

Gann, Philipp

**Working Paper**

Liquidität, Risikoeinstellung des Kapitalmarktes und  
Konjunkturerwartung als Preisdeterminanten von Collateralized Debt  
Obligations (CDOs) - Eine simulationsgestützte Analyse

Discussion Paper, No. 2009-08

**Provided in Cooperation with:**

University of Munich, Munich School of Management

*Suggested Citation:* Gann, Philipp (2009) : Liquidität, Risikoeinstellung des Kapitalmarktes und Konjunkturerwartung als Preisdeterminanten von Collateralized Debt Obligations (CDOs) - Eine simulationsgestützte Analyse, Discussion Paper, No. 2009-08, Ludwig-Maximilians-Universität München, Fakultät für Betriebswirtschaft, München, <https://doi.org/10.5282/ubm/epub.10582>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/104509>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**LIQUIDITÄT, RISIKOEINSTELLUNG DES KAPITALMARKTES UND  
KONJUNKTURERWARTUNG ALS PREISDETERMINANTEN VON  
COLLATERALIZED DEBT OBLIGATIONS (CDOs)**

**- EINE SIMULATIONSGESTÜTZTE ANALYSE -**

**PHILIPP GANN\***

Discussion Paper 2009 - 08

April 2009



Munich School of Management  
University of Munich

Fakultät für Betriebswirtschaft  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Online at <http://epub.ub.uni-muenchen.de>

---

\* Institut für Kapitalmarktforschung und Finanzierung (<http://www.kmf.bwl.uni-muenchen.de/index.html>),  
Fakultät für Betriebswirtschaft, Ludwig-Maximilians-Universität München.

# LIQUIDITÄT, RISIKOEINSTELLUNG DES KAPITALMARKTES UND KONJUNKTURERWARTUNG ALS PREISDETERMINANTEN VON COLLATERALIZED DEBT OBLIGATIONS (CDOs)

- EINE SIMULATIONSGESTÜTZTE ANALYSE -

PHILIPP GANN

April 2009

## Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Analyse des Einflusses der Faktoren Konjunkturerwartung, Risikoaversion des Kapitalmarktes und Liquidität auf die Marktwerte von Collateralized Debt Obligations (CDOs) verschiedener Seniorität. Es wird gezeigt, dass die Marktwerte von CDOs wesentlich durch das makroökonomische Umfeld determiniert werden. Die explizite Konjunktur- sowie Assetkorrelationserwartung des Kapitalmarktes beeinflusst zum einen die Emissionserlöse aus einer Verbriefung und damit die Anreize der Originatoren zur Verbriefung ihrer ausfallrisikobehafteten Assets, zum anderen die tranchenspezifischen Marktwerte bereits emittierter CDOs in Abhängigkeit der Subordination. Den größten Teil des Risikos makroökonomischer Veränderungen trägt das Equity Piece sowie die stärker subordinierten Tranchen. Eine Veränderung der Assetkorrelationen beeinflusst die Marktwerte der einzelnen Tranchen ebenfalls in stark unterschiedlicher Weise. Die Analyseergebnisse indizieren, dass bereits geringfügige Veränderungen der Konjunkturerwartung sowie der Assetkorrelationen hohe Ratingänderungen der Investment Grade-Tranchen implizieren und die tranchenspezifische Volatilität der Ratingeinschätzung der Agentur Moody's grundsätzlich von der der Agenturen Standard & Poor's sowie Fitch abweichen kann. Ferner wird in vorliegender Arbeit der Einfluss der Risikoaversion des Kapitalmarktes auf die Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität analysiert. Die Höhe der Risikoaversion beeinflusst den Wert der einzelnen Tranchen dabei umso stärker, je größer deren Subordination ausfällt. Es wird gezeigt, dass dem aktuellen Marktumfeld eine entscheidende Bedeutung für die relative Vorteilhaftigkeit der Veräußerung einzelner Tranchen zukommt und die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes die Kreditvergabestandards der Institute zu beeinflussen vermag. Weiterhin wird der marktphasenabhängige Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die Marktwerte von CDOs modelliert. Dabei wird auf Grundlage empirischer Erkenntnisse die Abhängigkeit des Liquiditätsrisikos von dem aktuellen Marktumfeld abgebildet, um auf dieser Basis die durch dynamische Veränderungen des Liquiditätsrisikos bedingten Spread- und Marktwertveränderungen von CDO-Tranchen unterschiedlicher Seniorität quantitativ erfassen zu können. Durch die Quantifizierung des liquiditätsrisikoinduzierten Einflusses einer Veränderung des Marktumfelds auf die Marktwerte von CDOs kann der empirisch belegte hohe Einfluss des Liquiditätsrisikos zu Krisenzeiten gerade für die unter dem Gesichtspunkt des Kreditrisikos als verhältnismäßig risikoarm eingeschätzten höherrangigen CDO-Tranchen simulationsgestützt aufgezeigt werden.

*Stichworte:* Collateralized Debt Obligations, CDO, ABS, Tranchierung, Ausfallratenverteilung, Ein-Faktor-Modell, Credit Spread, Launch Spread, Asset Value, Firmenwertsensitivität, Assetkorrelation, Risikoaversion, Liquidität, Konjunkturerwartung, Risikonutzenfunktion, Subprimekrise, Liquiditätsrisiko, Rating, Kreditvergabestandards.

*JEL-Klassifikation:* G12, G13, G 21, G 28.

# 1 Einleitung

Der globale Markt für Asset Backed Securities (ABS) wuchs während des vergangenen Jahrzehnts nachhaltig und erreichte in den Jahren 2003 bis 2007 jährliche Emissionsvolumina von teilweise über 3 Billionen Euro.<sup>1</sup> Infolge dieses andauernden Wachstums entwickelten sich Asset Backed Securities zu einem bedeutenden Teil des weltweiten Fixed Income Marktes. Im Rahmen einer ABS-Transaktion bündelt ein Wirtschaftssubjekt hinsichtlich bestimmter Eigenschaften homogene Assets zu einem Pool und verkauft diesen an eine in der Regel eigens für diese Transaktion gegründete Zweckgesellschaft. Diese wiederum finanziert den Ankauf durch die Ausgabe von mit dem Asset Pool gedeckten Wertpapieren, den Asset Backed Securities.<sup>2</sup> Im Mittelpunkt der nachfolgenden Untersuchungen steht die ABS-Klasse der Collateralized Debt Obligations (CDOs), wobei sich die grundsätzlichen Analyseergebnisse ausnahmslos auch auf andere ABS-Kategorien übertragen lassen.

Um die Vorteilhaftigkeit eines CDO-Engagements auf Basis des investorspezifischen Anlagehintergrundes beurteilen und ein effizientes ökonomisches Risikomanagement durchführen zu können, ist die transparente Bewertung sowie intensive Analyse der Chancen und Risiken dieser Finanzinstrumente essentiell. Wie die durch die Subprime-Krise ausgelöste Finanzmarktkrise aufdeckt, verfügt eine Vielzahl von CDO-Investoren infolge der hohen Komplexität und mangelnden Transparenz dieser strukturierten Kreditprodukte jedoch oftmals nicht über ein umfassendes Verständnis der faktischen Wertdeterminanten und deren Wirkungsmechanismen. Dadurch kann es zu einer folgenschweren systematischen Fehleinschätzung des tatsächlichen Risikopotentials dieser Wertpapiere kommen.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die vertiefte Analyse des Einflusses der Faktoren *Konjunkturerwartung*, *Risikoaversion des Kapitalmarktes* sowie *Liquidität* auf die Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität. Die vorliegende Studie schließt dabei bedeutende bis dato bestehende Lücken in der akademischen und praktischen Literatur zu Risikocharakteristika und Wertdeterminanten von CDOs.

Es wird gezeigt, dass die Marktwerte von CDOs wesentlich durch das makroökonomische Umfeld und damit zusammenhängend die Höhe der Assetkorrelationen determiniert werden. Folglich beeinflussen die explizite Konjunktur- sowie Assetkorrelationserwartung des Kapitalmarktes einerseits

---

<sup>1</sup> Vgl. European Securitisation Forum (2009).

<sup>2</sup> Zu den weiteren Beteiligten einer typischen ABS-Transaktion vgl. Rudolph et al. (2007), S. 40-43. Bezüglich der der Transaktion zugrunde liegenden Vermögenswerte unterscheidet man im Allgemeinen drei Kategorien von Asset Backed Securities: *Asset Backed Securities im engeren Sinne*, welche Kreditkarten-, Leasing-, Konsumentenforderungen etc. verbriefen, *Mortgage Backed Securities (MBS)*, bei welchen der Asset Pool aus Forderungen privatwirtschaftlich (*Residential Mortgage Backed Securities*, RMBS) und kommerziell (*Commercial Mortgage Backed Securities*, CMBS) genutzter Immobilien besteht, sowie *Collateralized Debt Obligations (CDOs)*. Collateralized Debt Obligations bezeichnen strukturierte Finanzinstrumente, bei denen entweder Kreditforderungen der Banken gegenüber Unternehmen oder Corporate Bonds als Besicherung für die durch die Zweckgesellschaft emittierten Wertpapiere dienen. Im ersten Fall wird von *Collateralized Loan Obligations (CLOs)*, im zweiten Fall von *Collateralized Bond Obligations (CBOs)* gesprochen. CDOs auf ein Referenzportfolio von Credit Default Swaps (CDS) werden als *synthetische CDOs* bezeichnet. Vgl. Gibson (2004).

die Emissionserlöse aus einer Verbriefung und damit die Anreize der Originatoren zur Verbriefung ihrer ausfallrisikobehafteten Assets und andererseits die Marktwerte bereits emittierter CDOs. Die tranchenspezifischen Wertsensitivitäten bezüglich einer Veränderung des makroökonomischen Umfelds hängen dabei wesentlich von der Subordination der Tranchen ab. Je geringer die Seniorität der Tranche, umso größer fällt deren Wertsensitivität auf einer Veränderung der Konjunkturerwartungen aus. Den größten Anteil des Risikos makroökonomischer Veränderungen trägt somit das Equity Piece sowie die stärker subordinierten Tranchen. Eine Veränderung der Assetkorrelationen beeinflusst die Marktwerte der einzelnen Tranchen ebenfalls in stark unterschiedlicher Weise. Ansteigende Assetkorrelationen induzieren einen Wertrückgang der Senior Tranche sowie einen deutlichen Wertzuwachs der Equity Tranche und gegebenenfalls weiterer subordinierter Tranchen. Mezzanine Tranchen reagieren in der Regel weniger sensitiv sowie weniger eindeutig auf Korrelationsänderungen. Weiterhin deuten die Analyseergebnisse darauf hin, dass bereits geringfügige Veränderungen der Konjunkturerwartung sowie der Assetkorrelationen hohe Ratingänderungen der Investment Grade-Tranchen implizieren können und die durch eine Veränderung der makroökonomischen Bedingungen induzierte tranchenspezifische Volatilität der Ratingeinschätzung der Agentur Moody's grundsätzlich von der der Agenturen Standard & Poor's sowie Fitch abweichen kann.

Ferner wird in vorliegender Arbeit, soweit bekannt erstmals, modelltheoretisch der Einfluss der Risikoaversion des Kapitalmarktes auf die fundamentalen Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität analysiert. Die dynamische Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes impliziert eine im Zeitablauf variierende Höhe der Kompensationsforderung, welche risikoaverse Investoren für die mit der CDO-Investition verbundene Übernahme der Ergebnisvolatilität fordern. Die Analyse zeigt, dass die Höhe der Risikoaversion den Wert der einzelnen Tranchen umso stärker beeinflusst, je größer deren Subordination ausfällt. Mit abnehmender Tranchenqualität steigt somit die Wertsensitivität bezüglich Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes. Auf Basis dieses Ergebnisses kann zum einen gezeigt werden, dass die aktuelle Risikoaversion des Kapitalmarktes wesentlich die Anreize von Kreditinstituten zur Securitization ihrer Credit Assets und damit die Stärke der Verbriefungsaktivitäten der Originatoren determiniert. Zum anderen wird dargelegt, dass es für Originatoren in Zeiten sehr niedriger Risikoaversion besonders vorteilhaft sein kann, Assets mit hohem Ausfallrisiko zu veräußern. Dies impliziert wiederum, dass dem aktuellen Marktumfeld eine entscheidende Bedeutung für die relative Vorteilhaftigkeit der Veräußerung einzelner Tranchen zukommt und die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes die Kreditvergabestandards der Institute maßgeblich beeinflusst. Marktphasen hohen Risikoappetits induzieren entsprechend eine Lockerung der strengen Kreditvergabestandards, da Banken zur Gewinnerzielung die hohe Nachfrage von Investoren nach riskanten und renditestarken Assets zu befriedigen suchen et vice versa.

Weiterhin wird die marktphasenabhängige Bedeutung des Liquiditätsrisikos für die Marktwerte von CDOs analysiert. Die vorliegende Arbeit modelliert dabei auf Grundlage empirischer

Erkenntnisse, soweit bekannt erstmals, die Abhängigkeit des Liquiditätsrisikos von dem aktuellen Marktumfeld, um auf dieser Basis die durch dynamische Veränderungen des Liquiditätsrisikos bedingten Spread- und Marktwertveränderungen von CDO-Tranchen unterschiedlicher Seniorität quantitativ erfassen zu können. Da besonders in Krisenzeiten die Liquidierbarkeit sowie die tatsächlichen Handelspreise von Assets einen entscheidenden Einfluss auf die Solvenz von Investoren besitzen können, ist die Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen dem aktuellen Marktumfeld und der assetspezifischen liquiditätsrisikoinduzierten Marktwertminderung im Rahmen der Investmententscheidung essentiell. Durch die Quantifizierung des liquiditätsrisikoinduzierten Einflusses einer Veränderung des Marktumfelds auf die fairen Marktwerte von CDOs kann der bedeutende Einfluss des Liquiditätsrisikos gerade für die unter dem Gesichtspunkt des Kreditrisikos als verhältnismäßig risikoarm eingeschätzten höherrangigen CDO-Tranchen aufgezeigt werden. Die vorliegende Arbeit bildet so erstmals modelltheoretisch den bis dato auf Basis erster empirischer Erkenntnisse lediglich verbal beschriebenen Sachverhalt ab, dass das Austrocknen der ABS-Märkte im Investment Grade-Bereich während der Subprime-Krise vorwiegend auf einen starken Anstieg der Risikoaversion der Marktteilnehmer und der damit verbundenen Zunahme des Liquiditätsrisikos zurückzuführen ist.

Die weiteren Ausführungen sind folgendermaßen strukturiert: Kapitel 2 stellt die mit der Forschungsthematik dieser Arbeit in Beziehung stehende theoretische und empirische Literatur dar.<sup>3</sup> Kapitel 3 beschreibt die der Analyse zugrunde liegende Modellierung von CDOs. Die Berechnung der Ausfallratenverteilung des Asset Pools wird dabei auf Grundlage eines Ein-Faktor-Modells durchgeführt. Die Tranchierung basiert auf der Systematik der Ratingagenturen Standard & Poor's bzw. Fitch. Kapitel 4 stellt die grundsätzlichen Modellannahmen und das Vorgehen zur Ableitung der Risikocharakteristika sowie der fundamentalen Marktwerte und Credit Spreads von CDOs verschiedener Seniorität an einem risikoneutralen und risikoaversen Kapitalmarkt dar. Um den Preiseinfluss durch die in der Realität schwankende Risikoaversion der Finanzmarktteilnehmer explizit und isoliert analysieren zu können, bildet die Betrachtung eines risikoneutralen Kapitalmarktes den Ausgangspunkt der Untersuchungen. Kapitel 5 analysiert in Kapitel 5.1 den Einfluss der Konjunkturerwartungen auf die Marktwerte von CDOs sowie die Ratingstabilität strukturierter Anleihen. Hierzu wird zunächst die Bedeutung der Einschätzung des makroökonomischen Umfelds auf die Tranchierung sowie die Verbriefungsanreize des Originators betrachtet, bevor die tranchenspezifischen Sensitivitäten wichtiger Risikocharakteristika sowie der fundamentalen Marktwerte bezüglich einer Veränderung der Konjunkturerwartung eingehend untersucht werden. Infolge der empirisch beobachtbaren engen Verknüpfung zwischen Konjunkturerwartung und Höhe der Assetkorrelationen erfolgt gleichfalls eine Analyse der tranchenspezifischen Sensitivitäten der Risikocharakteristika sowie der fundamentalen Marktwerte

---

<sup>3</sup> Ein umfassender Literaturüberblick über die Bedeutung der Risikoaversion des Kapitalmarktes sowie des Liquiditätsrisikos für die Marktwerte riskanter Assets findet sich einleitend zu den entsprechenden Ausführungen über den Einfluss dieser Faktoren auf die Marktwerte von CDOs in Kapitel 5.2 sowie Kapitel 5.3.

bezüglich einer simultanen Veränderung beider Faktoren. Die Bedeutung der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes für die Marktwerte von CDOs bildet den Gegenstand der daran anschließenden Analysen in Kapitel 5.2. Dabei wird der Zusammenhang zwischen der Höhe der Subordination der einzelnen Tranchen und der tranchenspezifischen Wertsensitivitäten auf Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes untersucht und ferner der Einfluss der tranchenspezifischen Risikoeigenschaften auf die jeweiligen fundamentalen Marktwerte bei unterschiedlichen Risikoaversionsszenarien analysiert. Darüber hinaus wird der Zusammenhang zwischen der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes und den Kreditvergabestandards von Kreditinstituten diskutiert. Im Anschluss an diese Ausführungen wird in Kapitel 5.3 die Bedeutung des Liquiditätsrisikos für die Marktwerte von CDOs untersucht. Es erfolgt eine modelltheoretische Abbildung der empirisch beobachtbaren Beziehung zwischen der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes und der Höhe der Liquiditätsprämie von CDOs. Auf Basis dieses Zusammenhangs kann die durch eine Veränderung der Risikoaversionshöhe ausgelöste tranchenspezifische liquiditätsrisikoinduzierte Marktwertänderung quantifiziert werden. Die Untersuchung schließt in Kapitel 6 mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse.

## 2 Stand der Literatur

Am Markt für Asset Backed Securities werden hinsichtlich der Art der Weiterleitung der Zahlungsströme aus dem zugrunde liegenden Asset Pool Pass-Through-Papiere von Pay-Through-Papieren unterschieden.<sup>4</sup> Bei Pass-Through-Papieren werden die eingehenden Cashflows aus dem Asset Pool direkt und unverändert an die Inhaber der ABS weitergeleitet. Da Pass-Through-Papiere somit proportionale Ansprüche verbrieften, erwerben Investoren vergleichbar einer Fondsanlage Miteigentum am Bestand der Assets eines bestimmten Pools. Bei Pay-Through-Papieren wird die Emission durch eine Tranchierung in mindestens zwei Tranchen von Wertpapieren unterschiedlicher Priorität aufgeteilt.<sup>5</sup> Die einzelnen Tranchen werden aus den eingehenden Cashflows des zugrunde liegenden Asset Pools nach dem Wasserfall- bzw. Subordinationsprinzip entsprechend ihrer Rangordnung bedient.<sup>6</sup> Dabei erhalten die nachrangigen Tranchen (Mezzanine und Junior Tranchen) entsprechend der festgelegten Subordination erst dann Zahlungen, wenn die höchstrangige Tranche (Senior Tranche) hinsichtlich der für einen bestimmten Zeitpunkt vertraglich vereinbarten Zahlungen vollständig bedient wurde. Die unterste Tranche (First Loss Piece oder Equity Tranche) trägt die

---

<sup>4</sup> Vgl. z.B. Rudolph et al. (2007), S. 49-50, Rudolph/Scholz (2007), S. 3-4 und Kothari (2006), S. 76-94.

<sup>5</sup> Die spezielle Festlegung des Schemas zur Verteilung der Zahlungen auf die definierten Tranchen wird als *Strukturierung* bezeichnet. Daher wird bei ABS-Tranchen auch von *strukturierten Anleihen* gesprochen.

<sup>6</sup> Zum Subordinationsprinzip vgl. ausführlich Kapitel 3.2.

ersten Verluste.<sup>7</sup> Zahlungsausfälle betreffen somit erst dann die höherrangigen Tranchen, wenn die anfallenden Gesamtverluste das Volumen der Equity Tranche übersteigen.

Im Mittelpunkt der nachfolgenden Untersuchungen stehen Collateralized Debt Obligations (CDOs). Die Analysen werden dabei beispielhaft anhand einer *SME-CLO*-Transaktion eines Kreditinstituts durchgeführt. *SME-CLOs* sind durch Forderungen gegenüber mittelständischen Unternehmen (*Small and Medium sized Enterprises*, *SME*) besicherte Collateralized Debt Obligations.<sup>8</sup> Banken nutzen True Sale *SME-CLOs* unter anderem als Refinanzierungsinstrument, zum ökonomischen Risikomanagement sowie zum Management des regulatorischen Eigenkapitals.<sup>9,10</sup> Die grundsätzlichen Analyseergebnisse dieser Arbeit lassen sich dabei jedoch nicht nur generell auf CDOs, sondern ausnahmslos auch auf alle anderen ABS-Kategorien übertragen.<sup>11</sup> CDOs werden stets als Pay-Through-Papiere emittiert.<sup>12</sup> Dieses empirisch beobachtbare Verhalten impliziert, dass CDO-Emittenten in der Realität aus einer Pay-Through-Verbriefung einen höheren ökonomischen Nutzen ziehen als aus einer Pass-Through-Securitization.<sup>13</sup> Unter der Annahme eines vollkommenen und vollständigen Kapitalmarktes kann das Poolen von Assets und die darauf aufbauende Tranchierung jedoch ökonomisch nicht begründet werden, da sich durch die Zusammenfassung von Assets und die Strukturierung von Zahlungsströmen kein Wertzuwachs generieren lässt. Folglich müssen Gegebenheiten existieren, die dazu führen, dass der Emittent durch die Ausgabe tranchierter Wertpapiere, welche durch einen Pool von Assets gedeckt sind, einen zusätzlichen (monetären) Nutzen erzielen kann. Die finanzierungstheoretische Literatur identifiziert als mögliche ökonomische

---

<sup>7</sup> Equity Tranche und First Loss Piece (FLP) werden in nachfolgender Arbeit als Synonyme verwendet. Anzumerken ist jedoch, dass auch Transaktionen existieren, in denen es ein FLP gibt, welches unterhalb der Equity Tranche liegt.

<sup>8</sup> *SME-Kredite* machen den größten Teil des insgesamt durch deutsche Banken vergebenen Kreditvolumens aus. Für diese Kreditnehmer existiert, von speziellen Transaktionsdesigns wie VR Circle des genossenschaftlichen Finanzverbands bzw. den Sparkassen-Kreditbaskets der Sparkassen-Finanzgruppe abgesehen, keine Möglichkeit Kreditderivate wie Credit Default Swaps oder Credit Spread Options zur Risikoabsicherung bzw. -diversifizierung abzuschließen. Grund ist die in der Regel nicht vorliegende Kapitalmarktfähigkeit dieser Schuldner, weshalb *CLO-Transaktionen* bis auf die genannten Ausnahmen die momentan einzige effiziente und weit verbreitete Möglichkeit zur Ausplatzierung von *SME-Krediten* darstellen. Vgl. z.B. Hilgert/Hillmer (2005), Lindemann/Martine (2005), o.V. (2006), Geilmann-Ebbert/Heine (2006), Oriwol/Weghorn (2006) und Oriwol/Weghorn (2007).

<sup>9</sup> Vgl. z.B. Gann/Hofmann (2005), Pracht (2005), Deutsche Bundesbank (2006) und Rudolph et al. (2007), S. 160-170.

<sup>10</sup> Für große internationale Banken nimmt der Anteil der durch strukturierte Produkte verbrieften Assets bezogen auf die Gesamtheit ihrer Assets typischerweise einen Wert zwischen 1% und 30% an. Vorwiegend werden hierbei Hypotheken-, Konsumenten- und Unternehmenskredite (einschließlich *SME*) verbrieft. Vgl. European Central Bank (2004), S. 19.

<sup>11</sup> Dabei ist zu beachten, dass der Wert unterschiedlicher Assets in der Regel durch unterschiedliche systematische Risikotreiber determiniert wird. Somit wird der Wert verschiedener ABS-Kategorien auch durch divergente Risikofaktoren beeinflusst, was durch Wahl spezifischer Marktfaktoren bei der Ableitung der Ausfallratenverteilung des Pools berücksichtigt werden muss. Vgl. hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 3. Anzumerken ist darüber hinaus, dass die in vorliegender Arbeit hergeleiteten Ergebnisse nicht nur für *True Sale* sondern auch für *synthetische* Verbriefungstransaktionen Gültigkeit besitzen. Zur synthetischen Verbriefung von *SME-Krediten* vgl. z.B. Krämer-Eis et al. (2001).

<sup>12</sup> Vgl. Herrmann (2005) sowie Mitchell (2005).

<sup>13</sup> Die Begriffe *Originator* und *CDO-Emittent* werden nachfolgend als Synonyme verwendet, da die Emissionserlöse der Zweckgesellschaft bei einer True Sale-CLO-Transaktion letztendlich an den Originator fließen.



Erklärungsansätze hierfür insbesondere *Marktunvollständigkeiten*, die Existenz von *Transaktionskosten* und *Informationsasymmetrien* sowie die *Segmentierung der Finanzmärkte*:

*Marktunvollständigkeiten*: In einer Arrow-Debreu-Welt vollkommener und vollständiger Märkte kann die Zahlungscharakteristik jedes Wertpapiers aus einer Kombination bereits bestehender Wertpapiere repliziert werden. Damit wird auch der Preis jedes Wertpapiers durch die Preise der replizierenden Papiere eindeutig bestimmt. Reale Kapitalmärkte sind jedoch unvollständig.<sup>14</sup> Neue Wertpapierformen, die zu einer Vervollständigung des Marktes beitragen, ermöglichen Investoren eine exaktere Steuerung ihrer Risikopositionen, da sich einer größeren Zahl zukünftiger Umweltzustände Marktpreise zuordnen lassen. Dies steigert den Nutzen der Investoren, was sich wiederum in einer Marktprämie für diese Finanzinstrumente niederschlägt. *Ross (1976)* zeigt, dass die Schaffung bedingter Ansprüche auf bestehende Assets die Effizienz der Kapitalmärkte durch deren Vervollständigung erhöhen kann. Sofern ein Originator durch die Strukturierung von Zahlungsströmen bestehende Marktunvollständigkeiten für eine bestimmte Gruppe von Investoren zu vermindern vermag und deren Zahlungsbereitschaft für diese strukturierten Finanzinstrumente dadurch so stark steigt, dass der Originator durch das Pooling und Tranching einen Gewinn erzielt, ist die Emission solcher Wertpapiere vorteilhaft. *Gaur et al. (2003)* zeigen, dass ein Originator durch Pooling und Tranching in unvollständigen Märkten durch die Emission von strukturierten Wertpapieren Gewinne erzielen kann, sofern diese die Vollständigkeit des Marktes erhöhen.

*Asymmetrische Informationsverteilung*: Die verschiedenen an einer Verbriefungstransaktion beteiligten Parteien, wie z.B. Kreditnehmer, Originatoren, Ratingagenturen und Investoren, verfügen typischerweise über einen unterschiedlichen Zugang zu bewertungsrelevanten Informationen sowie über unterschiedliche Fähigkeiten zur Beurteilung des Wertes der zu verbrieften Assets und damit der am Kapitalmarkt angebotenen strukturierten Wertpapiere. Zahlreiche theoretische Arbeiten suchen auf Basis dieses Sachverhalts die Techniken des Pooling und Tranching zu erklären. *Gorton/Pennacchi (1990)* zeigen dabei eine erste modelltheoretische Begründung für das Tranching von Zahlungsansprüchen auf. Ausgehend von einem Kapitalmarkt mit sowohl informierten als auch uninformierten Investoren wird dargelegt, dass für einen Finanzintermediär die Verbriefung des Cashflows eines riskanten Assets in zwei Wertpapiertranchen mit unterschiedlichen Zahlungsansprüchen optimal ist. Eine Wertpapiertranche garantiert dabei einen sicheren Zahlungsanspruch und wird von den uninformierten Investoren erworben, die andere Tranche, welche einen unsicheren Anspruch verbrieft, wird von den informierten Investoren nachgefragt. Dem Modell von *Boot/Thakor (1993)* liegt eine ähnliche Intuition wie *Gorton/Pennacchi (1990)* zugrunde. So wird ebenfalls von Märkten mit asymmetrisch informierten Investoren ausgegangen und die Vorteilhaftigkeit der Aufteilung der Unternehmens-Cashflows durch ein Wertpapierdesign nach dem Subordinationsprinzip nachgewiesen. Die informationsinsensitiven Cashflows werden dabei an die Inhaber der vorrangigen Wertpapiere, die informations sensitiven Cashflows an die Inhaber der

---

<sup>14</sup> Vgl. *Ross (1976)* oder *Gaur et al. (2003)*.

nachrangigen Wertpapiere gezahlt. *Riddiough (1997)* zeigt gleichermaßen, dass Pooling und Tranching bei Existenz einer asymmetrischen Informationsverteilung zwischen Emittent und Investoren gegenüber reinem Pooling sowie dem Einzelverkauf von Assets für den Emittenten vorteilhaft ist. In dem Modell von *Plantin (2004)* verkauft ein uninformierter Originator mittels einer Auktion Asset Backed Securities an unterschiedlich gut informierte Finanzinstitute. *Plantin (2004)* kommt dabei ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Emission zweier Tranchen unterschiedlicher Seniorität die für den Emittenten wertmaximierende Strategie darstellt und die besser informierten Institute in die informationssensitivere Tranche investieren werden. *DeMarzo (2005)* entwickelt das Modell von *DeMarzo/Duffie (1999)* weiter und untersucht die Vorteilhaftigkeit von Pooling und Tranching gegenüber dem Einzelverkauf von Assets unter verschiedenen Szenarien möglicher Informationsasymmetrien zwischen den an einer Verbriefungstransaktion beteiligten Parteien. Es wird gezeigt, dass je nach Ausgangsszenario der asymmetrischen Informationsverteilung sowohl der Einzelverkauf von Assets als auch Pass-Through- sowie Pay-Through-Konstruktionen ökonomisch begründet werden können. Ferner wird dargestellt, dass Pooling und Tranching im Fall informierter Originatoren und uninformierter Investoren für Erstere profitabel sein kann.<sup>15</sup>

*Marktsegmentierung:* Eine Folge segmentierter Finanzmärkte ist das Entstehen von Arbitragemöglichkeiten, welche mittels der Schaffung strukturierter Finanzinstrumente gewinnbringend ausgenutzt werden können. Durch bestimmte Präferenzen, Anlagerichtlinien sowie regulatorische Vorschriften kann es für bestimmte Investoren zu einer Beschränkung im Zugang zu einer spezifischen Kategorie von Wertpapieren bzw. Assets kommen.<sup>16</sup> Besteht in einem Wertpapiersegment, z.B. bei CDOs einer bestimmten Ratingkategorie, ein Verkäufermarkt und sind dem Originator das Nachfrageverhalten der Investoren bekannt, so kann dieser das Tranchendesign entsprechend der individuellen Bedürfnisse der Investoren vornehmen und durch eine Preisdiskriminierung die Prämie, welche die Investoren für das auf ihre Anforderungen zugeschnittene Produkt zu zahlen bereit sind, abschöpfen. *Mitchell (2005)* argumentiert, dass eine Segmentierung des Kapitalmarktes dazu führen kann, dass Finanzinstrumente zu Preisen gehandelt werden, die stark von deren objektiven fundamentalen Werten abweichen.<sup>17</sup> Wesentliche Voraussetzung hierfür ist, dass der Marktzugang für andere Arbitrageure beschränkt ist, da ansonsten durch einen zunehmenden Wettbewerb die Anreize zur Schaffung maßgeschneiderter Produkte wie z.B. spezifischer CDO-Tranchen, vermindert werden.<sup>18</sup> *Firla-Cuchra (2005)* bestätigt auf Basis einer empirischen Analyse

---

<sup>15</sup> Verschiedene empirische Arbeiten überprüfen die Erklärungsansätze der asymmetrischen Informationsverteilung zwischen den an einer Verbriefungstransaktion beteiligten Parteien für das Pooling und Tranching und können diese teilweise bestätigen. Vgl. hierzu z.B. *Firla-Cuchra/Jenkinson (2006)* sowie *Franke/Weber (2006)*.

<sup>16</sup> Vgl. hierzu auch Fußnote 56. Zur Segmentierung der Finanzmärkte vgl. allgemein z.B. *Froot/Dabora (1999)* und *Flynn (2003)*.

<sup>17</sup> Vgl. z.B. *Mitchell (2005)*, S. 13-14 und die dort angegebenen Literaturquellen.

<sup>18</sup> Dies bedeutet dass die Generierung von Zusatzerträgen aus der Tranchierung bei segmentierten Kapitalmärkten die Existenz eines Verkäufermarktes bezüglich strukturierter Wertpapiere voraussetzt. Diese Bedingung war in der Vergangenheit erfüllt. So zeigte sich beispielsweise in den Jahren vor Ausbruch der

der Determinanten von Launch Spreads strukturierter Anleihen, dass Marktsegmentierung eine wesentliche Ursache für die Tranchierung von Zahlungsansprüchen darstellt.<sup>19</sup> *Riddiough (1997)* zeigt, dass die Schaffung *einer* Senior Tranche auf eine bestehende Informationsasymmetrie zwischen dem Emittent strukturierter Anleihen und deren Investoren zurückzuführen ist, die Emission *mehrerer* informationssensitiver Junior Tranchen jedoch mit der Existenz segmentierter Kapitalmärkte erklärbar ist.

*Transaktionskosten:* Eine geringe Liquidität sowie Unsicherheit über die zukünftige Liquidität von Assets birgt für Investoren ein zusätzliches Preisrisiko, für dessen Übernahme diese eine Kompensation verlangen.<sup>20</sup> Dies äußert sich zum einen in c.p. geringeren Marktpreisen illiquider Assets im Vergleich zu Assets hoher Liquidität. Zum anderen weisen illiquide Finanzinstrumente höhere Bid/Ask-Spreads auf, da Händler für die Übernahme bzw. das Halten solcher Assets eine höhere Kompensation verlangen.<sup>21</sup> Beides spiegelt für Investoren die mit dem Liquiditätsrisiko verbundenen (direkten und indirekten) Transaktionskosten wider. *Duffie/Garleanu (2001)* argumentieren, dass Securitization die Liquidität bestimmter Assets durch die Zunahme der Anzahl möglicher Käufer erhöht und dadurch die Transaktionskosten des Handels dieser Assets sinken. *Franke/Krahn (2008)* weisen ferner darauf hin, dass die Investition in eine Verbriefungstranche dem Kauf eines hoch diversifizierten Zahlungsanspruchs entspricht und dadurch nur noch geringere Diversifikationsanstrengungen auf individueller Anlegerebene notwendig sind, wodurch hohe Transaktionskosten eingespart werden können. Diese Transaktionskostenvorteile führen an segmentierten Kapitalmärkten - und damit bei Existenz investorindividueller Tranchenpräferenzen - c.p. zu höheren Marktpreisen strukturierter Finanzinstrumente.

Die dargestellten ökonomischen Erklärungsansätze zeigen, dass durch die Tranchierung von Zahlungsströmen an unvollkommenen und unvollständigen Märkten die Generierung eines Wertzuwachses sowohl für die Emittenten als auch die Investoren von ABS möglich ist, wodurch die Existenz strukturierter Wertpapiere begründbar wird.

Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen ist die vertiefte Analyse des Einflusses der Faktoren Konjunkturerwartung, Risikoaversion des Kapitalmarktes und Liquidität auf die Marktwerte bzw. Credit Spreads von CDOs verschiedener Seniorität. Bezüglich dieser Forschungsthematik zeigen sich bis dato erhebliche Lücken in der akademischen und praktischen Literatur. Nur wenige Arbeiten setzen sich bisher mit den spezifischen Risikoeigenschaften sowie dem Einfluss des Marktumfelds auf die Risikocharakteristika von CDOs auseinander. *Fender/Kiff (2004)* analysieren die Ratingmethodik der Agenturen Moody's, Fitch und Standard & Poor's für CDOs. Sie untersuchen die Sensitivität der Ratingeinschätzung einzelner Tranchen auf eine Veränderung spezifischer Inputparameter, die der Ableitung der Ratingeinschätzung zugrunde liegen (z.B. Recovery Rates und Assetkorrelationen). Es

---

Subprime-Krise eine so hohe Nachfrage nach CDOs, dass Emittenten *synthetische* und *hybride* CDOs kreierten. Vgl. hierzu z.B. Basel Committee on Banking Supervision (2008), S. 1-7 sowie S. 37 und S. 42.

<sup>19</sup> Vgl. Firla-Cuchra (2005), S. 21. Vgl. in diesem Zusammenhang auch Firla-Cuchra/Jenkinson (2006), S. 9-18.

<sup>20</sup> Vgl. Kapitel 5.3.

<sup>21</sup> Vgl. Gann (2010).

wird gezeigt, dass die Ratingeinschätzung von CDOs mit einem erheblichen Modellrisiko behaftet ist. Ferner argumentieren *Fender/Kiff (2004)*, dass CDO-Emittenten grundsätzlich einen Anreiz haben, in Abhängigkeit von der vorliegenden CDO-Struktur eine spezifische Ratingagentur und damit -methodik für die Bonitätsbewertung der Tranchen zu wählen, um eine möglichst vorteilhafte Ratingeinschätzung zu erhalten. *Gibson (2004)* untersucht die Risikocharakteristika synthetischer CDO-Tranchen und folgert, dass aufgrund der hohen Sensitivität der Werte bestimmter CDO-Tranchen auf eine Veränderung der Assetkorrelationsannahme, eine hohe Abhängigkeit des Tranchenwerts zum makroökonomischen Umfeld besteht. *Krahn/Wilde (2008)* analysieren den Einfluss des systematischen Risikos sowie der Assetkorrelationen auf die Höhe der tranchenspezifischen erwarteten Verluste und Ausfallwahrscheinlichkeiten. Sie zeigen, dass sich die Sensitivitäten dieser Risikocharakteristika bezüglich Änderungen des systematischen Risikos bei CDOs grundsätzlich von Corporate Bonds unterscheiden. *Hamerle et al. (2008)* betrachten die Sensitivität der Ausfallwahrscheinlichkeit einer CDO-Tranche bezüglich des systematischen Risikos und vergleichen diese mit der Sensitivität eines Corporate Bonds entsprechender Ratingeinschätzung. In Analogie zu *Krahn/Wilde (2008)* wird aufgezeigt, dass fundamentale Unterschiede hinsichtlich der Risikocharakteristika dieser beiden Assetklassen bestehen, welche bei der Integration von CDOs in Kreditportfoliomodellen zur adäquaten Abbildung des ökonomischen Gesamtrisikos Berücksichtigung finden müssen.

Die genannten Literaturquellen untersuchen spezifische isolierte Risikoeigenschaften von CDOs und deren Implikationen unter ökonomischen und regulatorischen Gesichtspunkten. Eine umfassende Analyse der tranchenindividuellen Sensitivitäten aller an risikoaversen Kapitalmärkten preisrelevanten Risikoeigenschaften auf Veränderungen spezifischer marktbezogener Einflussfaktoren unterbleibt jedoch. Entsprechend können die Sensitivitäten der tranchenspezifischen Marktwerte sowie Credit Spreads auf Veränderungen spezifischer Preisdeterminanten nicht bzw. nur eingeschränkt - wie bei *Gibson (2004)* der Fall - analysiert werden. Soweit bekannt wurde darüber hinaus bis dato weder der Einfluss der aktuellen Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarkts auf die Verbriefungsanreize von CDO-Emittenten sowie die Marktwerte von strukturierten Anleihen untersucht, noch die Verbindung zwischen Risikoaversionshöhe und Höhe der Liquiditätsprämie von CDOs und die durch diesen Zusammenhang induzierten Marktwertveränderungen bei Veränderungen der Risikoaversionshöhe modelltheoretisch abgebildet. Da theoretische und empirische Arbeiten darauf hinweisen, dass die Risikoaversion des Kapitalmarktes einen signifikanten Treiber für die Marktwerte riskanter Assets darstellt (vgl. den Literaturüberblick in Kapitel 5.2) und diese Marktwerte darüber hinaus besonders in Krisenzeiten, d.h. Zeiten hoher Risikoaversion, stark durch die Höhe des Liquiditätsrisikos beeinflusst werden (vgl. den Literaturüberblick in Kapitel 5.3), ist eine genaue Kenntnis dieser Zusammenhänge für Investoren jedoch essentiell.<sup>22</sup> Da Konjunkturerwartungen, die aktuelle Höhe der Risikoaversion

---

<sup>22</sup> Dies gilt nicht nur unter ökonomischen sondern auch handels- und aufsichtsrechtlichen Gesichtspunkten, z.B. hinsichtlich einer Fair Value-Bilanzierung sowie Marktgerechtigkeitsprüfung gemäß der Mindestanforderungen an das Risikomanagement (MaRisk).

des Kapitalmarktes sowie die dadurch beeinflusste Höhe des Liquiditätsrisikos wesentliche Determinanten der CDO-Marktwerte darstellen, müssen Investoren den Einfluss dieser Faktoren tiefgehend erfassen, um die Vorteilhaftigkeit eines CDO-Engagements auf Basis des eigenen Anlagenhintergrundes beurteilen und ein effizientes ökonomischen Risikomanagement durchführen zu können.

Im Mittelpunkt der nachfolgenden Ausführungen steht die Analyse des Einflusses der genannten Faktoren auf die spezifischen Risikocharakteristika und Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität und die daraus ableitbaren Implikationen unter ökonomischen Gesichtspunkten. Da sich regulatorische Vorschriften hinsichtlich spezifischer Finanzinstrumente jedoch an den fundamentalen ökonomischen Eigenschaften der entsprechenden Instrumente orientieren sollten, besitzen die Ergebnisse dieser Arbeit gleichsam unter aufsichtsrechtlichen Gesichtspunkten Relevanz.

### 3 Modellierung von CDOs

#### 3.1 Modellaufbau

Grundsätzlich lässt sich das mit einem singulären Kreditnehmer sowie einem Kreditportfolio verbundene Kreditrisiko auf zwei Kategorien zurückführen, das systematische sowie das unsystematische bzw. idiosynkratische Risiko.<sup>23</sup> Ersteres bildet den Einfluss des makroökonomischen Umfeldes ab, welches die wirtschaftliche Wohlfahrt aller Unternehmen und damit deren Unternehmenswert (Asset Value) determiniert. Das idiosynkratische Risiko hingegen spiegelt die unternehmensindividuellen Faktoren wider, welche sich ausschließlich auf die ökonomische Stärke eines spezifischen Unternehmens auswirken.

Ein-Faktor-Modelle zur Ermittlung des Kreditportfoliorisikos greifen diesen Zusammenhang auf und modellieren den Asset Value  $V_{i,t}$  jedes Kreditnehmers  $i \in \{1,2,\dots,N\}$  zum Zeitpunkt  $t$  in Abhängigkeit von einem allgemeinen systematischen Risiko- bzw. Marktfaktor  $Z_t$ , der sich auf alle Unternehmen des Kreditportfolios auswirkt, sowie einem kreditnehmerspezifischen Faktor  $\varepsilon_{i,t}$ :<sup>24</sup>

$$V_{i,t} = \sqrt{\omega} \cdot Z_t + \sqrt{1-\omega} \cdot \varepsilon_{i,t}. \quad (1)$$

Sowohl der Marktfaktor  $Z_t$  als auch der kreditnehmerspezifische Faktor  $\varepsilon_{i,t}$  werden als standardnormalverteilte Zufallsvariablen definiert, die als voneinander unabhängig verteilt angenommen werden.<sup>25</sup> Es gilt somit  $Z_t, \varepsilon_{i,t} [i \in \{1, \dots, N\}]$  i.i.d.  $NV(0,1)$ , wobei  $NV(0,1)$  die Standardnormalverteilung bezeichnet. Aus diesen Annahmen folgt unmittelbar die Standardnormalverteilung des Asset Values  $V_{i,t}$ ,  $V_{i,t} \sim NV(0,1)$ . Infolge der für alle Kreditnehmer  $i$

<sup>23</sup> Vgl. z.B. Belkin et al. (1998), S. 17.

<sup>24</sup> Zum Ein-Faktor-Modell vgl. u.a. Belkin et al. (1998), S. 17-21, Finger (1999), S. 14-26 sowie Vasicek (2002), S. 160-162.

<sup>25</sup> Die Annahme der Standardnormalverteilung des Marktfaktors  $Z_t$  wird in Kapitel 5.1 aufgehoben.

identischen Sensitivität (Faktorladung)  $\sqrt{\omega}$  bzw.  $\sqrt{1-\omega}$  des Unternehmenswertes  $V_{i,t}$  auf den makroökonomischen Risikofaktor  $Z_t$  bzw. den idiosynkratischen Faktor  $\varepsilon_{i,t}$ , nimmt die paarweise Assetkorrelation für alle Schuldnerpaare  $i \neq j$  den Wert  $\omega$  an.<sup>26</sup> Zahlreiche Arbeiten, wie z.B. *Li (2000)*, *Boscher/Ward (2002)*, *Gibson (2004)*, *Hamerle et al. (2008)* oder *Krahen/Wilde (2008)* verwenden Ein-Faktor-Modelle zur Ableitung einer Portfolioverlustverteilung eines zu verbrieften Asset Pools. Die nachfolgend durchgeführte Analyse des Einflusses der Faktoren Konjunkturerwartung, Risikoeinstellung des Kapitalmarktes und Liquidität auf die Marktwerte von Collateralized Debt Obligations basiert ebenfalls auf diesem Ansatz.

Die zur Gruppe der Firmenwertmodelle gehörenden Ein-Faktor-Modelle bauen auf dem Single Asset-Ansatz von *Merton (1974)* auf und entsprechen letztendlich einer vereinfachten Version des CreditMetrics™-Modells. Der Default des Kreditnehmers  $i$  tritt dann ein, wenn dessen Unternehmenswert  $V_{i,t}$  zu irgendeinem Zeitpunkt  $t$  unter die exogen gegebene Ausfallsschwelle  $D_i$  fällt. Ist die (unbedingte) Ausfallwahrscheinlichkeit  $PD_i$  (Probability of Default), zum Beispiel aus der Ratingeinschätzung des Schuldners  $i$ , bekannt, so ergibt sich diese Ausfallsschwelle  $D_i$  aus der Beziehung:

$$D_i = \Phi^{-1}(PD_i). \quad (2)$$

$\Phi^{-1}$  bezeichnet dabei die Umkehrfunktion der Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung. Grundlage der Tranchierung eines Portfolios stellt die Verteilung der Ausfallraten des Portfolios am betrachteten Fälligkeitszeitpunkt  $t_\tau$  dar. Die Ausfallrate AR eines Portfolios wird dabei definiert als

$$AR = 1 - \frac{\text{tatsächlicher Endwert des Portfolios in } t_\tau}{\text{Endwert aller versprochenen Zahlungen in } t_\tau}. \quad (3)$$

Der *Endwert aller versprochenen Zahlungen in  $t_\tau$*  entspricht dem theoretisch maximalen Endwert des Portfolios im Zeitpunkt  $t_\tau$  (z.B. im Fälligkeitszeitpunkt der Kreditassets) gegeben dass jeder Kreditnehmer seinen Zahlungsverpflichtungen (Zins- und Tilgungszahlungen) vollumfänglich nachkommt.<sup>27</sup> Der *tatsächliche Endwert des Portfolios in  $t_\tau$*  steht für den tatsächlich realisierten Endwert des Portfolios und beinhaltet die bis  $t_\tau$  stattgefundenen Ausfallereignisse.

Gemäß Gleichung (2) lässt sich für jeden Schuldner  $i$  eine binäre Zufallsvariable  $R_i$  definieren, welche den Wert 1 mit Wahrscheinlichkeit  $PD_i$  (d.h. bei Default des Kreditnehmers  $i$ ) und den Wert 0 mit Wahrscheinlichkeit  $(1 - PD_i)$  annimmt. Bezogen auf *Merton (1974)* folgt somit:

$$R_i = 1 \text{ wenn } V_{i,t} \leq \Phi^{-1}(PD_i) = D_i \quad \text{und} \quad R_i = 0 \text{ wenn } V_{i,t} > \Phi^{-1}(PD_i) = D_i.$$

<sup>26</sup> Reale Assetkorrelationen lassen sich näherungsweise z.B. über die Korrelation von Aktienkursen oder gemeinsame Ratingmigrationen bestimmen.

<sup>27</sup> Vgl. *Krahen (2005)*, S. 506.

Wird davon ausgegangen, dass der Default eines Kreditnehmers nur zum Fälligkeitszeitpunkt  $t_\tau$  stattfinden kann, so gilt für die Ausfallrate AR bei diskreter Verzinsung:

$$AR = \frac{\sum_{i=1}^N R_i \cdot \eta_i \cdot (1 + r_{CS,i,\tau} + r_{Originator,\tau})^{t_\tau} \cdot (1 - \pi_i)}{\sum_{i=1}^N \eta_i \cdot (1 + r_{CS,i,\tau} + r_{Originator,\tau})^{t_\tau}}. \quad (4)$$

$\eta_i$  bezeichnet dabei den ausgereichten Kreditbetrag an den Schuldner  $i$  mit  $i \in \{1, 2, \dots, N\}$ ,  $\pi_i$  dessen Recovery Rate und  $r_{CS,i,\tau}$  den laufzeitabhängigen p.a. Zinsaufschlag (Credit Spread), den der Originator dem Schuldner  $i$  für die mit der Kreditvergabe verbundenen Risikoübernahme berechnet.  $r_{Originator,\tau}$  steht für den laufzeitabhängigen p.a. Refinanzierungszinssatz des Originators, den dieser als Opportunitätszins im Rahmen der Konditionengestaltung an  $i$  weitergibt.<sup>28</sup>

Analytische Ansätze zur Ableitung einer Portfolioverlustverteilung basieren in der Regel auf stark vereinfachenden oder einschränkenden Annahmen über die Zusammensetzung des zugrunde liegenden Portfolios und geraten schnell an ihre Grenzen, sollen reale Kreditportfolios mit einer Vielzahl von Kreditnehmern modelliert und analysiert werden. Aus diesem Grund wird die Ableitung der Portfolioverlustverteilung üblicherweise auf Basis von Monte Carlo-Simulationen durchgeführt.<sup>29</sup> Diese bilden auch in vorliegender Arbeit die Grundlage für die Bestimmung der Ausfallratenverteilungen, die Ermittlung der CDO-Tranchengrößen sowie die darauf aufbauenden Analysen. Dabei wird zunächst für eine definierte Anzahl verschiedener Umweltzustände die Realisierung des Marktfaktors  $Z_t$  sowie für jeden Kreditnehmer des Portfolios eine jeweils gleich große Anzahl von Realisierungen der kreditnehmerspezifischen Faktoren  $\varepsilon_{1,t}, \varepsilon_{2,t}, \dots, \varepsilon_{N,t}$  unabhängig voneinander simuliert und darauf aufbauend gemäß Gleichung (1) und (2) die Anzahl der Ausfälle in jedem Umweltzustand ermittelt.<sup>30</sup> Ein Ausfall tritt immer genau dann ein, wenn der Unternehmenswert  $V_i$ , der sich durch die Realisierungen des Marktfaktors  $Z$  und der idiosynkratischen Komponente  $\varepsilon_i$  ergibt, unter die Ausfallsschwelle  $D_i$  sinkt, welche wiederum durch die kreditnehmerspezifische Ausfallwahrscheinlichkeit  $PD_i$  determiniert wird. In einem nächsten Schritt erfolgt die Berechnung des Endwertes des Portfolioverlustes für jeden Umweltzustand, indem die Summe der kreditnehmerspezifischen Einzelverluste des betreffenden Umweltzustands durch Rückgriff auf die jeweilige Exposuregröße, Recovery Rate sowie den Credit Spread der ausgefallenen Kreditnehmer kalkuliert wird. Jede Umweltzustandssimulation führt somit zu einem spezifischen Portfolioverlust. Auf Basis der Durchführung einer Vielzahl von Simulationsdurchläufen lassen sich die Portfolioverlustverteilung und daraus die Ausfallratenverteilung ableiten.

<sup>28</sup> Vgl. z.B. Zielke (2004), S. 35. Da in vorliegender Arbeit eine reine Risikobetrachtung durchgeführt wird, wird nachfolgend die (fixe und variable) Betriebskostenkomponente des Kreditzinses, welche die Produktstückkosten und darüber hinaus einen Anteil an den nicht zugeschlüsselten Overheadkosten enthält, vernachlässigt.

<sup>29</sup> Vgl. z.B. Moody's Investors Service (2005).

<sup>30</sup> Vgl. hierzu Finger (1999), S. 15 und Krahen/Wilde (2008), S. 5. Nachfolgend wird das Subskript  $t$  vernachlässigt.

## 3.2 Tranchierung des Verbriefungsportfolios

Für die Berechnung der Ausfallratenverteilung und der darauf basierenden Tranchierung wird von einem Kreditinstitut ausgegangen, das einen Asset Pool im Rahmen einer True Sale CDO-Transaktion verbrieft. Der Pool besteht aus  $N$  Kreditforderungen an  $N$  unterschiedliche Kreditnehmer. Alle Kredite weisen identische Charakteristika auf: Es handelt sich um gesamtfällige Darlehen mit gleichen Nominalwerten, die am Ende der Laufzeit von  $t_r = 10$  Jahren zusammen mit den angefallenen Zinsen getilgt werden sofern kein Default eintritt. Alle Kreditnehmer verfügen über eine identische Ratingeinschätzung  $\theta$ , eine identische Recovery Rate  $\pi$  sowie eine gleiche Sensitivität  $\sqrt{\omega}$  bezüglich des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$ , woraus ein Wert von  $\omega$  für die paarweisen Assetkorrelationen aller Schuldnerpaare folgt. Die der Simulation zugrunde liegenden Werte werden in Kapitel 4.1 angegeben.

Auf Basis des dargestellten Ein-Faktor-Ansatzes erfolgen unter Bezugnahme auf die entsprechenden Charakteristika der Kredite bzw. Kreditnehmer die Ableitung der Portfolioausfallratenverteilung und die darauf aufbauende Zerlegung des Verbriefungsportfolios in mehrere Tranchen entsprechend des Subordinationsprinzips. In der nachfolgenden Analyse werden dabei sieben Tranchen betrachtet.<sup>31</sup> Bei der Tranchierung wird der Tranchierungslogik der Ratingagenturen Standard & Poor's sowie Fitch gefolgt. Diese nehmen die Definition der Tranchengrenzen sowie die Zuteilung der Ratingnoten der abgeleiteten CDO-Tranchen entsprechend der angestrebten Ausfallhäufigkeiten der jeweiligen Tranchen vor.<sup>32</sup> Die durch die Ratingeinschätzung implizierte spezifische Ausfallwahrscheinlichkeit wird dabei durch die Agenturen auf Basis empirisch beobachteter Ausfallhäufigkeiten in den einzelnen Ratingkategorien abgeleitet.<sup>33</sup> In vorliegender Arbeit werden die einzelnen Tranchen durch die maximalen Ausfallwahrscheinlichkeiten 0,67%, 0,72%, 1,73%, 4,44%, 14,62% und 30,43% definiert, welche mit den empirisch beobachteten kumulativen durchschnittlichen 10-Jahres Ausfallhäufigkeiten von Unternehmen bzw. Emissionen mit Ratingkategorie AAA, AA, A, BBB, BB und B für die Periode von 1981 bis 2007 entsprechend *Standard & Poor's (2008)* übereinstimmen.<sup>34</sup> Im Rahmen der Strukturierung wird zunächst die Größe

---

<sup>31</sup> Die Anzahl der betrachteten Tranchen hat keinen Einfluss auf die dargestellten Ergebnisse. Erfolgt die Tranchierung bspw. auf Basis einer feineren Untergliederung der Ratingklassen mit „+“ und „-“ Zusätzen (z.B. AAA, AA+, AA, AA- etc. entsprechend der Systematik von Standard & Poor's) so werden zwar mehr als sieben Tranchen generiert, die grundlegenden Ergebnisse bleiben jedoch genauso wie bei einer geringeren Zahl von Tranchen unverändert.

<sup>32</sup> Vgl. Fender/Kiff (2004) sowie Herrmann (2005). Standard & Poor's (2007), S. 9 gibt explizit an: „*Our rating speaks to the likelihood of default, but not the amount that may be recovered in a post-default scenario.*“ Moody's hingegen orientiert seine CDO-Ratingbewertung an der Schätzung des erwarteten Tranchenverlustes. Da im Folgenden die Tranchierung des Portfolios auf Basis der für die einzelnen Ratingkategorien beobachteten Ausfallhäufigkeiten der Agentur Standard & Poor's durchgeführt wird, wird auch deren Ratingsystematik verwendet. Standard & Poor's unterscheidet als Long-Term Ratingoberkategorien im Non-Default-Bereich Emittenten bzw. Emissionen in die Ratingklassen AAA, AA, A, BBB, BB, B und CCC/C. Vgl. z.B. Standard & Poor's (2008).

<sup>33</sup> Vgl. Standard & Poor's (2008).

