

Nr. 06/07

**Standards zur Bewertung von
Kreditderivaten**

Impressum:

DVFA
Einsteinstraße 5
63303 Dreieich
Tel.: +49 (0)6103 - 58 33-0
Fax: +49 (0)6103 - 58 33-34
Mail: info@dvfa.de
Web: www.dvfa.de

Das Werk einschließlich all seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetz ist ohne Zustimmung der DVFA unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.



Expert Group “Credit Derivatives Valuation Standards”

Leitung:

Thorben Kremers

Landesbank Baden-Württemberg

Mitglieder:

Prof. Dr. Hans-Peter Burghof

Universität Hohenheim

Tina Egender

DZ BANK AG

Dr. Holger Eißfeller

DZ BANK AG

Ibrahim Kara

International Index Company

Dr. Werner Koch

Commerzbank AG

Christian Müller

State Street Bank GmbH

Ressortverantwortliche DVFA-Vorstandsmitglieder:

Klaus Holschuh

DZ BANK AG

Dr. Peter Merk

Landesbank Baden-Württemberg

Inhalt

1. DVFA-Standards zur Bewertung von Kreditderivaten	3
1.1. Marktentwicklung Kreditderivate	4
2. Bewertung von Credit Default Swaps	9
2.1. Reduced Form Models (Intensitätsmodelle) – DVFA Standard Bewertungsmodell	9
2.1.1. Definition	9
2.1.2. Methodologie und Funktionsweise	10
2.1.3. Einflußfaktoren (Sensitivitätsanalyse)	13
2.2. Structural Models (Firmenwertmodelle)	17
2.2.1. Definition	17
2.2.2. Methodologie und Funktionsweise	17
2.2.3. Einflußfaktoren	19
3. Nichtquantifizierbare Einflußfaktoren	19
4. Mathematischer Anhang	23
4.1. Reduced Form Models	23
4.2. Structural Models	26
Literaturverzeichnis	28

1. DVFA-Standards zur Bewertung von Kreditderivaten

Die DVFA-Expertgroup Credit Derivatives Valuation Standards des DVFA-Committees Bewertung und Methoden (Fixed Income) wurde im August 2006 mit dem Ziel gegründet, Best Practice-Standards aus der Perspektive von Investoren und Analysten für die Bewertung von Kreditderivaten – insbesondere Credit Default Swaps (CDS) – zu erarbeiten. Die Leitung wurde Thorben Kremers (Landesbank Baden-Württemberg) übertragen. Ebenfalls an der Erarbeitung der Standards mitgewirkt haben folgende Mitglieder der DVFA-Expertgroup: Prof. Dr. Hans-Peter Burghof (Universität Hohenheim), Tina Egender (DZ BANK), Holger Eißfeller (DZ BANK), Ibrahim Kara (International Index Company), Dr. Werner Koch (Commerzbank) und Christian Müller (Statestreet Bank).

Es soll zunächst ein Überblick über den Markt für Kreditderivate im Allgemeinen - mit dem Bedarf einer standardisierten Bewertungsmethode - sowie über die Funktionsweise der Credit Default Swaps im Speziellen geben werden. Daran schließt eine detaillierte Analyse der für CDS der standardmäßig verwendeten Bewertungsmodelle an. Die Umsetzung und Anwendung des von der DVFA Expert Group entwickelten Bewertungsmodells kann über eine Open Source Excel Applikation er-

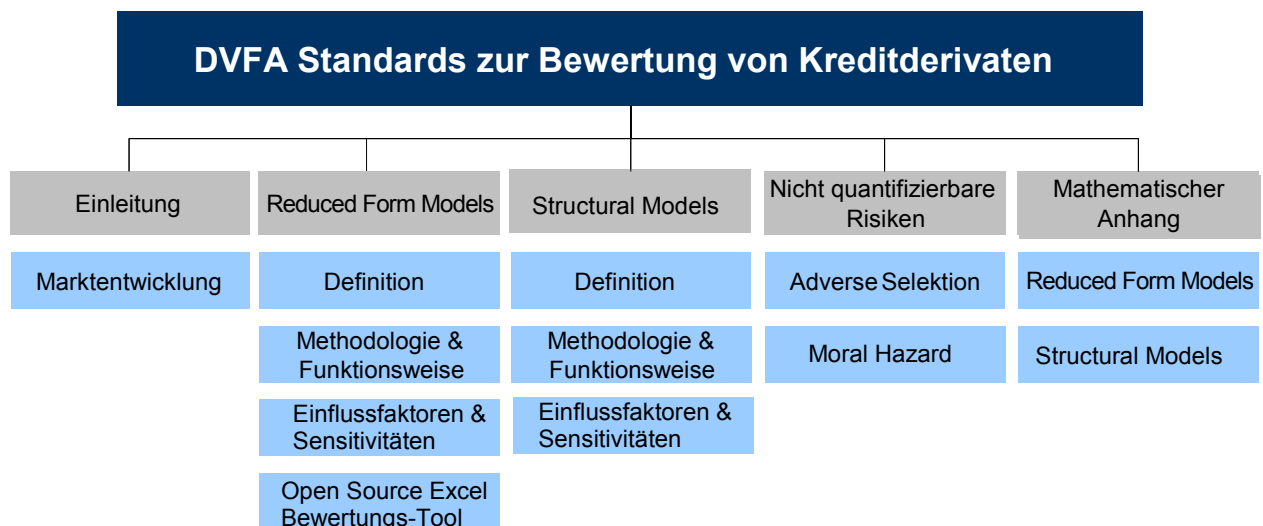
folgen. Die Datei kann kostenfrei über www.dvfa.de bezogen werden.

Die in dem beschriebenen Bewertungsmodell verwendeten Parameter wurden einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, sodaß die Anwendung erleichtert und die Wirkungsweise von Parameteränderungen auf den ermittelten fairen Spread nachvollzogen werden kann.

Neben den quantitativen Einflußgrößen auf den fairen Spread eines Credit Default Swaps wurden die Standards zur Bewertung von Kreditderivaten um nicht quantifizierbare Einflußgrößen erweitert, die es bei einer adäquaten und vollständigen Abbildung des Risikos (inklusive den aus dem Vertrag erwachsenden Risiken) zu berücksichtigen gilt. Auf diese Weise wird eine möglichst lückenlose Erfassung der inhärenten Risiken erreicht.

Die mathematische Herleitung und Umsetzung der Standards sind dem Anhang zu entnehmen. Dementsprechend lassen sich die mathematischen Vorgaben für das entwickelte Open Source Excel Modell lückenlos nachvollziehen. Besonderer Wert wurde dabei auf Transparenz der Bewertung sowie die Erweiterungsmöglichkeit des Modells gelegt. Haus- bzw. institutsinterne Richtlinien können somit leicht implementiert werden.

DVFA-Standards zur Bewertung von Kreditderivaten im Überblick

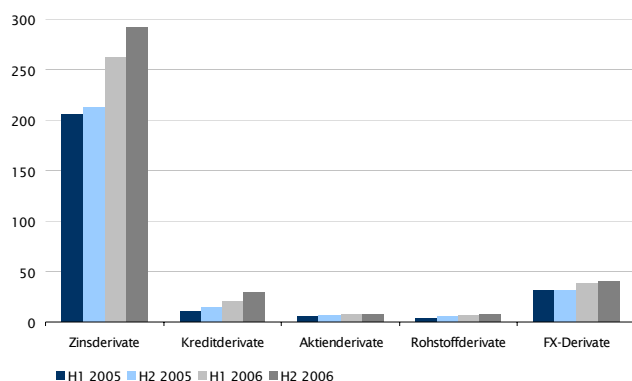


1.1. Marktentwicklung Kreditderivate

Um Relationen des Marktes für Kreditderivate zu den bislang etablierten Derivatemarkten aufzuzeigen, lohnt sich ein Blick auf den Status Quo der weltweit ausstehenden Nominalvolumina der jeweiligen Marktsegmente. Kreditderivate als vergleichsweise junger Markt vereinen mittlerweile ein größeres Volumen auf sich, als dies bei Rohstoff- und Aktienderivaten der Fall ist. Dabei machen Rohstoffderivate 7 Billionen USD aus, während sich

der Markt für Aktienderivate auf 7,5 Billionen USD beläuft. Das ausstehende Volumen an Kreditderivaten beträgt 29 Billionen USD, während FX-Risiken durch 40 Billionen USD an gehandelten Derivaten repräsentiert werden (Quelle: BIS). Zinsderivate sind nach wie vor durch das höchste ausstehende Nominalvolumen von 292 Billionen USD gekennzeichnet.

Weltweit ausstehendes Nominalvolumen von Derivaten verschiedener Assetklassen (in Billionen USD)

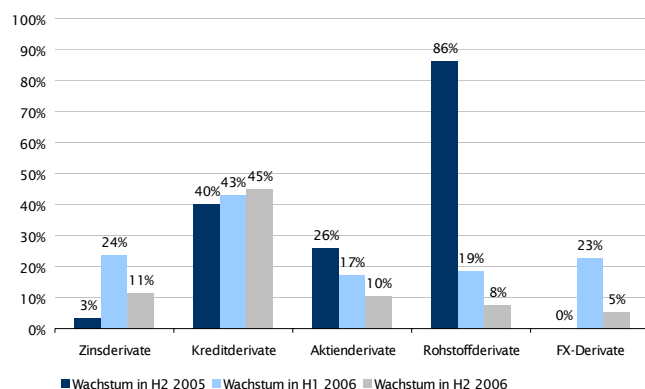


Quelle: BIS, LBBW Credit Research

Betrachtet man die Wachstumsraten der jeweiligen Marktsegmente so zeigt sich ein vergleichsweise hohes Wachstum des Marktes für

Kreditderivate, während Derivate sämtlicher anderer Assetklassen in den letzten Jahren ein verringertes Wachstum aufwiesen.

Wachstumsraten von Derivaten verschiedener Assetklassen

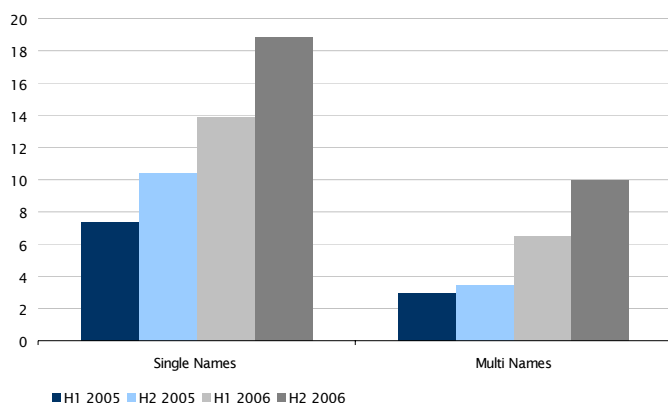


Quelle: BIS, LBBW Credit Research

Die wachsende Bedeutung der adäquaten Bepreisung von Credit Default Swaps zeigt sich ebenfalls an der zunehmenden Bedeutung von Multi Name CDS (iTraxx Indizes),

auch Basket CDS genannt, welche auf den jeweiligen Single Name CDS Bewertungen basieren.

