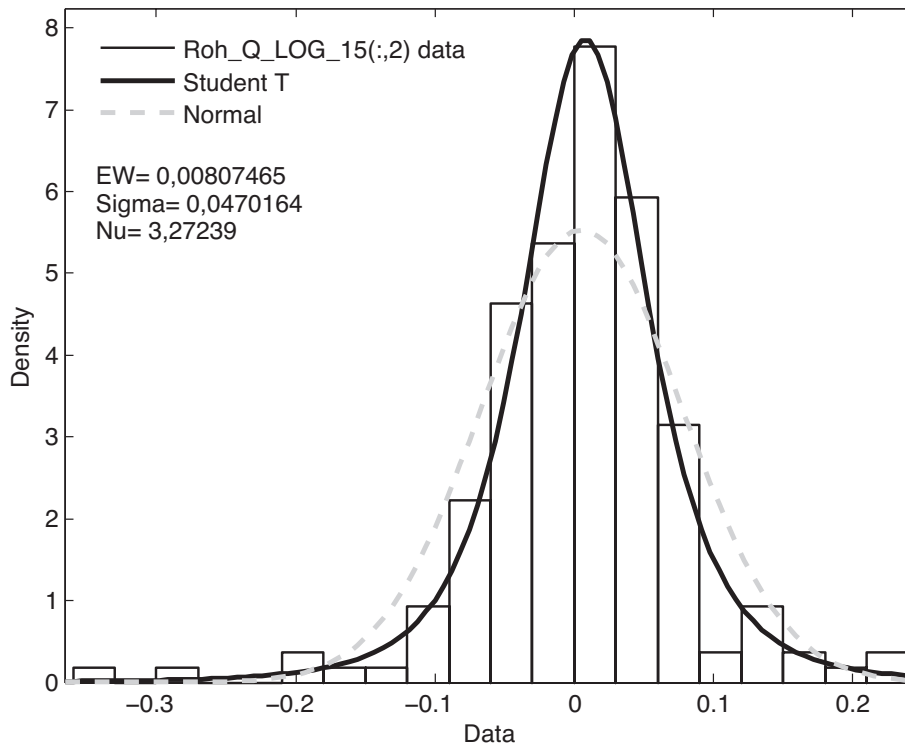


Abbildung 17: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Kupfer; Quelle: eigene Darstellung

Die gewonnenen Verteilungsparameter für Student T lassen sich anschreiben zu:

- Erwartungswert: 0,00807465
- Sigma: 0,0470164
- Nu: 3,27239

Aus den Werten sieht man wiederum die steigende Tendenz im Erwartungswert. Deutlich zu sehen ist hier der Unterschied zwischen der Student T und der Normalverteilung in Bezug auf die Form der Verteilungskurve und die Qualität der Nachmodellierung des Datensatzes; stark ausgeprägtes Verhalten um Null mit einer schmalen Form um den Erwartungswert. Dieser Umstand wird in aggregierter Form durch den niedrigen Parameter Nu untermauert. Hier ist die Wahl der Student T Verteilung eindeutig und ohne Zweifel jener der Normalverteilung vorzuziehen. Man beachte weiters den Rand bzw. die Ausläufer (*tails*) der Verteilungen und die unterschiedlichen Ausprägungen dieser.

6.2.5 Unsicherheit Gummi

Zur Erinnerung die wichtigsten Fakten für Gummi zusammengefasst:

- Monatliche Kursbasis, Notierung in US Cents je Pfund !
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (April (M4) 1995 bis April (M4) 2010)
- Datensatzgröße der betrachteten Daten: 181 Werte
- Schlussnotierung von 161,694 (US Cents je Pfund) !

Datum	Kurs	Quotient	stetige Rendite
1998M3	33,79	0,905858394	-0,098872283
1998M4	35,03	1,036661894	0,036005834
1998M5	35,49	1,013204667	0,013118245
1998M6	31,89	0,898420496	-0,107117062
###	###	###	###
2010M1	139,73	1,096136151	0,091791406
2010M2	141,93	1,015784511	0,015661231
2010M3	146,37	1,031273056	0,030794016
2010M4	161,69	1,104657529	0,099535359

Tabelle 23: Dynamisches Modell, Gummidaten

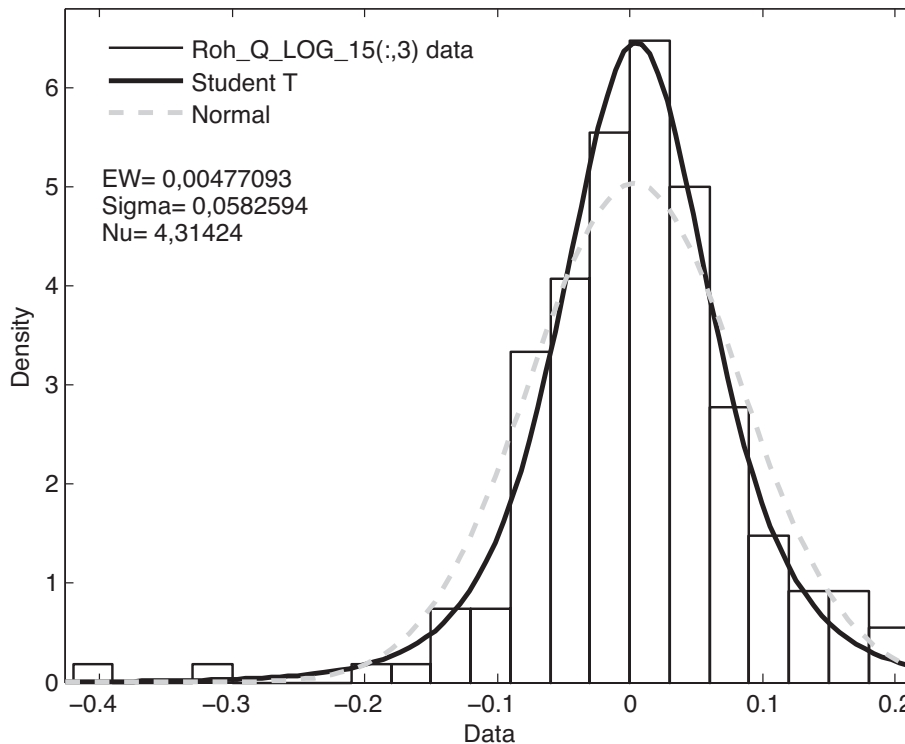


Abbildung 18: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Gummi; Quelle: eigene Darstellung

Die gewonnenen Verteilungsparameter für Student T lassen sich anschreiben zu:

- Erwartungswert: 0,00477093
- Sigma: 0,0582594
- Nu: 4,31424

Relativ deutliches Steigen des Erwartungswertes, was steigende Kosten verursachen wird bzw. ein Nu von rund vier, was die Wahl der Student T Verteilung wiederum legitimiert, wie die obige Abbildung graphisch zeigt.

6.2.6 Unsicherheit Gas

Zur Erinnerung die wichtigsten Fakten für Gas zusammengefasst:

- Monatliche Kursbasis, Notierung in USD je 1000m³
- Betrachteter Zeitraum von rund fünfzehn Jahren (April (M4) 1995 bis April (M4) 2010)
- Datensatzgröße der betrachteten Daten: 181 Werte
- Schlussnotierung von 145,18 (USD je 1000m³)

Datum	Kurs	Quotient	stetige Rendite
1998M3	80,03	1,00520009	0,005186617
1998M4	88,27	1,102957715	0,097995403
1998M5	77,54	0,878470558	-0,129572886
1998M6	77,22	0,99586796	-0,0041406
###	###	###	###
2010M1	209,68	1,089234418	0,08547508
2010M2	191,35	0,91256244	-0,091498769
2010M3	154,47	0,807273212	-0,214093115
2010M4	145,18	0,939869432	-0,062014315

Tabelle 24: Dynamisches Modell, Gasdaten

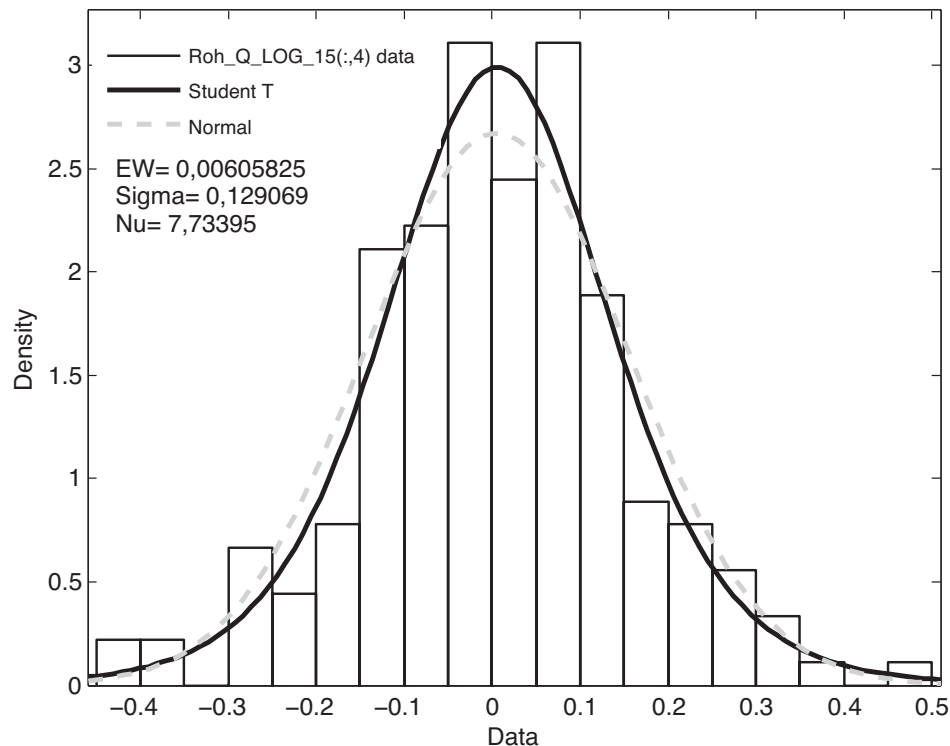


Abbildung 19: Dynamisches Modell, Histogramm des Rohstoffes Gas; Quelle: eigene Darstellung

Die gewonnenen Parameter für die Student T Verteilung lassen sich anschreiben zu:

- Erwartungswert: 0,00605825
- Sigma: 0,129069
- Nu: 7,73395

Zwei Dinge fallen hier im Vergleich zu den vorangegangenen betrachteten Rohstoffen sofort auf: Zum einen der erhöhte Wert von Sigma und der gestiegene Wert von Nu. Betrachtet man Abbildung 11, so sieht man heftige Auf- und Abbewegungen im Preis-Kurs-Verlauf des Gases. Diese erhöhte Volatilität muss sich naturgemäß in den Parametern der Verteilung widerspiegeln⁵¹. Weiters lässt der erhöhte Parameter Nu die Vermutung zu, dass eine Modellierung des Datensatzes mit Hilfe der Normalverteilung ebenfalls eine hinreichend gute Abbildung erlaubt hätte. Aufgrund der durchgehenden Herangehensweise jedoch eine Student T Verteilung bevorzugt wird.

⁵¹ Vergleiche hierzu Anhang 9.1; Untersuchung der Volatilitäten.

6.3 Korrelation der unsicheren Eingabeparameter

Eine Vielzahl der Modelle bzw. Berechnungen die sich in der Literatur finden lassen, rechnen zwar mit dem Monte Carlo Ansatz und generieren aussagekräftige Ergebnisse, jedoch wird in den meisten Fällen der Zusammenhang und die Interpendenz der Eingabeparameter untereinander vernachlässigt. In dieser Arbeit wird besonderer Wert darauf gelegt, dass die Korrelation der unsicheren Eingabeparameter abgebildet wird und im Modell entsprechend einfließt.

Die unsicheren Eingabeparameter waren: Wechselkurs USD/EUR, EURIBOR, Preise für Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas.

Die Korrelation der Parameter untereinander unterliegt einer Einschränkung insofern, als dass diese ausschließlich für die Preise der Rohstoffe angestellt werden. Diese Herangehensweise wird durch den offensichtlichen Zusammenhang der Rohstoffpreise untermauert; vgl. Abbildungen der Rohstoffpreisentwicklungen in Kapitel 4.2.3. Alle möglichen weiteren Kombinationen der Korrelation des Wechselkurses, EURIBORs und der Rohstoffpreise wurden aufgrund der zu erwartenden geringen Korrelation nicht abgebildet⁵². Dies kommt natürlich einer Unzulänglichkeit im Modell gleich, welche jedoch mit gutem Gewissen akzeptiert und vernachlässigt werden kann.

Mit Hilfe der Software MATLAB kann auf einfache Weise die Korrelationsmatrix für die vier Rohstoffe erstellt werden.

Die dafür notwendigen Datenreihen bilden jeweils die Spalten der stetigen Rendite der Rohstoffe aus Kapitel 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5 und 6.2.6. Nicht zu vergessen ist an dieser Stelle, dass die jeweiligen Datenreihen einen Beobachtungszeitraum von fünfzehn Jahren widerspiegeln.

Als Ergebnis erhält man die folgende Korrelationsmatrix für die Rohstoffe:

	<i>Aluminium</i>	<i>Kupfer</i>	<i>Gummi</i>	<i>Gas</i>
<i>Aluminium</i>	1	0,684	0,311	0,200
<i>Kupfer</i>	0,684	1	0,353	0,063
<i>Gummi</i>	0,311	0,353	1	0,116
<i>Gas</i>	0,200	0,063	0,116	1

Tabelle 25: Korrelationsmatrix der Rohstoffe

⁵² Versuche dieser Kombinationen bestätigen die Annahme.

Zu beachten ist hier, dass die Korrelation der Rohstoffe nicht in der Preissphäre passiert, sondern auf Basis der stetigen Rendite. Das heißt, dass es sich bei der obigen Korrelationsmatrix um die Zusammenhänge der Rohstoffe untereinander in der Sphäre der stetigen Renditen handelt. Die Vorteile einer solchen Behandlung wurden in Abschnitt 3.6 ausführlich dargelegt und werden nun genutzt.

Die Korrelationsmatrix zeigt deutlich, dass zwischen Aluminium und Kupfer ein wesentlicher positiver Zusammenhang besteht. Auch die Korrelation zwischen Gummi und Kupfer/Aluminium ist mit einem Wert von ca. 0,3 signifikant. Einzig und alleine die Werte von Gas fallen, bezogen auf die übrigen Rohstoffe, wesentlich niedriger aus. Dies verwundert auch nicht sonderlich, da es nur logisch erscheint, dass Metalle untereinander stärker korrelierten als Metalle mit Nicht-Metallen.

Die obige Korrelationsmatrix zeigt anschaulich den Zusammenhang der einzelnen Rohstoffe untereinander, lässt sich aber in der vorliegenden Form nicht für die Berechnung im Modell verwenden. Um die Information dieser Matrix im Modell zu implementieren, ist es notwendig, die so genannte Cholesky-Zerlegung⁵³ anzuwenden. Diese Zerlegung spaltet eine positiv definite Matrix (wie es die Korrelationsmatrix eine ist) in eine obere, eine untere Dreiecks- und eine Diagonalmatrix auf. Wiederum verfügt MATLAB über die entsprechenden Befehle, um diese Zerlegung automatisiert und systematisch zu erledigen.

Das Ergebnis der Cholesky-Zerlegung ergibt die in weiterer Folge verwendete Cholesky-Matrix, wobei die Information der Korrelation vollständig enthalten ist.

	<i>Aluminium</i>	<i>Kupfer</i>	<i>Gummi</i>	<i>Gas</i>
<i>Aluminium</i>	1	0,684	0,311	0,200
<i>Kupfer</i>	0	0,730	0,193	-0,101
<i>Gummi</i>	0	0	0,931	0,079
<i>Gas</i>	0	0	0	0,971

Tabelle 26: Cholesky-Matrix der Rohstoffe

Mit Hilfe dieser Matrix kann nun auf einfachem Weg die Korrelation zwischen den Rohstoffen wie folgt hergestellt werden:

⁵³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Cholesky-Zerlegung>.

<http://www.rzbt.haw-hamburg.de/dankert/WWWErgVert/html/cholesky-verfahren.html>.

1. Erzeugen der unabhängigen Zufallszahlen der stetigen Renditen für alle vier Rohstoffe auf Basis der entsprechenden Student T Parameter; im einfachsten Fall ist das Ergebnis *ein* Zeilenvektor der Dimension vier; unkorrelierte Zufallszahlen!
2. Multiplikation dieses Zeilenvektors mit der Cholesky-Matrix (Dimension 4x4)
3. Ergebnis dieser Multiplikation ist ein Zeilenvektor der Dimension vier mit korrelierten Zufallszahlen der stetigen Rendite der vier Rohstoffe

Somit kann mit der Cholesky-Matrix erreicht werden, dass aus unkorrelierten Zufallszahlen korrelierte Zufallszahlen entstehen.

Im Anhang 9.2 finden sich unter anderem die Code-Elemente, welche die Herangehensweise verdeutlichen.

6.4 Fristengerechte Volatilitäten und Renditen

Wie in Abschnitt 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5 und 6.2.6 einführend dargestellt, besitzen die Daten für die Wechselkurse und die Preise bzw. Kurse der Rohstoffe eine ganz bestimmte Kursbasis. Bei den Wechselkursen erfolgte eine Aufzeichnung und Verarbeitung der Daten auf Tagesbasis, wobei hingegen bei den Rohstoffen eine monatliche Kursbasis vorliegt.

Um im dynamischen Modell diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist es absolut notwendig, die täglichen und monatlichen Volatilitäten und Renditen auf den gewünschten Zeithorizont der Berechnung (operative Laufzeit) hoch zu rechnen. Der einschlägig vorgebildete Leser ist vertraut mit der Hochrechnung von Tagesvolatilitäten anhand des Wurzelgesetzes nach Deutsch (vgl. DEUTSCH, H.-P. (2001), S. 511, 532.)⁵⁴. Dieses Gesetz liefert Werte für die Volatilität über einen erweiterten Zeitraum auf Basis der zugrundeliegenden Kursbasis (meist Tagen). Dieses Gesetz ist in diesem Zusammenhang nur für Normalverteilungen nachgewiesen, was eine Anwendung auf eine abweichende Verteilungsart nicht legitimiert und an dieser Stelle nicht bewiesen werden kann. Somit wird die mathematisch korrekte Vorgehensweise gewählt, welche eine Hochrechnung von Tag zu Tag (Wechselkurs) bzw. von Monat zu Monat (Rohstoffe) erlaubt. Hierzu werden beispielsweise für das erste Jahr 260 Tageskurse (260 Handelstage) für den Wechselkurs aus der vorher definierten Student T Verteilung gezogen und anhand des aktuellen Schlusskurses von Tag eins bis Tag

⁵⁴ Die Tagesvolatilität σ lässt sich bei normalverteilten Größen durch $\sigma \cdot \sqrt{T}$, mit T als gewünschter Zeitraum in Tagen, hochrechnen.

260 mit Hilfe eines Baumes in die Zukunft gerechnet. Je nach Anzahl der vorher festgelegten Anzahl der Durchläufe (Stichprobenumfang) wird diese Prozedur entsprechend wiederholt. Für das Jahr zwei werden 260x2 Stichproben entnommen usw.

Im Anhang 9.2 und 9.3 finden sich detaillierte Code-Elemente, welche die Herangehensweise zeigen und dem interessierten Leser die Berechnung für Wechselkurs- und Rohstoffrenditen sowie Volatilitäten verdeutlichen.

6.5 Problematik der negativen Preise und Renditen

In diesem Abschnitt wird erklärt, was die Problematik der negativen Preise und Renditen ist bzw. warum diese im Zuge dieser Arbeit keine Rolle spielen. Dieser Umstand ist natürlich nicht selbstverständlich und ist bedingt durch die Wahl der Verteilungsart. Untersuchungen und eine Vielzahl an Simulationen haben unter anderem aus diesem Grund die Wahl der Student T Verteilung weiter bekräftigt.

Um dieses Thema in destillierter Form darzustellen, ist ein Rückschritt notwendig. Angenommen, die unsicheren Eingabeparameter wie beispielsweise jene des Rohstoffs Aluminium, werden anhand der Daten modelliert wie sie in Abschnitt 4.2 vorliegen – also auf Basis der Preise bzw. der Kurse. Bildet man diese Daten, z.B. in Form einer Normalverteilung ab, so ergibt sich ein Mittelwert und eine entsprechende Volatilität. Je nach Streuung der Werte um den Mittelwert wird die Volatilität höher oder niedriger ausfallen. Werden diese Parameter bei der Modellierung verwendet, so ist man nicht davor geschützt, dass Werte aus der Verteilung gezogen werden, welche einen Wert von kleiner als Null besitzen. Ja sogar ist es möglich, dass die gesamten Rohstoffkosten negativ werden, wenn die Konstellation der Kombination der einzelnen modellierten Rohstoffe auf diese Weise erfolgt. Die Verwendung solcher Werte und Ergebnisse im Modell ist weder physikalisch korrekt noch sinnvoll in seiner weiteren Verwendung. Eine Möglichkeit mit diesem Problem umzugehen wäre natürlich diese Ziehungen abzufangen, zu verwerfen und abermals zu ziehen, bis ein physikalisch sinnvoller Preis bzw. Kurs als Stichprobe vorliegt. Diese Möglichkeit erfordert zusätzlichen Rechenaufwand und kann durchaus zu Problemen in der Berechnung führen. Weiters ist zu beachten, dass durch das Verwerfen der negativen Werte die Verteilung in ihrem Wesen beeinflusst wird (in Bezug auf die analytisch beschreibenden Verteilungsparameter) und somit ein wesentlicher, nicht gewünschter Verzerrereffekt eintritt; die Wahl der Normalverteilung fällt unter anderem somit weg.

Wie im theoretischen Teil dieser Arbeit ausführlich geschildert, stellt die Approximation der stetigen Renditen der unsicheren Eingabeparameter mittels der Student T Verteilung die getroffene Wahl dar (für Argument und Gründe vgl. Abschnitt 3.6)

Diese Wahl löst inhärent die Problematik der negativen Preise und Renditen. Um diesen Sachverhalt zu veranschaulichen, werden die einzelnen Schritte im Folgenden aufgezeigt.

1. Ausgangsbasis stellen die Verläufe der Preise bzw. der Kurse der Unsicherheiten dar
2. Bildung der stetigen Rendite mittels u.a. Beziehung wie in Abschnitt 3.6 mit

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = \ln(1 + R_t)$$
3. Synthetisieren der Student T Verteilungsparameter (vgl. Abschnitt 6.2)
4. Im Modell: Ziehung einer Stichprobe im Zuge der Berechnung und Korrelation
5. Rückrechnung der gezogenen Rendite in die Preissphäre zur weiteren Verarbeitung mittels der Exponentialfunktion (inv *ln*) und Multiplikation des Ergebnisses mit dem aktuellen Schlusskurs bzw. mit dem Ergebniswert der vorher stattgefundenen Berechnung in der Rekursion (Umkehrung von Punkt 2)

Im letzten Berechnungsschritt steckt die Umgehung der negativen Preise bzw. Renditen: Durch die Eigenschaft der *e*-Funktion, die bekanntlich im gesamten Definitionsbereich größer als Null ist, kann es nicht passieren, dass Preise mit Werten kleiner als Null auftreten und somit negative Werte für Rohstoffpreise generiert werden.

6.6 Ausgewählte durchgeführte Simulationen

In diesem Abschnitt werden einige ausgewählte durchgeführte Simulationen näher dargestellt und die Ergebnisse interpretiert sowie anschaulich anhand verschiedenster Grafiken dargestellt. Aufgrund der relativ großen Vielzahl an Variationen und Möglichkeiten hinsichtlich der möglichen Simulationen, musste eine konkrete Auswahl getroffen werden, welche die Hauptaspekte aufgreifen und Auswirkungen der unsicheren Eingabeparameter klar zeigen.

Begonnen wird mit der isolierten Darstellung des Wechselkurses USD/EUR und dessen Entwicklung über die operative Projektlebensdauer von fünfzehn Jahren. Sämtliche Parameter und Daten entsprechen jenen, wie diese in den Abschnitten und Kapiteln zuvor dargelegt wurden; sollten sich dennoch Abweichungen aufgrund einer speziellen Simulation ergeben, wird diese hervorgehoben und die Auswirkungen dis-

kutiert. Um Übersichtlichkeit zu schaffen, im Folgenden eine Zusammenstellung der durchgeführten Simulationen mit einigen schlagwortartigen Erklärungen und Randbedingungen.

Lfd. Nummer	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
SIM #1	Wechselkursentwicklung	Parameter und Daten wie im statischen Modell; EURIBOR konstant; Preise bzw. Kurse für Rohstoffe konstant; es wird rein die Entwicklung des Wechselkurses isoliert betrachtet; Datenbasis aus Abschnitt 6.2.2.
SIM #2	Rohstoffentwicklung	Parameter und Daten wie im statischen Modell; EURIBOR konstant; Wechselkurs wird als Faktor geführt; es wird ausschließlich die Entwicklung der Rohstoffkurse isoliert betrachtet bzw. die Auswirkung auf die gesamten Rohstoffkosten über das vorliegende Mengengerüst; Datenbasis aus Abschnitt 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5 und 6.2.6.
SIM #3	EURIBOR	Keine echte Simulation; Anführung aus Gründen der Vollständigkeit.
SIM #4	Einfluss - EURIBOR	Untersuchung des Einflusses des EURIBORs auf die Finanzierung bzw. Erfolgspotentiale sowie Kennzahlen bei konstantem Wechselkurs und konstanten Rohstoffpreisen.
SIM #5	Einfluss - Wechselkurs	Untersuchung des Einflusses des Wechselkurses auf die Erfolgspotentiale sowie Kennzahlen bei konstantem EURIBOR und konstanten Rohstoffpreisen. Die Untersuchung unterscheidet zwei Fälle; 10% (90%) USD sowie 90% (10%) EUR Absatz.
SIM #6	Einfluss - Rohstoffkosten	Untersuchung des Einflusses der Rohstoffkosten auf die Erfolgspotentiale sowie Kennzahlen bei konstantem Wechselkurs und gleichbleibendem EURIBOR. Die Untersuchung unterscheidet zwei Fälle; 10% (90%) USD sowie 90% (10%) EUR Absatz.
SIM #7	Kombinierter Einfluss der Unsicherheiten	Untersuchung der Auswirkungen auf die Erfolgspotentiale sowie Kennzahlen, bei einem kombinierten Einwirken aller Unsicherheiten (Diversifikationseffekte).
SIM #8	Parametervariation – Sensitivität Wechselkurs	Erwartungswert und Volatilität werden in fünf Stufen verändert; aus diesem Kennflächenfeld des Wechselkurses wird die Sensitivität hinsichtlich der Kennzahlen und Erfolgsgrößen ersichtlich; EURIBOR und Rohstoffe werden, wie zuvor, konstant gehalten.
SIM #9	Parametervariation – Sensitivität Rohstoffe	Erwartungswert und Volatilität werden in fünf Stufen verändert; aus diesem Kennflächenfeld der Rohstoffe wird die Sensitivität hinsichtlich der Kennzahlen und Erfolgsgrößen ersichtlich. EURIBOR und Wechselkurs werden, wie zuvor, konstant gehalten.

Tabelle 27: Übersicht über die durchgeführten Simulationen

6.6.1 SIM #1 Wechselkursentwicklung

Die folgende Simulation dient zur isolierten Betrachtung der Wechselkursentwicklung über den gesamten operativen Zeitraum der Projektgesellschaft von fünfzehn Jahren. Als Datengrundlage dienen die gefundenen Verteilungsparameter aus Abschnitt 6.2.2. Die graphische Visualisierung erfolgt anhand eines *boxplottes*, welcher eine übersichtliche Darstellung der verteilten Werte über die einzelnen Jahre bietet und ebenfalls eine Aussage über die Werte an definierten Quantilen (VaR) zulässt.