<sup>34</sup> Gemäß Standard & Poor's (2005), S. 16-19 unterscheiden sich die Ausfallwahrscheinlichkeiten von großen Unternehmen, SME, ABS sowie CDOs gleicher Ratingeinschätzung. Standard & Poor's legte jedoch bis 2005



der Senior Tranche (AAA) und nachfolgend die Größen der Mezzanine Tranchen (AA bis B) unter der Nebenbedingung maximiert, dass die Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen Tranchen die für die Erzielung eines bestimmten Ratings notwendigen Ausfallwahrscheinlichkeiten nicht überschreiten.<sup>35</sup> Die Größe der Tranchen wird somit durch die Quantilwerte der Ausfallratenverteilung der mit den einzelnen Ratingklassen verbundenen Ausfallwahrscheinlichkeiten definiert.<sup>36</sup> Diese Quantilwerte stellen diejenige Ausfallraten dar, welche maximal nur mit den durch das entsprechende Tranchenrating verbundenen Ausfallwahrscheinlichkeiten überschritten werden und entsprechen somit den unteren Grenzwerten (*Detachment Points*) der einzelnen Tranchen. Da der obere Grenzwert (*Attachement Point*) jeder Tranche (bis auf die AAA-Tranche) dem unteren Grenzwert der nächst höherrangigen Tranche entspricht, ergibt sich die relative Größe jeder Tranche als Differenz zwischen dem jeweiligen oberen und unteren Grenzwert. Es gilt somit für die auf die Ausfallratenverteilung bezogene relative Größe  $\Pi_\theta$  einer Tranche mit Ratingeinschätzung  $\theta \neq AAA$

$$\Pi_\theta = Q_{PD_{\theta+1}}\{f(AR)\} - Q_{PD_\theta}\{f(AR)\}, \quad (5)$$

wobei  $Q_{PD_\theta}\{f(AR)\}$  für das  $PD_\theta$ -Quantil der Ausfallratendichte  $f(AR)$  des Verbriefungsportfolios steht.<sup>37</sup>  $PD_\theta$  entspricht der mit dem Rating  $\theta$  verbundenen laufzeitabhängigen Ausfallwahrscheinlichkeit und  $\theta+1$  kennzeichnet die zu  $\theta$  nächst bessere Ratingklassifizierung, die im Rahmen der Tranchierung berücksichtigt wird. Für  $\theta = AAA$  gilt  $Q_{PD_{\theta+1}}\{f(AR)\} = 1$ .

Die Anzahl der Tranchen sowie die maximalen Ausfallwahrscheinlichkeiten, die durch die Ziel-Ratingnoten der einzelnen Tranchen determiniert werden, bestimmen somit die Tranchengrenzwerte und damit die Tranchengrößen. Das First Loss Piece (FLP) deckt die ersten Ausfälle und wird in der Regel nicht geratet. Verluste, die über das FLP hinausgehen, werden zunächst von der B Tranche und dann von den höherrangigen Tranchen entsprechend des Subordinationsprinzips getragen.

---

der Tranchierung von Asset Pools die Ausfallwahrscheinlichkeiten von Corporate Bonds zugrunde. Infolge der hohen Validität der Corporate Bond-Migrationsmatrizen und des vergleichsweise langen Beobachtungszeitraums für deren Bestimmung, bilden diese in vorliegender Arbeit die Grundlage für die Ableitung der CDO-Tranchengrößen. Die Verwendung unterschiedlicher ratingspezifischer Ausfallwahrscheinlichkeiten führt jedoch zu identischen Analyseergebnissen.

<sup>35</sup> Credit Enhancements werden im Rahmen der nachfolgenden Analyse nicht berücksichtigt. Es ist jedoch anzumerken, dass diese die Größe sowie das Risikoprofil der einzelnen Tranchen beeinflussen können. Vgl. Hein (2008). Der dargestellten Tranchierung liegt eine Joint Loss Allocation zugrunde, d.h. es wird bei der Kapitalallokation auf die einzelnen Tranchen nach dem Subordinationsprinzip nicht zwischen Nominalwert- und Zinsverlusten unterschieden.

<sup>36</sup> Vgl. zu diesem Vorgehen z.B. Krahen/Wilde (2008) und Hein (2008).

<sup>37</sup> Die so ermittelte relative Größe bezieht sich auf die Ansprüche am Endwert des Gesamtportfolios, welcher alle vertraglich vereinbarten Zahlungen (Nominalwert plus Zinsszahlungen) zu  $t_T=10$  umfasst. Die relative Größe der einzelnen Tranchen auf Basis von Marktwerten in  $t_0$  weicht davon ab, da die einzelnen Tranchen eine unterschiedliche Risikocharakteristik aufweisen und deshalb die Marktwertermittlung für  $t_0$  auf Basis unterschiedlicher risikoadjustierter Zinssätze zu erfolgen hat. Vgl. hierzu ausführlich Kapitel 4.

## 4 Fundamentale Werte und Credit Spreads von CDOs

### 4.1 Charakterisierung des Asset Pools und Modellannahmen

Um den Einfluss der dynamischen Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes sowie des dadurch determinierten Liquiditätsrisikos auf die Marktwerte von CDOs analysieren und bewerten zu können, ist ein Vergleich der Simulationsergebnisse für risikoaverse Kapitalmärkte mit den Ergebnissen für risikoneutrale Märkte notwendig. Die Kenntnis der theoretischen Marktwerte und Credit Spreads an risikoneutralen und vollkommen liquiden Märkten stellt die Voraussetzung für die Identifikation und isolierte Analyse des Ausmaßes der Wert- und Spreadveränderungen dar, welche durch eine definierte Veränderung des Marktumfelds induziert werden und auf die Existenz risikoaverser und nicht vollkommen liquider Kapitalmärkte zurückzuführen sind. Die Simulationsergebnisse für risikoneutrale Märkte charakterisieren folglich den Bezugspunkt für die Analysen des Kapitels 5. Die nachfolgend aufgeführten Modellannahmen sowie Darlehenscharakteristika bilden den theoretischen Rahmen des Simulationsmodells. Kapitel 4.2 bzw. Kapitel 4.3 erläutert darauf aufbauend das dieser Arbeit zugrunde liegende Vorgehen zur Bestimmung der fundamentalen Marktwerte und Credit Spreads an risikoneutralen bzw. risikoaversen Kapitalmärkten. Eine Erweiterung der Annahmen des Simulationsmodells wird in Kapitel 4.3 vorgenommen.

Betrachtet sei ein Originator, welcher in  $t_0$  einen Asset Pool mit  $N=1000$  Forderungen an unterschiedliche Schuldner mit jeweils gleichen Nominalwerten in Höhe von jeweils EUR 1 Mio. und 10 Jahren Laufzeit ( $t_r = 10$ ) im Rahmen einer True Sale CDO-Transaktion verbrieft.<sup>38</sup> Darlehen als auch CDOs weisen die Zahlungscharakteristik eines Zero Bonds auf, d.h. Zins- und Tilgungszahlungen erfolgen ausschließlich zum Fälligkeitszeitpunkt in  $t_r = 10$ . Alle Kreditnehmer des Pools besitzen eine dem externen Standard & Poor's-Rating BBB entsprechende 10-Jahres Ausfallwahrscheinlichkeit von  $PD_{BBB} = 4,44\%$ <sup>39</sup>, eine Recovery Rate  $\pi = 57,6\%$ <sup>40</sup> sowie eine identische Sensitivität bezüglich des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$ , welche eine Assetkorrelation von  $\omega$  zwischen allen Kreditnehmern impliziert. Zunächst sei für  $\omega$  ein Wert  $\omega = 0,2$  angenommen. Es wird unterstellt, dass keine Transaktionskosten z.B. für die Origination der Kredite oder die Verbriefung des Asset Pools anfallen. Transaktionskosten für den Handel von CDOs in Form von Liquiditätsrisikokosten werden in Kapitel 5.3 tiefgehend analysiert. Es bestehen keine

---

<sup>38</sup> Die der Verbriefung zugrunde liegende Anzahl von  $N=1000$  Krediten stellt im Rahmen von SME-CLO-Transaktionen eine realistische Größe dar. Vgl. hierzu z.B. bezüglich PROMISE-Transaktionen Kreditanstalt für Wiederaufbau (2008).

<sup>39</sup> Vgl. Standard & Poor's (2008), S. 11. Ein typisches Mittelstandsportfolio eines deutschen Kreditinstituts weist ein durchschnittliches Rating zwischen BBB und BB auf. Vgl. Kreditanstalt für Wiederaufbau (2001), S. 3.

<sup>40</sup> Diese Recovery Rate entspricht der von Moody's Investors Service (2006a) für die Periode von 1982-2005 ermittelten emittentengewichteten durchschnittlichen Recovery Rate für vorrangig unbesicherte Bankkredite an Unternehmen. Vgl. Moody's Investors Service (2006a), S. 12.  $PD$  und  $\pi$  werden folglich als exogen gegeben angenommen.

Währungsrisiken. Ferner wird angenommen, dass die Charakteristika der Einzelkredite bzw. der Kreditnehmer durch das Verhalten der Bank nicht beeinflusst werden können.<sup>41</sup> Daneben wird eine symmetrische Informationsverteilung zwischen allen Kapitalmarktteilnehmern unterstellt. Bank und Kapitalmarkt (hierzu gehören auch die Ratingagenturen) besitzen folglich homogene Erwartungen über sämtliche bewertungsrelevante Faktoren. Ändert sich die Erwartung der Marktteilnehmer bezüglich bestimmter Preisdeterminanten, wie z.B. die Assetkorrelation  $\omega$  oder die Verteilungsannahme des systematischen Risikofaktors  $Z$ , so kommt es zu einer Anpassung der CDO-Tranchenwerte. An risikoaversen Märkten wird die Zahlungsbereitschaft für riskante Cashflows, deren Verteilungen über die möglichen Umweltzustände bekannt sind, von der Höhe des Risikoappetits der Marktteilnehmer beeinflusst. In vorliegender Arbeit sei im Falle risikoaverser Kapitalmärkte angenommen, dass alle Kapitalmarktteilnehmer eine identische Risikonutzenfunktion bzw. Risikoaversionshöhe aufweisen (vgl. Kapitel 4.3). Somit bezeichnet der Begriff *fundamentaler Marktpreis* bzw. *-wert* nachfolgend den objektiven Wert einer Tranche, welcher dem inneren Wert der riskanten Cashflows, gegeben eine definierte Ausprägung der Risikoaversionshöhe, entspricht. Die Einheit der nachfolgend angegebenen Marktwerte beträgt dabei stets Mio. EUR.

## 4.2 Risikoneutraler Kapitalmarkt

Die Entwicklungen der Firmenwerte der  $N=1000$  BBB Schuldner, welche die Kreditqualitäten und damit die Ausfallratenverteilung des Asset Pools determinieren, werden durch eine Monte Carlo-Simulation mit 100.000 Simulationsdurchläufen berechnet. Der Einfachheit der Darstellungen wegen werden nachfolgend nicht per anno Spreads sondern aggregierte Spreads über die gesamte Transaktionslaufzeit von 10 Jahren angegeben. Wie anhand Gleichung (4) ersichtlich, besitzt die Höhe des verrechneten schuldnerspezifischen Credit Spreads keinen Einfluss auf das Ergebnis der Simulation der Ausfallratenverteilung, sofern davon ausgegangen wird, dass der Credit Spread aller Schuldner des Verbriefungsportfolios identisch ist.<sup>42</sup> Ferner determiniert die Höhe des schuldnerspezifischen Credit Spreads, nachfolgend bezeichnet mit  $r_{BBB}$ , zwar die Höhe der simulierten Endwerte des gesamten Asset Pools und damit die *absolute* Höhe der Marktwerte der einzelnen CDO-Tranchen, nicht jedoch deren *relative* Tranchengrößen in Bezug auf die tranchenspezifischen maximalen Endwerte sowie die grundsätzlichen tranchenspezifischen Marktwertsensitivitäten bezüglich der Wertdeterminanten Liquidität, Konjunkturerwartung sowie Risikoaversion des

<sup>41</sup> In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass ein Kreditinstitut in der Realität durch Screening und Monitoring der Kreditnehmer die Determinanten des Kreditrisikos aktiv beeinflussen kann. Vgl. Gann/Hofmann (2005). Im Kontext des dieser Arbeit zugrunde liegenden Modellrahmens und Forschungszwecks bleibt dieser Sachverhalt jedoch unberücksichtigt.

<sup>42</sup> Da in Formel (3.4) der Term  $(1 + r_{CS,i,\tau} + r_{Originator,\tau})^{t\tau}$  bei identischem Credit Spread aller Schuldner  $i$  im Zähler und Nenner gekürzt werden kann, ist die Ausfallratenverteilung und Tranchierung unabhängig von der Höhe des Zinssatzes, der den BBB Schuldnern verrechnet wird. Daneben ist festzustellen, dass die relative Größe der einzelnen CDO-Tranchen als Quantilwert der Ausfallratenverteilung im Zeitpunkt  $t\tau$  nicht durch die Höhe der Risikoaversion am Kapitalmarkt beeinflusst wird.

Kapitalmarktes. Dadurch ist die Höhe von  $r_{BBB}$  für das prinzipielle Analyseergebnis irrelevant. Für die Simulation wird nachfolgend sowohl für risikoneutrale als auch -averse Kapitalmärkte unterstellt, dass das Kreditinstitut bezüglich der zu verbriefenden BBB Forderungen einen kreditnehmerbezogenen Spread von  $r_{BBB} = 2\%$  vertraglich vereinbart hat.<sup>43</sup>

Damit risikoneutrale Investoren die an den Kapitalmarkt ausgegebenen CDOs mit Rating  $\theta$  als gleichwertige Alternative zu einer risikofreien Anlage betrachten, müssen diese mindestens mit einem vertraglich zugesicherten Launch Spread in Höhe von  $r_{CDO\theta}^{RN}$  ausgestattet sein, für welchen gilt:<sup>44</sup>

$$r_{CDO\theta}^{RN} = \left( \frac{(1+r_f)}{PD_\theta \cdot (1-LGD_\theta) + (1-PD_\theta)} \right) - (1+r_f) . \quad (6)$$

$LGD_\theta$  bezeichnet die durchschnittliche (erwartete) Verlustquote (*Loss Given Default*) der mit Rating  $\theta$  bewerteten CDO-Tranche. Grundlage der  $LGD_\theta$ -Berechnung bildet die durch die Monte Carlo-Simulation in den einzelnen Umweltzuständen ermittelte tranchenspezifische Verlusthöhe.  $r_f$  bezeichnet den für die Gesamtlaufzeit der Forderungen bzw. der Transaktion gültigen risikofreien Zinssatz.<sup>45</sup> Der gemäß Gleichung (6) ermittelte Launch Spread  $r_{CDO\theta}^{RN}$  entschädigt die Käufer der CDO-Tranche mit Rating  $\theta$  gerade für die erwarteten Verluste, welche mit der Investition in diese Tranche verbunden sind.<sup>46</sup>

Aus den auf Basis der Ausfallratenverteilung abgeleiteten relativen CDO-Tranchengrößen sowie dem maximalen Endwert des Gesamtportfolios lässt sich der maximale Endwert der einzelnen CDO-Tranchen mit Rating  $\theta$ ,  $\chi_{CDO\theta}^{\max}$  bestimmen.<sup>47</sup>  $\chi_{CDO\theta}^{\max}$  wiederum ermöglicht bei Kenntnis des tranchenspezifischen Launch Spreads  $r_{CDO\theta}^{RN}$  die Ableitung der Emissionswerte  $V_{CDO\theta}$  der einzelnen CDO-Tranchen, welche den tranchenspezifischen fundamentalen Marktwerten zum Emissionszeitpunkt entsprechen, gemäß

<sup>43</sup> Diese Spreadhöhe bildet den realistischen Sachverhalt ab, dass sowohl ein an risikoneutralen als auch risikoaversen Märkten agierender Originator mit einer Buy-and-Hold-Strategie einen positiven erwarteten Gewinn zu erzielen vermag. Vgl. hierzu ausführlich Anhang 1.

<sup>44</sup> Gleichung (6) lässt sich aus der Bedingung ableiten, dass bei Arbitragefreiheit an einem risikoneutralen Kapitalmarkt die risikofreie Anlage eines Kapitalbetrages  $K$  zum laufzeitadäquaten sicheren Zinssatz  $r_f$  dem Erwartungswert der riskanten Anlage von  $K$  zu einem laufzeitadäquaten risikoadjustierten Zinssatz von  $r_f + r_{CDO\theta}^{RN}$  entspricht. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass sich alle angegebenen Spreads auf die Gesamtlaufzeit der Transaktion beziehen.

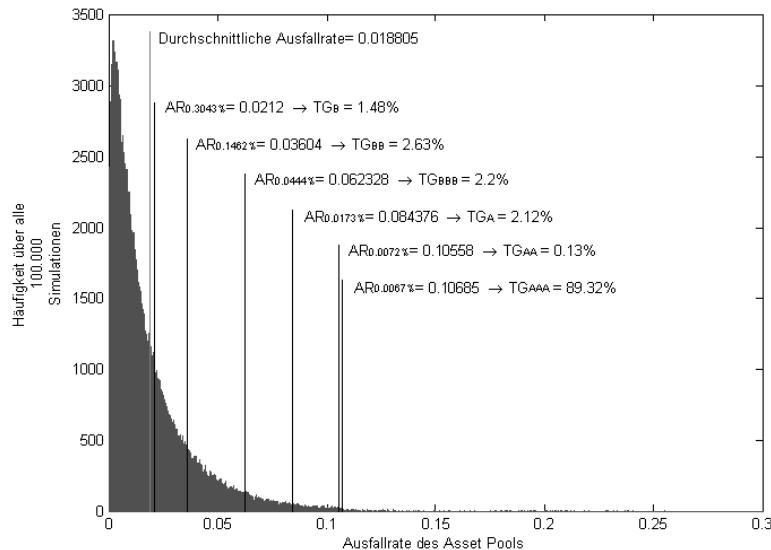
<sup>45</sup>  $r_f$  besitzt keinen substantiellen Einfluss auf die Analyseergebnisse und wird auf  $r_f = 0$  normiert.

<sup>46</sup> Kommt es nach Emission der CDOs zu Veränderungen der angenommenen Assetkorrelation  $\omega$  oder der Verteilungseigenschaften von  $Z$ , wird hierdurch eine Veränderung der tranchenspezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten sowie Verlustquoten induziert, welche eine Anpassung der tranchenspezifischen Credit Spreads bzw. der fundamentalen CDO-Marktwerte bedingen. Vgl. hierzu Kapitel 5.

<sup>47</sup> Der *maximale Endwert einer Tranche* entspricht dem maximalen Zins- und Tilgungsbetrag dieser Tranche, sofern der Asset Pool keinerlei Ausfälle zu verzeichnen hat und somit jeder Schuldner im Fälligkeitszeitpunkt  $t_T$  den vereinbarten Rückzahlungsbetrag einschließlich der vertraglich festgelegten Zinszahlungen vollständig leistet. Er berechnet sich somit als Produkt aus der *relativen Tranchengröße* gemäß Gleichung (5) und dem *Endwert aller versprochenen Zahlungen des gesamten Asset Pools*.

$$V_{CDO\theta} = \frac{\mathcal{X}_{CDO\theta}^{\max}}{(1+r_{CDO\theta}^{RN} + r_f)} \quad (7)$$

ABBILDUNG 1: AUSFALLRATENVERTEILUNG DES ASSET POOLS UND TRANCHIERUNG



Die Ausfallratenverteilung des Gesamtportfolios führt für die in Kapitel 4.1 angegebenen Charakteristika und einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  zu folgenden Tranchengrößen (TG), welche als relative Anteile am maximalen Endwert des Gesamtportfolios angegeben werden: 89,32% (AAA), 0,13% (AA), 2,12% (A), 2,20% (BBB), 2,63% (BB), 1,48% (B) und 2,12% (Equity Piece). Abbildung 1 zeigt die Ausfallratenverteilung sowie die darauf basierende Strukturierung des Asset Pools graphisch. Die dargestellte Tranchierung stellt den Ausgangspunkt für die Analysen des Kapitels 5 dar.

Tabelle 1 gibt zusammenfassend wichtige statistische Charakteristika der einzelnen Tranchen sowie des Gesamtportfolios wieder. Dabei werden die Simulationsergebnisse sowohl für die in Kapitel 4.1 dargestellte Ausgangssituation (Panel A) als auch für eine abweichende Anzahl von Forderungen im Asset Pool (Panel B) sowie für eine veränderte Assetkorrelationsannahme (Panel C) dargestellt.

Panel A zeigt, dass die Senior-Tranche mit 89,32% den bei weitem größten Teil der gesamten Transaktion ausmacht. Der Mittelwert der Verluste dieser Tranche (Mw Verluste), welcher dem erwarteten Verlust entspricht, beträgt lediglich 2 Basispunkte (BP), die durchschnittliche bzw. erwartete Loss Given Default (Mw LGD) 281 BP. Auch hinsichtlich der weiteren angegebenen Kennzahlen weist die Senior-Tranche die höchste Qualität auf. Mit zunehmender Subordination steigt der erwartete Verlust stetig und nimmt mit 58,30% für das Equity Piece seinen maximalen Wert an. Die Ausfallhäufigkeit (Frequency of Default, FD) des Equity Piece beträgt 98,90%, da nur in ca. 1,10% der 100.000 Simulationen durchläufe keinerlei Ausfälle im Gesamtportfolio zu beobachten waren. Erfolgt eine Verringerung der Forderungsanzahl des Asset Pools von  $N=1000$  auf  $N=200$

(Panel B) so bleiben die Simulationsergebnisse im Vergleich zur Ausgangssituation in Panel A nahezu unverändert. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Anzahl der Forderungen des Asset Pools keinen substantiellen Einfluss auf die Simulationsergebnisse besitzt, sofern eine Mindestdiversifikation des Pools sichergestellt ist. Erfolgt hingegen eine Variation der Assetkorrelation  $\omega$ , so hat dies deutliche Auswirkungen auf die Ausfallratenverteilung, die Tranchengrößen sowie die tranchenspezifischen Risikocharakteristika. Die Bedeutung dieses Sachverhalts wird in Kapitel 5.1 tiefgehend analysiert.

TABELLE 1: STATISTISCHE CHARAKTERISTIKA DER CDO-TRANCHEN

Tabelle 1 zeigt wichtige statistische Charakteristika der sieben Tranchen, die auf Basis der simulierten Ausfallratenverteilung des zugrunde liegenden Asset Pools abgeleitet wurden. Die Tranchengrenzen werden durch die jeder Tranche zugeordneten Ausfallwahrscheinlichkeit und die Ausfallwahrscheinlichkeit der nächst übergeordneten Tranche determiniert. Das Equity bzw. First Loss Piece trägt die ersten auftretenden Verluste. Die Spalten zeigen von links nach rechts die Ratingeinschätzung, Größe, Ausfallhäufigkeit (Frequency of Default, FD), Mittelwert und Standardabweichung der Verluste sowie die durchschnittliche Loss Given Default jeder Tranche. Größe, Mittelwert und Standardabweichung der Verluste sowie die durchschnittliche Loss Given Default jeder Tranche werden dabei relativ zu dem tranchenspezifischen maximalen Rückzahlungsbetrag, welcher dem vertraglich vereinbarten Rückzahlungsbetrag jeder Tranche entspricht, angegeben. Die letzte Zeile jedes Panels stellt die entsprechenden Werte für den zugrunde liegenden Asset Pool dar. In Panel A besteht das Referenzportfolio aus  $N=1000$  endfälligen Darlehen, für welche eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 4,44%, eine Laufzeit von 10 Jahren, eine Recovery Rate von 57,6% und eine paarweise Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  angenommen wird. Die Tranchencharakteristika werden auf Basis von 100.000 Simulationen durchläufen ermittelt. In Panel B wird diese Ausgangssituation verändert, indem ein Portfolio mit lediglich  $N=200$  Kreditnehmern betrachtet wird. Panel C liegen die Charakteristika des Panel A mit der Ausnahme einer auf  $\omega=0,4$  erhöhten Assetkorrelation zugrunde.

| <b>Panel A: Ausgangssituation (<math>N=1000, \omega=0,2</math>)</b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 89,32%         | 0,67%  | 0,02%       | 0,31%         | 2,81%  |  |
| AA  | 0,13%          | 0,72%  | 0,69%       | 8,27%         | 98,30% |  |
| A   | 2,12%          | 1,73%  | 1,16%       | 9,90%         | 67,43% |  |
| BBB   | 2,20%          | 4,44%  | 2,86%       | 15,29%        | 64,76% |  |
| BB  | 2,63%          | 14,62% | 8,45%       | 24,70%        | 58,72% |  |
| B   | 1,48%          | 30,43% | 21,37%      | 37,69%        | 71,13% |  |
| FLP/Equity  | 2,12%          | 98,90% | 58,30%      | 35,68%        | 58,95% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 98,90% | 1,88%       | 2,05%         | 1,90%  |  |

| <b>Panel B: Unterschiedliche Kreditnehmeranzahl im Asset Pool (<math>N=200, \omega=0,2</math>)</b> |                |        |             |               |         |  |
|--|----------------|--------|-------------|---------------|---------|--|
| Tranche  | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD  |  |
| AAA  | 88,98%         | 0,67%  | 0,02%       | 0,30%         | 2,70%   |  |
| AAA  | 0,21%          | 0,72%  | 0,71%       | 8,40%         | 100,00% |  |
| A  | 2,12%          | 1,73%  | 1,19%       | 10,01%        | 69,94%  |  |
| BBB  | 2,33%          | 4,43%  | 2,95%       | 15,52%        | 67,53%  |  |
| BB   | 2,76%          | 14,62% | 8,82%       | 25,14%        | 60,57%  |  |
| B  | 1,48%          | 30,45% | 21,95%      | 38,27%        | 75,26%  |  |
| FLP/Equity   | 2,12%          | 91,06% | 57,15%      | 37,24%        | 62,77%  |  |
| Total Portfolio  | 100,00%        | 91,06% | 1,89%       | 2,14%         | 2,08%   |  |

| <b>Panel C: Unterschiedliche Assetkorrelation (<math>N=1000, \omega=0,4</math>)</b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 81,94%         | 0,67%  | 0,04%       | 0,60%         | 5,48%  |  |
| AA  | 0,30%          | 0,72%  | 0,69%       | 8,23%         | 96,99% |  |
| A   | 4,32%          | 1,73%  | 1,15%       | 9,85%         | 66,76% |  |
| BBB   | 4,54%          | 4,44%  | 2,88%       | 15,31%        | 65,09% |  |
| BB  | 5,05%          | 14,62% | 8,33%       | 24,50%        | 56,97% |  |
| B   | 2,25%          | 30,43% | 21,16%      | 37,61%        | 70,20% |  |
| FLP/Equity  | 1,61%          | 88,23% | 48,37%      | 41,00%        | 54,82% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 88,23% | 1,89%       | 3,26%         | 2,14%  |  |

Auf Basis der Simulationsergebnisse erfolgt die Berechnung der fairen Launch Spreads sowie der Emissionswerte (bzw. Marktwerte) der einzelnen CDO-Tranchen in  $t_0$ . Diese werden in Tabelle 2 wiedergegeben. Es wird ersichtlich, dass unabhängig von der konkreten Parameterwahl die theoretischen Launch Spreads der CDO-Tranchen mit schlechter werdender Ratingeinschätzung monoton ansteigen. Für  $N=1000$  Kreditnehmer und einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  (Spalte 2 und 3) beträgt der faire Spread für die AAA-Tranche  $r_{CDO AAA}^{RN} = 0,02\%$  und für das First Loss Piece  $r_{CDO Equity}^{RN} = 139,84\%$ . An einem vollkommen liquiden risikoneutralen Kapitalmarkt ohne Transaktionskosten und Informationsasymmetrien kompensiert der Credit Spread Investoren ausschließlich für die Übernahme des mit dem Anleiheengagement verbundenen *erwarteten* Verlustes. Der Credit Spread einer CDO-Tranche besteht in diesem Fall somit ausschließlich aus einer Expected Loss-Komponente. Nimmt die Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  auf  $\omega=0,4$  zu, so zeigt sich ein Anstieg des Credit Spreads der Senior Tranche sowie ein Rückgang des Spreads der Equity Tranche. Dieses Ergebnis wird in Kapitel 5.1 im Zusammenhang mit der Sensitivität der fundamentalen CDO-Marktwerte auf Veränderungen der Konjunkturerwartung tiefgehend analysiert.

TABELLE 2: LAUNCH SPREADS UND EMISSIONSWERTE AN EINEM RISIKONEUTRALEN KAPITALMARKT

Tabelle 2 zeigt die gemäß Gleichung (6) errechneten risikoneutralen Credit Spreads der einzelnen CDO-Tranchen sowie die daraus gemäß Gleichung (7) abgeleiteten Emissions- bzw. Marktwerte in  $t_0$ . Die Berechnungsbasis stellen die in Tabelle 1 angegebenen simulierten Werte dar. Spalte 2 und 3 ( $N=1000$ ,  $\omega=0,2$ ) beziehen sich dabei auf den in Panel A der Tabelle 1 angegebenen Ausgangsfall, Spalte 4 und 5 auf ein Referenzportfolio mit lediglich  $N=200$  Kreditnehmern (Panel B in Tabelle 1) und Spalte 6 und 7 auf eine erhöhte Korrelationsannahme von  $\omega=0,4$  (Panel C in Tabelle 1).

| Tranche    | $N=1000, \omega=0,2$ |                    | $N=200, \omega=0,2$ |                    | $N=1000, \omega=0,4$ |                    |
|------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|            | Spread               | Marktwert in $t_0$ | Spread              | Marktwert in $t_0$ | Spread               | Marktwert in $t_0$ |
| AAA        | 0,02%                | 910,84             | 0,02%               | 181,48             | 0,04%                | 835,46             |
| AA         | 0,70%                | 1,29               | 0,72%               | 0,43               | 0,70%                | 3,01               |
| A          | 1,17%                | 21,37              | 1,20%               | 4,27               | 1,17%                | 43,60              |
| BBB        | 2,95%                | 21,85              | 3,04%               | 4,62               | 2,96%                | 44,94              |
| BB         | 9,23%                | 24,55              | 9,67%               | 5,13               | 9,08%                | 47,18              |
| B          | 27,17%               | 11,90              | 28,13%              | 2,36               | 26,83%               | 18,07              |
| FLP/Equity | 139,84%              | 9,02               | 133,40%             | 1,85               | 93,67%               | 8,49               |

## 4.3 Risikoaverser Kapitalmarkt

### 4.3.1 Definition der Risikonutzenfunktion

In der Realität sind Kapitalmarktteilnehmer risikoavers.<sup>48</sup> Die Analysen des Kapitels 5 berücksichtigen diesen Sachverhalt explizit und untersuchen vor diesem Hintergrund, soweit bekannt erstmals, den Einfluss der Risikoaversion des Kapitalmarktes und des damit in Beziehung stehenden Liquiditätsrisikos auf den Wert von CDO-Tranchen. Neben dem bereits in Kapitel 4.1 beschriebenen Modellrahmen werden dabei weitere Annahmen bzw. Modifikationen getroffen. Alle Kapitalmarktteilnehmer seien als nicht gesättigte, strikt risikoaverse Bernoulli-Nutzen- bzw. Erwartungsnutzenmaximierer entsprechend einer bekannten und für alle Investoren gleichen kardinalen Nutzenfunktion  $U$  angenommen.

Nachfolgend wird ein Modell mit drei Zeitpunkten betrachtet. In  $t_0$  erfolgt die Selektion des Asset Pools und dessen Verbriefung. Es sei angenommen, dass sich eventuelle Änderungen der Wertdeterminanten Konjunkturerwartung, Risikoaversion und Liquidität *unmittelbar* nach Emission der CDOs in  $t_1$  einstellt. Zwischen  $t_0$  und  $t_1$  liegt somit lediglich eine marginal kleine Zeiteinheit. Zinseffekte haben folglich keinen Einfluss auf die Veränderung der fundamentalen CDO-Marktwerte zwischen  $t_0$  und  $t_1$ . Die Kredite bzw. CDOs werden in  $t_T$  fällig.

Infolge der vom analytischen Standpunkt aus gesehenen besonderen Vorteile, wird nachfolgend davon ausgegangen, dass die Präferenzen aller Kapitalmarktteilnehmer durch eine Potenzfunktion  $U$  der Form

$$U(\chi) = \chi^c \quad (8)$$

beschrieben werden kann, wobei die Basis  $\chi$  den Endwert einer Investition kennzeichnet und der Exponent  $c$  die Bedingung  $0 < c \leq 1$  erfüllen muss. Eine solche Risikonutzenfunktion genügt den grundlegenden Anforderungen an ökonomisch plausible Risikonutzenfunktionen, nämlich Nichtsättigung, Risikoaversion des Investors sowie eine sinkende absolute Risikoaversion.<sup>49</sup> Die absolute Risikoaversion (ARA) an der Stelle  $\chi$  wird dabei gemessen durch

---

<sup>48</sup> Elton et al. (2001), Fama/French (2002), Amato/Remolona (2003), Driessen (2005), Amato (2005), Amato/Remolona (2005) u.a. weisen die Existenz von Risikoprämien bei Finanzinstrumenten nach, welche Investoren für die Übernahme des Risikos der Abweichung des tatsächlichen vom erwarteten Renditeergebnis kompensieren. Diese Beobachtung impliziert die Existenz eines risikoaversen Verhaltens von Kapitalmarktteilnehmern. Rational handelnde marktwertmaximierende real- und finanzwirtschaftliche Unternehmen verhalten sich darüber hinaus risikoavers, da sich bei den in der Realität gegebenen unvollständigen und unvollkommenen Kapitalmärkten durch ein auf die Verringerung der Volatilität des Unternehmensergebnisses abzielendes Risikomanagement der Marktwert des Unternehmens steigern lässt. Vgl. dazu Allen/Santomero (1998), S. 1475-1478. Ein risikoaverses Verhalten von Kreditinstituten und Versicherungen wird daneben durch aufsichtsrechtliche Anforderungen (Stichwort Basel II und Solvency II), wie bspw. durch die regulatorisch vorgeschriebene Notwendigkeit der Unterlegung *unerwarteter* Kreditverluste mit Eigenkapital, verstärkt. Vgl. z.B. Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht (2004), Tz. 212.

<sup>49</sup> Vgl. Schmidt-von Rhein (1996), S. 259-265 sowie Elton et al. (2003), S. 214-221. Pratt (1964) und Arrow (1964) konstruierten die Risikomaße *absolute Risikoaversion* (ARA) sowie *relative Risikoaversion* (RRA) zur genaueren Beschreibung der Art der Risikoaversion. Die erste Ableitung der absoluten Risikoaversion (ARA') drückt dabei aus, ob ein Investor den absoluten Anlagebetrag in risikobehaftete Anlagen bei steigendem



$$ARA(\chi) = -\frac{\frac{d^2U}{d\chi^2}}{\frac{dU}{d\chi}}. \quad (9)$$

Für die oben dargestellte Potenzfunktion gilt folglich

$$ARA(\chi) = \frac{1-c}{\chi}, \quad (10)$$

wodurch eine fallende ARA bei steigendem  $\chi$  impliziert wird. Darüber hinaus ist die relative Risikoaversion dieser Nutzenfunktion konstant<sup>50</sup>, was die für die nachfolgende Analyse hilfreiche Eigenschaft impliziert, dass sowohl bei Rendite- als auch Endvermögensstreben des Investors die Präferenzordnung unabhängig von dessen Anfangsvermögen ist.<sup>51</sup> Da das Anfangsvermögen der Bankeigentümer und CDO-Investoren somit für das Modellergebnis irrelevant ist, kann dieses folglich aus der Betrachtung ausgeblendet werden.<sup>52</sup> Der Exponent  $c$  definiert die Höhe der Risikoaversion. Je kleiner  $c$  ausfällt, umso höher ist die absolute sowie relative Risikoaversion et vice versa.

### 4.3.2 Fundamentale CDO-Marktwerte an risikoaversen Kapitalmärkten

Gemäß dem der nachfolgenden Analyse zugrunde liegenden Bernoulli-Prinzip bewertet ein Investor die einzelnen CDO-Tranchen auf Basis des Erwartungswerts der mit der Risikonutzenfunktion  $U$

Vermögen erhöht ( $ARA' < 0$ ), senkt ( $ARA' > 0$ ) oder unverändert lässt ( $ARA' = 0$ ). Als ökonomisch sinnvoll wird dabei eine Erhöhung des risikobehafteten Anlagebetrags bei steigendem Vermögen, also sinkende absolute Risikoaversion ( $ARA' < 0$ ) erachtet.

<sup>50</sup> Die Steigung der relativen Risikoaversion RRA misst die relative Veränderung des risikobehafteten Anlagebetrags bei steigendem Vermögen und berechnet sich gemäß  $RRA = \chi \cdot ARA(\chi)$ , vgl. Elton et al. (2003), S. 218. Für die oben dargestellte Potenzfunktion gilt somit  $RRA = 1-c$ . Bezüglich der unter ökonomischen Gesichtspunkten wünschenswerten Form relativer Risikoaversion besteht in der Literatur jedoch Uneinigkeit, vgl. Elton et al. (2003), S. 217-220 sowie Alexander/Francis (1986), S. 26. Neuere Forschungsarbeiten weisen jedoch darauf hin, dass konstante relative Risikoaversion das Entscheidungsverhalten von Investoren sehr realitätsnah beschreibt. Vgl. Spremann (2006), S. 525-526.

<sup>51</sup> Endvermögens- und Renditestreben führen in diesen Fällen zum gleichen Ergebnis. Dies trifft für alle Nutzenfunktionen mit konstanter relativer Risikoaversion zu, weshalb diese auch als isoelastisch bezeichnet werden. Vgl. Schmidt-von Rhein (1996), S. 264 sowie insbesondere auch Mossin (1968), S. 218-219. Da empirische Erkenntnisse zeigen, dass konstante relative Risikoaversion das Entscheidungsverhalten von Anlegern sehr gut beschreibt (vgl. Fußnote 50) und die oben dargestellte Potenzfunktion die grundlegenden Anforderungen an ökonomisch plausible Risikonutzenfunktionen im Gegensatz zu quadratischen oder exponentiellen Risikonutzenfunktionen vollständig erfüllt, wird diese der nachfolgenden Analyse zugrunde gelegt. Logarithmische Risikonutzenfunktionen sind ebenso wie die Potenzfunktion isoelastisch und hinsichtlich ihrer Eigenschaften gleichermaßen ökonomisch plausibel. Da diese jedoch nur für ein Endvermögen  $\chi > 0$  definiert sind und in nachfolgender Analyse auch Endvermögenswerte gleich Null vorkommen können (typischerweise z.B. für die Investoren der Equity Tranche) wird die dargestellte Potenzfunktion verwendet.

<sup>52</sup> Genauer gesagt kann die Höhe des *risikofreien* nicht aber des *risikobehafteten* Anfangsvermögens aus der Betrachtung ausgeblendet werden, sofern davon ausgegangen werden muss, dass das risikobehaftete Anfangsvermögen nicht vollständig positiv mit der Wertentwicklung der CDO-Tranchen, in welche investiert wird, korreliert ist. Aus diesem Grunde wird im Folgenden ferner angenommen, dass Investoren über keine weiteren mit der jeweilig übernommenen CDO-Tranche gering korrelierten riskanten Assets verfügen. Durch diese Annahme wird jedoch nicht ausgeschlossen, dass Investoren gleichzeitig in CDOs anderer Emissionen gleicher Ratingeinschätzung investieren können. Wie Krahen/Wilde (2006) zeigen, besitzen zwei gleich geratete Tranchen unterschiedlicher CDO-Emissionen eine Korrelation von nahezu Eins, sofern die dem Pool zugrunde liegenden Assets gleiche Charakteristika aufweisen.

transformierten risikobehafteten tranchenspezifischen Endwertrealisationen, die in den einzelnen Umweltzuständen  $j$  eintreten können. Für den Präferenzwert  $\Omega(\theta)$  der CDO-Tranche mit Rating  $\theta$  gilt:

$$\Omega(\theta) = E[U(\chi_{\theta,j})] = \sum_{j=1}^J p_j \cdot U(\chi_{\theta,j}). \quad (11)$$

$\chi_{\theta,j}$  steht dabei für den Endwert der CDO-Tranche mit Rating  $\theta$  im Umweltzustand  $j$  und  $p_j$  für die Eintrittswahrscheinlichkeit dieses Umweltzustandes. Der so ermittelte Präferenzwert wird als Erwartungsnutzen oder Erwartungswert des Risikonutzens bezeichnet.<sup>53</sup>

Um die Wertsensitivitäten der einzelnen CDO-Tranchen bezüglich spezifischer Faktoren an einem risikoaversen Kapitalmarkt analysieren zu können, ist es notwendig, die Sicherheitsäquivalente  $S\check{A}$  der simulierten tranchenspezifischen Endwertverteilungen zu bestimmen, welche die berechneten Erwartungsnutzenwerte in monetäre Größen transformieren.<sup>54</sup> Die Sicherheitsäquivalente werden in der nachfolgenden Analyse den fundamentalen Marktwerten der CDO-Tranchen gleichgesetzt.<sup>55</sup> Das Sicherheitsäquivalent  $S\check{A}$  der Endwertverteilung  $\tilde{\chi}$  lässt sich anhand der Umkehrfunktion  $U^{-1}$  der Risikonutzenfunktion  $U$  als

$$S\check{A}(\tilde{\chi}) = U^{-1}[E\{U(\tilde{\chi})\}]. \quad (12)$$

ermitteln. Dabei wird angenommen, dass es einem spezifischen CDO-Investor nur möglich ist, in Tranchen einer bestimmten Ratingkategorie (z.B. die AAA oder Equity Tranche) zu investieren, nicht jedoch in mehrere Tranchen gleichzeitig. Wie an realen Kapitalmärkten beobachtbar, wird folglich von einer *Segmentierung der Investorennachfrage* ausgegangen.<sup>56</sup> Aus den maximalen Endwerten

<sup>53</sup> Vgl. Laux (2005), S. 164-198.

<sup>54</sup> Nach der Erwartungsnutzentheorie ist das Sicherheitsäquivalent  $S\check{A}$  einer Wahrscheinlichkeitsverteilung  $\tilde{x}$  der sichere Betrag, der denselben Nutzen stiftet wie die Wahrscheinlichkeitsverteilung selbst. Der Nutzenwert des Sicherheitsäquivalents  $U[S\check{A}(\tilde{x})]$  entspricht somit dem Erwartungswert  $E[U(\tilde{x})]$  des Nutzens der Endwerte aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung  $\tilde{x}$ , d.h. es gilt  $U[S\check{A}(\tilde{x})] = E[U(\tilde{x})]$ . Das  $S\check{A}$  der Verteilung  $\tilde{x}$  eines risikoaversen Entscheiders ist dabei kleiner als der Erwartungswert  $E(\tilde{x})$  dieser Verteilung. Vgl. Laux (2005), S. 216-226. Die Anwendung der Sicherheitsäquivalentmethode zur Bestimmung des Marktwertes risikobehafteter Assets ist in der finanzwirtschaftlichen Literatur weit verbreitet. Vgl. dazu z.B. Diedrich (2003), Dorfleitner/Buch (2007) oder Franke/Krahen (2008), S. 23-32.

<sup>55</sup> Zu einer kritischen Diskussion der Verwendung von Sicherheitsäquivalenten zur Bewertung von risikobehafteten Assets vgl. z.B. Schwetzler (2000) sowie den dadurch ausgelösten Diskurs. Zu letzterem vgl. Häckel et al. (2008).

<sup>56</sup> Es wird somit unterstellt, dass es einem Investor, welche z.B. in die AAA Tranche investiert, nicht möglich ist, gleichzeitig noch in eine weitere Tranche einer anderen Ratingkategorie, z.B. die BBB oder Equity Tranche, zu investieren. Diese Annahme mag auf den ersten Blick restriktiv erscheinen. Bei Betrachtung der Realität wird jedoch deutlich, dass auf Seiten der Investoren durch ökonomische sowie regulatorische Anforderungen durchaus eine große Segmentierung der CDO-Nachfrage besteht und spezifische Investorengruppen tatsächlich i.d.R. nur in spezifische Tranchenqualitäten investieren (dürfen). Vgl. Basel Committee on Banking Supervision (2008), S. 8-11. So können bspw. zahlreiche institutionelle Investoren wie Versicherungen und Kapitalanlagegesellschaften aufgrund aufsichtsrechtlicher und interner Anlagerichtlinien nur in Wertpapiere mit einem Rating im Investment Grade-Bereich investieren. Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2002), Tz. A. I. sowie A. II. 1. c) i.V.m. § 7 Abs. 2 Versicherungsaufsichtsgesetz (VAG) sowie § 54 Abs. 1 VAG. Andere Investoren, wie bspw. High Yield Mutual Funds hingegen fokussieren sich ausschließlich auf Anlagen im Non Investment Grade-Bereich. Vgl. z.B. Mitchell (2005), S. 12. Firla-Cuchra (2005) bestätigt die Existenz einer Marktsegmentierung bzgl. der einzelnen Tranchen strukturierter Produkte empirisch. Daneben ist

$\chi_{CDO\theta}^{\max}$  sowie den errechneten Sicherheitsäquivalentwerten der einzelnen CDO-Tranchen ergibt sich der bei Risikoaversion (RA) faire tranchenspezifische Credit Spread  $r_{CDO\theta}^{RA}$  gemäß

$$r_{CDO\theta}^{RA} = \left( \frac{\chi_{CDO\theta}^{\max}}{S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})} \right) - (1 + r_f). \quad (13)$$

$S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  steht dabei für das Sicherheitsäquivalent der unsicheren Endwertverteilung  $\tilde{\chi}_{CDO\theta}$  der CDO-Tranche mit Rating  $\theta$ .

Wie Kapitel 3.2 und 4.2 verdeutlichen, besitzt die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarkts, ausgedrückt durch die Höhe des Risikoaversionskoeffizienten  $c$  der Risikonutzenfunktion, bei exogen gegebenem  $r_{BBB}$  keinen Einfluss auf die Ausfallratenverteilung und Tranchierung des Asset Pools und damit die Endwertverteilungen der CDO-Tranchen sowie auf die als relative Anteile am maximalen Endwert des Gesamtportfolios angegebenen Tranchengrößen.<sup>57</sup> Die in Tabelle 1 dargestellten Simulationsergebnisse sind folglich gleichermaßen für risikoaverse Kapitalmärkte gültig. Der fundamentale Marktwert sowie Credit Spread einer CDO-Tranche wird jedoch über die Höhe des Sicherheitsäquivalents  $S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  der unsicheren Endwertverteilung dieser Tranche stark durch die aktuelle Risikoaversion  $c$  des Kapitalmarktes beeinflusst. An einem arbitragefreien risikoaversen Kapitalmarkt, an welchem Marktteilnehmer das übernommene Kreditrisiko nicht vollständig diversifizieren können, müssen die Risikoprämien von CDOs nicht nur mindestens die mit dem Engagement verbundenen erwarteten Verluste decken, sondern darüber hinaus eine Kompensation enthalten, um Investoren für den erwarteten Nutzenverlust aus der auftretenden Ergebnisvolatilität des Engagements zu entschädigen. Diese über die Expected Loss-Komponente hinausgehende Spreadkomponente wird nachfolgend als *Risikoaversionsprämie* bzw. *Unexpected Loss-Komponente* des Credit Spreads bezeichnet. Deren Höhe wird zum einen durch die speziellen Risikoeigenschaften der Endwertverteilung der Tranche, zum anderen durch die aktuelle Höhe der Risikoaversion der Investoren beeinflusst.

---

anzumerken, dass die Existenz mehrerer identisch gerateter Tranchen innerhalb einer Emission, welche sich nur durch Währung, gewichtete durchschnittliche Laufzeit, Zahlungsstruktur etc. unterscheiden, einen klaren Hinweis auf eine Segmentierung des Marktes für strukturierte Anleihen darstellt. Vgl. dazu z.B. Firla-Cuchra/Jenkinson (2006), S. 9-18. Die Analyseergebnisse bleiben grundsätzlich unverändert, wird die obige Annahme gelockert und angenommen, dass es nur zwei Gruppen von Investoren gibt, wobei die eine Investorengruppe lediglich in Investment Grade-CDOs, die andere ausschließlich in Non Investment Grade-CDOs investieren kann. Die Annahme segmentierter Investorengruppen ist notwendig um auszuschließen, dass ein Investor alle CDO-Tranchen kauft, um so die spezifische Wertsensitivität der einzelnen Tranchen auf eine Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes auf Basis des Bernoulli-Prinzips analysieren zu können. Anzumerken ist, dass die in Gleichung (8) dargestellte Potenzfunktion die plausible Eigenschaft impliziert, dass das gesamte Sicherheitsäquivalent und damit der Wert einer Tranche unabhängig von der Anzahl der Investoren dieser Tranche ist.

<sup>57</sup> Vgl. hierzu auch Fußnote 42. Die Endwertverteilungen  $\tilde{\chi}_{CDO\theta}$  der einzelnen Tranchen werden jedoch wesentlich durch die erwartete Konjunktorentwicklung, ausgedrückt durch die Verteilungsannahme des systematischen Risikofaktors  $Z$ , sowie die Höhe der Assetkorrelation  $\omega$  beeinflusst (vgl. Kapitel 5.1). Der Ausdruck  $S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  bezieht sich daher immer auf die in der jeweiligen Analyse angegebene Höhe bzw. Verteilungsannahme von  $\omega$  bzw.  $Z$ .

TABELLE 3: LAUNCH SPREADS UND EMISSIONSWERTE AN EINEM RISIKOAVERSEN KAPITALMARKT

Tabelle 3 zeigt die auf Basis der simulierten Endwertverteilungen gemäß der Gleichungen (12) und (13) abgeleiteten fundamentalen Marktwerte sowie Launch Spreads der CDO-Tranchen zum Emissionszeitpunkt in  $t_0$  an einem risikoaversen Kapitalmarkt mit einem Risikoaversionskoeffizienten von  $c=0,2$ . Spalte 2 und 3 beziehen sich auf den Ausgangsfall mit  $N=1000$  Kreditnehmern und einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$ , Spalte 4 und 5 auf ein Referenzportfolio mit lediglich  $N=200$  Kreditnehmern sowie einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  und Spalte 6 und 7 auf eine erhöhte Korrelationsannahme von  $\omega=0,4$  bei  $N=1000$  Kreditnehmern im Asset Pool.

| Tranche    | $N=1000, \omega=0,2$ |                    | $N=200, \omega=0,2$ |                    | $N=1000, \omega=0,4$ |                    |
|------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|            | Spread               | Marktwert in $t_0$ | Spread              | Marktwert in $t_0$ | Spread               | Marktwert in $t_0$ |
| AAA        | 0,02%                | 910,84             | 0,02%               | 181,48             | 0,04%                | 835,44             |
| AA         | 3,50%                | 1,25               | 3,63%               | 0,42               | 3,46%                | 2,93               |
| A          | 4,41%                | 20,71              | 4,53%               | 4,14               | 4,40%                | 42,25              |
| BBB        | 11,13%               | 20,24              | 11,64%              | 4,26               | 11,14%               | 41,64              |
| BB         | 34,09%               | 20,00              | 36,17%              | 4,13               | 33,63%               | 38,51              |
| B          | 150,16%              | 6,05               | 165,86%             | 1,14               | 150,07%              | 9,17               |
| FLP/Equity | 1085,17%             | 1,82               | 1153,21%            | 0,35               | 819,55%              | 1,79               |

Tabelle 3 zeigt die auf Basis der simulierten Endwertverteilungen der CDO-Tranchen abgeleiteten Marktwerte sowie Credit Spreads zum Emissionszeitpunkt in  $t_0$  an einem risikoaversen Kapitalmarkt mit einem Risikoaversionskoeffizienten  $c=0,2$ . Der Vergleich mit Tabelle 2 bei Annahme risikoneutraler Kapitalmärkte zeigt zum einen, dass die Marktwerte bzw. Spreads der einzelnen Tranchen in einer risikoaversen Welt, infolge der zusätzlich geforderten Risikoprämie für die Übernahme des erwarteten Nutzenverlusts aus der auftretenden Ergebnisvolatilität des riskanten CDO-Engagements, geringer bzw. höher ausfallen. Zum anderen wird deutlich, dass die Risikoaversionsprämie, welche sich in der Differenz zwischen den Credit Spreads an risikoaversen und risikoneutralen Märkten manifestiert, mit abnehmender Ratingkategorie stark anwächst. Grund ist, dass es mit zunehmender Subordination zu einem Anstieg des Risikogehalts der tranchenspezifischen Endwertverteilungen kommt, wodurch eine steigende Kompensationsforderung für die Übernahme der Ergebnisvolatilität induziert wird.<sup>58</sup> Abbildung 2 stellt die simulierten Launch Spreads der einzelnen CDO-Tranchen an einem risikoneutralen sowie risikoaversen Kapitalmarkt mit unterschiedlichen Risikoaversionskoeffizienten  $c$  graphisch dar.

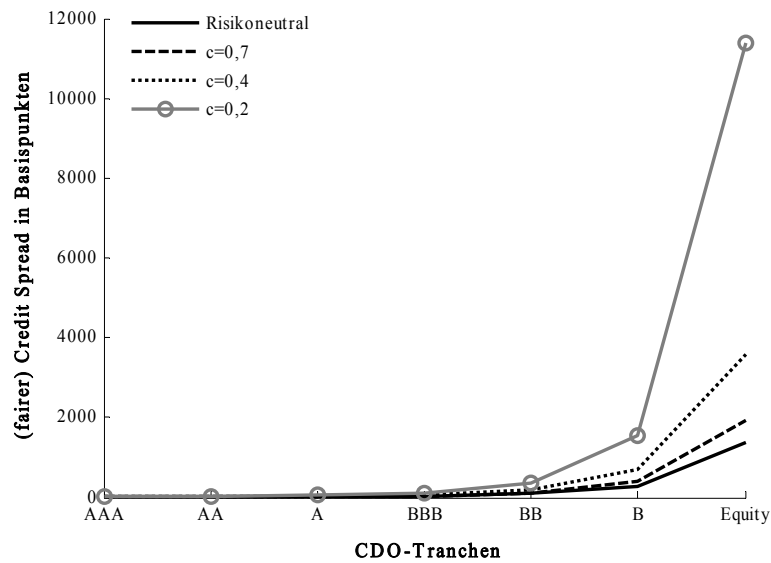
Die modelltheoretisch ermittelten tranchenspezifischen Credit Spreads steigen mit zunehmender Risikoaversion an und liegen über den fairen risikoneutralen Spreads.<sup>59</sup> Abbildung 2 spiegelt die empirische Beobachtung wider, dass die zum Bewertungszeitpunkt vorherrschende Risikoaversion des Kapitalmarktes einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der Risikoprämien besitzt.<sup>60</sup>

<sup>58</sup> Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 5.2.

<sup>59</sup> Dabei ist zu beachten, dass zunehmende Risikoaversion bei abnehmenden Werten für  $c$  vorliegt.

<sup>60</sup> Vgl. z.B. Fender (2008), Perraudin (2008), Fender/Scheicher (2009), Pape/Schlecker (2009), Gann (2010) sowie Kapitel 5.2 und 5.3. Bei Betrachtung der Launch Spreads von CDO-Transaktionen im Zeitablauf wird deutlich, dass die zum Emissionszeitpunkt vorherrschenden Marktbedingungen einen signifikanten Einfluss auf deren Höhe besitzen. Vgl. z.B. Firla-Cuchra (2005). Eindrucksvoll bestätigen dies auch die Launch Spreads von PROMISE-Transaktionen. Es zeigt sich, dass diese trotz vergleichbarer Kreditqualitäten im Asset Pool sowie gleicher institutioneller Ausgestaltung aller PROMISE-Verbriefungen für gleiche Ratings je nach vorherrschender Marktbedingung zum Emissionszeitpunkt stark voneinander abweichen. Vgl. Kreditanstalt für Wiederaufbau (2008). PROMISE-Transaktionen sind vollständig *gefundete* synthetische Verbriefungen. Vgl. Krämer-Eis et al. (2001). Die Risikostruktur gefundeter synthetischer Verbriefungen ist grundsätzlich mit der von True Sale-Transaktionen vergleichbar. Vgl. Gibson (2004).