Weltweit ausstehendes Nominalvolumen von Multi Name CDS im Vergleich zu Single Name CDS (in Billionen USD)

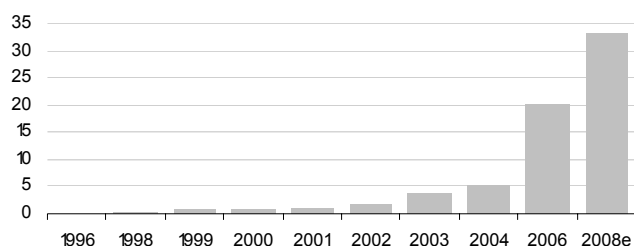


Quelle: BIS, LBBW Credit Research

Auch im längerfristigen Vergleich konnte der Markt für Kreditderivate – insbesondere für Credit Default Swaps (CDS) – in den letzten Jahren ein enormes Wachstum vorweisen. So hat das weltweite Volumen ausstehender Kreditderivate nach Erhebungen der British Bankers' Association (BBA) Ende 2006 bereits über 20 Billionen USD erreicht. Als Größen-

vergleich hierzu lag das Bruttoinlandsprodukt der USA desselben Zeitpunktes bei etwa 13,5 Billionen USD. Noch ist kein Ende des Wachstums in Sicht. Für Ende 2008 erwartet die BBA bereits ein Volumen in Höhe von etwa 33 Billionen USD (siehe folgende Grafik). Das längerfristige Wachstum des vergleichsweise jungen Marktes gestaltet sich wie folgt:

Weltweites Marktvolumen ausstehender Kreditderivate (in Billionen USD)*



Quelle: BBA

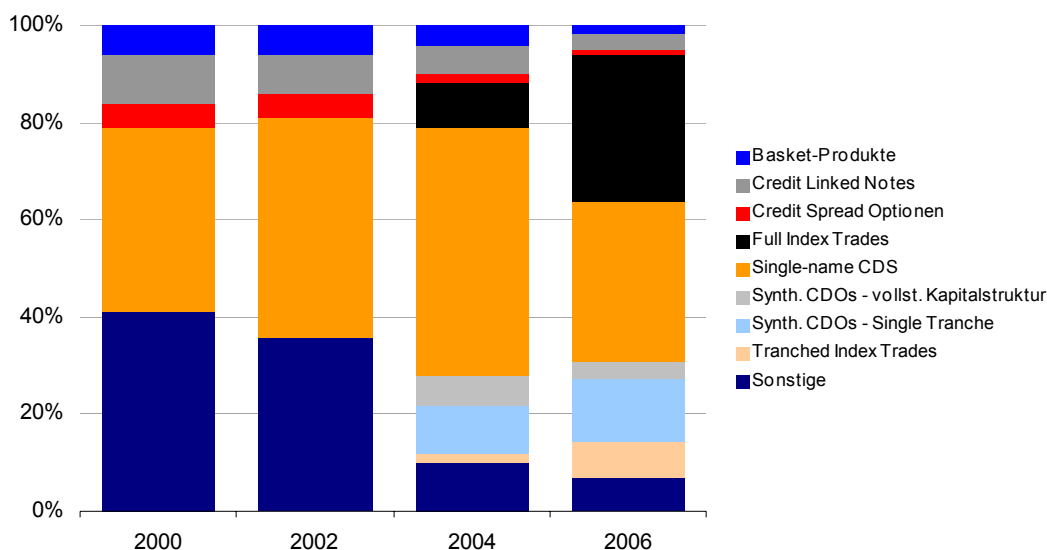
* Abweichungen zu den Zahlen der BIS im obigen Teil ergeben sich aus unterschiedlich definierten Grundgesamtheiten bei der Befragung der jeweiligen Marktteilnehmer.

1.2. Erhöhte Produktvielfalt

Parallel zum beinahe exponentiellen Marktwachstum hat sich auch die Produktvielfalt am Kreditderivatemarkt deutlich erhöht. So können Single Name CDS – das Standardprodukt der Kreditderivate – nach einer Ermittlung der BBA aktuell nur noch knapp ein Drittel des Marktvolumens auf sich verbuchen, während ihr Anteil in 2004 noch bei etwa 51% lag. Verstärkt in Erscheinung treten strukturierte Produkte. Der

Marktanteil von Single Tranche Collateralized Synthetic Obligations – synthetische CDOs auf CDS Portfolios – ist beispielsweise innerhalb nur weniger Jahre auf aktuell 12,6% angestiegen. Auch die Index Trades und die Index Tranchen Trades nehmen nach BBA Angaben mittlerweile Marktanteile von etwa 30% bzw. knapp 8% ein.

Produktvielfalt am Kreditderivatemarkt



Quelle: BBA

Geeignetes Bewertungsmodell für CDS ist wichtig

Zwar werden auch in den nächsten Jahren die strukturierten Produkte verstärkt den Kreditderivatemarkt erweitern sowie dominieren, jedoch bauen auch diese Strukturen auf Single Name CDS auf. Hiermit wird die Bedeutung einer adäquaten Bepreisung und Bewertung von CDS umso wichtiger. Dies ist am Markt

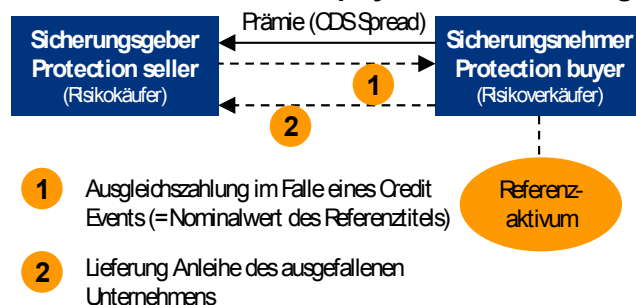
längst zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor geworden. Zum einen ist ein geeignetes Bewertungsmodell für die Bewertung der Standardprodukte – der Single Name CDS – wichtig, zum anderen kann dieses Modell einen entscheidenden Baustein zur weiterführenden Bewertung strukturierter Produkte bilden.

Credit Default Swaps in der Produktfamilie der Kreditderivate Struktur eines Credit Default Swaps

Mit dem größten Marktanteil am Volumen ausstehender Kreditderivate sind CDS die wichtigsten Instrumente für Kreditrisikoübertragungen am globalen Finanzmarkt. Sie werden – wie auch die weiteren Produkte am Kreditderivatemarkt – als Over-the-Counter (OTC) Geschäfte gehandelt. Dabei erwirbt der Sicherungsgeber (Protection Seller) gegen Erhalt einer regelmäßigen Risikoprämie das Kreditri-

siko eines bestimmten Referenztitels vom Sicherungsnehmer (Protection Buyer). Im Gegenzug kompensiert er im Falle eines Kreditereignisses (Credit Event) den Nominalwertverlust des Sicherungsnehmers in Form einer Ausgleichszahlung. An dieser Stelle wird zwischen physischer Lieferung (physical settlement) und dem Barausgleich (cash settlement) unterschieden.

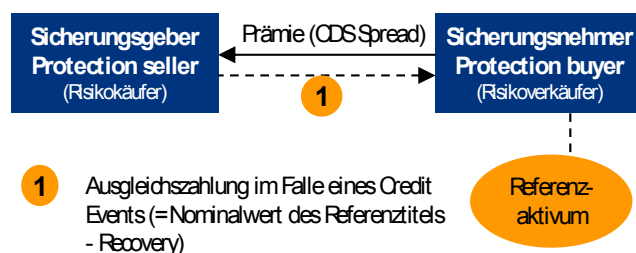
Struktur eines CDS bei physischer Lieferung



Quelle: DZ BANK

Im Falle der physischen Lieferung erhält der Sicherungsnehmer eine Ausgleichszahlung in Höhe des Nominalwertes der Referenzanleihe, ist dagegen jedoch zur Lieferung der Anleihe des ausgefallenen Unternehmens verpflichtet.

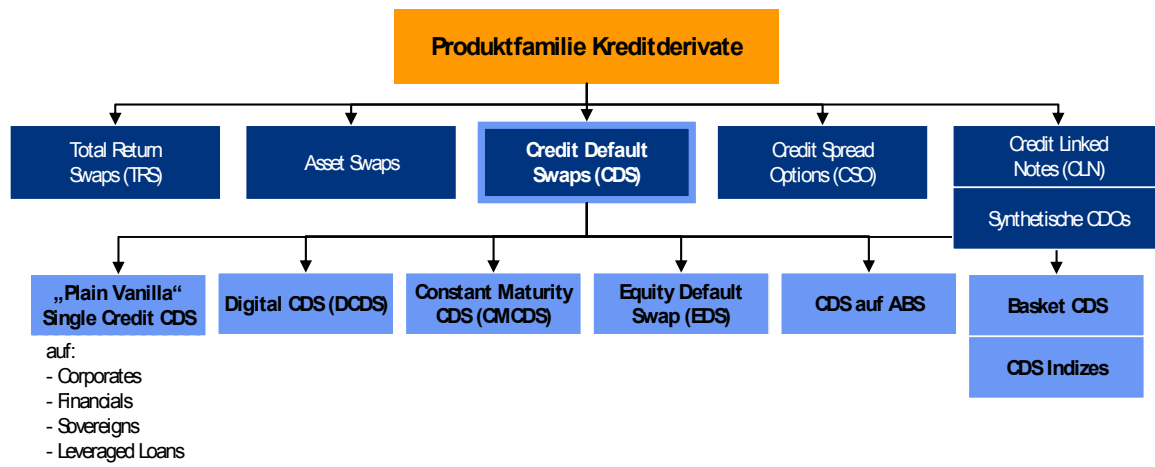
Struktur eines CDS bei Barausgleich



Quelle: DZ BANK

Im Falle des Barausgleichs zahlt der Sicherungsgeber den Differenzbetrag zwischen dem Nominalwert der Anleihe und der Recovery. Die nach den ISDA Standards (Stand Mai 2003) definierten, in Deutschland üblichen Kreditereignisse sind Insolvenz, Zahlungsausfall des Schuldners und Restrukturierung (Umschuldung zu Lasten der Gläubiger).

In der folgenden Grafik wird die Einbettung der CDS in die Produktwelt der Kreditderivate sowie die eigene Produktfamilie der CDS dargestellt:



Quelle: DZ BANK

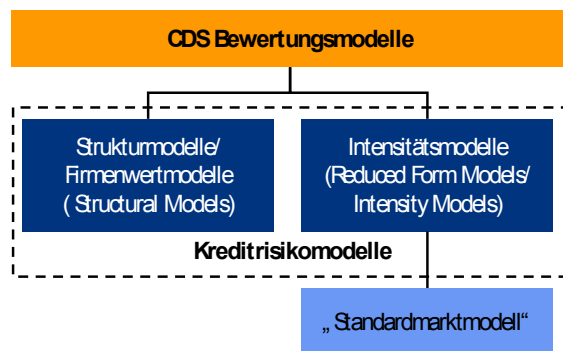
2. Bewertung von Credit Default Swaps

Die Bewertung der CDS Produkte stellt in wissenschaftlichen Fachzeitschriften nach wie vor ein weit diskutiertes Problem dar und sorgt für rege Beiträge auf der Suche nach dem „optimalen Modell“. In der Praxis hingegen haben sich die Marktteilnehmer mittlerweile auf einen gewissen Marktstandard geeinigt, der zwar das Grundgerüst des Modells festlegt, jedoch einen gewissen Spielraum in den Eingabeparametern und somit in der Anwendung ermöglicht.

Die Bewertungsmodelle der Credit Default Swaps gehören allesamt zur Familie der Kreditrisikomodelle. Diese lassen sich grob in zwei

große Klassen gliedern, in die Strukturmodelle (Structural Models) und die Intensitätsmodelle (Reduced Form Models). Während die Strukturmodelle bei der Bewertung auf die jeweilige Bilanzstruktur des zugrunde liegenden Unternehmens oder auf dessen Aktienkurs (im Falle eines Standard CDS) zurückgreifen und somit stark von Problemen der geeigneten Datenerhebung betroffen sind, modellieren die Intensitätsmodelle den Ausfallprozeß – d.h. die Ausfallwahrscheinlichkeit des zugrunde liegenden Assets – stochastisch. Zur letzten Modellklasse zählt auch das sich in der Praxis etablierte „Standardmarktmodell“.

Das Spektrum möglicher CDS Bewertungsmodelle



Quelle: DZ BANK

2.1. Reduced Form Models (Intensitätsmodelle) – DVFA Standard Bewertungsmodell

2.1.1. Definition

Im Gegensatz zu den Structural Models, wo sich der Ausfallszeitpunkt durch den Firmenwert und der Kapitalstruktur des Unternehmens ergibt, wird bei den Reduced Form Models die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Credit Events direkt mittels mathematischer Methoden modelliert.¹

Die nötigen Bewertungsparameter zur Ermittlung des fairen Spread einer Credit Risk Position lassen sich anhand von Daten des Fixed Income Marktes generieren.