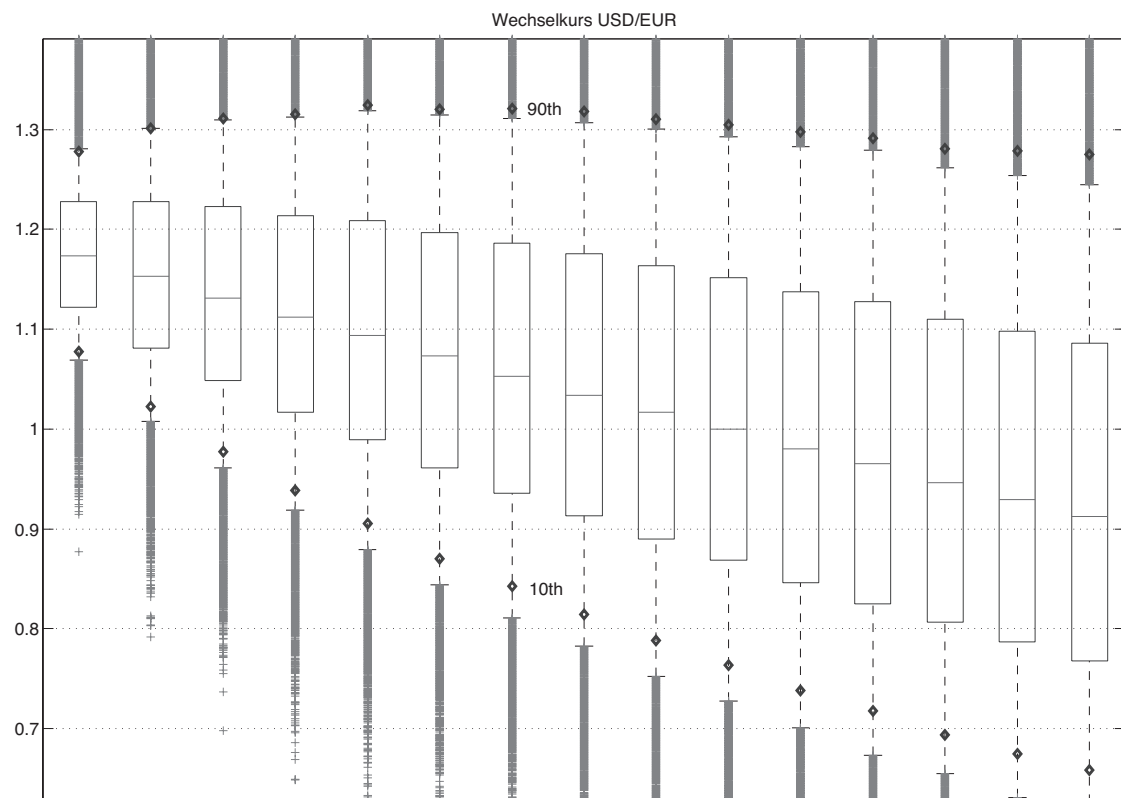


Abbildung 20: Simulierter Verlauf des Wechselkurses für fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung

In der oben gezeigten Abbildung fällt sofort auf, dass der Wechselkurs eine fallende Tendenz aufweist. Betrachtet man den Medianwert⁵⁵ (horizontaler Strich innerhalb der Box), so ist dieser, ausgehend von dem definierten Startwert von 1,19454, im ersten Jahr auf rund 1,1733 USD/EUR gesunken. Im Jahr zehn des Betriebs erreicht dieser einen Wert exakt bei 1,0 USD/EUR. Im weiteren Verlauf fällt der Wechselkurs im Jahr fünfzehn auf einen Wert von 0,913 USD/EUR. Der fallende Verlauf ist nicht

⁵⁵ Der Median wird auch der Zentralwert genannt und ist gegenüber dem arithmetischen Mittelwert unempfindlicher hinsichtlich Ausreißern und Extremwerten. Der Median teilt die Stichprobe in zwei gleich große Bereiche oberhalb und unterhalb des Wertes auf. Der Median stimmt mit der 50th Quantile überein.

weiter verwunderlich, da der Erwartungswertparameter der Student T Verteilung einen leicht negativen Wert besitzt (vgl. 6.2.2.). Ebenfalls markiert in der Abbildung sind die 10th und 90th Quantile ($\diamond$). Beispielsweise ist im Jahr sieben abzulesen (siehe Text von 10th und 90th), dass nur in 10% der Fälle der Wechselkurs unter ein Niveau von 0,842 USD/EUR fallen wird bzw. in 90% der Fälle über diesem Wert zum Liegen kommt. Weiters kann gesagt werden, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% (Differenz aus 90th und 10th Quantile) der Wechselkurs einen Wert zwischen 1,321 und 0,842 annehmen wird. Dargestellt sind auch die 25th und die 75th Quantile, die sich durch den oberen und unteren Rand der Box bilden. Hier ist festzustellen, dass im Jahr sieben 50% der Werte⁵⁶ (Differenz aus 75th und 25th Quantile) zwischen 0,9356 und 1,186 in der Stichprobe enthalten sind. Die grauen vertikalen dickeren Striche oberhalb und unterhalb der beiden Quantilen zeigen jene Werte, welche außerhalb des Bereichs nahe der Quantile liegen; diese Werte sind nicht weiter von Bedeutung.

	10th	25th	50th / Med.	75th	90th
Jahr 1	1,078	1,122	1,173	1,228	1,278
Jahr 2	1,022	1,081	1,153	1,228	1,301
Jahr 3	0,977	1,048	1,131	1,223	1,311
Jahr 4	0,938	1,017	1,112	1,214	1,315
Jahr 5	0,905	0,989	1,094	1,209	1,324
Jahr 6	0,870	0,961	1,073	1,197	1,320
Jahr 7	0,842	0,936	1,053	1,186	1,321
Jahr 8	0,815	0,913	1,034	1,176	1,318
Jahr 9	0,788	0,889	1,017	1,164	1,310
Jahr 10	0,764	0,869	1,000	1,151	1,305
Jahr 11	0,738	0,846	0,980	1,137	1,298
Jahr 12	0,718	0,825	0,965	1,128	1,291
Jahr 13	0,694	0,807	0,946	1,110	1,281
Jahr 14	0,675	0,786	0,930	1,098	1,279
Jahr 15	0,658	0,767	0,913	1,086	1,275

Tabelle 28: Quantilen bzw. VaR des Wechselkurses für fünfzehn Jahre

An dieser Stelle sei ein Vorausblick hinsichtlich des Absatzraumes erlaubt. Aufgrund des fallenden Wechselkurses ist es naheliegend anzunehmen, dass durch den schwachen Euro der Verkauf (Export) im Dollarraum eine wirtschaftlich günstige Auswirkung auf das Projektunternehmen haben wird. In den nachkommenden Simulationen wird diese Vermutung durch Simulationen gefestigt werden.

⁵⁶ Simuliert wurden 30.000 Werte

6.6.2 SIM #2 Rohstoffpreis- bzw. Rohstoffkostenentwicklung

Die folgende Simulation zeigt die Entwicklung der Rohstoffkosten anhand der darunterliegenden Rohstoffpreise bzw. deren Kurse. Die Parameter der Verteilungen der vier verschiedenen Rohstoffe entsprechen jenen aus Abschnitt 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5 und 6.2.6. Das mathematische Bindeglied zwischen den Rohstoffkursen und den tatsächlichen Rohstoffkosten für die Summe der beiden Produkte wird durch das in Kapitel 5.3.3 dargelegte Mengengerüst gebildet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nicht speziell auf die Kursentwicklung der einzelnen Rohstoffe eingegangen, sondern unmittelbar mittels des Mengengerüsts auf die Rohstoffkosten umgerechnet. Die Darstellung dieser Kosten erfolgt wiederum durch die Methode des *boxplottings* (siehe Abbildung 21).

Wiederum überrascht das aufklingende Verhalten der Kosten für die Rohstoffe keineswegs. Die vorangegangene Analyse der Verteilungsparameter aller vier Rohstoffe ergab einen positiven Erwartungswert, welcher natürlich dieses Kurvenverhalten impliziert und rechtfertigt. Weiters fließen in die Berechnung des Stichprobenumfangs (30.000 Werte wurden simuliert) unter anderem auch die (positive!) Korrelationen der Rohstoffe untereinander ein (vgl. Abschnitt 6.3).

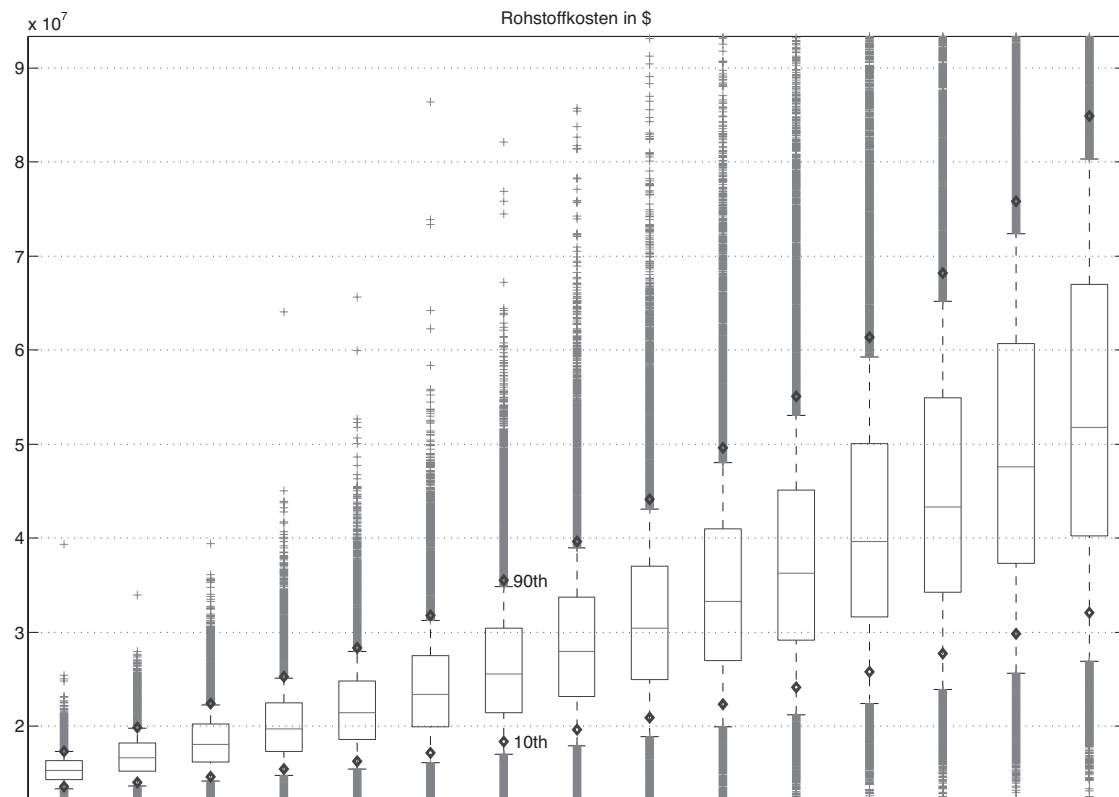


Abbildung 21: Simulierter Verlauf der Rohstoffkosten für fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung

	10th	25th	50th / Med.	75th	90th
Jahr 1	13.542.629	14.354.522	15.324.472	16.323.698	17.291.353
Jahr 2	13.993.111	15.193.369	16.632.548	18.246.162	19.835.633
Jahr 3	14.636.403	16.197.114	18.084.088	20.267.453	22.436.570
Jahr 4	15.426.550	17.329.852	19.744.308	22.497.767	25.298.789
Jahr 5	16.280.497	18.590.285	21.460.578	24.829.040	28.316.550
Jahr 6	17.203.116	19.919.203	23.407.358	27.496.054	31.783.730
Jahr 7	18.352.753	21.463.011	25.527.319	30.395.125	35.541.152
Jahr 8	19.630.318	23.196.066	27.943.760	33.707.254	39.624.839
Jahr 9	20.950.550	24.949.491	30.426.154	37.022.856	44.106.528
Jahr 10	22.349.497	26.985.574	33.257.002	41.020.117	49.636.231
Jahr 11	24.134.633	29.175.670	36.271.462	45.119.938	55.063.335
Jahr 12	25.782.964	31.623.513	39.672.115	50.054.205	61.361.237
Jahr 13	27.751.895	34.243.815	43.338.015	54.899.212	68.166.595
Jahr 14	29.797.555	37.306.904	47.568.573	60.671.014	75.845.260
Jahr 15	32.059.896	40.263.634	51.768.140	66.977.640	84.911.162

Tabelle 29: Quantilen bzw. VaR der Rohstoffkosten für fünfzehn Jahre

Die Werte in der o.a. Tabelle zeigen sehr deutlich, dass die Rohstoffkosten im Verlauf der Jahre sehr hohe Werte annehmen bzw. stark nach oben streben. erinnert man sich zurück an das statische Faktormodell, so wurden dort Rohstoffkosten von rund \$14.102Mio errechnet (vgl. Abbildung 22). Die stark steigenden Rohstoffkosten (nahezu eine Vervielfachung zwischen den Kosten aus Jahr fünfzehn und den Rohstoffkosten aus dem ursprünglichen statischen Modell) werden daher einen erheblichen Einfluss auf die Erfolgspotentiale bzw. die Projektkennzahlen wie NPV, DSCR und FOCF haben, wie man in späterer Folge sehen wird. Ein weiterer Umstand, welcher sich aus den Parametern der Student T Verteilungen der Rohstoffe ergibt, ist, dass im Verlauf der Zeit die Volatilität der Rohstoffkosten deutlich zunimmt. Diese erhöhte Bandbreite stellt somit eine erhöhte Unsicherheit der tatsächlich möglichen realisierten Werte dar und geht einher mit der Aussage, desto weiter in der Zukunft die Prognose liegt, die Unsicherheit zwangsweise wachsen muss; diese Tatsache spiegelt sich sehr eindrucksvoll in Abbildung 21.

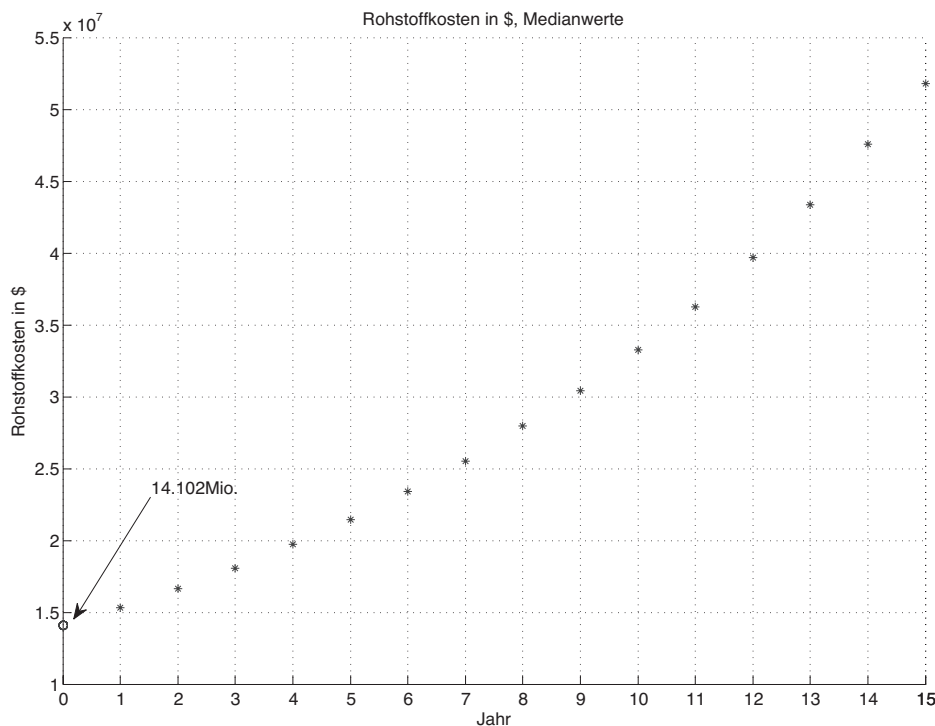


Abbildung 22: Simulierter Verlauf der medianen Rohstoffkosten für fünfzehn Jahre; Ausgangspunkt: statisches Modell zum Zeitpunkt Null; Quelle: eigene Darstellung

6.6.3 SIM #3 EURIBOR

Betrachtet man den kurzfristigen Zinssatz EURIBOR, so kann man in diesem Zusammenhang nicht von einer Simulation sprechen; die Anführung dieses Abschnittes dient rein zur Vollständigkeit. Eine Darstellung und isolierte Analyse wie in den beiden vorangegangenen Abschnitten ist nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Die Werte bzw. Stichproben der EURIBOR-Werte werden jenen entsprechen, wie diese in Abschnitt 6.2.1 dargelegt wurden.

6.6.4 SIM #4 Einfluss – EURIBOR

Bei dieser Simulation wird einzig und allein der kurzfristige Zinssatz des EURIBORs variiert. Die Variation dieses Wertes erfolgt mit der in Kapitel 6.2.1 dargelegten Dreiecksfunktion mit den Werten 0,9% als Minimum, 2,9% als Erwartungswert und 3,9% als maximal auftretendem Wert (vgl. Anhang 9.6 für das entsprechende Code-Element). Da die Unsicherheit EURIBOR isoliert betrachtet werden soll, ist es notwendig, den USD/EUR Wechselkurs bzw. die Rohstoffkosten als Konstante anzusetzen. Hierbei wurde der Kurs von 0,9 USD je EUR und Rohstoffkosten von rund €15.668Mio. herangezogen (vgl. dazu Tabelle 14 und Tabelle 15).

Die Auswirkungen der Schwankung des Zinssatzes werden sich hauptsächlich in den Finanzierungskosten des Baukredites und in weiterer Folge in den Kosten der Anlage der SPV niederschlagen.

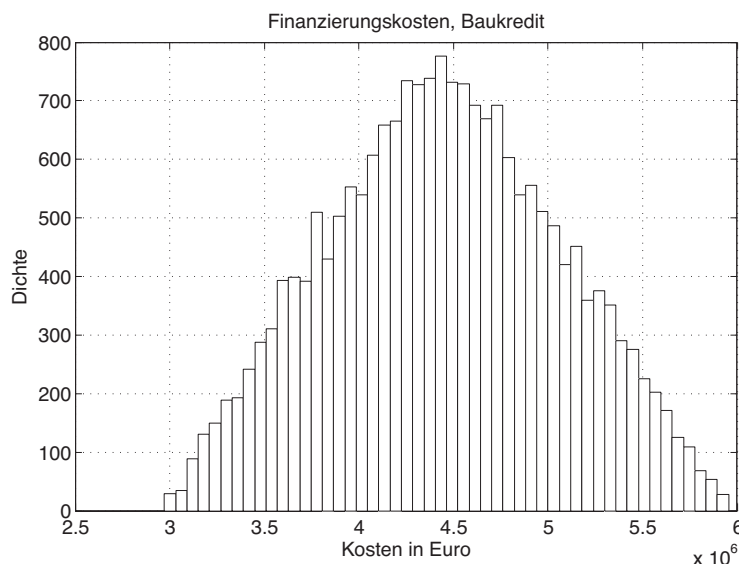


Abbildung 23: Finanzierungskosten, Baukredit, Unsicherheit EURIBOR isoliert; Quelle: eigene Darstellung

Wie zu erwarten, nehmen die Finanzierungskosten sowie auch das Histogramm der Anlagekosten einen dreieckförmigen Verlauf an. Die dargestellten Abbildungen ba-

sieren auf einem Stichprobenumfang von 20.000 Werten, wobei 50 Balken mit einer konstanten Breite gewählt wurden. In obiger Abbildung sieht man, dass sich die Finanzierungskosten (Zinsen plus Bereitstellungsprovision; vgl. Tabelle 12) zwischen den Werten von €3Mio. und €6Mio. bewegen. Der Erwartungs- bzw. Mittelwert besitzt einen Wert von rund €4.45Mio., welcher mit dem in Tabelle 12 errechneten statischen Wert sehr gut übereinstimmt.

Werte in €	Beschreibung
4.893.904	VaR bei 75% bzw. 75th Quantile
4.014.838	VaR bei 25% bzw. 75th Quantile
4.447.469	Mittelwert i.e. Erwartungswert
3.619.601	VaR bei 10% bzw. 10th Quantile
5.279.894	VaR bei 90% bzw. 90th Quantile

Tabelle 30: Quantilen bzw. VaR bei isolierten Finanzierungskosten

Daraus liest man ab, dass in 90% der Fälle die Finanzierungskosten unter einem Wert von rund €5.279Mio. zum Liegen kommen bzw. mit einer Wahrscheinlichkeit von 50%, Werte zwischen €4.014Mio. und €4.893Mio. realisiert werden.

Betrachtet man die Anlagekosten der SPV, so stellt sich ein ähnliches Bild wie bei den Finanzierungskosten dar.

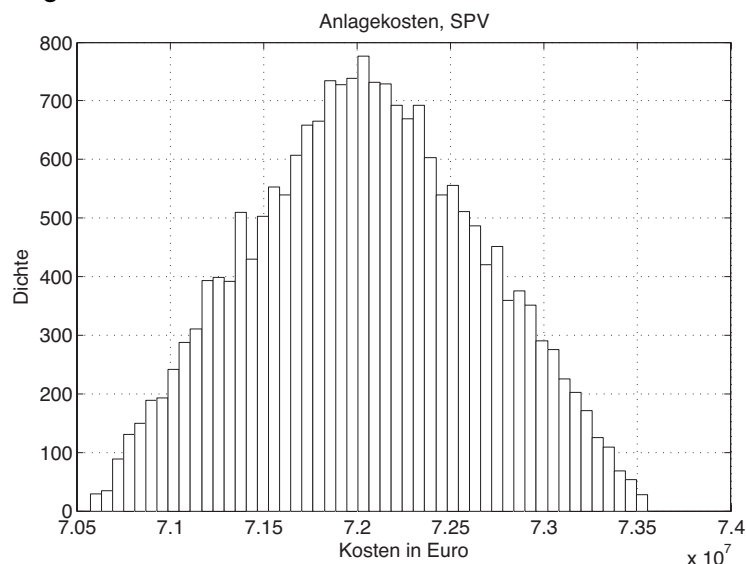


Abbildung 24: Anlagekosten, SPV, Unsicherheit EURIBOR isoliert; Quelle: eigene Darstellung

Werte in €	Beschreibung
72.493.904	VaR bei 75% bzw. 75th Quantile
71.614.838	VaR bei 25% bzw. 25th Quantile
72.047.469	Mittelwert, Erwartungswert
71.219.601	VaR bei 10% bzw. 10th Quantile
72.879.894	VaR bei 90% bzw. 90th Quantile

Tabelle 31: Quantilen bzw. VaR bei isolierten Anlagekosten

Man erkennt hier eindeutig, dass sich die Kosten der Anlage im absoluten Wertebereich zwischen rund €70Mio. und €74Mio. bewegen. Dies bedeutet, dass der EURIBOR zwar eine hohe Auswirkung besitzt (vgl. Finanzierungskosten zuvor), jedoch aufgrund des hohen Anlagenpreises von €65Mio. eher eine untergeordnete Rolle spielt. Daraus folgt, dass je höher der Wert ist auf welchen man sich bezieht, desto weniger bedeutend ist der tatsächliche Einfluss des Zinssatzes EURIBOR. Nichtsdestotrotz gilt es, diesen Einfluss möglichst klein und überschaubar zu halten, da die Beträge sich ebenfalls in einstelliger Millionenhöhe bewegen.

Um diese Tatsache zu verdeutlichen, sei beispielsweise die Auswirkung der Unsicherheit auf die Werte der DSCR dargestellt (die Aufteilung erfolgte für 20% im Euro- und 80% im Dollarraum; vgl. Abschnitt 5.4 Output und Kennzahlen). Auf eine Präsentation der restlichen Erfolgspotentiale und Kennzahlen wird verzichtet, da der Einfluss zu gering und nahezu nicht merklich ausfällt. Vergleicht man die Medianwerte (horizontale Striche innerhalb der Box), so sind diese nahezu identisch mit den Werten im statisch errechneten Faktormodell. Die Streuung um diesen Wert fällt sehr gering aus. Für das Muster der DSCR Werte in Abbildung 25 vgl. Seite 68, Absatz 3.

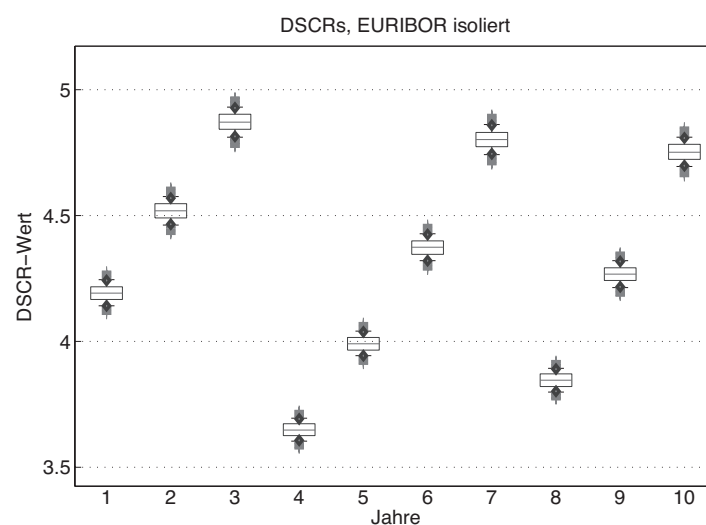


Abbildung 25: DSCRs, EURIBOR isoliert; Quelle: eigene Darstellung

6.6.5 SIM #5 Einfluss – Wechselkurs

Bei dieser Einflussanalyse wird gezeigt, in wie fern sich die Veränderung des Wechselkurses (vgl. SIM#1) auf die definierten Kennzahlen des Projektunternehmens auswirkt. Hierbei werden zwei Fälle zur Demonstration dargestellt: 1). Absatz der Produkte zu 10% im Euro- bzw. 90% im Dollarraum und 2). Absatz der Produkte zu 90% im Euro- bzw. 10% im Dollarraum. Die beiden Fälle werden im direkten Vergleich zueinander gestellt, damit die Unterschiede bzw. die dazugehörige Interpretation erleichtert wird. Zum Vergleich dienen der freie operative Cash Flow (FOCF), der ROIA, das DSCR⁵⁷ sowie der NPV des Investors. Hierbei wurde der EURIBOR auf 2,4% eingefroren und die Rohstoffpreise bei \$14.102Mio. festgehalten.