ABBILDUNG 2: MODELLTHEORETISCH HERGELEITETE TRANCHENSPEZIFISCHE CREDIT SPREADS



Neben der Konjunkturerwartung der Investoren stellen die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes und das dadurch beeinflusste assetspezifische Liquiditätsrisiko wesentliche Einflussfaktoren für die Bewertung ausfallrisikobehafteter Assets dar.<sup>61</sup> Kapitel 5 analysiert den Einfluss dieser Faktoren auf die Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität umfassend und zeigt, dass die Wertsensitivität bezüglich der genannten Faktoren stark von der Höhe der Subordination abhängt. Hierfür wird von der bisher unterstellten neutralen Konjunkturerwartung  $Z \sim NV(0,1)$  sowie der Assetkorrelationsannahme  $\omega=0,2$  abgewichen und darüber hinaus die Annahme der Existenz vollkommen liquider Kapitalmärkte aufgehoben. Kapitel 5.1 untersucht den Einfluss des konjunkturellen Umfelds auf die fundamentalen CDO-Tranchenwerte detailliert. In diesem Kontext wird zunächst die Abhängigkeit der Strukturierung von der zum Strukturierungszeitpunkt vorherrschenden Konjunkturerwartung dargestellt. Anschließend werden die tranchenspezifischen Sensitivitäten der Risikocharakteristika sowie der Marktwerte bereits platzierter CDOs bezüglich spezifischer Veränderungen der Konjunkturerwartung  $Z$  der Investoren analysiert. Da eine Veränderung des makroökonomischen Umfelds eine Veränderung der Assetkorrelationen  $\omega$  induziert, wird darüber hinaus der Zusammenhang zwischen der Höhe der Assetkorrelationen und den tranchenspezifischen Marktpreisen beleuchtet. Es wird gezeigt, dass bereits geringfügige Veränderungen der Konjunkturerwartung sowie der Assetkorrelationen hohe Ratingänderungen der Investment Grade-Tranchen implizieren und die tranchenspezifische Volatilität der Ratingeinschätzung der Agentur Moody's grundsätzlich von der der Agenturen Standard & Poor's sowie Fitch abweicht. Kapitel 5.2 untersucht den Einfluss der dynamischen Veränderung der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes auf die Marktpreise von CDOs und die Emissionstätigkeit der Originatoren. Dabei wird deutlich, dass die Höhe des Risikoappetits des Kapitalmarktes die

<sup>61</sup> Vgl. den Literaturüberblick in Kapitel 2 sowie Kapitel 5.2 und 5.3.

Nachfrage nach stark subordinierten CDOs und damit gegebenenfalls auch die Kreditvergabestandards der Kreditinstitute zu beeinflussen vermag. Kapitel 5.3 analysiert die marktphasenabhängige Bedeutung des Liquiditätsrisikos für die Bewertung von CDOs. Auf Basis bisheriger empirischer und theoretischer Erkenntnisse erfolgt die Entwicklung eines möglichen funktionalen Zusammenhangs zwischen aktueller Marktsituation und Höhe des Liquiditätsrisikos. Dieser erlaubt eine exakte Quantifizierung des dynamischen Einflusses des Liquiditätsrisikos auf die Marktpreise von CDOs.

Auch wenn die Analysen des Kapitels 5 naturgemäß nicht sämtliche bewertungsrelevante Preisdeterminanten von CDOs umfassen können, ergibt sich dennoch ein weitreichendes Verständnis bezüglich des Zusammenhangs zwischen Marktumfeld, welches maßgeblich die Erwartungen der Investoren bestimmt, und den erwarteten Wertveränderungen von CDOs verschiedener Seniorität. Um diese Zusammenhänge und deren Implikationen tiefgehend zu erfassen, werden nachfolgend zusätzlich Sensitivitätsanalysen bezüglich einer simultanen Veränderung einzelner Preisdeterminanten durchgeführt.

## **5 Konjunkturerwartung, Risikoeinstellung des Kapitalmarktes und Liquidität als Preisdeterminanten von CDOs**

### **5.1 Konjunkturerwartung als Preisdeterminante von CDOs**

#### **5.1.1 Der Einfluss des makroökonomischen Umfelds auf die bedingte Verteilung des Asset Values**

Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens und damit auch das die Ausfallwahrscheinlichkeit determinierende Vermögen Kreditverbindlichkeiten zu befriedigen, hängt sowohl von unternehmensspezifischen als auch von allgemeinen rechtlichen, institutionellen, geographischen und makroökonomischen Faktoren ab. Da sich rechtliche, institutionelle, geographische und andere relevante Faktoren eines Marktes langfristig auf die Ausprägungen makroökonomischer Variablen auswirken, werden die Implikationen dieser Faktoren für die wirtschaftliche Wohlfahrt von Unternehmen nachfolgend nicht explizit berücksichtigt, sondern unter dem Einfluss des makroökonomischen Umfelds subsumiert.<sup>62</sup> In Analogie zu Kapitel 3 wird der Einfluss des makroökonomischen Umfelds durch einen singulären systematischen Risikofaktor  $Z$  wiedergegeben. Da der makroökonomische Risikofaktor entscheidenden Einfluss auf das mit einem Kreditnehmer verbundene Ausfallrisiko und damit den Barwert der Kreditforderung besitzt, muss die Erwartung bezüglich der zukünftigen Ausprägung von  $Z$  die Zahlungsbereitschaft von Investoren für einzelne CDO-Tranchen und damit deren Marktpreis determinieren. Eine tiefgehende Analyse dieses Sachverhalts ist Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen.

---

<sup>62</sup> Wilson (1997a, 1997b, 1998) zeigt, dass das Kreditrisiko auf Ebene eines gut diversifizierten Portfolios nahezu ausschließlich durch makroökonomische Faktoren erklärt werden kann.

Ausgangspunkt stellt das bereits in Kapitel 3.1 dargestellte Ein-Faktor-Modell dar. Wird der makroökonomische Faktor  $Z$  in Gleichung (1) konstant gehalten, so ergibt sich als Bedingung für den Ausfall eines spezifischen Schuldners  $i$ :

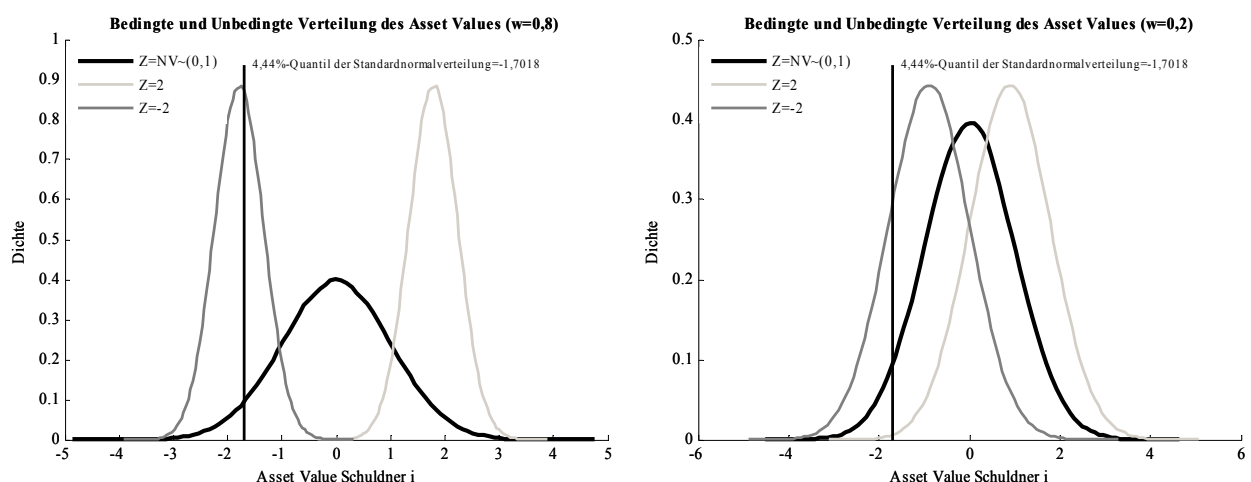
$$\varepsilon_i < \frac{D_i - \sqrt{\omega} \cdot Z}{\sqrt{1 - \omega}}. \quad (14)$$

Aus der Standardnormalverteilung von  $\varepsilon_i$  folgt, gegeben die Ausprägung von  $Z$ , für die Wahrscheinlichkeit dass Ungleichung (14) erfüllt ist:

$$p_i(Z) = \Phi\left(\frac{D_i - \sqrt{\omega} \cdot Z}{\sqrt{1 - \omega}}\right). \quad (15)$$

$p_i(Z)$  bezeichnet dabei die *bedingte* Ausfallwahrscheinlichkeit des Schuldners  $i$ .  $p_i(Z)$  ist bedingt, da deren Höhe von der angenommenen Ausprägung des Risikofaktors  $Z$  abhängig ist. Die der Simulation der Ausfallratenverteilung in Kapitel 3.1 zugrunde gelegte Ausfallwahrscheinlichkeit  $PD_i$  hingegen wurde als *unbedingt* angenommen. Sie entspricht der Wahrscheinlichkeit eines Defaults, sofern kein spezifischer, sondern vielmehr ein zufälliger, standardnormalverteilter Wert für  $Z$  bezüglich der Simulation des Asset Values des Schuldners  $i$  angenommen wird.<sup>63</sup> Wie gemäß Gleichung (15) ersichtlich, hängt die bedingte Ausfallwahrscheinlichkeit von der Sensitivität der Firmenwertänderung  $\omega$  bezüglich des systematischen Risikofaktors  $Z$ , der Höhe von  $Z$  sowie der Ausfallschwelle  $D_i$  bzw. der unbedingten Ausfallwahrscheinlichkeit  $PD_i$  ab.  $p_i(Z)$  ist dabei c.p. umso höher, je niedrigere Werte  $Z$  annimmt, d.h. je schlechter die gesamtwirtschaftliche Lage ist et vice versa.

ABBILDUNG 3: DER EINFLUSS DES MAKROÖKONOMISCHEN UMFELDS AUF DIE BEDINGTE VERTEILUNG DES ASSET VALUES



<sup>63</sup> Der Mittelwert der bedingten Ausfallwahrscheinlichkeiten  $p_i(Z)$  für die verschiedenen Realisationen von  $Z$  ergibt die unbedingte Ausfallwahrscheinlichkeit  $PD_i$ . Vgl. Vasicek (2002), S. 161.

Abbildung 3 verdeutlicht den Effekt verschiedener makroökonomischer Bedingungen, abgebildet durch den Risikofaktor  $Z$  sowie die Assetkorrelation  $\omega$ , auf die bedingte Verteilung des Asset Values sowie die bedingte Ausfallwahrscheinlichkeit des Schuldners  $i$ . Die mittlere schwarze Kurve entspricht dabei jeweils der unbedingten, die dunkel- bzw. hellgraue Kurve der bedingten Verteilungsfunktion des Asset Values für  $Z = -2$  bzw.  $Z = 2$ . Die Annahme negativer Werte von  $Z$  bedeutet die Prognose einer negativen zukünftigen Konjunkturerwartung und führt c.p. zu einem Anstieg der (bedingten) Ausfallwahrscheinlichkeiten et vice versa. So ist die der bedingten Ausfallwahrscheinlichkeit entsprechende Wahrscheinlichkeitsmasse unterhalb der dunkelgrauen Verteilungsfunktion zwischen den Werten  $-\infty$  und dem 4,44%-Quantil der Standardnormalverteilung von  $-1,7018$  deutlich größer als die unbedingte 10-Jahres-Ausfallwahrscheinlichkeit eines BBB-Schuldners von 4,44%, die Wahrscheinlichkeitsmasse unterhalb der hellgrauen Verteilungsfunktion für den angegebenen Bereich jedoch deutlich kleiner als 4,44%. Die Stärke der Abhängigkeit des Asset Values vom Marktfaktor  $Z$  wird dabei durch die Höhe der Sensitivität  $\omega$  begründet. Bei einer sehr hohen Firmenwertsensitivität (z.B.  $\omega=0,8$ , Abbildung 3 links) wird die bedingte Ausfallwahrscheinlichkeit überwiegend durch Marktbedingungen beeinflusst. Nimmt  $\omega$  geringere Werte an (z.B.  $\omega=0,2$ , Abbildung 3 rechts), ist ein größerer Anteil der möglichen Variabilität des Firmenwertes auf die idiosynkratische Komponente zurückzuführen, wodurch die bedingte Ausfallwahrscheinlichkeit weniger stark durch den Marktfaktor  $Z$  beeinflusst wird. Im Extremfall  $\omega = 0$  wird das Kreditrisiko eines Schuldners nicht durch das makroökonomische Umfeld beeinflusst und bedingte sowie unbedingte Ausfallwahrscheinlichkeit sind identisch, unabhängig der (erwarteten) Ausprägung von  $Z$ .

### 5.1.2 Der Einfluss der Einschätzung des makroökonomischen Umfelds auf die Tranchierung

Die Einschätzung der zukünftigen Verteilung des Marktfaktors  $Z$  sowie der Ausprägung der Firmenwertsensitivität  $\omega$  hat einen bedeutenden Einfluss auf die Strukturierung des Asset Pools. Tabelle 4 zeigt die relativen Tranchengrößen sowie weitere statistische Charakteristika der einzelnen Tranchen und des Gesamtportfolios in Abhängigkeit von der angenommenen Verteilung des Marktfaktors  $Z$  und der Höhe der Firmenwertsensitivität  $\omega$  zum Strukturierungszeitpunkt. Die Konjunkturerwartungen determinieren maßgeblich die Ausfallratenverteilung des Asset Pools und damit die Strukturierung der Transaktion und in der Folge die statistischen Charakteristika der einzelnen CDO-Tranchen. Bei den zugrunde liegenden Simulationen wird unterstellt, dass Investoren die Höhe von  $Z$  ex ante nicht *exakt* einschätzen, sondern lediglich eine Aussage über die erwartete Tendenz der Konjunkturerwartung (z.B. „sehr positiv“, „sehr negativ“, „schwach positiv“ etc.) treffen können. Dies wird durch die Wahl des Erwartungswertes  $\mu$  des nachfolgend als  $\mu$ -1-



normalverteilt angenommenen Marktfaktors  $Z$  abgebildet.<sup>64</sup> Eine positive (negative) Konjunkturerwartung wird folglich durch einen positiven (negativen) Erwartungswert  $\mu$  dargestellt.<sup>65,66</sup> Panel A der Tabelle 4 basiert auf einer positiven ( $\mu=+1$ ), Panel B auf einer negativen ( $\mu=-1$ ) Konjunkturerwartung zum Strukturierungszeitpunkt sowie jeweils einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$ . Panel C berücksichtigt darüber hinaus den als *Correlation Effect* bezeichneten empirisch beobachtbaren Sachverhalt, dass in Zeiten stark negativer Veränderungen der für einen Markt relevanten makroökonomischen Einflussfaktoren, die Assetkorrelationen stark zunehmen können.<sup>67</sup> Im Simulationsbeispiel des Panel C steigen diese von  $\omega=0,2$  auf  $\omega=0,4$  an. Dieser Effekt verstärkt die Wirkung einer isolierten Verschlechterung des Erwartungswerts von  $Z$  auf  $\mu=-1$ .

---

<sup>64</sup> Wird ein fixer Wert für die Höhe des Marktfaktors  $Z$  für die Simulation vorgegeben, so verschiebt sich die Ausfallratenverteilung für negative (positive)  $Z$ -Werte grundsätzlich nach rechts (links) in Richtung höherer (niedrigerer) Ausfallraten. Die Ausfallratenverteilung nimmt durch die Fixierung des Marktfaktors  $Z$  und der daraus resultierenden paarweisen bedingten Unabhängigkeit der einzelnen Kreditnehmer im Asset Pool (gegeben  $Z$ ) die Form einer Normalverteilung an. Gleichzeitig wird infolge der Fixierung von  $Z$  die Schwankungsbreite der Ausfallratenverteilung beschränkt, was dazu führt, dass sich die Wahrscheinlichkeitsmasse an den Enden der Verteilung reduziert. Bei Annahme fixer negativer  $Z$ -Werte zeigen sich somit zwei Effekte: Zum einen führt die Verschiebung der Ausfallratenverteilung in Richtung hoher AR-Werte zu einer sinkenden relativen Größe der Senior Tranche. Andererseits steigt die relative Größe der Senior Tranche durch die Abnahme der Wahrscheinlichkeitsmasse an den Enden der AR-Verteilung. Für  $Z$ -Werte, welche ein mäßiges negatives Konjunkturszenario induzieren, überwiegt der zweite Effekt den ersten, so dass trotz negativer  $Z$ -Werte die relative Größe der AAA Tranche ansteigen kann. Der Nominalwert der Gesamttransaktion fällt im Vergleich zu einer Situation standardnormalverteilter  $Z$ -Werte bei einem negativen (positiven) Wert für  $Z$  kleiner (größer) aus. Da die exakte Prognose der zukünftigen Konjunkturerwartung - und damit die Prognose exakter  $Z$ -Werte - in der Realität nicht möglich ist, wird nachfolgend davon ausgegangen, dass lediglich eine Aussage über die erwartete Tendenz getroffen werden kann, was durch den als  $\mu$ -1-normalverteilt angenommenen Marktfaktors  $Z$  abgebildet wird.

<sup>65</sup> Annahmegemäß bleibt somit die Varianz des Marktfaktors gegenüber der Situation einer neutralen Konjunkturerwartung (vgl. Kapitel 3.1) erhalten. Dies muss nicht zwangsläufig der Fall sein. Wird z.B. mit einer deutlichen Konjunkturverschlechterung gerechnet, so geht der Kapitalmarkt ggf. von einer geringeren Schwankungsbreite um den dann negativen Erwartungswert  $\mu$  aus. Eine detaillierte Analyse des Zusammenhangs zwischen der Änderung der Konjunkturaussichten und der Varianz des Marktfaktors sei weiteren Arbeiten vorbehalten. Durch die Annahme einer von Null verschiedenen Varianz bleibt die rechtsschiefe der Ausfallratenverteilung erhalten, da die einzelnen Kreditnehmer nicht paarweise bedingt unabhängig gegeben  $Z$  sind. Vgl. hierzu auch Fußnote 64.

<sup>66</sup> Es wird angenommen, dass die unbedingte Verteilung des Erwartungswerts  $\mu$  einer Standardnormalverteilung folgt. Entsprechend tritt ausgehend von einer neutralen Konjunktursituation ein Wert von  $\mu \leq -2$  bzw.  $\mu \geq +2$  mit einer Wahrscheinlichkeit  $P(\mu \leq -2) = P(\mu \geq +2) = 2,28\%$ , ein Wert von  $\mu \leq -1,5$  bzw.  $\mu \geq +1,5$  mit einer Wahrscheinlichkeit  $P(\mu \leq -1,5) = P(\mu \geq +1,5) = 6,68\%$ , ein Wert von  $\mu \leq -1$  bzw.  $\mu \geq +1$  mit einer Wahrscheinlichkeit  $P(\mu \leq -1) = P(\mu \geq +1) = 15,87\%$  und ein Wert von  $\mu \leq -0,5$  bzw.  $\mu \geq +0,5$  mit einer Wahrscheinlichkeit  $P(\mu \leq -0,5) = P(\mu \geq +0,5) = 30,85\%$  auf. Wird beispielsweise der Preiseinfluss einer Veränderung der Konjunkturaussichten von einer aktuell neutralen Konjunkturerwartung ( $\mu=0$ ) auf ein negatives Konjunkturszenario mit  $\mu=-1$  simuliert, so besitzt ein solches Szenario eine faktische a-priori Eintrittswahrscheinlichkeit von 15,87%. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass eine Verschlechterung der Konjunkturaussichten auf  $\mu=-1$  ausgehend von einer neutralen Konjunkturerwartungen durchschnittlich alle 6,3 Jahre zu erwarten ist.

<sup>67</sup> Vgl. hierzu u.a. Gersbach/Lipponer (2003) und Das et al. (2002). Ein Anstieg der paarweisen Assetkorrelationen zeigt sich gleichermaßen in Zeiten stark positiver Veränderungen der für einen Markt relevanten Einflussfaktoren. Zur Sensitivität der Ausfall- bzw. Assetkorrelation auf Änderungen des makroökonomischen Umfelds vgl. auch Gibson (2004), S. 23. Adelson (2003), S. 54 weist im Zusammenhang mit der Untersuchung von Ausfallraten von ABS darauf hin, dass die Ausfallkorrelation ein „*time-varying phenomenon*“ darstellt, welchem im Rahmen des Ratingprozesses von strukturierten Anleihen ggf. nur ungenügend Rechnung getragen wird. Zum Einfluss der Assetkorrelation auf den Marktwert der CDO-Tranchen vgl. ausführlich Kapitel 5.1.3.

TABELLE 4: STATISTISCHE CHARAKTERISTIKA DER CDO-TRANCHEN BEI VERSCHIEDENEN KONJUNKTURERWARTUNGEN

Tabelle 4 zeigt die statistischen Charakteristika der sieben Tranchen, die auf Basis der simulierten Ausfallratenverteilung und Tranchierung des zugrunde liegenden Asset Pools für verschiedene Konjunkturszenarien abgeleitet wurden. Die Tranchengrenzen werden durch die jeder Tranche zugeordnete Ausfallwahrscheinlichkeit und die Ausfallwahrscheinlichkeit der nächst übergeordneten Tranche determiniert. Die Spalten zeigen von links nach rechts die Ratingeinschätzung, Größe, Ausfallhäufigkeit (Frequency of Default, FD), Mittelwert und Standardabweichung der Verluste sowie die durchschnittliche Loss Given Default jeder Tranche. Größe, Mittelwert und Standardabweichung der Verluste sowie die durchschnittliche Loss Given Default jeder Tranche werden dabei relativ zu dem tranchenspezifischen maximalen Rückzahlungsbetrag, welcher dem vertraglich vereinbarten Rückzahlungsbetrag jeder Tranche entspricht, angegeben. Die letzte Zeile jedes Panels stellt die entsprechenden Werte für den zugrunde liegenden Asset Pool dar. Dieser besteht aus  $N=1000$  endfälligen Darlehen, für welche eine unbedingte Ausfallwahrscheinlichkeit von 4,44%, eine Laufzeit von 10 Jahren und eine Recovery Rate von 57,6% angenommen wird. Die Ausfallratenverteilung wird auf Basis von 100.000 Simulationsdurchläufen ermittelt. Panel A (Panel B) gibt die statistischen Charakteristika der einzelnen Tranchen für eine paarweise Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  und  $\mu$ -1-normalverteilte Werte von  $Z$  mit Erwartungswert  $\mu=+1$  ( $\mu=-1$ ) wieder und bildet damit ein erwartetes positives (negatives) Konjunkturszenario zum Strukturierungszeitpunkt ab. Panel C zeigt die Simulationsergebnisse für eine Konjunkturerwartung von  $\mu=-1$  und eine paarweise Assetkorrelation von  $\omega=0,4$ .

| <b>Panel A: positives Konjunkturszenario: <math>\mu=+1, \omega=0,2</math></b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 94,78%         | 0,67%  | 0,01%       | 0,20%         | 1,75%  |  |
| AA  | 0,08%          | 0,72%  | 0,68%       | 8,21%         | 98,70% |  |
| A   | 1,31%          | 1,73%  | 1,13%       | 9,76%         | 65,83% |  |
| BBB   | 1,23%          | 4,44%  | 2,89%       | 15,34%        | 65,06% |  |
| BB  | 1,27%          | 14,62% | 8,43%       | 24,74%        | 58,77% |  |
| B   | 0,64%          | 30,43% | 21,33%      | 37,66%        | 71,71% |  |
| FLP/Equity  | 0,68%          | 91,94% | 54,55%      | 38,11%        | 59,33% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 91,94% | 0,67%       | 0,95%         | 0,73%  |  |

| <b>Panel B: negatives Konjunkturszenario: <math>\mu=-1, \omega=0,2</math></b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 81,90%         | 0,67%  | 0,02%       | 0,37%         | 3,46%  |  |
| AA  | 0,21%          | 0,72%  | 0,70%       | 8,28%         | 97,40% |  |
| A   | 2,54%          | 1,73%  | 1,15%       | 9,87%         | 67,27% |  |
| BBB   | 3,05%          | 4,44%  | 2,87%       | 15,31%        | 64,89% |  |
| BB  | 4,20%          | 14,62% | 8,67%       | 24,97%        | 59,50% |  |
| B   | 2,76%          | 30,43% | 21,66%      | 37,85%        | 71,36% |  |
| FLP/Equity  | 5,34%          | 99,91% | 62,59%      | 33,19%        | 62,65% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 99,91% | 4,44%       | 3,70%         | 4,45%  |  |

| <b>Panel C: negatives Konjunkturszenario: <math>\mu=-1, \omega=0,4</math></b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 68,45%         | 0,67%  | 0,03%       | 0,44%         | 4,18%  |  |
| AA  | 0,42%          | 0,72%  | 0,69%       | 8,26%         | 97,13% |  |
| A   | 3,94%          | 1,73%  | 1,17%       | 9,94%         | 67,71% |  |
| BBB   | 5,72%          | 4,44%  | 2,91%       | 15,42%        | 65,64% |  |
| BB  | 8,56%          | 14,62% | 8,68%       | 25,01%        | 59,42% |  |
| B   | 5,68%          | 30,43% | 21,62%      | 37,88%        | 71,09% |  |
| FLP/Equity  | 7,21%          | 98,33% | 53,87%      | 38,49%        | 54,79% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 98,33% | 6,09%       | 6,78%         | 6,19%  |  |

Es wird ersichtlich, dass die Prognose der zukünftigen Konjunktorentwicklung sowie die dadurch induzierte Veränderung der Assetkorrelationen entscheidenden Einfluss auf die Strukturierung der Transaktion sowie die erwarteten Charakteristika der einzelnen Tranchen besitzt. Der Vergleich mit Panel A der Tabelle 1 ( $\mu=0$ ) verdeutlicht, dass bei einem positiven Konjunkturszenario ( $\mu=+1$ ) die relative Größe der Senior Tranche steigt, während die relativen Größen aller weiteren Tranchen

zurückgehen. So nimmt die relative Größe der AAA Tranche von 89,32% auf 94,78% zu, während die des Equity Piece von 2,12% auf 0,68% sinkt. Panel B zeigt bei Annahme eines negativen Konjunkturszenarios ( $\mu=-1$ ) ein genau konträres Ergebnis: Die relative Größe der Senior Tranche sinkt, während die der subordinierten Tranchen steigen. Wird im Rahmen der Simulation der *Correlation Effect* durch einen beispielhaften Anstieg der Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  auf  $\omega=0,4$  berücksichtigt, so verstärken sich gemäß Panel C die Auswirkungen des negativen Konjunkturszenarios deutlich: die relative Größe der Senior Tranche sinkt auf 68,45% während die des Equity Piece auf 7,21% steigt.

Tabelle 5 zeigt die auf Basis der simulierten Tranchencharakteristika sowie Endwertverteilungen berechneten Launch Spreads und Emissionswerte der CDO-Tranchen für verschiedene Konjunkturerwartungen des Kapitalmarktes zum Strukturierungs- bzw. Emissionszeitpunkt. Eine spezifische Konjunkturerwartung impliziert eine spezifische Ausfallratenverteilung und damit Strukturierung der Transaktion. Die Strukturierung wiederum beeinflusst die tranchenspezifischen relativen Größen sowie Risikocharakteristika und damit die fundamentalen Marktwerte sowie Launch Spreads der einzelnen Tranchen sowohl an einem risikoneutralen als auch risikoaversen Kapitalmarkt.

TABELLE 5: LAUNCH SPREADS UND EMISSIONSWERTE DER CDO-TRANCHEN BEI VERSCHIEDENEN KONJUNKTURERWARTUNGEN

Tabelle 5 zeigt die fairen Spreads der CDO-Tranchen über die Gesamtlaufzeit sowie die auf Basis der simulierten Charakteristika bzw. Endwertverteilungen abgeleiteten Marktwerte der CDO-Tranchen zum Emissionszeitpunkt in  $t_0$  für einen risikoneutralen (Panel A) sowie risikoaversen Kapitalmarkt (Panel B). Für den der Simulation zugrunde liegenden Risikoaversionsparameter  $c$  gilt  $c=0,2$ . Durch den Vergleich mit Tabelle 2 (risikoneutraler Kapitalmarkt) sowie Tabelle 3 (risikoaverser Kapitalmarkt) wird deutlich, dass die Konjunkturerwartung zum Strukturierungszeitpunkt einen maßgeblichen Einfluss auf die tranchenspezifische Höhe der Launch Spreads sowie der Emissionswerte besitzt. Die letzte Zeile jedes Panels stellt die gesamten Emissionserlöse des zugrunde liegenden Asset Pools in Abhängigkeit von dem abgebildeten Konjunkturszenario dar.

| <b>Panel A: Risikoneutraler Kapitalmarkt</b> |  |                                      |  |                                      |  |                                      |
|--|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Tranche</b>                               | <b><math>\mu=+1, \omega=0,2</math></b> |                                      | <b><math>\mu=-1, \omega=0,2</math></b> |                                      | <b><math>\mu=-1, \omega=0,4</math></b> |                                      |
|  | <b>Spread</b>                          | <b>Marktwert in <math>t_0</math></b> | <b>Spread</b>                          | <b>Marktwert in <math>t_0</math></b> | <b>Spread</b>                          | <b>Marktwert in <math>t_0</math></b> |
| AAA  | 0,01%                                  | 966,69                               | 0,02%                                  | 835,14                               | 0,03%                                  | 698,04                               |
| AA   | 0,69%                                  | 0,86                                 | 0,70%                                  | 2,15                                 | 0,70%                                  | 4,29                                 |
| A  | 1,15%                                  | 13,25                                | 1,16%                                  | 25,65                                | 1,18%                                  | 39,75                                |
| BBB  | 2,97%                                  | 12,18                                | 2,96%                                  | 30,24                                | 3,00%                                  | 56,69                                |
| BB   | 9,21%                                  | 11,88                                | 9,49%                                  | 39,10                                | 9,51%                                  | 79,77                                |
| B  | 27,11%                                 | 5,10                                 | 27,65%                                 | 22,02                                | 27,59%                                 | 45,42                                |
| FLP/Equity                                   | 120,01%                                | 3,15                                 | 167,34%                                | 20,38                                | 116,79%                                | 33,91                                |
| $\Sigma$ CDOs                                |  | 1013,12                              |  | 974,69                               |  | 957,88                               |

| <b>Panel B: Risikoaverser Kapitalmarkt (<math>c=0,2</math>)</b> |  |                                      |  |                                      |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Tranche</b>  | <b><math>\mu=+1, \omega=0,2</math></b> |                                      | <b><math>\mu=-1, \omega=0,2</math></b> |                                      | <b><math>\mu=-1, \omega=0,4</math></b> |                                      |
|   | <b>Spread</b>                          | <b>Marktwert in <math>t_0</math></b> | <b>Spread</b>                          | <b>Marktwert in <math>t_0</math></b> | <b>Spread</b>                          | <b>Marktwert in <math>t_0</math></b> |
| AAA   | 0,01%                                  | 966,69                               | 0,02%                                  | 835,13                               | 0,03%                                  | 698,03                               |
| AA  | 3,45%                                  | 0,84                                 | 3,49%                                  | 2,09                                 | 3,48%                                  | 4,18                                 |
| A   | 4,35%                                  | 12,85                                | 4,44%                                  | 24,85                                | 4,43%                                  | 38,51                                |
| BBB   | 11,21%                                 | 11,28                                | 11,12%                                 | 28,02                                | 11,25%                                 | 52,48                                |
| BB  | 34,62%                                 | 9,64                                 | 34,62%                                 | 31,80                                | 34,65%                                 | 64,88                                |
| B   | 151,81%                                | 2,58                                 | 152,36%                                | 11,14                                | 152,25%                                | 22,97                                |
| FLP/Equity  | 1002,28%                               | 0,63                                 | 1252,40%                               | 4,03                                 | 957,37%                                | 6,95                                 |
| $\Sigma$ CDOs   |  | 1004,50                              |  | 937,06                               |  | 888,02                               |

Der fundamentale Marktwert der Senior Tranche vergrößert (verkleinert) sich bei einer zum Strukturierungs- bzw. Emissionszeitpunkt erwarteten positiven (negativen) Konjunkturerwartung im Vergleich zu dem in Tabelle 2 (risikoneutraler Kapitalmarkt) sowie Tabelle 3 (risikoaverser Kapitalmarkt) dargestellten neutralen Konjunkturszenario mit  $Z \sim NV(0,1)$ . So steigt für eine Assetkorrelation  $\omega=0,2$  der Emissionswert der Senior Tranche an einem risikoaversen Kapitalmarkt mit Risikoaversionskoeffizienten  $c=0,2$  gegenüber einem unterstellten neutralen Konjunkturszenario von EUR 910,84 Mio. (vgl. Tabelle 3) auf EUR 966,69 Mio. (Panel B), wenn sich die Konjunkturerwartung auf  $\mu=+1$  verbessert.<sup>68</sup> Ursache hierfür ist die zunehmende relative Größe der Senior Tranche sowie eine Verbesserung wichtiger Risikokennzahlen. So fallen der simulierte Mittelwert und die Standardabweichung der Verluste sowie der Mittelwert der Verlustquote der AAA Tranche bei einer erwarteten positiven Konjunkturerwartung mit  $\mu=+1$  zum Strukturierungszeitpunkt im Vergleich zu einer neutralen Konjunkturerwartung mit  $\mu=0$  geringer aus. Der Mittelwert der Verluste sinkt von 0,02% auf 0,01%, der Mittelwert der Verlustquote von 2,81% auf 1,75% und die für die Bewertung an risikoaversen Kapitalmärkten relevante Standardabweichung der Verluste sinkt von 0,31% auf 0,20%. Anders als der Emissionswert der Senior Tranche verhalten sich die Werte der subordinierten Tranchen. Diese steigen (sinken) sofern eine negative (positive) Konjunkturerwartung erwartet wird. Beispielsweise vergrößert (verringert) sich an einem risikoaversen Kapitalmarkt mit  $c=0,2$  gemäß Panel B der Wert der B Tranche bei einer Verschlechterung (Verbesserung) der Konjunkturerwartung auf  $\mu=-1$  ( $\mu=+1$ ) bei einer gleichbleibenden Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  auf einen Wert von EUR 11,14 Mio. (EUR 2,58 Mio.) gegenüber einem Wert von EUR 6,05 Mio. bei Annahme eines neutralen Konjunkturszenarios (vgl. Tabelle 3). Die Berücksichtigung des Correlation Effects durch eine Erhöhung der Firmenwertsensitivität auf  $\omega=0,4$  verstärkt diese Wertveränderungen.

Wie die Tabellen 4 und 5 zeigen, führen unterschiedliche Konjunktüreinschätzungen zu einer Veränderung der Tranchierung bzw. Transaktionsstruktur sowie unterschiedlichen Emissionserlösen. Desto besser das für die Transaktionslaufzeit angenommene Konjunkturszenario und je geringer die angenommenen Assetkorrelationen ausfallen, umso größere Emissionserlöse wird der Originator durch die Verbriefung erzielen können, sofern der Kapitalmarkt sowie die die Transaktion bewertenden Ratingagenturen identische Erwartungen besitzen, wovon annahmegemäß ausgegangen wird.<sup>69,70</sup> Da die explizite Konjunkturerwartung des Kapitalmarktes die Emissionserlöse aus einer

---

<sup>68</sup> Anzumerken ist, dass die konkrete Ausprägung des Risikoaversionsparameters  $c$  zwar die fundamentalen Werte der CDO-Tranchen beeinflusst, die in Kapitel 5.1 dargestellten *grundsätzlichen* Analyseergebnisse hinsichtlich der Sensitivitäten der Risikocharakteristika und Marktwerte der verschiedenen CDO-Tranchen bezüglich einer Veränderung des makroökonomischen Umfelds jedoch hiervon unabhängig sind.

<sup>69</sup> Vgl. Kapitel 4.1.

<sup>70</sup> In dieser Arbeit wird der Tranchierungslogik von Standard & Poor's sowie Fitch gefolgt, welche die Tranchierung auf Basis der mit den einzelnen Ratingklassen verbundenen transaktionslaufzeitspezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten durchführen. Die externen Ratingeinschätzungen von CDOs durch große Agenturen bauen dabei grundsätzlich auf einem Through-the-Cycle (TtC)-Ansatz auf. Im Gegensatz zu Point-in-Time Ratingansätzen, welche die für einen bestimmten kurzen Zeitraum gültige Bonitätseinschätzung eines ausfallrisikobehafteten Assets basierend auf der aktuellen wirtschaftlichen Situation vornehmen, beurteilen TtC-

Verbriefung und damit die Anreize der Originatoren zur Kreditverbriefung determiniert, ist zu erwarten, dass die aktuelle Einschätzung der zukünftigen Konjunkturerwartung die Verbriefungsaktivitäten von CDO-Emittenten stark beeinflusst.<sup>71</sup>

Während Kapitel 5.1.2 die Implikationen unterschiedlicher Konjunkturerwartungen auf die Strukturierung sowie die tranchenspezifischen Emissionswerte untersucht, analysiert das nachfolgende Kapitel 5.1.3 die tranchenspezifischen Sensitivitäten der fundamentalen Marktwerte sowie Risikocharakteristika bereits platzierter CDO-Tranchen hinsichtlich einer Veränderung der Konjunkturerwartung des Kapitalmarktes. Unter einer *Veränderung der Konjunkturaussichten* bzw. -*erwartungen* wird nachfolgend immer eine *unerwartete* Änderung verstanden, welche durch Investoren ex ante nicht antizipiert werden kann. Infolge der Anpassung der Erwartungen der Marktteilnehmer kommt es zu einer Veränderung der erwarteten Risikoeigenschaften bzw. Endwertverteilungen der CDO-Tranchen und damit zu einer Anpassung der Marktwerte.

### **5.1.3 Wertsensitivitäten von CDO-Tranchen bezüglich einer Änderung der Konjunkturerwartung**

Nachfolgend wird der Zusammenhang zwischen dem fundamentalen Wert bereits platzierter CDO-Tranchen und der Ausprägung des systematischen Risikofaktors  $Z$  sowie der paarweisen Assetkorrelation  $\omega$  untersucht. Wie dargelegt besteht eine enge Verknüpfung zwischen der Konjunkturerwartung und der Höhe der Assetkorrelationen (*Correlation Effect*), weshalb die Analyse der Wertsensitivitäten von CDO-Tranchen bezüglich Änderungen der Konjunkturerwartung immer auch die durch eine Veränderung der Assetkorrelationen hervorgerufene Wertanpassung berücksichtigen muss.

Da die Wertsensitivitäten bereits emittierter CDO-Tranchen betrachtet werden, wird von einer exogen gegebenen Tranchierung ausgegangen. Diese entspricht nachfolgend der in Abbildung 1

---

Ansätze die Bonität des Assets für die Gesamtlaufzeit weitestgehend unabhängig von der *aktuellen* Konjunkturlage. Vielmehr wird die zum Bewertungszeitpunkt für die *Zukunft* bzw. die Transaktionslaufzeit zu erwartende Entwicklung der makroökonomischen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Ursache, weshalb große Ratingagenturen einen Through-the-Cycle-Ratingansatz verwenden, ist darauf zurückzuführen, dass Ratings ursprünglich für Investoren konzipiert wurden, welche einer Buy-and-Hold-Geschäftsstrategie über einen langen Zeitraum folgen und für welche kurzfristige Bonitätsänderungen daher irrelevant sind. Vgl. Amato/Furfine (2004), S. 2642. Aber auch heute bevorzugen Marktteilnehmer von kurzfristigen Bonitätsänderungen unbeeinflusste zeitstabile Ratings. Vgl. Cantor/Mann (2006), S. 8. Auch den Ratings strukturierter Anleihen liegt die TtC-Methodik zugrunde. Vgl. z.B. JPMorgan (2006), S. 9-10 sowie Fitch Ratings (2004). Für das TtC-Rating einer Transaktion sind dabei vornehmlich Informationen relevant, welche eine dauerhafte Änderung der Qualität des zugrunde liegenden Asset Pools während der Transaktionslaufzeit anzeigen. Zum Einfluss des Ergebnisses von Stressszenarien für das Ratingurteil vgl. Norden/Weber (2004), S. 47 und Löffler (2004), S. 696. Ratingagenturen prognostizieren somit die für die Transaktionslaufzeit erwartete Konjunkturerwartung und kalibrieren entsprechend die der Bonitätsbewertung zugrunde liegenden Modelle.

<sup>71</sup> Da die Bewertung strukturierter Produkte für Ratingagenturen in den vergangenen Jahren eine wichtige Ertragsquelle war und die Anreize zur Durchführung einer Verbriefung für Kreditinstitute stark durch das zugrunde gelegte Konjunkturszenario beeinflusst werden, bestehen für Ratingagenturen große Anreize von (zu) positiven Konjunkturerwartungen in ihren Simulationsmodellen auszugehen, sofern die CDO-Investoren den (impliziten) Konjunkturannahmen der Agenturen zu folgen bereit sind, wofür empirische Hinweise bestehen. Vgl. z.B. Brennan et al. (2008).

dargestellten Strukturierung, welcher eine neutrale Konjunkturerwartung mit  $Z \sim NV(0,1)$  und eine Assetkorrelation  $\omega=0,2$  zugrunde liegt. Es wird weiterhin von homogenen Erwartungen aller Kapitalmarktteilnehmer ausgegangen. Direkt nach Emission der CDOs kommt es in  $t_I$  durch einen exogenen Schock zu einer Anpassung der Erwartung über das makroökonomische Umfeld während der Transaktionslaufzeit. Durch die Simulation verschiedener Konjunkturszenarien, d.h. verschiedener möglicher Erwartungen über die Höhe des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Faktors  $Z$  sowie verschiedener Assetkorrelationsannahmen, kann die Wertsensitivität der einzelnen Tranchen auf Änderungen des makroökonomischen Umfeldes berechnet werden. Im Gegensatz zu bisherigen Arbeiten, welche lediglich einzelne Charakteristika spezifischer CDO-Tranchen, wie z.B. die Veränderung der Ausfallhäufigkeit oder der Verlustrate bezüglich einer Änderung des systematischen Risikofaktors analysierten, untersucht die vorliegende Arbeit die Veränderung der fundamentalen Marktwerte sowohl an einem risikoneutralen als auch an einem risikoaversen Kapitalmarkt. Hierfür ist der Einfluss der Faktoren  $Z$  und  $\omega$  auf sämtliche bewertungsrelevante tranchenspezifische Risikocharakteristika und deren Verteilungseigenschaften zu bestimmen. Bei den zugrunde liegenden Simulationen wird in Analogie zu Kapitel 5.1.2 die realistische Annahme getroffen, dass die Höhe von  $Z$  nicht exakt eingeschätzt werden kann, sondern lediglich eine Aussage über die erwartete Tendenz der Konjunkturentwicklung getroffen werden kann. Entsprechend des vorangegangenen Kapitels wird dies in der Simulation durch die Wahl des Erwartungswertes  $\mu$  des als  $\mu$ -1-normalverteilt angenommenen Marktfaktors  $Z$  abgebildet.

Tabelle 6 zeigt für verschiedene Konjunkturerwartungen sowie Assetkorrelationsannahmen des Kapitalmarktes in  $t_I$  die statistischen Charakteristika der einzelnen Tranchen, welche auf Basis der Tranchierung der Abbildung 1 abgeleitet wurden. Da die Tranchierung als exogen gegeben vorausgesetzt wird, bleiben die relativen Tranchengrößen bei einer Veränderung der Faktoren  $Z$  und  $\omega$  definitionsgemäß konstant. Es wird deutlich, dass Konjunkturerwartung und Firmenwertsensitivität stark die dargestellten Tranchencharakteristika determinieren. Tabelle 7 gibt die aus den Simulationsergebnissen errechneten fundamentalen Marktwerte und Credit Spreads der einzelnen CDO-Tranchen für die in Tabelle 6 definierten Konjunktur- und Assetkorrelationserwartungen wieder.

Gemäß Tabelle 6 und 7 wird deutlich, dass die Tranchencharakteristika und fundamentalen CDO-Werte sowohl an risikoneutralen als auch risikoaversen Kapitalmärkten stark durch die erwartete Konjunkturentwicklung sowie damit zusammenhängend die Höhe der Assetkorrelationen  $\omega$  determiniert werden.

TABELLE 6: STATISTISCHE CHARAKTERISTIKA BEREITS PLATZIERTER CDO-TRANCHEN BEI VERSCHIEDENEN KONJUNKTURERWARTUNGEN

Tabelle 6 zeigt die statistischen Charakteristika der sieben CDO-Tranchen für unterschiedliche Konjunktur- und Firmenwertsensitivitätsannahmen. Die exogen gegebenen relativen Tranchengrößen, d.h. die Attachment und Detachment Points der einzelnen Tranchen, wurden dabei durch die in Abbildung 1 dargestellte Tranchierung mit  $\mu=0$  sowie  $\omega=0,2$  abgeleitet. Für einen Vergleich der Simulationsergebnisse für unterschiedliche Konjunkturerwartungen sowie Firmenwertsensitivitäten mit der konjunkturalen Ausgangssituation sei auf die in Tabelle 1, Panel A dargestellten Tranchencharakteristika verwiesen. Der zugrunde liegende Asset Pool besteht aus  $N=1000$  endfälligen Darlehen, für welche eine unbedingte Ausfallwahrscheinlichkeit von 4,44%, eine Laufzeit von 10 Jahren und eine Recovery Rate von 57,6% angenommen wird. Die statistischen Charakteristika der einzelnen Panels wurden auf Basis von Monte Carlo-Simulationen mit jeweils 100.000 Simulationsdurchläufen ermittelt. Panel A (Panel B) gibt die statistischen Charakteristika der einzelnen Tranchen für eine paarweise Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  und  $\mu$ -1-normalverteilte Werte von  $Z$  mit Erwartungswert  $\mu=+1$  ( $\mu=-1$ ) wieder und bildet damit eine positive (negative) Veränderung der Konjunkturerwartungen des Kapitalmarktes in  $t_i$  ab.<sup>72</sup> Panel C zeigt die Simulationsergebnisse für einen Erwartungswert  $\mu=-1$  und paarweise Assetkorrelationen von  $\omega=0,4$  und bildet damit den *Correlation Effect* ab.

| <b>Panel A: positives Konjunkturszenario: <math>\mu=+1, \omega=0,2</math></b> |                |         |             |               |        |  |
|---|----------------|---------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD      | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 89,32%         | 0,02%   | 0,0005%     | 0,04%         | 2,27%  |  |
| AA  | 0,13%          | 0,02%   | 0,02%       | 1,50%         | 96,30% |  |
| A   | 2,12%          | 0,10%   | 0,06%       | 2,11%         | 63,13% |  |
| BBB   | 2,20%          | 0,32%   | 0,19%       | 3,96%         | 55,90% |  |
| BB  | 2,63%          | 1,99%   | 0,91%       | 8,00%         | 46,21% |  |
| B   | 1,48%          | 6,47%   | 3,82%       | 17,10%        | 58,56% |  |
| FLP/Equity  | 2,12%          | 92,12%  | 27,54%      | 29,16%        | 29,90% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 370,89% | 0,67%       | 0,94%         | 0,73%  |  |

| <b>Panel B: negatives Konjunkturszenario: <math>\mu=-1, \omega=0,2</math></b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 89,32%         | 7,25%  | 0,27%       | 1,35%         | 3,76%  |  |
| AA  | 0,13%          | 7,48%  | 7,41%       | 26,13%        | 99,08% |  |
| A   | 2,12%          | 13,30% | 10,18%      | 28,58%        | 76,59% |  |
| BBB   | 2,20%          | 24,04% | 18,29%      | 36,28%        | 76,09% |  |
| BB  | 2,63%          | 47,37% | 34,61%      | 43,30%        | 73,07% |  |
| B   | 1,48%          | 68,23% | 57,51%      | 45,75%        | 84,28% |  |
| FLP/Equity  | 2,12%          | 99,93% | 85,96%      | 25,46%        | 86,02% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 99,93% | 4,46%       | 3,75%         | 4,46%  |  |

| <b>Panel C: negatives Konjunkturszenario mit erhöhter Assetkorrelation: <math>\mu=-1, \omega=0,4</math></b> |                |        |             |               |        |  |
|---|----------------|--------|-------------|---------------|--------|--|
| Tranche   | relative Größe | FD     | Mw Verluste | Std. Verluste | Mw LGD |  |
| AAA   | 89,32%         | 19,02% | 1,47%       | 4,17%         | 7,74%  |  |
| AA  | 0,13%          | 19,32% | 19,23%      | 39,36%        | 99,53% |  |
| A   | 2,12%          | 25,55% | 22,32%      | 40,37%        | 87,36% |  |
| BBB   | 2,20%          | 34,28% | 29,79%      | 44,10%        | 86,88% |  |
| BB  | 2,63%          | 49,66% | 41,54%      | 46,59%        | 83,64% |  |
| B   | 1,48%          | 62,50% | 55,86%      | 47,46%        | 89,38% |  |
| FLP/Equity  | 2,12%          | 98,26% | 77,44%      | 34,30%        | 78,80% |  |
| Total Portfolio   | 100,00%        | 98,26% | 6,03%       | 6,69%         | 6,14%  |  |

Wird die Assetkorrelation konstant bei  $\omega=0,2$  gehalten und der isolierte Einfluss einer Veränderung des Erwartungswerts  $\mu$  des systematischen Risikofaktors  $Z$  auf die statistischen Charakteristika der einzelnen CDO-Tranchen betrachtet, so zeigt Tabelle 6, dass c.p. die Ausfallhäufigkeiten sowie Verlustmittelwerte der einzelnen Tranchen mit sinkendem (steigendem) Erwartungswert  $\mu$  des

<sup>72</sup> Bezogen auf eine a-priori angenommene Standardnormalverteilung von  $\mu$  entspricht der Wert  $\mu=+1$  bzw.  $\mu=-1$  ca. dem 85%- bzw. 15%-Perzentil der Verteilung von  $\mu$ . Vgl. Fußnote 66.

systematischen Risikofaktors  $Z$  steigen (sinken). Beispielsweise beträgt die Ausfallhäufigkeit bzw. der Mittelwert der Verluste der Senior Tranche in der der Tranchierung zugrunde liegenden Ausgangssituation mit  $\mu=0$  und  $\omega=0,2$  0,67% bzw. 0,02% (vgl. Tabelle 1, Panel A). Diese Werte steigen auf 7,25% bzw. 0,27% an, sofern sich die Konjunkturerwartung auf  $\mu=-1$  verschlechtert. Falls die Agenturen im Rahmen ihrer Through-the-Cycle-Ratingsystematik eine dauerhafte Verschlechterung des makroökonomischen Umfelds während der Transaktionslaufzeit erwarten, implizieren die Veränderungen der Ausfallwahrscheinlichkeiten ein Ratingdowngrade der einzelnen Tranchen. Gemäß *Standard & Poor's (2008)* würde die bisherige AAA und AA Tranche zukünftig ein BBB-, die A Tranche ein BB, die BBB Tranche ein B+ und die BB Tranche ein CCC Rating erhalten, sofern von einer dauerhaften Verschlechterung des makroökonomischen Umfelds auf  $\mu=-1$  ausgegangen werden muss.<sup>73</sup> Die bisherige B Tranche würde nicht länger geratet werden. Die Ratingdowngrades hätten zur Folge, dass bestimmte Investorengruppen infolge von Anlagebeschränkungen oder regulatorischen Vorschriften die gehaltenen CDO-Tranchen verkaufen müssten.<sup>74</sup> Dies würde in Zeiten ohnehin volatiler und gegebenenfalls illiquider Kapitalmärkte einen zusätzlichen Preisdruck auf die entsprechenden Papiere ausüben.<sup>75</sup> Weiterhin zeigt sich für alle Tranchen ein Anstieg (Absinken) der erwarteten LGD sowie der Standardabweichung der Verluste (mit Ausnahme der Equity Tranche) mit sinkendem (steigendem) Erwartungswert  $\mu$ . Die Standardabweichung der Verluste der Equity Tranche sinkt mit abnehmendem  $\mu$ , da mit einer Verschlechterung des systematischen Faktors c.p. die Ausfallwahrscheinlichkeit und Verlusthöhe dieser Tranche steigt und deshalb im Vergleich zu einer neutralen Konjunkturerwartung in einer größeren Anzahl von Umweltzuständen mit sehr hohen Ausfällen bzw. einem Totalausfall dieser Tranche gerechnet werden muss, wodurch entsprechend die Variabilität der Verlusthöhe dieser Tranchen sinkt.<sup>76</sup>

---

<sup>73</sup> Dabei wurde jeder Tranche das Rating zugeordnet, dessen implizierte Ausfallwahrscheinlichkeit am nächsten an der simulierten Ausfallhäufigkeit liegt.

<sup>74</sup> Vgl. Fußnote 56.

<sup>75</sup> Rationale risikoaverse Investoren werden das Risiko der Illiquidität eines Assets in ihrer Zahlungsbereitschaft für dieses Asset berücksichtigen. Folglich spiegelt der Marktpreis eines Assets in der Realität die Höhe des assetspezifischen Liquiditätsrisikos wider. Finden sich infolge bestehender Marktfraktionen bzw. austrocknender Märkte keine Käufer, welche bereit sind riskante Assets zu erwerben, kann ein Markt vollständig illiquide werden. Zum Liquiditätsrisiko und dessen Einfluss auf die Marktwerte von CDOs vgl. ausführlich Kapitel 5.3.

<sup>76</sup> Zu beachten ist, dass die genaue Ausprägung des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Faktors  $Z$ , ab welchem die Standardabweichung der Equity Tranche sowie gegebenenfalls weiterer Tranchen sinkt, von dem angewandten Tranchierungsschema und den sonstigen Parametrisierungen des Ein-Faktor-Modells abhängt. So kann eine von 10 Jahren abweichende Transaktionslaufzeit und die dadurch bedingte Veränderung der transaktionslaufzeitspezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen CDO-Tranchen zu einer Strukturierung führen, bei welcher nicht nur die Equity Tranche, sondern auch die B Tranche mit einem Rückgang der Standardabweichung der Verluste reagiert, sofern  $\mu$  von  $\mu=0$  auf  $\mu=-1$  sinkt. Eine zunehmende Verschlechterung des makroökonomischen Umfelds führt auch bei höherrangigen Tranchen zu einem Rückgang der Standardabweichung der Verluste. Vgl. hierzu auch Abbildung 7 sowie die untenstehenden Ausführungen.



TABELLE 7: TRANCHENSPEZIFISCHE MARKTWERTE UND CREDIT SPREADS BEREITS PLATZIERTER CDOs BEI VERSCHIEDENEN KONJUNKTURERWARTUNGEN

Tabelle 7 zeigt die auf Basis der simulierten Charakteristika bzw. Endwertverteilungen abgeleiteten fundamentalen Marktwerte sowie Credit Spreads der CDO-Tranchen zum Zeitpunkt  $t_i$  für einen risikoneutralen (Panel A) sowie risikoaversen (Panel B) Kapitalmarkt. Bezüglich des risikoaversen Kapitalmarktes gilt ein Risikoaversionsparameter von  $c=0,2$ . Die relativen Tranchengrößen sind exogen gegeben und wurden auf Basis der in Abbildung 1 dargestellten Tranchierung mit  $\mu=0$  sowie  $\omega=0,2$  abgeleitet.

| <b>Panel A: Risikoneutraler Kapitalmarkt</b> |        |                      |         |                      |         |                      |        |
|--|--------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|--------|
| Tranche                                      | Spread | $\mu=+1, \omega=0,2$ |         | $\mu=-1, \omega=0,2$ |         | $\mu=-1, \omega=0,4$ |        |
|  |        | Marktwert in $t_0$   | Spread  | Marktwert in $t_0$   | Spread  | Marktwert in $t_0$   | Spread |
| AAA  | 0,00%  | 911,01               | 0,27%   | 908,55               | 1,49%   | 897,60               |        |
| AA   | 0,02%  | 1,30                 | 7,89%   | 1,20                 | 23,80%  | 1,05                 |        |
| A  | 0,06%  | 21,61                | 11,24%  | 19,44                | 28,73%  | 16,80                |        |
| BBB  | 0,19%  | 22,45                | 22,27%  | 18,39                | 42,42%  | 15,79                |        |
| BB   | 0,91%  | 26,57                | 52,67%  | 17,56                | 71,05%  | 15,68                |        |
| B  | 3,98%  | 14,56                | 135,78% | 6,42                 | 126,55% | 6,68                 |        |
| FLP/Equity                                   | 38,01% | 15,67                | 615,83% | 3,02                 | 343,18% | 4,88                 |        |

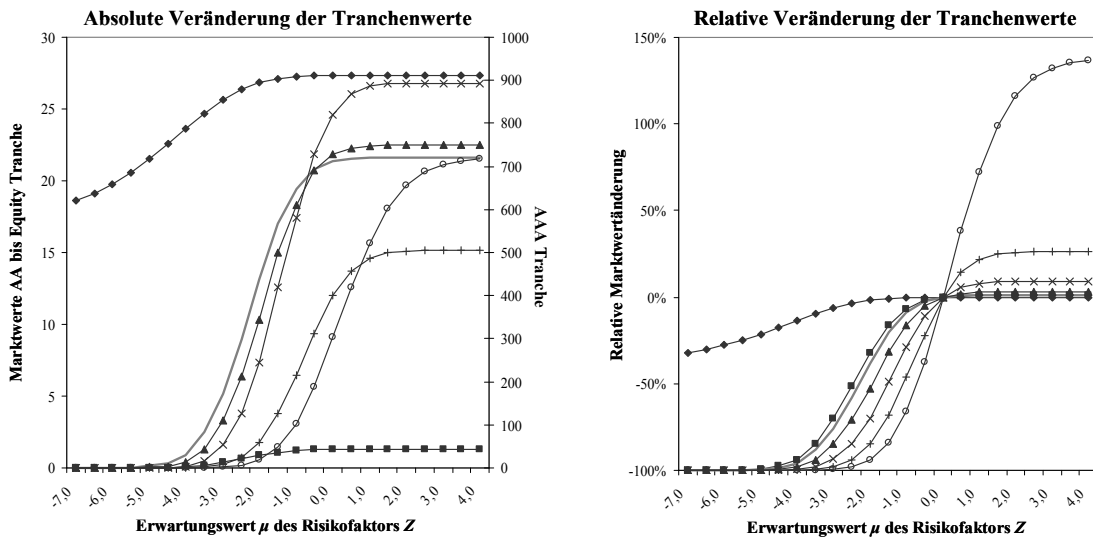
  

| <b>Panel B: Risikoaverser Kapitalmarkt (<math>c=0,2</math>)</b> |        |                      |           |                      |           |                      |        |
|---|--------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|--------|
| Tranche   | Spread | $\mu=+1, \omega=0,2$ |           | $\mu=-1, \omega=0,2$ |           | $\mu=-1, \omega=0,4$ |        |
|   |        | Marktwert in $t_0$   | Spread    | Marktwert in $t_0$   | Spread    | Marktwert in $t_0$   | Spread |
| AAA   | 0,00%  | 911,01               | 0,28%     | 908,48               | 1,57%     | 896,90               |        |
| AA  | 0,11%  | 1,30                 | 45,69%    | 0,89                 | 189,67%   | 0,45                 |        |
| A   | 0,18%  | 21,58                | 54,18%    | 14,03                | 212,00%   | 6,93                 |        |
| BBB   | 0,63%  | 22,35                | 124,43%   | 10,02                | 382,60%   | 4,66                 |        |
| BB  | 2,53%  | 26,15                | 396,34%   | 5,40                 | 884,72%   | 2,72                 |        |
| B   | 13,94% | 13,29                | 3407,58%  | 0,43                 | 3756,47%  | 0,39                 |        |
| FLP/Equity  | 93,20% | 11,19                | 94502,91% | 0,02                 | 27254,31% | 0,08                 |        |

Gemäß Tabelle 7 lässt sich eine mit abnehmender Ratingqualität zunehmende Wertsensitivität bezüglich einer Veränderung des makroökonomischen Umfeldes erkennen. Wie der Vergleich mit Tabelle 3 für einen risikoaversen Kapitalmarkt zeigt, führt eine Verbesserung bzw. Verschlechterung der Konjunkturerwartungen auf  $\mu=+1$  bzw.  $\mu=-1$  zu einem deutlichen Wertzuwachs bzw. einer deutlichen Wertverminderung der Equity Tranche, während die Senior Tranche nahezu unverändert bleibt. Entsprechendes gilt für einen risikoneutralen Kapitalmarkt. Für eine explizite Untersuchung des isolierten Zusammenhangs zwischen den tranchenspezifischen fundamentalen Marktwerten und der Ausprägung des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$ , wurde eine Sensitivitätsanalyse für eine konstante Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  durchgeführt. Die Ergebnisse für einen risikoneutralen sowie risikoaversen Kapitalmarkt ( $c=0,2$ ) werden graphisch in Abbildung 4 wiedergegeben. Anhang 2 zeigt in Tabelle 9 die entsprechenden Werte in tabellarischer Form.