¹ Vgl. Kremers, Thorben, Kreditderivate und Structured Credit – ein Kompendium, S. 113

2.1.2. Methodologie und Funktionsweise

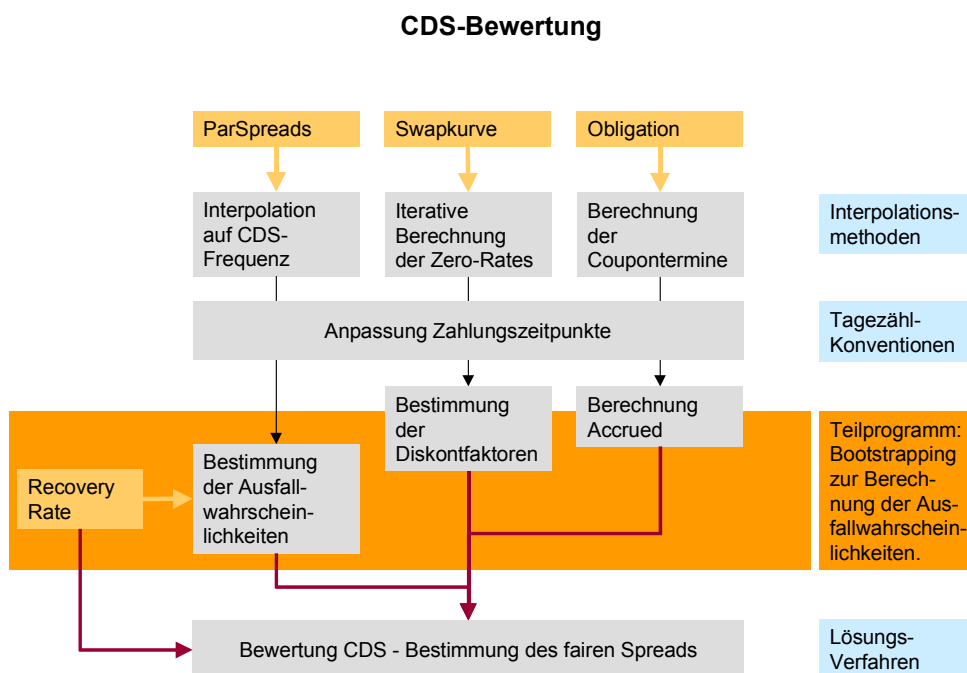
Als Marktstandard zur Bewertung von Credit Default Swaps hat sich das Reduced-Form-Modell durchgesetzt. Die Bewertung beruht hierbei auf den Barwerten zweier Zahlungsströme: Ein Cash Flow beschreibt die Prämienseite (Prämienzahlungen), ein zweiter die Ausfallzahlungen. Durch Gleichsetzen und Auflösen ergibt sich für den fairen Preis S_T des CDS:

$$S_T = \frac{(1-R) \sum_{j=1}^m [P(0, t_j) - P(0, t_{j-1})] \cdot DF(0, t_j)}{\sum_{j=1}^m \Delta(t_{j-1}, t_j) \cdot DF(0, t_j) \cdot (1 - P(0, t_j))}$$

Eine ausführliche Herleitung der Gleichung findet sich im mathematischen Anhang (vgl. S. 22 ff.).

Das grundsätzliche Procedere, wie es auch in der DVFA Excel Applikation umgesetzt wurde, ist – vereinfacht – in folgendem Diagramm dargestellt:

Schematische Darstellung der wesentlichen Schritte zur Bewertung eines CDS mittels Reduced Form Model



„Bestimmung der Diskontfaktoren“ und „Berechnung Accrued“ sind wesentliche Bestandteile sowohl des Gesamtprozesses als auch des angedeuteten Teilprozesses; dieser Teilprozess fokussiert dabei auf die Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeiten mit der Recovery-Rate als exogenem Parameter.

In die Bewertung gehen folgende Größen ein:

- Swapkurve (zur Bestimmung von Zerorates bzw. Diskontfaktoren DF)
- Bedingte Ausfallwahrscheinlichkeiten P
- Recovery-Rate R (Rückzahlquote im Falle eines Ausfalls)
- Periodenlänge Δ

Im Folgenden wird untersucht, wie sich der faire Wert des CDS unter Variation dieser Parameter verhält. Hierzu wird - ausgehend von einem bestehenden MATLAB-Code - ein entsprechender Excel/VBA-Code abgeleitet, der als Open Source Excel Applikation zur Verfügung steht (www.dvfa.de). Mit ihm können die im Anschluß analysierten Sensitivitätsanalysen nachvollzogen bzw. weitere statistische Untersuchungen durchgeführt werden.

Variablenamen und (Unter-) Programmstruktur des MATLAB-Codes wurden beibehalten, um einen direkten Vergleich zwischen den beiden Implementationen zu ermöglichen, insbesondere wurde eine neugeschriebene Tagezählfunktion in beiden Codes implementiert.

MATLAB bietet den Vorteil, daß unterschiedliche Interpolationsmethoden abrufbar sind, während in VBA derzeit nur die lineare Interpolation vorhanden ist.

Als ein subtiles Problem bei der Implementierung bzw. beim Abgleich mit Bloomberg-Resultaten ggü. MATLAB einerseits, VBA andererseits stellte sich die Umsetzung der Tagezählkonventionen dar, insbesondere die Berücksichtigung von Schaltjahren; im Sinne einer stringenten Implementierung wurde eine eigene Funktion erstellt, die nachvollziehbar die Behandlung der unterschiedlichen Tagezählkonventionen sowie der Schaltjahre beinhaltet.

Desweiteren wurde eine Modifikation ggü. den Standardformeln dahingehend vorgenommen, daß die Diskontfaktoren DF nicht zum Ende der Periode (in der Form DF(t)) verwendet wurden, sondern als Periodenmittelwerte $[DF(t-1)+DF(t)]/2$, da auch andere vergleichbare Werte in dieser Form berücksichtigt werden und somit eine konsistentere Berechnungsgrundlage gegeben ist.

Ein Benutzerinterface erlaubt wahlweise die manuelle Eingabe aller Eingabegrößen und/oder den Datenimport von einem Tabellenblatt mit Bloomberg-Links bzw. zuvor gesicherten Datensätzen.

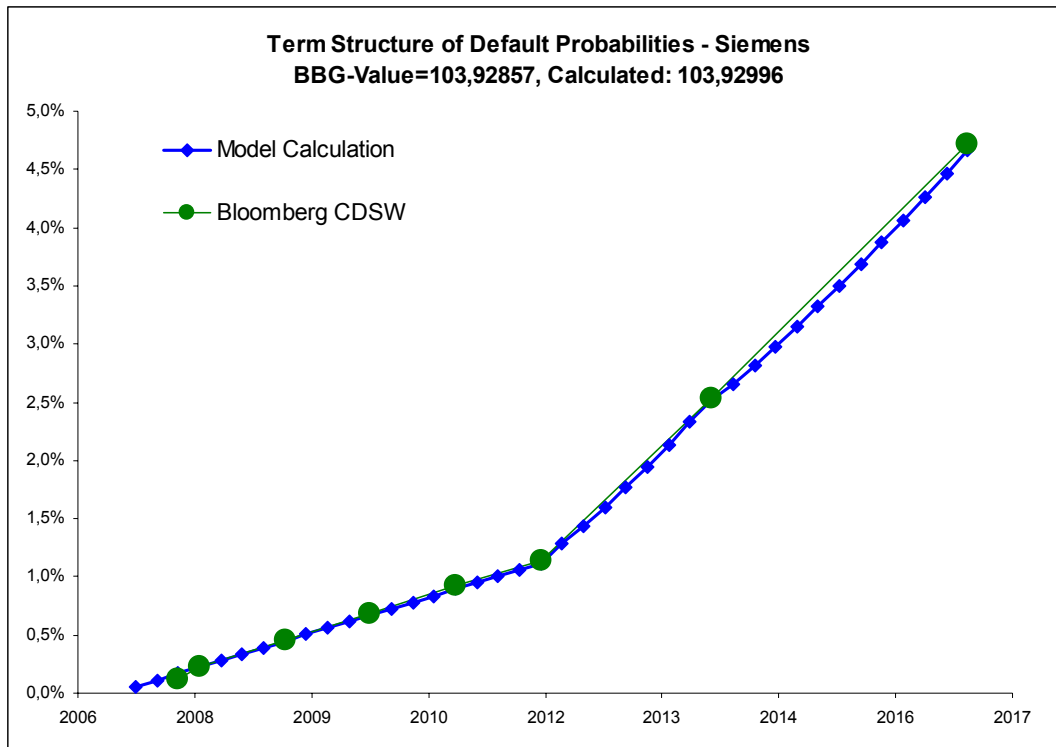
Ergebnisse des Modellverfahrens

Der implementierte VBA-Code wurde zur Bewertung von fünfjährigen CDS unterschiedlichen Unternehmen getestet. Als Datengrundlage dienten dabei (neben der in Bloomberg verwendeten Swapkurve "S45" per Valuta 13.03.07) folgende Werte:

Name	Coupon / Referenzanleihe	Composite Rating
Siemens	5,750 / 04.07.11	AA-
Münchner Rück	6,750 / 21.06.23	A
Degussa	5,125 / 10.12.13	BB+
British Airways	8,750 / 23.08.16	BB-
Rhodia	8,000 / 01.06.10	B

Exemplarisch für Siemens ist in folgender Grafik der Vergleich zwischen den eigenen Berechnungen und den Bloomberg-Resultaten dargestellt.

Vergleich der Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bloomberg-CDSW gegenüber DVFA-Standard Modell



Die Ergebnisse für Siemens und Münchner Rück sind im Vergleich zu den Bloomberg-Resultaten der CDSW-Seite mit ihrem Benchmark-Charakter durchaus zufriedenstellend. Für die anderen Unternehmen sind minimale Abweichungen in den Ergebnissen zu konstatieren, wie nachfolgende Ergebnistabelle für die CDS-Bewertungen zeigt:

Name	Bloomberg-CDSW	eigene Berechnung
Siemens	103,928565	103,929956
Münchner Rück	103,649583	103,641214
Degussa	100,717866	100,668959
British Airways	100,721412	100,664095
Rhodia	97,4983898	97,3584492

Gründe für die Übereinstimmungen bzw. leichte Unterschiede lassen sich nicht angeben, da das Bloomberg-Verfahren nicht im Detail offengelegt ist; neben Tagezählkonventionen (Schaltjahre) könnten z.B. das Interpolationsverfahren oder die Behandlung der Diskontfaktoren eine Rolle spielen.

Für die folgenden Sensitivitätsuntersuchungen sind diese absoluten Unterschiede im Pricing allerdings von untergeordneter Bedeutung.

2.1.3. Einflußfaktoren (Sensitivitätsanalyse)

Der faire Wert eines CDS wird im Reduced Form Model auf Basis der im mathematischen Anhang (S. 22 ff.) gegebenen Formel bestimmt. Dabei hängt der errechnete Preis naturgemäß von den unterschiedlichen Variablen ab. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, inwieweit – abgesehen von kurzfristigen Marktbewegungen - bestimmte exogene Parametervorgaben (wie etwa die Recovery-

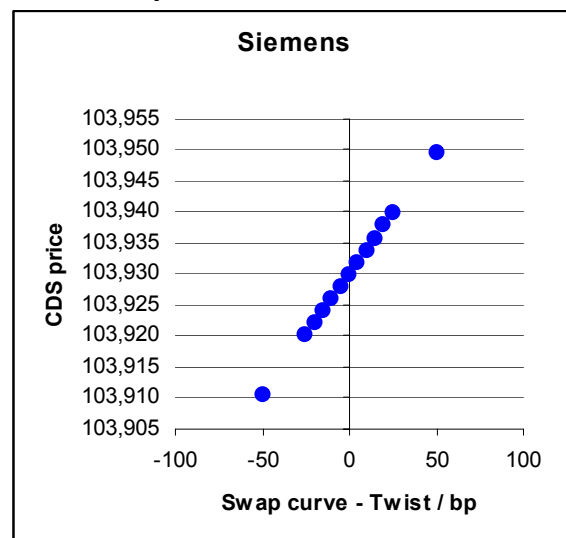
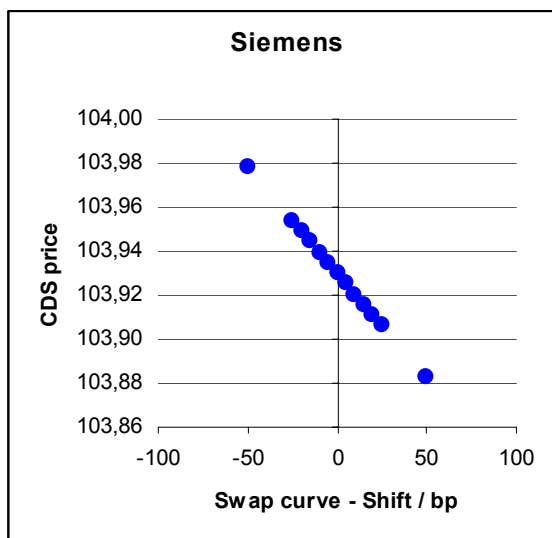
Rate) oder die Wahl der Swapkurve bzw. CDS-Spreadkurve diesen Wert beeinflussen. Im folgenden wird die DVFA Applikation zur systematischen Untersuchung dieser Sensitivitäten verwendet. Teilweise beobachtete Abweichungen des hier errechneten CDS-Preises zu dem Bloomberg-Preis via CDSW sollten die nachfolgenden Aussagen hinsichtlich der Preissensitivitäten nicht beeinflussen.