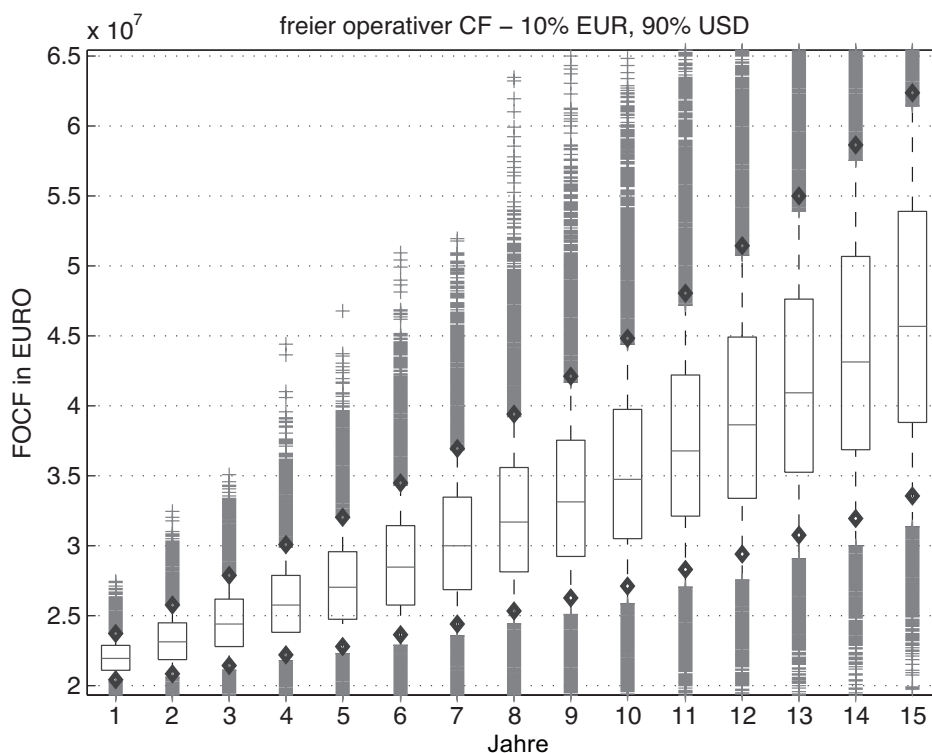


Abbildung 26: FOCF, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

In der o.a. Abbildung sieht man ein deutliches Ansteigen des FOCF im Laufe der Jahre. Dieses Verhalten rührt schlicht aus den Gegebenheiten des operativen Betriebs der SPV (vgl. dazu Tabelle 19). Weiters erkennt man, dass der Bereich zwischen der 25th und 75th Quantile (Box) mit fortschreitender Zeit deutlich zunimmt.

⁵⁷ Auf eine Darstellung des ICR und des NPV Sponsors wird an dieser Stelle verzichtet. Der qualitative Verlauf gleicht jenem des DSCR und des NPV Investors.

Durch den relativ geringen Absatz von nur 10% im Euroraum und dem hohen Absatz von 90% im Dollarraum, fließt die Unsicherheit aus dem Wechselkurs sehr stark in den FOCF ein. Ebenfalls gezeigt sind die 10th und 90th Quantilen, welche mit einer Raute „◇“ gekennzeichnet sind. Die Stichprobe umfasst wiederum 20.000 Werte, wobei die Werte außerhalb der 10th und 90th Quantile wieder eine untergeordnete Rolle spielen.

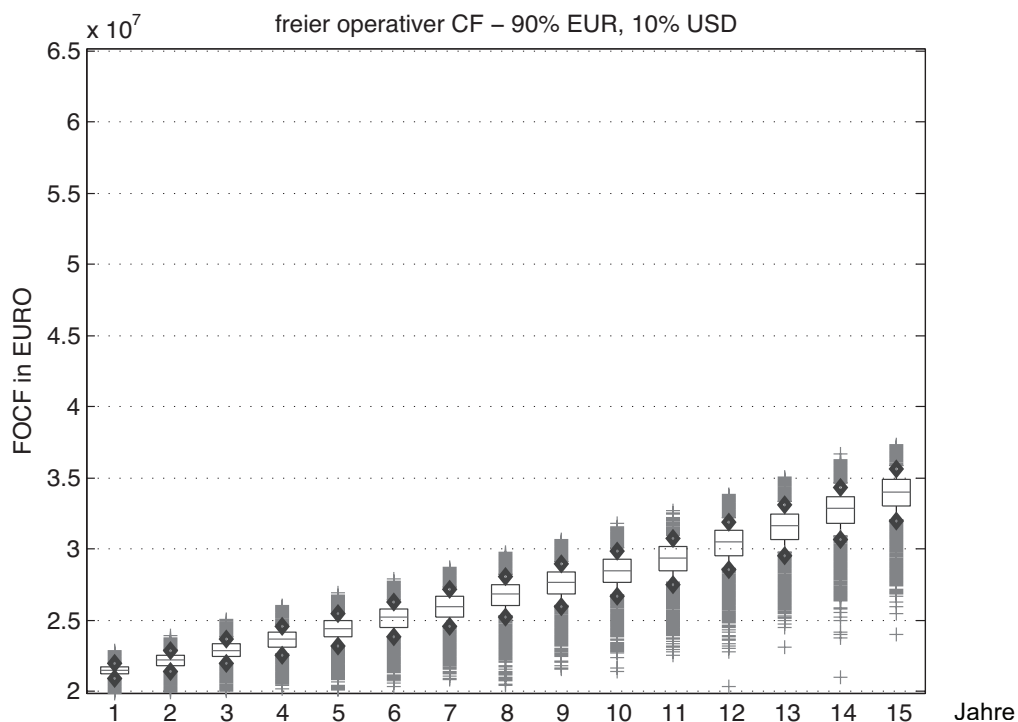


Abbildung 27: FOCF, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

Im Abbildung 27 ist die Absatzsituation genau umgekehrt. Bei einem Absatz von 90% der Produkte im Euroraum spielt das Wechselkursrisiko und somit die Unsicherheit der Werte des Kurses eine eher nachrangige Rolle. Die geringe Ausprägung der *Box* und die damit verbundene geringe Volatilität des FOCFs bestätigt dies. Diese „gut-mütige“ Volatilität geht jedoch auf Kosten des erwarteten Wertes (Median) des FOCF. Durch die Kursentwicklung von 1,9545 USD/EUR zu Werten nach rund 0,9 USD/EUR wird der Absatz im Dollarraum begünstigt und jener des Euroraums benachteiligt. Dieser Umstand zeigt sich in den niedrigeren Medianwerten des FOCF in z.B. Jahr fünfzehn (vgl. Bild zuvor). Der *Preis* für die geringere Volatilität ist somit ein niedrigerer Erwartungswert des FOCF. Hier sieht man sehr schön die möglichen strategischen Ausrichtungen hinsichtlich des Absatzmarktes unter Berücksichtigung eines angenommenen Kursverlaufes.

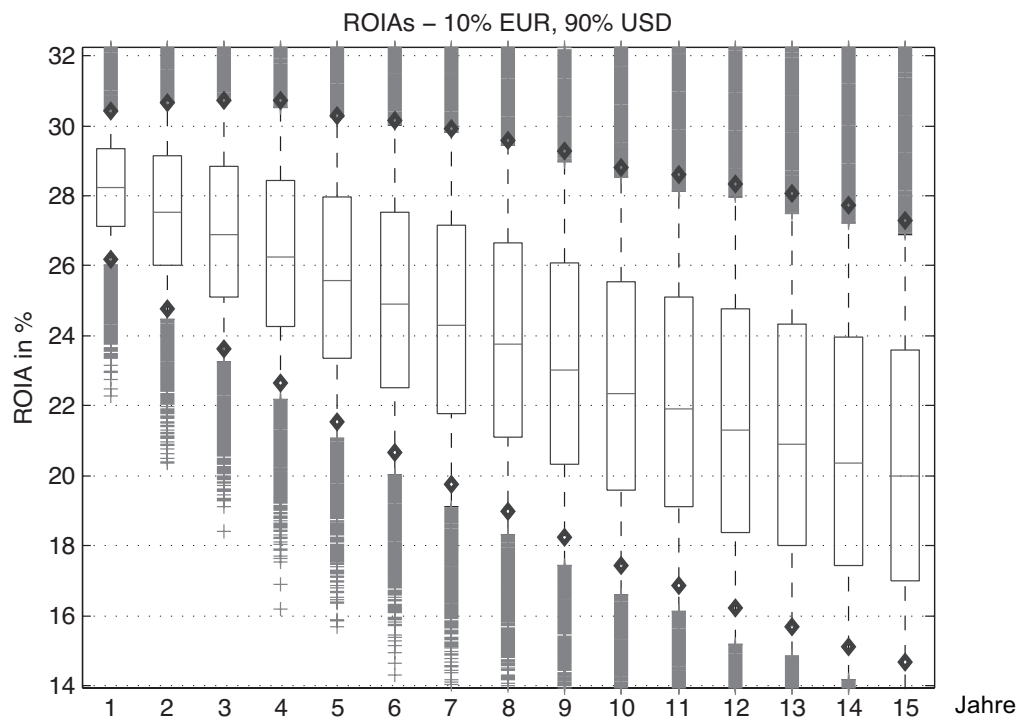


Abbildung 28: ROIAs, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

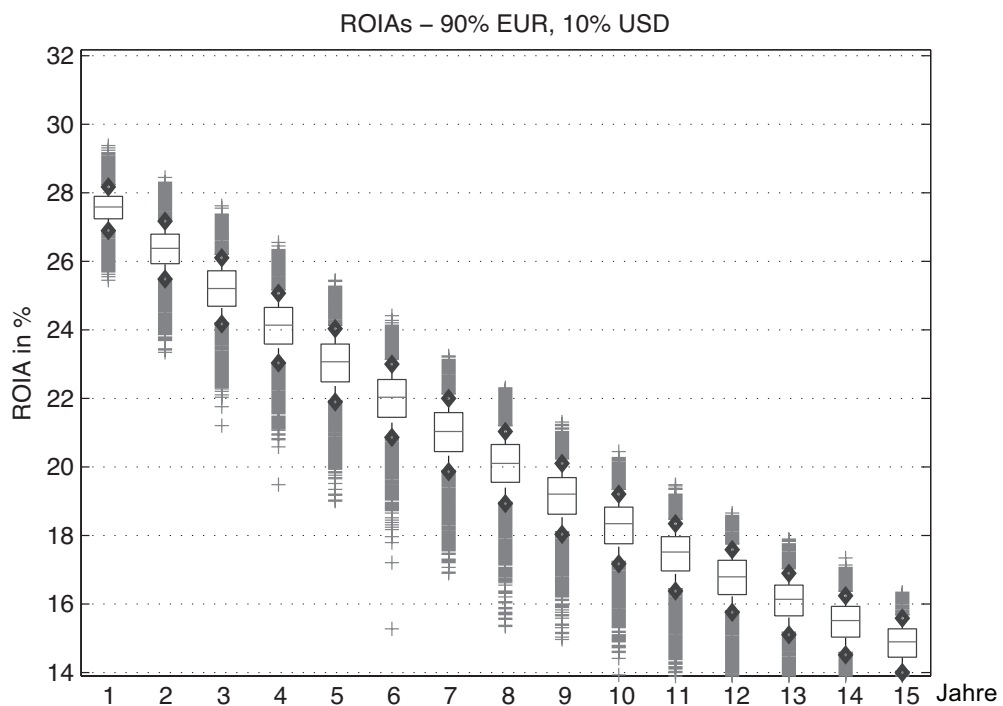


Abbildung 29: ROIAs, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

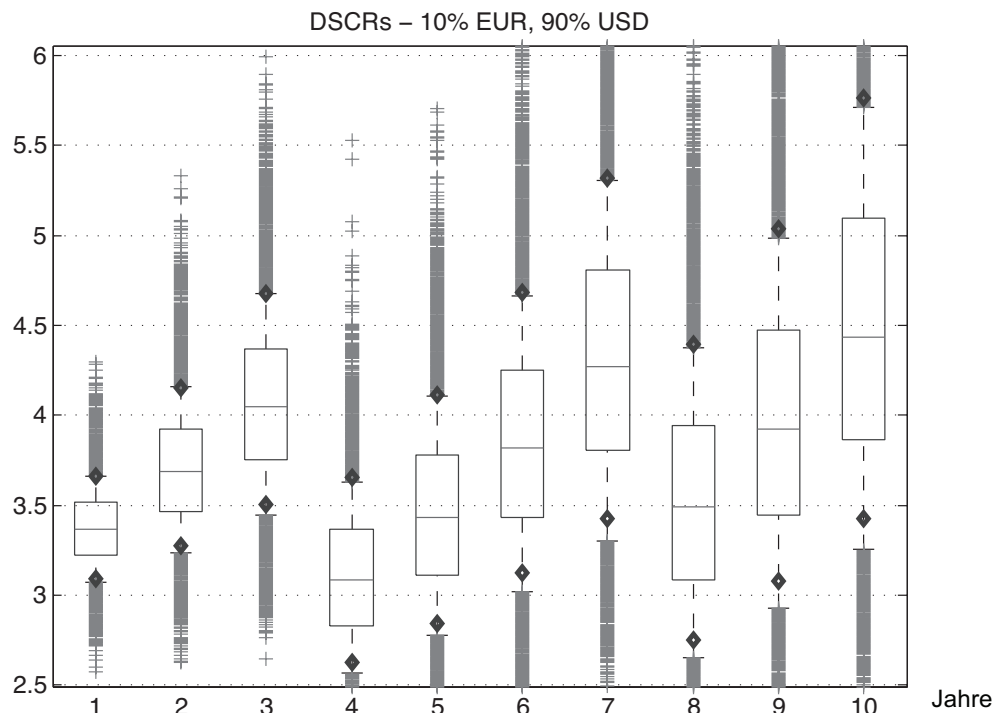


Abbildung 30: DSCRs, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

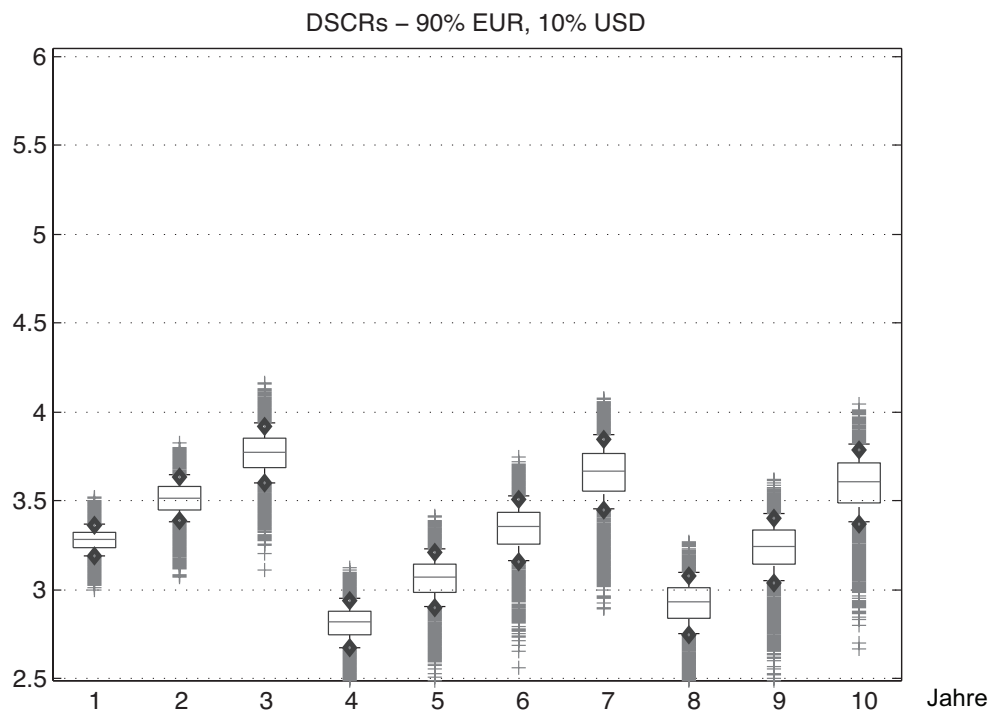


Abbildung 31: DSCRs, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

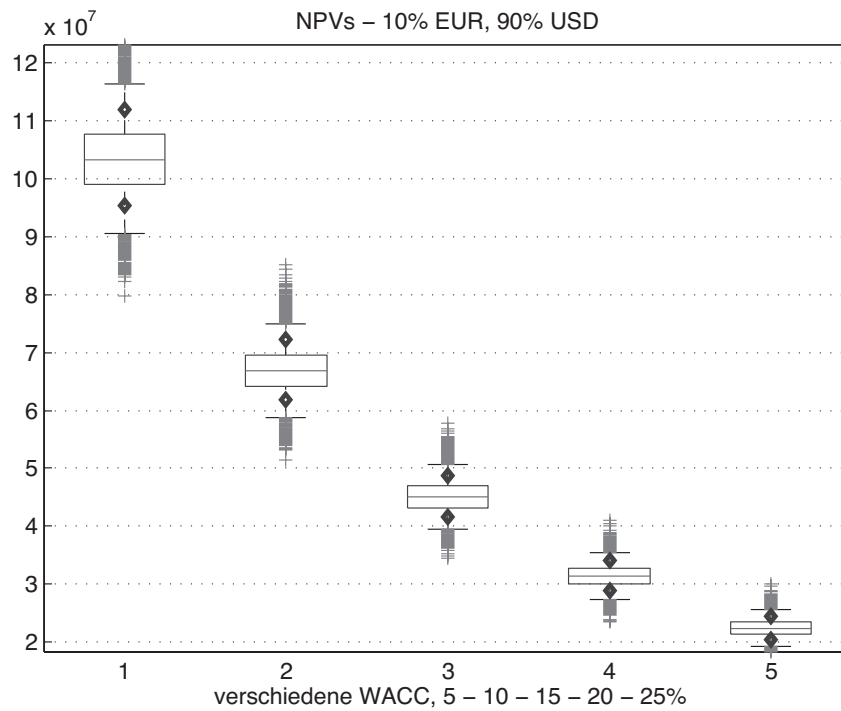


Abbildung 32: NPVs Investor, isolierter Wechselkurs, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

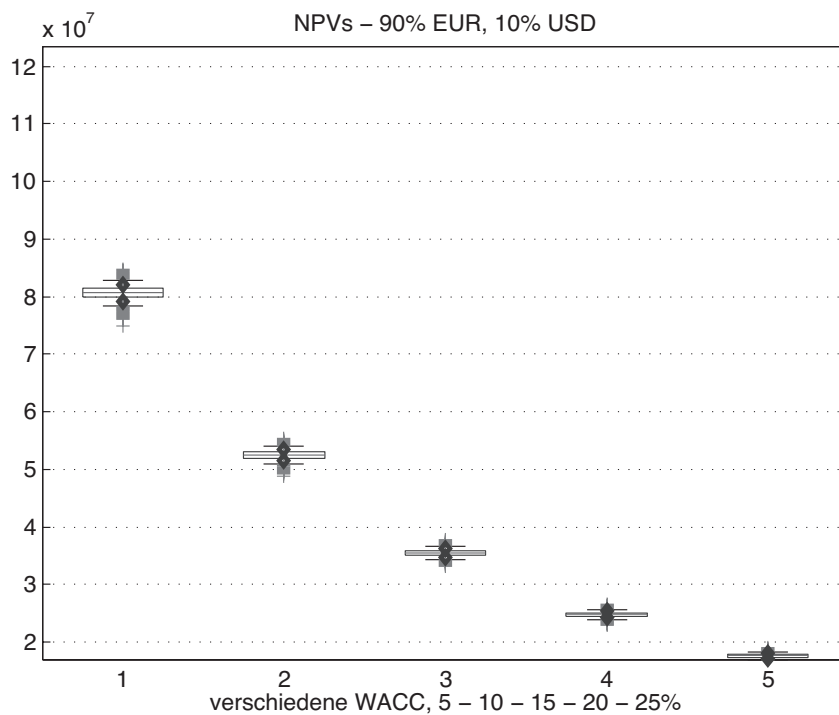


Abbildung 33: NPVs Investor, isolierter Wechselkurs, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

Zu der Abbildung 28 bis Abbildung 33:

Wie beim FOCF zuvor, sind für die ROIAs, die DSCRs und den NPVs des Investors jeweils die beiden Fälle des Absatzmarktes dargestellt. Wiederum sind diese Größen wesentlich vom Absatzraum beeinflusst; hohe Volatilitäten bei einem 90%igen Absatz im Dollarraum mit wesentlich höheren Medianwerten; im Gegensatz dazu bei einem Absatz von 90% im Euroraum geringere Volatilitäten (geringes Risiko) und niedrigere Medianwerte. Wieder zeigt sich, dass der *Preis* eines höheren erwartenden Wertes auf Kosten der Volatilität geht und somit das Risiko deutlich erhöht. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass sich aus z.B. zehn verschiedenen Szenarien des Absatzmarktes ein Risiko- (Volatilität) Renditen Profil angeben lässt, welches als Grundlage dafür herangezogen werden kann, um die individuelle Risikoneigung bzw. Risikoaversion des Unternehmens festzulegen und daraus in weiterer Folge eine Absatzmarkt-Strategie abzuleiten.

Ein in dieser Arbeit nicht dargestellter Fall ist jener, bei welchem der Absatz zur Gänze im Euroraum geschieht. Hierbei spielt das Absatzrisiko hinsichtlich des Wechselkurses selbstverständlich keinerlei Rolle, da keine Produkte im Dollarraum verkauft werden, jedoch spielt der Wechselkurs dennoch eine wichtige Rolle.

Betrachtet man Tabelle 14, so wird man an diese Tatsache erinnert. Aufgrund der dollarnotierten Rohstoffe ist es notwendig, die Anschaffung dieser in Dollar vorzunehmen und dafür Euro aufzuwenden, welche natürlich dem Kursrisiko unterliegen. Im vorliegenden Fall also ist die aktuelle angenommene Kursentwicklung über die kommenden fünfzehn Jahre (von 1,19454 USD/EUR zu ca. 0,9 USD/EUR) für das Unternehmen nachteilig, da aufgrund des fallenden Kurses mehr Euro im Verlauf der Zeit aufgewendet werden müssen; hinzu kommt natürlich die subsummierte Volatilität des Kurses über die einzelnen Jahre. Aus diesem Grund wird die Abbildung für einen Absatz zu 100% im Euroraum ein sehr ähnliches Bild zeigen wie jene aus Abbildung 27, Abbildung 29, Abbildung 31 und Abbildung 33., wenngleich die Werte geringer ausfallen werden und die Volatilitäten mäßiger sind.

Eines sei noch angemerkt: Geschickt wäre es aus unternehmerischer Sicht natürlich, die Einnahmen in Dollar (aus dem Verkauf der Produkte) sogleich für den Kauf der dollarnotierten Rohstoffe aufzuwenden (zumindest Teile davon), da hierbei das Wechselkursrisiko eliminiert wird und ein natürliches *Hedging* geschieht.

6.6.6 SIM #6 Einfluss – Rohstoffkosten

In dieser Simulation soll die Auswirkung des Rohstoffes (vgl. SIM#2) untersucht werden. Wie bereits bei SIM#2 festgestellt, sind die Rohstoffpreise aufgrund der gefundenen Verteilungsparameter (positiver Erwartungswert) stark steigend. Diese Auswirkung wird erheblichen Einfluss auf die Kennzahlen und Erfolgsgrößen besitzen. Der EURIBOR wurde, wie zuvor auch, auf einen Wert von 2,4% festgelegt. Weiters wird der Wechselkurs auf einem Niveau von 0,9 USD je EUR eingefroren. Die Untersuchung wird sich wiederum in 10% (90%) EUR und 90% (10%) USD untergliedern, um so den Einfluss der Rohstoffpreisentwicklung auf das Modell und in weiterer Folge auf die Ergebnisse zu untersuchen.

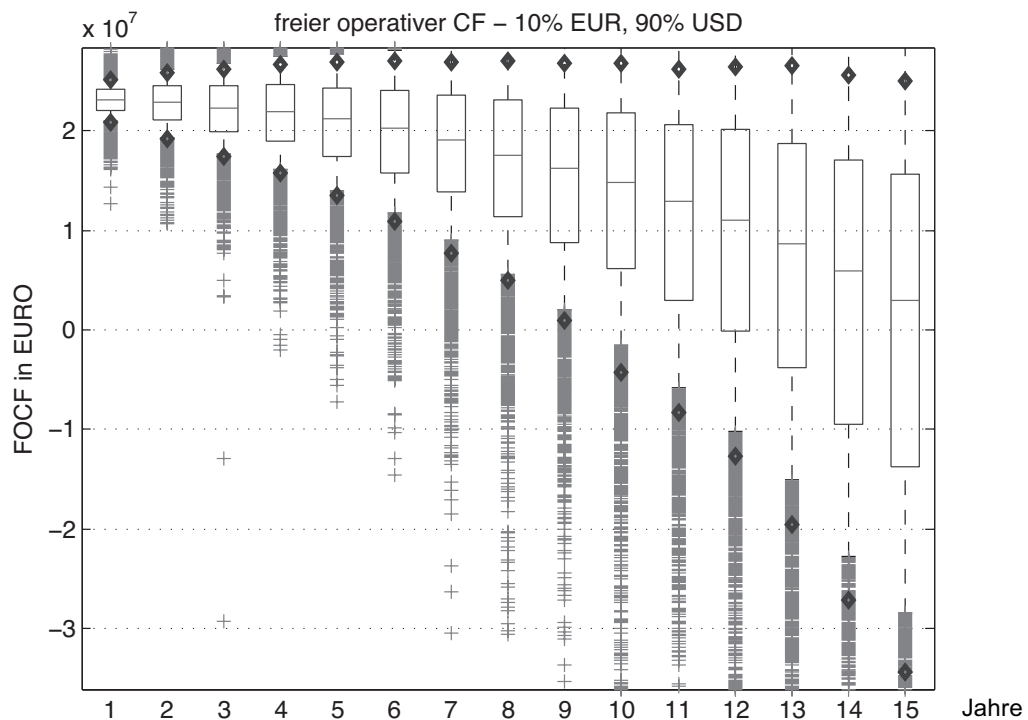


Abbildung 34: FOCF, isolierte Rohstoffkosten, 10%EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

Die Auswirkungen der Rohstoffpreisentwicklung auf den FOCF sind immens. Der starke Anstieg bzw. die knappe Vervierfachung der Preise lässt den FOCF im Jahr fünfzehn nahezu gegen Null gehen. Mit rund €3Mio. (Medianwert) ist dieser, obwohl der Absatz hauptsächlich im Dollarraum geschieht, sehr gering. Ebenfalls interessant ist die extrem hohe Volatilität (Box), wobei die 25th Quantile bei rund -€13.7Mio und die 10th Quantile sogar bei -€34.7Mio zum Liegen kommen.

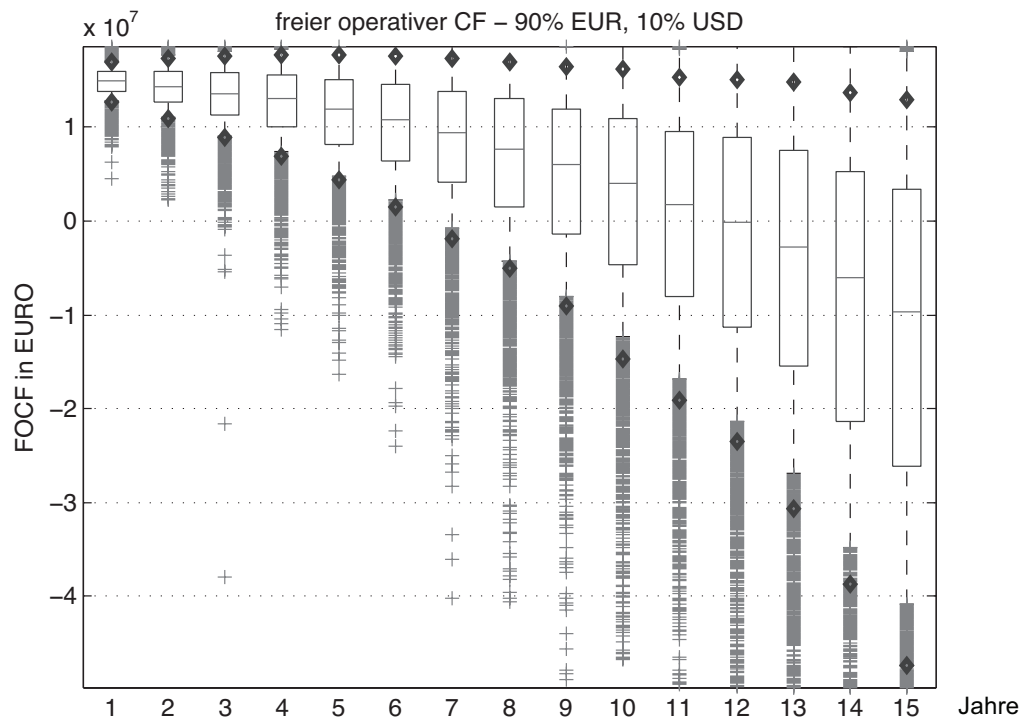


Abbildung 35: FOCF, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

Noch schlimmer stellt sich die Situation in Abbildung 35 dar. Im Jahr zwölf berührt der Erwartungswert/Median die Nulllinie. Ab diesem Zeitpunkt nimmt der ROIA ausschließlich negative Werte an und das Projektunternehmen kann sich aus eigener Kraft nicht mehr finanzieren.