ABBILDUNG 4: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN MARKTWERTE AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$

**RISIKONEUTRALER KAPITALMARKT**



**RISIKOOVERSER KAPITALMARKT ( $c=0,2$ )**

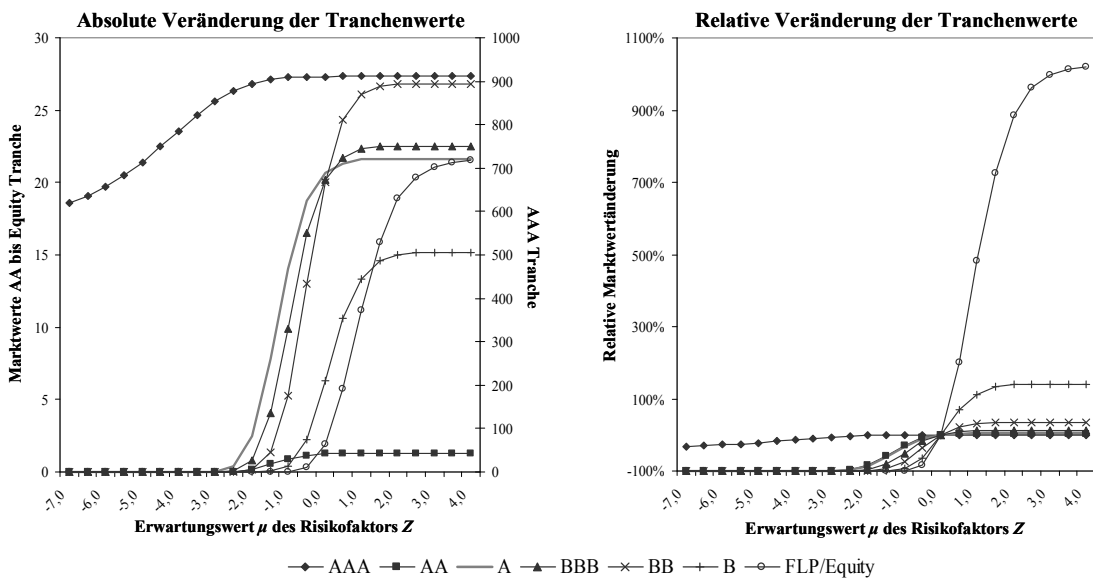


Abbildung 4 bestätigt die auf Basis der Ergebnisse der Tabelle 7 abgeleitete Schlussfolgerung, dass die Sensitivitäten der tranchenspezifischen fundamentalen Werte auf eine Veränderung des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$  stark von der Qualität der Tranchen abhängen. Die Abbildung zeigt jeweils links die absoluten, rechts die relativen Veränderungen der Tranchenwerte bei einer Veränderung des erwarteten makroökonomischen Umfelds. Wie sich erkennen lässt, stimmen die Sensitivitäten der fundamentalen Tranchenwerte an einem risikoneutralen Kapitalmarkt grundsätzlich mit den Wertsensitivitäten an einem risikoaversen Kapitalmarkt überein. Da die Konjunkturerwartung einen starken Einfluss auf die Charakteristika der tranchenspezifischen Endwertverteilungen besitzt, ist die Wertsensitivität der stärker subordinierten Tranchen an einem risikoaversen Kapitalmarkt

jedoch deutlich größer als an einem risikoneutralen Markt. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Wertänderungen bilden dabei die in Tabelle 2 (risikoneutraler Kapitalmarkt) bzw. Tabelle 3 (risikoaverser Kapitalmarkt) für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen fundamentalen Tranchenwerte bei einem konjunkturneutralen Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ). Die Wertsensitivität der Senior Tranche unterscheidet sich hinsichtlich des Einflusses des systematischen Risikofaktors grundlegend von der Wertsensitivität der nachrangigen Tranchen. So reagieren die fundamentalen Werte der subordinierten Tranchen auf eine dauerhafte Veränderung der erwarteten Ausprägung des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$  im Intervall zwischen  $\mu=-2$  und  $\mu=+1$  deutlich stärker als der Wert der Senior Tranche, welcher in diesem Bereich nahezu unverändert bleibt. In diesem Intervall erweisen sich besonders die stark subordinierten CDO-Tranchen als sehr sensitiv gegenüber ökonomischen Veränderungen, d.h. eine vergleichsweise geringe Verschlechterung bzw. Verbesserung der Konjunkturerwartung führt zu einem starken Wertrückgang bzw. Wertzuwachs dieser Tranchen. Subordinierte strukturierte Anleihen reagieren somit sehr sensibel auf gesamtwirtschaftliche Verschlechterungen.<sup>77</sup>

Je größer die Subordination einer Tranche ausfällt, umso stärker reagiert diese bereits auf geringfügige Änderungen des makroökonomischen Umfelds. So steigt der fundamentale Wert der Equity bzw. B Tranche an einem risikoaversen (risikoneutralen) Kapitalmarkt bei einer Verbesserung der Konjunkturerwartung von  $\mu=0$  auf  $\mu=0,5$  um 216% bzw. 75% (39% bzw. 15%).<sup>78</sup> Der Wert der BBB Tranche an einem risikoaversen (risikoneutralen) Kapitalmarkt steigt bei dieser Veränderung um 7% (2%), der Wert der AA Tranche lediglich um 2,3% (0,5%). Bei einer Verbesserung des makroökonomischen Umfelds reagieren die Mezzanine Tranchen AA bis BB somit im Vergleich zur Equity und B Tranche in einem geringen Umfang mit einem Preisanstieg. Entsprechendes gilt bei einer Verschlechterung der Konjunkturerwartung, wobei die Preissensitivitäten der AA bis BB Tranchen dabei jedoch deutlich größer ausfallen. Beispielsweise geht der fundamentale Wert der AA bzw. BBB Tranche an einem risikoaversen (risikoneutralen) Kapitalmarkt um 29% (7%) bzw. 51% (16%) zurück, sofern  $\mu$  von  $\mu=0$  auf  $\mu=-1$  absinkt. Bei der Equity Tranche kommt es zu einer Wertreduktion von 99% (67%). Die Senior Tranche hingegen wird erst bei Realisation außerordentlich negativer Werte des systematischen Risikofaktors in Mitleidenschaft gezogen.<sup>79</sup> Den größten Anteil des Risikos makroökonomischer Veränderungen trägt folglich das Equity Piece sowie die stärker subordinierten Tranchen.<sup>80</sup> Wie die Analyseergebnisse zeigen, gilt dies sowohl für risikoneutrale als auch risikoaversen Kapitalmärkte.

<sup>77</sup> Vgl. hierzu auch Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007), Tz. 247.

<sup>78</sup> Vgl. hierzu auch Anhang 2, Tabelle 9.

<sup>79</sup> So zeigt sich ein merkbarer Rückgang des Marktwerts der Senior Tranche erst bei einer Verschlechterung des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$  auf einen Wert von  $\mu \leq -2$ . Wird zum Zeitpunkt der Tranchierung von einer Standardnormalverteilung des zukünftigen Erwartungswerts  $\mu$  des Faktors  $Z$  ausgegangen, so tritt ein solches negatives Konjunkturszenario nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 2,28% und damit im Durchschnitt lediglich ca. alle 44 Jahre auf. Vgl. hierzu auch Fußnote 66.

<sup>80</sup> Abbildung 4 verdeutlicht darüber hinaus, dass, sofern von einem sehr schlechten makroökonomischen Konjunkturmilieu ausgegangen wird, die höherrangigen Tranchen als erstes von einer Verbesserung der

Für ein tiefgehendes Verständnis der Ursachen der unterschiedlichen Marktwertsensitivitäten der einzelnen Tranchen werden nachfolgend die tranchenspezifischen Sensitivitäten derjenigen Risikocharakteristika bezüglich Veränderungen des makroökonomischen Faktors  $Z$  betrachtet, welche für die Bewertung an risikoneutralen und risikoaversen Kapitalmärkten eine besonders hohe Relevanz besitzen. Die Abbildungen 5 bis 7 zeigen hierzu die Sensitivitäten der tranchenspezifischen Ausfallhäufigkeiten sowie der Mittelwerte und Standardabweichungen der Tranchenverluste hinsichtlich einer Veränderung des makroökonomischen Umfelds. Diese Sensitivitäten stellen essentielle Determinanten für die Sensitivitäten der erwarteten und unerwarteten Verluste der einzelnen Tranchen hinsichtlich Veränderungen der Konjunkturerwartung dar und entsprechen folglich den wesentlichen Treibern für die tranchenspezifischen Marktwertsensitivitäten an risikoneutralen und risikoaversen Märkten. Eine vertiefte Analyse der genannten Sensitivitäten ist darüber hinaus auch deshalb bedeutend, da für bestimmte Investorengruppen nicht nur die Höhe der Marktwertsensitivität einen maßgeblichen Einfluss auf deren Anlageentscheidung ausübt, sondern besonders bei bestehenden Anlagerestriktionen die Gefahr von Ratingänderungen, d.h. die Ratingstabilität, ein grundlegendes Investitionskriterium darstellt.<sup>81</sup> Unter diesem Gesichtspunkt ist

---

Konjunkturaussichten profitieren und erst bei einer weiter voranschreitenden Konjunkturerholung das First Loss Piece mit einem signifikanten Wertzuwachs reagieren wird.

<sup>81</sup> Je höher die Gefahr von Ratingänderungen, d.h. die Ratingvolatilität einer Anleihe, desto größer ist c.p. die Wahrscheinlichkeit eines deutlichen Ratingdowngrades und damit die Wahrscheinlichkeit, dass eine Vielzahl von Investoren mit Anlagerestriktionen die Wertpapiere gleichzeitig zum Verkauf anbietet. Dadurch kommt es an nicht vollkommen liquiden Märkten ggf. zu der Situation, dass infolge eines Überangebots die Handelspreise deutlich unter die fundamentalen Marktwerte der Papiere fallen. Die Höhe dieses Preisabschlags hängt dabei von der aktuell am Markt vorherrschenden Liquiditätssituation ab. Rationale Investoren mit Anlagerestriktionen (vgl. Fußnote 56) werden somit für Papiere mit einer hohen Ratingvolatilität und folglich einem höheren Risiko, im Falle eines Ratingdowngrades deutliche Abschläge auf den fundamentalen Marktwert hinnehmen zu müssen, eine entsprechende Risikokompensation fordern. Da, wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen, das Risiko einer Ratingänderung und darüber hinaus die Höhe des Liquiditätsrisikos nicht konstant sind sondern von der aktuellen Marktphase bzw. Konjunkturerwartung abhängen, verschärft sich das dargestellte Problem in Zeiten sehr volatiler und stark risikoaverser Kapitalmärkte. Unter solchen Bedingungen wird die Gefahr, riskante Assets aufgrund von Liquiditätsproblemen nicht jederzeit zum fundamentalen Marktwert verkaufen zu können, mit einem erheblichen Liquiditätsrisikoabschlag auf die fundamentalen Marktwerte der Assets bewertet. Für Investoren mit Anlagerestriktionen stellt dann nicht nur die Ratingvolatilität, sondern ferner auch die Sensitivität des assetspezifischen Liquiditätsrisikos auf Veränderungen des Marktumfelds einen bedeutenden Einflussfaktor für die Anlageentscheidung dar. Denn diese sind beim Eintritt bestimmter Bedingungen (z.B. Ratingdowngrade) unabhängig von der aktuellen Liquiditätsrisikosituation am Markt zu einem Verkauf gezwungen, um nicht gegen ihre Investmentrestriktionen zu verstoßen. Das Liquiditätsrisiko müsste unter theoretischen Gesichtspunkten von solchen Investoren c.p. somit umso stärker bewertet werden, je näher sich das tatsächliche makroökonomische Umfeld auf den Bereich der hohen Ratingsensitivität der Tranchen zubewegt, da dann die Wahrscheinlichkeit großer Ratingänderungen ansteigt. Da die einzelnen CDO-Tranchen c.p. unterschiedliche Ratingsensitivitäten auf Veränderungen der Konjunkturerwartung besitzen, lässt sich folgern, dass unterschiedliche Tranchen bei gegebenen Konjunkturerwartungen eine unterschiedlich hohe Risikoprämie zur Kompensation des Liquiditätsrisikos aufweisen. Auch wenn dieser Sachverhalt in vorliegender Arbeit nicht näher betrachtet wird, erscheint es lohnend, diesen in weiteren Arbeiten genauer zu analysieren. Ferner ist anzumerken, dass durch die Segmentierung des Kapitalmarktes eine Korrelation zwischen Liquiditäts- und Ausfallrisiko induziert wird. Grund ist, dass Investoren mit ratingbezogenen Anlagerestriktionen einen Verkauf des entsprechenden Papiers vornehmen müssen, sofern es zum Downgrade eines vormalig Investment Grade gerateten Instruments in den Non Investment Grade-Bereich kommt. Dadurch fallen in Abhängigkeit von der Höhe der Bondliquidität Transaktionskosten an. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten dieser Kosten wird dabei direkt durch das mit der aktuellen Ratingeinstufung verbundene Downgrade Risk des Finanzinstruments beeinflusst. Rationale Investoren mit Anlagerestriktionen werden somit c.p. für Papiere mit einem höheren Downgrade Risk und damit einer höheren Wahrscheinlichkeit infolge eines Ratingdowngrades liquiditätsrisikoinduzierte Transaktionskosten

besonders die intensive Analyse der Sensitivitäten derjenigen Faktoren essentiell, welche die Ratingbewertung der großen Agenturen entscheidend beeinflussen. Die Ausfallwahrscheinlichkeit stellt dabei die wesentliche Ratingdeterminante der Agenturen Standard & Poor's sowie Fitch, der erwartete Verlust den maßgeblichen Einflussfaktor für die Ratingeinschätzung durch Moody's dar.<sup>82</sup> Die Sensitivität dieser Faktoren bezüglich Änderungen des makroökonomischen Umfelds bestimmt somit grundlegend die Ratingsensitivität der einzelnen Tranchen.

ABBILDUNG 5: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN BEDINGTEN AUSFALLHÄUFIGKEITEN AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$

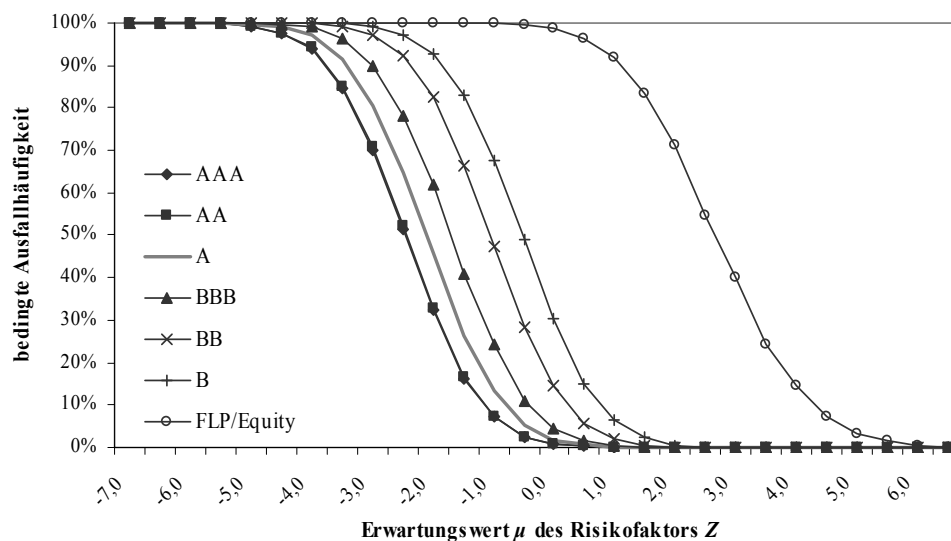


Abbildung 5 zeigt die bedingten Ausfallhäufigkeiten der einzelnen Tranchen in Abhängigkeit von der für die Transaktionslaufzeit erwarteten Ausprägung des Erwartungswerts  $\mu$  des systematischen Risikofaktors  $Z$ . In Anhang 3, Tabelle 10 finden sich die absoluten Werte der bedingten Ausfallhäufigkeiten sowie deren relative Veränderungen bezogen auf das in Tabelle 1, Panel A dargestellte konjunkturneutrale Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ) in tabellarischer Form. Kommt es ausgehend von einer neutralen Konjunkturerwartung zu einer geringfügigen Verschlechterung des erwarteten Konjunkturm Umfelds auf  $\mu=-0,5$ , reagieren mit Ausnahme des First Loss Piece Tranchen schlechterer Qualität mit einem stärkeren *absoluten* Anstieg der erwarteten Ausfallhäufigkeiten als Tranchen höherer Qualität. Das First Loss Piece weist in diesem Bereich lediglich eine geringe Sensitivität der Ausfallhäufigkeit auf. Erst eine deutliche Verbesserung des makroökonomischen Umfelds führt zu einem signifikanten Rückgang der Ausfallhäufigkeit dieser Tranche. Wie gemäß Anhang 3, Tabelle 10, Panel A ersichtlich, steigt die Ausfallhäufigkeit der AAA Tranche bei einer Verschlechterung von

hinnehmen zu müssen, eine höhere Risikokompensation fordern als für Papiere mit einer geringen Downgradewahrscheinlichkeit. Der Einfluss des Liquiditätsrisikos nimmt folglich mit abnehmender Ratingeinschätzung zu.

<sup>82</sup> Vgl. Fender/Kiff (2004), Standard & Poor's (2007), Brennan et al. (2008) sowie Moody's Investors Service (2009).

$\mu=0$  auf  $\mu=-0,5$  von 0,67% auf 2,36%, die der AA Tranche von 0,72% auf 2,45%, die der BBB Tranche von 4,44% auf 11,10%, die der B-Tranche von 30,43% auf 48,90% und die des Equity Piece von 98,90% auf 99,72%. Die *absolute* Höhe der Ausfallhäufigkeiten der AAA und AA Tranche reagiert somit vergleichsweise wenig auf eine geringfügige Verschlechterung des erwarteten Konjunkturszenarios. Jedoch kommt es bei diesen Tranchen zu sehr starken *relativen* Veränderungen der Ausfallhäufigkeiten, welche die *relativen* Veränderungen der stärker subordinierten Tranchen deutlich übersteigen (vgl. Tabelle 10, Panel B in Anhang 3). Da die Unterschiede in den ratingklassenspezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten im Investment Grade-Bereich sehr gering sind und somit auch vergleichsweise kleine Änderungen der erwarteten Ausfallhäufigkeiten große Ratingänderungen implizieren können, bedingt dies, dass auch eine geringfügige Verschlechterung des erwarteten Konjunkturmufelds deutliche Ratingdowngrades höherrangiger Tranchen induzieren kann. Dies impliziert eine hohe Ratingvolatilität auch der Investment Grade-Tranchen sofern es zu einer dauerhaften geringfügigen Verschlechterung der Konjunkturerwartungen kommt.<sup>83</sup> Gemäß der Ratingsystematik von Standard & Poor's, welche bei der Ratingeinschätzung vornehmlich auf die Ausfallhäufigkeiten der einzelnen Tranchen abzielt, würde bei einer geringfügigen Verschlechterung des erwarteten Konjunkturmufelds auf  $\mu=-0,5$  beispielsweise die Ratingeinschätzung der AAA Tranchen auf A- sinken. Die BBB Tranche würde ein Downgrade in den BB+ Bereich, und die B Tranche in den CCC Bereich erfahren.<sup>84</sup> Bei einer stark negativen Ausprägung des Faktors  $Z$  reagieren auch die höherrangigen Tranchen mit einem starken Anstieg der *absoluten* Ausfallhäufigkeiten.

Im Gegensatz zu Standard & Poor's oder Fitch basiert die Ratingeinschätzung von Moody's wesentlich auf den tranchenspezifischen erwarteten Verlusten.<sup>85</sup> Betrachtet man in Abbildung 6 die durch eine Veränderung der Konjunkturerwartungen ausgelöste Veränderung des auf den maximalen Rückzahlungsbetrag jeder Tranche bezogenen Mittelwert der Tranchenverluste, welcher dem relativen erwarteten Tranchenverlust entspricht, so zeigt sich für die AA bis B Tranche ein der Veränderung der Ausfallhäufigkeiten vergleichbares Bild. Wie der Vergleich der Tabelle 10, Panel B mit Tabelle 11, Panel B in Anhang 3 jedoch verdeutlicht, übersteigt die relative Veränderung der erwarteten Verluste die relative Veränderung der Ausfallhäufigkeiten der einzelnen Tranchen deutlich. Besonders gravierend fallen die Unterschiede zwischen der Sensitivität der Ausfallhäufigkeiten und der Sensitivität der erwarteten Verluste für die Senior Tranche aus, wie die Abbildungen 5 und 6 sowie Tabelle 10, Panel B und Tabelle 11, Panel B in Anhang 3 erkennen lassen.<sup>86</sup>

<sup>83</sup> So ist bspw. gemäß Standard & Poor's (2008) mit einer 10-jährigen AAA Anleihe eine PD von 0,67%, und mit einer 10-jährigen BBB Anleihe eine PD von 4,44% verbunden. Die PD-Differenz beträgt dabei 3,77%. Zwischen einer 10-jährigen BBB und B Anleihe, letztere impliziert eine durchschnittliche PD von 30,43%, liegt jedoch eine PD-Differenz von 26,66%. Infolge dieser lediglich ordinalen Bedeutung der Ratingklassifizierung können höherrangige Anleihen, trotz einer im Vergleich zu stärker subordinierten Papieren geringeren Sensitivität der *absoluten* Ausfallhäufigkeiten auf geringe Veränderungen der Konjunkturerwartung, eine höhere Ratingvolatilität als strukturierte Anleihen niedrigerer Qualität aufweisen.

<sup>84</sup> Vgl. Standard & Poor's (2008), S. 11 sowie Fußnote 73.

<sup>85</sup> Vgl. z.B. Fender/Kiff (2004), Brennan et al. (2008) und Moody's Investors Service (2009), S. 53-54.

<sup>86</sup> Darüber hinaus ist bei der Equity Tranche eine deutlich höhere Sensitivität des Verlustmittelwerts im Vergleich zur Sensitivität der Ausfallhäufigkeit bei geringen Schwankungen der Konjunkturerwartung zu

ABBILDUNG 6: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN VERLUSTMITTELWERTE AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$

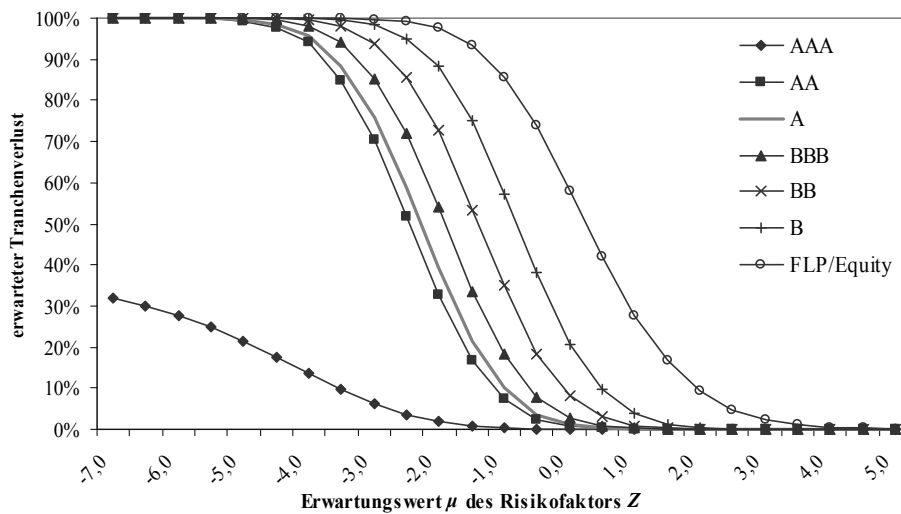


Abbildung 6 sowie Tabelle 11, Panel A in Anhang 3 zeigt zwar, dass die *absolute* Veränderung des Verlustmittelwerts der AAA Tranche bei geringfügigen Veränderungen der Konjunkturerwartung sehr gering ausfällt.<sup>87</sup> Die *relative* Veränderung, bezogen auf den Verlustmittelwert bei neutraler Konjunkturerwartung, nimmt jedoch deutlich höhere Werte als die relative Veränderung der Ausfallhäufigkeiten an.<sup>88</sup> Die unterschiedlichen Sensitivitäten der für die CDO-Ratingeinschätzung von Moody's sowie Standard & Poor's und Fitch relevanten Risikofaktoren bezüglich Veränderungen des makroökonomischen Umfelds implizieren, dass die konjunkturinduzierte Volatilität der Ratingeinschätzung von Moody's hinsichtlich CDOs grundsätzlich von der von Standard & Poor's bzw. Fitch abweicht und größer ausfallen kann. Die genauere empirische Überprüfung dieses Simulationsergebnisses sei weiteren Arbeiten vorbehalten. Erste empirische Hinweise auf eine höhere Volatilität der durch Moody's vergebenen CDO-Ratings im Vergleich zu der Volatilität der CDO-Ratings von Standard & Poor's lassen sich anhand der gewichteten Durchschnitte der 1-Jahres-CDO-Ratingänderungen beider Agenturen erkennen. Gemäß der CDO-Migrationsmatrizen von *Standard & Poor's (2006)* sowie *Moody's Investors Service (2006b)* wird deutlich, dass die tranchenspezifischen Wahrscheinlichkeiten einer Ratingmigration innerhalb eines Jahres für CDOs, welche durch Standard & Poor's geratet wurden, deutlich geringer ausfallen, als die tranchenspezifischen 1-Jahres-Migrationswahrscheinlichkeiten für die durch Moody's gerateten CDOs.<sup>89</sup>

beobachten. Vgl. Tabelle 10, Panel B sowie Tabelle 11, Panel B in Anhang 3. Da die Equity Tranche jedoch kein Rating besitzt, wird dieser Sachverhalt nachfolgend nicht näher diskutiert.

<sup>87</sup> Grund ist, dass trotz des durch eine Verminderung des Erwartungswerts  $\mu$  des systematischen Faktors  $Z$  induzierten Anstiegs der Ausfallwahrscheinlichkeit der Senior Tranche die LGD dieser Tranche nur schwach zunimmt. Vgl. hierzu auch Tabelle 6.

<sup>88</sup> Vgl. Tabelle 10, Panel B sowie Tabelle 11, Panel B in Anhang 3.

<sup>89</sup> Die dargestellten Analyseergebnisse bezüglich der Sensitivität der Ausfallhäufigkeiten bzw. der erwarteten Verluste auf Veränderungen der Konjunkturerwartung implizieren, dass die Erwartung einer dauerhaften Veränderung der Konjunkturaussichten für die Laufzeit der Transaktion zu starken Veränderungen der

ABBILDUNG 7: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN STANDARDABWEICHUNGEN DER VERLUSTE AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$

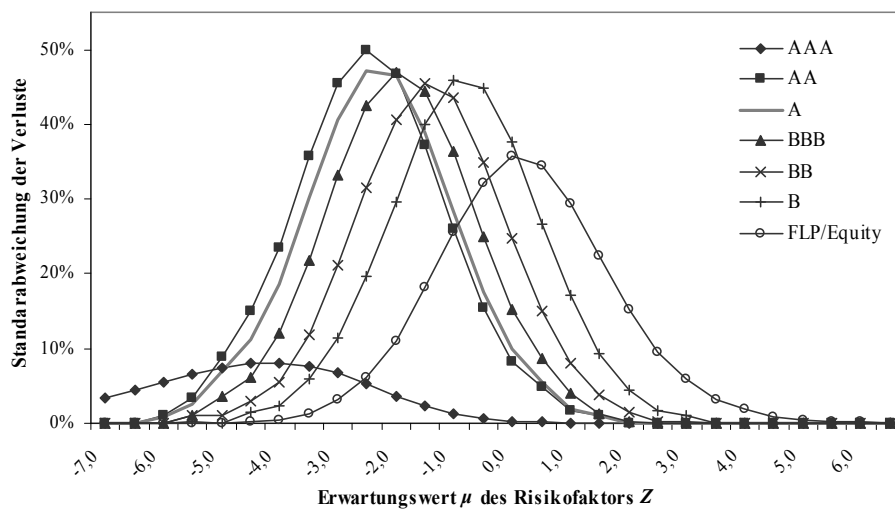


Abbildung 7 zeigt, dass die Standardabweichung der Verluste der einzelnen Tranchen stark durch die Ausprägung des systematischen Risikofaktors  $Z$  beeinflusst wird. Diese Beobachtung ist für risikoaverse erwartungsnutzenmaximierende Investoren relevant, da diese nicht nur erwartete Verluste sondern die gesamte Endwertverteilung einer Tranche im Rahmen der Bewertung berücksichtigen und ein hohes Endwertrisiko c.p. mit einem hohen Wertabschlag versehen. Die Standardabweichung der Verluste determiniert direkt die Standardabweichung der Endwertverteilung und damit den Risikogehalt der einzelnen Tranchen. Die risikoaversionsbedingte Wertsensitivität der einzelnen Tranchen auf eine Änderung der Konjunkturerwartung wird folglich dann besonders groß sein, wenn sich die Einschätzung des für die Transaktionslaufzeit zugrunde liegenden Konjunkturszenarios so verändert, dass hieraus eine hohe Veränderung der Standardabweichung der Verluste der einzelnen Tranchen resultiert. Ein Rückgang des Erwartungswerts  $\mu$  des systematischen Faktors  $Z$  von  $\mu=0$  auf  $\mu=-0,5$  führt bei der AAA Tranche zu einem geringen Anstieg der Standardabweichung der Verluste von 0,31% auf 0,71%, bei der BBB Tranche zu einem Anstieg von 15,29% auf 24,92% und bei der Equity Tranche zu einem Rückgang von 35,68% auf 32,32%.<sup>90</sup> Während die risikoaversionsinduzierte Prämie der AAA Tranche bei einer Verschlechterung der Konjunkturerwartung auf  $\mu=-0,5$  nahezu unverändert bleibt, wird an einem risikoaversen Kapitalmarkt der Wertrückgang der BBB Tranche durch den Effekt des starken Anstiegs der Standardabweichung der Verluste verschärft.<sup>91</sup>

---

Ratingnoten strukturierter Anleihen führt. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der empirischen Beobachtung, dass sofern es zu Ratingveränderungen bei strukturierten Anleihen kommt, diese i.d.R. sehr groß ausfallen. Vgl. Cantor/Hu (2003), Violi (2004), Fender/Mitchell (2005) sowie Osman (2007).

<sup>90</sup> Tabelle 12 in Anhang 3 zeigt den Einfluss einer Veränderung des Erwartungswerts  $\mu$  des systematischen Faktors  $Z$  auf die Standardabweichung der Verluste der einzelnen Tranchen in tabellarischer Form.

<sup>91</sup> Dabei ist zu beachten, dass Investoren mit der in Gleichung (8) dargestellten Risikonutzenfunktion im Rahmen der CDO-Bewertung nicht nur das erste und zweite Moment sondern alle Momente der Endwertverteilung berücksichtigen. Die obige Diskussion über den Einfluss der Form der Endwertverteilung auf den fundamentalen Marktwert von CDO-Tranchen an einem risikoaversen Kapitalmarkt wird daher nur beispielhaft am zweiten



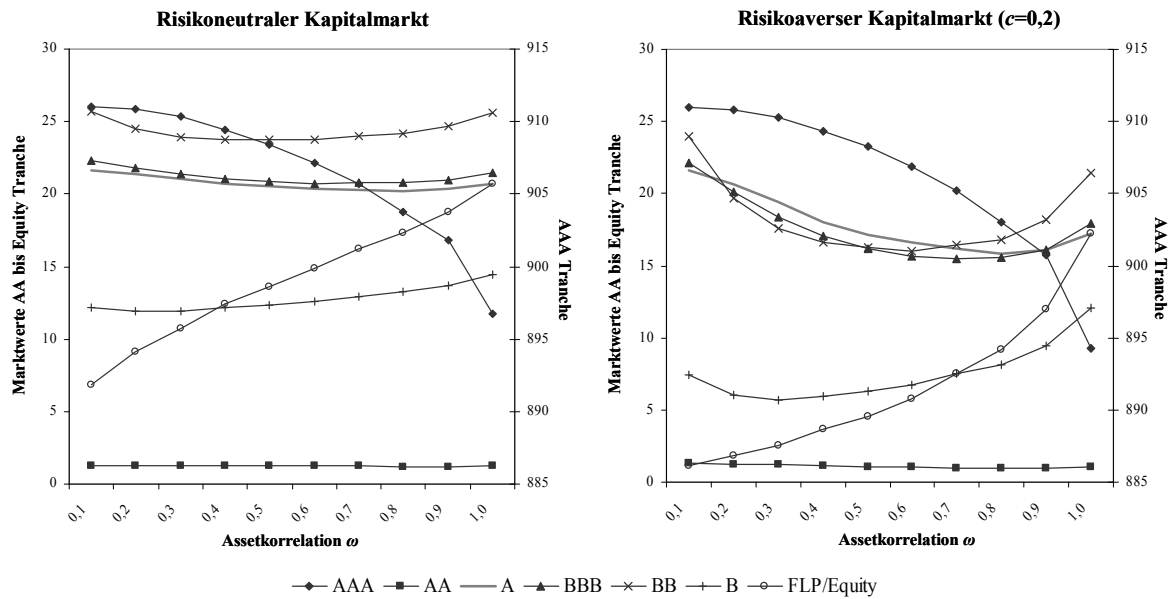
Die obigen Ausführungen beleuchten den deutlichen Einfluss der erwarteten Konjunkturentwicklung auf die tranchenspezifische Bewertung und Ratingeinschätzung von CDOs. Infolge der engen Verknüpfung zwischen Konjunkturentwicklung und Assetkorrelationshöhe (*Correlation Effect*) erfolgt nachfolgend eine Analyse der tranchenspezifischen Wertsensitivitäten bezüglich Veränderungen der Assetkorrelationen. Wie das in Tabelle 6, Panel C dargestellte Simulationsergebnis bereits andeutet, wirkt sich die Veränderung der Assetkorrelation wesentlich auf die tranchenspezifischen Ausfallhäufigkeiten, Standardabweichungen der Verluste sowie Verlustmittelwerte aus. Mit Ausnahme der am stärksten subordinierten B und Equity Tranche kommt es im Vergleich zu einer isolierten Verschlechterung der Konjunkturerwartungen von  $\mu=0$  auf  $\mu=-1$  (vgl. Tabelle 6, Panel B) für alle Tranchen zu einem weitergehenden Anstieg dieser Risikocharakteristika, sofern eine simultane Zunahme der Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  auf  $\omega=0,4$  betrachtet wird (vgl. Tabelle 6, Panel C). Beispielsweise steigt die Ausfallhäufigkeit bzw. der Mittelwert der Verluste der AAA (BBB) Tranche auf 19,02% bzw. 1,47% (34,28% bzw. 29,79%) an, was gemäß der Standard & Poor's-Systematik ein Ratingdowngrade in den Non-Investment Grade-Bereich zur Folge hätte. Wird lediglich eine isolierte Verschlechterung der Konjunkturerwartungen von  $\mu=0$  auf  $\mu=-1$  bei Konstanz der Ausfallkorrelation bei  $\omega=0,2$  betrachtet, kommt es lediglich zu einem Anstieg auf 7,25% bzw. 0,27% (24,04% bzw. 18,29%).

Durch eine Zunahme der Ausfallkorrelationen verschiebt sich Wahrscheinlichkeitsmasse in die beiden Ränder der Ausfallratenverteilung. Eine höhere Korrelation impliziert folglich eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Gesamtverluste des Asset Pools das Volumen der Equity und Mezzanine Tranchen übersteigen und somit die Senior Tranche schädigen. Dies führt zu einem Wertrückgang der AAA Tranche bei ansteigenden Korrelationen. Umgekehrt erhöht eine zunehmende Assetkorrelation c.p. die Wahrscheinlichkeit für den extremen Fall sehr weniger Ausfälle. Dies hat zur Folge, dass sich die Equity Tranche und gegebenenfalls weitere subordinierte Tranchen genau gegenteilig zu der AAA Tranche verhalten und somit mit zunehmender Assetkorrelation an Wert gewinnen. Mezzanine Tranchen sind beiden genannten Effekten ausgesetzt. Dadurch reagieren diese in der Regel weniger sensitiv sowie weniger eindeutig auf Korrelationsänderungen. Abbildung 8 zeigt den Einfluss der Assetkorrelation auf die fundamentalen Werte der CDO-Tranchen an einem risikoneutralen und -aversen Kapitalmarkt. Dabei erfolgt auf Basis der gemäß Abbildung 1 exogen gegebenen Tranchierung (Ausgangspunkt  $\omega=0,2$ ) eine Simulation der Ausfälle des Asset Pools unter veränderten Korrelationsannahmen und darauf aufbauend die Ermittlung der Tranchenwerte. Es wird deutlich, dass der fundamentale Marktwert der Equity Tranche besonders stark dem Risiko einer Korrelationsänderung ausgesetzt ist.

---

Moment der Verteilung der Tranchenverluste geführt. Zum Einfluss der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes auf die tranchenspezifischen Marktwerte vgl. Kapitel 5.2.

ABBILDUNG 8: EINFLUSS DER ASSETKORRELATION AUF DEN WERT VON CDO-TRANCHEN



Die Marktwertanpassungen der einzelnen Tranchen bei einer Änderung der Assetkorrelationen resultieren aus der Veränderung der bewertungsrelevanten tranchenspezifischen Risikocharakteristika. Anhang 4 zeigt tabellarisch die Ausfallhäufigkeiten (Tabelle 13), Verlustmittelwerte (Tabelle 14) und Standardabweichungen der Verluste (Tabelle 15) der einzelnen Tranchen und deren relative Veränderungen bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Änderungen bilden dabei die in Tabelle 1 für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Ausprägungen der entsprechenden Risikocharakteristika bei einem konjunkturneutralen Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ). Abbildung 17 bis Abbildung 19 des Anhangs 4 zeigen die Ausfallhäufigkeiten, Verlustmittelwerte und Standardabweichungen der Verluste der einzelnen Tranchen für verschiedene Assetkorrelationen und einer neutralen Konjunkturerwartung ( $\mu=0$ ) graphisch. Es wird entsprechend zu den obigen Ausführungen zum Einfluss der Konjunkturerwartung  $\mu$  auf die Veränderung der Ratingeinschätzung deutlich, dass auch die Veränderung der Assetkorrelationen einen signifikant unterschiedlichen Einfluss auf die Ratingsensitivität der AAA Tranche besitzt, je nachdem ob ein Moody's oder Standard & Poor's bzw. Fitch Rating betrachtet wird. So reagiert der Verlustmittelwert der AAA Tranche deutlich sensitiver als die Ausfallhäufigkeit auf Veränderungen der Assetkorrelation (vgl. Tabelle 13 und 14, jeweils Panel B). Aber auch für subordinierte Tranchen, v.a. für die A, BBB und BB Tranche sind stark unterschiedliche Faktorsensitivitäten erkennbar.

Wie Abbildung 8 zeigt, stimmt die grundsätzliche Richtung der Preisänderung der einzelnen Tranchen bei einer Veränderung der Assetkorrelationen an einem risikoneutralen und risikoaversen Kapitalmarkt überein. Die Höhe der Wertsensitivität an beiden Märkten unterscheidet sich jedoch infolge der durch eine Veränderung der Assetkorrelationen ausgelösten Veränderung weiterer Charakteristika der Risikostruktur, welche für risikoaverse Kapitalmarktteilnehmer ebenfalls

bewertungsrelevant sind. So induziert beispielsweise die durch eine Variation der Assetkorrelation im Bereich  $\omega=0,5$  und  $\omega=1$  ausgelöste Verminderung der Standardabweichung der Verluste der Equity, B und BB Tranche eine besonders hohe Wertsensitivität der genannten Tranchen in diesem Bereich.<sup>92</sup>

Wie die Analysen verdeutlichen, spiegeln die Marktwerte der CDO-Tranchen die Erwartung der Investoren bezüglich der Ausfallkorrelationen der Forderungen des Asset Pools während der Laufzeit der CDOs wider.<sup>93</sup> Ändert sich diese Erwartung, z.B. durch eine veränderte Einschätzung der Konjunkturaussichten und die dadurch induzierte veränderte Erwartung über die Höhe der paarweisen Assetkorrelationen, führt dies zu einer Anpassung der Zahlungsbereitschaft rationaler Investoren und dadurch zu einer Neubewertung der Tranchen.

Wie gezeigt wurde, werden die fundamentalen Werte der CDO-Tranchen sowohl an risikoaversen als auch an risikoneutralen Kapitalmärkten neben der Höhe der Assetkorrelation  $\omega$  wesentlich durch den systematischen Risikofaktor  $Z$  determiniert. Die Veränderung der Assetkorrelation verstärkt bzw. vermindert dabei je nach Subordination die Auswirkungen einer Veränderung des systematischen Risikofaktors. So führt eine Verschlechterung der Konjunkturerwartung von  $\mu=0$  auf  $\mu=-1$  bei einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$  zu einem starken Wertrückgang der Equity Tranche (vgl. Tabelle 2 bzw. 3 in Verbindung mit Tabelle 7), eine gleichzeitige Zunahme der Assetkorrelation auf  $\omega=0,4$  verringert jedoch diesen Wertverlust. Bei der Senior Tranche hingegen verstärkt eine ansteigende Assetkorrelation den durch eine Verschlechterung des makroökonomischen Umfelds induzierten Wertrückgang. Abbildung 9 verdeutlicht diesen Sachverhalt beispielhaft anhand der Marktwertsensitivitäten der AAA, A, BB und Equity Tranche bezüglich einer simultanen Veränderung der Konjunkturerwartung  $\mu$  sowie der Assetkorrelation  $\omega$  an einem risikoaversen Kapitalmarkt.<sup>94</sup> Anhang 5 zeigt die die Marktwertsensitivitäten determinierenden Sensitivitäten der Ausfallhäufigkeiten (Abbildung 20), der Verlustmittelwerte (Abbildung 21) sowie der Standardabweichung der Verluste (Abbildung 22) für die AAA, A, BB und Equity Tranche bezüglich einer simultanen Veränderung der Konjunkturerwartung  $\mu$  sowie der Assetkorrelation  $\omega$ . Es wird deutlich, dass eine gemeinsame Veränderung der Assetkorrelationen und der Konjunkturerwartung die Risikofaktoren der einzelnen Tranchen teilweise in unterschiedlicher Richtung und unterschiedlichem Ausmaß beeinflussen.

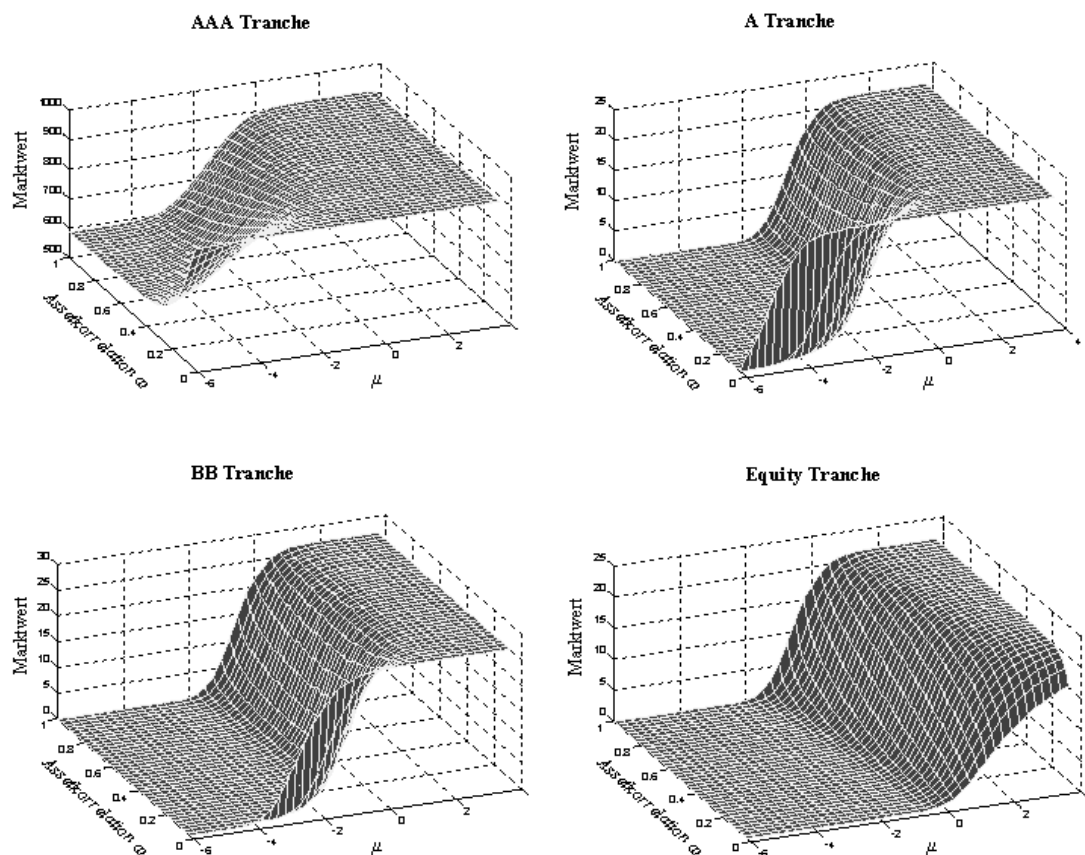
---

<sup>92</sup> Vgl. hierzu Anhang 4, Tabelle 15 und Abbildung 19. Beispielsweise führt ein Anstieg der erwarteten Assetkorrelation von  $\omega=0,5$  auf  $\omega=0,9$  an einem risikoneutralen Kapitalmarkt zu einem Anstieg des fundamentalen Werts der Equity Tranche um 27%, während an einem risikoaversen Markt ein Wertzuwachs von 161% zu verzeichnen wäre. Ein Grund hierfür ist die zurückgehende Standardabweichung der Verluste, welche für risikoaverse Investoren bewertungsrelevant ist. Vgl. auch Fußnote 91.

<sup>93</sup> Vgl. hierzu auch Gibson (2004), S. 18.

<sup>94</sup> Vergleichbare Marktwertsensitivitäten lassen sich an einem risikoneutralen Kapitalmarkt erkennen.

ABBILDUNG 9: MARKTWERTSENSITIVITÄTEN EINZELNER CDO-TRANCHEN AUF EINE SIMULTANE VERÄNDERUNG DER KONJUNKTURERWARTUNG SOWIE DER ASSETKORRELATION AN EINEM RISIKOAVERSEN KAPITALMARKT



## 5.2 Risikoeinstellung des Kapitalmarktes als Preisdeterminante von CDOs

*Elton et al. (2001)* untergliedern den Credit Spread US-amerikanischer Corporate Bonds in eine Expected Loss-, eine Steuer- und eine Residualkomponente. Letztere kann bei Bonds von Industrieunternehmen zu durchschnittlich 81% durch die Sensitivität auf die drei *Fama/French (1993)* Risikofaktoren erklärt werden. Dieses Ergebnis impliziert, dass Bond- genauso wie Aktienrenditen von systematischen Risikofaktoren beeinflusst werden. *Elton et al. (2001)* zeigen, dass die Prämie, welche Investoren für die Übernahme des systematischen Risikos fordern, einen größeren Teil des Credit Spreads erklärt, als die Prämien für den Expected Loss und die im Vergleich zu US-amerikanischen Staatsanleihen höhere Besteuerung von Unternehmensanleihen. *Delianedis/Geske (2001)* bestätigen in ihrer Analyse, dass Marktrisikofaktoren den Credit Spread von Unternehmensanleihen wesentlich determinieren und der Expected Loss nur einen kleinen Teil des gesamten Spreads zu erklären vermag. *Driessen (2005)* zerlegt den über den Expected Loss hinausgehenden Credit Spread (*Excess Credit Spread*) in eine Steuer- und eine Liquiditätskomponente sowie eine Risikoprämie für Veränderungen des Credit Spreads. Es wird dargelegt, dass das Default Jump Risk nicht vollkommen diversifizierbar ist, was die durch *Elton et al. (2001)* und

*Delianedis/Geske (2001)* nachgewiesene Abhängigkeit der Bondrenditen von systematischen Risikofaktoren bestätigt. *Amato/Remolona (2003)* und *Amato/Remolona (2005)* analysieren den Bestandteil der Unexpected Loss-Komponente des Credit Spreads, welcher Investoren für die faktische Unmöglichkeit der vollständigen Diversifikation idiosynkratischer Risiken entlohnt. Sie zeigen, dass infolge der extremen Schiefe der Renditeverteilung von Anleihen sowie der in der Realität nahezu nicht möglichen Bildung hinreichend großer Bondportfolios zur vollständigen Diversifizierung der unternehmensspezifischen Risiken, der Credit Spread eine Prämie für die Übernahme dieser nicht diversifizierbaren unsystematischen Risiken durch risikoaverse Investoren enthält. *Firla-Cuchra (2005)* verdeutlicht, dass Faktoren wie die implizite Volatilität von Zinscaps, welche eine Nahrungsgröße für die aktuelle Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes darstellt, die Launch Spreads von ABS determinieren. *Scheicher (2008)* untersucht empirisch den Einfluss der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes auf die Marktpreise von synthetischen CDO-Tranchen (CDX- und iTraxx-Tranchen) und zeigt, dass gerade in makroökonomischen Krisenzeiten die Höhe der Risikoaversion einen wesentlichen Einfluss auf die Tranchenwerte besitzt. *Fender/Scheicher (2009)* analysieren, welche Faktoren die Preisveränderungen der ABX.HE-Indizes determinieren und weisen die Bedeutung der Höhe des Risikoappetits am Kapitalmarkt als bewertungsrelevante Größe für diese Indizes nach.<sup>95</sup>

Die genannten empirischen Untersuchungen verdeutlichen den bedeutenden Einfluss der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes auf die Credit Spreads bzw. Marktwerte von Unternehmensanleihen sowie Asset Backed Securities.<sup>96</sup> Bis dato existieren jedoch, soweit bekannt, keine simulations- sowie modellgestützten Arbeiten, welche den Zusammenhang zwischen Risikoaversion des Kapitalmarktes und dem Marktwert riskanter Assets exakt aufzuzeigen suchen, um so eine Quantifizierung der durch Änderungen der Risikoaversion ausgelösten Marktwertanpassungen zu ermöglichen. Vorliegende Arbeit will diese Lücke für die Assetklasse der Collateralized Debt Obligations schließen. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich jedoch grundsätzlich auch auf andere riskante Assetklassen übertragen. Auf Basis des in Kapitel 4.3 dargestellten Analyserahmens wird nachfolgend der Einfluss der Risikoaversionshöhe, ausgedrückt durch den Risikoaversionskoeffizienten  $c$  der in Gleichung (8) angegebenen Risikonutzenfunktion, auf den fundamentalen Marktwert von CDOs verschiedener Seniorität untersucht. Dabei wird unter anderem deutlich, dass die Wertsensitivität der Tranchen bezüglich Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes mit zunehmender Subordination steigt. In Analogie zu den Ausführungen des Abschnitts 3.5.1.3 wird von einer exogen gegebenen Tranchierung ausgegangen, welche der in Abbildung 1 dargestellten Strukturierung bei einer neutralen Konjunkturerwartung ( $\mu=0$ ) und einer Assetkorrelation  $\omega=0,2$  entspricht. Direkt nach Emission der CDOs kommt es in  $t_1$  durch einen exogenen Schock zu einer Anpassung der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes.

---

<sup>95</sup> Die ABX.HE-Indizes basieren auf Credit Default Swaps mit U.S. Home Equity Loan-MBS als Referenzaktiva und bilden so die Kosten für einen Kreditausfallversicherung dieser Assets nach.

<sup>96</sup> Zur Risikoaversion des Kapitalmarktes allgemein vgl. Fußnote 48.

Abbildung 10 zeigt an der Primärachse den Verlauf der Merrill Lynch Option Adjusted Spread-Indizes für BBB geratete Corporate Bonds des europäischen Währungsraums mit 1-3 Jahren (*ML OAS EMU Corporates BBB Rated 1-3 Yr*) bzw. 3-5 Jahren (*ML OAS EMU Corporates BBB Rated 3-5 Yr*) Restlaufzeit sowie an der Sekundärachse einen die aktuelle Risikoaversion des Kapitalmarktes abbildenden Index der UniCredit Group.<sup>97,98</sup> Der Risikoaversionsindex schwankt zwischen den Werten 0% bzw. 100%. Ein Wert von 0% entspricht dabei einem maximalen Risikoappetit bzw. quasi risikoneutralem Verhalten der Kapitalmarktteilnehmer. Ein Wert von 100% bedeutet maximale Risikoaversion und wurde seit Bestehen des Index nur ein einziges Mal erreicht, nämlich Anfang Oktober 2008, als infolge der durch die Subprime-Krise ausgelösten Ereignisse eine extreme Verunsicherung der Marktteilnehmer vorherrschte.<sup>99</sup> Zwischen Ende 2004 und Anfang 2007 zeigte sich eine ausgeprägt niedrige Risikoaversion am Kapitalmarkt mit Indexwerten von teilweise weniger als 20%.