1. **Swap-Kurve:** Bei der Wahl der Swapkurve gibt es in der Praxis kaum Spielraum; die Voreinstellung in CDSW mit „S45“ (= Euro-Swap-Kurve) ist u.E. die richtige Marktkurve, aus der die Zerorates zur Berechnung der Diskontfaktoren extrahiert werden. Inwieweit andere „benachbarte“ Kurven bzw. lokale Störungen entlang der Kurve den Preis des CDS beeinflussen, soll anhand von fünf Unternehmen mit unterschiedlichen Ratings analysiert werden.

Zur systematischen Untersuchung der Sensitivität wird die Swapkurve „S45“ in allen fünf Beispielrechnungen parallel verschoben (Shift) sowie um die jeweils mittlere Laufzeit gekippt (Twist, Vorzeichen bezieht sich jeweils auf kurzes Laufzeitenende) und der jeweilige Einfluß auf den CDS-Preis ausgewertet.

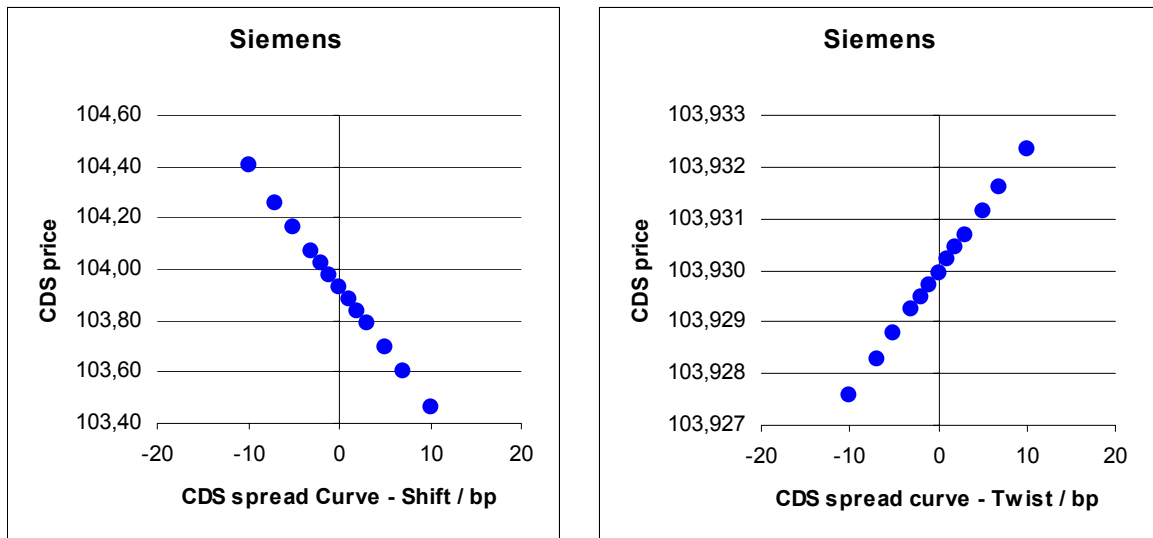
Sowohl Parallelshift als auch Kippen der Swapkurve haben moderate Auswirkungen auf den Preis des CDS, wobei sich eine lineare Sensitivität einstellt. Eine hier dargestellte Variation der Swaprates um bis zu plus/minus 50 Bp wäre bereits eine sehr signifikante Änderung der Zinslandschaft, wie sie in der Praxis kaum vorkommen dürfte. Geringere Änderungen in den Zinssätzen um 5 bis 20 Bp entspricht kurzfristigen Marktbewegungen und daraus resultierenden Preisänderungen.

Sensitivität des CDS-Preises auf Änderungen der Swapkurve



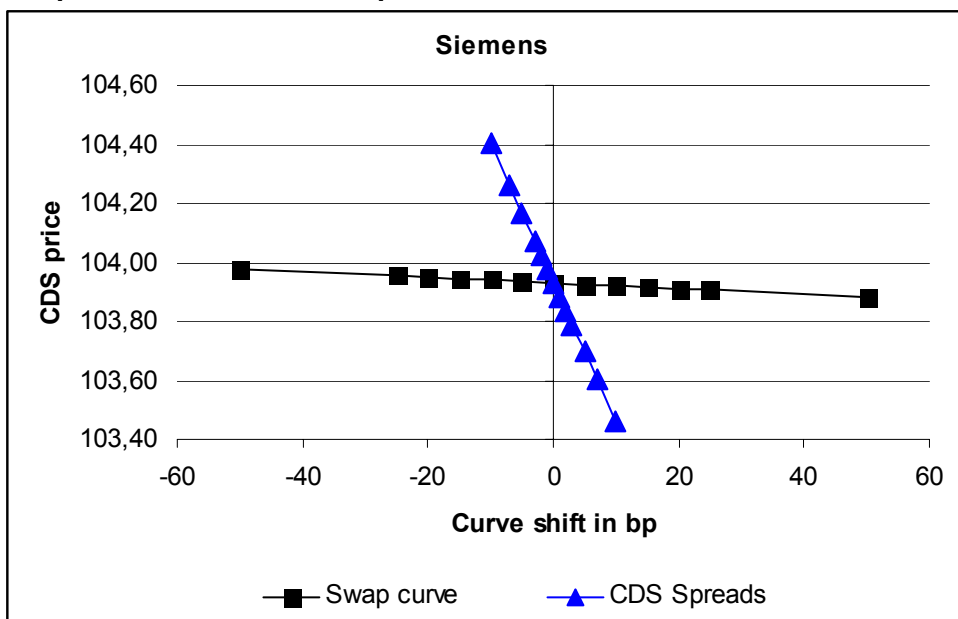
2. **CDS-Spreadkurve:** Ähnliche Sensitivitätsuntersuchungen bieten sich für die CDS-Spreadkurve an. Die Frage, wie der Preis eines CDS auf Variationen der CDS-Kurve reagiert, könnte in der Praxis der Verwendung einer Näherungskurve (etwa gemittelte Sektorspreads oder CDS-Spreadkurve eines vergleichbaren Unternehmens) bei nicht explizit vorhandener CDS-Spreadkurve entsprechen.

Sensitivität des CDS-Preises auf Änderungen der CDS-Spreadkurve



Die dargestellte Preisreagibilität des CDS-Preises auf Änderungen der CDS-Spreadkurve ist um etwa einen Faktor 50 stärker ausgeprägt als die Sensitivität auf Änderungen der Swapkurve, wie nachfolgender Chart am Beispiel Siemens illustriert.

Vergleich der Sensitivitäten des CDS-Preises auf Parallelshifts der Swapkurve bzw. der CDS-Spreadkurve



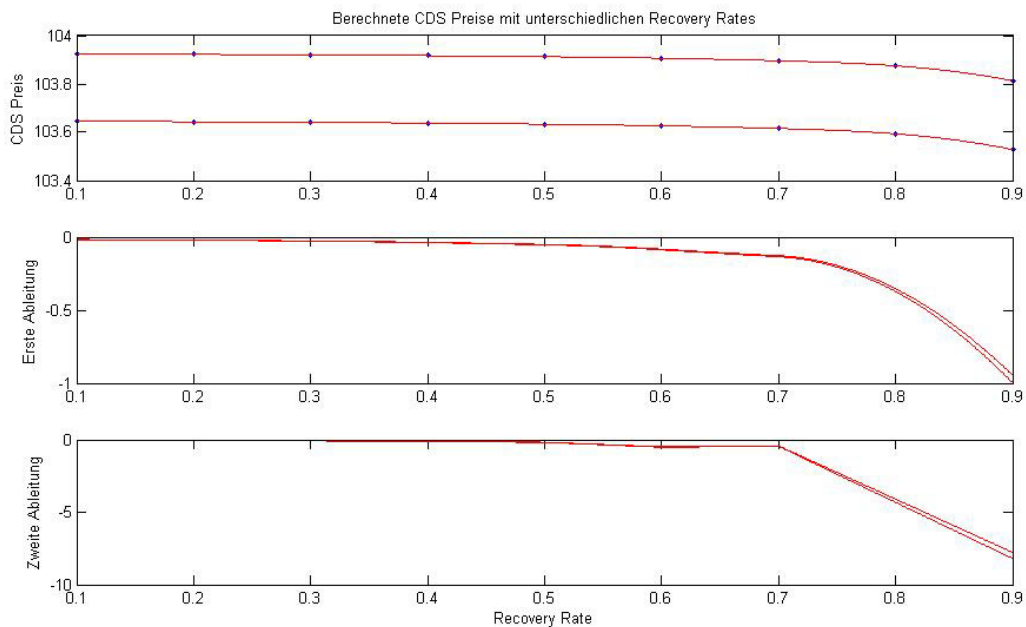
Dieser Befund ist zunächst nicht überraschend, da sich die Swapsätze im Bereich von Prozenten und die CDS-Spreads im Bereich von Basispunkten bewegen; allerdings setzt sich dieser Unterschied in der Größenordnung auch in die Sensitivität fort. Während geringe Änderungen der Swapkurve eher eine untergeordnete Rolle bei der Preisbestimmung spielt, ist die

Wahl der CDS-Kurve signifikant für die Preisbestimmung. Sofern also keine explizite, eindeutige CDS-Kurve für die betreffende Anleihe am Markt vorgegeben ist, können Preisstellungen für die entsprechenden CDS deutlich variieren, wenn andere CDS-Spreadkurven verwendet werden, etwa Sektorkurven oder CDS-Spreads von anderen Unternehmen bzw. anderen Anleihen. Die Sensitivitäten liegen für die fünf betrachteten Unternehmen mit ihren unterschiedlichen Ratings in etwa gleicher Größenordnung.

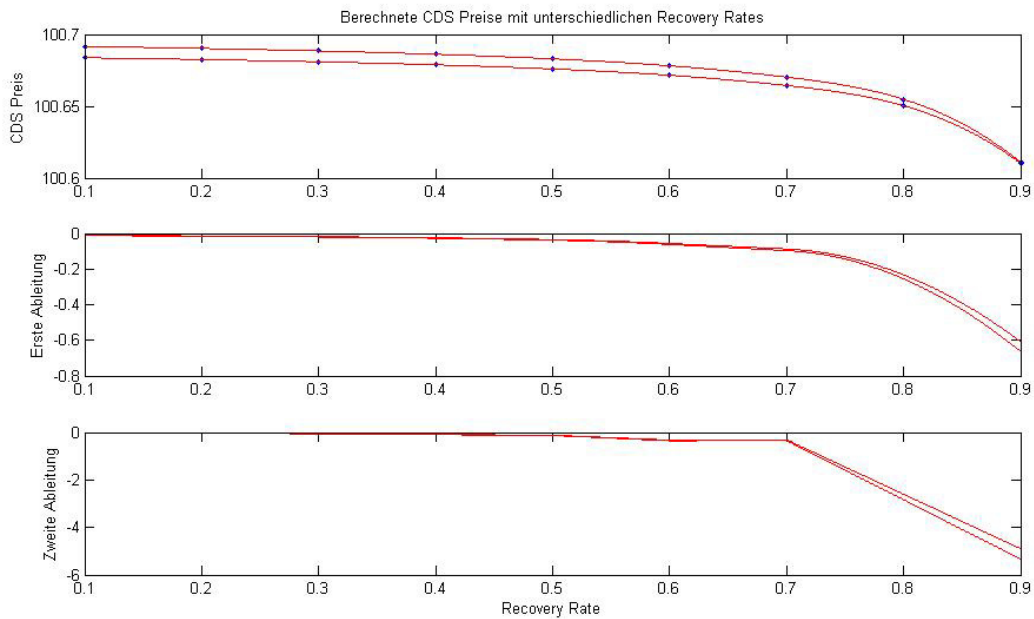
- 3. Recovery-Rate:** Zur Festlegung der Recovery-Rate als exogenem Parameter können Daten der Ratingagenturen verwendet werden, die eine Diskretion hinsichtlich Seniorität und/oder Branchenzugehörigkeit anbieten. Inwieweit der verwendete Standardwert von 40% seine Berechtigung hat, soll im folgenden untersucht werden.