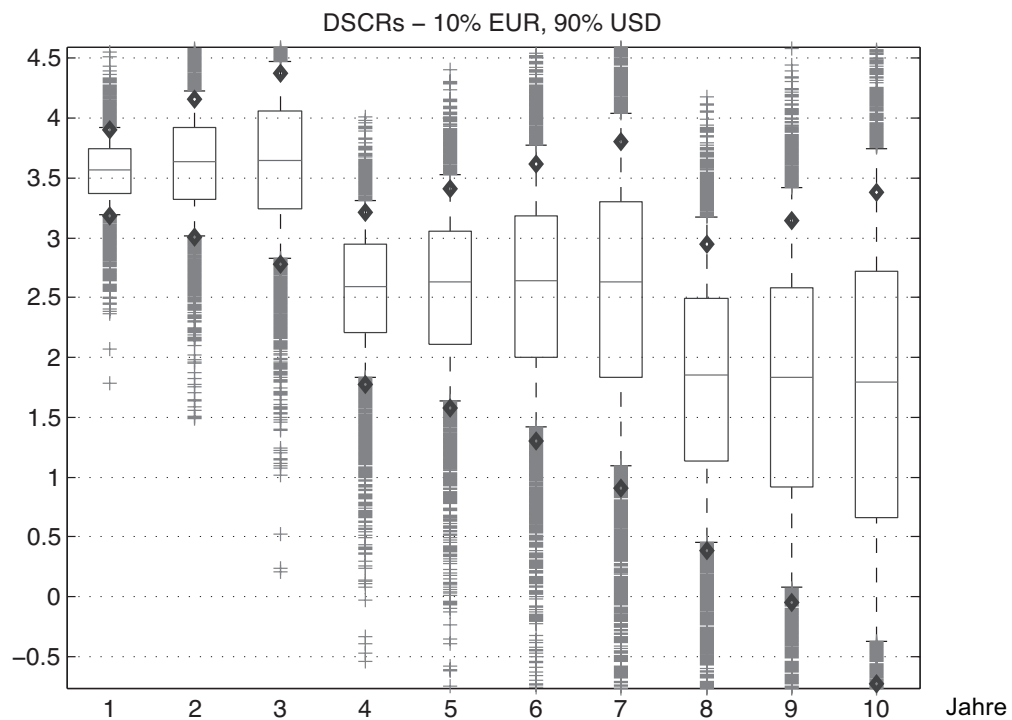


Abbildung 36: DSCRs, isolierte Rohstoffkosten, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

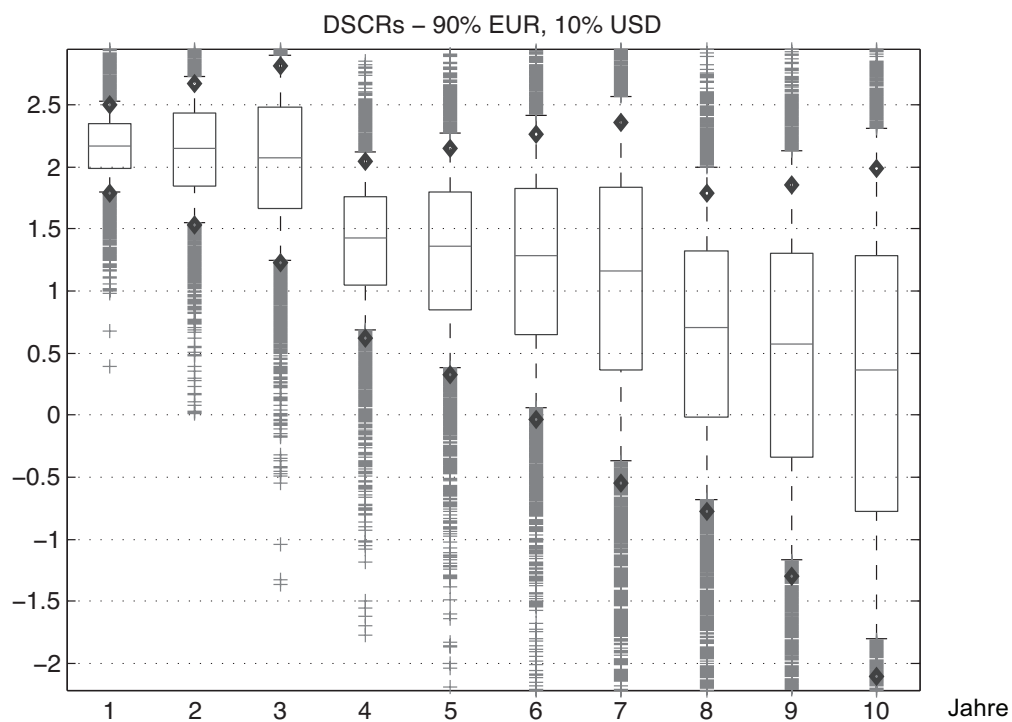


Abbildung 37: DSCRs, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

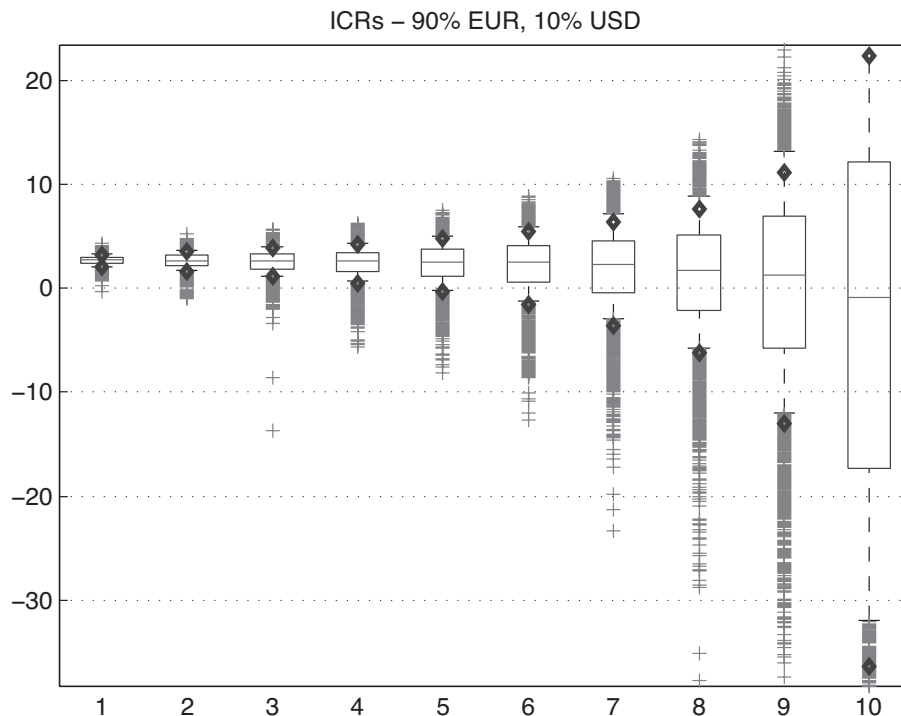


Abbildung 38: ICRs, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

Betrachtet man die Abbildungen zum DSCR, so zeichnet sich ein trauriges Bild. Wenngleich die Volatilitäten im zweiten Fall geringer sind, sinken die Werte in beiden Fällen sehr stark. Im Fall von 10% EUR und 90% USD sind beispielsweise ab Jahr sechs 25% der Werte unterhalb eines Niveaus von DSCR=2. Ab dem Jahr acht sinkt die Quantile ab und der VaR bei 25% beträgt nur leicht über DSCR=1. Noch drastischer zeigt sich die Situation bei 90% EUR und 10% USD. Hier ist bereits ab dem vierten Jahr der Wert bei 25th und 10th sehr niedrig und aus Sicht der kapitalgebenden Bank nicht akzeptabel. In Abbildung 38 zeigt sich deutlich, dass auch ab dem Jahr neun die SPV nur mehr schwer in der Lage ist, die Zinsen auf das aufgenommene Kapital zu zahlen (ICR=1,28).

Im Folgenden die Darstellung des NPVs des Investors für verschiedene Kapitalkosten. Desto höher diese sind, desto weiter sinkt natürlich das NPV Niveau ab und bewegt sich in Richtung niedrigerer Werte. Da der NPV eine aggregierte Größe über die gesamte operative Laufzeit von fünfzehn Jahren darstellt, sind die Werte im Fall 10% EUR und 90% USD positiv geartet, obwohl in den letzten Jahren das Unternehmen negative Zahlen schreibt. Eine ähnliche Situation wie beim DSCR zeigt sich

beim zweiten Fall. Eine Investition aus Sicht des Investors ist absolut nicht sinnvoll. Der NPV des Sponsors zeichnet ein ähnliches schlechtes Bild der Situation.

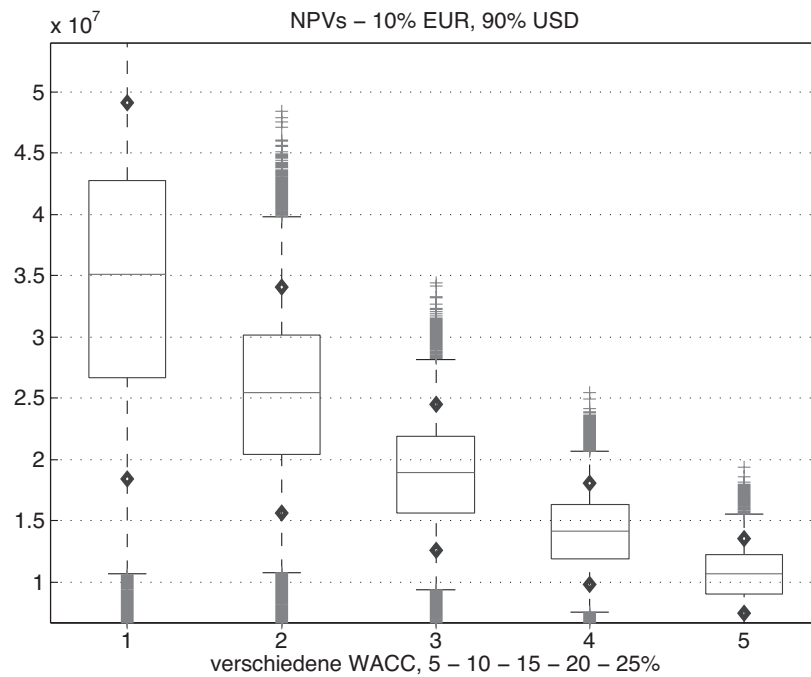


Abbildung 39: NPVs Investor, isolierte Rohstoffkosten, 10% EUR, 90% USD; Quelle: eigene Darstellung

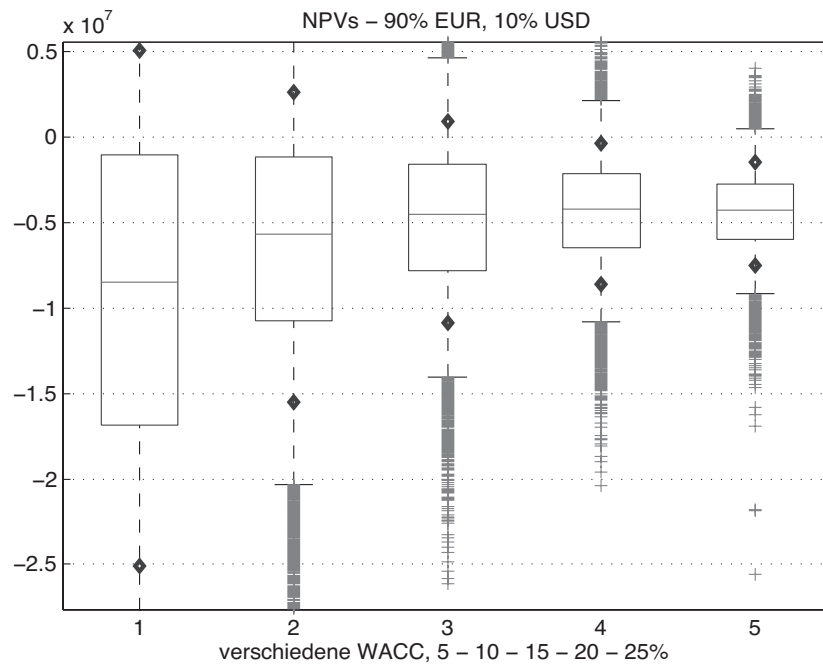


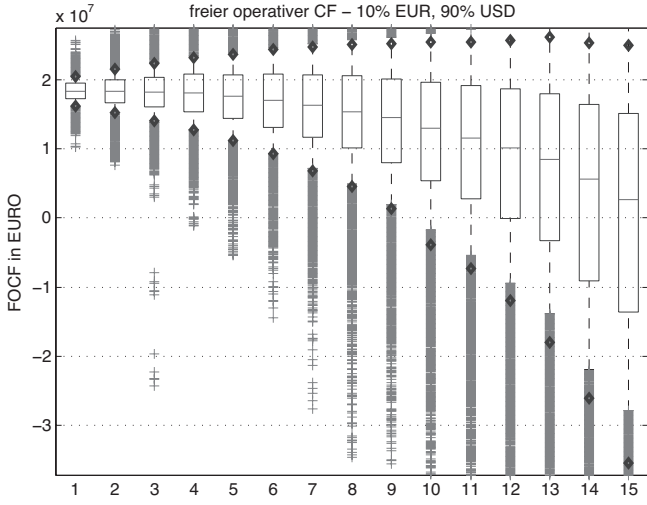
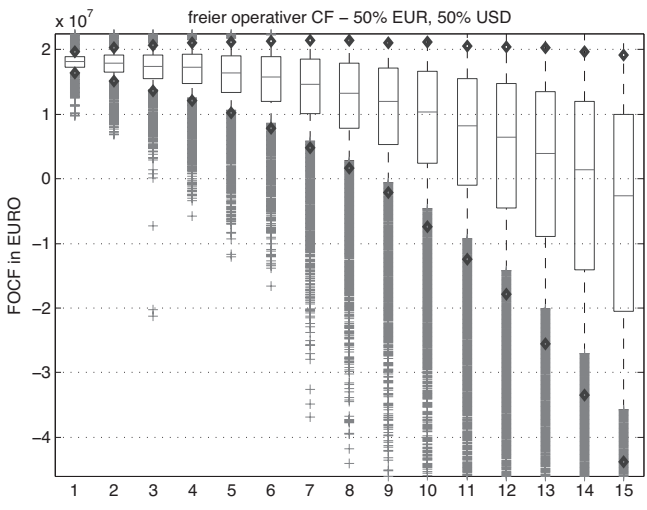
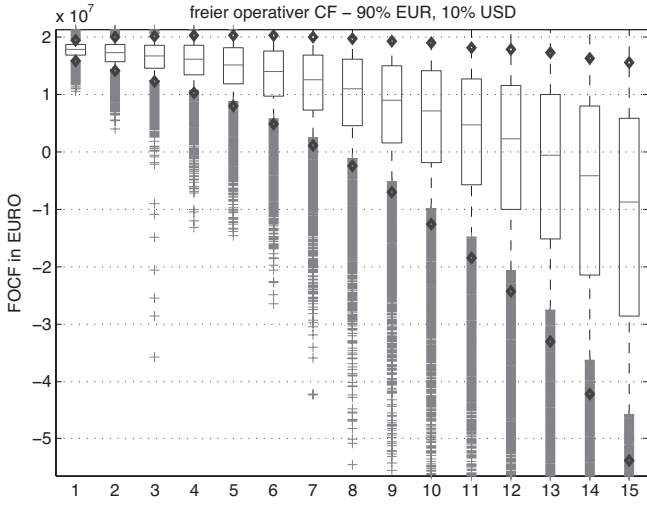
Abbildung 40: NPVs, isolierte Rohstoffkosten, 90% EUR, 10% USD; Quelle: eigene Darstellung

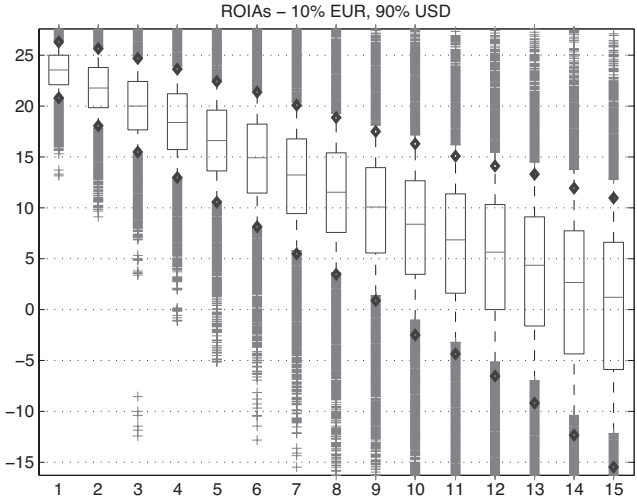
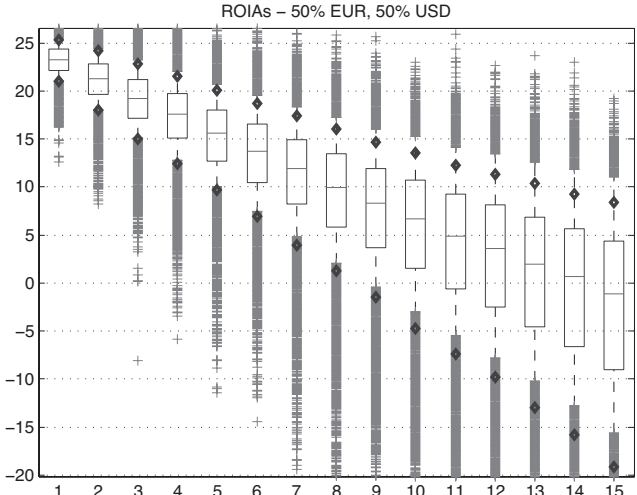
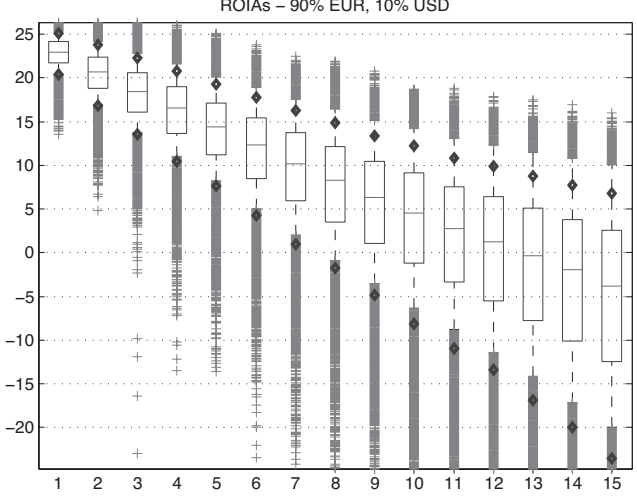
6.6.7 SIM #7 Kombiniertes Einfluss der Unsicherheiten

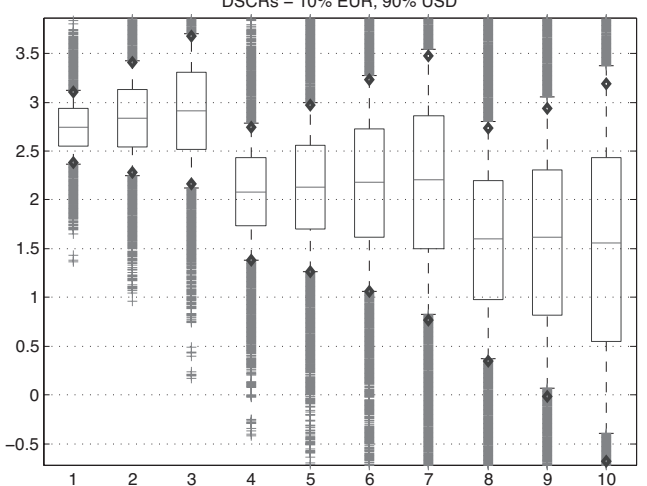
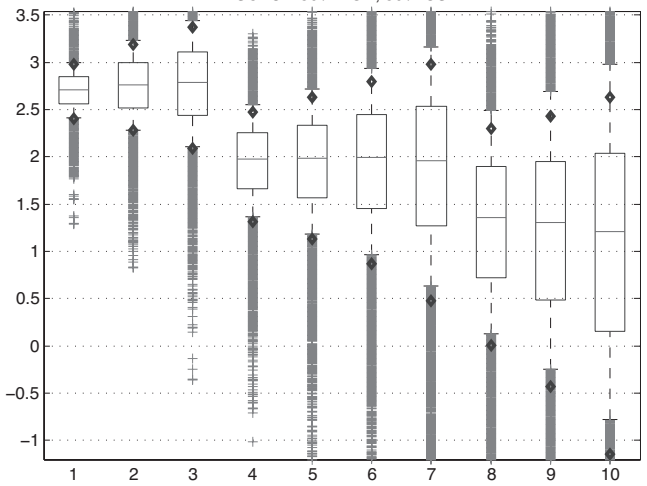
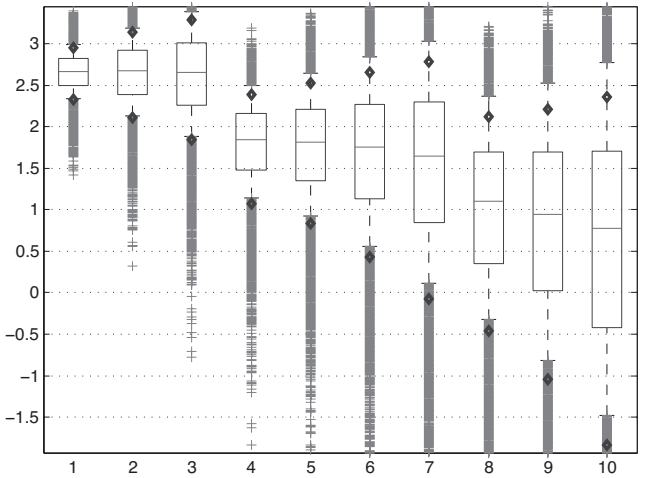
Die vorangegangenen Simulationen haben die Entwicklung des Wechselkurses und der Rohstoffpreise sowie den Einfluss auf Kennzahlen und Erfolgspotentiale hinsichtlich des Projektunternehmens für einen Zeitraum von fünfzehn Jahren dargestellt. Diese isolierte Darstellung gab Einblicke in die Auswirkung jeder dieser einzelnen Größen auf das Modell bzw. auf das Projektunternehmen und dessen Erfolgsgrößen.

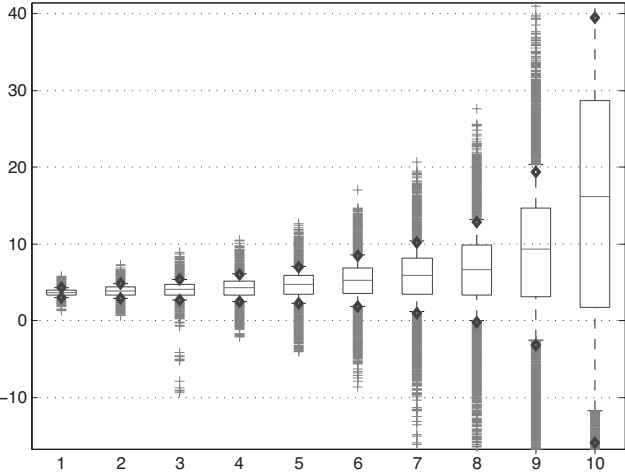
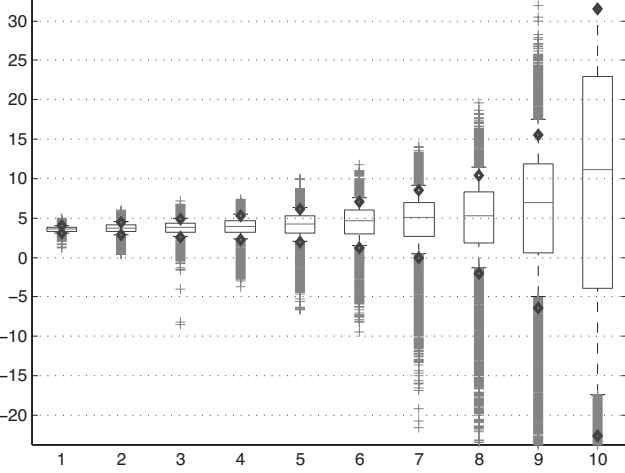
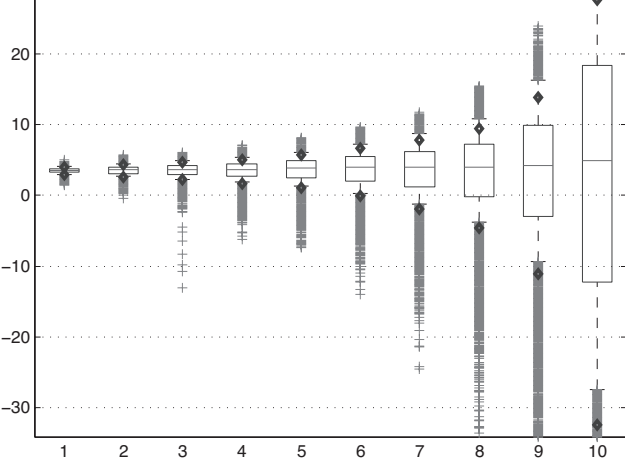
Die kommende Simulation vereint nun alle diese drei Unsicherheiten und zeigt deren Einfluss und Auswirkung in kombinierter Form. Die Art der Simulation kommt der Wirklichkeit (unter den angenommenen Randbedingungen und Modellvoraussetzungen) am nächsten. Die Annahmen hinsichtlich der Verteilungen sind jene wie in Kapitel 6.2 ausführlich analysiert. Um den Vergleich hinsichtlich des Absatzmarktes darzustellen, erfolgt wiederum die Unterteilung in 10/50/90% EUR sowie 90/50/10% USD.