In der Systematik der in Kapitel 4.3.1 dargestellten Risikonutzenfunktion entspricht ein hoher Indexstand niedrigen Werten des Risikoaversionsparameters  $c$ . Denn genauso wie der Risikoaversionsindex nimmt  $c$  Werte zwischen 0 und 1 an, wobei ein Wert von  $c=1$  Risikoneutralität und ein Wert von  $c$  nahe 0 einer maximalen Risikoaversion entspricht. Gemäß dieser Systematik lässt sich der Risikoaversionsparameter  $c$  somit als Term (*I- Ausprägung des Risikoaversionsindex*) interpretieren. Wie Abbildung 10 zeigt, unterliegen die Risikoaversion des Kapitalmarktes sowie die Höhe der Credit Spreads starken Schwankungen, welche jedoch systematisch gleichgerichtet sind. So beträgt die Korrelation zwischen dem *ML OAS EMU Corporates BBB Rated 1-3 Yr* – bzw. *ML OAS EMU Corporates BBB Rated 3-5 Yr* – Spreadindex sowie dem Risikoaversionsindex zwischen 03.01.2003 und 10.10.2008 0,84 bzw. 0,91.<sup>100</sup>

---

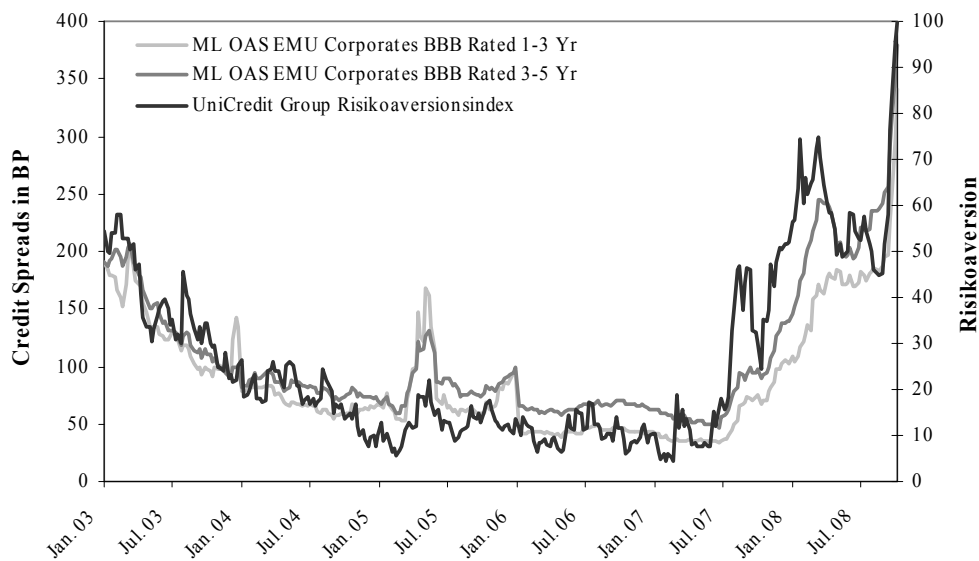
<sup>97</sup> Bonds können eingebettete Optionen enthalten. Zu diesen gehören v.a. Call, Put und Sinking Fund Features. Der Wert dieser eingebetteten Optionen und damit die Auswirkungen auf den Preis bzw. Credit Spread eines Bonds können beispielsweise mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen, welche eine große Anzahl möglicher Zinsentwicklungen und deren Auswirkungen auf den Wert dieser Optionen simulieren, berechnet werden. Vgl. z.B. Bierens et al. (2003), S. 9, Huang/Kong (2003) und Bierens et al. (2005), S. 4. Um Bonds hinsichtlich ihrer Credit Spreads vergleichen zu können, ist es notwendig, den Credit Spread um den durch die Optionen induzierten Wert zu korrigieren. Die so berechneten Spreads werden als *Option Adjusted Spreads* (OAS) bezeichnet. Vgl. hierzu z.B. Merrill Lynch (2000), S. 170 und S. 186. Bonds, welche eingebettete Optionen beinhalten, machen jedoch nur einen geringen Teil des gesamten Bondmarktes aus. Vgl. z.B. Delianedis/Geske (2001), S. 4. Die Merrill Lynch-Indizes basieren auf OAS und sind damit um den Wert von Optionalitäten der den Indizes zugrunde liegenden Bonds korrigiert. Die Indizes sind Z-Spread-Indizes, deren Bezugsbasis eine auf Grundlage von EMU-Staatsanleihen berechnete Spot Rate Kurve darstellt. Zu Z-Spreads vgl. Gann (2010).

<sup>98</sup> Der Risikoaversionsindex der UniCredit Group basiert auf Junk Bond Spreads sowie impliziten Aktien- und Bondmarktvolatilitäten. Er wird durch die Handelsabteilung der UniCredit Group auf wöchentlicher Basis berechnet. Zum Zusammenhang zwischen Aktien- bzw. Bondmarktvolatilitäten und dem Grad der Risikoaversion der Marktteilnehmer vgl. Kobor et al. (2005) sowie Asgharian/Karlsson (2008).

<sup>99</sup> Die Werte des Risikoaversionsindex werden seit dem 31.05.1996 berechnet. Eine maximale Risikoaversion von 100% bedeutet de facto eine Intoleranz der Kapitalmarktteilnehmer gegenüber einer Risikoübernahme. Dies hat den (vorübergehenden) Zusammenbruch bzw. das Austrocknen von Märkten riskanter Assets, wie im Herbst 2008 in bestimmten Segmenten des ABS-Marktes beobachtbar, als Konsequenz. Vgl. hierzu auch Gale (2008).

<sup>100</sup> Dieser Zusammenhang bestätigt die Ergebnisse der oben dargestellten empirischen Arbeiten über den Einfluss der Risikoaversion auf die Credit Spreads ausfallrisikobehafteter Finanzinstrumente.

ABBILDUNG 10: CREDIT SPREADS BBB GERATETER EMU CORPORATE BONDS SOWIE RISIKOAVERSIONSHÖHE DES KAPITALMARKTES

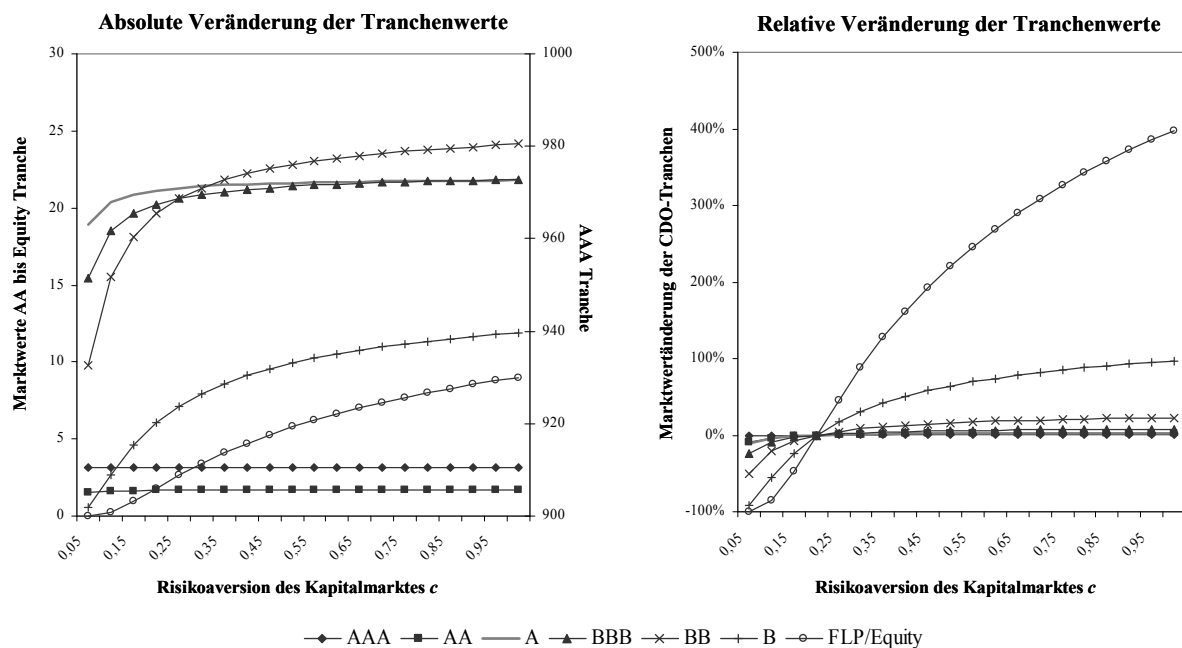


Die dynamische Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes impliziert eine im Zeitablauf variierende Höhe der Kompensationsforderung, welche risikoaverse Investoren für die mit der CDO-Investition verbundene Übernahme der Ergebnisvolatilität fordern. So bedingt c.p. eine hohe Risikoaversion der CDO-Investoren hohe Credit Spreads der strukturierten Finanzinstrumente und somit geringe Marktwerte der einzelnen Tranchen et vice versa, da Investoren mit hoher (niedriger) Risikoaversion eine hohe (niedrige) Prämie für die Übernahme risikobehafteter Assets einfordern.<sup>101</sup> Bei Betrachtung der durch eine Veränderung des Risikoaversionskoeffizienten  $c$  ausgelösten tranchenspezifischen Wertveränderungen in Abbildung 11 wird ersichtlich, dass die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes den Wert der einzelnen Tranchen umso stärker beeinflusst, je größer deren Subordination bzw. Ausfallrisiko ist. Mit abnehmender Tranchenqualität steigt somit die Wertsensitivität bezüglich Veränderungen der Risikoaversionshöhe. Abbildung 11 zeigt links die fundamentalen Tranchenwerte und rechts deren relative Veränderungen sofern eine Bewegung der Risikoaversion des Kapitalmarktes von einer als Ausgangspunkt definierten Risikoaversionshöhe von  $c=0,2$  erfolgt. Anhang 6 gibt in Tabelle 16 die in Abbildung 11 dargestellten Wertsensitivitäten in tabellarischer Form wieder. Panel A zeigt dabei die absoluten Tranchenwerte, Panel B die relativen Veränderungen der Tranchenwerte für unterschiedliche Risikoaversionshöhen  $c$ . Wie Abbildung 11

<sup>101</sup> Vgl. hierzu z.B. Firla-Cuchra (2005), S. 13-18. Firla-Cuchra zeigt, dass Faktoren wie die implizite Volatilität des 5-Jahres Zinscaps, welcher auch die Höhe des Risikoaversionsindex der UniCredit Group determiniert und einen Proxy für die am Markt vorherrschende Unsicherheit darstellt, sowie zeitbezogenen Marktcharakteristika die Launch Spreads strukturierter Anleihen und damit deren Emissionserlöse beeinflussen. Anzumerken ist ferner, dass es neben einer höheren Renditeforderung der Investoren zur Kompensation eines *gegebenen* Preisrisikos infolge eines Anstiegs der Risikoaversion des Kapitalmarktes darüber hinaus zu einer mit dem Risikoaversionsanstieg verbundenen Zunahme der Unsicherheit der Marktteilnehmer und folglich zu einer höheren Volatilität der Marktpreise und damit des Preisrisikos von Finanzinstrumenten kommt. Vgl. hierzu auch Kapitel 5.3.

und Anhang 6 verdeutlichen, besitzt die Equity Tranche die höchste Wertsensitivität bezüglich Veränderungen der Risikoaversionshöhe. So steigt der Wert dieser Tranche von EUR 1,82 Mio. auf EUR 8,08 Mio. und damit um 342,8% sofern sich die Risikoaversion des Kapitalmarktes von  $c=0,2$  auf  $c=0,8$  vermindert. Auch die B bzw. BB Tranche zeigt mit einem Wertzuwachs von 88,0% bzw. 21,0% für die angegebene Verminderung des Risikoaversionskoeffizienten  $c$  eine hohe Wertsensitivität. Gänzlich anders reagieren die höherrangigen Tranchen im Investment Grade-Bereich. Die AAA Tranche bleibt nahezu unverändert (Wertzuwachs 0,0003%), die fundamentalen Werte der AA bzw. A Tranche reagieren nur sehr schwach (Wertzuwachs 2,6% bzw. 3,0%) und auch die BBB Tranche zeigt eine vergleichsweise geringe Sensitivität auf Veränderungen der Risikoaversion (Wertzuwachs 7,4%).

ABBILDUNG 11: SENSITIVITÄT DER TRANCHENWERTE BEZÜGLICH VERÄNDERUNGEN DER RISIKOAVERSION DES KAPITALMARKTES



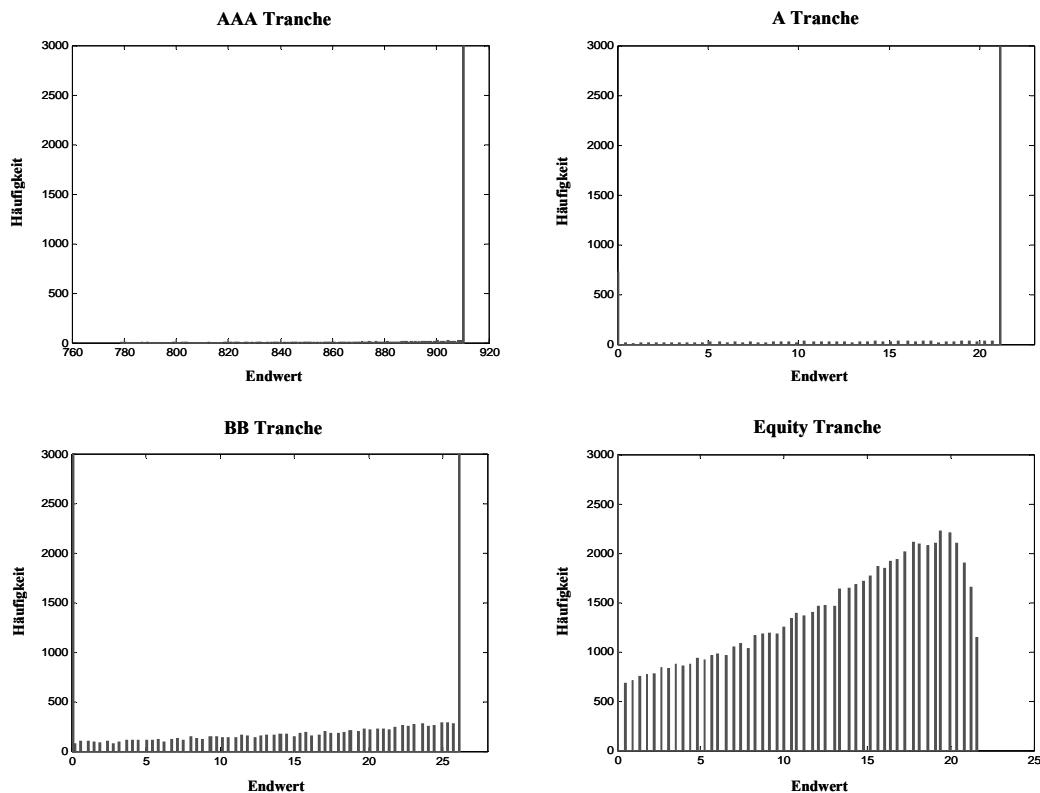
Die Ursache dieser sehr verschiedenartigen Wertsensitivitäten ist der unterschiedliche Risikogehalt der einzelnen Tranchen. Abbildung 12 zeigt beispielhaft die Endwertverteilungen der AAA, A, BB und Equity Tranche.<sup>102</sup> Es wird ersichtlich, dass sich mit zunehmender Subordination die tranchenspezifischen Endwertverteilungen stark verändern. Während die Equity Tranche ein sehr riskantes Verteilungsprofil bzw. eine sehr hohe Varianz der möglichen Endwerte aufweist, ist das mit der Investition in die AAA-Tranche verbundene Endwertisiko deutlich geringer. So beträgt die auf den maximalen Rückzahlungswert der einzelnen Tranchen bezogene Standardabweichung der simulierten Endwerte für die AAA Tranche 0,31%, für die A Tranche 9,90%, für die BB Tranche

<sup>102</sup> Zu beachten ist, dass in der Darstellung der Abbildung 12 alle Endwertverteilungen bei einer Häufigkeit von 3000 nach oben abgeschnitten sind.



24,70% und für die Equity Tranche 35,68%. Desto größer die Risikoaversion des Kapitalmarktes ausfällt, umso stärker beeinflussen die tranchenspezifischen Risikoeigenschaften die entsprechenden fundamentalen Tranchenwerte. Tranchen mit einer sehr riskanten Endwertverteilung reagieren folglich deutlich stärker auf Veränderungen der marktweiten Risikoaversion als Tranchen hoher Ratingqualität, deren unerwartete Verlustrisiken sehr gering sind.

ABBILDUNG 12: ENDWERTVERTEILUNGEN DER AAA, A, BB UND EQUITY TRANCHE



Anzumerken ist, dass die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes und die Erwartungen über die zukünftige Konjunkturerwartung sehr eng zusammenhängen. Ein Anstieg der Risikoaversion geht in der Regel mit einer Verschlechterung der Konjunkturerwartungen sowie einem Anstieg der Assetkorrelationen einher et vice versa.<sup>103</sup> Anhang 7 bzw. Anhang 8 zeigen graphisch die Wertsensitivitäten der AAA, A, BB und Equity Tranche bezüglich einer simultanen Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes und der Konjunkturerwartung  $\mu$  bzw. der Assetkorrelation  $\omega$ . Dabei wird deutlich, dass die mit einer Verschlechterung (Verbesserung) der Konjunkturerwartungen  $\mu$  verbundenen Werteffekte durch eine gleichzeitige Zunahme (Abnahme) der Risikoaversion des Kapitalmarktes  $c$  deutlich verstärkt werden. Hinsichtlich eines Anstiegs der Assetkorrelationen  $\omega$  führt eine simultane Zunahme der Risikoaversion  $c$  für stark subordinierte Tranchen hingegen zu einem

<sup>103</sup> Diese Kausalität muss jedoch nicht zwingend sein. Durch kurzzeitige exogene Schocks wie Terroranschläge oder finanzwirtschaftliche Ereignisse (z.B. Bilanzierungsskandale) kann es zu einem lediglich vorübergehenden Anstieg der Risikoaversion ohne fundamentale Veränderung der Konjunkturerwartungen kommen.

gegenteiligen Effekt. So steigt c.p. der Wert der Equity Tranche mit zunehmenden Assetkorrelationen, sinkt jedoch mit einem Anstieg der Risikoaversion.

Die dargestellten Analyseergebnisse besitzen verschiedene Implikationen. Zum einen bedingt die dynamische Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes c.p. eine im Zeitablauf variierende Höhe der gesamten Verbriefungserlöse eines spezifizierten Asset Pools und damit einen variierenden monetären Anreiz von Kreditinstituten zur Securitization ihrer Credit Assets. Eine hohe Risikoaversion der CDO-Investoren impliziert hohe Launch Spreads der strukturierten Finanzinstrumente und somit geringe Emissionserlöse des Originators et vice versa. Gemäß dem vorliegenden Modellergebnis beeinflusst die aktuelle Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes somit wesentlich die Höhe der Verbriefungsanreize und damit die Stärke der Verbriefungsaktivitäten der Originatoren.<sup>104</sup>

Ferner lässt sich aus obigen Ergebnissen unmittelbar die allgemeine Aussage ableiten, dass es für Originatoren in Zeiten sehr niedriger Risikoaversion besonders vorteilhaft sein kann, Assets mit hohem Ausfallrisiko („Lemons“) an den Markt zu bringen, da diese Assets dann vergleichsweise hohe Werte erzielen können. Daraus folgt, dass dem aktuellen Marktumfeld eine entscheidende Bedeutung für die relative Vorteilhaftigkeit der Veräußerung einzelner Tranchen zukommt. Wie gezeigt wurde, besitzen die höherrangigen Tranchen eine sehr geringe, die stark subordinierten Tranchen jedoch eine sehr hohe Marktwertsensitivität auf Veränderungen der Risikoaversion. Bei niedriger Risikoaversion des Kapitalmarktes bestehen somit deutliche Anreize für das Kreditinstitut, besonders die risikoreicheren Tranchen an den Kapitalmarkt weiterzugeben, da hierdurch im Gegensatz zu Marktphasen hoher Risikoaversion eine Realisierung sehr hoher Marktwerte möglich ist.<sup>105,106</sup>

---

<sup>104</sup> Verstärkt wird dieser Effekt durch die Tatsache, dass eine niedrige (hohe) Risikoaversion i.d.R. mit positiven (negativen) Konjunkturerwartungen verbunden ist. Bei positiven (negativen) Konjunkturerwartungen steigt (sinkt) die Kreditnachfrage bei Banken, weshalb für diese eine höhere (niedrigere) Refinanzierungsnotwendigkeit besteht. Die mit einer True Sale-Verbriefung verbundene Refinanzierung und der daraus für das Kreditinstitut resultierende Nutzen verstärken somit ggf. den oben dargestellten Mechanismus. Erste Hinweise, dass die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes tatsächlich die realen Verbriefungsaktivitäten zu beeinflussen vermag, lassen sich aus einer durch den Autor durchgeführten Korrelationsanalyse zwischen den Verbriefungsaktivitäten europäischer Emittenten (gemessen durch die monatliche Veränderungsrate des gesamten Emissionsvolumens strukturierter Anleihen europäischer Emittenten) und der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes (gemessen durch den Monatsdurchschnitt des Risikoaversionsindex der UniCredit Group) für den Zeitraum Januar 1998 bis Juli 2008 ableiten. Ohne Berücksichtigung des Trends im Zeitablauf ansteigender Volumina strukturierter Anleihen ergibt sich eine Korrelation von -0,39, bei Kontrolle dieses Trends eine Korrelation von -0,22. Da die Veränderung der Risikoaversionshöhe eng mit der Entwicklung des makroökonomischen Umfelds zusammenhängt, lässt sich durch eine solche Korrelationsanalyse der Einfluss der Risikoaversion jedoch nicht vom Einfluss des makroökonomischen Umfeldes isolieren.

<sup>105</sup> Erste empirische Hinweise auf eine verstärkte Weitergabe riskanter Tranchen in Zeiten einer geringen Risikoaversion des Kapitalmarktes finden sich in Schaber (2008). Es wird gezeigt, dass der relative Anteil der Combination Notes an der Gesamttransaktion, welcher eine Proxy für die Größe der weitergegebenen Equity Tranche darstellt, c.p. positiv mit der Steigung der Zinsstrukturkurve korreliert ist. Eine hohe positive Steigung der Zinsstrukturkurve deutet auf eine gute konjunkturelle Lage hin, welche wiederum mit einer geringen Unsicherheit und damit einer geringen Risikoaversion an den Finanzmärkten verbunden. Vgl. hierzu auch Gann (2010).

<sup>106</sup> Gemäß Krahen (2005), S. 516 wird bei strukturierten Emissionen zunehmend der Einbehalt der Senior Tranche praktiziert, da infolge des durch den Emittenten für den Verkauf der Senior Tranche zu zahlenden hohen Credit Spreads ein Verkauf für das Institut unattraktiv werden kann. Dieses beobachtbare Verhalten der

Darüber hinaus ergeben sich in einem Marktumfeld niedriger Risikoaversion starke Anreize für Kreditinstitute besonders riskante Kreditengagements einzugehen, sofern diese umgehend im Rahmen eines Originate-to-Distribute-Modells an den Kapitalmarkt transferiert werden können. Ein dauerhaft hoher Risikoappetit des Kapitalmarktes mit einer dadurch induzierten hohen Nachfrage nach sehr riskanten Credit Assets kann demgemäß zu mit der Zeit sinkenden Kreditvergabestandards der Institute beitragen. Denn durch eine Verminderung der Kreditvergabestandards ist es dem Institut möglich, Assets zu erzeugen, für welche in Zeiten sehr niedriger Risikoaversion ein Sekundärmarkt existiert, an welchen die Risiken gewinnbringend weitergegeben werden können. Marktphasen hohen Risikoappetits induzieren somit gegebenenfalls eine Lockerung der strengen Kreditvergabestandards, da Banken zur eigenen Gewinnerzielung die hohe Nachfrage von Investoren nach riskanten (und renditestarken) Assets zu befriedigen suchen.<sup>107</sup> Umgekehrt ist zu erwarten, dass ein starker Anstieg der Risikoaversion zu schärferen Kreditvergabestandards führen wird. Denn in turbulenten Marktphasen und dem damit verbundenen *Flight to Quality* erfolgt regelmäßig aufgrund fehlender Nachfrage ein Zusammenbruch bzw. Austrocknen derjenigen Marktsegmente, die den Handel sehr riskanter Assets zum Gegenstand haben.<sup>108</sup> Da für Kreditinstitute in einer solchen Situation keinerlei Glatstellungsmöglichkeiten der originierten (sehr) riskanten Credit Assets mehr existieren und eine Übernahme der Risiken auf die eigene Bankbilanz hohe ökonomische und regulatorische Eigenmittelanforderungen bei einem gleichzeitig erwarteten Rückgang der Höhe der Eigenmittel in Krisenzeiten bedingen, werden diese durch eine Verschärfung der Kreditvergabestandards die weitere Origination solcher Kredite zu verhindern suchen. Die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes vermag somit einen bedeutenden Einflussfaktor für die Entwicklung bzw. das Volumen von Märkten für riskante Assets darzustellen. Um auf die von der Risikoaversion abhängige Nachfragehöhe nach riskanten Assets wie CDOs reagieren zu können, ist eine entsprechende Anpassung des Angebots durch Originatoren erforderlich, welches wesentlich über die Kreditvergabestandards gesteuert werden kann. Da die Höhe der Risikoaversion stark mit der erwarteten Konjunkturaussichten korreliert, lässt sich folgern, dass in Zeiten guter Konjunkturaussichten die Verbriefungsaktivitäten der Kreditinstitute zunehmen und deren Kreditvergabestandards zurückgehen et vice versa. Die nähere theoretische und empirische Untersuchung dieses Sachverhalts sei weiteren Arbeiten vorbehalten.

---

Originatoren steht im Einklang mit den oben dargestellten Modellergebnissen. Es wurde gezeigt, dass die Senior Tranche bezüglich Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes sowie bezüglich geringfügiger Veränderungen der Konjunkturerwartungen sehr geringe Wertsensitivitäten und damit ein geringes Preisänderungsrisiko hinsichtlich dieser Faktoren besitzt. Wird berücksichtigt, dass ein systemrelevantes Institut gegen eine extreme Verschlechterung des makroökonomischen Umfelds - wodurch gemäß Kapitel 5.1.3 auch der Wert von Senior Tranchen stark negativ beeinflusst werden kann - de facto kostenfrei durch Staat bzw. Zentralbank versichert ist, wird bei einer hohen Spreadforderung der Investoren für die Übernahme der Senior Tranche eine Weitergabe dieser Tranche ggf. ökonomisch unvorteilhaft.

<sup>107</sup> Die beobachtbare starke Zunahme der Origination und Verbriefung sogenannter Subprime Mortgages während der Zeit niedriger Risikoaversion zwischen Anfang 2004 und Mitte 2007 scheint dies zu bestätigen. Vgl. zur Abhängigkeit der Kreditvergabestandards vom allgemeinen Marktumfeld auch Dell’Ariccia et al. (2008) sowie Becker (2008).

<sup>108</sup> Vgl. hierzu auch Kapitel 5.3

Wie die Ausführungen des Kapitels 5.1 sowie 5.2 darlegen, übernehmen Investoren von CDOs abhängig von der Seniorität der Tranche ein erhebliches Marktwertisiko bezüglich Änderungen der Faktoren Konjunkturerwartung, Assetkorrelation sowie Risikoaversion des Kapitalmarktes. Den bisherigen Analysen lag dabei die Annahme der Existenz vollkommen liquider Kapitalmärkte zugrunde, an welchen Assets jederzeit zu deren fundamentalen Werten gehandelt werden können. Eine umfassende Analyse der Preisdeterminanten von CDOs muss jedoch berücksichtigen, dass an realen Kapitalmärkten die assetspezifische Liquidität bzw. das assetspezifische Liquiditätsrisiko die Zahlungsbereitschaft von Investoren maßgeblich beeinflusst. Dies wird besonders bei Betrachtung der teilweise substantiellen Marktwertverluste von AAA-Tranchen zahlreicher Verbriefungstransaktionen im Verlauf der Subprime-Krise deutlich, welche alleine durch eine Veränderung der fundamentalen Faktoren Konjunkturerwartung und Assetkorrelationen sowie eine starken Zunahme der Risikoaversion des Kapitalmarktes nicht zu erklären sind.<sup>109</sup> Erst die Berücksichtigung des Preiseinflusses, welcher durch die Existenz des Liquiditätsrisikos induziert wird, vermag die starken Marktwertveränderungen besonders der höherrangigen Tranchen zu begründen. Das nachfolgende Kapitel analysiert diesen Sachverhalt und zeigt den bedeutenden Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die Marktpreise von CDOs anhand eines empirisch fundierten modelltheoretischen Zusammenhangs zwischen der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes und der Höhe des assetspezifischen Liquiditätsrisikos auf.

### **5.3 Liquidität als Preisdeterminante von CDOs**

An unvollkommenen Kapitalmärkten sind Liquiditätsaspekte bewertungsrelevant. Die Marktstrukturmodelle von *Amihud/Mendelson (1986)*, *Boudoukh/Whitelaw (1993)*, *Vayanos (1998)* und *Easley et al. (2002)* zeigen, dass Marktunvollkommenheiten in Form von Transaktionskosten Liquiditätsunterschiede zwischen Wertpapieren induzieren.<sup>110</sup> Da Investoren eine Kompensation für die Übernahme potentieller Transaktionskosten fordern, beeinflusst die Höhe der Liquidität eines Assets dessen Marktpreis. Die genannten Arbeiten zeigen, dass die erwartete Rendite eines Vermögenswertes c.p. in einer positiven Beziehung zu der Höhe der liquiditätsbedingten Transaktionskosten steht.<sup>111</sup> Infolge der Unsicherheit über die zukünftige Höhe der Liquidität eines bestimmten Assets zu einem spezifischen Zeitpunkt und damit die Höhe der Transaktionskosten, entsteht für Investoren ein Liquiditätsrisiko. Entsprechend dieses Sachverhalts bezeichnet der Begriff Liquiditätsrisiko nachfolgend das Risiko, bei zukünftigem Verkauf eines Assets nicht dessen fundamentalen Wert

---

<sup>109</sup> Vgl. hierzu insbesondere Allen/Carletti (2008) sowie Fender/Scheicher (2009).

<sup>110</sup> Vgl. hierzu auch O'Hara (1995), S. 56-67.

<sup>111</sup> Vgl. dazu die grundlegenden Arbeiten von Amihud/Mendelson (1989, 1991a), Silber (1991), Warga (1992), Kamara (1994) und Elton/Green (1998). Unterstellt wird dabei, dass Investoren auch bei Wertpapieren mit einer endlichen Laufzeit mit einer positiven Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass zukünftig eine Notwendigkeit zum Verkauf des Wertpapiers vor dessen Fälligkeit entsteht. Vgl. Amihud/Mendelson (1991a).

realisieren zu können, sondern lediglich einen Preis, welcher infolge von nicht prognostizierbaren Transaktionskosten einen ex ante unsichern Abschlag auf den fundamentalen Wert enthält.<sup>112</sup> Die Abweichung des zukünftigen Verkaufspreises vom fundamentalen Marktwert ist folglich ex ante unsicher und hängt von der Liquidität des Assets zum Verkaufszeitpunkt ab. Eine geringe Liquidität von Assets - sowie eine hohe Unsicherheit über die zukünftige Liquidität - impliziert ein hohes Liquiditätsrisiko und birgt so ein zusätzliches Preisrisiko, für dessen Übernahme risikoaverse Investoren eine Kompensation verlangen. Das Liquiditätsrisiko treibt folglich die Risikoprämie von Wertpapieren, weshalb c.p. Papiere mit hohem Liquiditätsrisiko niedriger bewertet werden als Papiere mit geringem Liquiditätsrisiko.<sup>113</sup> Die in dieser Arbeit verwendete Definition des Liquiditätsrisikos nimmt die praxisnahe Sichtweise eines Investors ein und vermag die verschiedenen in der Literatur diskutierten Definitionen bzw. Aspekte von Liquidität zu umfassen.<sup>114</sup>

Sofern ein exogener Schock des Finanzsystems, wie bei der durch die Subprime-Krise ausgelösten internationalen Finanzkrise beobachtbar, dazu führt, dass (relativ) liquide Märkte vollkommen illiquide werden, können Investoren ihre Positionen nicht, nicht unmittelbar oder nur mit erheblichen Preisabschlägen verkaufen.<sup>115</sup> Dieses krisenbedingte Liquiditätsrisiko ist regelmäßig stark

---

<sup>112</sup> Vgl. zu dieser Definition z.B. Bangia et al. (1998), Perraudin/Taylor (2003), Chacko/Stafford (2004), Amato/Remolona (2005), Chacko (2006) und Ericsson/Renault (2006). Der Begriff Liquiditätsrisiko inkludiert das Risiko, dass eine Position nicht innerhalb einer bestimmten Zeit veräußert werden kann und es deshalb zu *Delay Costs* kommt. Vgl. zu dieser Definition Longstaff (2001), S. 2215. *Delay Costs* reduzieren den faktischen Marktpreis eines Assets für den Verkäufer. Es sei erwähnt, dass in der Literatur der Begriff *Liquiditätsrisiko* auch verwendet wird, um die Zahlungsfähigkeit bzw. die Möglichkeit von Marktteilnehmern zu beschreiben, Finanzierung zu erhalten. Im Mittelpunkt des Kapitels 5.3 steht jedoch die oben dargestellte assetspezifische Liquiditätsrisikodefinition. Vgl. hierzu z.B. Bank for International Settlements (1999), S. 13, Vayanos (2004) sowie die nachfolgenden Ausführungen. In Anlehnung an Kyle (1985) umfasst die Liquidität eines Assets bzw. Marktes mindestens drei Dimensionen: *Tightness* (Marktbreite), *Depth* (Markttiefe) und *Resiliency* (Erneuerungskraft). Vgl. hierzu auch Bank for International Settlements (1999), S. 13-17. Ein Markt bzw. ein Asset kann dementsprechend als liquide bezeichnet werden, wenn großvolumige Transaktionen innerhalb kurzer Zeit ohne große Preiswirkung ausgeführt werden können.

<sup>113</sup> Vgl. z.B. Amihud/Mendelson (1991a), S. 56. Anzumerken ist, dass Liquiditätsrisiken sowohl eine idiosynkratische als auch eine systematische Komponente besitzen. Da Liquiditätsrisiken nicht vollständig diversifiziert werden können, beeinflussen diese nicht nur in der dieser Arbeit zugrunde liegenden Bernoulli-Nutzen-Welt sondern gleichsam in einer (erweiterten) CAPM-Welt die Marktpreise von Assets. Vgl. u.a. Chacko (2006) und Acharya/Pedersen (2005).

<sup>114</sup> Vgl. z.B. Kyle (1985), Longstaff (1995) und Amihud/Mendelson (2006). So beeinflussen die Liquiditätsdimensionen Marktbreite, Markttiefe und Erneuerungskraft unmittelbar die erwartete Höhe des Abschlags vom fundamentalen Marktpreis bei gegebenem Transaktionsvolumen. *Delay Costs*, die entstehen, wenn Positionen nicht umgehend gehandelt werden können, sind ebenfalls als Liquiditätsrisikokosten zu sehen, welche den faktischen Marktpreis eines Assets für den Verkäufer reduzierenden. Vgl. Fußnote 112 sowie Duffie et al. (2002). Das Liquiditätsrisiko resultiert somit letztendlich immer in einem monetären Abschlag vom fundamentalen Marktwert.

<sup>115</sup> Vgl. in diesem Zusammenhang z.B. Scheicher (2008) und Fender/Scheicher (2009). Stange/Kaserer (2008) zeigen für deutsche Aktien einen starken Rückgang der Liquidität und damit einen Anstieg der Liquiditätsrisikokosten in Krisenzeiten. Wie Kaserer/Stange (2008) feststellen, sind diese Analyseergebnisse auch auf Anleihen übertragbar. Anzumerken ist, dass der Preis von Assets generell durch die am Markt verfügbare Menge an liquiden Mitteln der Investoren beeinflusst wird. Sofern diese über keine bzw. nur unzureichende liquide Mittel zum Kauf von Assets verfügen, sinkt die Nachfrage nach Assets und damit c.p. deren Preis. Dadurch können sich, wie auch im Verlauf der Finanzmarktkrise bei Asset Backed Securities beobachtbar, Preise von Wertpapieren einstellen, welche weit unter deren fundamentalen Werten liegen (*Cash-in-the-Market Pricing*). Vgl. Allen/Carletti (2008), S.11-19. Dieses durch einen allgemeinen Rückgang der verfügbaren liquiden Mittel am Kapitalmarkt induzierte Liquiditätsrisiko wird nachfolgend jedoch nicht gesondert betrachtet sondern in dem krisenbedingten Liquiditätsrisiko inkludiert.

marktspezifisch und betrifft besonders diejenigen Märkte bzw. Assets, welche von Investoren in Krisenzeiten nicht als sicher bzw. ausreichend liquide erachtet werden (*Flight to Quality* bzw. *Flight to Liquidity*) sowie diejenigen Assets, bezüglich deren fundamentalen Marktwerten eine starke (Bewertungs-)Unsicherheit besteht.<sup>116</sup>

Die Höhe der Kompensation, welche erwartungsnutzenmaximierende Investoren für die Übernahme des Liquiditätsrisikos einfordern, hängt von deren Risikoaversion ab. Denn eine gegebene Unsicherheit über die Höhe der möglichen Abweichung des tatsächlichen Verkaufspreises eines Assets von dessen fundamentalen Marktwert bedingt mit zunehmender Risikoaversion der Investoren eine zunehmende Kompensationsforderung für die Übernahme dieses gegebenen Preisrisikos.<sup>117</sup> In Krisenzeiten ist neben einem deutlichen Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes darüber hinaus infolge des *Flight to Quality* bzw. *Liquidity* für bestimmte risikobehaftete Assetklassen mit einem starken Rückgang der Liquidität und folglich einem Anstieg des Liquiditätsrisikos zu rechnen. Eine zunehmende Risikoaversion der Investoren induziert somit nicht nur eine höhere Renditeforderung zur Kompensation eines *gegebenen* Preisrisikos, welches aus einer liquiditätsbedingten möglichen Abweichung des tatsächlichen Verkaufspreises eines Assets von dessen fundamentalen Marktwert resultiert, sondern bewirkt darüber hinaus eine *Zunahme* der Schwankungsbreite dieser potentiellen Abweichung.<sup>118,119</sup> Dieser Sachverhalt kann in extremen Marktsituationen dazu führen, dass die geforderten Risikoprämien bestimmter riskanter Assets

---

<sup>116</sup> Vgl. z.B. Allen/Carletti (2008), S. 5, Goyenko/Sarkissian (2008) sowie Bank for International Settlements (1999), S. 17. Sowohl während der Russland- als auch Subprime-Krise waren gleichzeitig steigende Credit Spreads von Corporate Bonds und sinkende Kurse von Staatsanleihen zu beobachten, da die Anleger in risikofreie und liquide Anlageformen flüchteten. Vgl. Pape/Schlecker (2009). *Flight to Quality* bzw. *Flight to Liquidity*-Effekte treten in der Regel gleichzeitig auf und sind nur schwierig gegeneinander abzugrenzen. Vgl. Beber et al. (2009).

<sup>117</sup> Vgl. Kapitel 5.2.

<sup>118</sup> Zur Abhängigkeit der Höhe des Liquiditätsrisikos von der aktuellen Marktphase vgl. z.B. Huberman/Halka (1999), Chordia et al. (2000), Hasbrouck/Seppi (2001), Acharya/Pedersen (2005), Scheicher (2008) und Fender/Scheicher (2009). Muranaga/Shimizu (1999) konnten ferner bei abnehmender Risikoaversion eine zunehmende Liquidität riskanter Wertpapiermärkte und eine abnehmende Volatilität der Wertpapierkurse nachweisen. Dieser Effekt kann sich für diejenigen riskanten Assets verstärken, für welche Investoren mit einer starken Unsicherheit über die Höhe des fundamentalen Marktwertes konfrontiert sind. Eine solche Unsicherheit kann bspw. aus einer Ungewissheit über die Validität von theoretischen Bewertungsmodellen resultieren, wie dies beispielsweise für die Bewertungsmodelle für ABS während der Subprime-Krise zu beobachten war. In der Systematik des nachfolgend dargestellten Simulationsmodells würden dann die tranchenspezifischen fundamentalen Werte selbst zu einer Zufallsvariablen werden. Zu erwähnen ist, dass der in Krisenzeiten beobachtbare Rückgang der am Kapitalmarkt verfügbaren liquiden Mittel ebenfalls diesen Effekt verstärkt. Vgl. dazu Fußnote 115.

<sup>119</sup> Bisher stattgefundenen Krisenereignisse, wie beispielsweise die durch die Subprime-Krise ausgelöste Finanzmarktkrise oder die Russlandkrise 1998, verdeutlichen, dass durch einen Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes eine starke Zunahme des Liquiditätsrisikos in bestimmten ausfallrisikobehafteten Assetklassen induziert wird. Vgl. z.B. Goyenko/Sarkissian (2008). Der Risikoaversionsindex der UniCredit Group erreichte während der Russlandkrise im Oktober 1998 den zweithöchsten Stand seit seiner Existenz von 98,44%. Dieser wurde nur im Oktober 2008 mit einem Wert von 100%, welcher dem maximalen Indexstand entspricht, übertroffen.

prohibitiv hohe Werte annehmen, die deren Handel zum Erliegen und damit den betreffenden Markt zum Zusammenbruch (*market freeze*) bringen.<sup>120</sup>

Die Höhe der liquiditätsrisikoinduzierten Credit Spread- bzw. Marktwertveränderung strukturierter Anleihen ist somit stark vom aktuellen Marktumfeld abhängig. In einer Phase ruhiger Marktbedingungen mit einer geringen Risikoaversion der Marktteilnehmer stellt die Höhe der Liquidität von Assets für Investoren oftmals kein entscheidendes Anlagekriterium dar. Kauf- und Verkaufentscheidungen von Wertpapieren basieren dann insbesondere auf der schlichten Notwendigkeit, benötigtes Kapital freizusetzen oder überschüssiges Geld zu investieren. In turbulenten bzw. krisenhaften Marktphasen mit hoher Risikoaversion richtet sich die Aufmerksamkeit der Investoren hingegen generell stark auf solche Faktoren, welche die Handelbarkeit eines Wertpapiers negativ beeinflussen. Grund ist zum einen, dass die Liquidität von Assets direkt die Fähigkeit des Investors bestimmt, liquide Mittel, welche gegebenenfalls zur Sicherung der eigenen Solvenz benötigt werden, frei zu setzen. Damit wird in schlechten Marktphasen, in welchen die Bonität der Investoren bereits durch das negative makroökonomische Umfeld beeinträchtigt ist, die Eigenschaft von Assets, jederzeit zum fundamentalen Wert liquidiert werden zu können, besonders wertvoll. Zum anderen kann der Investor bei Illiquidität von Assets gegebenenfalls nicht oder nicht unmittelbar die eigene Meinung bezüglich des fundamentalen Assetwerts durch eine Handelstransaktion umsetzen sowie Arbitragegewinne realisieren. In negativen Marktphasen wird das Liquiditätsrisiko folglich stark bewertungsrelevant, weshalb Investoren eine Kompensation in Form einer hohen Liquiditätsrisikoprämie fordern werden.<sup>121</sup>

Verschiedene empirische Studien analysieren den Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die Höhe des Credit Spreads von Corporate Bonds sowie strukturierten Anleihen und Kreditderivaten. Nachfolgend werden die Ergebnisse einer Auswahl wichtiger Arbeiten wiedergegeben.<sup>122</sup> *Collin-Dufresne et al. (2001)* untersuchen die Ursachen für Veränderungen der Credit Spreads von Corporate Bonds und zeigen, dass nur ca. 25% der beobachteten Veränderungen auf Änderungen von Faktoren, welche die Ausfallwahrscheinlichkeit oder die Verlustquote determinieren, zurückzuführen sind. Sie stellen fest, dass ein liquiditätsbezogener systematischer Risikofaktor im Markt existiert, der für einen Großteil der Spreadveränderungen verantwortlich ist. *Delianedis/Geske (2001)* bestätigen in ihrer Analyse, dass die Höhe der Liquidität von Corporate Bonds einen entscheidenden Treiber für das Ausmaß der

---

<sup>120</sup> Bezüglich des Marktes für Asset Backed Securities vgl. z.B. Fender (2008) und Gale (2008). Perraudin (2008) weist darauf hin, dass in Krisenzeiten die Einflussfaktoren Risikoaversion und Liquidität zu essentiellen Treibern von Wertpapierpreisen werden können. Zum Begriff „*market freeze*“ vgl. Gale (2008). Zu dem zur Subprime-Krise vergleichbaren Austrocknen bestimmter Asset Märkte während der Russlandkrise 1998 vgl. Bank for International Settlements (1999).

<sup>121</sup> Vgl. u.a. Scheicher (2008), Fender/Scheicher (2009) und Gann (2010).

<sup>122</sup> Vgl. hierzu auch Gann (2010). Im Vergleich zu der großen Anzahl theoretischer und empirischer Arbeiten, welche den Einfluss der Liquidität auf Aktienpreise untersuchen, ist die Anzahl von Studien, welche die Auswirkungen des Liquiditätsrisikos auf Anleihepreise analysieren, gering. Dennoch hat in den letzten Jahren eine zunehmende Zahl von Praktikern und Akademikern begonnen, sich mit diesem Themengebiet auseinander zu setzen. Zu dem Einfluss des Liquiditätsrisikos auf Aktienpreise vgl. z.B. Amihud (2002), Pastor/Stambaugh (2003) und Acharya/Pedersen (2005).

Risikoprämien darstellt. *Driessen (2005)* zerlegt den über den Expected Loss hinausgehenden Credit Spread (*Excess Credit Spread*) von Unternehmensanleihen in seine Komponenten und vermag ebenfalls eine signifikant hohe Liquiditätsprämie nachzuweisen. *Perraudin/Taylor (2003)* zeigen, dass die liquiditätsrisikobezogene Spreadkomponente von Eurobonds den größten Teil des Credit Spreads dieser Bonds ausmacht. *Longstaff et al. (2005)* analysieren die Credit Spreads von Corporate Bonds und weisen nach, dass diese sowohl durch bondspezifische als auch durch systematische, den gesamten Bondmarkt betreffende Faktoren der Liquidität, beeinflusst werden. *Ericsson/Renault (2006)* erläutern sowohl modelltheoretisch als auch empirisch, dass Liquiditäts- und Ausfallrisiken positiv korrelieren und der Liquiditätsspread in Abhängigkeit von der Restlaufzeit eines Bonds teilweise ein Vielfaches des Default-Spreads betragen kann. *Tang/Yan (2007)* zeigen, dass Credit Default Swaps Liquiditätsprämien enthalten, welche mit denen von Corporate Bonds vergleichbar sind. *Firla-Cuchra (2005)* weist einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen der Liquiditätshöhe von ABS-Tranchen und den tranchenspezifischen Launch Spreads bzw. Emissionswerten nach. *Scheicher (2008)* untersucht u.a. die Bedeutung der Liquidität für Veränderungen der Marktpreise von synthetischen CDO-Tranchen (CDX- und iTraxx-Tranchen) und zeigt, dass gerade in makroökonomischen Krisenzeiten die Höhe der Liquidität einen wesentlichen Einfluss auf die Tranchenwerte besitzt. *Fender/Scheicher (2009)* analysieren, welche Faktoren die Preisveränderungen der ABX.HE-Indizes determinieren. Dabei können sie einen starken Zusammenhang zwischen der Höhe der Marktliquidität und den ABX.HE-Preisen nachweisen. Sie zeigen darüber hinaus, dass der Einfluss der Marktliquidität auf die Indexpreise während des ausgeprägten Indexrückgangs seit Juli 2007 stark zugenommen hat. *Gann (2010)* zeigt anhand einer empirischen Dekomposition des Credit Spreads Euro denominierter Corporate Bonds, dass der absolute und relative Einfluss der Bondliquidität im Zeitablauf variiert und während Krisenzeiten zunimmt. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass Investoren in einem solchen Marktumfeld ihre Aufmerksamkeit verstärkt auf Faktoren richten, welche die Handelbarkeit einer Anleihe determinieren.<sup>123</sup>

Nachfolgend wird die Bedeutung des Liquiditätsrisikos für die Höhe der fairen Marktpreise bzw. Credit Spreads von CDO-Tranchen zum Zeitpunkt  $t_0$  unter verschiedenen Risikoaversionsszenarien simulationsgestützt analysiert. Die Höhe der Liquiditätsprämie wird auf Grundlage des Bernoulli-Prinzips abgebildet. Das durch das Liquiditätsrisiko induzierte Preisrisiko wird als zufällige negative Abweichung des Preises, zu dem zukünftig der Verkauf des Wertpapiers stattfindet, von dem allen

---

<sup>123</sup> Mit den genannten Literaturquellen zum dynamischen Einfluss der Liquidität auf die Preise ausfallrisikobehafteter Assets thematisch sehr eng verbunden sind Studien, welche den Einfluss von *Flight to Liquidity*- bzw. *Flight to Quality*-Effekten auf Assetpreise analysieren. Vgl. insbesondere Vayanos (2004), Longstaff (2004) und Beber et al. (2009). Da die genannten Studien die Auswirkungen dieser Effekte spezifisch für die Marktpreise von Staatsanleihen untersuchen und die Implikationen für die Marktpreise von Corporate Bonds und strukturierten Anleihen weitestgehend unberücksichtigt lassen, werden diese Arbeiten nachfolgend jedoch nicht näher betrachtet. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Zunahme der Relevanz des Liquiditätsrisikos für die Bewertung von ausfallrisikobehafteten Anleihen den *Flight to Liquidity* während turbulenter Marktphasen widerspiegelt.



Investoren bekannten fundamentalen Marktwert  $S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$ , modelliert.<sup>124</sup> Dieses Vorgehen bildet die dieser Arbeit zugrunde liegende Definition des Liquiditätsrisikos als mögliche negative Abweichung des tatsächlichen Handelspreises eines Wertpapiers von seinem fundamentalen Wert aus Verkäufersicht ab. Das Liquiditätsrisiko kann somit in den weiteren Ausführungen als Unsicherheit über das tatsächliche Ausmaß dieser Abweichung bei Stattfinden einer Handelstransaktion verstanden werden.<sup>125</sup> Um die Einfachheit der Darstellungen zu erhalten wird nachfolgend davon ausgegangen, dass erwartungsgemäß *genau einmal* ein Weiterverkauf der CDO-Tranche während deren Laufzeit erfolgt und entsprechend alle am Markt auftretenden potentiellen Käufer Buy-and-Hold-Investoren darstellen.<sup>126</sup> Gemäß Kapitel 4.1 bezeichnet der Begriff *fundamentaler Marktpreis* bzw. *fundamentaler (Markt)Wert* eines Wertpapiers den bei Verkauf dieses Papiers erzielbaren Preis bei vollkommen liquiden Kapitalmärkten. Der Begriff *Handelspreis* kennzeichnet nachfolgend den tatsächlichen Marktpreis, zu welchem der Verkauf der Tranche stattfindet und welcher durch die Existenz nicht vollkommen liquider Märkte induziert wird. Die Differenz zwischen Handelspreis und fundamentalem Marktpreis entspricht den Kosten der Illiquidität. Der *faire Marktwert* entspricht dann dem fairen Wert eines Wertpapiers gegeben die Existenz des Liquiditätsrisikos und bestimmt sich demgemäß aus dem *fundamentalen Marktpreis* abzüglich eines Kompensationsabschlags, welchen risikoaverse Investoren für die Übernahme des Liquiditätsrisikos vornehmen. Dieser Kompensationsabschlag spiegelt die Unsicherheit über die Höhe der Illiquiditätskosten infolge des Liquiditätsrisikos wider. Für den Handelspreis  $P_{t_1, CDO\theta}$  der CDO-Tranche mit Rating  $\theta$  zum Zeitpunkt  $t_1$  gilt folglich.<sup>127</sup>

<sup>124</sup>  $S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  steht dabei für das Sicherheitsäquivalent der unsicheren Endwertverteilung der CDO-Tranche mit Rating  $\theta$ . Vgl. hierzu Kapitel 4.3.2. Nachfolgende Ausführungen beziehen sich auf eine Konjunkturerwartung mit  $\mu=0$  und  $\omega=0,2$ .

<sup>125</sup> Vgl. z.B. Amihud/Mendelson (1991b) und Chacko (2006).

<sup>126</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass annahmegemäß der risikofreie Zinssatz auf  $r_f=0$  normiert wurde und ein Default der Kreditengagements nur zum Fälligkeitszeitpunkt der Transaktion in  $t_T=10$  stattfinden kann. Vgl. Kapitel 4. Besteht bei dem Erstinvestor einer Tranche Unsicherheit über die Notwendigkeit des zukünftigen Verkaufs der CDO-Tranche vor deren Fälligkeit, so ist bei der Ermittlung des liquiditätsindizierten Preiseinflusses die Höhe der Wahrscheinlichkeit zu berücksichtigen, mit welcher der CDO-Erstinvestor erwartet, dass zukünftig eine Notwendigkeit zum Verkauf der Tranche entsteht. Sofern diese Wahrscheinlichkeit einen positiven Wert besitzt, bleiben die nachfolgend modellhaft dargestellten Zusammenhänge grundsätzlich bestehen. Das Ausmaß der liquiditätsinduzierten Spread- und Marktwertveränderungen weicht jedoch von den nachfolgend dokumentierten Simulationsergebnissen ab. Da die erwartete Wahrscheinlichkeit für die zukünftige Notwendigkeit eines Verkaufs vor Fälligkeit die Höhe des erwarteten Sicherheitsäquivalents der liquiditätsinduzierten Marktwertveränderung determiniert, steigt die Höhe dieser Abweichung dabei umso stärker, je geringer diese Wahrscheinlichkeit ausfällt. Da die modelltheoretische Beziehung zwischen Risikoaversionshöhe und Liquiditätseinfluss im Fokus der nachfolgenden Analyse steht und die exakten Analyseergebnisse lediglich indikativen Charakter besitzen, wird, um die Einfachheit der Darstellungen zu erhalten, davon ausgegangen, dass der Erstinvestor einer Tranche mit einer Wahrscheinlichkeit von Eins von der Notwendigkeit des zukünftigen Verkaufs der CDO-Tranche vor deren Fälligkeit ausgeht.

<sup>127</sup> Wie in Fußnote 126 erläutert, wird nachfolgend davon ausgegangen, dass *genau einmal* ein Weiterverkauf der CDO-Tranche während deren Laufzeit erfolgt. Sofern erwartet wird, dass ein mehrfacher Handel der Tranche bis zu deren Fälligkeit stattfindet, ist der zweite Term der Gleichung (16) durch eine Zufallsvariable zu substituieren, welche die Summe der Barwerte der bei jeder Handelstransaktion anfallenden Transaktionskosten abbildet. Vgl. dazu auch Amihud/Mendelson (1991b). Zu der Situation, dass Investoren mit einer Wahrscheinlichkeit *kleiner* Eins von der Notwendigkeit des zukünftigen Verkaufs der CDO-Tranche vor deren Fälligkeit ausgehen, vgl. ebenfalls Fußnote 126.

$$P_{t_1, CDO \theta} = S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta}) - \lambda_{CDO \theta} \cdot S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta}). \quad (16)$$

Der Handelspreis  $P_{t_1, CDO \theta}$  entspricht somit  $S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta})$ , dem fundamentalen Wert der Endwertverteilung  $\tilde{\chi}_{CDO \theta}$  der CDO-Tranche mit Ratingeinschätzung  $\theta$  an einem vollkommen liquiden risikoaversen Kapitalmarkt, abzüglich einem durch das Liquiditätsrisiko induzierten Preisabschlag  $\lambda_{CDO \theta} \cdot S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta})$ .<sup>128</sup>  $\lambda_{CDO \theta}$  wird dabei als *prozentuale* Abweichung vom fundamentalen Marktpreis  $S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta})$  interpretiert.<sup>129</sup> Für  $\lambda_{CDO \theta}$  wird angenommen:

$$\lambda_{CDO \theta} = \min[99,99; |\nu|] \quad \text{mit } \nu \sim NV(0, \sigma_{\lambda \theta}) \quad (17)$$

$\lambda_{CDO \theta}$  wird folglich als Minimum des Absolutwertes einer normalverteilten Zufallsvariable  $\nu$  mit Standardabweichung  $\sigma_{\lambda \theta}$  und Erwartungswert 0 sowie dem Wert 99,99 definiert. Im Simulationsmodell wird durch die Bedingung (3.17) sichergestellt, dass  $\lambda_{CDO \theta}$  grundsätzlich einer Normalverteilung folgt, sofern die simulierten Werte für  $|\nu|$  kleiner als 99,99 sind. Simulierte Werte, für welche  $|\nu| > 99,99$  gilt, werden auf 99,99 normiert. Die Betragsfunktion  $|\nu|$  transformiert negative Simulationsergebnisse für  $\nu$  in positive Werte, da das Liquiditätsrisiko für Investoren mit einer Long-Position des Assets ein Preisrisiko, d.h. Preisabschläge und keine Preisaufläge, induziert. Da  $\lambda_{CDO \theta}$  der prozentualen Abweichung vom fundamentalen Marktpreis  $S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta})$  entspricht, wird gemäß Bedingung (3.17) sichergestellt, dass der Handelspreis einer CDO-Tranche niemals negative Werte annehmen kann. Die Untergrenze für  $P_{CDO \theta}$  beträgt bei extremer Ausprägung der prozentualen Abweichung  $\lambda_{CDO \theta}$ , d.h. in extrem illiquiden Märkten,  $0,0001 \cdot S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta})$ . Ein hoher Wert für die Standardabweichung  $\sigma_{\lambda \theta}$  der Zufallsvariable  $\nu$  impliziert eine höhere Wahrscheinlichkeit für größere Abweichungen des tatsächlichen zukünftigen Handelspreises eines Wertpapiers von seinem fundamentalen Wert und somit ein höheres Liquiditätsrisiko.<sup>130</sup>

<sup>128</sup> Nachfolgend wird das Subskript  $t_1$  in  $P_{t_1, CDO \theta}$  vernachlässigt. Der Begriff *Preisabschlag* bezeichnet in den weiteren Ausführungen immer einen konkreten Abschlag auf den fundamentalen Marktwert bei einer spezifischen Handelstransaktion infolge der Existenz des Liquiditätsrisikos. Der *Preisabschlag* stellt so die Differenz zwischen *fundamentalem Marktwert* und *Handelspreis* dar. Der Begriff *Kompensationsabschlag* kennzeichnet hingegen denjenigen Betrag, um welchen die Zahlungsbereitschaft der Investoren für eine Tranche, infolge der geforderten monetären Kompensation für die Übernahme des Liquiditätsrisikos gegenüber einer Situation vollkommen liquider Märkte, geringer ausfällt. Er entspricht folglich der Differenz zwischen *fundamentalem* und *fairen Marktwert*.