Wie auch in den vorangestellten Analysen wurden die mit impliziten Ausfallwahrscheinlichkeiten berechneten CDS-Preise mit fünf Jahren Restlaufzeit und einem Spread von 100 Basispunkten betrachtet. Die Recovery-Rate wurde zwischen 0,1 und 0,9 variiert. Die sich aus den verschiedenen Recovery-Rates ergebenden Preise sind in den Abbildungen pro Unternehmen in einer Kurve zusammengefasst.

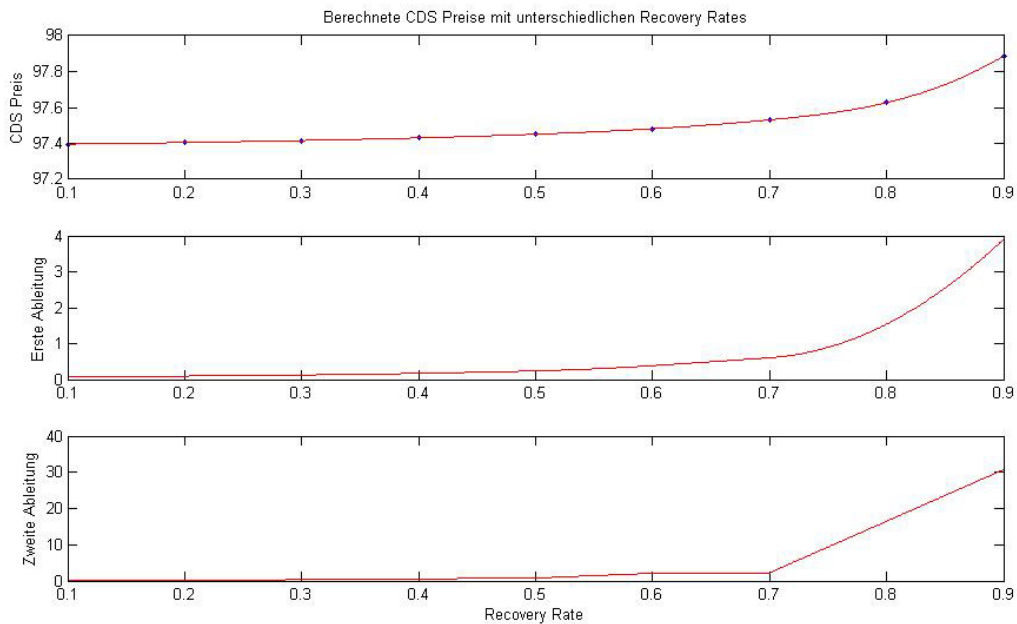
Siemens und Münchner Rück



British Airways und Degussa



Rhodia



Bei CDS auf Siemens, Münchener Rück, British Airways und Degussa (Investmentgrade) zeigt sich ein negativer Zusammenhang von Recovery-Rate und berechnetem Preis. Bei Rhodia (Non-Investmentgrade) verhält es sich genau umgekehrt. Insgesamt zeigt sich, daß die berechneten Preise in einem Bereich bis 0,7 relativ un sensitiv bezüglich der Recovery-Rate sind. Damit ist die Wahl des Standardwertes von 0,4 relativ unproblematisch. Sollten jedoch empirische Werte vorliegen, ist es insbesondere im Fall von Non-Investmentgrade ratsam, diese Werte auch zu verwenden.

4. **Wahl der Interpolationsmethode:** Die CDS-Spreadkurve wird interpoliert, um die CDS-Spreads der im Rahmen des Bootstrappings benötigten CDS mit unterschiedlichen Laufzeiten zu generieren. Der Einfluß der Interpolationsmethode wurde exemplarisch anhand eines CDS auf Siemens mit einer Restlaufzeit von 8,5 Jahren untersucht. Die längere Laufzeit wurde gewählt, um den Einfluß der Interpolationsmethode zu verstärken, da hierfür Ausfallwahrscheinlichkeiten für eine größere Anzahl von Perioden benötigt wird und der Einfluß sich in jeder einzelnen Ausfallwahrscheinlichkeit niederschlägt. Zur Berechnung wurde die MATLAB Implementation mit den in der Systembibliothek verfügbaren Interpolationsmethoden genutzt.

Interpolationsmethode	Preis
Linear	105,4460
Nearest Neighbour	105,2489
Cubic Spline	105,4018
Piecewise Cubic Hermite	105,4018

Die Interpolationsmethoden haben insgesamt einen vergleichsweise geringen Einfluß. Erwartungsgemäß weicht der Wert der Nearest-Neighbour Interpolation am stärksten ab, da die Kurve hier durch eine Treppenfunktion angenähert wird. Ein Unterschied zwischen den verschiedenen kubischen Spline Methoden ist hier nicht zu erkennen.

2.2. Structural Models (Firmenwertmodelle)²

2.2.1. Definition

Eine weitere Möglichkeit der Bewertung von Credit Risk ist in der Verwendung von Daten des Aktienmarktes zu sehen. So gibt es zwei Hauptmotive zur Verwendung von Structural Models:

- 1) Es gilt einen Credit Default Swap Spread auf eine Referenzentität zu ermitteln, welche keine Unternehmensanleihen emittiert hat.
- 2) Bewertung des inhärenten, marktimplizierten Risikos in Form einer Ausfallwahrscheinlichkeit auf das Referenzunternehmen. Intensitätsmodelle verwenden CDS-Spreads zur Bestimmung von Ausfallwahrscheinlichkeiten. Steht diese Informationsquelle nicht zur Verfügung, werden Structural Models eingesetzt.

Hauptsächlich erfolgt am Markt die Verwendung von Reduced Form Models, weshalb innerhalb der vorliegenden Standards bewußt der Schwerpunkt auf diese gelegt wurde. Dies liegt an der steigenden Liquidität als auch an der stetig wachsenden Anzahl von quotierten Credit Default Swaps. Kommerziell genutzte Firmenwertmodelle sind z.B. Moody's KMV und CreditGrades.

2.2.2. Methodologie und Funktionsweise

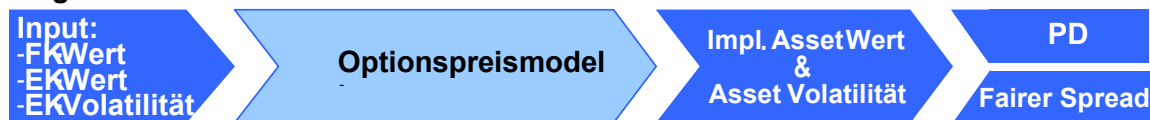
Die Grundüberlegung von Structural Models ist ökonomisch motiviert. Denn die Höhe des Credit Risk hängt davon ab, wie hoch die Bonität des Unternehmens ist bzw. wie weit dieses Unternehmen von einem in der Zukunft liegenden Ausfallzeitpunkt entfernt ist. Durch die gegebenen Informationen in Form des Aktienkurses, und der Bilanzdaten (Wert der Passiva) sowie der Volatilität des Firmenwerts können Ausfallwahrscheinlichkeiten für verschiedene Zeitpunkte ermittelt werden.

Ökonomisch plausibel ist diese Vorgehensweise insofern, da beim Absinken des Firmenwerts unter den Wert der Passiva ein Insolvenzeröffnungstatbestand erfüllt ist, der dem Default des Unternehmens gleichkommt.³

² Kremers, Thorben, Kreditderivate und Structured Credit – ein Kompendium, S. 59 ff., 2007

³ §19 InsO: „Bei einer juristischen Person ist auch die Überschuldung ein Insolvenzeröffnungsgrund. Die Überschuldung liegt vor, wenn das Vermögen des Schuldners die bestehenden Verbindlichkeiten nicht mehr deckt.“

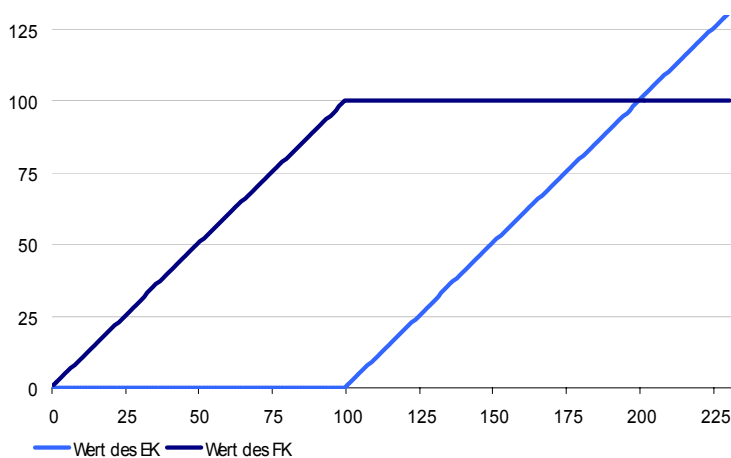
Vorgehensweise der Firmenwertmodelle⁴



Merton betrachtet in seinem Modell eine AG, welche ihre Aktiva über die Ausgabe von Aktien und die Emission eines 1-jährigen Zerobonds mit dem Nominalvolumen von 100 Mio. € finanziert. Es werden keine Dividendenzahlungen berücksichtigt.

Die Auszahlungsprofile der Aktionäre als auch der Bondholder lässt sich wie folgt darstellen:

Auszahlungsdiagramm⁵



Die EK-Geber- als auch die FK-Geber-Position können als Optionen interpretiert werden.

EK-Wert – Long Call (Kauf Kaufoption)

FK-Wert – Short Put (Verkauf Verkaufsoption)

Durch die geltende Put-Call-Parität kann die faire Risikoprämie für den Short Put auch über die Bewertung der Long Call Option erfolgen. Dementsprechend kann die Black Scholes Optionspreisformel angewandt werden. Dies wird im mathematischen Anhang näher ausgeführt.

⁴ Kremers, Thorben, Kreditderivate und Structured Credit – ein Kompendium, S. 59, 2007

⁵ Kremers, Thorben, Kreditderivate und Structured Credit – ein Kompendium, S. 61, 2007

2.2.3. Einflußfaktoren

Haupteinflußfaktoren, welche die Ausfallwahrscheinlichkeit und damit den entsprechenden Risikoaufschlag in Form des CDS Spread determinieren, sind bei Structural Models.⁶

- 1) Firmenwert / Marktwert der Assets
Der Aktienkurs des Unternehmens beinhaltet marktimplizierte Informationen und Erwartungen über den zukünftig generierten Cash Flow. Dabei ist in einem effizienten Markt die Informationsverarbeitung weitaus schneller als die Veröffentlichung der Unternehmenszahlen in Form eines Quartalsberichts etc.
- 2) Volatilität der Assets
Gibt die zukünftigen marktimplizierten Schwankungen des Firmenwerts an. Mit zunehmender Volatilität nimmt durch die größere Schwankungsbreite die Schwierigkeit zu, einen genauen Wert des zukünftigen Unternehmenserfolgs zu messen.
- 3) Fremdkapitalanteil / Default Point
Entspricht dem zu erwarteten Fremdkapitalanteil im Zeitpunkt des Ausfalls. Solange der Firmenwert höher ist als der Anteil des Fremdkapitals, wird angenommen, daß das Unternehmen Zahlungsansprüche leisten kann. Ein Default würde eintreten, falls das Fremdkapital den Wert der Assets übersteigen würde, da in diesem Fall die Befriedigung der FK-Geber nicht mehr gewährleistet wäre.

3. Nichtquantifizierbare Einflußfaktoren

3.1 Vorbemerkung

Im Unterschied zu zahlreichen Marktrisiken besteht bei Kreditrisiken in aller Regel ein sehr enger Zusammenhang zwischen der strategischen Interaktion der Beteiligten und dem Wert einer Kreditposition. Nimmt der Transfer des Kreditrisikos Einfluß auf diese Interaktion, können Wertprozesse nicht ohne deutlichen Vorbehalt über die Transaktion hinaus fortgeschrieben werden. Erfolgt also die Bewertung einer Kreditposition für die Zwecke einer solchen Transaktion, so besteht die Gefahr, daß die Ergebnisse der Bewertung gerade durch diese Transaktion entwertet werden. In der Konsequenz sollten sich alle, die mit Kreditrisiken handeln, die möglichen Auswirkungen dieser Tätigkeit auf den Wert der gehandelten Positionen bewußt machen.