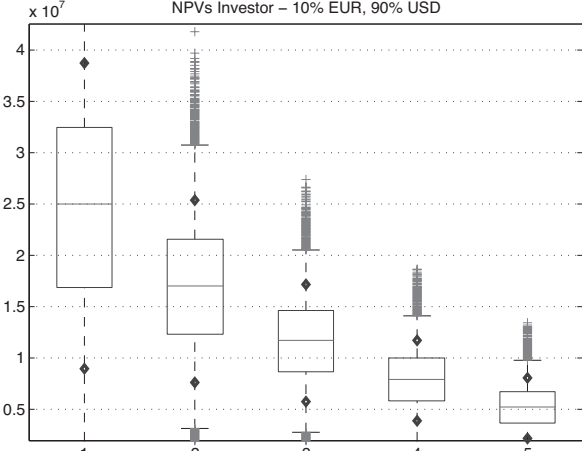
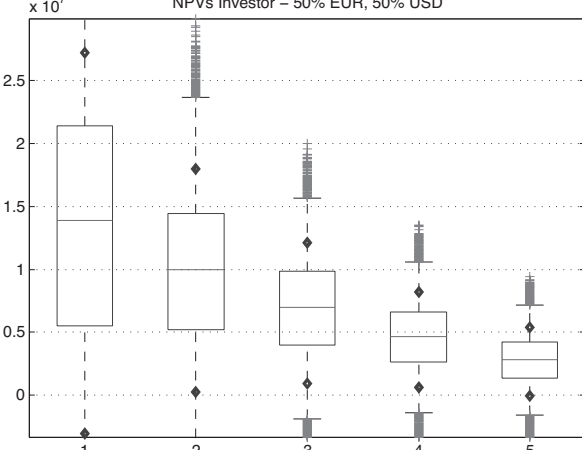
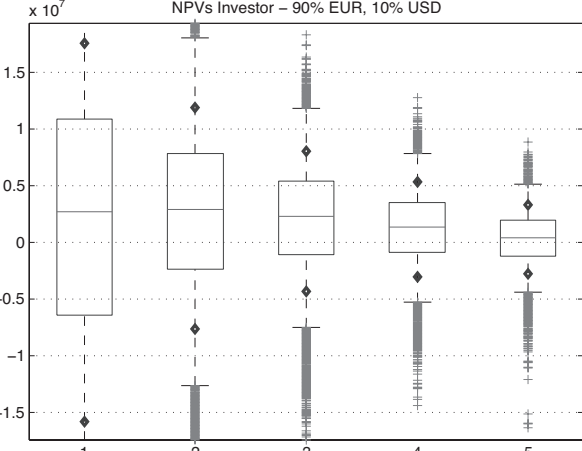
Erklärende Worte und Interpretationen finden sich neben den entsprechenden Abbildungen sowie im Anhang findet sich unter Abschnitt 9.6 eine Aufstellung der Daten und Werte zu den Abbildungen.

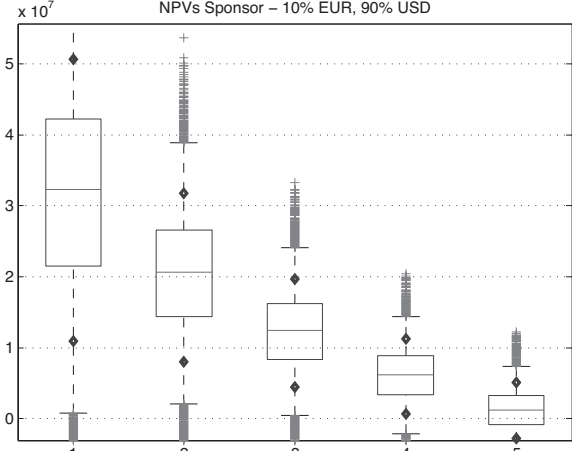
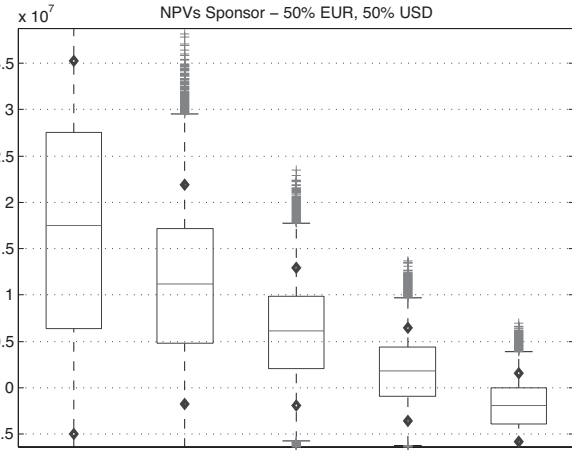
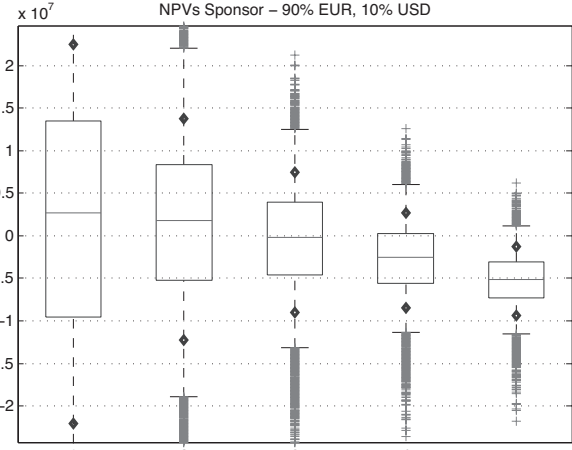
	Starker Abfall der Medianwerte im Verlauf der Zeit; ab dem Jahr 12 schneidet die 25th Quantile die Nulllinie. Bereits im Jahr 9 liegt die 10th Quantile nur noch leicht bei positiven Werten. Ab dem Jahr 11 liegt die 10th Quantile bzw. die 25th Quantile derart nieder, dass man nicht mehr von einem erfolgreichen Unternehmen sprechen kann. Aufgrund des fallenden Trends des USD/EUR stellt diese Absatzmarktsituation den günstigsten Fall dar. Tabelle 32: Kombinierte Unsicherheiten, FOCF (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung
	Ähnlich wie im Fall oben, jedoch liegen sämtliche Werte (Median und Quantilen) aufgrund des fallenden Wechselkurses etwas niedriger; zu erkennen ist auch, dass die Quantilen stärker sinken als die Medianwerte; d.h. im Sinne des Risikos verschlechtert sich die Situation deutlich. In diesem Fall tritt ab dem Jahr 8 ein nicht mehr akzeptabler Zustand ein (vgl. 10th Quantile).
	Der ungünstigste Fall; Medianwerte und Quantilen fallen stark ins Negative; bei der vorherrschenden angenommenen Entwicklung des Wechselkurses ist von solch einer Absatzmarktstrategie abzusehen. Ebenfalls deutlich zu sehen ist in allen drei Fällen eine stark zunehmende Streuung um den Median-Erwartungswert => erhöhtes Risiko; vgl. Größe der Box (25th und 75th Quantile).

	Hinsichtlich des ROIAs zeigt sich ein ähnliches Bild wie zuvor beim FOCF. Das Sinken des ROIAs erschreckt nicht, da dies bereits beim statischen Modell der Fall war und unmittelbar mit der Berechnungsmethode des ROIAs zusammenhängt. Vielmehr sieht man, dass eine sehr hohe Streuung auftritt. Auch hier, im besten Fall, ist ab dem Jahr 10 Vorsicht geboten, da die 10th Quantile bereits negativ ist bzw. die 25th Quantile einen Wert von rund 3,8 aufweist. Tabelle 33: Kombinierte Unsicherheiten, ROIAs (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung
	In diesem Fall wäre das Jahr 8 gerade noch akzeptabel; alle weiteren sind aufgrund der stark abnehmenden Werte der 25th und 10th Quantile nicht mehr tragbar.
	Wie zu erwarten, präsentiert sich in diesem Fall der <i>worst-case</i>. Eventuell das Jahr 7 könnte noch mit viel Optimismus geduldet werden; alle kommenden sind schlicht inakzeptabel. Ja sogar im Jahr 15 erreicht die 10th Quantile einen Rekordwert von ca. minus 23,55%.

	Die Werte des DSCRs über die Tilgungszeit des Kredits von zehn Jahren sehen durchaus vernünftig aus, wenn gleich ab dem Jahr 7 die Werte für eine Bank alarmierend wären. Im Jahr 7 schneidet die 25th Quantile den magischen Wert von 1,5, was bedeuten würde, dass eine 25%ige Wahrscheinlichkeit existiert, dass Werte unterhalb von DSCR=1,5 realisiert werden könnten; die 10th Quantile liegt in diesem Fall bei rund 0,768. Aus Sicht der geldgebenden Bank sind wahrscheinlich ab Jahr 7 steuernde Maßnahmen notwendig.
	Die Verschlechterung in diesem Fall ist wiederum auf die sehr stark steigenden Rohstoffkosten zurückzuführen. Mit etwas Mut zum Risiko wäre unter Umständen dieser Fall noch tragbar, da die Rohstoff- und Wechselkursentwicklungen einen sehr ungünstigen Fall beschreiben und für die Dauer von fünfzehn Jahren fortgeschrieben werden.
	In diesem Szenario wären aus Sicht der Bank bereits im Jahr 5 Maßnahmen hinsichtlich der Schulddeckungskraft einzufordern. Tabelle 34: Kombinierte Unsicherheiten, DSCRs (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung

ICRs – 10% EUR, 90% USD 	Bei einer isolierten Betrachtung hinsichtlich der Zinsdeckungskraft entschärft sich die Situation bei einer Betrachtung der Median- bzw. Erwartungswerte. Wenngleich eine hohe Streuung ab dem Jahr 9 einsetzt, sind die Werte hierfür durchaus in Ordnung und akzeptabel. Die 10th Quantile in Jahr 1 besitzt einen Wert von rund ICR=3. Hinsichtlich des ICRs macht es Sinn, einen schärferen VaR bzw. eine Quantile von 10th anzusetzen. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass eine härtere und restriktivere Ansicht der reinen Zinsdeckung geschuldet wird.
ICRs – 50% EUR, 50% USD 	Eine leichte Verschlechterung der ICR Werte, wobei die 10th Quantile ab dem Jahr 6 nur noch 1,226 beträgt.
ICRs – 90% EUR, 10% USD 	Beginnend bei einem ICR von ca. 3 und einer stark zunehmenden Volatilität im Verlauf der Zeit erreicht das ICR einen Wert von 1,1 im Jahr 5, bezogen auf die 10th Quantile. Das fatale Jahr 15 präsentiert Werte von rund minus 32,44 auf der 10th Quantile. Tabelle 35: Kombinierte Unsicherheiten, ICRs (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung

	Durch die Wahrscheinlichkeit der hohen Ertragskraft (FOCF Werte) in den ersten Jahren (ungefähr bis Jahr 8 bzw. 9) des operativen Betriebs, präsentiert sich diese Kennzahl mit guten und akzeptablen Werten. Ein Investor in dieser Lage könnte, basierend auf rein dieser Information, ein Investment gut heißen. Wie zuvor beim ICR ist die 10th Quantile eine gute und sichere Wahl; niedrigere VaRs von 5 oder sogar 1% machen in der Projektfinanzierung nur wenig Sinn. Der lange Planungshorizont und die zahlreichen Annahmen sowie die Fortschreibung der Kurs- und Preisentwicklungen rechtfertigen eine solche Wahl durchaus.
	Aufgrund der hohen Streuung sowie Volatilität im Falle des WACC von 5% (Markierung bei „1“), sinkt die 10th Quantile deutlich unter Null. Alle weiteren NPV-10th-Quantilen-Werte liegen ebenfalls nahe bzw. unter der entscheidungsrelevanten Nulllinie hinsichtlich des Investments. Dieser Fall ist für einen Investor nicht mehr interessant.
	Die Betrachtung der 10th Quantilen für die unterschiedlichen Kapitalkostensätze von 5%, 10%, 15%, 20% und 25% erspart diesem Fall eine genauere Erläuterung. Tabelle 36: Kombinierte Unsicherheiten, NPVs Investor (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung

	Ähnlich wie bereits bei den NPV-Werten des Investors diskutiert, lassen sich in diesem Fall die selben Schlüsse ziehen und Interpretationen anwenden. Die Werte des NPVs liegen ab einem Kostensatz von 20% (Markierung bei „4“) gefährlich nahe bei Null bei einem Wert von ca. 730.000. Jede kleinste „Störung“ könnte diesen Wert ins Negative absacken lassen. Tabelle 37: Kombinierte Unsicherheiten, NPVs Sponsor (3 Abbildungen); Quelle: eigene Darstellung
	Die Betrachtung der 10th Quantilen für die unterschiedlichen Kapitalkostensätze von 5%, 10%, 15%, 20% und 25% erspart diesem Fall eine genauere Erläuterung.
	Die Betrachtung der 10th Quantilen für die unterschiedlichen Kapitalkostensätze von 5%, 10%, 15%, 20% und 25% erspart diesem Fall eine genauere Erläuterung.

Zusammenfassung der Situation und Erkenntnisse der kombinierten Unsicherheiten:

Ruft man sich noch einmal die Ergebnisse aus SIM#1 (Wechselkurs) ins Gedächtnis, so gab es in diesem isolierten Fall einen relativ deutlichen Anstieg des FOCFs, welcher dem günstigen Verlauf der Kursentwicklung und dem Verkauf der Produkte zuzuschreiben ist. In SIM#2 erinnert man sich an den stark sinkenden Verlauf des FOCFs aufgrund der stark ansteigenden Rohstoffkosten bzw. deren Kurse über den Verlauf der Zeit über fünfzehn Jahre. Das Ergebnis dieser kombinierten Einflüsse der Unsicherheiten spricht eine eindeutige Sprache. Der Einfluss bzw. die Auswirkung der Rohstoffentwicklung dominiert eindeutig die Performance und die Entwicklung des FOCFs bzw. alle darauf basierenden und nachfolgenden Kennzahlen und Erfolgsgrößen. Daraus wird gefolgert, dass eine Absicherung der Rohstoffpreise die erste Priorität im Sinne einer Neutralisierung des negativen Einflusses bekommt⁵⁸.

Um die Auswirkungen der Unsicherheiten auf die dargelegten Kennzahlen und Erfolgsgrößen abzumindern bzw. die Auswirkungen abzufedern, ist es von absoluter Notwendigkeit, entsprechende *Hedging*-Maßnahmen einzuleiten. Diese Maßnahmen können präventiv oder auch korrigierend erfolgen. Für die geldgebende Bank ist es von äußerster Wichtigkeit, dass im Verlauf der zehn Jahre Tilgungszeit DSCR Werte von zumindest 1,5 erreicht werden. Welche Quantile bzw. welchen VaR man diesem Fall zugrunde legt, wird schlicht und ergreifend rein durch die Risikofreudigkeit der Bank, kombiniert mit den zur Verfügung stehenden Sicherheiten des Projektunternehmens, definiert. Ein zu restriktiver Ansatz von z.B. 5% hätte zu schwere Auswirkungen auf die dafür notwendige Ertragskraft und würde einen sehr hohen FOCF erfordern. Ein vernünftiger Ansatz bildet die 10th Quantile (Favorit) bzw. auch die 25th Quantile. Aufgrund der relativ ausgeprägten Streuung der DSCR Verteilungen existiert nicht nur das Risiko, sondern auch die Chance auf höhere DSCR Werte. Es gilt also, das Risiko/Chancen Profil abzuwägen und eine akzeptable Wahl in Bezug auf die Bank zu treffen, gepaart mit einer wirtschaftlich sinnvollen Forderung an das Projektunternehmen bzw. an die Ertragskraft der SPV.

Die Simulation wurde aus gutem Grund ohne jeglicher korrigierender *Hedging*-Maßnahme durchgeführt, um so die Auswirkung der einzelnen und auch kombinierten Einflüsse der Unsicherheiten unverfälscht und rein wirken zu lassen. Folgende

⁵⁸ An dieser Stelle ist anzumerken, dass eine Absicherung die Absicht besitzt, das latente Risiko hinsichtlich der unsicheren Position zu mindern. Zu bedenken ist in diesem Fall ebenso die Tatsache, dass bei vielen derivativen Instrumenten auch die Chance auf eine für das Projektunternehmen günstigere Kurs- bzw. Preisentwicklung außen vor bleibt und nicht wirtschaftlich genutzt werden kann.

Maßnahmen wären zu treffen, um die Auswirkungen der Unsicherheit zu mildern bzw. mehr Kontinuität und vor allem geringere Volatilitäten in den verschiedenen Erfolgsgrößen entstehen zu lassen:

- Zinsswaps oder auch Futures für den kurzfristigen EURIBOR; somit wäre es möglich, für die Dauer des Baukredites von drei Jahren einen fix vorher definierten Prozentsatz zu erlangen; Nachteilig an dieser Vorgehensweise wird der leicht erhöhte Satz über dem aktuellen Niveau des EURIBORs sein bzw. auch die Versicherungskosten auf Seiten der Bank. Diese Methode hätte zur Folge, dass die in SIM#4 errechneten Finanzierungs- und Anlagekosten auf einen definierten Wert eingefroren werden können, basierend auf dem im Instrument festgelegten Satz des EURIBORs.
- Ähnlich wie beim EURIBOR lassen sich Futures, Optionen o.ä. auch auf den Wechselkurs und die Rohstoffe anwenden. Hier stellt sich aber ein durchaus zeitliches Problem. Verfügbare derivative Instrumente am Markt besitzen keinen Versicherungszeitraum von fünfzehn Jahren und können somit nicht *a priori* in das Modell bzw. die Simulation mit aufgenommen werden. Hier muss eine revolvierende Strategie angewendet werden, welche sich nach der zeitlichen Verfügbarkeit solcher Instrumente richtet. Erhältlich am Markt sind Sicherungsmaßnahmen von durchschnittlich drei bis fünf Jahren; in Sonderfällen besteht auch die Möglichkeit, mit der kapitalgebenden Bank Verträge zu verhandeln, welche dann eine Speziallösung darstellen und abseits des freien Marktes agieren und existieren. Somit besteht die Möglichkeit, das Wechselkursniveau sowie die Rohstoffpreise der Zukunft zu antizipieren und das geeignete Instrument für z.B. über einen Zeitraum von drei Jahren zu wählen. Hinsichtlich der Berechnung und Durchführung der Simulation könnte ebenfalls eine wiederkehrende Berechnung bzw. simulative Beurteilung geschehen. Eine Sicherung der ersten drei Jahre über die genannten Unsicherheiten erlaubt somit eine Planung über die gesamten fünfzehn Jahre, jedoch mit einer gesicherten Planung der ersten drei des operativen Betriebs; alle restlichen Jahre sind mit der bekannten Unsicherheit belegt. Denkbar wäre auch für die Jahre vier bis sechs eine Sicherungsstrategie anzunehmen, welche den zukünftigen angenommenen Marktbedingungen nahe kommt. Somit würde man erreichen, dass bis zum Jahr sieben eine „Sicherung“ vorliegt. Basierend auf dieser Herangehensweise ist es nun möglich, durch die oben gezeigte Simulation sämtliche Kennzahlen und Erfolgsgrößen zu berechnen und daraus eine erste Entscheidungsgrundlage für Bank, Investor und Sponsor zu

generieren. Selbstverständlich muss nach dem Jahr zwei des operativen Betriebs die vorher angesprochene revolvierende Neubewertung der Situation sowie der weiterführende Einsatz zukünftiger Sicherungsmaßnahmen und Instrumente aktiv geplant werden. Mittels dieser Methode kann man aber sicherstellen, dass für die ersten sechs Jahre eine quasi gesicherte Situation vorliegt, auf welcher die Investmententscheidung getroffen wird, wobei die verbleibende Unsicherheit im Verlauf des operativen Betriebs durch revolvierende Maßnahmen weiter reduziert werden kann und muss.

Wie im ersten Absatz dieses Abschnitts angesprochen, hat der Einfluss der Rohstoffpreisentwicklung maßgeblichen Einfluss auf die Performance des Unternehmens, gefolgt von der Entwicklung des Wechselkurses und des EURIBORs. Diese Tatsache rührt einerseits aus der offensichtlichen steigenden Kursentwicklung und ebenso aus dem Umstand, dass diese Entwicklung der Fortschreibung des Kursverlaufes geschuldet wird. Die Grundlage der Verteilungsparameter für Wechselkurs und Rohstoffpreise bildeten die Daten aus Kapitel 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5 und 6.2.6. In diesen wurde die Entwicklung der Kursverläufe der letzten fünfzehn Jahre herangezogen, um so eine zukünftige Kursentwicklung für die kommenden fünfzehn Jahre zu finden. Mathematisch korrekt und auf statistischen Gewerken aufgebaut, bildet diese Herangehensweise eine legitime Methode um mögliche Entwicklungen zu modellieren.

Nichtsdestotrotz bildet sich in der möglichen Zukunft die bereits geschehene Vergangenheit mit ihrer positiven Entwicklung des Rohstoffs und der leicht sinkenden Erwartung hinsichtlich des Wechselkurses ab. Der extrem lange Planungshorizont über fünfzehn Jahre stellt somit eine der größten Herausforderungen in Bezug auf die Planung und Modellierung der Kursverläufe jeglicher Art dar. Bei einem hypothetischen Betrieb der Anlage von fünfundzwanzig Jahren würden die Rohstoffpreise astronomische Werte erreichen (vgl. Abbildung 21) bzw. der Wechselkurs auf sehr niedrige Werte von rund 0,7 bis 0,6 USD/EUR fallen; eine solche Entwicklung kann nicht ohne weiteres in das Modell einfließen und in weiterer Folge Ergebnisse der Simulation liefern, welche aus heutiger Sicht schlicht nicht real erscheinen, wenngleich im selben Moment eingeräumt werden muss, dass eine solche Entwicklung möglich sein könnte.

6.6.8 SIM #8 Parametervariation – Sensitivität Wechselkurs

Die kommenden Simulationen unterscheiden sich von jenen, die bisher durchgeführt wurden. Der wesentliche Unterschied dieser liegt in der Tatsache, dass die Verteilungsparameter der Unsicherheit Wechselkurs bzw. jene der Rohstoffe variiert werden. Wie im vorigen Kapitel festgestellt, basieren diese Parameter auf den Tatsachen der letzten fünfzehn vergangenen Jahre. Um ein Gefühl dafür zu bekommen in wie weit diese Verteilungsparameter der Unsicherheiten auf das Modell wirken bzw. sich selbst auswirken, wurden die kommenden Simulationen erstellt. Um diese Sensitivität darzustellen, ist es wiederum sinnvoll, isolierte Betrachtungen durchzuführen; die erste wird sich mit dem Wechselkurs befassen.

Hierzu wird ein zweidimensionales Feld durch die Parameter der Volatilität und des Erwartungswertes erzeugt. Die folgende Tabelle zeigt dieses Parameterfeld.

	Sigma, Volatilität				
Erwartungswert	0	0,006	0,012	0,018	0,024
0,00012	Sim1	...	...	...	Sim5
0,00006	...	...	...	...	...
0	...	...	Sim13	...	...
-0,00006	...	...	...	...	...
-0,000120	Sim21	...	...	...	Sim25

Tabelle 38: Parameterfeld - EW, Sigma, Wechselkurs-Kennlinien

In der obigen Tabelle wird die Volatilität von einem Wert Null beginnend in vier Schritten auf 0,024 gesteigert. Zur Erinnerung: das analysierte ursprüngliche Sigma (vgl. 6.2.2) lag bei 0,00513796. Somit wird eine deutliche Steigerung der Volatilität bis zu einem Ausmaß des fast fünffachen ursprünglichen Wertes untersucht.

Widmet man sich dem Erwartungswert, so besaß der statistisch gefundene Wert eine Größe von -0,0000686549. Aus den obigen Werten liest man ab, dass jeweils eine spiegelseitige Verdopplung der Werte als Grundlage der Simulation dient. Der Parameter Nu (der Freiheitsgrad) bleibt in dieser Simulation unverändert bei einem Wert von 5,55193. Diese Beibehaltung des Parameters stellt keine bekannte Einschränkung dar.

An den jeweiligen Schnittpunkten der unterschiedlichen Werte des Sigmas und des Erwartungswertes ergeben sich nun in Summe fünfundzwanzig kombinierte Parameterpaare. Jede dieser Kombinationen repräsentiert die Parametergrundlage für *eine* spezielle Simulation. In Summe werden fünfundzwanzig unterschiedliche Simulationsergebnisse⁵⁹ ein Parameterfeld aufspannen, in denen die Kennzahlen DSCR, FOCF etc. dargestellt werden können und die Auswirkungen der unterschiedlichen Parameterveränderungen unmittelbar erkennbar sind. Mit Hilfe einer geeigneten 3D Darstellung können Trends und Verhalten dieser Einflüsse auf die Erfolgsgrößen und Potentiale des Unternehmens anschaulich präsentiert werden sowie ungünstige und günstige Parameterkonstellationen identifiziert werden.

Als Randbedingung der Simulation gilt ein konstanter EURIBOR von 0,9 USD je EUR bzw. konstante Dollar-Rohstoffkosten (vgl. 5.3.3). Natürlich variieren die Euro-Rohstoffkosten mit den veränderlichen Parametern des Wechselkurses und fließen so korrekterweise indirekt in die Performancegrößen der SPV mit ein.

Weiters ist es im Zuge des begrenzten Rahmens dieser Arbeit nicht möglich, zusätzlich verschiedene Absatzmarktszenarien darzulegen. Daher wird die Sensitivität, basierend auf einem 20% - 80% EUR-USD Ansatz, durchgeführt. Diese Wahl basiert auf der Tatsache, dass der Einfluss des Kurses in diesem Szenario sehr hoch ausfallen wird.

Begonnen wird mit der Darstellung des FOCFs, wobei die Werte auf der z-Achse den Mittelwert bzw. Erwartungswert wiedergeben. Man sieht sehr klar, dass aufgrund des fallenden bzw. steigenden USD/EUR Kurses der Mittelwert des FOCFs dieser Bewegungen gegenläufig mitgeht. Ein steigender Erwartungswert des Kurses bedeutet eine Verschlechterung der wirtschaftlichen Lage und mindert den FOCF. Weiters fällt auf, dass bei steigendem Sigma, also eine Erhöhung der Volatilität, der Mittelwert des FOCFs im Steigen ist. Der Einfluss des Sigmas erhöht sich mit sinkendem Erwartungswert des Wechselkurses zusehends. Desto weiter in der Zeit des operativen Betriebs vorangeschritten wird (FOCF Jahr 1 befindet sich ganz unten) desto höher und bedeutender wird der Einfluss der Parameter; vgl. FOCF Jahr fünfzehn (im Bild ganz oben).

⁵⁹ Aufgrund der äußerst rechenintensiven Simulationen wurde für jede einzelne der fünfundzwanzig Simulationen ein Stichprobenumfang von 5000 gewählt. Versuche mit höheren Werten lieferten keine aussagekräftigeren und wesentlich genaueren Aussagen. Somit stellt diese Wahl die Balance zwischen Aufwand und Nutzen dar.