<sup>129</sup> Beispielsweise entspricht eine Ausprägung  $\lambda_{CDO \theta} = 0,799$  somit einem durch das Liquiditätsrisiko induzierten Preisabschlag von 0,799% bezogen auf den Wert  $S\tilde{A}(\tilde{\chi}_{CDO \theta})$ .

<sup>130</sup> Die in den Gleichungen (16) und (17) sowie nachfolgend in den Gleichungen (18) und (19) dargestellte Modellierung des Liquiditätsrisikos sowie dessen Verteilungseigenschaften vermag grundsätzlich die realen Gegebenheiten abzubilden. Vgl. zu diesen z.B. Huberman/Halka (1999), Muranaga/Shimizu (1999), Chordia et al. (2000), Hasbrouck/Seppi (2001), Scheicher (2008) und Fender/Scheicher (2009). Eine exakte Parametrisierung der Modellannahmen scheidet jedoch an fehlenden empirischen Erkenntnissen z.B. bezüglich der präzisen Verteilungseigenschaften der Zufallsvariablen  $\nu$ . Insofern sind auch die nachfolgenden Quantifizierungen lediglich als Anhaltspunkte für reale liquiditätsrisikoinduzierte Spread- und

Wie theoretische und empirische Arbeiten zeigen, wird die Höhe des Liquiditätsrisikos ausfallrisikobehafteter Assets wesentlich von der Marktphase, welche sich in der Höhe der Unsicherheit bzw. Risikoaversion des Kapitalmarktes widerspiegelt, beeinflusst.<sup>131</sup> Dabei bedingt ein Anstieg der Risikoaversion einen simultanen Anstieg der liquiditätsrisikoinduzierten Kompensationsforderung: Zum einen induziert eine zunehmende Risikoaversion der Investoren eine höhere Renditeforderung zur Kompensation eines *gegebenen* Preisrisikos, welches aus einer liquiditätsbedingten möglichen Abweichung des tatsächlichen Verkaufspreises eines Assets von dessen fundamentalen Marktwert resultiert. Zum anderen steigt während Krisenzeiten infolge einer starken Zunahme der Unsicherheit der Marktteilnehmer und der dadurch induzierten *Flight to Quality*- bzw. *Flight to Liquidity*-Effekte die Schwankungsbreite dieser potentiellen Abweichungen an: Infolge eines durch die Krisensituation ausgelösten deutlichen Anstiegs der Risikoaversion der Marktteilnehmer ziehen diese Liquidität aus riskanten Märkten ab um diese in Märkte zu investieren, die als (relativ) sicher und liquide gelten. Diese Gegebenheit wird nachfolgend in der Simulation durch die Abhängigkeit der Standardabweichung  $\sigma_{\lambda\theta}$  von der aktuellen Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes  $c$  berücksichtigt, d.h. es gilt:<sup>132</sup>

$$\sigma_{\lambda\theta} = f(c) \quad \forall \theta = \{AAA, AA, A, BBB, BB, B, Equity\}. \quad (18)$$

Der angenommene funktionale Zusammenhang  $f(c)$  determiniert die Höhe der liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente bzw. die Stärke des Einflusses des Liquiditätsrisikos auf die Marktwerte der CDO-Tranchen für eine gegebene Risikoaversionshöhe  $c$  des Kapitalmarktes. Wie dargestellt, implizieren empirische und theoretische Untersuchungen, dass mit einem Anstieg der Risikoaversion die Höhe des Liquiditätsrisikos riskanter Assets, in obenstehender Systematik ausgedrückt durch die Standardabweichung  $\sigma_{\lambda\theta}$  der Zufallsvariablen  $\nu$ , ansteigt. Eine Funktion  $f(c)$ , welche die realen Gegebenheiten grundsätzlich abzubilden vermag, muss ferner die während bisher stattgefundenen Krisenereignissen gewonnene Erkenntnis berücksichtigen, dass ein *starker* Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes eine *starke* Zunahme des Liquiditätsrisikos bestimmter riskanter Assetklassen induziert.<sup>133</sup>

Die genaue Kenntnis der Beziehung zwischen Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes und der Höhe des mit einem Asset verbundenen Liquiditätsrisikos, d.h. dessen

---

Marktwertveränderungen von CDOs bei Veränderungen der Risikoaversion zu verstehen. Vgl. hierzu besonders auch Fußnote 126. Zur Modellierung des Liquiditätsrisikos auf Basis einer Zufallsvariablen vgl. auch Acharya/Pedersen (2005).

<sup>131</sup> Vgl. Beber et al. (2009), Vayanos (2004), die vorangegangenen Ausführungen sowie Fußnote 118.

<sup>132</sup> Wird  $\sigma_{\lambda\theta}$  nicht als Funktion der Marktsituation, abgebildet durch  $c$ , dargestellt, so führt ein Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes infolge einer höheren Bewertung der unveränderten Volatilität des Handelspreises zwar ebenfalls zu einem Anstieg des Liquiditätsrisikos, nicht jedoch in dem zu Krisenzeiten empirisch beobachtbaren Ausmaß. Erst wenn in der Simulation die Volatilität des Handelspreises in Abhängigkeit von der Marktsituation modelliert wird, vermögen die Simulationsergebnisse die reale Veränderung des Liquiditätsrisikos zu Krisenzeiten grundsätzlich widerzuspiegeln. Vgl. u.a. Vayanos (2004), Scheicher (2008), Beber et al. (2009) und Fender/Scheicher (2009).

<sup>133</sup> Vgl. z.B. Fender (2008), Gale (2008) und Perraudin (2008).

liquiditätsrisikoinduziertem Marktwertisiko, besitzt für rationale Investoren einen grundlegenden Einfluss auf die Investmententscheidung bzw. CDO-Bewertung.<sup>134</sup> Trotz der in jüngster Vergangenheit stark zunehmenden Forschungsanstrengungen zur Quantifizierung des Liquiditätsrisikos ausfallrisikobehafteter Wertpapiere wurde bisher, soweit bekannt, noch kein Modellrahmen für diesen funktionalen Zusammenhang entwickelt. Die vorliegende Arbeit stellt folglich eine erste simulationsgestützte Analyse dar, welche die Abhängigkeit des Liquiditätsrisikos von dem aktuellen Marktumfeld auf Grundlage empirischer Erkenntnisse beispielhaft modelliert, um auf dieser Basis die durch dynamische Veränderungen des Liquiditätsrisikos bedingten Spread- und Marktwertveränderungen von CDO-Tranchen unterschiedlicher Seniorität quantitativ erfassen zu können. Da bis dato keine präzisen theorie- und empiriegestützten Erkenntnisse über die Form von  $f(c)$  existieren, erfolgt in vorliegender Arbeit die Berücksichtigung des Einflusses des Liquiditätsrisikos auf die tranchenspezifischen Marktwerte anhand eines funktionalen Zusammenhangs, welcher die bisherigen empirischen Erkenntnisse schematisch abbildet. Anzumerken ist, dass sich in der Realität bezüglich der Höhe des Liquiditätsrisikos innerhalb einzelner Assetklassen spezifische Liquiditätsrisikoklassen identifizieren lassen. So dokumentieren verschiedene empirische Untersuchungen, dass beispielsweise die Größe des Emissionsvolumens oder das Alter einer Anleihe direkten Einfluss auf die Höhe des Liquiditätsrisikos besitzt.<sup>135</sup> Um die Einfachheit der Darstellungen zu erhalten, wird nachfolgend jedoch von der Existenz verschiedener Liquiditätsrisikoklassen abstrahiert und davon ausgegangen, dass c.p. das prozentuale Preisänderungsrisiko in allen CDO-Ratingklassen  $\theta$  identisch ist. Es wird folglich wie in Formel (3.18) dargestellt angenommen, dass die Funktion  $f(c)$  für alle CDO-Tranchen gleichermaßen gilt und nicht von Faktoren wie Größe des Emissionsvolumens oder Alter der Anleihen beeinflusst wird. Alle CDO-Tranchen werden somit einer Liquiditätsrisikoklasse zugeordnet.<sup>136</sup> Hieraus folgt unmittelbar, dass alle Tranchen eine gleiche *absolute* Höhe der liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente aufweisen müssen. Denn die mögliche, durch das Liquiditätsrisiko hervorgerufene prozentuale Schwankung  $\lambda_{CDO\theta}$  des Handelspreises ist für alle Wertpapiere einer Liquiditätsrisikoklasse identisch. Dies impliziert, dass die

---

<sup>134</sup> Grundsätzlich gilt dies auch für Buy-and-Hold-Investoren, da diese zu Krisenzeiten zur Sicherung der eigenen Solvenz gezwungen sein könnten, Vermögensgegenstände zu liquidieren. Existieren Anlagerestriktionen, so ist die Quantifizierung des liquiditätsrisikoinduzierten Marktwerttrisikos besonders essentiell. Vgl. hierzu Fußnote 81.

<sup>135</sup> Liquidität ist besonders bei Fremdkapitaltiteln eine nur schwierig direkt beobachtbare Variable, weshalb diese in der Regel durch Nahrungsgrößen indirekt gemessen werden muss. Sehr beliebte Nahrungsgrößen, da leicht zu erheben, sind das *Emissionsvolumen* oder das *Alter* von Anleihen. Vgl. z.B. Perraudin/Taylor (2004), Tsuji (2005), Firla-Cuchra (2005) sowie Gann (2010). Weitere in empirischen Untersuchungen verwendete Nahrungsgrößen für Liquidität stellen u.a. das *Handelsvolumen pro definierter Zeiteinheit* oder der *Bid-Ask Spread* der Anleihe dar. Zu Liquiditätsmaßen von Fremdkapitaltiteln vgl. auch Gann (2010). Anzumerken ist, dass c.p. alleine schon die Existenz einer externen Ratingeinschätzung die Liquidität des ausfallrisikobehafteten Assets am Markt zu erhöhen vermag. Vgl. hierzu auch Carron et al. (2003).

<sup>136</sup> Werden die einzelnen Tranchen z.B. infolge ihrer unterschiedlichen Tranchengrößen unterschiedlichen Liquiditätsrisikoklassen zugeordnet, so bleiben die nachfolgend dargestellten Analyseergebnisse grundsätzlich unverändert. Lediglich die absolute Höhe der liquiditätsrisikoinduzierten Spreadkomponente und damit auch die liquiditätsrisikoinduzierten relativen Marktwertveränderungen wären dann tranchenspezifisch.

*relative* Bedeutung der Liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente am Gesamtsread hoch tranchenspezifisch ist, da die einzelnen Tranchen entsprechend ihrer Qualitäten unterschiedlich hohe Risikoprämien zur Kompensation für die Übernahme erwarteter und unerwarteter Ausfallverluste aufweisen.

Für die nachfolgende Analyse sei für  $f(c)$  beispielhaft angenommen:

$$f(c) = \kappa_{\lambda\theta} \left(\frac{1}{c}\right) \quad \forall \quad \theta = \{AAA, AA, A, BBB, BB, B, Equity\}. \quad (19)$$

Diese Funktion impliziert einen deutlichen Anstieg des Liquiditätsrisikos in Krisenzeiten bei hoher Risikoaversion des Kapitalmarktes, d.h. einem niedrigen Risikoaversionskoeffizienten  $c$ , und spiegelt so die oben beschriebene empirisch beobachtbare Eigenschaft strukturierter Anleihen wider.<sup>137</sup>

Die Abbildung 13 zeigt für Werte von  $\kappa_{\lambda\theta} \in [0,5;5]$  sowie  $c \in [0,005;0,3]$  die durch die Gleichungen (16) bis (19) implizierten Liquiditätsspreads  $r_{CDO\theta}^{Liqui}$ , d.h. die das Liquiditätsrisiko abbildende Komponente des Credit Spreads. Der Liquiditätsspread  $r_{CDO\theta}^{Liqui}$  bezieht sich auf die Gesamtlaufzeit der Transaktion und bestimmt sich gemäß

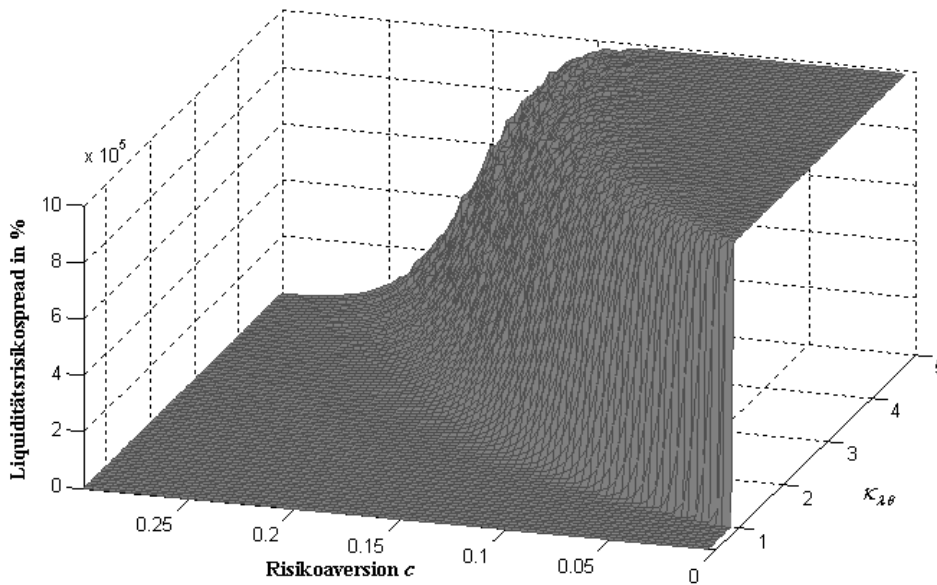
$$r_{CDO\theta}^{Liqui} = \left( \frac{S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})}{S\check{A}_{Liqui}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})} \right) - 1. \quad (20)$$

$S\check{A}_{Liqui}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  entspricht dem *fairen Marktwert* der Tranche mit Rating  $\theta$  in  $t_0$  bei Existenz des Liquiditätsrisikos und berechnet sich aus dem Sicherheitsäquivalent der Endwertverteilung  $\tilde{\chi}_{CDO\theta}$  unter Berücksichtigung der durch  $\lambda_{CDO\theta}$  induzierten Liquiditätsrisikokosten.  $S\check{A}_{Liqui}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  enthält einen Kompensationsabschlag auf den an vollkommen liquiden Märkten fundamentalen Marktwert  $S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$  in Höhe von  $S\check{A}(\tilde{\chi}_{CDO\theta}) - S\check{A}_{Liqui}(\tilde{\chi}_{CDO\theta})$ . Dieser resultiert aus einer im Vergleich zur Situation vollkommen liquider Märkte um  $r_{CDO\theta}^{Liqui}$  erhöhten Renditeforderung, die risikoaverse Investoren für die Übernahme des Liquiditätsrisikos beanspruchen.<sup>138</sup>

<sup>137</sup> Eine Zuordnung der einzelnen Tranchen in unterschiedliche Liquiditätsrisikoklassen ließe sich im Simulationsmodell sehr einfach durch die Wahl unterschiedlicher Werte für  $\kappa_{\lambda\theta}$  für die verschiedenen Tranchenqualitäten  $\theta$  abbilden. Um die Einfachheit der Darstellungen zu erhalten, wird nachfolgend jedoch hierauf verzichtet.

<sup>138</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass der in dieser Höhe angegebene Liquiditätsspread für einen Investor relevant ist, für welchen zukünftig mit Sicherheit die Notwendigkeit des Verkaufs der CDO-Tranche besteht. Vgl. hierzu Fußnote 126.

ABBILDUNG 13: LIQUIDITÄTSSPREADS FÜR VERSCHIEDENE WERTE VON  $\kappa_{\lambda\theta}$  SOWIE  $c$



Wie Abbildung 13 verdeutlicht, beeinflusst die Wahl des Parameters  $\kappa_{\lambda\theta}$  maßgeblich die funktionale Beziehung zwischen der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes  $c$  und der absoluten Höhe des Liquiditätsrisikospreads  $r_{CDO\theta}^{Liqui}$ . Unabhängig von der konkreten Ausprägung von  $\kappa_{\lambda\theta}$  gilt allgemein, dass mit abnehmender Risikoaversion die liquiditätsrisikobezogene Spreadkomponente sinkt. Kleinere Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  führen erst bei einer hohen Risikoaversion zu einem signifikanten Anstieg der Liquiditätsspreads, höhere Werte bedingen hingegen bereits für eine weniger stark ausgeprägte Risikoaversion eine starke Sensitivität der liquiditätsbezogenen Risikoprämie. Wie dargelegt, weisen theoretische und empirische Arbeiten auf eine starke Zunahme des Liquiditätsrisikos bei einem extremen Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes hin. Werden, wie nachfolgend der Fall, Ausprägungen des Risikoaversionskoeffizienten von  $c \leq 0,1$  als Marktphasen sehr hoher Risikoaversion (Krisenzeiten) definiert, so muss eine Funktion  $f(c)$ , welche diesen Zusammenhang abzubilden sucht, eine hohe Sensitivität der Liquiditätsspreads  $r_{CDO\theta}^{Liqui}$  auf geringfügige Veränderungen von  $c$  im Bereich um  $c = 0,1$  implizieren. Dieser Anforderung an  $f(c)$  werden Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  im Bereich  $1,1 < \kappa_{\lambda\theta} < 1,5$  gerecht. Wird die Simulation der tranchenspezifischen Credit Spreads für Werte dieses Intervalls sowie Risikoaversionskoeffizienten zwischen  $c = 0,3$  und  $c = 0,8$  welche ein normales Marktumfeld indizieren, durchgeführt, so zeigt sich darüber hinaus, dass der simulierte relative Anteil des Liquiditätsspreads am gesamten Credit Spread für Investment Grade CDOs durchschnittlich näherungsweise mit den von empirischen Studien angegebenen Werten für Investment

Grade Anleihen übereinstimmt.<sup>139</sup> Da die Funktion  $f(c)$  für  $\kappa_{\lambda\theta} \in [1,1;1,5]$  somit Ergebnisse impliziert, welche grundsätzlich mit empirischen Beobachtungen sowohl in ruhigen als auch krisenhaften Marktphasen in Einklang stehen, basieren die nachfolgenden Darstellungen zum Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die Marktwerte bzw. Credit Spreads von CDOs ausschließlich auf Werten für  $\kappa_{\lambda\theta}$ , welche in dem angegebenen Intervall liegen.

ABBILDUNG 14: DURCH DIE EXISTENZ DES LIQUIDITÄTSRISIKOS INDUZIERTE RELATIVE CDO-MARKTWERTMINDERUNG

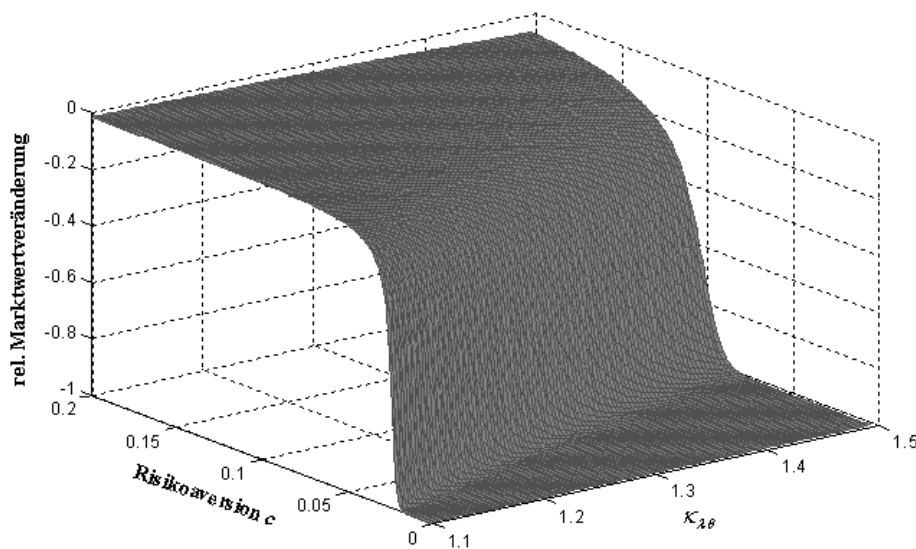


Abbildung 14 stellt die durch die Existenz des Liquiditätsrisikos bedingte *relative* Marktwertminderung der CDO-Tranchen für Werte von  $\kappa_{\lambda\theta} \in [1,1;1,5]$  sowie  $c \in ]0;0,2]$  dar. Für die Ableitung der *relativen* Marktwertminderung wird die *absolute* Marktwertminderung, welche durch die Existenz des Liquiditätsrisikos induziert wird, in Relation zu dem fundamentalen Marktwert bei vollkommen liquiden Kapitalmärkten gleicher Risikoaversionshöhe gesetzt. Da alle CDO-Tranchen einer identischen Liquiditätsrisikoklasse zugeordnet wurden, ist die liquiditätsrisikoinduzierte relative Marktwertminderung unabhängig von der Subordination für alle Tranchen gleich. Das durch  $f(c)$  beschriebene Liquiditätsrisiko induziert bei einer ansteigenden Risikoaversion des Kapitalmarktes einen starken Marktwertrückgang der Tranchen. Eine Verminderung der Risikoaversion der Marktteilnehmer hingegen bedingt einen starken Rückgang des Einflusses des Liquiditätsrisikos auf die Tranchenwerte. Tabelle 8 verdeutlicht diesen Sachverhalt exemplarisch anhand der Senior Tranche. Panel A gibt den Marktwert der Senior Tranche für verschiedene Risikoaversionszenarien an einem vollkommen liquiden Kapitalmarkt mit einer neutralen Konjunkturerwartung  $\mu=0$  sowie einer Korrelation der Assetwerte des

<sup>139</sup> Vgl. z.B. Delianedis/Geske (2001), Perraudin/Taylor (2003) und Driessen (2005) sowie Abbildung 16.

Verbriefungsportfolios von  $\omega=0,2$  wieder.<sup>140</sup> Wie in Kapitel 5.2 dargestellt, besitzt die Höhe der Risikoaversion an liquiditätsrisikofreien Kapitalmärkten nahezu keinen Einfluss auf den fundamentalen Marktwert der AAA Tranche. Panel B zeigt nun die simulierten Marktwerte der Senior Tranche für unterschiedliche Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  sowie verschiedene Risikoaversionsszenarien bei Existenz des Liquiditätsrisikos. Kommt es beispielsweise für einen Wert von  $\kappa_{\lambda\theta} = 1,2$  ( $\kappa_{\lambda\theta} = 1,3$ ) zu einem Anstieg der Risikoaversion auf  $c=0,05$ , so resultiert aus der dadurch bedingten Zunahme des Liquiditätsrisikos eine in Panel C dargestellte zusätzliche relative Marktwertminderung von 39,10% (99,58%) im Vergleich zu der Situation eines entsprechenden Anstiegs der Risikoaversionshöhe an einem vollkommen liquiden Kapitalmarkt.<sup>141</sup> Für eine geringe Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes besitzt das Liquiditätsrisiko hingegen nur einen unbedeutenden Einfluss auf den Marktwert der AAA Tranche. So impliziert ein Wert von  $\kappa_{\lambda\theta} = 1,2$  ( $\kappa_{\lambda\theta} = 1,3$ ) und eine Risikoaversionshöhe von  $c=0,5$  lediglich eine relative Marktwertminderung von 1,41% (1,61%).

Wie Tabelle 8 verdeutlicht, lassen sich je nach Wahl der konkreten Ausprägung von  $\kappa_{\lambda\theta}$  verschiedene Liquiditätsszenarien in Krisensituationen abbilden. Wird das Liquiditätsrisiko der CDOs durch sehr hohe Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  gekennzeichnet, so impliziert ein starker Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes eine extreme Wertreduktion der Tranchen. Wird das Liquiditätsrisiko der CDOs hingegen durch niedrige Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  charakterisiert, so führt ein extremer Anstieg der Risikoaversion des Kapitalmarktes zwar ebenfalls zu einem starken Wertrückgang der Tranchen, dieser fällt verglichen mit der Situation hoher Werte für  $\kappa_{\lambda\theta}$  jedoch deutlich geringer aus. Gemäß Gleichung (18) wurden alle Tranchen der Einfachheit der Darstellungen wegen einer einheitlichen Liquiditätsrisikoklasse zugeordnet. Die in Abbildung 14 sowie in Panel C der Tabelle 8 dargestellte relative Marktwertminderung ist daher für alle Tranchen identisch. Die Existenz des Liquiditätsrisikos führt in Abhängigkeit von der Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes zu einem Rückgang der fairen Marktwerte der einzelnen CDO-Tranchen im Vergleich zu einer Situation jederzeit vollkommen liquider Kapitalmärkte.<sup>142</sup>

<sup>140</sup> Vgl. Anhang 6, Tabelle 16, Panel A.

<sup>141</sup> Panel C der Tabelle 8 gibt somit den in Abbildung 14 dargestellten Zusammenhang in tabellarischer Form wieder.

<sup>142</sup> Da sich aus der liquiditätsrisikoinduzierten Abweichung des tatsächlichen Handelspreises von dem fundamentalen Marktwert ein erwarteter Verlust ergibt, ist das Liquiditätsrisiko auch bei Risikoneutralität des Kapitalmarktes bewertungsrelevant. Nachfolgend wird jedoch keine Unterscheidung zwischen dem durch das Liquiditätsrisiko ausgelösten erwarteten und unerwarteten Verlust getroffen, sondern die Entlohnung beider Komponenten unter dem Liquiditätsspread subsumiert. Zum Einfluss der *erwarteten* Illiquidität eines Assets auf dessen Marktpreis vgl. Amihud/Mendelson (1986) sowie Acharya/Pederson (2005).



TABELLE 8: LIQUIDITÄTSRISIKOINDUZIERTE MARKTWERTMINDERUNG DER SENIOR TRANCHE

Tabelle 8 gibt in Panel A die Marktwerte der Senior Tranche für verschiedene Risikoaversionsszenarien an einem vollkommen liquiden Kapitalmarkt mit einer neutralen Konjunkturerwartung  $\mu=0$  sowie einer Korrelation der Assetwerte des Verbriefungsportfolios von  $\omega=0,2$  wieder. Panel B zeigt die Marktwerte dieser Tranche für unterschiedliche Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  sowie verschiedene Risikoaversionsszenarien bei Existenz eines durch die Gleichungen (16) bis (19) abgebildeten Liquiditätsrisikos. Panel C stellt die durch das Liquiditätsrisiko induzierte relative Marktwertminderung für unterschiedliche Werte von  $\kappa_{\lambda\theta}$  sowie verschiedene Risikoaversionshöhen im Vergleich zu der Situation einer entsprechenden Risikoaversionshöhe an einem vollkommen liquiden Kapitalmarkt dar. Die relative Marktwertminderung ist dabei nicht tranchenspezifisch, sondern infolge der Zuordnung aller Tranchen in eine einheitliche Liquiditätsrisikoklasse für alle Tranchen identisch.

| <b>Panel A: Marktwerte der Senior Tranche an vollkommen liquiden Kapitalmärkten</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | c=0,05 | c=0,1  | c=0,15 | c=0,2  | c=0,25 | c=0,3  | c=0,35 | c=0,4  | c=0,45 | c=0,5  |
| Tranche   | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     |
| AAA   | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 | 910,84 |

| <b>Panel B: Marktwerte der Senior Tranche bei Existenz von Liquiditätsrisiko</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | c=0,05 | c=0,1  | c=0,15 | c=0,2  | c=0,25 | c=0,3  | c=0,35 | c=0,4  | c=0,45 | c=0,5  |
| $\kappa_{\lambda\theta}$   | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     |
| 1,10   | 858,99 | 889,62 | 894,75 | 896,73 | 897,75 | 898,49 | 898,98 | 899,27 | 899,50 | 899,65 |
| 1,15   | 784,43 | 878,75 | 889,95 | 893,87 | 895,70 | 896,90 | 897,61 | 898,15 | 898,56 | 898,87 |
| 1,20   | 554,72 | 862,84 | 883,90 | 890,44 | 893,43 | 895,13 | 896,27 | 897,00 | 897,62 | 898,01 |
| 1,25   | 66,35  | 839,18 | 876,01 | 886,16 | 890,74 | 893,24 | 894,67 | 895,67 | 896,52 | 897,13 |
| 1,30   | 3,87   | 805,38 | 866,34 | 881,46 | 887,56 | 890,96 | 893,01 | 894,40 | 895,43 | 896,19 |
| 1,35   | 0,59   | 754,40 | 854,00 | 875,62 | 884,26 | 888,68 | 891,28 | 893,10 | 894,32 | 895,18 |
| 1,40   | 0,23   | 677,10 | 838,64 | 869,06 | 880,47 | 886,27 | 889,35 | 891,63 | 893,15 | 894,18 |
| 1,45   | 0,15   | 526,49 | 819,48 | 861,20 | 876,18 | 883,37 | 887,36 | 890,07 | 891,84 | 893,21 |
| 1,50   | 0,12   | 297,49 | 796,13 | 852,62 | 871,42 | 880,29 | 885,29 | 888,45 | 890,48 | 892,12 |

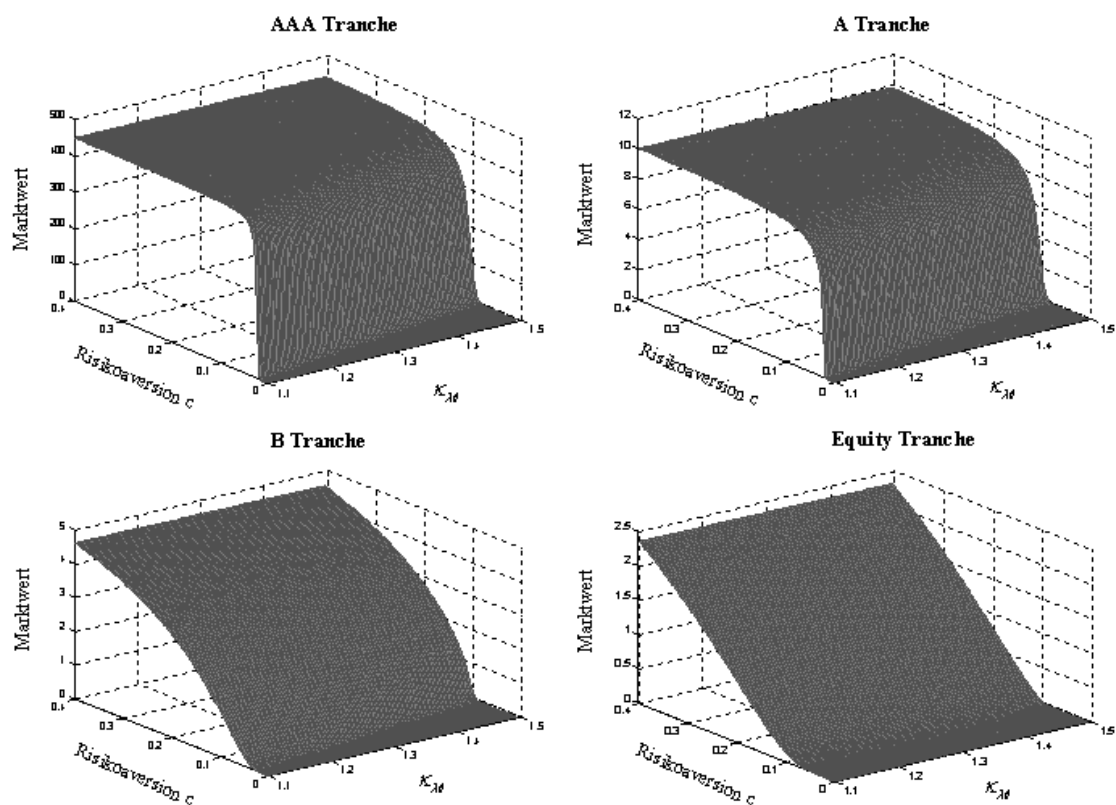
| <b>Panel C: relative Marktwertminderung bei Existenz von Liquiditätsrisiko</b> |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |
|--|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | c=0,05  | c=0,1   | c=0,15  | c=0,2  | c=0,25 | c=0,3  | c=0,35 | c=0,4  | c=0,45 | c=0,5  |
| $\kappa_{\lambda\theta}$   | MW      | MW      | MW      | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     | MW     |
| 1,10   | -5,69%  | -2,33%  | -1,77%  | -1,55% | -1,44% | -1,36% | -1,30% | -1,27% | -1,24% | -1,23% |
| 1,15   | -13,88% | -3,52%  | -2,29%  | -1,86% | -1,66% | -1,53% | -1,45% | -1,39% | -1,35% | -1,31% |
| 1,20   | -39,10% | -5,27%  | -2,96%  | -2,24% | -1,91% | -1,73% | -1,60% | -1,52% | -1,45% | -1,41% |
| 1,25   | -92,72% | -7,87%  | -3,82%  | -2,71% | -2,21% | -1,93% | -1,78% | -1,67% | -1,57% | -1,51% |
| 1,30   | -99,58% | -11,58% | -4,89%  | -3,23% | -2,56% | -2,18% | -1,96% | -1,81% | -1,69% | -1,61% |
| 1,35   | -99,94% | -17,18% | -6,24%  | -3,87% | -2,92% | -2,43% | -2,15% | -1,95% | -1,81% | -1,72% |
| 1,40   | -99,97% | -25,66% | -7,93%  | -4,59% | -3,33% | -2,70% | -2,36% | -2,11% | -1,94% | -1,83% |
| 1,45   | -99,98% | -42,20% | -10,03% | -5,45% | -3,81% | -3,02% | -2,58% | -2,28% | -2,09% | -1,94% |
| 1,50   | -99,99% | -67,34% | -12,59% | -6,39% | -4,33% | -3,35% | -2,81% | -2,46% | -2,24% | -2,06% |

Wie in Kapitel 5.2 dargestellt, bedingt der unterschiedliche Risikogehalt der einzelnen Tranchen unterschiedliche tranchenspezifische Sensitivitäten der fundamentalen Werte auf Veränderungen der Risikoaversion. So zeigt die Senior Tranche im Gegensatz zu den stärker subordinierten Tranchen nahezu keine Sensitivität ihres fundamentalen Wertes auf eine Änderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes sofern das Liquiditätsrisiko unberücksichtigt bleibt. Wird dieses hingegen gemäß den Gleichungen (16) bis (19) in die Simulation miteinbezogen, offenbart sich eine ausgesprochen hohe Wertsensitivität der Senior Tranche auf einen starken Rückgang der Risikoaversion. Die obigen Ausführungen bilden so erstmals modelltheoretisch den bisher lediglich empirisch untersuchten und verbal beschriebenen Sachverhalt ab, dass das Austrocknen der ABS-Märkte im Investment Grade-Bereich während der Subprime-Krise vorwiegend auf einen starken Anstieg der Risikoaversion der

Marktteilnehmer und der damit verbundenen verstärkten Berücksichtigung des Liquiditätsrisikos in der Bewertung von strukturierten Anleihen zu erklären ist.<sup>143</sup>

Trotz des gemäß Gleichung (19) für alle Tranchen identischen Liquiditätsrisikos beeinflusst dieses die absoluten Marktwerte der einzelnen Tranchen in stark unterschiedlichem Ausmaß. Abbildung 15 zeigt exemplarisch die Sensitivitäten der fairen Marktwerte der AAA, A, B und Equity Tranche auf Veränderungen der Risikoaversion  $c$  des Kapitalmarktes bei Existenz eines gemäß der Gleichungen (16) bis (19) von der Risikoaversionshöhe beeinflussten Liquiditätsrisikos.

ABBILDUNG 15: SENSITIVITÄTEN DER CDO-TRANCHENWERTE BEZÜGLICH VERÄNDERUNGEN DER RISIKOAVERSION UND DES LIQUIDITÄTSRISIKOS



Die Abbildung verdeutlicht, dass die Marktwerte höherrangiger Tranchen infolge des vergleichsweise geringen Risikogehalts ihrer Endwertverteilungen erst dann stark auf Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes reagieren, sofern hierdurch ein wesentlicher Anstieg des Liquiditätsrisikos ausgelöst wird.<sup>144</sup> Die durch einen starke Zunahme der Risikoaversion des Kapitalmarktes bedingte Reduktion der Marktwerte höherrangiger Tranchen ist im Simulationsmodell

<sup>143</sup> Vgl. Allen/Carletti (2008), Bank of England (2008), Gale (2008), Scheicher (2008), Perraudin (2008) sowie Fender/Scheicher (2009).

<sup>144</sup> Vgl. hierzu auch die Abbildungen 13 und 14 sowie die tranchenspezifischen Wertsensitivitäten bezüglich einer Veränderung der Risikoaversionshöhe an vollkommen liquiden Kapitalmärkten gemäß Abbildung 11 sowie Anhang 6, Tabelle 16.

nahezu ausschließlich auf das Liquiditätsrisiko zurückzuführen, welches durch die in Krisenzeiten ausgelöste Flucht in liquide und sehr sichere Anlageformen stark ansteigt. Die Marktwerte der stärker subordinierten Tranchen werden aufgrund des hohen Risikogehalts ihrer Endwertverteilungen und des damit verbundenen hohen unerwarteten Verlustes an vollkommen liquiden Märkten wesentlich durch die Höhe der Risikoaversion determiniert. Da diese Tranchen bereits ohne Berücksichtigung des Liquiditätsrisikos bei einer hohen Risikoaversion des Kapitalmarktes sehr geringe Werte aufweisen, beeinflusst die zusätzliche Berücksichtigung des Liquiditätsrisikos die *absoluten* Tranchenwerte nur unwesentlich. Dadurch ergibt sich trotz des in den Abbildungen 13 und 14 dargestellten erheblichen Einflusses des Liquiditätsrisikos auf die relative Veränderung der fairen Tranchenwerte der in Abbildung 15 dargestellte Sachverhalt, welcher einen vergleichsweise geringen Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die absoluten Tranchenwerte anzeigt.

ABBILDUNG 16: RELATIVE ZUSAMMENSETZUNG DES TRANCHENSPEZIFISCHEN CREDIT SPREADS

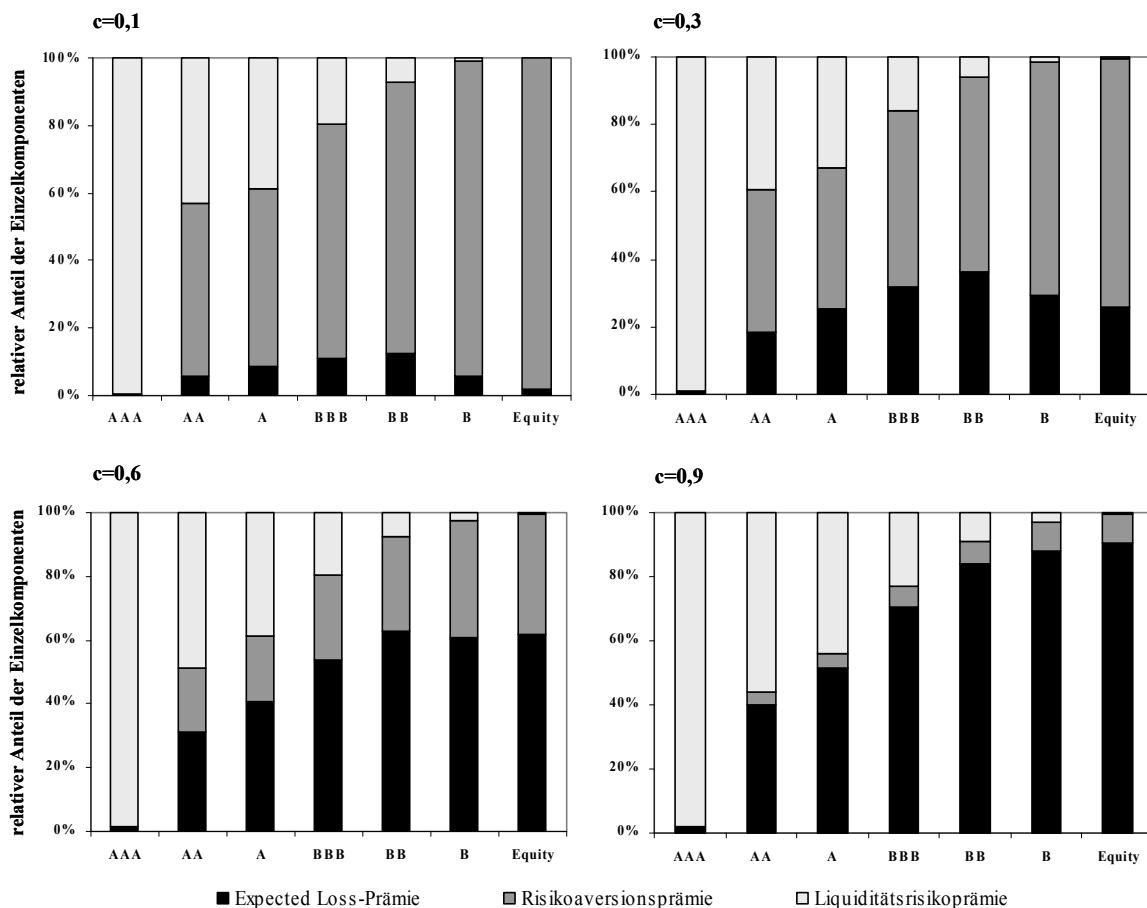


Abbildung 16 dokumentiert für unterschiedliche Risikoaversionskoeffizienten  $c$  und einem Wert  $\kappa_{\lambda\theta} = 1,2$  die simulierte *relative* Zusammensetzung der tranchenspezifischen Credit Spreads bei Berücksichtigung des gemäß den Gleichungen (16) bis (19) definierten Liquiditätsrisikos.<sup>145</sup> Es wird

<sup>145</sup> In Anhang 9, Tabelle 17 finden sich die der Abbildung 16 zugrunde liegenden absoluten und relativen Werte der Spreadkomponenten in tabellarischer Form.

deutlich, dass die relative Höhe der einzelnen Spreadkomponenten und damit die relative Bedeutung der Einflussfaktoren für die fairen Marktwerte von CDOs, stark von der aktuellen Marktphase sowie der Seniorität der CDOs beeinflusst werden. Die *absolute* Höhe des Liquiditätsspreads ist dabei infolge des Modelldesigns für einen gegebenen Risikoaversionskoeffizienten  $c$  für alle Tranchen identisch. Ferner gilt, dass die *absolute* Höhe der tranchenspezifischen Expected Loss-Komponente unabhängig von der Risikoaversion des Kapitalmarktes ist. Durch die Veränderung der Risikoaversion und der dadurch ausgelösten Veränderung der absoluten Höhe des Liquiditäts- und Risikoaversionspreads, kommt es bei gleichbleibender absoluter Höhe des tranchenspezifischen Expected Loss-Spreads zu einer *relativen* Veränderung der einzelnen Spreadkomponenten. Daneben gilt, dass bei gegebener Risikoaversionshöhe  $c$  infolge der unterschiedlichen absoluten Höhe der Expected Loss- und Risikoaversionspreads der einzelnen Tranchen, der relative Anteil des Liquiditätsspreads, trotz gleicher *absoluter* Höhe, stark tranchenspezifisch ist. Aus diesen Gegebenheiten folgt, wie bereits im Kontext der Ausführungen zu Abbildung 15 erwähnt, eine unterschiedliche Bedeutung der spezifischen Spreadkomponenten und damit Risikoprämienquellen für die Marktwerte der einzelnen CDO-Tranchen.

Abbildung 16 zeigt, dass besonders für Tranchen hoher Qualität das Liquiditätsrisiko eine erhebliche (relative) Bedeutung für die Höhe des Credit Spreads besitzt. So beträgt für die AAA Tranche im Fall einer Risikoaversion von  $c=0,3$  die absolute Höhe der liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente lediglich 1,49%, macht aber infolge einer geringen Expected Loss-Komponente von 0,02% sowie einer sehr kleinen Spreadkomponente für die Übernahme der Ergebnisvolatilität (Risikoaversionsprämie) von 0,0004% mit einem relativen Anteil von 98,72% den nahezu gesamten Credit Spread der AAA Tranche aus.<sup>146</sup> Bei einer sehr hohen Risikoaversion von  $c=0,1$  steigt der Anteil der liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente am Gesamtsread für die AAA Tranche auf über 99%.<sup>147</sup> Auch die Credit Spreads der AA bis BB Tranchen werden maßgeblich durch das Liquiditätsrisiko beeinflusst. So beträgt beispielsweise der relative Anteil der Liquiditätsrisikoprämie am Gesamtsread bei einer Risikoaversion von  $c=0,3$  für die A Tranche 32,41% und für die BB Tranche 5,90%. Infolge des hohen Endwerttrisikos der B und Equity Tranche nimmt die Expected Loss-Komponente sowie die Risikoaversionsprämie den größten Anteil der Credit Spreads dieser Tranchen ein. Das Liquiditätsrisiko spielt bei diesen Tranchen eine eher untergeordnete Rolle. Allgemein sinkt mit abnehmender Risikoaversion bei allen CDO-Tranchen der relative Anteil der Risikoaversionsprämie während gleichzeitig der relative Anteil der Expected Loss-Komponente am

<sup>146</sup> Vgl. Anhang 9, Tabelle 17, Panel B.

<sup>147</sup> Werden geringere (höhere) Werte für  $\kappa_{\lambda\theta}$  als  $\kappa_{\lambda\theta} = 1,2$  angenommen, so sinkt (steigt) c.p. die absolute und relative Größe der liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente. Es soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass Werte von  $\kappa_{\lambda\theta} \in [1,1;1,5]$  unter den gegebenen Annahmen (vgl. hierzu v.a. Fußnote 126) die empirischen Beobachtungen zum Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die Marktwerte ausfallrisikobehafteter Assets in Krisenzeiten grundsätzlich gut abzubilden vermögen und in normalen Marktphasen zu Simulationsergebnissen für den relativen Anteil der liquiditätsrisikobezogenen Spreadkomponente am Gesamtsread führen, die den in empirischen Untersuchungen angegebenen Resultaten ähnlich sind. Vgl. hierzu u.a. die in Fußnote 139 angegebenen Arbeiten.

Gesamtsread steigt. Da die Liquiditätsrisikobezogene Spreadkomponente auch eine Prämie für die Übernahme des *erwarteten* Marktwertverlustes aus der Liquiditätsrisikoinduzierten Marktwertvolatilität enthält, nimmt diese auch für eine sehr geringe Risikoaversion des Kapitalmarktes ( $c=0,9$ ) noch vergleichsweise hohe relative Werte an, während die absoluten Werte sehr klein sind.<sup>148</sup>

Die dargestellten Modellergebnisse beruhen auf der Abbildung des Liquiditätsrisikos gemäß den Gleichungen (16) bis (19), welche die Ergebnisse aktueller theoretischer und empirischer Arbeiten im Aufbau des Simulationsmodells schematisch umzusetzen suchen. Das so parametrisierte Modell erlaubt eine Quantifizierung des Liquiditätsrisikoinduzierten Einflusses einer Veränderung des Marktumfelds auf die fairen Marktwerte und Credit Spreads von CDO-Tranchen. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass der beschriebene Zusammenhang lediglich eine mögliche, auf Basis bisheriger empirischer Erkenntnisse jedoch plausible, funktionale Beziehung zwischen der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes und der Höhe des Liquiditätsrisikos strukturierter Anleihen abbildet. Auch wenn empirische Untersuchungen darauf hindeuten, dass grundsätzlich mit einem vergleichbaren Einfluss des Marktumfelds auf die Höhe des Liquiditätsrisikos zu rechnen ist, wird der tatsächliche Zusammenhang jedoch deutlich von dem oben dargestellten abweichen. Besonders die genaue Spezifikation der Funktion  $f(c)$  sowie die Wahl des betrachteten Intervalls  $\kappa_{\lambda\theta} \in [1,1;1,5]$  bedarf einer exakteren empirischen Fundierung, da hierdurch die Simulationsergebnisse maßgeblich beeinflusst werden. Ferner ist eine genaue Erwartung über die Wahrscheinlichkeit zu bilden, mit welcher Investoren von der Notwendigkeit eines zukünftigen Verkaufs der CDO-Tranche vor deren Fälligkeit ausgehen, da diese bei gegebenem funktionalen Zusammenhang  $f(c)$  die Höhe der Kompensationsforderung für die Übernahme des Liquiditätsrisikos maßgeblich determiniert.<sup>149</sup> Insofern sind die beschriebenen Ergebnisse als illustrative Größen zu verstehen, welche den möglichen Einfluss des Liquiditätsrisikos auf die Marktwerte von CDO-Tranchen verdeutlichen sollen. Unabhängig von der konkreten modelltheoretischen Abbildung des Liquiditätsrisikos dokumentieren die Ausführungen dieses Kapitels den empirisch beobachtbaren bedeutenden Einfluss dieses Risikos gerade für die unter dem Gesichtspunkt des Kreditrisikos als verhältnismäßig risikoarm eingeschätzten höherrangigen CDO-Tranchen. Da besonders in Krisenzeiten die Liquidierbarkeit sowie die tatsächlichen Verkaufspreise von Assets einen entscheidenden Einfluss auf die Solvenz von Investoren besitzen können, ist die Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen der aktuellen Marktphase und der assetspezifischen Liquiditätsrisikoinduzierten Marktwertminderung im Rahmen der

---

<sup>148</sup> Vgl. hierzu auch Anhang 9, Tabelle 17, Panel D.

<sup>149</sup> Vgl. Fußnote 126 sowie Amihud/Mendelson (1986, 1989, 1991a). Problematisch ist, dass zwar die dynamische Höhe der Kompensationsforderung für die Übernahme des Liquiditätsrisikos für ausfallrisikobehaftete Assets zu verschiedenen Kapitalmarktzeiten am Markt zu beobachten ist, deren wesentlichen Determinanten, nämlich der funktionale Zusammenhang  $f(c)$  sowie die Wahrscheinlichkeit, mit welcher Investoren von der Notwendigkeit eines zukünftigen Verkaufs der CDO-Tranche vor deren Fälligkeit ausgehen, in ihrer exakten Ausprägung jedoch unbekannt sind. Um zukünftig modelltheoretisch eine valide Quantifizierung des Liquiditätsinduzierten Marktwerttrisikos vornehmen zu können, sind folglich noch umfangreiche weitergehende theoretische und empirische Forschungsanstrengungen notwendig.

Investmententscheidung sowie des Risikomanagements essentiell. Dadurch eröffnet sich ein bedeutendes Feld für weitergehende Forschungsanstrengungen mit dem Ziel einer präzisen Ableitung der funktionalen Beziehung zwischen der Höhe der Kompensationsforderung für die Übernahme des Liquiditätsrisikos und dem Marktumfeld.

## **6 Zusammenfassung**

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die vertiefte Analyse des Einflusses der Faktoren *Konjunkturerwartung*, *Risikoaversion des Kapitalmarktes* sowie *Liquidität* auf die Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität.

Die Analysen zeigen, dass die Marktwerte von CDOs wesentlich durch das makroökonomische Umfeld und damit zusammenhängend die Höhe der Assetkorrelationen determiniert werden. Folglich beeinflussen die explizite Konjunktur- sowie Assetkorrelationserwartung des Kapitalmarktes einerseits die Emissionserlöse aus einer Verbriefung und damit die Anreize der Originatoren zur Verbriefung ihrer ausfallrisikobehafteten Assets und andererseits die Marktwerte bereits emittierter CDOs. Die tranchenspezifische Wertsensitivität bezüglich einer Veränderung des makroökonomischen Umfelds hängt dabei wesentlich von der Höhe der Subordination ab. Je geringer die Seniorität der Tranche, umso größer fällt deren Wertsensitivität auf einer Veränderung der Konjunkturerwartungen aus. Den größten Anteil des Risikos makroökonomischer Veränderungen trägt somit das Equity Piece sowie die stärker subordinierten Tranchen. Eine Veränderung der Assetkorrelationen beeinflusst die Marktwerte der einzelnen Tranchen ebenfalls in stark unterschiedlicher Weise. Ansteigende Assetkorrelationen induzieren einen Wertrückgang der Senior Tranche sowie einen deutlichen Wertzuwachs der Equity Tranche und gegebenenfalls weiterer subordinierter Tranchen. Mezzanine Tranchen reagieren in der Regel weniger sensitiv sowie weniger eindeutig auf Korrelationsänderungen.

Weiterhin deuten die Analyseergebnisse darauf hin, dass bereits geringfügige Veränderungen der Konjunkturerwartung hohe Ratingänderungen der Investment Grade-Tranchen implizieren können. Es wurde gezeigt, dass die durch eine Veränderung der Konjunkturerwartung induzierten Sensitivitäten derjenigen tranchenspezifischen Risikocharakteristika, welche die Bonitätsbeurteilungen der Agenturen Moody's sowie Standard & Poor's und Fitch maßgeblich determinieren, für Mezzanine Tranchen weitestgehend ähnlich sind. Die Sensitivität der Ausfallhäufigkeit der Senior Tranche unterscheidet sich jedoch grundsätzlich von der Sensitivität der erwarteten Verluste dieser Tranche. Dies weist darauf hin, dass die durch eine Veränderung der Konjunkturerwartung induzierte Volatilität der Ratingeinschätzung der Agentur Moody's hinsichtlich der AAA Tranche grundsätzlich von der der Agenturen Standard & Poor's sowie Fitch abweicht. Auch bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen lässt sich ein signifikant unterschiedlicher Einfluss auf die Ratingsensitivität der AAA Tranche beobachten, je nachdem ob die Bonitätsbeurteilung dieser Tranche auf die Höhe der Ausfallhäufigkeit oder die Höhe des erwarteten Verlustes abstellt. So reagiert der Verlustmittelwert

der AAA Tranche deutlich sensitiver auf Veränderungen der Assetkorrelation als deren Ausfallhäufigkeit. Aber auch für subordinierte Tranchen, besonders die A, BBB und BB Tranche sind stark unterschiedliche Faktorsensitivitäten erkennbar.

Ferner wird in vorliegender Arbeit, soweit bekannt erstmals, modelltheoretisch der Einfluss der Risikoaversion des Kapitalmarktes auf die fundamentalen Marktwerte von CDOs verschiedener Seniorität analysiert. Die dynamische Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes impliziert eine im Zeitablauf variierende Höhe der Kompensationsforderung, welche risikoaverse Investoren für die mit der CDO-Investition verbundene Übernahme der Ergebnisvolatilität fordern. Die Analyse zeigt, dass die Höhe der Risikoaversion den Wert der einzelnen Tranchen umso stärker beeinflusst, je größer deren Subordination ausfällt. Mit abnehmender Tranchenqualität steigt somit die Wertsensitivität bezüglich Veränderungen der Risikoaversion des Kapitalmarktes. Auf Basis dieses Ergebnisses kann zum einen gezeigt werden, dass die aktuelle Risikoaversion des Kapitalmarktes wesentlich die Anreize von Kreditinstituten zur Securitization ihrer Credit Assets und damit die Stärke der Verbriefungsaktivitäten der Originatoren determiniert. Zum anderen wird dargelegt, dass es für Originatoren in Zeiten sehr niedriger Risikoaversion besonders vorteilhaft sein kann, Assets mit hohem Ausfallrisiko zu verbrieften. Dies impliziert wiederum, dass dem aktuellen Marktumfeld eine entscheidende Bedeutung für die relative Vorteilhaftigkeit der Veräußerung einzelner Tranchen zukommt und die Höhe der Risikoaversion des Kapitalmarktes die Kreditvergabestandards der Institute maßgeblich beeinflusst. Marktphasen hohen Risikoappetits induzieren entsprechend eine Lockerung der strengen Kreditvergabestandards, da Banken zur eigenen Gewinnerzielung die hohe Nachfrage von Investoren nach riskanten und renditestarken Assets zu befriedigen suchen et vice versa.

Weiterhin wird simulationsgestützt die marktphasenabhängige Bedeutung des Liquiditätsrisikos für die Marktwerte von CDOs analysiert. Hierfür wurde auf Grundlage empirischer Erkenntnisse, soweit bekannt erstmals, der grundsätzliche Zusammenhang zwischen der Höhe des Liquiditätsrisikos und dem aktuellen Marktumfeld modelliert, um auf dieser Basis die durch dynamische Veränderungen des Liquiditätsrisikos bedingten Spread- und Marktwertveränderungen von CDO-Tranchen unterschiedlicher Seniorität quantitativ erfassen zu können. Da besonders in Krisenzeiten die Liquidierbarkeit sowie die tatsächlichen Verkaufspreise von Assets einen entscheidenden Einfluss auf die Solvenz von Investoren besitzen können, ist die Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen dem aktuellem Marktumfeld und der assetspezifischen liquiditätsrisikoinduzierten Marktwertminderung im Rahmen der Investmententscheidung sowie des Risikomanagements essentiell. Durch die Quantifizierung der durch eine Veränderung des Marktumfelds ausgelösten liquiditätsrisikoinduzierten Marktwertänderung kann der bedeutende Einfluss des Liquiditätsrisikos gerade für die unter dem Gesichtspunkt des Kreditrisikos als verhältnismäßig risikoarm eingeschätzten höherrangigen CDO-Tranchen aufgezeigt werden. Die vorliegende Arbeit bildet so erstmals modelltheoretisch den bis dato auf Basis erster empirischer Erkenntnisse lediglich verbal

beschriebenen Sachverhalt ab, dass das Austrocknen der ABS-Märkte im Investment Grade-Bereich während der Subprime-Krise vorwiegend auf einen starken Anstieg der Risikoaversion der Marktteilnehmer und der damit verbundenen Zunahme des Liquiditätsrisikos zurückzuführen ist.