In der ökonomischen Theorie ordnet man solche Verhaltenseffekte den Problemfeldern der Adversen Selektion, des Moral Hazard und der Unvollständigkeit von Verträgen zu. Für alle drei Ausprägungen lassen sich im Bereich des Handels mit Kreditrisiken evidente Beispiele anführen. Die daraus abzuleitenden Werteffekte sind aber leider kaum quantifizierbar. In vielen Fällen wird man von mehreren, auch gegenläufigen Effekten ausgehen müssen, so daß nicht einmal das Vorzeichen des Gesamt-

effekts eindeutig bestimmbar ist. Dennoch erscheint angesichts der teilweise sehr hohen Wertrelevanz solcher Effekte eine letztlich nur qualitativ begründbare Modifikation des Pricings von Kreditrisikopositionen erforderlich.

Im Folgenden werden dazu einerseits die verschiedenen Effekte genauer beleuchtet. Daneben ist darauf einzugehen, in welchen Situationen diese Effekte sich als besonders gravierend erweisen können und mit welchen Instrumenten sie in ihrer Wirkung abgeschwächt oder vielleicht sogar ganz unwirksam gemacht werden können.

3.2 Adverse Selektion

Das Problem der adversen Selektion wird traditionell als die wesentliche Ursache für die schlechte Handelbarkeit von Bankkrediten gesehen. Warum sollte eine Partei ein ihr gut bekanntes Kreditrisiko veräußern, wenn nicht, weil sie eine zu günstige Einschätzung dieses Risikos durch den Markt beobachtet? Ihr Verkaufsangebot führt jedoch zu einer entsprechenden Erwartungsanpassung seitens der anderen Marktteilnehmer. Im klassischen Modell der adversen Selektion entsteht dabei ein

⁶ Kremers, Thorben, Kreditderivate und Structured Credit – ein Kompendium, S. 62, 2007

vollständiges Marktversagen, da nur die schlechtesten Kreditrisiken gehandelt werden können. In Märkten, in denen die Kreditrisikokäufer über weitere Informationen zu einer Segmentierung des Angebots verfügen (z.B. über Ratinginformationen), sollte das Problem der adversen Selektion zumindest zu deutlichen Risikoabschlägen in den einzelnen Segmenten führen.

Im Kreditrisikohandel wirken sich die Probleme der adversen Selektion besonders gravierend aus, wenn der Veräußerer über einen großen Informationsvorsprung gegenüber möglichen Käufern hinsichtlich des ideosynkratischen Risikos der einzelnen Kreditrisikoposition oder über die allgemeine Entwicklung des Kreditrisikos im betreffenden Markt verfügt. Das Potenzial der adversen Selektion wird damit etwa bei Bankkrediten einerseits durch die Intensität der Beziehung des Veräußerers mit dem jeweiligen Kreditkunden und andererseits durch das Ausmaß der am Markt über diesen verfügbaren Informationen bestimmt. In den vergangenen Jahren ist es durch ein geeignetes institutionelles Design gelungen, auch mit großen Problemen der adversen Selektion behaftete Kreditpositionen am Markt zu handeln.

Eine im Kredithandel und bei Verbriefungen mit Asset Substitution zu beobachtende Lösung besteht im Aufbau eines reputationellen Gleichgewichts zwischen Kreditrisikoverkäufer und -käufer. Der Verkäufer verpflichtet sich implizit (gelegentlich wohl auch explizit), nur gute Kreditrisiken anzudienen und, wenn es doch einmal schief geht, die problematischen Positionen wieder zurückzunehmen, ehe das Risiko schlagend wird. Bricht er diesen impliziten Vertrag, verliert er an Reputation und wird durch den Verlust der damit verbundenen Geschäftsenfaltungsmöglichkeiten bestraft. Damit verbleibt allerdings das Kreditrisiko in wesentlichen Dimensionen beim Originator.

Der Effekt eines reputationellen Gleichgewichts auf den Wert der Kreditrisikoposition ist auf den ersten Blick positiv. Im Interesse einer möglichst friktionsfreien Abwicklung bringt der Verkäufer nur seine besten Kreditpositionen in das Geschäft ein. Dagegen ist aber anzuführen, daß reputationelle Gleichgewichte nur solange stabil sind, wie der Barwert der Bestrafung den Vorteil aus einem Vertragsbruch übersteigt. Die Stabilität ist etwa dann gefährdet, wenn das veräußernde Unternehmen eine deutliche Verschlechterung seiner wirtschaftlichen Situation erfährt, oder wenn das Volumen des aktuellen Kredithandels in Relation zum zukünftig zu erwartenden Volumen sehr hoch ausfällt. Der nicht antizipierte Zusammenbruch eines reputationellen Gleichgewichts führt beim Risikokäufer zu hohen Verlusten.

Ein weiteres Instrument zur Reduktion der adversen Selektion ist die Zufallsauswahl der zu veräußernden Kreditrisiken. Dieses Vorgehen ist bei der Veräußerung einzelner Kreditpositionen denkbar, wird aber überwiegend im Kontext der Poolbildung eingesetzt. In konsequenter Anwendung gewährleistet dieses Vorgehen, daß das zu veräußernde Portefeuille die Bonitätsstruktur der Grundgesamtheit relativ genau widerspiegelt. Damit ist das Problem der adversen Selektion zumindest deutlich reduziert. Eine mögliche Grauzone ist vor allem die Bestimmung der Grundgesamtheit. Daneben besteht weiterhin ein Problem adverser Selektion hinsichtlich der allgemeinen Bonitätsstruktur des Kreditportefeuilles eines Originators, über die dieser in aller Regel besser informiert sein sollte als die möglichen Risikokäufer. Hier kommen dritte Parteien, insbesondere Rating-Agenturen als Garanten sowohl für den korrekten Ablauf der Zufallsauswahl als auch für die allgemeine Kreditqualität zum Einsatz. Dennoch ist das verbleibende Ausmaß an adverser Selektion zu evaluieren und bei der Preisfindung zu berücksichtigen.

Im Pool-Kontext reduzieren sowohl ein proportionaler Rückbehalt als auch ein Rückbehalt einer First-loss-Position den Gewinn, den der Originator aus einer nicht-antizipierten Adversen Selektion ziehen könnte. Dies geschieht jedoch nur in dem Maße, in welchem dadurch das tatsächliche Kreditrisiko beim Originator verbleibt. Dennoch ist vor allem der Rückbehalt einer First-loss-Position aus Sicht der Bank wertvoll, da er den mit hohen Agency-Kosten belasteten Kreditrisikotransfer auf die seltenen Umweltzustände beschränkt, in denen andernfalls die hohen Verluste aus dem Kreditportefeuille die Existenz der Bank gefährden könnten.

Weiterhin lassen sich die Agency-Kosten aus Adverser Selektion durch ein „Kreditrisiko-Stripping“ reduzieren, nach welchem nur die Komponenten des Kreditrisikos veräußert werden, hinsichtlich deren Ausprägung keine oder nur eine geringe Asymmetrie in der Informationsverteilung besteht. Hierzu gibt es mehrere Ansätze:

- Besteht die Informationsasymmetrie vor allem hinsichtlich der Höhe eines möglichen Ausfalls und nicht der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts, lassen sich die Agency-Kosten durch Einsatz eines digitalen Credit Default Swaps reduzieren.
- Verändert sich das Ausmaß der Informationsasymmetrie über die Kreditlaufzeit, kann ein zeitlich beschränkter Kreditrisikotransfer gezielt für die Zeiträume vereinbart werden,

für welche eine geringe Informationsasymmetrie besteht.

- Soweit der Informationsvorsprung des Originators aus der Kundenbeziehung erwächst, betrifft er vornehmlich ideosynkratische Sachverhalte. Es bietet sich daher an, die systematische Risikokomponente mit Hilfe geeigneter Indexprodukte zu veräußern.

Im Unterschied zur impliziten Rücknahmeverpflichtungen greifen die zuletzt genannten Strategien bei der eigentlichen Ursache des Risikos adverser Selektion an: Sie reduzieren nicht das Risiko des Käufers aus der Kreditposition, sondern die Auswirkungen des Informationsvorsprungs des Originators. Alternativ wäre denkbar, den Informationsvorsprung selbst durch eine Duplizierung der Kreditwürdigkeitsprüfung durch den Kreditrisikokäufer aufzuheben. Für eine einzelne Kreditposition ist dieses Vorgehen sehr teuer. Im Poolkontext führt aber auch die Überprüfung einer Zufallsstichprobe zum gewünschten Ergebnis.

3.3 Moral Hazard

Moral Hazard besteht bei Kreditbeziehungen vornehmlich hinsichtlich der Überwachungsaktivitäten (Monitoring) der Bank nach Vertragsabschluß. Hat eine Bank das Kreditrisiko veräußert, bleibt ihren Mitarbeitern ein deutlich geringerer Anreiz, sich mit dem jeweiligen Kredit intensiv zu befassen. Sie werden ihn daher in aller Regel nur noch mit geringerem Arbeitsaufwand überwachen. Soweit die Überwachungsaktivitäten des Originators sich wertsteigernd auswirken, erhält der Kreditrisikokäufer eine Kreditposition, die durch die Enthaltensamkeit des Originators auf diesem Gebiet an Wert verliert.

Der Versuch, dem Moral-Hazard-Problem durch entsprechende Vorkehrungen innerhalb der Bank zu begegnen, ist wenig überzeugend. So können zwar in den entsprechenden Organisationsvorschriften die veräußerten Kredite ganz ausdrücklich den gleichen bankinternen Prozessen unterworfen werden wie noch in ihrem Portefeuille befindliche Kreditpositionen. Die Kreditüberwachung enthält jedoch zahlreiche Elemente, die nicht in einer formalen Prozeßbeschreibung erfaßt werden können. Alternativ ist denkbar, daß die Sachbearbeiter durch Chinese Walls über die Veräußerung eines Kredits im Unklaren gelassen werden. Die Chinese Walls stünden dann aber gegen die Interessen der Bankleitung nach einem möglichst effizienten Ressourceneinsatz, und ein Bruch des Schweigegebots ist kaum nachweisbar.

Die meisten der unter dem Gesichtspunkt der adversen Selektion diskutierten Instrumente wirken sich auch auf die Monitoringanreize aus. Offenkundig erhält eine implizite Rücknahmegarantie die ursprünglichen Monitoringanreize. Ein proportionaler Risikoverkauf führt zu entsprechenden Reduktion dieser Anreize. Besonders wirksam ist der Rückbehalt von First-loss-Positionen. Der für die Kreditüberwachung verantwortliche Mitarbeiter wird immer bemüht sein, daß dieser erste Verlust nicht gerade die von ihm zu verantwortenden Kreditpositionen trifft. First-loss-Positionen entfalten hinsichtlich ihrer Überwachungsanreize in diesem Sinne eine Hebelwirkung. Ist der Rückbehalt durch Verluste aufgebraucht, entfällt allerdings auch der Monitoringanreiz. „Kreditrisiko-Stripping“ schließlich kann auch unter dem Gesichtspunkt erfolgen, welche Risikodimension der Mitarbeiter durch seine Aktivitäten tatsächlich beeinflussen kann. Die obigen Ausführungen gelten in entsprechender Übertragung. Ohne direkten Einfluß auf das Moral-hazard-Risiko ist dagegen die Zufallsauswahl im Pool, zumindest soweit sie nicht dazu dient, die per se zweifelhafte Glaubwürdigkeit eines Chinese Walls zu erhöhen.

Neben diesen Ansätzen, durch eine geeignete Ausgestaltung des Kreditrisikotransfers die Monitoringanreize des Originators zu wahren, besteht eine fundamentale Alternative darin, Kreditrisiken (ganz oder nur in den in ihrem Wert von Monitoringaktivitäten besonders betroffenen Tranchen) an solche Parteien zu veräußern, die über eine entsprechende eigene Monitoring-Kompetenz verfügen. Dabei könnte der Erwerber über Spezialisierungsvorteile verfügen, die für sich genommen den Kreditrisikotransfer sinnvoll erscheinen lassen. In der Praxis betrifft diese Überlegung vor allem das standardisierte Kleinkreditgeschäft sowie ausfallbedrohte Kredite. Im ersten Fall liegt es dann allerdings nahe, den Kredit unmittelbar für diesen zu vermitteln.