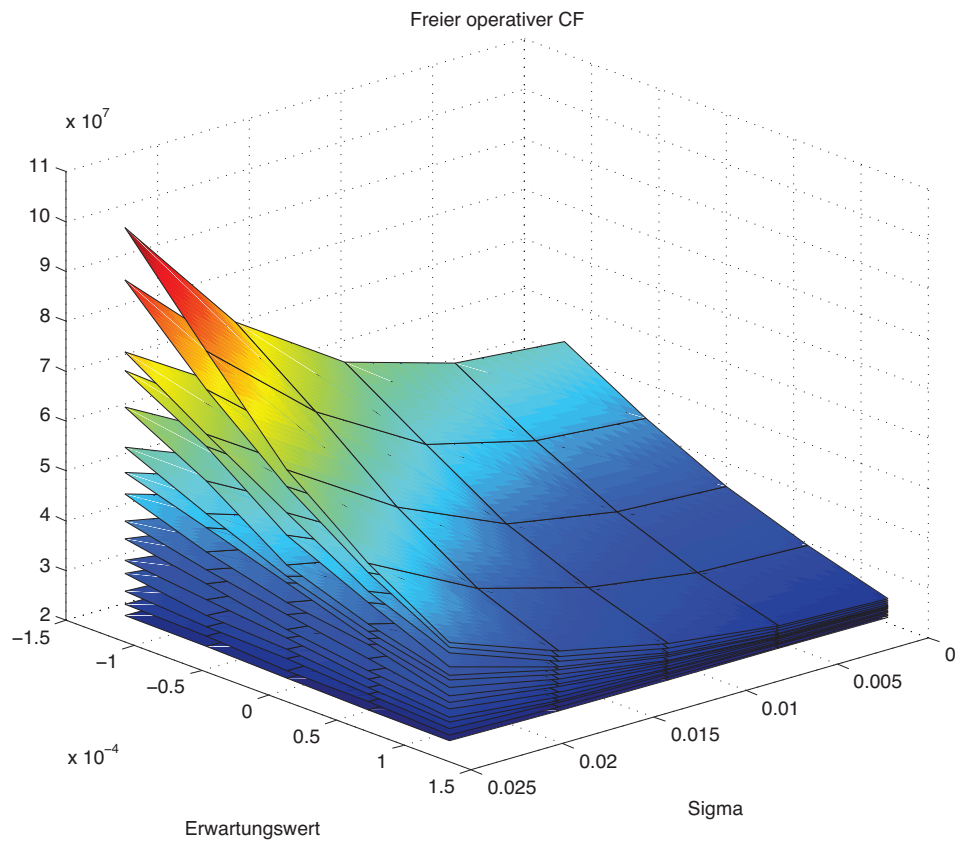
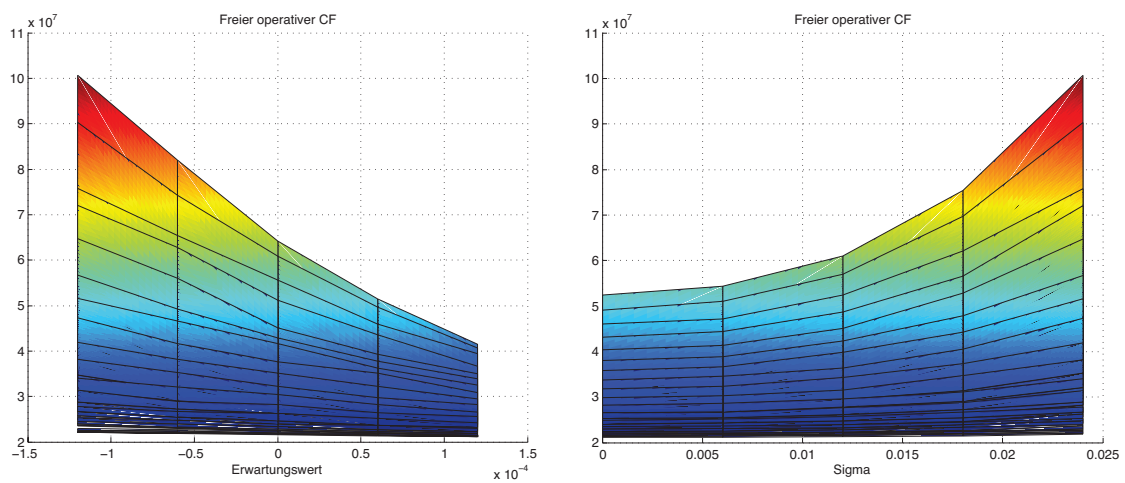


Abbildung 41: FOCF, EW, Sensitivität Wechselkurs 3D und 2D; Quelle: eigene Darstellung



Da der Mittelwert nur eine begrenzte Aussage in sich birgt, muss auf den VaR bzw. auf die entsprechende Quantile zurückgegriffen werden. Im Folgenden eine ähnliche Darstellung wie oben, jedoch mit der z-Achse als 25th Quantile des FOCFs.

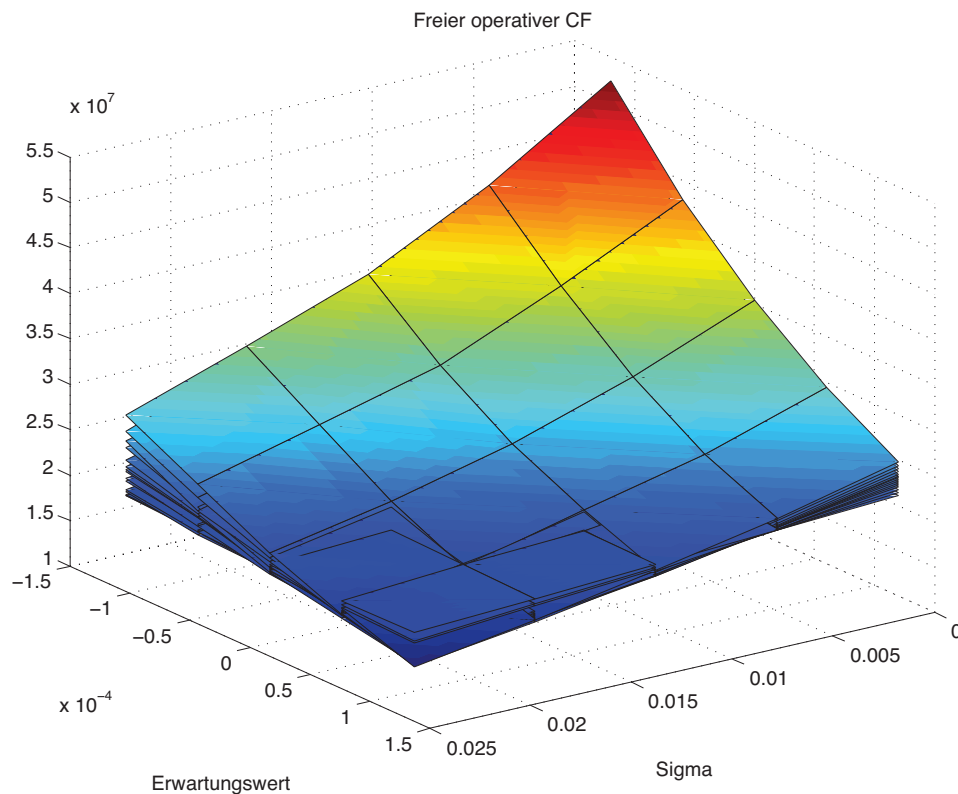


Abbildung 42: FOCF, 25th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D; Quelle: eigene Darstellung

Wie in der Abbildung zuvor, erkennt man, dass ein stark sinkender Wechselkurs sich sehr positiv auf den FOCF auswirkt. Klarerweise sinkt die 25th Quantile mit steigender Volatilität und bewirkt geringere Werte (Verbreiterung der Stichprobengesamtheit). Durch eine geringe Volatilität im System konzentriert sich die Stichprobe deutlich dichter um den Mittelwert und beschert dadurch höhere Werte für diese Quantile. D.h. zusammenfassend kann man sagen, dass eine geringe Volatilität mit sinkendem Kursverhalten optimale Inputparameter hinsichtlich des FOCFs darstellen. Gerade im Hinblick auf die Volatilität ist es umso wichtiger und von absoluter Notwendigkeit, *Hedging* Maßnahmen anzuwenden um genau diese Volatilität aus dem System zu nehmen.

Die kommende Abbildung zeigt das DSCR im Jahr acht mit der Darstellung der relevanten 10th Quantile. Dies bedeutet, dass ein Unterschreiten der Werte in 10% der Fälle statistisch geschehen wird (Raum unter der Fläche). Das Jahr acht stellt das schlechteste Jahr im Sinne der 10th Quantile dar und korrespondiert sehr gut mit den Werten, welche in Abbildung 30 zu sehen sind.

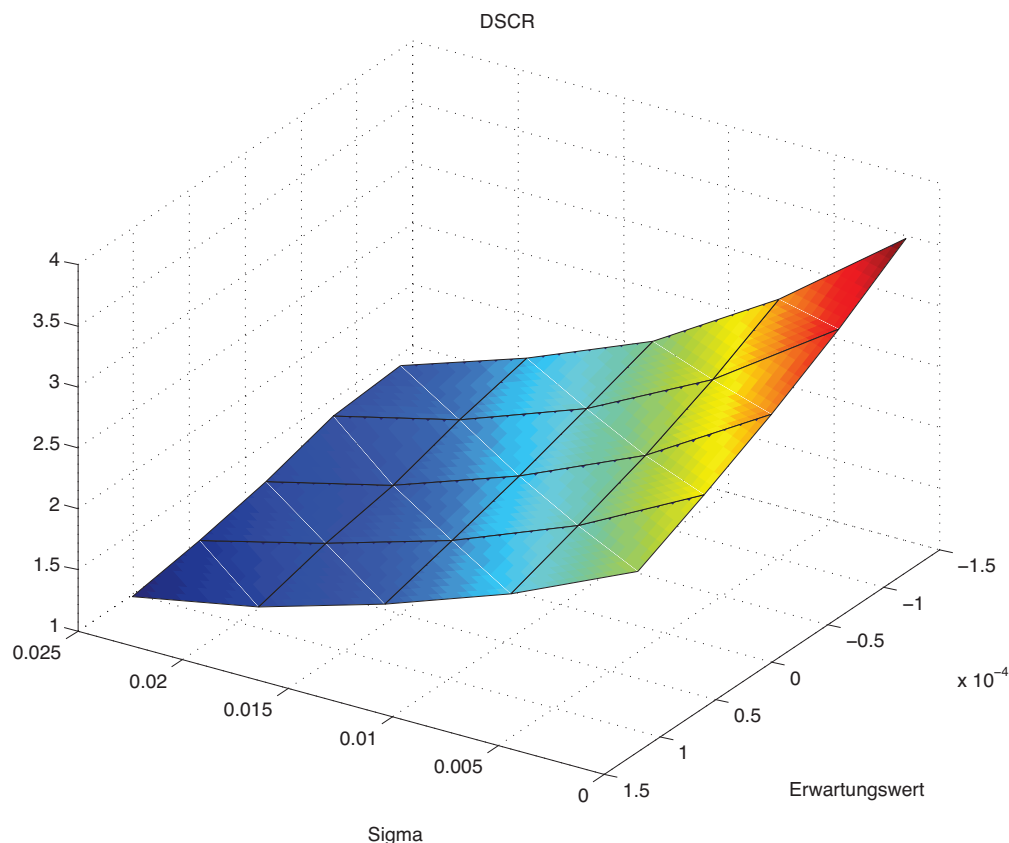


Abbildung 43: DSCR, 10th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D; Quelle: eigene Darstellung

Wiederum zeigt sich, dass mit sinkender Volatilität und sinkendem Kurs die DSCR-Werte stark im Steigen begriffen sind. Hierfür gelten die selbigen Gründe wie bereits beim FOCF. Alle restlichen nicht dargestellten Kurvenscharen liegen leicht bzw. deutlich oberhalb dieser DSCR Fläche.

Aus Umfangsgründen wird auf eine Darstellung des ICRs verzichtet und sogleich auf die Werte für NPV des Investors und des Sponsors übergeleitet.

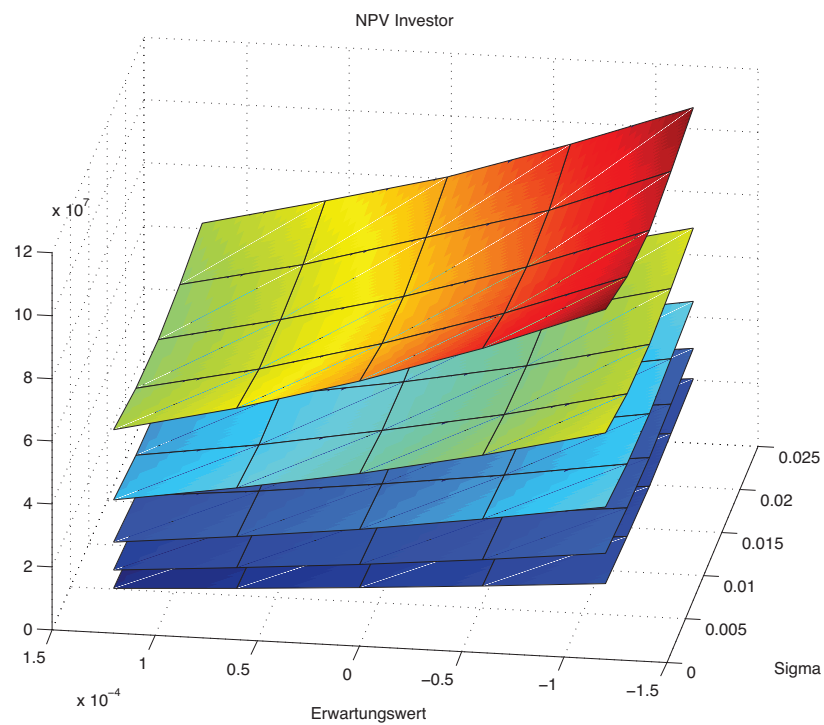
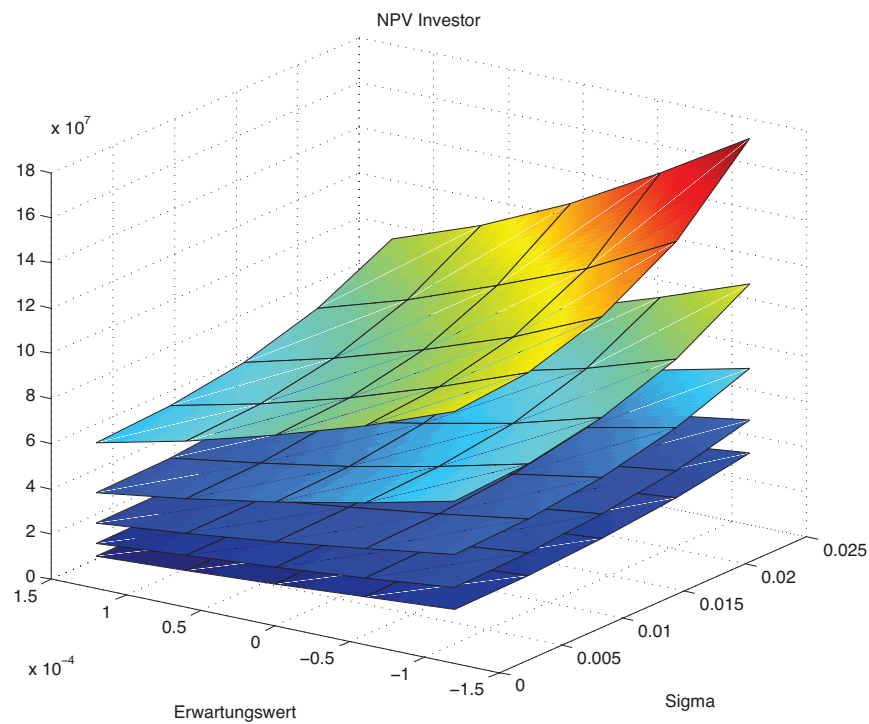


Abbildung 44: NVPs Investor, Mittelwert und 10th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D;
Quelle: eigene Darstellung

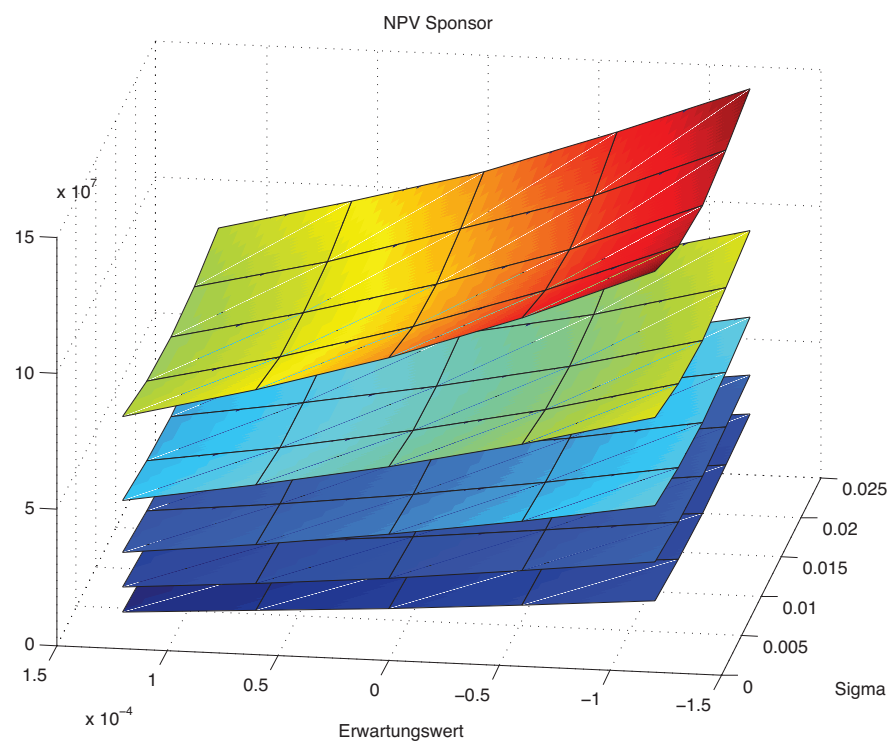
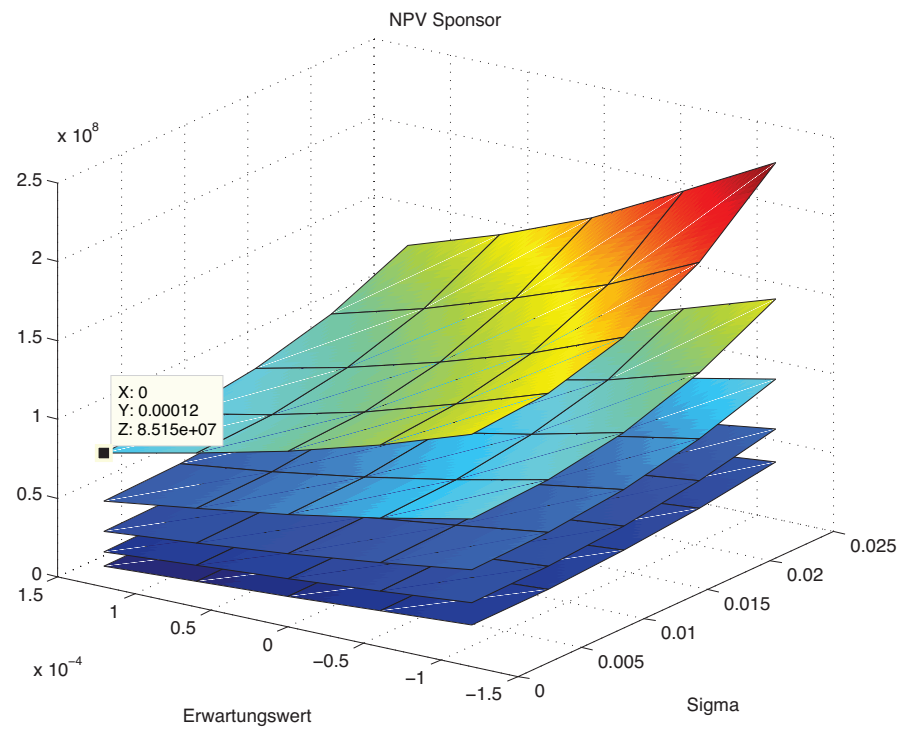


Abbildung 45: NPVs Sponsor, Mittelwert und 10th Quantile, Sensitivität Wechselkurs 3D;
Quelle: eigene Darstellung

Zu den Abbildungen der NPVs für Investor und Sponsor:

Ein Vergleich der beiden Grafiken der Mittelwerte für den NPV des Investors und des Sponsors zeigt klar, dass jene Werte für den Sponsor deutlich höher liegen als jene des Investors. Diese Tatsache resultiert in den Modellannahmen bzw. den Investverhältnissen und bestätigt jene Größenordnungen aus Kapitel 5.4. Die Beschriftung der z-Achse des NPV Sponsors zeigt eine hohe Skalierung, welche aber nicht fehlinterpretiert werden darf, da diese Spitzenwerte nur um die rote Ecke (rechts) des NPVs auftreten (hohes Sigma und stark sinkender Erwartungswert des Kurses); zur Verdeutlichung der Größenordnungen vergleiche die gelbe Box im Bild.

In diesen Abbildungen stellt die unterste Fläche jene dar, welche aus einem WACC von 25% gewonnen wurde. Konsequenterweise repräsentiert die oberste Fläche jene für einen WACC von 5%, also dem Niedrigsten hinsichtlich der Modellannahme. Man erkennt sehr deutlich den sehr starken Zusammenhang und den Einfluss der Kapitalkosten auf den NPV des Investors sowie des Sponsors. Interessant ist auch die Tatsache, dass mit einem sinkenden WACC (25% nach 5%) die Steigung der NPV Linie entlang des veränderlichen Erwartungswertes beträchtlich zunimmt. Dies beobachtet man sowohl beim FOCF sowie beim NPV der Mittelwerte und der 10th Quantile. Dieses Phänomen ist beim NPV der Methode der Abzinsung geschuldet, welche in diesem Fall für niedrigere WACC Werte überproportional höhere NPV Werte generiert.

Widmet man sich den Quantilen, so verhalten sich die Flächen in Bezug auf ein Sinken des Kurses, wie erwartet, mit einem steigenden Verhalten. Interessant jedoch ist, dass sich die Flächen der Quantilen prinzipiell unbeeindruckt und eher gering beeinflusst von einer Veränderung der Volatilität zeigen; es bilden sich nahezu gerade Linien bzw. leicht nach oben gekrümmte Flächen, welche einem fast horizontalen Verlauf entlang der veränderlichen Volatilität folgen. Einige nicht dargestellte Simulationsversuche zeigten, dass je höhere Werte der WACC annimmt, desto gradliniger wird dieser Verlauf; in umgekehrter Richtung verhielten sich die Flächen genau invers. Wiederum lässt sich dieses Verhalten auf die Diskontierung bzw. Abzinsung und Methode der Aggregation zurückführen.

6.6.9 SIM #9 Parametervariation – Sensitivität Rohstoffe

Die kommende Simulation basiert auf der selben Methodik wie jener zuvor. Gleichfalls wird eine Parametervariation stattfinden, welche die Verteilungsparameter der einzelnen Rohstoffe kombiniert. Hierbei gilt jedoch eine Einschränkung bzw. musste eine Methode gefunden werden, die es erlaubt, alle vier Rohstoffe simultan zu variieren.

Zur Erinnerung die Verteilungsparameter der einzelnen Rohstoffe:

	Aluminium	Kupfer	Gummi	Gas
EW	0,00322864	0,00807465	0,00477093	0,00605826
Sigma	0,04117510	0,04701640	0,05825940	0,12906900
Nu	6,16921000	3,27239000	4,31424000	7,73395000

Die angesprochene Methode legt zugrunde, dass für jeden Rohstoff ein maximaler Erwartungswert und ein maximales Sigma von 100% festgelegt wird. Diese Werte findet man in der u.a. Tabelle sowie auch deren Unterteilungen in der Form, dass eine fünf mal fünf Matrix entsteht bzw. sich in Summe fünfundzwanzig Simulationen konstruieren lassen. Hierbei ist zu beachten, dass die Wahl der maximalen Erwartungswerte im Schnitt rund 15% über den analytisch gefundenen Werten liegt. Aufgrund der Ergebnisse aus vorigen Simulationen wurde davon abgesehen, die Erwartungswerte und in weiterer Folge die Rohstoffkosten noch weiter in die Höhe zu treiben; der gleichen Vorgehensweise unterliegt auch das Sigma. Wiederum bleiben die Freiheitsgrade Nu unverändert, was keine bekannte Einschränkung darstellt.

Die folgende Tabelle zeigt diese Werte.

	Aluminium	Kupfer	Gummi	Gas	
EW 100%	0,005	0,010	0,070	0,080	
Sigma 100%	0,060	0,070	0,090	0,160	
Sigma 0%	0	0	0	0	1
Sigma 25 %	0,0150	0,0175	0,0225	0,0400	2
Sigma 50%	0,0300	0,0350	0,0450	0,0800	3
Sigma 75%	0,0450	0,0525	0,0675	0,1200	4
Sigma 100%	0,06	0,07	0,09	0,16	5
EW -100%	-0,0050	-0,0100	-0,0070	-0,0080	1
EW -50%	-0,0025	-0,0050	-0,0035	-0,0040	2
EW 0%	0	0	0	0	3
EW 50%	0,0025	0,0050	0,0035	0,0040	4
EW 100%	0,0050	0,0100	0,0070	0,0080	5

Tabelle 39: Parameterwerte EW, Sigma, Rohstoff-Kennlinien

Somit ergeben sich die folgenden fünfundzwanzig Simulation mit den unterschiedlichen Parametern der einzelnen Rohstoffe:

	Erwartungswert				Sigma			
	Alu	Kupfer	Gummi	Gas	Alu	Kupfer	Gummi	Gas
1	0,0050	0,0100	0,0070	0,0080	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2	0,0050	0,0100	0,0070	0,0080	0,01500	0,01750	0,02250	0,04000
3	0,0050	0,0100	0,0070	0,0080	0,03000	0,03500	0,04500	0,08000
4	0,0050	0,0100	0,0070	0,0080	0,04500	0,05250	0,06750	0,12000
5	0,0050	0,0100	0,0070	0,0080	0,06000	0,07000	0,09000	0,16000
6	0,0025	0,0050	0,0035	0,0040	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
7	0,0025	0,0050	0,0035	0,0040	0,01500	0,01750	0,02250	0,04000
8	0,0025	0,0050	0,0035	0,0040	0,03000	0,03500	0,04500	0,08000
9	0,0025	0,0050	0,0035	0,0040	0,04500	0,05250	0,06750	0,12000
10	0,0025	0,0050	0,0035	0,0040	0,06000	0,07000	0,09000	0,16000
11	0	0	0	0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
12	0	0	0	0	0,01500	0,01750	0,02250	0,04000
13	0	0	0	0	0,03000	0,03500	0,04500	0,08000
14	0	0	0	0	0,04500	0,05250	0,06750	0,12000
15	0	0	0	0	0,06000	0,07000	0,09000	0,16000
16	-0,0025	-0,0050	-0,0035	-0,0040	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
17	-0,0025	-0,0050	-0,0035	-0,0040	0,01500	0,01750	0,02250	0,04000
18	-0,0025	-0,0050	-0,0035	-0,0040	0,03000	0,03500	0,04500	0,08000
19	-0,0025	-0,0050	-0,0035	-0,0040	0,04500	0,05250	0,06750	0,12000
20	-0,0025	-0,0050	-0,0035	-0,0040	0,06000	0,07000	0,09000	0,16000
21	-0,0050	-0,0100	-0,0070	-0,0080	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
22	-0,0050	-0,0100	-0,0070	-0,0080	0,01500	0,01750	0,02250	0,04000
23	-0,0050	-0,0100	-0,0070	-0,0080	0,03000	0,03500	0,04500	0,08000
24	-0,0050	-0,0100	-0,0070	-0,0080	0,04500	0,05250	0,06750	0,12000
25	-0,0050	-0,0100	-0,0070	-0,0080	0,06000	0,07000	0,09000	0,16000

Tabelle 40: Kennflächenparameter der Rohstoffe der einzelnen Simulationen

Eine geringe Einschränkung bzw. ein Nachteil dieser Methode ist die Tatsache, dass die Veränderung der Achsen (Erwartungswert und Sigma) im gleichen Maß geschieht. Es ist in diesem Fall nicht möglich, beispielsweise den Erwartungswert des Aluminiums bei 50% anzusetzen und gleichzeitig beispielsweise den Kupferwert bei 100%. Dies ist der Herangehensweise geschuldet, welche es erfordert, auf der Achse des Erwartungswertes die aggregierte bzw. bereits kombinierte Form dieser Werte aufzutragen.