Die vorliegende Studie untersuchte umfassend den Einfluss bedeutender Marktfaktoren auf tranchenspezifische Risikocharakteristika und Marktwerte von Collateralized Debt Obligations. Die Analysen ermöglichen so ein tiefgehendes Verständnis der Wertdeterminanten dieser komplexen strukturierten Kreditprodukte und schaffen damit die Grundlage, deren Vorteilhaftigkeit auf Basis des eigenen Anlagehintergrundes beurteilen und ein effizientes ökonomisches Risikomanagement durchführen zu können. Darüber hinaus stellen die Untersuchungsergebnisse hilfreiche Anhaltspunkte für eine Weiterentwicklung der regulatorischen Vorschriften hinsichtlich dieser Risikotransferinstrumente dar.

Die Erkenntnisse dieser Arbeit eröffnen ferner ein bedeutendes Feld für weitergehende Forschungsanstrengungen mit dem Ziel einer präzisen theoretisch und empirisch fundierten Ableitung der funktionalen Zusammenhänge zwischen den Faktoren *Konjunkturerwartung*, *Assetkorrelation*, *Risikoaversion des Kapitalmarktes* sowie *Liquidität ausfallrisikobehafteter Assets*. Da die Veränderungen dieser Faktoren in der Realität nicht isoliert sondern simultan auftreten, sind für Investoren die exakte Kenntnis der Interdependenzen der einzelnen Risikofaktoren und deren Implikationen für die tranchenspezifischen Marktwerte essentiell. Ein auf Basis empirischer Erkenntnisse hinsichtlich dieser Faktoren korrekt parametrisiertes Modell zur CDO-Bewertung kann dann nicht nur zur tranchenspezifischen Risikobeurteilung im Kontext der Anlageentscheidung sowie eines umfassenden Risikomanagements eingesetzt werden, sondern vielmehr im Rahmen einer marktbasierter Bepreisung von Kreditengagements auf Basis beobachteter Sekundärmarktpreise von CDOs Verwendung finden.



# Anhang 1

## Diskussion des vertraglich festgelegten Risikoaufschlags für BBB Schuldner

Wie in Kapitel 4 dargelegt, besitzt die Höhe des schulderspezifischen Credit Spreads  $r_{BBB}$  keinen Einfluss auf die Ausfallratenverteilung und Tranchierung des Asset Pools sowie die tranchenspezifischen Marktwertsensitivitäten bezüglich einer Änderung der Faktoren Liquidität, Konjunkturerwartung und Risikoaversion des Kapitalmarktes. Somit ist die absolute Höhe von  $r_{BBB}$  für das grundsätzliche Analyseergebnis irrelevant. Dennoch sei an dieser Stelle kurz auf die theoretische Höhe des Mindestspreads eingegangen, welchen Kreditinstitute an risikoneutralen und -aversen Kapitalmärkten zur Kompensation der übernommenen Risiken und erwarteten Gewinnerzielung zu verrechnen haben. Nachfolgend wird gezeigt, dass ein dem Simulationsmodell zugrunde gelegter Risikoaufschlag von  $r_{BBB} = 2\%$  den in der Realität plausiblen Sachverhalt positiver erwarteter Gewinne eines Originators im Kontext einer Buy-and-Hold-Strategie impliziert.

Sofern ein risikoneutrales (RN) Verhalten aller Kapitalmarktteilnehmer angenommen sei, verrechnet ein rational handelndes Kreditinstitut für seine BBB gerateten Kreditnehmer bei Kreditvergabe *mindestens* einen fairen Credit Spread  $r_{\min}^{RN}$ , für den gilt:<sup>150</sup>

$$r_{\min}^{RN} = \left( \frac{(1+r_f)}{PD_{BBB} \cdot (1-LGD_{BBB}) + (1-PD_{BBB})} \right) - (1+r_f). \quad (21)$$

$LGD_{BBB}$  entspricht der Loss Given Default des BBB-Schuldners und errechnet sich gemäß  $LGD_{BBB} = 1 - \pi$ .  $r_f$  bezeichnet den für die Gesamtlaufzeit der Forderungen bzw. der Transaktion gültigen risikofreien Zinssatz. Der gemäß Gleichung (21) ermittelte Risikoaufschlag  $r_{\min}^{RN}$  entschädigt das Kreditinstitut für die erwarteten Verluste, welche mit der Kreditvergabe an einen BBB-Schuldner mit den in Kapitel 4.1 dargestellten Charakteristika verbunden sind. Wird dieser Zinssatz vertraglich vereinbart, so erzielt das Institut erwartete Nullgewinne. Für  $r_{\min}^{RN}$  ergibt sich dabei ein Wert von  $r_{\min}^{RN} = 1,92\%$ . Ein Spread von  $r_{BBB} = 2\%$  impliziert somit bei einer Buy-and-Hold-Strategie positive erwartete Gewinne an einem risikoneutralen Kapitalmarkt.

An einem risikoaversen (RA) Kapitalmarkt muss die durch das Kreditinstitut festgelegte Risikoprämie  $r^{RA}$  für einen BBB Schuldner nicht nur mindestens die mit einem Engagement verbundenen erwarteten Verluste decken, sondern darüber hinaus eine Prämie enthalten, um die Eigentümer des Kreditinstituts bzw. die Käufer des Kreditrisikos für den erwarteten Nutzenverlust aus der auftretenden Ergebnisvolatilität des Engagements zu entschädigen.

---

<sup>150</sup> Gleichung (21) lässt sich aus der Bedingung ableiten, dass bei Arbitragefreiheit an einem risikoneutralen Kapitalmarkt die risikofreie Anlage eines Kapitalbetrages K zum Zinssatz  $r_f$  dem Erwartungswert der riskanten Anlage von K zu einem risikoadjustierten Zinssatz von  $r_f + r_{\min}^{RN}$  entspricht.

Wenn  $U[\eta_i \cdot (1+r_f)]$  den Nutzen aus der risikofreien Anlage des Betrags  $\eta_i$  kennzeichnet und  $E[U(\eta_i^{risk})]$  dem Erwartungsnutzen des Kreditinstituts aus der risikobehafteten Vergabe des Kreditbetrags  $\eta_i$  an den Schuldner  $i$  entspricht, die Möglichkeit eines Kreditrisikohandels ausgeblendet und gleichzeitig angenommen wird, dass die Bank nur diesen einen Kredit (*1 Kredit*) vergibt, so muss  $r_{1\text{Kredit}}^{RA}$  mindestens so groß sein, damit die folgende Ungleichung erfüllt ist:

$$U[\eta_i \cdot (1+r_f)] \leq E[U(\eta_i^{risk})] = PD_{BBB} \cdot U[\eta_i \cdot (1+r_{1\text{Kredit}}^{RA} + r_f) \cdot \pi_i] + (1 - PD_{BBB}) \cdot U[\eta_i \cdot (1+r_{1\text{Kredit}}^{RA} + r_f)] \quad (22)$$

Damit das Kreditinstitut die erwarteten Verluste deckt und darüber hinaus seine Investoren für den erwarteten Nutzenverlust aus der auftretenden Ergebnisvolatilität des Engagements entschädigen kann, muss der Nutzen aus der risikofreien Anlage von  $\eta_i$  zu  $r_f$  über eine Laufzeit von  $t_r = 10$  Jahren kleiner oder mindestens gleich dem Erwartungsnutzen der riskanten Anlage zu  $(r_{1\text{Kredit}}^{RA} + r_f)$  sein. Bei Kenntnis der Risikonutzenfunktion  $U$  lässt sich aus Ungleichung (22) der bei Vergabe nur eines einzigen Kredits faire Risikoaufschlag  $r_{1\text{Kredit}}^{RA}$  ableiten. Dieser muss nun nicht nur wie in der risikoneutralen Welt eine Versicherungsprämie für den mit dem Engagement verbundenen erwarteten Verlust enthalten, sondern darüber hinaus auch noch die speziellen Risikoeigenschaften der Endwertverteilung des Engagements berücksichtigen. Für die in Kapitel 4.1 dargestellten Kreditcharakteristika und einem Risikoaversionskoeffizienten von  $c=0,2$  für die in Gleichung (8) spezifizierte Risikonutzenfunktion gilt  $r_{1\text{Kredit}}^{RA} = 2,35\%$ .

Infolge der durch Portfoliobildung erreichbaren Diversifikation lässt sich die Komponente des einzelkreditnehmerbezogenen Credit Spreads, welche die Investoren des Kreditinstituts für den erwarteten Nutzenverlust aus der auftretenden Ergebnisvolatilität des Engagements entschädigt (Risikoaversionsprämie), durch eine zunehmende Diversifikation absenken.<sup>151</sup> Für ein Institut mit einem gut diversifizierten Kreditportfolio gilt in einer risikoaversen Welt mit erwartungsnutzenmaximierenden Investoren somit stets, dass der tatsächlich vereinbarte schuldnerbezogene Spread  $r^{RA}$  streng kleiner als der Risikoaufschlag  $r_{1\text{Kredit}}^{RA}$  ausfallen kann, welcher bei der Vergabe nur eines einzigen Kredits durch das Kreditinstitut zu verrechnen wäre, um die Bankeigentümer für das mit der Kreditvergabe übernommene Risiko zu entschädigen. Verfügt das

<sup>151</sup> Diese Absenkung ist c.p. dabei umso größer, je geringer die Assetkorrelation  $\omega$  sowie je größer die Anzahl der Kreditnehmer im Portfolio ausfällt. Sofern alle Kreditinstitute des Marktes eine Buy-and-Hold-Strategie verfolgen, kann ein Kreditinstitut durch die Ausweitung seiner Kapitalbasis ein stärker diversifiziertes Kreditportfolio erreichen als Konkurrenzinstitute, welche nicht über die Möglichkeit der Ausweitung der Kapitalbasis verfügen. Dadurch könnte ein solches Institut den Risikoaufschlag stärker senken als seine Mitbewerber, wodurch dieses seine Wettbewerbsposition stärken kann. Da dieser Sachverhalt nur im Kontext eines portfolioorientierten nicht jedoch marktbasieren Credit Pricings Relevanz besitzt, wird hierauf nachfolgend jedoch nicht näher eingegangen. Zur Beeinflussung des Credit Pricing durch den Diversifikationsgrad des Portfolios im Kontext eines portfolioorientierten Pricings vgl. Gann/Hofmann (2005). Ein portfolioorientiertes Pricing ist jedoch nur dann theoretisch korrekt, sofern keinerlei Glatstellungsmöglichkeiten für Kreditrisiken existieren. Sofern Marktpreise für Kreditrisiken beobachtbar sind, führt ein portfolioorientiertes Pricing zu Fehlsteuerungen. Vgl. z.B. Gann (2008), S. 10-15.

durch eine Risikoaversion von  $c=0,2$  charakterisierte Institut z.B. über  $N=1000$  BBB Schuldner im Kreditportfolio mit einer Assetkorrelation von  $\omega=0,2$ , so sinkt der vertraglich festzulegende Mindestspread in dem dieser Arbeit zugrunde liegenden Bernoulli-Modellrahmen von  $r_{1\text{Kredit}}^{RA} = 2,35\%$  auf einen Wert von  $r^{RA} = 1,94\%$ .<sup>152,153</sup> Bei diesem Spread kann ein Institut mit einer Gesamtportfoliogröße von  $N=1000$  Kreditnehmern gerade die erwarteten Verluste decken und darüber hinaus seine Investoren mit einem Risikoaversionsparameter von  $c=0,2$  erwartungsgemäß genau für den erwarteten Nutzenverlust aus der auftretenden Ergebnisvolatilität des Portfolios entschädigen. Mit zunehmender Diversifikation des Kreditportfolios bzw. abnehmender Risikoaversion  $c$  nähert sich  $r^{RA}$  weiter dem in einer risikoneutralen Welt gültigen Risikoaufschlag  $r^{RN} = 1,92\%$  an. Die Simulationen dieser Arbeit wurden auf Basis eines BBB Einzelkreditnehmer-Spreads von  $r_{BBB} = 2\% > 1,94\%$  durchgeführt. Dieser Zinssatz impliziert folglich den realistischen Sachverhalt, dass das verbriefende Kreditinstitut seinen Schuldnern einen Zinssatz verrechnet, bei welchem es positive risikoadjustierte Gewinne erwartet.

---

<sup>152</sup> Für diesen Risikoaufschlag gilt, dass das Sicherheitsäquivalent des Gesamtportfolios des Instituts mit  $N=1000$  Kreditnehmern dem risikofreien Anlagebetrag entspricht. Die Bankeigentümer sind somit indifferent zwischen risikofreier und risikobehafteter Anlage.

<sup>153</sup> Die Ausführungen zeigen somit implizit, dass der Preissetzungsspielraum eines Buy-and-Hold-Instituts hinsichtlich  $r^{RA}$  von der Portfoliogröße (und damit der Größe der Bank), der Risikoaversion der Bankeigentümer sowie der Assetkorrelation  $\omega$  beeinflusst wird. Dies ist durchaus realistisch. So zeigen empirische Studien, dass positive Skaleneffekte in der Kreditwirtschaft existieren. Vgl. dazu z.B. Berger et al. (1993) und Lang/Welzel (1996). Ein Anstieg der Risikoaversion der Bankeigentümer schlägt sich in einer erhöhten Eigenkapitalrenditeforderung nieder, welche über die Kreditkonditionen verdient werden muss. Steigt die Assetkorrelation  $\omega$ , so sinkt das Diversifikationspotential, weshalb risikoaverse Investoren c.p. eine entsprechend höhere Prämie verlangen werden. Anzumerken ist, dass es bei liquiden Sekundärmärkten für Kreditrisiken für Banken essentiell ist, eine von der eigenen Portfoliogröße unabhängige Konditionengestaltung vornehmen zu können, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Vgl. hierzu Gann (2008), S. 1-13.

# Anhang 2

## Sensitivitäten der fundamentalen CDO-Werte auf Veränderungen der Konjunkturerwartung $\mu$

TABELLE 9: SENSITIVITÄTEN DER FUNDAMENTALEN CDO-WERTE AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$

Tabelle 9 zeigt jeweils in Panel A die tranchenspezifischen absoluten Marktwerte (MW) sowie jeweils in Panel B die relativen Marktwertveränderungen ( $\Delta MW$ ) für unterschiedliche Ausprägungen des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$  an einem risikoneutralen sowie risikoversehrten Kapitalmarkt. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Wertänderungen bilden die in Tabelle 2 (risikoneutraler Kapitalmarkt) bzw. Tabelle 3 (risikoversehrter Kapitalmarkt) für  $N=1000$  sowie  $\omega=0.2$  angegebenen fundamentalen Tranchenwerte bei einem konjunkturalen Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ). Abbildung 4 des Kapitels 5.1.3 zeigt die entsprechenden Ergebnisse graphisch.

### RISIKONEUTRALER KAPITALMARKT

|            |        | Panel A: absolute Tranchenwerte |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |         |           |         |           |         |           |         |           |         |        |
|------------|--------|---------------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------|
|            |        | $\mu=-7$                        | $\mu=-6.5$ | $\mu=-6$ | $\mu=-5.5$ | $\mu=-5$ | $\mu=-4.5$ | $\mu=-4$ | $\mu=-3.5$ | $\mu=-3$ | $\mu=-2.5$ | $\mu=-2$ | $\mu=-1.5$ | $\mu=-1$ | $\mu=-0.5$ | $\mu=0$ | $\mu=0.5$ | $\mu=1$ | $\mu=1.5$ | $\mu=2$ | $\mu=2.5$ | $\mu=3$ | $\mu=3.5$ | $\mu=4$ |        |
| Tranche    | MW     | MW                              | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW      | MW        | MW      | MW        | MW      | MW        | MW      | MW        | MW      |        |
| AAA        | 620.37 | 637.18                          | 657.68     | 684.58   | 716.42     | 752.02   | 787.01     | 823.51   | 854.43     | 878.01   | 895.02     | 904.18   | 908.55     | 910.28   | 910.84     | 910.95  | 911.01    | 911.01  | 911.01    | 911.02  | 911.02    | 911.02  | 911.02    | 911.02  | 911.02 |
| AA         | 0.00   | 0.00                            | 0.00       | 0.00     | 0.01       | 0.03     | 0.08       | 0.20     | 0.38       | 0.62     | 0.87       | 1.08     | 1.20       | 1.27     | 1.29       | 1.29    | 1.30      | 1.30    | 1.30      | 1.30    | 1.30      | 1.30    | 1.30      | 1.30    | 1.30   |
| A          | 0.00   | 0.00                            | 0.00       | 0.00     | 0.02       | 0.12     | 0.33       | 0.89     | 2.51       | 5.18     | 8.95       | 13.15    | 16.98      | 19.44    | 20.83      | 21.37   | 21.54     | 21.61   | 21.62     | 21.62   | 21.62     | 21.62   | 21.62     | 21.62   | 21.62  |
| BBB        | 0.00   | 0.00                            | 0.00       | 0.00     | 0.04       | 0.11     | 0.40       | 1.31     | 3.29       | 6.33     | 10.33      | 14.97    | 18.39      | 20.73    | 21.85      | 22.28   | 22.44     | 22.48   | 22.48     | 22.49   | 22.49     | 22.49   | 22.49     | 22.49   | 22.49  |
| BB         | 0.00   | 0.00                            | 0.00       | 0.00     | 0.01       | 0.03     | 0.12       | 0.51     | 1.63       | 3.83     | 7.33       | 12.54    | 17.56      | 21.86    | 24.55      | 26.02   | 26.57     | 26.76   | 26.80     | 26.80   | 26.81     | 26.81   | 26.81     | 26.81   | 26.81  |
| B          | 0.00   | 0.00                            | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.01       | 0.07     | 0.25       | 0.75     | 1.79       | 3.79     | 6.42       | 9.35     | 11.90      | 13.67   | 14.56     | 14.97   | 15.10     | 15.13   | 15.13     | 15.14   | 15.14     | 15.14   | 15.14  |
| FLP/Equity | 0.00   | 0.00                            | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.01     | 0.05       | 0.18     | 0.54       | 1.45     | 3.02       | 5.66     | 9.02       | 12.55   | 16.67     | 18.03   | 18.64     | 19.64   | 20.61     | 21.10   | 21.39     | 21.51   |        |

### Panel B: relative Veränderung der Tranchenwerte

|            |             | $\mu=-7$    | $\mu=-6.5$  | $\mu=-6$    | $\mu=-5.5$  | $\mu=-5$    | $\mu=-4.5$  | $\mu=-4$    | $\mu=-3.5$  | $\mu=-3$    | $\mu=-2.5$  | $\mu=-2$    | $\mu=-1.5$  | $\mu=-1$    | $\mu=-0.5$  | $\mu=0$     | $\mu=0.5$   | $\mu=1$     | $\mu=1.5$   | $\mu=2$     | $\mu=2.5$   | $\mu=3$     | $\mu=3.5$   | $\mu=4$     |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tranche    | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ |
| AAA        | -31.90%     | -30.0%      | -27.8%      | -24.8%      | -21.3%      | -17.4%      | -13.6%      | -9.6%       | -6.2%       | -3.6%       | -1.7%       | -0.7%       | -0.3%       | -0.1%       | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        |
| AA         | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.9%      | -99.2%      | -97.7%      | -94.0%      | -84.8%      | -70.3%      | -51.5%      | -32.2%      | -16.1%      | -9.7%       | -6.0%       | -4.5%       | 0.0%        | 0.5%        | 1.7%        | 0.7%        | 0.2%        | 0.2%        | 0.2%        | 0.2%        | 0.2%        |
| A          | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.5%      | -98.5%      | -95.8%      | -83.3%      | -65.8%      | -48.9%      | -38.1%      | -29.5%      | -20.5%      | -15.8%      | -11.1%      | -8.1%       | 0.0%        | 0.8%        | 1.1%        | 1.2%        | 1.2%        | 1.2%        | 1.2%        | 1.2%        | 1.2%        |
| BBB        | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.5%      | -98.2%      | -94.0%      | -84.9%      | -68.2%      | -51.5%      | -40.0%      | -31.5%      | -23.7%      | -18.3%      | -14.1%      | -10.9%      | 0.0%        | 2.0%        | 2.7%        | 2.9%        | 2.9%        | 2.9%        | 2.9%        | 2.9%        | 2.9%        |
| BB         | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.5%      | -98.9%      | -96.9%      | -92.5%      | -84.4%      | -76.3%      | -70.9%      | -68.2%      | -68.2%      | -68.2%      | -68.2%      | -68.2%      | 0.0%        | 6.0%        | 8.2%        | 9.0%        | 9.2%        | 9.2%        | 9.2%        | 9.2%        | 9.2%        |
| B          | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.9%      | -99.4%      | -97.9%      | -93.3%      | -84.4%      | -70.1%      | -48.9%      | -28.5%      | -10.9%      | 0.0%        | 14.9%       | 22.3%       | 25.7%       | 26.8%       | 27.1%       | 27.2%       | 27.2%       | 27.2%       |
| FLP/Equity | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.9%      | -99.4%      | -98.0%      | -94.0%      | -83.9%      | -66.5%      | -37.2%      | 0.0%        | 0.0%        | 39.2%       | 73.8%       | 100.0%      | 117.8%      | 128.6%      | 134.0%      | 137.2%      | 138.6%      |

### RISIKOVERSEHRER KAPITALMARKT ( $\omega=0.2$ )

#### Panel A: absolute Tranchenwerte

|            |        | $\mu=-7$ | $\mu=-6.5$ | $\mu=-6$ | $\mu=-5.5$ | $\mu=-5$ | $\mu=-4.5$ | $\mu=-4$ | $\mu=-3.5$ | $\mu=-3$ | $\mu=-2.5$ | $\mu=-2$ | $\mu=-1.5$ | $\mu=-1$ | $\mu=-0.5$ | $\mu=0$ | $\mu=0.5$ | $\mu=1$ | $\mu=1.5$ | $\mu=2$ | $\mu=2.5$ | $\mu=3$ | $\mu=3.5$ | $\mu=4$ |        |
|------------|--------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------|
| Tranche    | MW     | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW       | MW         | MW      | MW        | MW      | MW        | MW      | MW        | MW      | MW        | MW      |        |
| AAA        | 619.79 | 636.20   | 656.24     | 682.56   | 713.89     | 749.18   | 784.21     | 821.07   | 852.58     | 876.87   | 894.49     | 903.97   | 908.48     | 910.26   | 910.84     | 910.95  | 911.01    | 911.01  | 911.01    | 911.02  | 911.02    | 911.02  | 911.02    | 911.02  | 911.02 |
| AA         | 0.00   | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.03     | 0.18       | 0.52     | 0.89       | 1.15     | 1.25       | 1.28    | 1.30      | 1.30    | 1.30      | 1.30    | 1.30      | 1.30    | 1.30      | 1.30    | 1.30   |
| A          | 0.00   | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.03       | 0.42     | 2.49       | 7.83     | 14.03      | 18.71    | 20.71      | 21.33   | 21.58     | 21.61   | 21.62     | 21.62   | 21.62     | 21.62   | 21.62     | 21.62   | 21.62  |
| BBB        | 0.00   | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.08     | 0.80       | 4.10     | 10.02      | 16.52    | 20.34      | 22.49   | 22.49     | 22.49   | 22.49     | 22.49   | 22.49     | 22.49   | 22.49     | 22.49   | 22.49  |
| BB         | 0.00   | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.01     | 0.13       | 1.33     | 5.40       | 13.00    | 20.00      | 24.32   | 26.15     | 26.66   | 26.79     | 26.81   | 26.81     | 26.81   | 26.81     | 26.81   | 26.81  |
| B          | 0.00   | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.04       | 0.43     | 2.22       | 6.05     | 10.58      | 15.12   | 14.62     | 14.62   | 15.12     | 15.12   | 15.13     | 15.13   | 15.14     | 15.14   | 15.14  |
| FLP/Equity | 0.00   | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.02       | 0.31     | 1.82       | 5.78    | 11.19     | 15.85   | 18.90     | 20.38   | 21.03     | 21.38   | 21.51     | 21.51   |        |

#### Panel B: relative Veränderung der Tranchenwerte

|            |             | $\mu=-7$    | $\mu=-6.5$  | $\mu=-6$    | $\mu=-5.5$  | $\mu=-5$    | $\mu=-4.5$  | $\mu=-4$    | $\mu=-3.5$  | $\mu=-3$    | $\mu=-2.5$  | $\mu=-2$    | $\mu=-1.5$  | $\mu=-1$    | $\mu=-0.5$  | $\mu=0$     | $\mu=0.5$   | $\mu=1$     | $\mu=1.5$   | $\mu=2$     | $\mu=2.5$   | $\mu=3$     | $\mu=3.5$   | $\mu=4$     |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tranche    | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ |
| AAA        | -32.0%      | -30.2%      | -28.0%      | -25.1%      | -21.0%      | -17.7%      | -13.9%      | -9.9%       | -6.4%       | -3.7%       | -1.8%       | -0.8%       | -0.3%       | -0.1%       | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        | 0.0%        |
| AA         | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.8%      | -97.3%      | -85.6%      | -62.2%      | -42.3%      | -29.7%      | -18.4%      | 0.0%        | 2.3%        | 3.4%        | 4.0%        | 4.0%        | 4.0%        | 4.0%        | 4.0%        | 4.0%        |
| A          | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.8%      | -98.0%      | -88.0%      | -62.2%      | -32.3%      | -18.8%      | -10.4%      | 0.0%        | 3.0%        | 4.2%        | 4.4%        | 4.4%        | 4.4%        | 4.4%        | 4.4%        | 4.4%        |
| BBB        | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.6%      | -97.9%      | -88.0%      | -62.2%      | -32.3%      | -18.8%      | -10.4%      | 0.0%        | 7.3%        | 10.4%       | 11.1%       | 11.1%       | 11.1%       | 11.1%       | 11.1%       | 11.1%       |
| BB         | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.4%      | -97.4%      | -88.0%      | -62.2%      | -32.3%      | -18.8%      | -10.4%      | 0.0%        | 21.6%       | 30.8%       | 34.0%       | 34.0%       | 34.1%       | 34.1%       | 34.1%       | 34.1%       |
| B          | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -99.3%      | -92.2%      | -65.3%      | 0.0%        | 74.9%       | 119.6%      | 141.5%      | 148.3%      | 149.9%      | 149.9%      | 150.0%      | 150.2%      | 150.2%      |
| FLP/Equity | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -100.0%     | -98.2%      | -83.1%      | 0.0%        | 216.7%      | 513.4%      | 768.5%      | 935.7%      | 1017.0%     | 1052.8%     | 1071.8%     | 1078.9%     | 1078.9%     |

# Anhang 3

## Tranchenspezifische Ausfallhäufigkeiten, Verlustmittelwerte und Standardabweichungen der Verluste für unterschiedliche Konjunkturveränderungen $\mu$

TABELLE 10: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN BEDINGTEN AUSFALLHÄUFIGKEITEN AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUKTURERWARTUNG  $\mu$

Tabelle 10 zeigt in Panel A die Ausfallhäufigkeiten (Frequency of Default, FD) sowie in Panel B deren relative Veränderungen (AFD) für unterschiedliche Ausprägungen des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Risikofaktors Z. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Veränderungen der tranchenspezifischen Ausfallhäufigkeiten bilden die in Tabelle 1 für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Ausfallhäufigkeiten bei einem konjunkturalneutralen Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ).

| Panel A: Ausfallhäufigkeiten                          |            |          |          |          |            |          |          |         |            |        |          |        |            |         |
|---|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|---------|------------|--------|----------|--------|------------|---------|
| Tranche   | $\mu=-5,5$ |          | $\mu=-5$ |          | $\mu=-4,5$ |          | $\mu=-4$ |         | $\mu=-3,5$ |        | $\mu=-3$ |        | $\mu=-2,5$ |         |
|   | FD         | FD       | FD       | FD       | FD         | FD       | FD       | FD      | FD         | FD     | FD       | FD     | FD         | FD      |
| AAA   | 99,88%     | 99,15%   | 97,62%   | 93,88%   | 84,59%     | 70,06%   | 51,33%   | 32,34%  | 16,38%     | 7,25%  | 2,36%    | 0,67%  | 0,22%      | 0,02%   |
| AA  | 99,89%     | 99,20%   | 97,73%   | 94,15%   | 83,00%     | 70,72%   | 52,06%   | 32,91%  | 16,74%     | 7,48%  | 2,45%    | 0,72%  | 0,23%      | 0,02%   |
| A   | 99,95%     | 99,65%   | 99,15%   | 97,25%   | 90,05%     | 80,70%   | 64,84%   | 45,86%  | 26,48%     | 13,30% | 5,08%    | 1,73%  | 0,61%      | 0,09%   |
| BBB   | 99,99%     | 99,94%   | 99,75%   | 99,05%   | 96,23%     | 89,77%   | 78,31%   | 62,12%  | 41,07%     | 24,04% | 11,10%   | 4,44%  | 1,45%      | 0,07%   |
| BB  | 99,99%     | 100,00%  | 99,96%   | 99,86%   | 99,26%     | 97,25%   | 92,25%   | 83,67%  | 66,34%     | 47,37% | 28,47%   | 14,62% | 5,58%      | 1,99%   |
| B   | 100,00%    | 100,00%  | 99,98%   | 99,97%   | 99,83%     | 99,17%   | 97,29%   | 92,86%  | 82,94%     | 68,23% | 48,90%   | 30,43% | 15,11%     | 6,47%   |
| FLP/Ergänzw.  | 100,00%    | 100,00%  | 100,00%  | 100,00%  | 100,00%    | 100,00%  | 100,00%  | 100,00% | 99,97%     | 99,93% | 98,90%   | 96,53% | 92,12%     | 83,38%  |
| Panel B: relative Veränderung der Ausfallhäufigkeiten |            |          |          |          |            |          |          |         |            |        |          |        |            |         |
| Tranche   | $\mu=-5,5$ |          | $\mu=-5$ |          | $\mu=-4,5$ |          | $\mu=-4$ |         | $\mu=-3,5$ |        | $\mu=-3$ |        | $\mu=-2,5$ |         |
|   | AFD        | AFD      | AFD      | AFD      | AFD        | AFD      | AFD      | AFD     | AFD        | AFD    | AFD      | AFD    | AFD        | AFD     |
| AAA   | 14807,7%   | 14699,2% | 14469,9% | 13912,2% | 12555,5%   | 10357,3% | 7566,2%  | 4726,3% | 2345,0%    | 982,4% | 252,8%   | 67,4%  | -67,4%     | -96,6%  |
| AA  | 13773,7%   | 13677,8% | 13473,2% | 12975,8% | 11705,5%   | 9722,0%  | 7131,1%  | 4470,7% | 2224,5%    | 938,6% | 240,8%   | 0,0%   | -68,4%     | -98,7%  |
| A   | 5677,7%    | 5660,4%  | 5631,0%  | 5521,7%  | 5188,0%    | 4564,7%  | 3647,8%  | 2551,1% | 1430,7%    | 668,6% | 193,5%   | 0,0%   | -64,8%     | -94,5%  |
| BBB   | 2152,0%    | 2150,8%  | 2146,5%  | 2131,0%  | 2067,3%    | 1921,9%  | 1663,7%  | 1299,1% | 823,1%     | 441,5% | 150,0%   | 0,0%   | -67,2%     | -92,9%  |
| BB  | 383,9%     | 384,0%   | 383,7%   | 383,1%   | 379,0%     | 365,2%   | 351,0%   | 335,7%  | 324,0%     | 314,8% | 304,3%   | 299,3% | -299,3%    | -299,3% |
| B   | 228,6%     | 228,6%   | 228,6%   | 228,5%   | 228,1%     | 219,7%   | 219,7%   | 205,5%  | 172,5%     | 124,2% | 60,7%    | 0,0%   | -50,3%     | -78,7%  |
| FLP/Ergänzw.  | 1,1%       | 1,1%     | 1,1%     | 1,1%     | 1,1%       | 1,1%     | 1,1%     | 1,1%    | 1,0%       | 0,8%   | 0,0%     | -2,4%  | -6,9%      | -15,7%  |

TABELLE 11: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN VERLUSTMITTELWERTE AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUKTURERWARTUNG  $\mu$

Tabelle 11 zeigt in Panel A die Verlustmittelwerte (MWV) sowie in Panel B deren relative Veränderungen (AMWV) für unterschiedliche Ausprägungen des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Risikofaktors Z. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Veränderungen der tranchenspezifischen Verlustmittelwerte bilden die in Tabelle 1 für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Verlustmittelwerte bei einem konjunkturalneutralen Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ).

| Panel A: Verlustmittelwerte                          |            |          |          |          |            |          |          |         |            |         |          |        |            |        |
|--|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|---------|------------|---------|----------|--------|------------|--------|
| Tranche  | $\mu=-5,5$ |          | $\mu=-5$ |          | $\mu=-4,5$ |          | $\mu=-4$ |         | $\mu=-3,5$ |         | $\mu=-3$ |        | $\mu=-2,5$ |        |
|  | MWV        | MWV      | MWV      | MWV      | MWV        | MWV      | MWV      | MWV     | MWV        | MWV     | MWV      | MWV    | MWV        | MWV    |
| AAA  | 24,86%     | 21,36%   | 17,45%   | 13,61%   | 9,61%      | 6,21%    | 3,62%    | 1,76%   | 0,75%      | 0,27%   | 0,08%    | 0,02%  | 0,01%      | 0,00%  |
| AA   | 99,88%     | 99,19%   | 97,69%   | 94,05%   | 84,87%     | 71,64%   | 51,84%   | 32,70%  | 16,65%     | 7,41%   | 2,43%    | 0,69%  | 0,23%      | 0,01%  |
| A  | 99,92%     | 99,43%   | 98,49%   | 95,87%   | 92,17%     | 88,40%   | 80,04%   | 69,21%  | 58,60%     | 49,19%  | 3,66%    | 1,16%  | 0,38%      | 0,06%  |
| BBB  | 99,99%     | 99,81%   | 99,51%   | 98,21%   | 94,17%     | 85,35%   | 71,85%   | 54,06%  | 33,42%     | 18,39%  | 9,91%    | 0,19%  | 0,00%      | 0,00%  |
| BB   | 99,99%     | 99,98%   | 99,88%   | 99,56%   | 98,09%     | 93,90%   | 85,73%   | 72,65%  | 53,22%     | 34,61%  | 18,47%   | 8,45%  | 2,98%      | 0,91%  |
| B  | 100,00%    | 100,00%  | 99,97%   | 99,93%   | 99,54%     | 98,34%   | 95,05%   | 88,15%  | 74,56%     | 57,51%  | 38,23%   | 21,37% | 9,79%      | 3,82%  |
| FLP/Ergänzw.   | 100,00%    | 100,00%  | 100,00%  | 99,99%   | 99,96%     | 99,77%   | 99,18%   | 97,50%  | 93,28%     | 85,96%  | 73,81%   | 58,30% | 41,95%     | 27,54% |
| Panel B: relative Veränderung der Verlustmittelwerte |            |          |          |          |            |          |          |         |            |         |          |        |            |        |
| Tranche  | $\mu=-5,5$ |          | $\mu=-5$ |          | $\mu=-4,5$ |          | $\mu=-4$ |         | $\mu=-3,5$ |         | $\mu=-3$ |        | $\mu=-2,5$ |        |
|  | AMWV       | AMWV     | AMWV     | AMWV     | AMWV       | AMWV     | AMWV     | AMWV    | AMWV       | AMWV    | AMWV     | AMWV   | AMWV       | AMWV   |
| AAA  | 13276,0%   | 11407,4% | 93189,2% | 72657,1% | 51243,4%   | 33101,3% | 19264,7% | 9284,3% | 3099,8%    | 1357,8% | 332,3%   | -62,3% | -97,4%     | -96,5% |
| AA   | 14278,8%   | 14178,5% | 13492,5% | 12116,9% | 10050,5%   | 7362,9%  | 4607,3%  | 2296,6% | 966,6%     | 249,9%  | 0,0%     | -67,3% | -96,8%     | -98,7% |
| A  | 8521,7%    | 8479,8%  | 8398,1%  | 8172,3%  | 7528,1%    | 6661,7%  | 4495,6%  | 3283,3% | 1751,9%    | 778,7%  | 215,8%   | 0,0%   | -68,2%     | -99,2% |
| BBB  | 3392,8%    | 3387,0%  | 3376,5%  | 3331,1%  | 3189,9%    | 2981,7%  | 2410,1%  | 1788,5% | 1068,4%    | 539,1%  | 173,2%   | 0,0%   | -67,9%     | -99,2% |
| BB   | 1083,6%    | 1083,5%  | 1082,3%  | 1081,1%  | 1061,1%    | 1011,6%  | 914,8%   | 760,0%  | 530,0%     | 309,7%  | 118,6%   | 0,0%   | -64,8%     | -89,3% |
| B  | 368,0%     | 368,1%   | 367,9%   | 367,7%   | 365,9%     | 360,3%   | 344,9%   | 312,0%  | 250,9%     | 169,2%  | 79,0%    | 0,0%   | -54,8%     | -82,1% |
| FLP/Ergänzw.   | 71,5%      | 71,5%    | 71,5%    | 71,5%    | 71,4%      | 71,1%    | 70,1%    | 67,2%   | 60,0%      | 47,4%   | 26,6%    | 0,0%   | -28,1%     | -52,8% |

TABELLE 12.: SENSITIVITÄTEN DER TRANCHENSPEZIFISCHEN STANDARDABWEICHUNG DER VERLUSTE AUF VERÄNDERUNGEN DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$

Tabelle 12 zeigt in Panel A die Standardabweichung der Verluste (Std.V) sowie in Panel B deren relative Veränderungen ( $\Delta$ Std.V) für unterschiedliche Ausprägungen des Erwartungswerts  $\mu$  des makroökonomischen Risikofaktors  $Z$ . Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Veränderungen der tranchenspezifischen Standardabweichungen der Verluste bilden die in Tabelle 1 für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Standardabweichungen der Verluste bei einem konjunktureutralen Ausgangsszenario ( $\mu=0$ ).

|           |       | Panel A: Standardabweichung der Verluste |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |         |           |         |           |         |           |         |           |         |           |         |           |
|-----------|-------|--|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
|           |       | $\mu=-5,5$                               | $\mu=-5$ | $\mu=-4,5$ | $\mu=-4$ | $\mu=-3,5$ | $\mu=-3$ | $\mu=-2,5$ | $\mu=-2$ | $\mu=-1,5$ | $\mu=-1$ | $\mu=-0,5$ | $\mu=0$ | $\mu=0,5$ | $\mu=1$ | $\mu=1,5$ | $\mu=2$ | $\mu=2,5$ | $\mu=3$ | $\mu=3,5$ | $\mu=4$ | $\mu=4,5$ | $\mu=5$ | $\mu=5,5$ |
| Tranche   | Std.V | Std.V                                    | Std.V    | Std.V      | Std.V    | Std.V      | Std.V    | Std.V      | Std.V    | Std.V      | Std.V    | Std.V      | Std.V   | Std.V     | Std.V   | Std.V     | Std.V   | Std.V     | Std.V   | Std.V     | Std.V   | Std.V     | Std.V   | Std.V     |
| AAA       | 3,36% | 7,48%                                    | 8,05%    | 8,11%      | 7,66%    | 6,73%      | 5,33%    | 3,66%      | 2,34%    | 1,35%      | 0,71%    | 0,31%      | 0,22%   | 4,76%     | 1,50%   | 0,95%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     |
| AA        | 2,62% | 8,93%                                    | 14,97%   | 23,56%     | 35,75%   | 45,50%     | 49,87%   | 46,82%     | 37,20%   | 26,13%     | 17,53%   | 8,27%      | 4,76%   | 5,56%     | 2,11%   | 0,95%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     |
| A         | 1,14% | 7,00%                                    | 11,19%   | 18,55%     | 30,29%   | 40,70%     | 47,07%   | 46,59%     | 39,03%   | 28,58%     | 17,53%   | 9,20%      | 5,56%   | 8,76%     | 3,96%   | 1,21%     | 0,29%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     |
| BBB       | 0,95% | 3,69%                                    | 6,23%    | 12,66%     | 21,71%   | 33,14%     | 42,42%   | 44,52%     | 44,52%   | 36,28%     | 24,92%   | 15,29%     | 8,76%   | 8,00%     | 3,75%   | 1,17%     | 0,26%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     |
| BB        | 0,27% | 1,00%                                    | 2,91%    | 5,59%      | 11,79%   | 21,18%     | 31,54%   | 40,52%     | 45,44%   | 43,30%     | 34,91%   | 24,70%     | 15,00%  | 8,00%     | 3,75%   | 1,17%     | 0,26%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     |
| B         | 0,00% | 0,00%                                    | 1,51%    | 2,30%      | 6,01%    | 11,46%     | 19,62%   | 29,53%     | 39,98%   | 45,75%     | 44,95%   | 37,69%     | 26,70%  | 17,10%    | 9,20%   | 4,47%     | 1,71%   | 0,59%     | 1,05%   | 1,05%     | 0,00%   | 0,00%     | 0,00%   | 0,00%     |
| FLPEquity | 0,00% | 0,00%                                    | 0,14%    | 0,35%      | 1,33%    | 3,10%      | 6,13%    | 11,04%     | 18,24%   | 25,46%     | 32,23%   | 35,68%     | 34,52%  | 29,16%    | 22,37%  | 15,23%    | 9,59%   | 5,95%     | 3,13%   | 1,86%     | 0,93%   | 0,51%     | 0,31%   | 0,31%     |

|           |                | Panel B: relative Veränderung der Standardabweichung der Verluste |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|-----------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|           |                | $\mu=-5,5$  | $\mu=-5$       | $\mu=-4,5$     | $\mu=-4$       | $\mu=-3,5$     | $\mu=-3$       | $\mu=-2,5$     | $\mu=-2$       | $\mu=-1,5$     | $\mu=-1$       | $\mu=-0,5$     | $\mu=0$        | $\mu=0,5$      | $\mu=1$        | $\mu=1,5$      | $\mu=2$        | $\mu=2,5$      | $\mu=3$        | $\mu=3,5$      | $\mu=4$        | $\mu=4,5$      | $\mu=5$        | $\mu=5,5$      |
| Tranche   | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V  | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V | $\Delta$ Std.V |
| AAA       | 1992,5%        | 2280,0%   | 2459,7%        | 2479,2%        | 2336,3%        | 2041,2%        | 1596,7%        | 1064,3%        | 644,7%         | 329,1%         | 126,5%         | 0,0%           | -29,6%         | -87,9%         | -78,3%         | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        |
| AA        | -59,4%         | 8,0%  | 81,0%          | 184,9%         | 352,2%         | 450,1%         | 502,8%         | 466,0%         | 349,7%         | 215,9%         | 85,8%          | 0,0%           | -42,4%         | -81,9%         | -88,5%         | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        |
| A         | -73,5%         | -29,3%  | 13,0%          | 87,4%          | 206,0%         | 311,2%         | 375,5%         | 370,7%         | 294,3%         | 188,7%         | 77,3%          | 0,0%           | -42,9%         | -78,6%         | -90,4%         | -98,1%         | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        |
| BBB       | -92,5%         | -75,9%  | -59,3%         | -21,2%         | 42,0%          | 116,8%         | 177,4%         | 207,5%         | 191,2%         | 137,3%         | 63,0%          | 0,0%           | -42,7%         | -74,1%         | -92,1%         | -98,1%         | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        |
| BB        | -96,1%         | -95,9%  | -88,2%         | -77,4%         | -52,3%         | -14,3%         | 27,7%          | 64,0%          | 83,9%          | 75,3%          | 41,3%          | 0,0%           | -39,3%         | -67,6%         | -84,8%         | -93,6%         | -98,9%         | -99,3%         | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        |
| B         | -99,3%         | -100,0%   | -96,0%         | -93,9%         | -84,1%         | -69,6%         | -48,0%         | -21,6%         | 6,1%           | 21,4%          | 19,3%          | 0,0%           | -29,2%         | -54,6%         | -75,6%         | -88,1%         | -95,5%         | -97,2%         | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        | -100,0%        |
| FLPEquity | -100,0%        | -100,0%   | -99,6%         | -99,0%         | -96,3%         | -91,3%         | -82,8%         | -69,1%         | -48,9%         | -28,7%         | -9,7%          | 0,0%           | -3,3%          | -18,5%         | -37,3%         | -57,3%         | -73,1%         | -83,5%         | -91,2%         | -94,8%         | -97,4%         | -98,6%         | -99,1%         |                |

## Anhang 4

### Tranchenspezifische Ausfallhäufigkeiten, Verlustmittelwerte und Standardabweichungen der Verluste für unterschiedliche Assetkorrelationen $\omega$

TABELLE 13: AUSFALLHÄUFIGKEITEN FÜR VERSCHIEDENE ASSETKORRELATIONEN  $\omega$

Tabelle 13 zeigt in Panel A die tranchenspezifischen Ausfallhäufigkeiten (Frequency of Default, FD) für verschiedene Assetkorrelationen (vgl. auch Abbildung 17) sowie in Panel B deren relative Veränderungen bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen  $\omega$ . Es wird von einer exogen gegebenen Tranchierung gemäß Abbildung 1 ausgegangen. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Änderungen der Ausfallhäufigkeiten bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen bilden die in Tabelle 1, Panel A für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Ausprägungen der Ausfallhäufigkeiten bei einer neutralen Konjunkturerwartung ( $\mu=0$ ).

| <b>Panel A: Ausfallhäufigkeiten</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |            |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
|                                     | $\omega=0,1$ | $\omega=0,2$ | $\omega=0,3$ | $\omega=0,4$ | $\omega=0,5$ | $\omega=0,6$ | $\omega=0,7$ | $\omega=0,8$ | $\omega=0,9$ | $\omega=1$ |
| <b>Tranche</b>                      | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>    | <b>FD</b>  |
| AAA                                 | 0,03%        | 0,67%        | 1,84%        | 3,22%        | 4,14%        | 4,82%        | 5,33%        | 5,85%        | 5,64%        | 4,44%      |
| AA                                  | 0,03%        | 0,72%        | 1,90%        | 3,31%        | 4,23%        | 4,91%        | 5,38%        | 5,90%        | 5,68%        | 4,44%      |
| A                                   | 0,22%        | 1,73%        | 3,50%        | 4,94%        | 5,97%        | 6,53%        | 6,84%        | 6,89%        | 6,33%        | 4,44%      |
| BBB                                 | 1,34%        | 4,44%        | 6,81%        | 8,02%        | 8,52%        | 9,02%        | 8,67%        | 8,43%        | 7,23%        | 4,44%      |
| BB                                  | 10,19%       | 14,62%       | 16,06%       | 15,54%       | 14,99%       | 14,09%       | 12,45%       | 11,15%       | 8,77%        | 4,44%      |
| B                                   | 32,81%       | 30,43%       | 27,66%       | 24,51%       | 22,28%       | 19,71%       | 16,48%       | 14,05%       | 10,26%       | 4,44%      |
| FLP/Equity                          | 99,96%       | 98,90%       | 95,03%       | 87,92%       | 78,44%       | 66,84%       | 52,66%       | 39,55%       | 23,52%       | 4,44%      |

| <b>Panel B: relative Veränderung der Ausfallhäufigkeiten</b> |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|  | $\omega=0,1$                 | $\omega=0,2$                 | $\omega=0,3$                 | $\omega=0,4$                 | $\omega=0,5$                 | $\omega=0,6$                 | $\omega=0,7$                 | $\omega=0,8$                 | $\omega=0,9$                 | $\omega=1$                   |
| <b>Tranche</b>   | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> | <b><math>\Delta</math>FD</b> |
| AAA  | -96%                         | 0%                           | 174%                         | 380%                         | 518%                         | 619%                         | 696%                         | 773%                         | 741%                         | 559%                         |
| AA   | -96%                         | 0%                           | 164%                         | 360%                         | 487%                         | 581%                         | 647%                         | 719%                         | 688%                         | 513%                         |
| A  | -88%                         | 0%                           | 102%                         | 186%                         | 245%                         | 277%                         | 295%                         | 298%                         | 266%                         | 155%                         |
| BBB  | -70%                         | 0%                           | 53%                          | 81%                          | 92%                          | 103%                         | 95%                          | 90%                          | 63%                          | -1%                          |
| BB   | -30%                         | 0%                           | 10%                          | 6%                           | 3%                           | -4%                          | -15%                         | -24%                         | -40%                         | -70%                         |
| B  | 8%                           | 0%                           | -9%                          | -19%                         | -27%                         | -35%                         | -46%                         | -54%                         | -66%                         | -85%                         |
| FLP/Equity   | 1%                           | 0%                           | -4%                          | -11%                         | -21%                         | -32%                         | -47%                         | -60%                         | -76%                         | -96%                         |

TABELLE 14: VERLUSTMITTELWERTE FÜR VERSCHIEDENE ASSETKORRELATIONEN  $\omega$

Tabelle 14 zeigt in Panel A die tranchenspezifischen Verlustmittelwerte (MwV) für verschiedene Assetkorrelationen (vgl. auch Abbildung 18) sowie in Panel B deren relative Veränderungen bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen  $\omega$ . Es wird von einer exogen gegebenen Tranchierung gemäß Abbildung 1 ausgegangen. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Änderungen der Verlustmittelwerte bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen bilden die in Tabelle 1, Panel A für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Ausprägungen der Verlustmittelwerte bei einer neutralen Konjunkturerwartung ( $\mu=0$ ).

| <b>Panel A: Verlustmittelwerte</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |            |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
|                                    | $\omega=0,1$ | $\omega=0,2$ | $\omega=0,3$ | $\omega=0,4$ | $\omega=0,5$ | $\omega=0,6$ | $\omega=0,7$ | $\omega=0,8$ | $\omega=0,9$ | $\omega=1$ |
| <b>Tranche</b>                     | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b>   | <b>MwV</b> |
| AAA                                | 0,00%        | 0,02%        | 0,08%        | 0,17%        | 0,29%        | 0,43%        | 0,58%        | 0,80%        | 1,01%        | 1,57%      |
| AA                                 | 0,03%        | 0,69%        | 1,88%        | 3,27%        | 4,20%        | 4,87%        | 5,36%        | 5,88%        | 5,66%        | 4,41%      |
| A                                  | 0,09%        | 1,16%        | 2,62%        | 4,06%        | 5,04%        | 5,68%        | 6,07%        | 6,40%        | 5,97%        | 4,41%      |
| BBB                                | 0,65%        | 2,86%        | 4,98%        | 6,35%        | 7,16%        | 7,75%        | 7,72%        | 7,61%        | 6,76%        | 4,41%      |
| BB                                 | 4,32%        | 8,45%        | 10,88%       | 11,39%       | 11,44%       | 11,40%       | 10,47%       | 9,78%        | 7,95%        | 4,41%      |
| B                                  | 19,86%       | 21,37%       | 21,28%       | 19,72%       | 18,42%       | 16,69%       | 14,34%       | 12,50%       | 9,47%        | 4,41%      |
| FLP/Equity                         | 68,50%       | 58,30%       | 50,45%       | 42,69%       | 36,98%       | 31,22%       | 24,93%       | 19,79%       | 13,28%       | 4,41%      |

| <b>Panel B: relative Veränderung der Verlustmittelwerte</b> |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|   | $\omega=0,1$                  | $\omega=0,2$                  | $\omega=0,3$                  | $\omega=0,4$                  | $\omega=0,5$                  | $\omega=0,6$                  | $\omega=0,7$                  | $\omega=0,8$                  | $\omega=0,9$                  | $\omega=1$                    |
| <b>Tranche</b>  | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> | <b><math>\Delta</math>MwV</b> |
| AAA   | -98%                          | 0%                            | 301%                          | 832%                          | 1451%                         | 2175%                         | 3022%                         | 4162%                         | 5282%                         | 8280%                         |
| AA  | -96%                          | 0%                            | 170%                          | 371%                          | 505%                          | 602%                          | 672%                          | 747%                          | 715%                          | 536%                          |
| A   | -92%                          | 0%                            | 126%                          | 251%                          | 335%                          | 390%                          | 424%                          | 453%                          | 415%                          | 281%                          |
| BBB   | -77%                          | 0%                            | 74%                           | 122%                          | 150%                          | 171%                          | 170%                          | 166%                          | 136%                          | 54%                           |
| BB  | -49%                          | 0%                            | 29%                           | 35%                           | 35%                           | 35%                           | 24%                           | 16%                           | -6%                           | -48%                          |
| B   | -7%                           | 0%                            | 0%                            | -8%                           | -14%                          | -22%                          | -33%                          | -41%                          | -56%                          | -79%                          |
| FLP/Equity  | 17%                           | 0%                            | -13%                          | -27%                          | -37%                          | -46%                          | -57%                          | -66%                          | -77%                          | -92%                          |

TABELLE 15: STANDARDABWEICHUNGEN DER VERLUSTE FÜR VERSCHIEDENE ASSET-KORRELATIONEN  $\omega$

Tabelle 15 zeigt in Panel A die tranchenspezifischen Standardabweichungen der Verluste (Std.V) für verschiedene Assetkorrelationen (vgl. auch Abbildung 19) sowie in Panel B deren relative Veränderungen bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen  $\omega$ . Es wird von einer exogen gegebenen Tranchierung gemäß Abbildung 1 ausgegangen. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Änderungen der Standardabweichungen der Verluste bezüglich einer Veränderung der Assetkorrelationen bilden die in Tabelle 1, Panel A für  $N=1000$  sowie  $\omega=0,2$  angegebenen Ausprägungen der Standardabweichungen der Verluste bei einer neutralen Konjunkturerwartung ( $\mu=0$ ).

| Panel A: Standardabweichungen der Verluste |              |              |              |              |              |              |              |              |              |            |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Tranche                                    | $\omega=0,1$ | $\omega=0,2$ | $\omega=0,3$ | $\omega=0,4$ | $\omega=0,5$ | $\omega=0,6$ | $\omega=0,7$ | $\omega=0,8$ | $\omega=0,9$ | $\omega=1$ |
| AAA  | 0,02%        | 0,31%        | 0,75%        | 1,33%        | 1,89%        | 2,55%        | 3,26%        | 4,06%        | 4,98%        | 7,29%      |
| AA   | 1,73%        | 8,27%        | 13,52%       | 17,74%       | 20,04%       | 21,50%       | 22,51%       | 23,51%       | 23,11%       | 20,54%     |
| A  | 2,46%        | 9,90%        | 15,15%       | 19,04%       | 21,21%       | 22,54%       | 23,39%       | 24,13%       | 23,46%       | 20,54%     |
| BBB  | 6,81%        | 15,29%       | 20,43%       | 23,32%       | 24,91%       | 25,94%       | 26,11%       | 26,02%       | 24,81%       | 20,54%     |
| BB   | 16,58%       | 24,70%       | 28,55%       | 29,78%       | 30,08%       | 30,44%       | 29,58%       | 28,96%       | 26,60%       | 20,54%     |
| B  | 34,78%       | 37,69%       | 38,54%       | 37,84%       | 37,20%       | 36,02%       | 34,09%       | 32,35%       | 28,86%       | 20,54%     |
| FLP/Equity                                 | 30,11%       | 35,68%       | 38,59%       | 39,94%       | 40,37%       | 39,83%       | 38,20%       | 36,21%       | 31,70%       | 20,54%     |

| Panel B: relative Veränderung der Standardabweichungen der Verluste |              |              |              |              |              |              |              |              |              |            |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Tranche   | $\omega=0,1$ | $\omega=0,2$ | $\omega=0,3$ | $\omega=0,4$ | $\omega=0,5$ | $\omega=0,6$ | $\omega=0,7$ | $\omega=0,8$ | $\omega=0,9$ | $\omega=1$ |
| AAA   | -93%         | 0%           | 138%         | 322%         | 502%         | 710%         | 938%         | 1193%        | 1484%        | 2220%      |
| AA  | -79%         | 0%           | 63%          | 114%         | 142%         | 160%         | 172%         | 184%         | 179%         | 148%       |
| A   | -75%         | 0%           | 53%          | 92%          | 114%         | 128%         | 136%         | 144%         | 137%         | 108%       |
| BBB   | -55%         | 0%           | 34%          | 53%          | 63%          | 70%          | 71%          | 70%          | 62%          | 34%        |
| BB  | -33%         | 0%           | 16%          | 21%          | 22%          | 23%          | 20%          | 17%          | 8%           | -17%       |
| B   | -8%          | 0%           | 2%           | 0%           | -1%          | -4%          | -10%         | -14%         | -23%         | -45%       |
| FLP/Equity  | -16%         | 0%           | 8%           | 12%          | 13%          | 12%          | 7%           | 1%           | -11%         | -42%       |