3.4 Auswirkungen der Unvollständigkeit von Kreditverträgen

Verträge sind unvollständig, wenn sie in einigen Umweltzuständen zu einem späteren Zeitpunkt wiederverhandelt werden müssen. Bei Kreditbeziehungen tritt dies insbesondere in Krisensituationen ein, in denen der Kreditnehmer seinen Verpflichtungen nicht vollständig nachkommen kann oder will. Gerade in der Kreditbeziehung mit einer Hausbank wird oftmals auf dem Verhandlungsweg eine Lösung gesucht, um die direkten und indirekten Kosten der Insolvenz des Kreditnehmers zu vermei-

den. Damit besteht für diesen allerdings ein Anreiz, derartige Verhandlungen zu provozieren und so eine Reduzierung seiner Verpflichtungen zu erzwingen. Man bezeichnet dieses Verhalten als „strategic default“. Alternativ dazu gibt es Kreditbeziehungen, in denen eine Wiederverhandlung weitgehend ausgeschlossen ist. Beispiele sind breit am Markt platzierte Anleihen oder aber Verträge mit Kreditinstitute, die bewußt keine Ressourcen für eine Wiederverhandlung vorhalten. Ein strategic default ist in derartigen Kreditbeziehungen für den Schuldner weit weniger attraktiv und tritt entsprechend seltener auf. Dadurch erhöht sich der Wert der Kreditposition. Andererseits entstehen vermeidbare Insolvenzkosten.

Die Veräußerung des Kreditrisikos ändert zwangsläufig auch die Bedingungen einer Wiederverhandlung. Der ursprüngliche Gläubiger wird kaum umfangreiche Ressourcen in die Wiederverhandlung eines bereits veräußerten Kredites stecken. Die neuen Träger des Kreditrisikos können aber über eine höhere Verhandlungskompetenz verfügen und so den Wert der Kreditposition erhöhen. Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Verhandlungsmacht der Gläubiger besteht darin, die Kreditposition auf eine kleine Gruppe von Gläubigern aufzuteilen, die in der Wiederverhandlung oft nur gegen einen in der Summe größeren Anteil am Verhandlungsgewinn zufrieden zu stellen sind. Schließlich können Kreditpositionen breit gestreut werden oder an Parteien veräußert werden, die über keinerlei Ressourcen für eine Wiederverhandlung verfügen – mit den oben angesprochenen ambivalenten Effekten eines Ausschlusses der Wiederverhandlung. Schließlich lassen sich über das Tranching eines Kreditrisikoportefeuilles in Abhängigkeit von der Bonitätsentwicklung im Portefeuille situativ unterschiedliche Wiederverhandlungssituation erzeugen.

Wiederverhandlung bzw. Insolvenz sind in Umweltzuständen wertrelevant, in denen die Schuldner ihren Verpflichtungen nicht nachkommen können oder wollen. Bei hoher Bonität sind solche Situationen eher unwahrscheinlich. Die Erschließung von Positionen mittlerer und geringer Bonität für den Kreditrisikohandel erhöht damit die Bedeutung dieser Überlegung.

3.5 Konsequenzen

Bei den angesprochenen Sachverhalten handelt es sich letztlich um Verhaltensrisiken aus der strategischen Interaktion zwischen Schuldner, Originator und Kreditrisikokäufer. Der Versuch einer quantitativen Bewertung derartigen Risiken erscheint zumindest zum heutigen Zeitpunkt wenig aussichtsreich. Die direkte Integration in die unterschiedlichen Bewertungsmodelle ist daher nicht möglich. Gleichwohl können diese Risiken eine hohe Relevanz für den Wert einer Kreditposition gewinnen und ursächlich für manche Überraschungen sein, denen sich die Akteure am Kreditrisikomarkt in den vergangenen Jahren ausgesetzt sahen. Ein systematisches Eingehen auf derartige Risiken erscheint daher dringend geboten. Dieses kann man wie folgt konkretisieren:

1. Überprüfung wichtiger zu erwerbenden Kreditrisikopositionen auf Vorhandensein und Relevanz möglicher Verhaltensrisiken.
2. Einschätzung der Wirksamkeit der zur Reduktion dieser Risiken zum Einsatz kommenden Instrumente.
3. Ermittlung des vermuteten Vorzeichens und der Intensität des Gesamteffekts.
4. Berücksichtigung des Ergebnisses im Pricing durch mehr oder weniger pauschale Preisauf- und -abschläge.
5. Vermeidung der Bildung von Klumpenrisiken aus der Verhaltensdimension des Kreditrisikoportefeuilles durch Limitierung des Volumens von mit potenziell gleichgerichteten Verhaltensrisiken behafteten Kreditrisikopositionen.

Langfristig Ziel sollte es sein, die Reaktion auf Verhaltensrisiken im Pricing und bei der Risikolimitierung besser zu fundieren. Die Schaffung einer entsprechenden empirischen Grundlage ist allerdings mit zahlreichen Problemen behaftet. Ein erster Schritt dazu wäre eine Systematisierung und systematische Erfassung der Verhaltensrisiken aus Kreditrisikopositionen.

4. Mathematischer Anhang

4.1. Reduced Form Models

Bewertungsverfahren

Die Bewertung erfolgt auf Cash-Flow Basis. Die Cash-Flows eines CDS können jeweils in Prämienzahlungen und Ausfallszahlungen aufgeteilt werden. Der CDS Spread ist derjenige Spread, für den die Barwerte der beiden Zahlungsreihen identisch sind, d.h.

$$(1) \quad PV(\text{premium leg}) = PV(\text{contingent leg})$$

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie die jeweilige Zahlungsreihe zu bewerten ist. Da die Terminierung bzw. Intialisierung dieser Zahlungen vom Ausfall abhängt, müssen bei der Diskontierung die Ausfallwahrscheinlichkeiten berücksichtigt werden.

$h(t)$ sei die Hazard-Rate vom Zeitintervall 0 bis t . Die Hazard-Rate ist eine forward Ausfallwahrscheinlichkeit, und $h(t)\Delta t$ wird dabei als die bedingte Ausfallwahrscheinlichkeit in dem Intervall Δt unter der Bedingung, daß kein Ausfall bis zum Zeitpunkt t eingetreten ist interpretiert, d.h.

$$(2) \quad h(t) = \lim_{\Delta t \downarrow 0} \frac{P(\tau \leq t + \Delta t | \tau > t)}{\Delta t}$$

wobei τ der Ausfallszeitpunkt ist.

Der Ausfallszeitpunkt etwas exogenes und wird durch den Sprung eines Sprungprozesses modelliert. Die Hauptaufgabe besteht in der Angabe der bedingten Ausfallwahrscheinlichkeit unter der Annahme, daß der Ausfall zum gegebenen Zeitpunkt noch nicht eingetreten ist. Da dies in den meisten Fällen durch die Angabe der Ausfallsintensität geschieht, werden Reduced Form Models auch als Intensitätsmodelle oder Hazard-Rate Modelle bezeichnet.

Es wird eine deterministische und zeitabhängige Hazard-Rate angenommen, der stochastische Fall kann innerhalb dieses Konstruktes ebenfalls behandelt werden⁷.

Nach der Spezifizierung der Hazard-Rates kann die Ausfallwahrscheinlichkeit zwischen dem Zeitintervall 0 bis t angegeben werden als

$$(3) \quad P(0, t) = 1 - \exp\left(-\int_0^t h(u) du\right) = 1 - P(\tau > t)$$

wobei $P(\tau > t)$ die Überlebenswahrscheinlichkeit bis zum Zeitpunkt t ist.

Bewertung des Premium Legs

Die Prämienzahlungen erfolgen jeweils zu den Zeitpunkten $(t_1, t_2, \dots, t_n = T)$, die Zahlungen werden entweder bis zur Fälligkeit (T) oder bis zum Ausfallszeitpunkt (τ) bezahlt. Der Barwert dieser Zahlungen kann ausgedrückt werden als

$$(4) \quad PV_{0,T}^{prem} = \sum_{i=1}^n \Delta(t_{i-1}, t_i) S_T DF(0, t_i) \exp\left(-\int_0^{t_i} h(u) du\right) \\ = \sum_{i=1}^n \Delta(t_{i-1}, t_i) S_T DF(0, t_i) (1 - P(0, t_i))$$

wobei $\Delta(t_{i-1}, t_i) S_T$ die Prämienzahlung zum Zeitpunkt t_i und $\Delta(t_{i-1}, t_i)$ die Dauer zwischen den beiden Zahlungszeitpunkten t_{i-1} und t_i in Jahren ist. Diese Dauer ist jeweils abhängig von der Stück-

⁷ Vgl. Lando, David, Credit Risk Modeling: Theory and Application, Princeton University Press

zinsberechnungsmethode, die für die Zahlungen gilt. $DF(0, t_i)$ ist der risikolose Diskontfaktor von 0 bis t_i und $P(0, t_i)$ ist die risikoneutrale Ausfallwahrscheinlichkeit im Intervall $[0, t_i]$. S_T wird dabei im Allgemeinen in Basispunkten des Nominalwertes angegeben. In der obigen Formel geht man von einem Nominalwert von 1 aus.

Bewertung des Default Legs

Die Ausfallszahlungen werden in Höhe von $(1-R)$ nur beim Eintreten eines Ausfalls vor der Fälligkeit geleistet, wobei R die Recovery-Rate darstellt. Da der Ausfallzeitpunkt unbekannt ist, muß über die gesamte Laufzeit integriert werden, d.h.

$$(5) \quad PV_{0,T}^{default} = (1-R) \int_0^T h(s) \exp\left(-\int_0^s h(u) du\right) DF(0, s) ds$$

Der obige Ausdruck kann durch eine Diskretisierung unter der Annahme, daß der Ausfall nur zu den Zeitpunkten $(1, \dots, m)$ stattfinden kann, approximiert werden. Ferner ist $[P(0, t_i) - P(0, t_{j-1})]$ die marginale Ausfallwahrscheinlichkeit in dem Intervall $[t_{j-1}, t_j)$. Somit erhält man

$$(6) \quad PV_{0,T}^{default} = (1-R) \sum_{j=1}^n \left[P(0, t_j) - P(0, t_{j-1}) \right] DF(0, t_j)$$

Das Intervall $[t_{j-1}, t_j)$ kann nun beliebig klein gewählt werden. Eine Wahl von $[t_{j-1}, t_j) = 1$ Tag erscheint hier sinnvoll. In den obigen Formeln wird angenommen, daß die Zinsraten und Ausfallwahrscheinlichkeiten unabhängig sind. Dadurch werden die Formeln einfach und intuitiv. Der CDS Spread ist nun derjenige Wert, der die Gleichung (1) löst, d.h.

$$(7) \quad \tilde{S}_T = \frac{(1-R) \sum_{j=1}^m [P(0, t_j) - P(0, t_{j-1})] DF(0, t_j)}{\sum_{i=1}^n \Delta(t_{i-1}, t_i) DF(0, t_i) (1 - P(0, t_i))}$$

Berücksichtigung der angefallenen Prämien

Eine Berücksichtigung der angefallenen Prämien, die im Falle eines Ausfalls zeitanteilig bezahlt werden müssen, kann folgendermaßen modelliert werden. Sei $t_k < \tau < t_{k+1}$, wobei t_k und t_{k+1} die Prämienzahlungszeitpunkte vor bzw. nach dem Ausfallszeitpunkt τ sind. Die angefallene Prämie ist dann ungefähr $(\tau - t_k) / (t_{k+1} - t_k) \Delta(t_k, t_{k+1}) S_T$, d.h. die angefallene Prämie entspricht der nächsten Prämienzahlung gewichtet mit der Zeitspanne zwischen der letzten Zahlung und dem Ausfallszeitpunkt. Man erhält also

$$(8) \quad PV_{0,T}^{accrued_prem} \approx \sum_{j=1}^m [P(0, t_j) - P(0, t_{j-1})] \left[\frac{(t_j - t_{j^*-1})}{(t_{j^*} - t_{j^*-1})} \Delta(t_{j^*-1}, t_{j^*}) S_T \right] DF(0, t_j)$$

wobei t_{j^*} der nächste Coupon-Zahltag nach t_j ist. Dieser Term wird dem Barwert der Prämienzahlung hinzuaddiert. Eine Vereinfachung kann man dadurch erreichen, indem man zu jeder Prämienzahlung die Hälfte der Coupon-Periode hinzuaddiert, d.h.

$$(9) \quad PV_{0,T}^{accrued_prem} \approx \sum_{j=1}^m [P(0, t_j) - P(0, t_{j-1})] \left[\frac{\Delta(t_{j^*-1}, t_{j^*}) S_T}{2} \right] DF(0, t_j)$$

Mit Hilfe dieser Vereinfachung kann Gleichung (7) folgendermaßen angepaßt werden:

$$(10) \quad \tilde{S}_T = \frac{(1-R) \sum_{j=1}^m [P(0, t_j) - P(0, t_{j-1})] DF(0, t_j)}{\sum_{i=1}^n DF(0, t_i) \left([1 - P(0, t_i)] \Delta(t_{i-1}, t_i) + [P(0, t_i) - P(0, t_{i-1})] \frac{\Delta(t_{i-1}, t_i)}{2} \right)}$$

Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeiten

Die Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeiten erfolgt über die am Markt verfügbaren Kursnotierungen der jeweiligen Laufzeiten für die zu betrachtende Referenzentität. Bei der Bestimmung dieser Ausfallwahrscheinlichkeiten wird eine konstante Recovery-Rate angenommen. Dieses einfache Model kann jedoch um stochastische Recovery-Rates erweitert werden.