Die Durchführung der Simulationen erfolgte, wie in den vorigen o.a. Simulationen auch, mit einem Wechselkurs von 0,9 USD/EUR und einem konstanten EURIBOR von 2,4% p.a.

In Abschnitt 6.6.6 wurde gezeigt, dass die Rohstoffkosten einen nicht unerheblichen Einfluss auf den FOCF, DSCR sowie alle anderen relevanten Performancegrößen besitzt. In den kommenden Abbildungen und Darstellungen wird sich diese bekannte Vermutung in dreidimensionaler Form bestätigen, parametrisiert durch die veränderlichen Werte (Sigma und Erwartungswert) der Verteilungsfunktion.

In der oberen Darstellung von Abbildung 46 ist der Mittelwert des FOCFs für alle fünfzehn Jahre des operativen Betriebs dargestellt. Eher unbeeindruckt vom Einfluss der Volatilität ist die Sensitivität hinsichtlich des Erwartungswertes der kombinierten Rohstoffe überdurchschnittlich ausgeprägt. Die Bandbreite in Jahr fünfzehn (unterste Fläche) erstreckt sich von rund €52Mio. (bei -100%) bis hin zu einem FOCF von knapp -€30Mio. (bei +100%).

Bei der 25th Quantile zeigt sich die positive z-Achse in etwa der gleichen Größenordnung, wenngleich die negative Seite deutlicher ins Minus rutscht und einen Extremwert von ca. -€52Mio. annimmt. Wie auch schon zuvor angemerkt, stellt die 25th Quantile eine durchaus geeignete Wahl dar, obwohl die Entscheidungsgrundlage nicht alleinig beim FOCF liegt bzw. eine Beurteilung über die 10th Quantile eine zu strenge Sichtweise ist.

Ebenfalls eingezeichnet ist die Nullfläche, mit deren Hilfe man leicht erkennt, in welchem Bereich der Parameterpaarungen äußerst kritische Kombinationen auftreten. Klarerweise sind Werte unterhalb dieser Linie, bei alleiniger Betrachtung des FOCF, Tabu bzw. muss der FOCFs ja einen Mindestwert annehmen, um die Tilgungen, Zinsen und die Sphären des Investors und Sponsors zu bedienen.

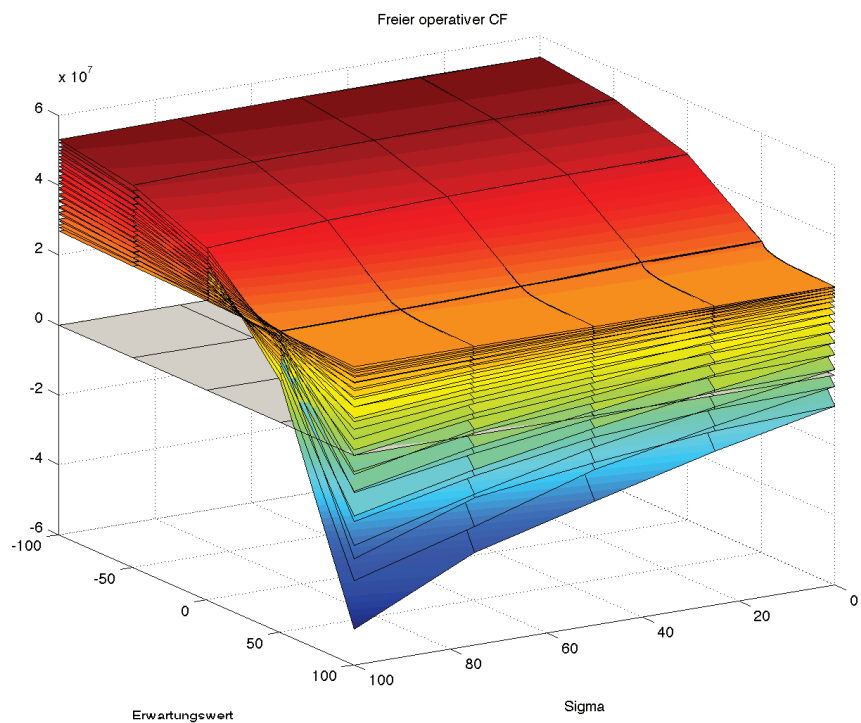
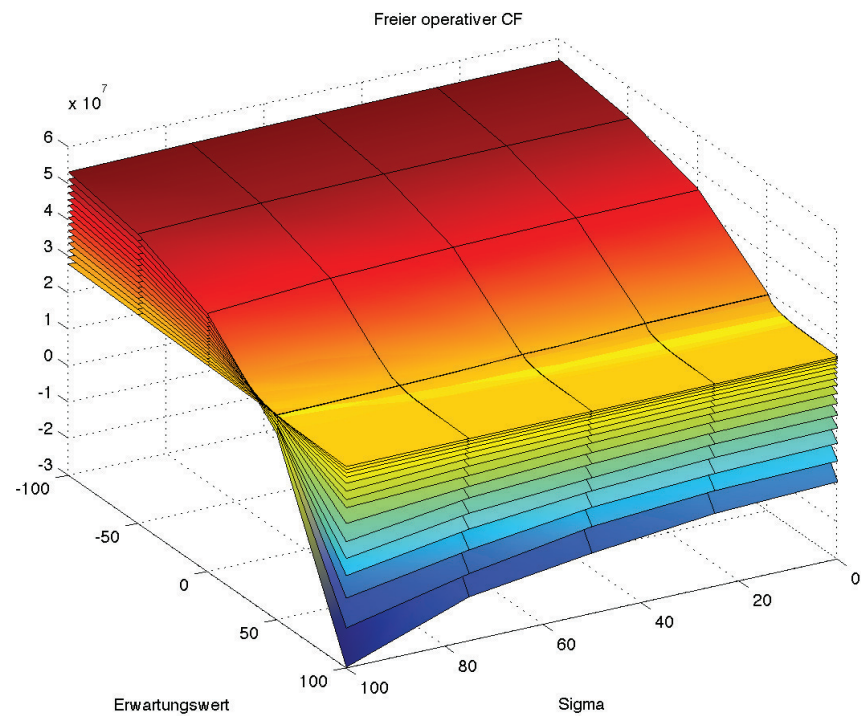


Abbildung 46: FOCF, EW und 25th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung

Ähnlich wie beim FOCF präsentieren sich die zehn unterschiedlichen Kennflächen des DSCR. Hierbei stellen die roten Flächen (oben) jene aus den ersten Jahren und die gelben bzw. blau gefärbten jene für die höheren Jahre dar (unten). In grauer Farbe eingeschrieben ist die Marke mit dem Wert von $DSCR=1,5$. Diese Fläche bietet einen vergleichbaren Anhaltspunkt über die gefährlichen Parameterkombinationen hinsichtlich der DSCR Kennflächen (vgl. Bild oben rechts - Blickwinkel von unten – Schnittpunkt der Fläche mit dem DSCR Feld des Jahres fünfzehn). Der Einfluss der Volatilität in den ersten Jahren eher marginal mit zunehmendem Zeitverlauf jedoch deutlich stärker; vgl. Jahr sechs bis zehn.

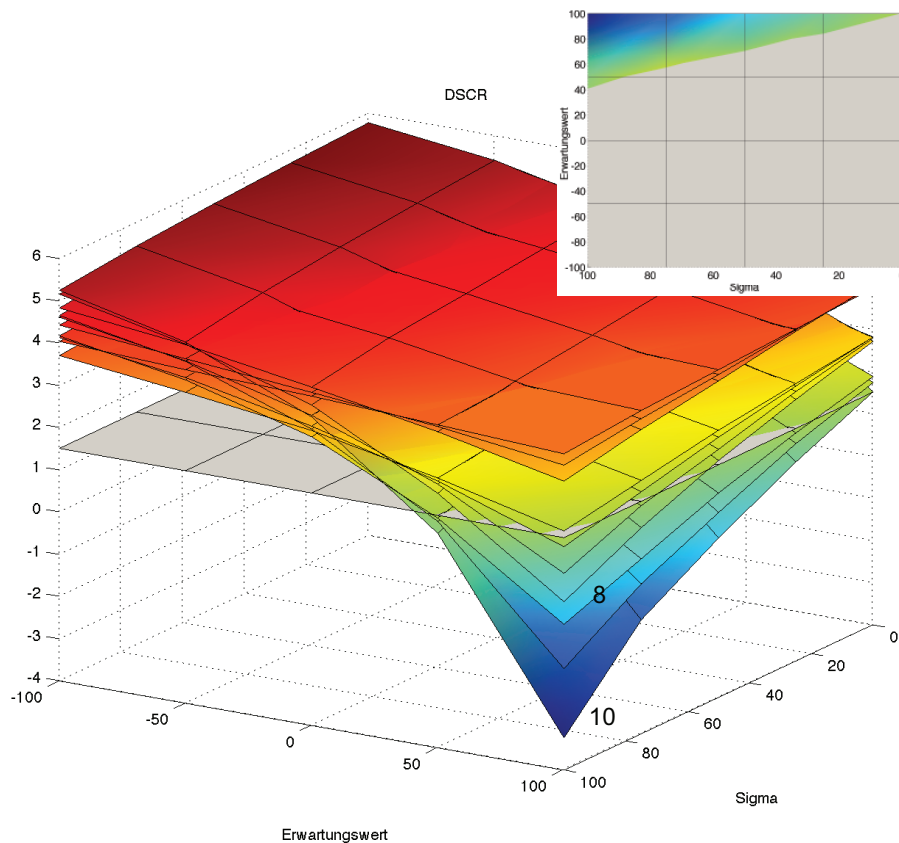


Abbildung 47: DSCR, 10th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung

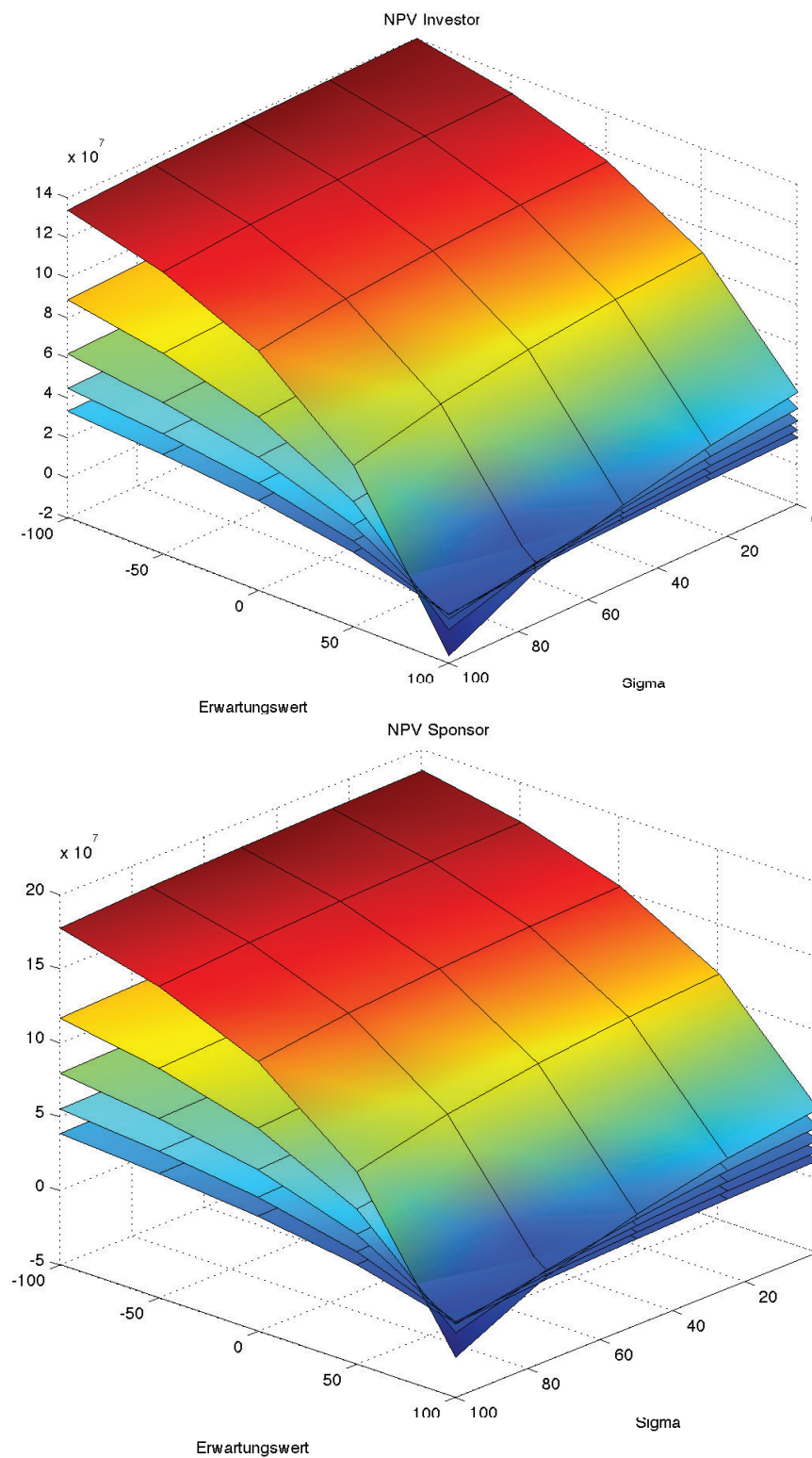


Abbildung 48: NPVs Investor/Sponsor, 10th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D;
Quelle: eigene Darstellung

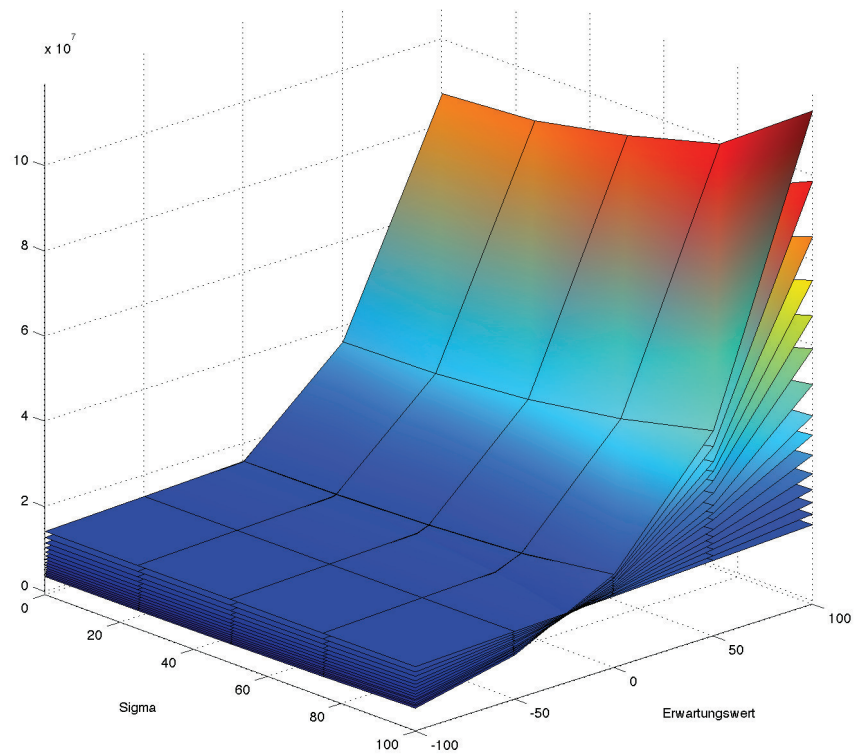


Abbildung 49: Rohstoffkosten, EW über fünfzehn Jahre; Quelle: eigene Darstellung

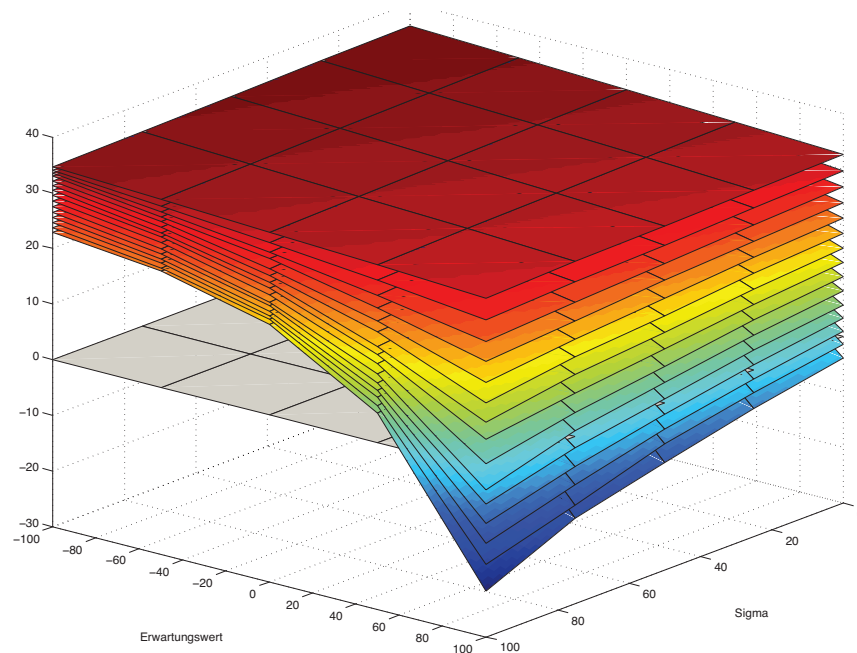


Abbildung 50: ROIA, 25th Quantile, Sensitivität Rohstoffe 3D; Quelle: eigene Darstellung

Zu den Abbildungen des NPV Investors, NPV Sponsors, der Rohstoffkosten und jenen des RIOAs.

Klar zu erkennen ist der Unterschied zwischen den Wertaussparungen des Investors und des Sponsors; diese Tatsache fand sich auch in den vorangegangenen Abbildungen und spiegelt die Annahmen und Umstände des statischen Modells wider. Ebenfalls schön zu erkennen sind die verschiedenen Kennflächen hinsichtlich der unterschiedlichen WACCs, beginnend von oben mit dem geringsten Wert von 5% (oberste Fläche) und nach unten steigend bis zu einem Wert von 25% (unterste Fläche). Die Kennflächen zu den Werten von 20 und 25% liegen gefährlich nahe der Nullfläche und bieten keinen ausreichend großen Abstand zu dieser. Wieder fiel die bewährte Wahl auf die 10th Quantile, welche angesichts der Wichtigkeit hinsichtlich der Entscheidungsfindung gerechtfertigt ist. Eher schwierig zu erkennen, wenn doch vorhanden, die negativen NPV Werte in beiden Fällen nahe der positiven Extremwerte von Sigma und des Erwartungswertes. Der verbotene Bereich in Bezug auf die Parameterpaarungen liegt in beiden Fällen bei einem Erwartungswert von ca. > 50% und einem Sigma von > 75%.

Die Rohstoffkosten in Abbildung 49 präsentieren sich in gewohnter Natur. Die dargestellten Mittelwerte schießen mit steigendem Erwartungswert enorm in Richtung zunehmender Werte.

Die gezeigte Kennflächenschar in Abbildung 50 vermittelt eine vergleichbare Darstellung wie jene der DSCR Flächen zuvor. Man erkennt den durchgreifenden Charakter der Streuung im Verlauf der Zeit anhand der Blaufärbungen der Flächen (untere Flächen). Die Sensitivität hinsichtlich steigender Erwartungswerte der kombinierten Rohstoffe folgt dem gewohnten Verlauf ins Negative. Betrachtet man jene Werte unterhalb der Nullfläche, so liefert die moderate Wahl der 25th Quantile bereits erschreckend negative ROIA Werte im Bereich von bis zu rund minus 23. Eine restriktivere Wahl, beispielsweise der 10th Quantile, würde diese Werte in Richtung minus 35 bis 40 bewegen.

7 Zusammenfassung der Arbeit

Die Herangehensweise, ein statisches Modell zu erstellen und auf Basis dessen ein dynamisches aufzusetzen, hat sich durchaus als eine praktikable Methode für eine Untersuchung erwiesen. Zum einen muss man sich im statischen Modell im Detail darüber klar werden, welche Elemente in der Projektfinanzierung zu berücksichtigen sind und so ist es unwahrscheinlich, wichtige und relevante Aspekte im dynamischen Modell und in weiterer Folge in den durchgeführten Simulationen zu vergessen.

Weiters eignet sich das statische Modell hervorragend dafür, verschiedenste Szenarien durchzuspielen und Effekte bzw. Einflüsse auszuprobieren. Das statische Modell sollte auf jeden Fall als ein begleitendes Werkzeug bei einer Projektfinanzierung geführt werden. Dies hat den Vorteil, dass die aktuelle Situation im Modell abgebildet werden kann, das Modell eventuell verbessert und Unzulänglichkeiten ausgemerzt werden können und ein ständiges Abbild der Realität permanent vorhanden ist. Ebenfalls ist es durchaus legitim und auch ratsam, das statische Modell für Vorhersagen des kommenden Jahres der SPV heranzuziehen. Unter anderem können wertvolle Stresstests und überspitzte Ereignisanalysen mit dem Modell erstellt und bewertet werden.

Nicht mächtig genug und in dieser Form und Gestalt nicht einsetzbar ist das statische Modell für eine langfristige Planung. Zu viele unsichere Elemente können in diesem Faktormodell schlicht nicht einbezogen werden und verlangen einerseits nach einer Eliminierung der Unsicherheiten bzw. nach einem dynamischen Modell, in welchem eine Berücksichtigung und adäquate Behandlung der Unsicherheiten vorgenommen werden kann.

- Das dynamische Modell mit dem stochastischen Simulationskern der Monte Carlo Methode bewies eindeutig und unmissverständlich, dass dieses Werkzeug der richtige Weg ist um eine Abbildung der Unsicherheiten in einem mathematischen Modell zu gewährleisten. Die beiden gebräuchlichen Methoden, einerseits die statische Planung und andererseits die stochastische Simulation zusammenzuführen, zeigt sich bei der *Off-Balance-Sheet*-Projektfinanzierung als ein nützlicher Weg der Planung, Entscheidung und Verfolgung der Performance der Zweckgesellschaft. Natürlich ist die Erarbeitung dieses Modells mit intensiver Arbeit zu begegnen, jedoch wird das Ergebnis bei entsprechend feiner Modellbildung qualitativ hochwertig sein. Die Auswertung der Verteilungen als Ergebnis des dynamischen Modells ist durchaus mit den gängigen Methoden des VaRs und des NPVs möglich, wenn nicht sogar unbedingt notwendig. Bisher ist keine andere Methode

bekannt, um Finanzierungen und Investitionen zu bewerten und das Risiko von Positionen in Zahlen zu fassen. Vor allem der VaR mit Quantilen um 10% stellt eine hervorragende Möglichkeit dar, um die Schuld- und Zinsdeckungskraft zu beurteilen. Diese Möglichkeit der Bewertung eröffnet der kapitalgebenden Bank bessere, fundiertere und vor allem sichere Maßstäbe der Bewertung. Auch beim NPV liefert die 10th Quantile ausgezeichnete Resultate, wie dies in den Parametervariationen zu sehen war. Bewegen sich aber die Werte der Quantile sehr nahe bei der entscheidenden Nullfläche, so genügen bereits kleinste Störungen im System bzw. Modell und die NPV-10th-Quantilen-Werte sausen ins Negative weg.

- Wie zuvor schon angemerkt, ist eine langfristige Planung und Entscheidungsgrundlage nicht auf einem statischen Modell aufzubauen. Die Unfähigkeit des Modells Unsicherheiten abzubilden, schlägt diese Methode eindeutig auf den zweiten Platz. Einen sinnvollen und seriösen Einsatz eines rein statischen Modells gibt es dennoch, vorausgesetzt Verträge mit Lieferanten und Abnehmern können so gestaltet werden, dass sie die Möglichkeit einer Veränderung nahezu eliminieren. Solche Bemühungen und Anstrengungen passieren z.B. im Kraftwerksbau, wo langfristige Zu- und Abnahmeverträge ausverhandelt werden. Eine Planung mit Hilfe eines statischen Modells ist daher nur naheliegend.
- Das Problem der Langfristigkeit der Planung stellt wohl das größte Problem bzw. die schwerste Unwägbarkeit der Projektfinanzierung dar. Eine langfristige Planung mit dem statischen Modell, bei nahezu keiner Unsicherheit, wirft keinerlei Probleme auf. Die lange operative Laufzeit verbunden mit der unsicheren Entwicklung der Eingangsgrößen sind schwer fassbare Umstände. Die Langfristigkeit bringt folgende Hauptprobleme mit sich: 1). die Modellierung bzw. Annahme der Entwicklungen der Unsicherheiten 2). die betrachtete Historie bzw. der Zeithorizont dieser Unsicherheiten 3). die Messung des Risikos der Erfolgsgrößen und der Kennzahlen sowie 4). die Verringerung der Ausprägung der Unsicherheiten. Die in Abschnitt 6.2 detailliert untersuchten Punkte 1). und 2). lassen die Zusammenfassung zu, dass bei einer langfristigen Planung von fünfzehn Jahren die getroffene Annahme, eine Datengrundlage der vergangenen fünfzehn Jahre zu verwenden, durchaus sinnvoll ist. Liegen die Ergebnisse der Simulation vor, so ist man unmittelbar mit der Frage konfrontiert, welches Maß legt man der Bewertung zugrunde, um eine vernünftige Aussage hinsichtlich des Risikos zu bekommen. Es wurde in der Arbeit, vor allem beim DSRC und bei den NPVs gezeigt, dass hier die 10th Quantile bzw. der VaR mit 10% eine gute und legitime Wahl ist; Werte darunter oder womöglich im Bereich von 1% machen bei der Projektfinan-

zierung keinerlei Sinn und sei den Banken mit ihren relativ kurzen Bewertungszeiträumen überlassen.

Schlussendlich liegt aber die konkrete Wahl jeglicher VaRs oder das Maß einer Quantile bei der Risikofreudigkeit bzw. Aversion des Betroffenen. In Abschnitt 6.6.7 Seite 119 wurden Möglichkeiten zur Minderung der Unsicherheiten mittels des *Hedgings*, ohne diese weiter zu vertiefen, gestreift. Der konkrete Einfluss und die Einarbeitung von *Hedging*-Methoden hätten bei weitem den Rahmen dieser Arbeit gesprengt und sei den eifrigen Kollegen aus nachkommenden Lehrgängen überlassen.

- Eine Möglichkeit besteht aber darin, den langfristigen Planungszeitraum von fünfzehn Jahren in Tranchen zu unterteilen. Beispielsweise können die ersten drei Jahre mit jenen am Markt verfügbaren *Hedging*-Instrumenten besichert werden. Hinsichtlich der weiteren Jahre, vier bis einschließlich sechs, werden fundierte Annahmen bezüglich der *Hedging*-Instrumente getroffen werden, basierend auf den vorhandenen aktuellen Instrumenten. Somit wäre es in der stochastischen Planung möglich, zumindest für die ersten sechs Jahre eine mögliche Absicherung zu schaffen, mit welcher durchaus gut und realistisch geplant werden kann. Ob eine Investition bzw. eine Finanzierung stattfinden wird, lässt sich mit dieser halbgesicherten Strategie seriös und fundiert beantworten. Man muss sich im Klaren sein, dass der Markt auf diesem Gebiet schlicht nicht mehr zu bieten hat, denn die meisten frei verfügbaren Sicherungsinstrumente verfügen über einen maximalen Zeitraum von fünf Jahren, meist sogar weniger.
- Die Frage nach den größten Chancen bzw. Risiken bei der Projektfinanzierung lässt sich klar und eindeutig beantworten: Es sind die Rohstoffe, gefolgt vom Wechselkurs und sehr viel weiter im Hintergrund der EURIBOR. Warum die Rohstoffe? Die Beantwortung dieser Frage findet sich zum einen im statischen Modell und andererseits in der modellierten Verteilung des dynamischen. Im statischen Modell der Ergebnisrechnung (vgl. 5.3.5) sind zwar die Rohstoffkosten über die operative Laufzeit als konstant angenommen, jedoch machen diese beispielsweise im ersten Jahr rund 30% des gesamten Umsatzes aus. Dieser Umstand, verbunden mit dem stark steigenden Erwartungswert der Verteilung im dynamischen Modell, resultiert in diesem starken Durchgriff der Rohstoffkosten. Absichernde Maßnahmen sind obligatorisch und absolut notwendig. In diesem Fall kann man aus heutiger Sicht leider nur von einem Risiko (also steigenden Preisen) sprechen, da Chancen durch sinkende Kurse aus heutiger Sicht nicht absehbar sind.