Da die Kursnotierungen sowohl die Recovery-Rate als auch die Ausfallwahrscheinlichkeiten reflektieren, können beide nicht gleichzeitig aus den Daten gewonnen werden, daher wird die Recovery-Rate fixiert. Sinnvoll erscheinen hier Werte zwischen 10-50%, der Wert für Unternehmen mit guter Kreditwürdigkeit liegt in etwa bei 40%. Die Recovery-Rate spielt, wie im Falle der Sensitivitätsanalyse beschrieben⁸, zunächst nur eine sekundäre Rolle bei der Bewertung.

Um die beiden Seiten der Gleichung (1) zu bestimmen ist die Kenntnis von $P(0, t)$ zu jedem Zeitpunkt t notwendig. Wir werden annehmen, daß die Hazard-Rates zwischen den Laufzeiten (t_1, t_2, \dots, t_M) konstant sind. Übliche Werte für t_i sind jeweils (0.5, 1, 3, 5, 7, 10) Jahre. Damit erhalten wir

$$(11) \quad h(u) = \alpha_i \text{ für } i \in [t_{i-1}, t_i]$$

und für die kumulierten Ausfallwahrscheinlichkeiten

$$(12) \quad P(0, t_i) = 1 - \exp\left(-\sum_{i=1}^M \alpha_i(t_{i-1}, t_i)\right)$$

Der Kalibrierungsprozeß erfolgt derart, daß man diejenigen α_i findet, die die Gleichung (10) bzw. (7) lösen. Dabei wird die Kursnotierung für t_1 benutzt, um den Wert für α_1 zu bestimmen, danach werden α_1 und die Kursnotierung für t_2 für die Bestimmung von α_2 verwendet. Die genaue Implementierung dieses Bootstrap-Verfahrens kann aus der verfügbaren Excel Applikation entnommen werden^{9, 10, 11}.

Schluß

Da man annehmen kann, daß die Daten des Fixed Income Bereichs und der am Markt verfügbaren Kursnotierungen Informationen über die Ausfallwahrscheinlichkeiten enthalten, erscheint die Kalibrierung des Modells anhand dieser Daten sinnvoll. Die Modelle sind einfach zu handhaben und einfache Versionen können leicht implementiert werden. Ein weiterer Vorteil von Reduced-Form Modellen ergibt sich aus ihrer Vergleichbarkeit mit Zinssatzmodellen, die schon umfangreich untersucht worden sind und ihrer Verwendbarkeit für die Bewertung von CDS auf Staaten.

Als Modellrisiken sind natürlich zuallererst die Annahmen aufzuzählen, die gemacht werden (die Volatilität der Hazard-Rate, Recovery-Rate etc.), weitere Einschränkung ergeben sich aus der kurzen Historie der CDS Produkte, so daß die Wahl des jeweiligen Modells, auf der Basis der Historie, nicht ohne weiteres getroffen werden kann.¹²

⁸ Vgl. 2.1.3 Einflussfaktoren (Sensitivitätsanalyse), S. 11 ff.

⁹ Bezug über: <http://www.DVFA.de>

¹⁰ Arvantis, Angelo, Gregory Jonathan, Credit - The Complete Guide to Pricing, Hedging and Risk Management, Risk Books

¹¹ Bielecki, Tomasz R., Rutkowski, Marek, Credit Risk: Modeling, Valuation and Hedging

¹² Bluhm, Christian, Overbeck, Ludger, Wagner, Christoph, An Introduction to Credit Risk Modeling

4.2. Structural Models

Die Black-Scholes Optionspreisformel für eine europäische Call Option auf Aktien lautet nach Hull:

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad (1)$$

Die eines Put stellt sich entsprechend dar:

$$p = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

Dabei gilt für die kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion $N(x)$ die Schwankungsbreite um den Basisobjektkurs:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r + \sigma_A^2 / 2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$
$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - \sigma_A^2 / 2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} = d_1 - \sigma_A \sqrt{T}$$

Parameter:

c = heutiger Wert des EK des Unternehmens

S_0 = heutiger Wert der Aktiva des Unternehmens

X = Strike (Zinsen + Nominal in T zu zahlen)

r = risikoloser Zins

σ_A = Volatilität der Aktiva (konst.)

σ_{EK} = Volatilität des EK

T = Laufzeit

Für den Strike gibt es zwei grundlegende Ansatzmöglichkeiten für die Berücksichtigung des Fremdkapitals:

1) Allgemeiner Ansatz:

$$FK = \text{short term liabilities} + \frac{1}{2} \cdot \text{long term liabilities}$$

2) Detaillierter Ansatz:

Das FK setzt sich zusammen aus

- Short Term Liabilities
- Long Term Liabilities
- Common Stock
- Preferred Stock
- Convertible Stock

$N(d_2)$, als Wert der Gaußschen Summenfunktion, gibt die Wahrscheinlichkeit an, daß das Optionsrecht am Ende der Betrachtungsperiode im Geld ist und demnach ausgeübt wird. Wie bereits beschrieben kann der Wert eines Calls auf den Firmenwert mittels der Optionspreisformel bestimmt werden:

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2)$$

Dabei gibt die kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion $N(x)$ folgende Schwankungsbreite an:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r + \sigma_A^2 / 2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$

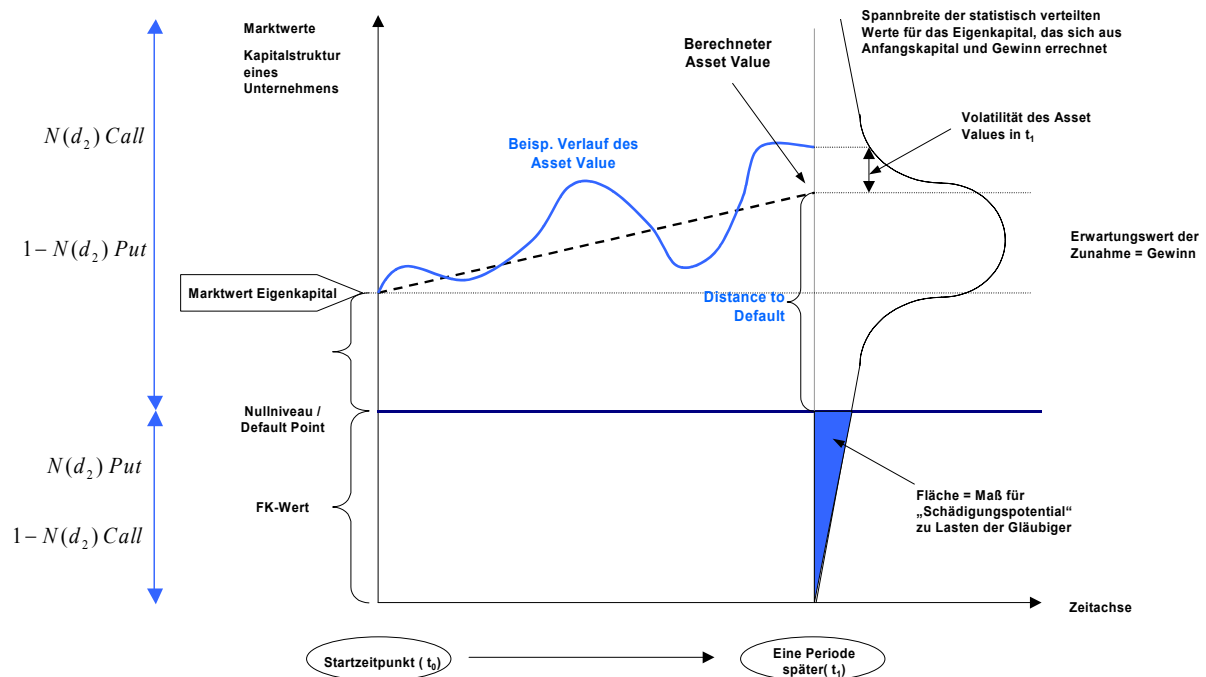
und

$$d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{T}$$

Die Höhe der Verbindlichkeiten entspricht $S_0 - c$.

Entgegengesetzt zum bereits beschriebenen $N(d_2)$ gibt $N(-d_2)$ die Wahrscheinlichkeit an, daß die Verbindlichkeiten des Unternehmens nicht zurückgezahlt werden und die Option nicht in Geld läuft.

Schematische Darstellung der Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit nach dem Merton-Ansatz¹³



Im nächsten Schritt wird nach den beiden Unbekannten S_0 und σ_A aufgelöst, welche nicht durch Marktdaten unmittelbar ermittelt werden können. c kann bei vorliegender Börsennotierung des Unternehmens direkt am Markt beobachtet werden. Demnach gilt:

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2)$$

σ_{EK} kann nach Itô's Lemma abgeschätzt werden durch:

¹³ Kremers, Thorben, Kreditderivate und Structured Credit – ein Kompendium, S. 121, 2007

$$\sigma_{EK}c = \frac{\partial c}{\partial S} \sigma_A S_0$$

bzw.

$$\sigma_{EK}c = N(d_1) \sigma_A S_0 \quad (2)$$

Aus (1) und (2) können Werte für S_0 und σ_A durch die Verwendung der Solver-Routine in Excel iterativ (Newton-Verfahren) ermittelt werden.

Literaturverzeichnis

Arvantis, Angelo, Gregory Jonathan (2004), Credit - The Complete Guide to Pricing, Hedging and Risk Management, Risk Books

Bielecki, Tomasz R., Rutkowski, Marek (2002), Credit Risk: Modeling, Valuation and Hedging

Bluhm, Christian, Overbeck, Ludger, Wagner, Christoph (2002), An Introduction to Credit Risk Modeling

Bank for International Settlements (2007), OTC derivatives market activity in the second half of 2006

Hull, John (2006), Options, Futures and other Derivatives

Kremers, Thorben (2007), Kreditderivate und Structured Credit – Ein Kompendium

Lando, David (2004), Credit Risk Modeling: Theory and Application, Princeton University Press

Merton, Robert C. (1974), On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates, Journal of Finance, Vol. 29, S. 449-470

DVFA

Die DVFA ist der Berufsverband der Investment Professionals. Aktuell gehören der DVFA 1.100 persönliche Mitglieder an. Sie sind als Fach- und Führungskräfte bei über 400 Investmenthäusern, Banken sowie Fondsgesellschaften oder als unabhängige Kapitalmarktdienstleister tätig. Die DVFA sichert die Glaubwürdigkeit der Berufsangehörigen und die Integrität des Marktes durch eine internationalen Standards entsprechende Aus- und Weiterbildung, durch die Bereitstellung von Plattformen für die professionelle Finanzkommunikation sowie durch effektive Selbstregulierung.

Über EFFAS, den Dachverband der europäischen Analystenvereinigungen, bietet die DVFA Zugang zu einer paneuropäischen Plattform mit über 17.000 Berufsangehörigen in 24 Nationen. Über die Association of Certified International Investment Analysts (ACIIA) ist der Verband an ein weltweites Netzwerk von über 50.000 Investment Professionals angeschlossen.

ISBN: 978-3-928759-08-3

DVFA

Einsteinstraße 5
63303 Dreieich

Tel.: +49 (0)6103 - 5833-0
Fax: +49 (0)6103 - 5833-34
Mail: info@dvfa.de
Web: <http://www.dvfa.de>