8 Literaturverzeichnis

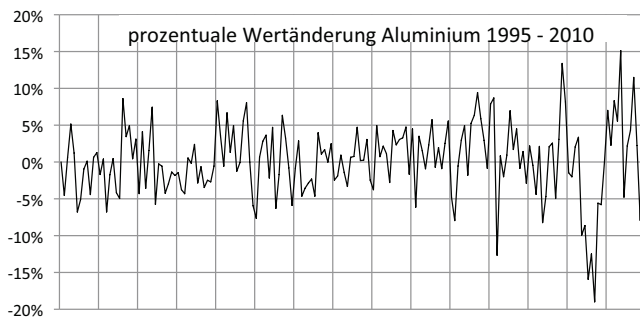
- J.P. Morgen. *Risk Metrics*. von <http://www.riskmetrics.com/>
- ÖKB. *Projektfinanzierung mit der ÖKB*. Österreich: ÖKB.
- Beuchner, O. (2007). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik mit MATLAB*. Karlsruhe: Springer.
- Brünger, C. (2009). *Erfolgreiches Risikomanagement mit COSO ERM*. Berlin: S+W Consulting / Erich Schmidt Verlag.
- Deutsche Bank. (2001). *Monatsbericht 2001, Die neue Basler Eigenkapitalvereinbarung (Basel II)*.
- Deutsche Gesellschaft für Risikomanagement. (2008). *Risikoaggregation in der Praxis*. Frankfurt: Deutsche Gesellschaft für Risikomanagement.
- Dr. Peter Hager, D. W., & Hager, P. (2004). Was ist der "Cash Flow at Risk". *Risknews* , 3, 40-41.
- Eisele, B. (2004). *Value at Risk basiertes Risikomanagement in Banken*. Frankfurt am Main: Gabler Edition Wissenschaft.
- Finnerty, J. D. (2007). *Project Financing, Asset-Based Financial Engineering, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- Gatti, S. (2008). *Project Finance in Theory and Practice; Designing, Structuring and Financing Private and Public Projects*. Academic Press Advanced Finance Series.
- Gleißner, W. (2004). Auf nach Monte Carlo, Simulationsverfahren zur Risiko-Aggregation. *Risknews* , 1, 31-37.
- Gleißner, W. (2006). *Einfach Lernen! Risikomanagement*. Leinfelden-Echterdingen: Dr. Werner Gleißner und Thomas Berger & Ventus Publishing ApS.
- Gleißner, W. (2008). *Grundlagen des Risikomanagement im Unternehmen*. München: Vahlen Verlag.
- Hager, P. (2004). *Das Varianz-Kovarianz Modell*. von RiskNet: https://www.risknet.de/fileadmin/template.../VaR-Verfahren_RiskNET.pdf
- Hager, P. (2004). *Historische Simulation*. von RiskNet: https://www.risknet.de/fileadmin/template.../VaR-Verfahren_RiskNET.pdf

- Hager, P. (2004). *Monte Carlo Simulation*. von RiskNet:
https://www.risknet.de/fileadmin/template.../VaR-Verfahren_RiskNET.pdf
- Hager, P. *Risk Management*. von www.riskwiki.de
- Hager, P. (2004). Steuerung finanzieller Risiken im Unternehmen (Textpassage). In *Corporate Risk Management - Value at Risk und Cash Flow at Risk*. Frankfurt: Bankakademie-Verlag GmbH.
- Harper, D. (n.d.). *Three approaches to VaR*. von youtube:
<http://www.youtube.com/watch?v=L2xzlvhkagk>
- Heilfort, T. (1996). *Zur betriebswirtschaftlichen Analyse von Projektentwicklung und -finanzierung im Auslandsbau*. Freiberg: www.heilfort.de.
- Hull, J. C. (2008). *Options, Futures, and Other Derivatives*. Toronto: Prentice Hall.
- Microsoft Cooperation. (n.d.). *Introduction to Monte Carlo Simulation*. von <http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/introduction-to-monte-carlo-simulation-HA010282777.aspx?CTT=1>
- Narasimhan, B. (1996). *Student's T Distribution*. von <http://www-stat.stanford.edu/~naras/jsm/TDensity/TDensity.html>
- Poulter, S. R. (1998). *Monte Carlo Simulation in Environmental Risk Management*. Utha: 9. Risk: Health, Safety & Environment 7.
- Rau-Bredow, H. (2001). *Überwachung von Marktpreisrisiken durch Value at Risk*. Institut für Bank- und Kreditwirtschaft. Würzburg: Institut für Bank- und Kreditwirtschaft.
- Rauh, S., Berenz, S., & Heißengruber, A. (2007). *Abschätzung des unternehmerischen Risikos beim Betrieb einer Biogasanlage mit der Hilfe der Monte Carlo-Methode*. Institut of Agricultural Economics and Farm Management - TU München.
- Risk Assesment Forum; DC, U.S. Environmental Protection Agency Washington. (1997). *Guiding Principles for Monte Carlo Analysis*. Washington.
- Risk Metrics Group. (1999). *Corporate Metrics, The Benchmark for Corporate Risk Management*. von www.riskmetrics.com

- Schmeisser, W. (2010). *Corporate Finance und Risk Management*. Berlin und Nürnberg: Oldenburg.
- Sigmon, K. (1989 - 1993). *Matlab Primer 3rd Edition*. Florida: Department of Mathematics - University of Florida.
- Vertex42. *Monte Carlo Simulation Basics*. von <http://www.vertex42.com/ExcelArticles/mc/MonteCarloSimulation.html>
- Volksbank Gruppe AG / Invest Kredit. (2008). *Projektfinanzierungen - innovative Strukturen und bewährte Modelle*. Folder, Wien.
- Wiedemann, A. (2004). Der Blick über die Grenzen lohnt sich, Management von Währungsrisiken bei unsichern Cash Flows. *Risknews* , 5.
- Wiedemann, A. *Messung von Zinsrisiken mit dem Value at Risk-Konzept*. Zinsrisiko.de. Siegen: www.zinsrisiko.de.
- Wiedemann, A., & Hager, P. (2003). *Messung finanzieller Risiken mit dem Cash-Flow-at-Risk-/Earnings-at-Risk-Verfahren*.
- Wiedemann, A., & Hager, P. (2004). Verbesserte Kreditentscheidungen durch zukunftsgerichtete Liquiditätssimulation. *Wissenschaft und Praxis* , 4, 48-52.
- Wiehle, U., Deter, H., Diegelmann, M., Schömig, P. N., & Rolf, M. (2008). *100 Finanzkennzahlen*. Wiesbaden: Cosmetics.
- Wikipedia. (2010). *Wikipedia*. abgerufen 2010 im Juni von http://de.wikipedia.org/wiki/Studentsche_t-Verteilung

9 Anhang

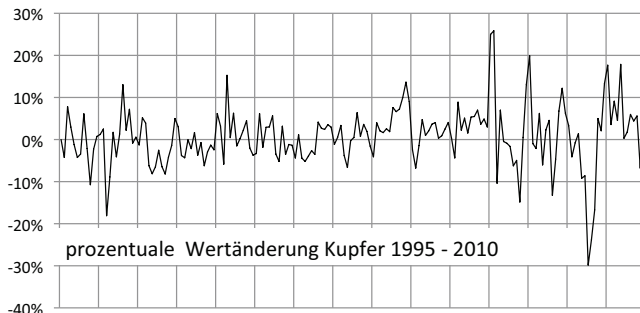
9.1 Volatilität der Rohstoffe – Aluminium, Kupfer, Gummi und Gas



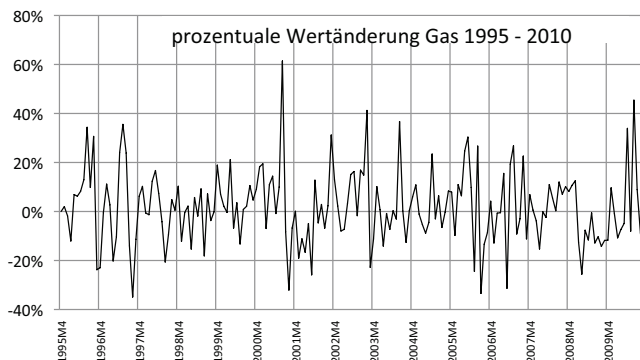
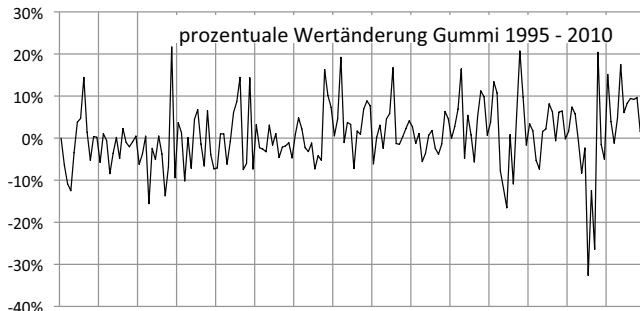
Vergleich der Volatilitäten anhand der vier Rohstoffe.

Angegeben ist die prozentuale Veränderung der Differenz bezogen auf den Kurs des Vormonates.

Aluminium und Kupfer liegen ungefähr im gleichen Wertebereich der Veränderung.



Gummi hingegen zeigt leicht erhöhte Werte und Gas übertrifft die Metall-Rohstoffe hinsichtlich der Differenzen um mehr als das Doppelte.



9.2 Code-Element: Hochrechnung der Renditen anhand der Rohstoffe und Korrelation dieser

```

rohstoffkosten_look_up=[];
% PARAMETER DER STUDENT T VERTEILUNGEN
mu_alu=0.00322864;
sig_alu=0.0411751;
nu_alu=6.16921;
Po_alu=roh_preise_aktuell(1);

mu_kupfer=0.00807465;
sig_kupfer=0.0470164;
nu_kupfer=3.27239;
Po_kupfer=roh_preise_aktuell(2);

mu_gummi=0.00477093;
sig_gummi=0.0582594;
nu_gummi=4.31424;
Po_gummi=roh_preise_aktuell(3);

mu_gas=0.00605826;
sig_gas=0.129069;
nu_gas=7.73395;
Po_gas=roh_preise_aktuell(4);

jahr_sim=15;
% MENGENGERÜST-RECHNUNG
prod_A_teile_stk=prod_A_teile*produkt_A;
prod_B_teile_stk=prod_B_teile*produkt_B;
summe_teile=prod_A_teile_stk+prod_B_teile_stk;
summe_absolut=summe_teile*teilgroesse;
% HOCHRECHNUNG DER MONATSDATEN AUF JAHRESBASIS
for jj=1:jahr_sim
    for i=1:lauf % ANZAHL DER DURCHLÄUFE BZW. STICHPROBEN AUS DER VERTEILUNG, ZB. 20000
        % ZIEHEN DER ZUFALLSZAHLN ANHAND DER STUDENT T VERTEILUNGEN
        r_alu=trnd(nu_alu,1,12*jj)*sig_alu*(nu_alu-2)/nu_alu+mu_alu;
        r_kupfer=trnd(nu_kupfer,1,12*jj)*sig_kupfer*(nu_kupfer-2)/nu_kupfer+mu_kupfer;
        r_gummi=trnd(nu_gummi,1,12*jj)*sig_gummi*(nu_gummi-2)/nu_gummi+mu_gummi;
        r_gas=trnd(nu_gas,1,12*jj)*sig_gas*(nu_gas-2)/nu_gas+mu_gas;
        % KORRELATION DER ZUFALLSZAHLN MITTELS CHOLESKY
        roh_korr=[r_alu' r_kupfer' r_gummi' r_gas']*korrel_11_15;
        % RÜCKRECHNUNG DER RENDITEN MITTELS EXP (INVERS LN)
        rr_alu=exp(roh_korr(:,1));
        rr_kupfer=exp(roh_korr(:,2));
        rr_gummi=exp(roh_korr(:,3));
        rr_gas=exp(roh_korr(:,4));
        roh_korr=[];
        qq_alu=Po_alu;
        qq_kupfer=Po_kupfer;
        qq_gummi=Po_gummi;
        qq_gas=Po_gas;
        % BERECHNUNG DES PREISNIVEAUS ANHAND DER AKTUELLEN SCHLUSSKURSE (INVERS QUOTIENT)
        for j=1:12*jj
            qq_alu=qq_alu*rr_alu(j);
            qq_kupfer=qq_kupfer*rr_kupfer(j);
            qq_gummi=qq_gummi*rr_gummi(j);
            qq_gas=qq_gas*rr_gas(j);
        end

        res_alu(i,jj)=qq_alu;
        res_kupfer(i,jj)=qq_kupfer;
        res_gummi(i,jj)=qq_gummi;
        res_gas(i,jj)=qq_gas;
        % BERECHNUNG DER GESAMMTEN ROHSTOFFKOSTEN ANHAND DES MENGENGERÜSTES
        rohstoffkosten_look_up(i,jj)=sum([res_alu(i,jj) res_kupfer(i,jj) res_gummi(i,jj) res_gas(i,jj)].*summe_absolut);
    end
end
end

```


9.3 Code-Element: Hochrechnung der Renditen des Wechselkurses

```
% VERTEILUNGSPARAMETER
mu_kurs=-0.0000686549;
sig_kurs=0.00513796;
nu_kurs=5.55193;
% SCHLUSSKURS, AKTUELL
Po_kurs=1.19454;
% BERECHNUNG FÜR EINEN EFFEKTIVEN ZEITHORIZONT VON 15 JAHREN
jahr_sim=15;
% BERECHNUNG DER KURSE FÜR JEDES JAHR
for jj=1:jahr_sim
    for i=1:lauf % ANZAHL DER DURCHLÄUFE BZW. STICHPROBEN AUS DER VERTEILUNG, ZB. 20000
        rr_kurs=exp(trnd(nu_kurs,1,260*jj)*sig_kurs*(nu_kurs-2)/nu_kurs+mu_kurs);
        qq_kurs=Po_kurs;
        for j=1:260*jj
            qq_kurs=qq_kurs*rr_kurs(j);
        end
        res_kurs(i,jj)=qq_kurs;
        kurs_look_up(i,jj)=res_kurs(i,jj);
    end
end
jj
end

% 260 STEHT FÜR DIE ANZAHL DER HANDELSTAGE DES WECHSELKURSES
```

9.4 Code-Element: Berechnung des VaR, Mittelwert und Intervalle

```
function erg=Intervall_werte_cdf(vektor, bins, VaR, intervall_proz)

%VaR in prozent
[yout, xout]=hist(vektor,bins);
y=cumsum(yout);
yout=yout;
mu=mean(vektor);
index=find(xout>=mu,1); % index des ersten wertes der größer gleich mu ist
l_y=length(y);
intervall=y(l_y)/100*intervall_proz; % absolutes positives interval von 10%
kum_wert_o=y(index) + intervall;
kum_wert_u=y(index) - intervall;
index_o=find(y>=kum_wert_o,1);
index_u_help=find(y<=kum_wert_u);
index_u=index_u_help(length(index_u_help));
%intervall obergrenze
wert_o=xout(index_o);
%intervall untergrenze
wert_u=xout(index_u);
prozent_mu=y(index)/y(l_y);
prozent_o=y(index_o)/y(l_y);
prozent_u=y(index_u)/y(l_y);
error_o=prozent_o-prozent_mu-intervall_proz/100;
error_u=prozent_mu-prozent_u-intervall_proz/100;
y_var=find(y>=y(l_y)/100*VaR,1);
x_var=xout(y_var);
erg=[wert_o, mu, wert_u, prozent_o*100, prozent_mu*100, prozent_u*100, error_o*100, error_u*100, x_var, VaR, intervall_proz];
end
```

9.5 Code-Element: EURIBOR Nachbildung anhand der Dreiecksfunktion

```
function wertpdf=dreieckpdf(min,E,max)

a=min; %MINIMALER AUFTRETENDER WERT
m=E; %ERWARTETER WERT
b=max; %MAXIMAL AUFTRETENDER WERT

w1=m-a;
w2=b-a;
v=w1/w2;
v1=w2*w1;
w3=b-m;
w4=w2*w3;

zz=rand;
if (zz<=v)
    wertpdf=sqrt(zz*v1)+a;
else
    wertpdf=-sqrt((1-zz)*w4)+b;
end

end
```

9.6 Kombinierte Unsicherheiten, Daten und Werte, SIM#7

FOCF															
J.	10% EUR 90% USD					50% EUR 50% USD					90% EUR 10% USD				
	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th
1	16.196.157	17.203.562	18.300.125	19.431.843	20.448.880	16.346.265	17.229.313	18.120.545	18.924.790	19.660.974	15.875.068	16.871.150	17.872.616	18.776.826	19.535.725
2	15.166.909	16.644.079	18.312.005	19.979.558	21.545.126	15.141.495	16.508.228	17.872.776	19.190.001	20.305.452	14.175.928	15.783.521	17.386.424	18.787.228	19.992.307
3	14.059.553	16.003.913	18.154.122	20.330.197	22.346.288	13.673.391	15.575.116	17.473.871	19.224.353	20.676.036	12.294.673	14.571.661	16.720.077	18.677.522	20.199.012
4	12.683.637	15.373.767	18.049.954	20.748.045	23.127.534	12.149.179	14.814.272	17.231.708	19.356.515	21.069.180	10.290.432	13.409.725	16.207.367	18.613.852	20.379.082
5	11.224.480	14.384.296	17.559.249	20.708.337	23.680.527	10.240.336	13.433.741	16.464.182	19.057.857	21.227.230	8.069.484	11.845.209	15.227.871	18.150.247	20.395.785
6	9.284.439	13.137.745	17.032.331	20.808.094	24.367.789	7.882.748	12.010.728	15.717.434	18.870.635	21.325.034	4.830.072	9.721.032	14.098.559	17.666.080	20.302.149
7	6.814.244	11.674.033	16.330.522	20.650.274	24.725.284	4.868.851	10.085.781	14.688.385	18.484.437	21.442.359	1.231.709	7.320.218	12.601.572	16.972.010	20.113.702
8	4.606.655	10.068.072	15.389.407	20.498.685	25.116.544	1.662.060	7.813.852	13.296.428	17.956.553	21.388.215	-2.345.052	4.621.775	11.063.687	16.168.328	19.802.894
9	1.317.021	8.005.499	14.505.077	20.092.768	25.151.346	-2.072.214	5.353.229	11.997.724	17.200.945	21.089.767	-6.947.240	1.593.395	9.069.641	15.094.674	19.273.586
10	-3.892.905	5.421.292	12.998.475	19.656.898	25.356.560	-7.400.116	2.429.038	10.386.854	16.610.434	21.154.150	-12.620.816	-1.897.209	7.111.775	14.142.231	19.039.075
11	-7.275.557	2.753.899	11.496.820	19.090.966	25.376.416	-12.401.628	-998.889	8.209.903	15.513.632	20.565.830	-18.390.195	-5.688.369	4.684.779	12.714.324	18.256.719
12	-11.904.403	-62.333	10.168.687	18.662.121	25.605.191	-17.798.043	-4.554.436	6.474.361	14.735.014	20.487.698	-24.354.314	-9.956.764	2.250.227	11.649.430	17.976.785
13	-17.972.163	-3.216.924	8.478.559	17.893.706	26.066.169	-25.474.479	-8.910.652	3.933.839	13.491.531	20.341.199	-33.021.074	-15.114.911	-595.699	9.978.199	17.274.852
14	-26.015.800	-9.137.049	5.665.157	16.450.121	25.313.118	-33.502.562	-14.055.698	1.386.388	11.985.265	19.662.376	-42.157.523	-21.515.563	-4.156.047	8.093.882	16.324.489
15	-35.346.308	-13.526.225	2.682.619	15.051.687	24.975.098	-43.808.470	-20.511.334	-2.641.437	9.993.859	19.119.671	-53.758.826	-28.568.773	-8.662.404	5.821.362	15.585.546

RIOAs															
J.	10% EUR 90% USD					50% EUR 50% USD					90% EUR 10% USD				
	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th
1	20,80	22,11	23,52	24,98	26,29	21,01	22,13	23,29	24,33	25,29	20,40	21,68	22,97	24,14	25,12
2	18,05	19,81	21,78	23,77	25,62	18,01	19,65	21,27	22,85	24,16	16,85	18,77	20,68	22,37	23,78
3	15,49	17,62	20,02	22,39	24,63	15,04	17,15	19,25	21,20	22,80	13,55	16,05	18,42	20,60	22,27
4	12,94	15,67	18,40	21,17	23,60	12,41	15,11	17,77	19,74	21,49	10,50	13,70	16,54	18,99	20,79
5	10,59	13,58	16,58	19,56	22,38	9,66	12,70	15,57	17,99	20,07	7,65	11,19	14,39	17,15	19,28
6	8,10	11,47	14,92	18,21	21,32	6,91	10,49	13,75	16,51	18,66	4,22	8,50	12,33	15,45	17,77
7	5,51	9,45	13,22	16,72	20,03	3,95	8,18	11,91	14,96	17,37	1,00	5,92	10,22	13,73	16,28
8	3,47	7,54	11,54	15,38	18,84	1,25	5,86	9,97	13,47	16,05	-1,76	3,46	8,31	12,14	14,86
9	0,91	5,57	10,08	13,95	17,47	-1,44	3,71	8,33	11,95	14,65	-4,84	1,11	6,30	10,49	13,39
10	-2,50	3,49	8,36	12,63	16,28	-4,76	1,56	6,68	10,69	13,58	-8,10	-1,22	4,57	9,09	12,23
11	-4,33	1,64	6,85	11,36	15,10	-7,36	-0,60	4,88	9,22	12,24	-10,95	-3,38	2,78	7,57	10,85
12	-6,54	-0,03	5,61	10,31	14,13	-9,79	-2,51	3,56	8,13	11,31	-13,39	-5,49	1,24	6,42	9,90
13	-9,17	-1,63	4,32	9,13	13,29	-12,97	-4,53	2,00	6,88	10,38	-16,87	-7,73	-0,30	5,08	8,81
14	-12,30	-4,33	2,67	7,76	11,96	-15,83	-6,65	0,65	5,65	9,27	-19,94	-10,16	-1,96	3,83	7,72
15	-15,47	-5,93	1,17	6,59	10,92	-19,18	-8,98	-1,16	4,37	8,37	-23,55	-12,50	-3,81	2,54	6,83

DSCRs															
J.	10% EUR 90% USD					50% EUR 50% USD					90% EUR 10% USD				
	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th
1	2,38	2,55	2,74	2,93	3,11	2,41	2,56	2,71	2,85	2,98	2,33	2,50	2,67	2,82	2,95
2	2,28	2,55	2,84	3,13	3,40	2,28	2,52	2,76	2,99	3,19	2,11	2,39	2,67	2,92	3,13
3	2,17	2,52	2,91	3,31	3,67	2,09	2,44	2,79	3,11	3,37	1,85	2,26	2,65	3,01	3,28
4	1,38	1,73	2,08	2,43	2,75	1,31	1,66	1,97	2,25	2,48	1,07	1,48	1,84	2,16	2,39
5	1,26	1,70	2,13	2,56	2,97	1,13	1,57	1,98	2,34	2,63	0,84	1,35	1,81	2,21	2,52
6	1,07	1,62	2,18	2,72	3,23	0,87	1,46	1,99	2,44	2,80	0,43	1,13	1,76	2,27	2,65
7	0,77	1,50	2,21	2,86	3,48	0,48	1,27	1,96	2,53	2,98	-0,07	0,84	1,65	2,30	2,78
8	0,35	0,98	1,60	2,20	2,73	0,01	0,72	1,36	1,90	2,30	-0,46	0,35	1,10	1,69	2,12
9	-0,01	0,81	1,62	2,31	2,94	-0,43	0,48	1,31	1,95	2,43	-1,04	0,02	0,95	1,69	2,21
10	-0,68	0,55	1,56	2,43	3,19	-1,15	0,15	1,21	2,04	2,63	-1,84	-0,42	0,77	1,71	2,35

ICRs															
J.	10% EUR 90% USD					50% EUR 50% USD					90% EUR 10% USD				
	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th
1	3,04	3,33	3,64	3,97	4,25	3,09	3,34	3,59	3,82	4,03	2,95	3,24	3,52	3,78	4,00
2	2,91	3,36	3,85	4,36	4,82	2,91	3,32	3,72	4,12	4,45	2,61	3,10	3,58	4,00	4,36
3	2,74	3,36	4,04	4,73	5,37	2,62	3,22	3,82	4,38	4,84	2,18	2,90	3,59	4,21	4,69
4	2,46	3,36	4,26	5,17	5,96	2,29	3,18	3,98	4,70	5,27	1,66	2,71	3,64	4,45	5,04
5	2,28	3,48	4,68	5,88	7,01	1,91	3,12	4,27	5,25	6,08	1,09	2,52	3,80	4,91	5,77
6	1,83	3,51	5,24	6,89	8,45	1,23	3,02	4,65	6,04	7,11	-0,12	2,03	3,94	5,51	6,66
7	0,95	3,47	5,87	8,11	10,22	-0,05	2,65	5,03	6,99	8,52	-1,94	1,21	3,95	6,20	7,83
8	-0,16	3,29	6,66	9,90	12,82	-2,02	1,87	5,33	8,29	10,46	-4,56	-0,15	3,93	7,16	9,46
9	-3,19	3,16	9,33	14,62	19,43	-6,40	0,63	6,94	11,88	15,57	-11,05	-2,93	4,16	9,88	13,86
10	-15,93	1,73	16,14	28,72	39,51	-22,58	-3,95	11,17	23,01	31,57	-32,44	-12,18	4,94	18,29	27,55

NPV Investor															
WACC	10% EUR 90% USD					50% EUR 50% USD					90% EUR 10% USD				
	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th	10th	25th	50th	75th	90th
5%	8.983.326	16.897.902	25.025.354	32.459.356	38.713.250	-3.018.926	5.539.883	13.855.207	21.389.240	27.206.657	-15.783.294	-6.396.480	2.740.875	10.862.431	17.584.678
10%	7.582.232	12.335.003	17.051.045	21.534.813	25.397.395	-265.383	5.185.489	9.971.817	14.433.606	17.987.219	-7.641.202	-2.375.549	2.922.293	7.840.406	11.888.365
15%	5.737.696	8.674.218	11.720.437	14.603.268	17.185.926	-955.373	3.975.109	6.985.906	9.838.395	12.135.753	-4.323.958	-1.038.661	2.279.955	5.384.640	8.009.106
20%	3.870.581	5.846.113	7.941.450	9.969.027	11.747.469	-625.132	2.612.632	4.669.602	6.605.134	8.183.887	-3.051.250	-862.408	1.384.701	3.499.445	5.317.845
25%	2.190.367	3.648.418	5.195.825	6.711.323	8.052.947	-79.735	1.326.062	2.824.610	4.234.545	5.397.308	-2.759.972	-1.200.546	433.262	1.969.854	3.305.200