ABBILDUNG 17: AUSFALLHÄUFIGKEITEN FÜR VERSCHIEDENE ASSETKORRELATIONEN  $\omega$

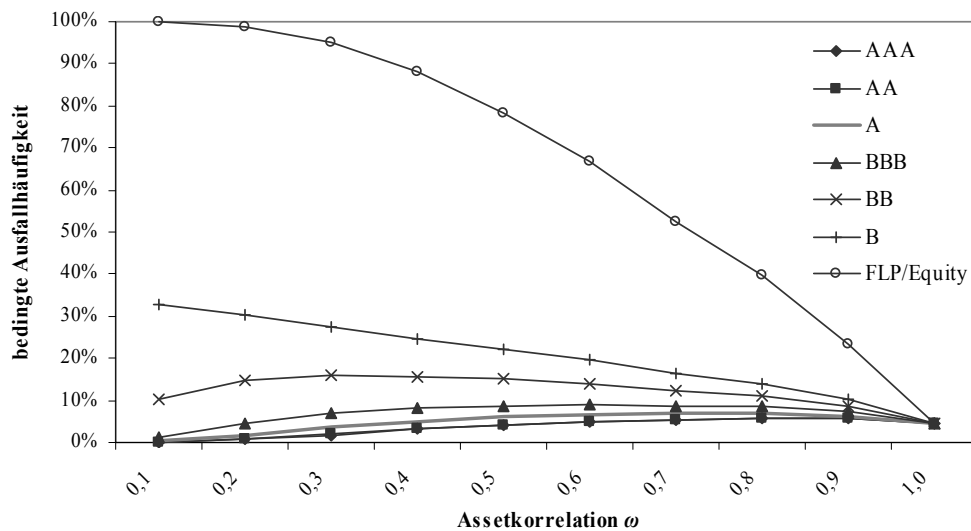




ABBILDUNG 18: VERLUSTMITTELWERTE FÜR VERSCHIEDENE ASSETKORRELATIONEN  $\omega$

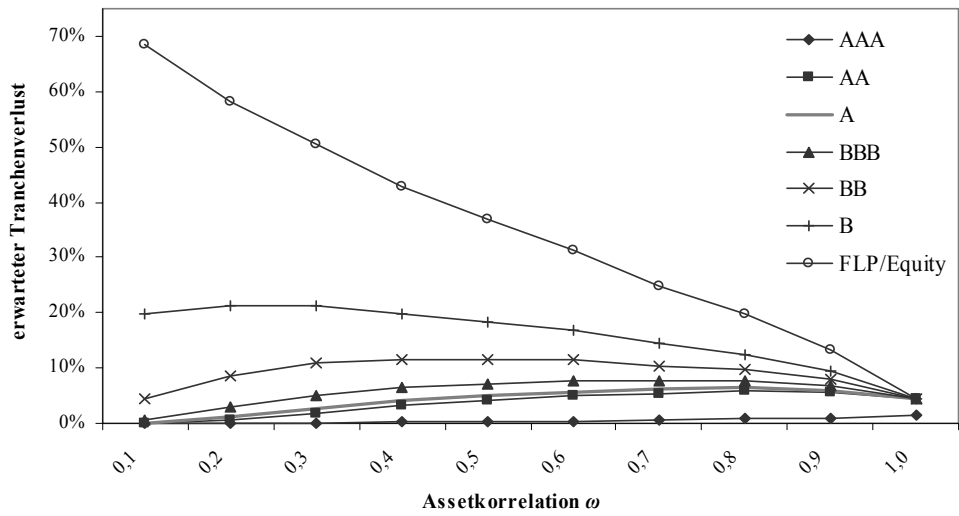
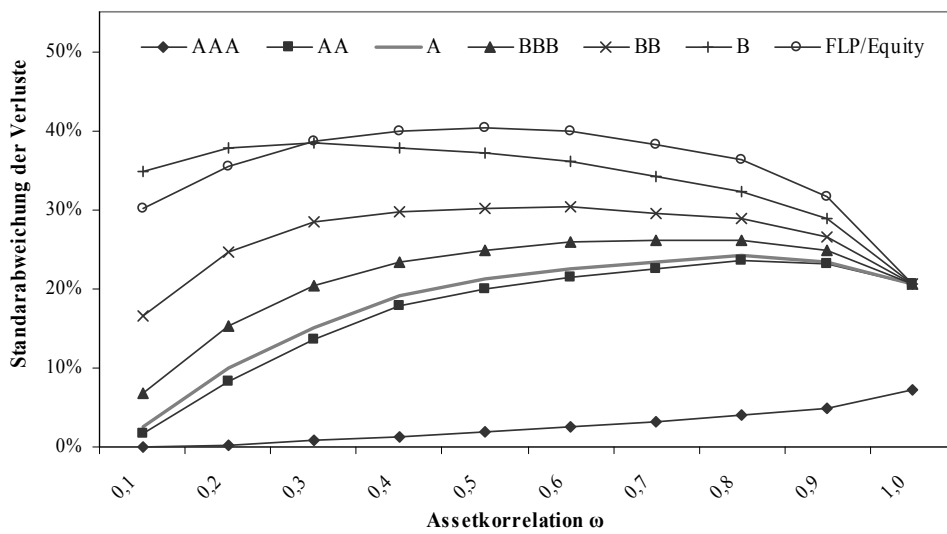


ABBILDUNG 19: STANDARDABWEICHUNGEN DER VERLUSTE FÜR VERSCHIEDENE ASSETKORRELATIONEN  $\omega$



## Anhang 5

Sensitivitäten der Ausfallhäufigkeiten, der Verlustmittelwerte sowie der Standardabweichungen der Verluste für die AAA, A, BB und Equity Tranche bezüglich einer simultanen Veränderung der Konjunkturerwartung  $\mu$  sowie der Assetkorrelation  $\omega$

ABBILDUNG 20: SENSITIVITÄTEN DER AUSFALLHÄUFIGKEITEN AUF EINE SIMULTANE VERÄNDERUNG DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$  SOWIE DER ASSETKORRELATION  $\omega$

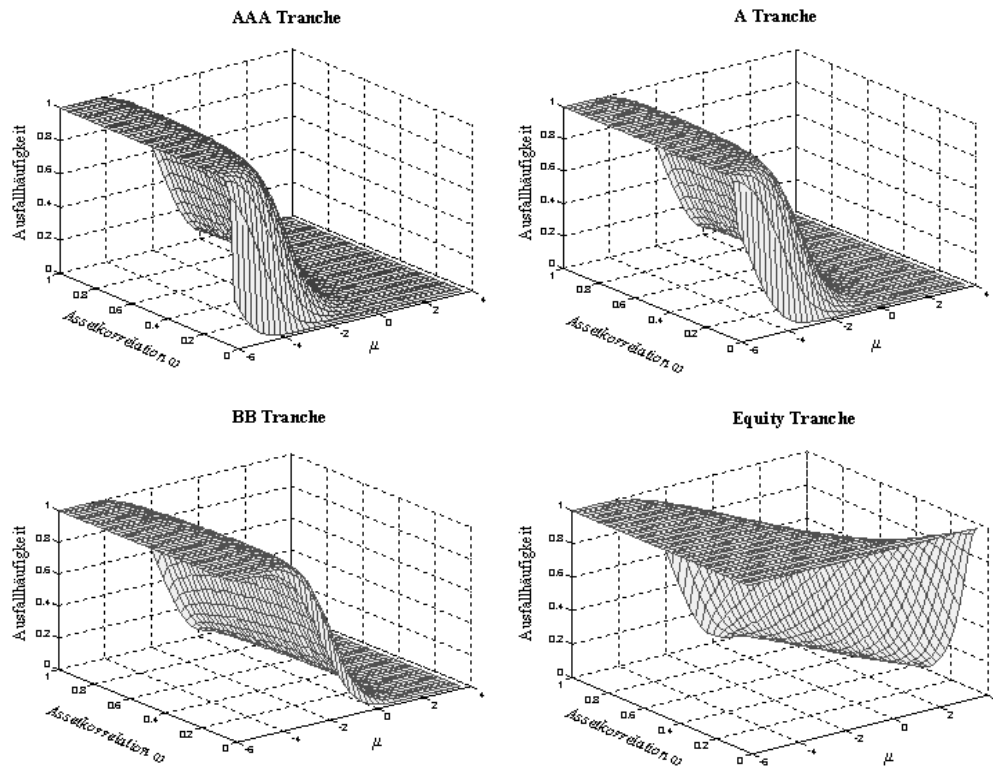


ABBILDUNG 21: SENSITIVITÄTEN DER VERLUSTMITTELWERTE AUF EINE SIMULTANE VERÄNDERUNG DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$  SOWIE DER ASSETKORRELATION  $\omega$

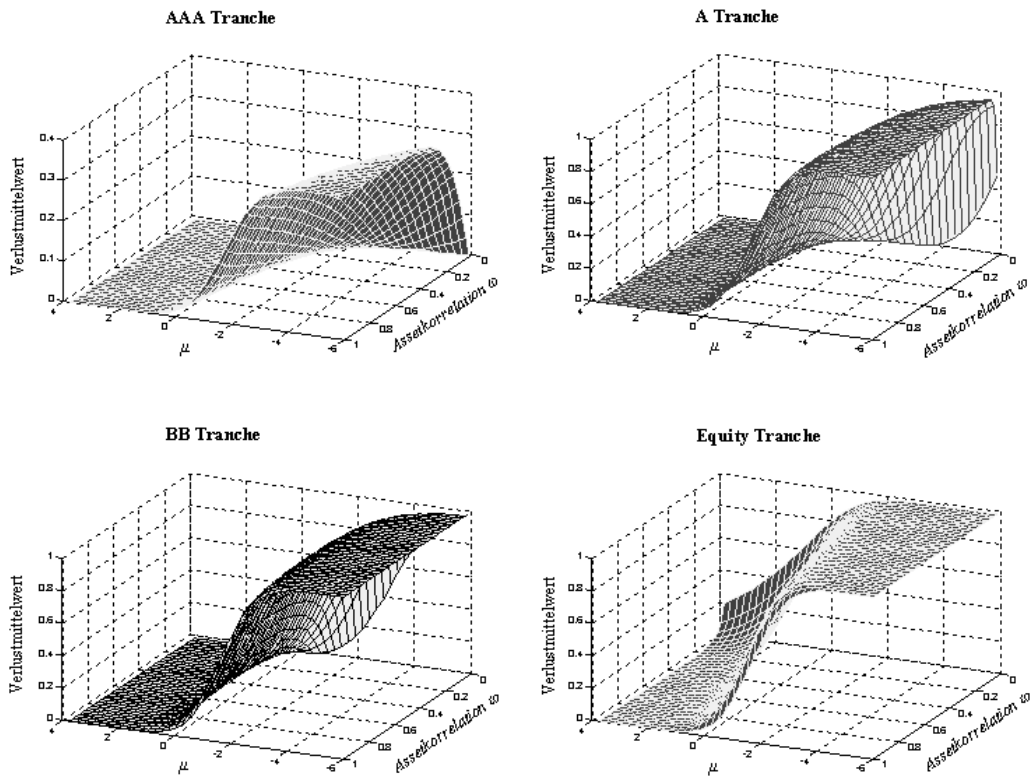
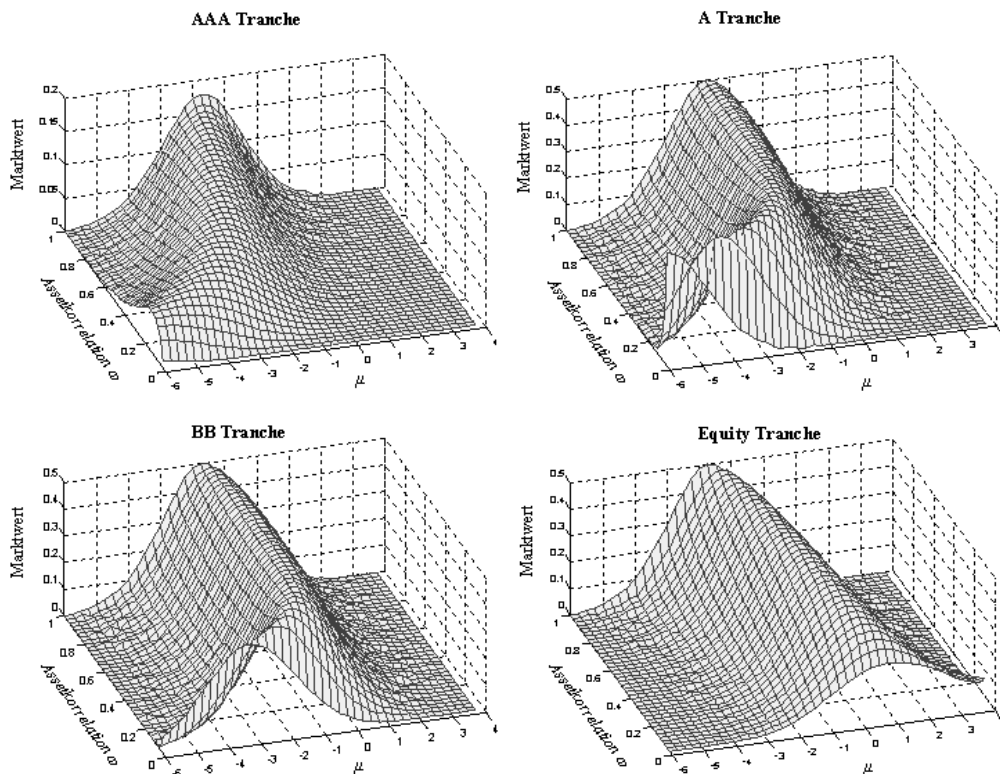


ABBILDUNG 22: SENSITIVITÄTEN DER STANDARDABWEICHUNGEN DER VERLUSTE AUF EINE SIMULTANE VERÄNDERUNG DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$  SOWIE DER ASSETKORRELATION  $\omega$



## Anhang 6

### Sensitivitäten der fundamentalen Tranchenwerte auf Veränderungen der Risikoaversionshöhe des Kapitalmarktes

TABELLE 16: VERÄNDERUNG DER CDO-TRANCHENWERTE BEI EINER VERÄNDERUNG DER RISIKOAVERSION DES KAPITALMARKTES

Tabelle 16 zeigt die tranchenspezifischen fundamentalen Marktwerte (Panel A) und deren relative Veränderungen (Panel B) für eine variierende Risikoaversionshöhe  $c$  des Kapitalmarktes. Den Ausgangspunkt der Betrachtung der relativen Änderungen der fundamentalen CDO-Werte in Panel B bildet eine angenommene anfängliche Risikoaversion von  $c=0,2$  (vgl. hierzu auch Tabelle 3). Gemäß Panel A lässt sich erkennen, dass Veränderungen des Risikoaversionsparameters  $c$  starke Wertveränderungen der Non Investment Grade-Tranchen und besonders des Equity Piece induzieren, die fundamentalen Marktwerte der Investment Grade-Tranchen, v.a. der AAA Tranche, jedoch nahezu unverändert bleiben. Panel B verdeutlicht diesen Sachverhalt durch Angabe der prozentualen Marktwertveränderungen der einzelnen Tranchen für einen variierenden Risikoaversionsparameter  $c$ .

| <b>Panel A: absolute Tranchenwerte</b> |          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
|--|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|  | $c=0,05$ | $c=0,1$ | $c=0,2$ | $c=0,3$ | $c=0,4$ | $c=0,5$ | $c=0,6$ | $c=0,7$ | $c=0,8$ | $c=0,9$ | $c=1$  |
| Tranche                                | MW       | MW      | MW      | MW      | MW      | MW      | MW      | MW      | MW      | MW      | MW     |
| AAA                                    | 910,84   | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84  | 910,84 |
| AA                                     | 1,13     | 1,21    | 1,25    | 1,27    | 1,28    | 1,28    | 1,28    | 1,28    | 1,29    | 1,29    | 1,29   |
| A                                      | 18,55    | 19,96   | 20,71   | 20,97   | 21,11   | 21,20   | 21,25   | 21,30   | 21,33   | 21,36   | 21,37  |
| BBB                                    | 15,47    | 18,49   | 20,24   | 20,87   | 21,20   | 21,41   | 21,55   | 21,66   | 21,74   | 21,81   | 21,85  |
| BB                                     | 9,93     | 15,80   | 20,00   | 21,68   | 22,61   | 23,21   | 23,63   | 23,95   | 24,20   | 24,41   | 24,55  |
| B                                      | 0,55     | 2,71    | 6,05    | 7,95    | 9,14    | 9,95    | 10,55   | 11,01   | 11,37   | 11,67   | 11,90  |
| FLP/Equity                             | 0,01     | 0,28    | 1,82    | 3,45    | 4,78    | 5,85    | 6,72    | 7,46    | 8,08    | 8,62    | 9,02   |

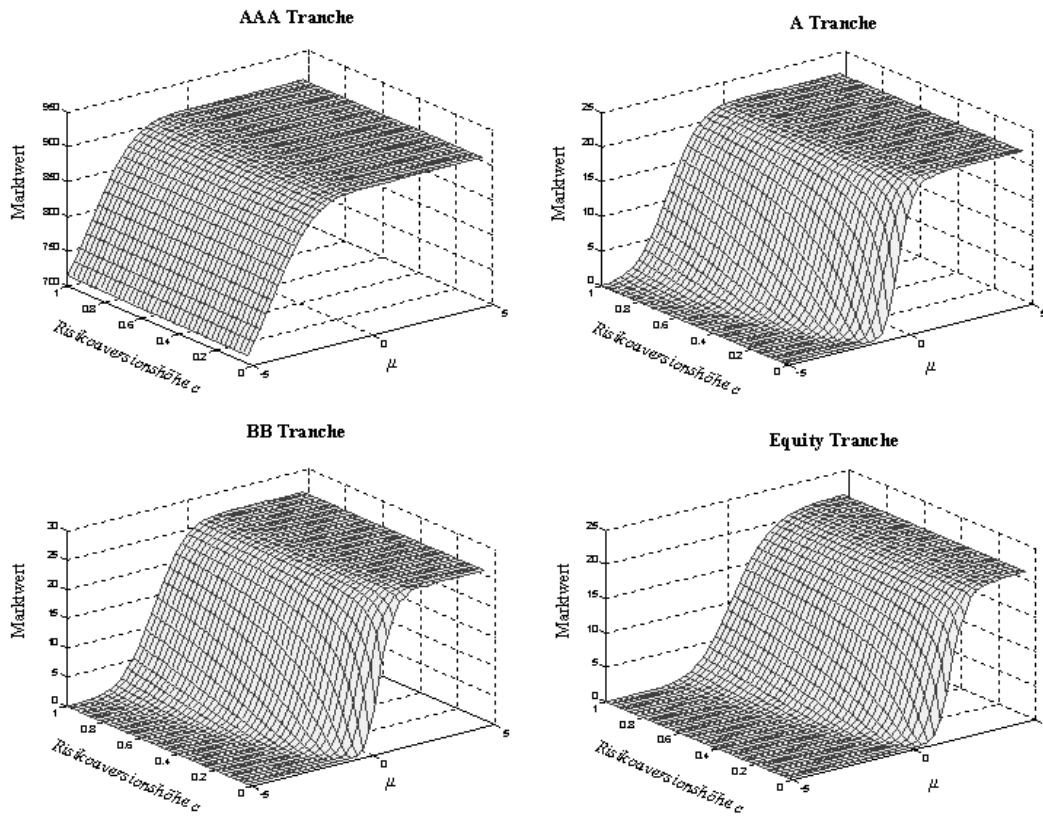
  

| <b>Panel B: relative Veränderung der Tranchenwerte</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | $c=0,05$    | $c=0,1$     | $c=0,2$     | $c=0,3$     | $c=0,4$     | $c=0,5$     | $c=0,6$     | $c=0,7$     | $c=0,8$     | $c=0,9$     | $c=1$       |
| Tranche  | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ | $\Delta MW$ |
| AAA  | -0,0001%    | 0,0000%     | 0,0000%     | 0,0000%     | 0,0001%     | 0,0001%     | 0,0002%     | 0,0002%     | 0,0003%     | 0,0003%     | 0,0004%     |
| AA   | -9,7%       | -3,3%       | 0,0%        | 1,1%        | 1,7%        | 2,1%        | 2,3%        | 2,5%        | 2,6%        | 2,7%        | 2,8%        |
| A  | -10,5%      | -3,6%       | 0,0%        | 1,3%        | 1,9%        | 2,3%        | 2,6%        | 2,8%        | 3,0%        | 3,1%        | 3,2%        |
| BBB  | -23,6%      | -8,6%       | 0,0%        | 3,1%        | 4,8%        | 5,8%        | 6,5%        | 7,0%        | 7,4%        | 7,8%        | 7,9%        |
| BB   | -50,3%      | -21,0%      | 0,0%        | 8,4%        | 13,1%       | 16,1%       | 18,2%       | 19,8%       | 21,0%       | 22,1%       | 22,8%       |
| B  | -91,0%      | -55,3%      | 0,0%        | 31,4%       | 51,0%       | 64,4%       | 74,3%       | 81,9%       | 88,0%       | 92,9%       | 96,7%       |
| FLP/Equity   | -99,6%      | -84,5%      | 0,0%        | 88,8%       | 161,8%      | 220,5%      | 268,6%      | 308,7%      | 342,8%      | 372,3%      | 394,2%      |

## Anhang 7

### Wertsensitivitäten der AAA, A, BB und Equity Tranche bezüglich einer simultanen Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes und der Konjunkturerwartung

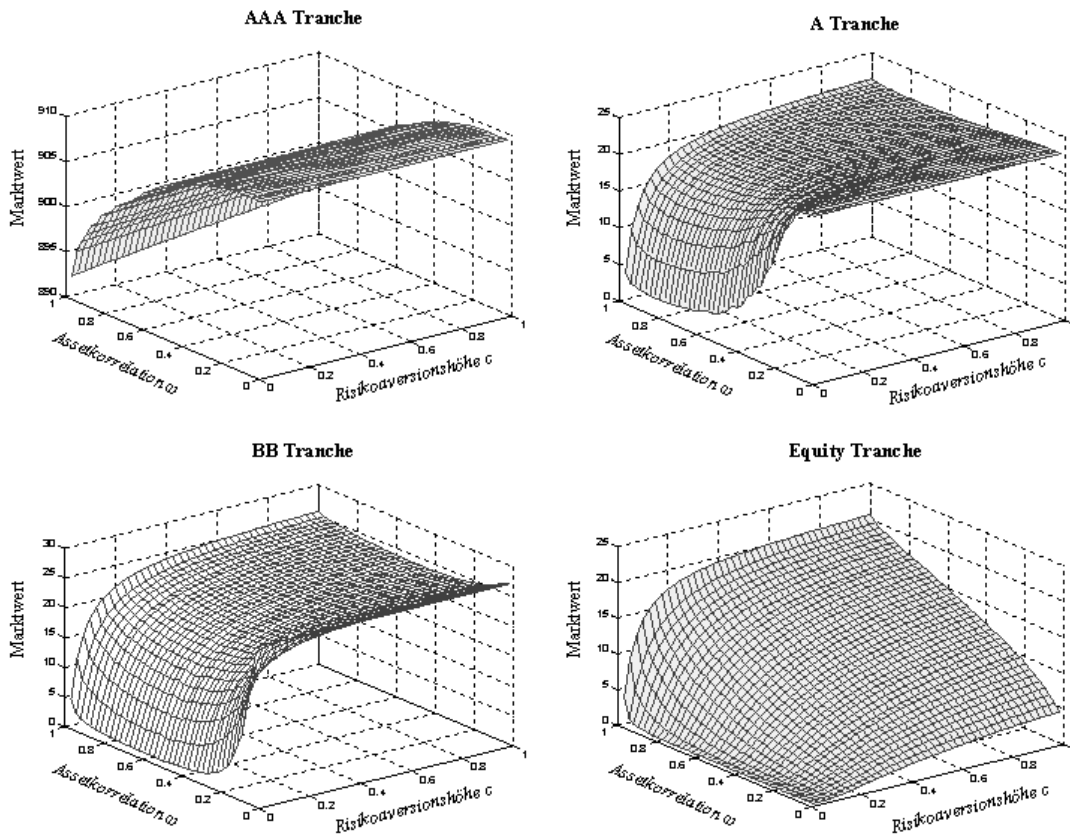
ABBILDUNG 23: WERTSENSITIVITÄTEN BEZÜGLICH EINER SIMULTANEN VERÄNDERUNG DER RISIKOAVERSION DES KAPITALMARKTES  $c$  UND DER KONJUNKTURERWARTUNG  $\mu$



## Anhang 8

### Wertsensitivitäten der AAA, A, BB und Equity Tranche bezüglich einer simultanen Veränderung der Risikoaversion des Kapitalmarktes und der Assetkorrelation

ABBILDUNG 24: WERTSENSITIVITÄTEN BEZÜGLICH EINER SIMULTANEN VERÄNDERUNG DER RISIKOAVERSION DES KAPITALMARKTES  $c$  UND DER ASSETKORRELATION  $\omega$



## Anhang 9

### Zusammensetzung des Credit Spreads für unterschiedliche Risikoaversionskoeffizienten $c$ bei Berücksichtigung des Liquiditätsrisikos

TABELLE 17: ZUSAMMENSETZUNG DES CREDIT SPREADS FÜR UNTERSCHIEDLICHE RISIKO-AVERSIONSKOEFFIZIENTEN  $c$  BEI BERÜCKSICHTIGUNG DES LIQUIDITÄTSRISIKOS

Tabelle 17 zeigt in Panel A bis D für die Risikoaversionskoeffizienten  $c=0,1$ ,  $c=0,3$ ,  $c=0,6$  und  $c=0,9$  die absoluten und relativen Werte der Spreadbestandteile *Expected Loss*-, *Risikoaversion*- und *Liquiditätsrisikoprämie*. Die *absolute* Höhe des Liquiditätsspreads ist dabei gemäß Gleichung (19) für einen gegebenen Risikoaversionskoeffizienten  $c$  für alle Tranchen identisch. Die *absolute* Höhe der tranchenspezifischen *Expected Loss*-Komponente ist unabhängig von der Risikoaversion des Kapitalmarktes. Durch die Veränderung der Risikoaversion und der dadurch ausgelösten Veränderung der absoluten Höhe des Liquiditäts- und Risikoaversions-spreads, kommt es bei gleichbleibender absoluter Höhe des tranchenspezifischen *Expected Loss*-Spreads zu einer *relativen* Veränderung der einzelnen Spreadkomponenten. Daneben gilt, dass bei gegebener Risikoaversionshöhe  $c$  infolge der unterschiedlichen absoluten Höhe der *Expected Loss*- und Risikoaversions-spreads der einzelnen Tranchen, der *relative* Anteil des Liquiditätsspreads, trotz gleicher *absoluter* Höhe, stark tranchenspezifisch ist. Durch diese Gegebenheiten ergibt sich eine unterschiedliche Bedeutung der spezifischen Spreadkomponenten und damit Risikoprämienquellen für die Marktwerte der einzelnen CDO-Tranchen.

| <b>Panel A: <math>c=0,1</math></b> |                            |                |                   |                            |                |                   |  |
|------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|----------------|-------------------|--|
|                                    | <b>absolute Spreadhöhe</b> |                |                   | <b>relative Spreadhöhe</b> |                |                   |  |
|                                    | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko |  |
| AAA                                | 0,02%                      | 0,0005%        | 5,27%             | 0,36%                      | 0,01%          | 99,63%            |  |
| AA                                 | 0,70%                      | 6,31%          | 5,27%             | 5,73%                      | 51,37%         | 42,89%            |  |
| A                                  | 1,17%                      | 7,23%          | 5,27%             | 8,49%                      | 52,93%         | 38,59%            |  |
| BBB                                | 2,95%                      | 18,53%         | 5,27%             | 11,02%                     | 69,28%         | 19,71%            |  |
| BB                                 | 9,23%                      | 59,91%         | 5,27%             | 12,46%                     | 80,46%         | 7,08%             |  |
| B                                  | 27,17%                     | 438,98%        | 5,27%             | 5,83%                      | 93,05%         | 1,12%             |  |
| Equity                             | 139,84%                    | 7747,94%       | 5,27%             | 1,78%                      | 98,15%         | 0,07%             |  |

| <b>Panel B: <math>c=0,3</math></b> |                            |                |                   |                            |                |                   |  |
|------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|----------------|-------------------|--|
|                                    | <b>absolute Spreadhöhe</b> |                |                   | <b>relative Spreadhöhe</b> |                |                   |  |
|                                    | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko |  |
| AAA                                | 0,02%                      | 0,0004%        | 1,49%             | 1,25%                      | 0,03%          | 98,72%            |  |
| AA                                 | 0,70%                      | 1,61%          | 1,49%             | 18,51%                     | 42,36%         | 39,14%            |  |
| A                                  | 1,17%                      | 1,95%          | 1,49%             | 25,22%                     | 42,36%         | 32,41%            |  |
| BBB                                | 2,95%                      | 4,85%          | 1,49%             | 31,71%                     | 52,25%         | 16,04%            |  |
| BB                                 | 9,23%                      | 14,48%         | 1,49%             | 36,75%                     | 57,35%         | 5,90%             |  |
| B                                  | 27,17%                     | 64,19%         | 1,49%             | 29,51%                     | 68,89%         | 1,60%             |  |
| Equity                             | 139,84%                    | 398,56%        | 1,49%             | 26,02%                     | 73,70%         | 0,28%             |  |

| <b>Panel C: <math>c=0,6</math></b> |                            |                |                   |                            |                |                   |  |
|------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|----------------|-------------------|--|
|                                    | <b>absolute Spreadhöhe</b> |                |                   | <b>relative Spreadhöhe</b> |                |                   |  |
|                                    | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko |  |
| AAA                                | 0,02%                      | 0,0002%        | 1,10%             | 1,69%                      | 0,02%          | 98,29%            |  |
| AA                                 | 0,70%                      | 0,46%          | 1,10%             | 31,12%                     | 20,38%         | 48,50%            |  |
| A                                  | 1,17%                      | 0,59%          | 1,10%             | 40,72%                     | 20,71%         | 38,57%            |  |
| BBB                                | 2,95%                      | 1,47%          | 1,10%             | 53,45%                     | 26,62%         | 19,92%            |  |
| BB                                 | 9,23%                      | 4,35%          | 1,10%             | 62,99%                     | 29,56%         | 7,45%             |  |
| B                                  | 27,17%                     | 16,73%         | 1,10%             | 60,66%                     | 36,92%         | 2,42%             |  |
| Equity                             | 139,84%                    | 85,17%         | 1,10%             | 62,00%                     | 37,52%         | 0,48%             |  |

| <b>Panel D: <math>c=0,9</math></b> |                            |                |                   |                            |                |                   |  |
|------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|----------------|-------------------|--|
|                                    | <b>absolute Spreadhöhe</b> |                |                   | <b>relative Spreadhöhe</b> |                |                   |  |
|                                    | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko | Expected Loss              | Risikoaversion | Liquiditätsrisiko |  |
| AAA                                | 0,02%                      | 0,0001%        | 0,99%             | 1,88%                      | 0,01%          | 98,12%            |  |
| AA                                 | 0,70%                      | 0,08%          | 0,99%             | 39,83%                     | 4,36%          | 55,80%            |  |
| A                                  | 1,17%                      | 0,10%          | 0,99%             | 51,55%                     | 4,55%          | 43,89%            |  |
| BBB                                | 2,95%                      | 0,26%          | 0,99%             | 70,34%                     | 6,10%          | 23,57%            |  |
| BB                                 | 9,23%                      | 0,76%          | 0,99%             | 84,15%                     | 6,90%          | 8,95%             |  |
| B                                  | 27,17%                     | 2,76%          | 0,99%             | 88,02%                     | 8,82%          | 3,16%             |  |
| Equity                             | 139,84%                    | 13,27%         | 0,99%             | 90,80%                     | 8,56%          | 0,64%             |  |

## Literaturverzeichnis

- ACHARYA, VIRAL V. / PEDERSEN, LASSE HEJE (2005): Asset pricing with liquidity risk, in: *Journal of Financial Economics*, Vol. 77, Nr. 2, S. 375-410.
- ADELSON, MARK H. (2003): CDO and ABS underperformance: A correlation story, in: *Journal of Fixed Income*, Vol. 13, Nr. 3, S. 53-63.
- ALEXANDER, GORDON J. / FRANCIS, JACK CLARK (1986): *Portfolio Analysis*, 3. Auflage, Englewood Cliffs 1986.
- ALLEN, FRANKLIN / SANTOMERO, ANTHONY M. (1998): The theory of financial intermediation, in: *Journal of Banking and Finance*, Vol. 21, Nr. 11-12, S. 1461-1485.
- ALLEN, FRANKLIN / CARLETTI, ELENA (2008): *The Role of Liquidity in Financial Crisis*, University of Pennsylvania und Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt a. M., Working Paper, September 2008.
- AMATO, JEFFERY D. (2005): Risk Aversion and Risk Prima in the CDS Market, in: *BIS Quarterly Review*, Dezember 2005, S. 55-68.
- AMATO, JEFFERY D. / FURFINE, CRAIG H. (2004): Are credit ratings procyclical?, in: *Journal of Banking and Finance*, Vol. 28, Nr. 11, S. 2641-2677.
- AMATO, JEFFERY D. / REMOLONA, ELI M. (2003): The credit spread puzzle, in: *BIS Quarterly Review*, Dezember 2003, S. 51-63.
- AMATO, JEFFERY D. / REMOLONA, ELI M. (2005): The Pricing of Unexpected Credit Losses, in: *Bank for International Settlements Working Papers Nr. 190*, Basel 2005.
- AMIHUD, YAKOV / MENDELSON, HAIM (1986): Asset pricing and the Bid-Ask Spread, in: *Journal of Financial Economics*, Vol. 17, Nr. 2, S. 223-249.
- AMIHUD, YAKOV / MENDELSON, HAIM (1989): The Effects of Beta, Bid-Ask Spreads, Residual Risk, and Size on Stock Returns, in: *Journal of Finance*, Vol. 44, Nr. 2, S. 479-486.
- AMIHUD, YAKOV / MENDELSON, HAIM (1991a): Liquidity, Asset Pricing and Financial Policy, in: *Financial Analysts Journal*, Vol. 47, Nr. 7, S. 56-66.
- AMIHUD, YAKOV / MENDELSON, HAIM (1991b): Liquidity, Maturity, and the Yields on U.S. Treasury Securities, in: *Journal of Finance*, Vol. 46, Nr. 4, S. 1411-1425.
- AMIHUD, YAKOV (2002): Illiquidity and Stock Returns: Cross-Section and Time-Series Effects. *Journal of Financial Markets*, Vol. 5, Nr. 1, S. 31-56.
- AMIHUD, YAKOV / MENDELSON, HAIM (2006): Stock and Bond Liquidity and Its Effect on Prices and Financial Policies, in: *Financial Markets and Portfolio Management*, Vol. 20, Nr. 1, S. 19-32.
- ARROW, KENNETH J. (1964): The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-Bearing, in: *The Review of Economic Studies*, Vol. 31, Nr. 2, S. 91-96.
- ASGHARIAN, HOSSEIN / KARLSSON, SONNIE (2008): An Empirical Analysis of Factors Driving the Swap Spread, in: *The Journal of Fixed Income*, Vol. 18, Nr. 2, S. 41-56.



- BANGIA, ANIL ET AL. (1998): Modelling Liquidity Risk, with Implications for traditional Market Risk Measurement and Management, Wharton Financial Institutions Center, Working Paper, Philadelphia 1998.
- BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (1999): Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications, CGFS Publications No. 11, S. 1-56.
- BANK OF ENGLAND (2008): Financial Stability Report April 2008, Issue No. 23, London 2008.
- BASLER AUSSCHUSS FÜR BANKENAUF SICHT (2004): Internationale Konvergenz der Eigenkapitalmessung und der Eigenkapitalanforderungen, Basel 2004.
- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION (2008): The Joint Forum: Credit Risk Transfer, Developments from 2005 to 2007, BIS Monetary & Financial Stability, Basel 2008.
- BEBER, ALESSANDRO ET AL. (2009): Flight-to-Quality or Flight-to-Liquidity? Evidence from the Euro-Area Bond Market, in: The Review of Financial Studies, Vol. 22, Nr. 3, S. 925-957.
- BECKER, SEBASTIAN (2008): Globale monetäre Liquidität und Vermögenspreise: Die Flucht aus riskanten in sichere Anlagen, Deutsche Bank Research, Frankfurt a. M. 2008.
- BELKIN, BARRY ET AL. (1998): The Effects of Systematic Credit Risk on Loan Portfolio Value-at-Risk and Loan Pricing, in: CreditMetrics Monitor, First Quarter 1998, S. 17-28.
- BERGER, ALLEN N. ET AL. (1993): The efficiency of financial institutions: A review and preview of research past, present and future, in: Journal of Banking and Finance, Vol. 17, Nr. 2-3, S. 221-249.
- BIERENS, HERMAN ET AL. (2003): An Econometric Model of Credit Spreads with Rebalancing, ARCH and Jump Effects, Pennsylvania State University, Smeal College of Business, Working Paper, Pennsylvania 2003.
- BIERENS, HERMAN ET AL. (2005): Time-Series Estimation of Aggregate Corporate Bond Credit Spreads, Conference Paper, 2005 China International Conference in Finance July 5-7, Kunming 2005.
- BOOT, ARNOUD W. A. / THAKOR, ANJAN V. (1993): Security Design, in: Journal of Finance, Vol. 48, Nr. 4, S. 1349-1378.
- BOSCHER, HANS / WARD, IAN (2002): Long or short in CDOs, in: Risk, Vol. 15, Nr. 6, S. 125-129.
- BRENNEN, MICHAEL J. ET AL. (2008): Tranching and Rating, University of Manchester et al., Working Paper, März 2008.
- BUCH, ARNE / DORFLEITNER, GREGOR (2007): Ein Vergleich der Sicherheitsäquivalentmethode und der Risikoanalyse als Methoden zur Bewertung risikobehafteter Zahlungsströme, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 77, Nr. 2, S. 141-170.
- BUNDESANSTALT FÜR FINANZDIENSTLEISTUNGS AUFSICHT (1997): Veräußerung von Kundenforderungen im Rahmen von Asset-Backed Securities-Transaktionen durch deutsche Kreditinstitute, Rundschreiben 4/1997, Abs. II, Bonn 1997.
- BUNDESANSTALT FÜR FINANZDIENSTLEISTUNGS AUFSICHT (2002): Anlagen in Asset-Backed-Securities und Credit-Linked-Notes, Rundschreiben 1/2002, Bonn 2002.
- CANTOR, RICHARD / HU, JIAN (2003): Structured Finance Rating Transitions: 1983 - 2002. Comparisons with Corporate Ratings and Across Sectors, in: Journal of Fixed Income, Vol. 3, Nr. 1, S. 7-27.

- CANTOR, RICHARD / MANN, CHRIS (2006): Analyzing the Tradeoff between Ratings Accuracy and Stability, Special Comment, Moody's Investors Service, New York 2006.
- CARRON, ANDREW ET AL. (2003): Credit Ratings for Structured Products, National Economic Research Associates, November 2003.
- CHACKO, GEORGE / STAFFORD, ERIK (2004): On the Costs of Capital Market Transactions, Harvard Business School, Working Paper, Boston 2004.
- CHACKO, GEORGE (2006): Liquidity Risk in the Corporate Bond Markets, Harvard Business School, Working Paper, Boston 2006.
- COLLIN-DUFRESNE, PIERRE ET AL. (2001): The Determinants of Credit Spread Changes, in: Journal of Finance, Vol. 56, Nr. 6, S. 2177-2207.
- CHORDIA, TARUN ET AL. (2000): Commonality in liquidity, in: Journal of Financial Economics, Vol. 56, Nr. 1, S. 3-28.
- DAS, SANJIV RANJAN ET AL. (2002): Correlated Default Risk, EFA 2003 Annual Conference Paper No. 928, Glasgow 2002.
- DELIANEDIS, GORDON / GESKE, ROBERT (2001): The Components of Corporate Credit Spreads: Default, Recovery, Tax, Jumps, Liquidity, and Market Factors, University of California, Anderson Graduate School of Management, Working Paper Nr. 1025, Los Angeles 2001.
- DELL'ARICCIA, GIOVANNI ET AL. (2008): Credit Booms and Lending Standards: Evidence from the Subprime Mortgage Market, IMF Working Paper, Version Februar 2008, Washington D.C. 2008.
- DEMARZO, PETER M. (2005): The Pooling and Tranching of Securities: A Model of Informed Intermediation, in: The Review of Financial Studies, Vol. 18, Nr. 1, S. 1-35.
- DEMARZO, PETER M. / DUFFIE, DARRELL (1999): A Liquidity-Based Model of Security Design, in: Econometrica, Vol. 67, Nr. 1, S. 65-99.
- DEUTSCHE BUNDESBANK (2006): Neue rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen für den deutschen Verbriefungs- und Pfandbriefmarkt, in: Monatsbericht März 2006, S. 37-61.
- DIEDRICH, RALF (2003): Die Sicherheitsäquivalentmethode der Unternehmensbewertung: Ein (auch) entscheidungstheoretisch wohlbegründbares Verfahren, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 55. Jg., S. 281-286.
- DRIESSEN, JOOST (2005): Is Default Event Risk Priced in Corporate Bonds?, in: Review of Financial Studies, Vol. 18, Nr. 1, S. 165-195.
- DUFFIE, DARRELL / GARLEANU, NICOLAE (2001): Risk and Valuation of Collateralized Debt Obligations, in: Financial Analysts Journal, Vol. 57, Nr. 1, S. 41-59.
- DUFFIE, DARRELL ET AL. (2002): Securities Lending, Shorting, and Pricing, in: Journal of Financial Economics, Vol. 66, Nr. 2-3, S. 307-339.
- ELTON, EDWIN J. ET AL. (2001): Explaining the rate spread on corporate bonds, in: Journal of Finance, Vol. 56, Nr. 1, S. 247-277.
- ELTON, EDWIN J. ET AL. (2003): Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, 6. Auflage, New York 2003.

- ELTON, EDWIN J. / GREEN T. CLIFTON (1998): Tax and Liquidity Effects in Pricing Government Bonds, in: *Journal of Finance*, Vol. 53, Nr. 5, S. 1533-1562.
- ERICSSON, JAN / RENAULT, OLIVIER (2006): Liquidity and Credit Risk, in: *Journal of Finance*, Vol. 56, Nr. 5, S. 2219-2250.
- EUROPEAN CENTRAL BANK (2004): Credit Risk Transfer by EU Banks: Activities, Risks and Risk Management, Report May 2004, Frankfurt a. M. 2004.
- EUROPEAN SECURITISATION FORUM (2009): Securitisation Data Report Q4: 2008, London 2009.
- FAMA, EUGENE F. / FRENCH, KENNETH R. (2002): The Equity Premium Puzzle, in: *Journal of Finance*, Vol. 57, Nr. 2, S. 637-659.
- FAMA, EUGENE F. / FRENCH, KENNETH R. (1993): Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds, in: *Journal of Financial Economics*, Vol. 33, Nr. 1, S. 3-56.
- FENDER, INGO (2008): The pricing of Subprime Mortgage Risk in Good Times and Bad: Evidence from the ABX.HE indices, Vortrag im Rahmen der Bundesbank-CEPR-CFS Konferenz "Risk Transfer: Challenges for Financial Institutions and Markets" am 12.12.2008 in Frankfurt a. M.
- FENDER, INGO / KIFF, JOHN (2004): CDO Rating Methodology: Some thoughts on model risk and its implications, Bank for International Settlements Working Papers No. 163, Basel 2004.
- FENDER, INGO / MITCHELL, JANET (2005): Strukturierte Finanzierungen: Komplexität, Risiken und die Rolle von Ratings, BIS-Quartalsbericht, Juni 2005, S. 77-91.
- FENDER, INGO / SCHEICHER, MARTIN (2009): The pricing of subprime mortgage risk in good and bad: Evidence from ABX.HE indices, Bank for International Settlements Working Papers No. 279, Basel 2009.
- FINGER, CHRISTOPHER C. (1999): Conditional Approaches for CreditMetrics Portfolio Distributions, in: *CreditMetrics Monitor* April 1999, S. 14-33, New York 1999.
- FIRLA-CUCHRA, MACIEJ (2005): Explaining Launch Spreads on Structured Bonds, Oxford University, Said Business School, Working Paper, Oxford 2005.
- FIRLA-CUCHRA, MACIEJ / JENKINSON, TIM (2006): Why are Securitization Issues Tranched?, Oxford University, Said Business School, Working Paper, Oxford 2006.
- FITCH RATINGS (2004): Middle Market CLOs: A Rating Agency Perspective, New York 2004.
- FLYNN, SEAN M. (2003): Arbitrage, Segmentation and Investor Heterogeneity: Why the Law of One Price So Often Fails, Vassar College Economics Working Paper No. 56, Poughkeepsie 2003.
- FRANKE, GÜNTER / KRAHNEN, JAN PIETER (2008): The Future of Securitization, CFS Working Paper No. 2008/31, Frankfurt a. M. 2008.
- FRANKE, GÜNTER / WEBER, THOMAS (2006): Wie werden Collateralized Debt Obligation-Transaktionen gestaltet?, Universität Konstanz, Working Paper, Konstanz 2006.
- FROOT, KENNETH A. / DABORA, EMIL M. (1999): How are stock prices affected by the location of trade?, in: *Journal of Financial Economics*, Vol. 53, Nr. 2, S. 189-216.
- GANN, PHILIPP / HOFMANN, BERND (2005): Die Bedeutung des Kreditrisikohandels für spezialisierte Kreditinstitute, in: *Österreichisches Bankarchiv*, 53. Jg., Nr. 7, S. 473-482.

GANN, PHILIPP (2008): Der Internal Capital Adequacy Assessment Process als regulatorischer Treiber eines aktiven Kreditportfoliomanagements, Münchener Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge (BWL) 2008-11, Ludwig-Maximilians-Universität München, Juli 2008.

GANN, PHILIPP (2010): Der marktphasenabhängige Einfluss der Liquidität auf die Credit Spreads von Corporate Bonds, erscheint in: Münchener Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge (BWL), Ludwig-Maximilians-Universität München, Sommer 2010.

GALE, DOUGLAS (2008): Credit Risk Transfer, Opaqueness, and Market Stability, Vortrag im Rahmen der Bundesbank-CEPR-CFS Konferenz "Risk Transfer: Challenges for Financial Institutions and Markets" am 12.12.2008 in Frankfurt a. M.

GAUR, VISHAL ET AL. (2003): Market Incompleteness and Super Value Additivity: Implications for Securitization, New York University, Stern School of Business, Working Paper, New York 2003.

GEILMANN-EBBERT, ANDREAS / HEINE, STEFAN (2006): Kreditrisikotransfer im genossenschaftlichen Finanzverbund, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 59. Jg., Nr. 21, S. 1147-1150.

GERSBACH, HANS / LIPPONER, ALEXANDER (2003): Firm Defaults and the Correlation Effect, in: European Financial Management, Vol. 9, Nr. 3, S. 361-378.

GESETZ ÜBER DIE BEAUFSICHTIGUNG DER VERSICHERUNGSUNTERNEHMEN (Versicherungsaufsichtsgesetz – VAG) vom 12. Mai 1901, Stand 21. August 2008.

GIBSON, MICHAEL S. (2004): Understanding the Risk of Synthetic CDOs, Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series, Working Paper No. 2004-36, Washington D.C. 2004.

GORTON, GARY. B. / PENNACCHI, GEORGE G. (1990): Financial Intermediaries and Liquidity Creation, in: Journal of Finance, Vol. 45, Nr. 1, S. 49-71.

GOYENKO, RUSLAN / SARKISSIAN, SERGEI (2008): Flight-to-Liquidity and Global Equity Returns, McGill University, Working Paper, Montreal 2008.

HÄCKEL, BJÖRN ET AL. (2008): Sicherheitsäquivalente sind nicht überflüssig! Anmerkungen zum Beitrag „Sicherheitsäquivalente, Wertadditivität und Risikoneutralität“ von Reichling et al. (2006), in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 78, Nr. 9, S. 951-959.

HAMERLE, ALFRED ET AL. (2008): CDOs versus Anleihen: Risikoprofile im Vergleich, in: Risiko Manager, o. Jg., Nr. 22, S. 1 und S. 8-14.

HASBROUCK, JOEL / SEPPI, DUANE J. (2001): Common factors in prices, order flows and liquidity, in: Journal of Financial Economics, Vol. 59, Nr. 1, S. 383-411.

HEIN, JULIA (2008): Optimization of Credit Enhancements in Collateralized Loan Obligations: The Role of Loss Allocation and Reserve Account, University of Konstanz, Working Paper, Konstanz 2008.

HERRMANN, MARKUS (2005): Collateralized Loan Obligations (CLOs), in: Kreditderivate - Handbuch für die Bank- und Anlagepraxis, 2. Auflage, hrsg. von Hans-Peter Burghof et al., Stuttgart 2005, S. 77-93.

HILGERT, HEINZ / HILLMER, MATTHIAS (2005): Aktives Kreditrisikomanagement im genossenschaftlichen Verbund mit der "VR Circle", in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 58. Jg., Nr. 12, S. 623-625.

- HUANG, JING-ZHI / KONG, WEIPENG (2003): Explaining Credit Spread Changes: New Evidence from Option-Adjusted Bond Indexes, in: *Journal of Derivatives*, Vol. 11, Nr. 1, S. 30-44.
- HUBERMAN, GUR / HALKA, DOMINIKA (1999): Systematic Liquidity, in: *Journal of Financial Research*, Vol. 24, Nr. 2, S. 161-178.
- JOBST, ANDREAS A. (2002): Collateralised Loan Obligations (CLOs) - A primer, Center for Financial Studies, CFS Working Paper No. 2002/13, Frankfurt a. M 2002.
- JP MORGAN (2006): European Middle Market CLOs, Global Securitized Products Research, New York 2006.
- KAMARA, AVRAHAM (1994): Liquidity, Taxes and the Short-Term Treasury Yields, in: *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 29, Nr. 3, S. 403-417.
- KASERER, CHRISTOPH / STANGE, SEBASTIAN (2008): Liquiditätsrisiken werden sträflich vernachlässigt, in: *Börsenzeitung* Nr. 247 vom 20. Dezember 2008, S. 20.
- KOBOR, ADAM ET AL. (2005): What Determines U.S. Swap Spreads?, World Bank, Working Paper Series Nr. 62, Washington D.C. 2005.
- KRAHNEN, JAN PIETER (2005): Der Handel von Kreditrisiken: Eine neue Dimension des Kapitalmarktes, in: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, Band 6, Heft 4, S. 499-519.
- KRAHNEN, JAN PIETER / WILDE, CHRISTIAN (2008): Risk Transfer with CDOs, Center for Financial Studies, Working Paper Nr. 2008/15, Frankfurt a. M. 2008.
- KRÄMER-EIS, HELMUT ET AL. (2001): Die Verbriefung von Mittelstandskrediten durch die KfW, in: *Mittelstands- und Strukturpolitik* Nr. 21, S. 24-30, Frankfurt a.M. 2001.
- KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (2001): Basel II - Auswirkungen auf typische Mittelstandsportfolien, in: *Wirtschafts-Observer*, Nr. 1, Frankfurt a. M. 2001.
- KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (2008): PROMISE - Transaction & Structural Data, Frankfurt a. M. 2008.
- KYLE, ALBERT S. (1985): Continuous auctions and insider trading, in: *Econometrica*, Vol. 53, Nr. 6, S. 1315-1335.
- LANG, GÜNTER / WELZEL, PETER (1996): Efficiency and technical progress in banking: Empirical results for a panel of German cooperative banks, in: *Journal of Banking and Finance*, Vol. 20, Nr. 6, S. 1003-1023.
- LAUX, HELMUT (2005): *Entscheidungstheorie*, 6. Auflage, Heidelberg 2005.
- LI, DAVID (2000): On default correlation: a copula function approach, in: *Journal of Fixed Income*, Vol. 9, Nr. 4, S. 43-54.
- LINDEMANN, JÖRG / MARTINE, MATTHIAS (2005): Wenig Aufwand für weniger Risiko: VR Circle als praxisgerechtes Instrument zum Risikotransfer in der Groß-Gerauer Volksbank, in: *Bankpraxis + Geschäftspolitik*, o. Jg., Nr. 8, S. 28-29.
- LONGSTAFF, FRANCIS A. (1995): How Much Can Marketability Affect Security Values?, in: *Journal of Finance*, Vol. 50, Nr. 5, S. 1767-1774.

- LONGSTAFF, FRANCIS A. (2001): Optimal Portfolio Choice and the Valuation of illiquid Securities, in Review of Financial Studies, Vol. 14, Nr. 2, S. 407-431
- LONGSTAFF, FRANCIS A. ET AL. (2005): Corporate Yield Spreads: Default Risk or Liquidity? New Evidence from the Credit Default Swap Market, in: Journal of Finance, Vol. 5, Nr. 5, S. 2213-2253.
- LÖFFLER, GUNTER (2004): An anatomy of rating through the cycle, in: Journal of Banking and Finance, Vol. 28, Nr. 3, S. 695-720.
- MERTON, ROBERT C. (1974): On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates, in: Journal of Finance, Vol. 29, Nr. 2, S. 449-470.
- MERRILL LYNCH (2000): Bond Index Rules & Definitions, Global Securities Research & Economics Group, Fixed Income Analytics, New York 2000.
- MITCHELL, JANET (2005): Financial intermediation theory and implications for the sources of value in structured finance markets, National Bank of Belgium, Working Paper No. 71, Brüssel 2005.
- MOODY'S INVESTORS SERVICE (2005): Monte Carlo Simulationen am Beispiel des Moody's CDOROM-Models, Frankfurt a. M. 2005.
- MOODY'S INVESTORS SERVICE (2006a): Default and Recovery Rates of Corporate Bond Issuers 1920-2005, Special Comment, New York 2006.
- MOODY'S INVESTORS SERVICE (2006b): European Structured Finance Rating Transitions: 1988-2005, Special Comment, New York 2006.
- MOODY'S INVESTORS SERVICES (2009): Corporate Default and Recovery Rates (1920-2008), New York 2009.
- MOSSIN, JAN (1968): Optimal Multiperiod Portfolio Policies, in: Journal of Business, Vol. 41, Nr. 2, S. 215-229.
- MURANAGA, JUN / SHIMIZU, TOKIKO (1999): Market microstructure and market liquidity, Bank of Japan, IMES Discussion Paper No. 99-E-14, Tokio 1999.
- NORDEN, LARS / WEBER, MARTIN (2005): Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung von Ratingsystemen durch Markt und Staat, in: Aktuelle Entwicklungen im Bankcontrolling, ZfbF Sonderheft 52/05, hrsg. von Joachim Neupel, Bernd Rudolph und Lutz Hahnenstein, Düsseldorf 2005, S. 31-54.
- ORIWOL, DIETHARD / WEGHORN, REINER (2007): Kreditpooling in der S-Finanzgruppe - von der Diversifikation einzelner Adressrisiken zur effizienten Kreditportfoliosteuerung, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 60. Jg., Nr. 21, S. 1160-1162.
- ORIWOL, DIETHARD / WEGHORN, REINER (2006): Kreditbasket III - erhöhte Flexibilität im Rahmen eines aktiven Kreditportfolio-Managements, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 59. Jg., Nr. 21, S. 1144-1146.
- OSMAN, YASMIN (2007): Moody's will genauere Noten geben, in: Financial Times Deutschland, 18.12.2007, S. 19.
- O.V. (2006): Kreditgenossen verringern Klumpenrisiken: Dritte Transaktion über VR-Circle-Verbriefungsplattform seit Mai 2005, in: Börsen-Zeitung, Nr. 219 vom 14.11.2006, S. 4.

- PAPE, ULRICH / SCHLECKER, MATTHIAS (2009): Reaktion von Credit Spreads auf Finanzmarktkrisen am Beispiel der Subprime-Krise und der LTCM-Krise, in: Finanzbetrieb, 11. Jg., Nr. 1, S. 38-45.
- PASTOR, LUBOS / STAMBAUGH, ROBERT F. (2003): Liquidity Risk and Expected Stock Returns, in: Journal of Political Economy, Vol. 111, Nr. 3, S. 642-685.
- PERRAUDIN, WILLIAM (2008): Pricing of ABS in Crisis Periods, Vortrag im Rahmen der Bundesbank-CEPR-CFS Konferenz "Risk Transfer: Challenges for Financial Institutions and Markets" am 12.12.2008 in Frankfurt a. M.
- PERRAUDIN, WILLIAM / TAYLOR, ALEX P. (2003): Liquidity and bond market spreads, Imperial College London und Manchester Business School, EFA 2003 Annual Conference Paper No. 879, Glasgow 2003.
- PERRAUDIN, WILLIAM / TAYLOR, ALEX P. (2004): On the Consistency of Ratings and Bond Market Yields, in: Journal of Banking and Finance, Vol. 28, Nr. 11, S. 2769-2788.
- PLANTIN, GUILLAUME (2004): Tranching, Carnegie Mellon University, Tepper School of Business, Working Paper, Pittsburgh 2004.
- PRACHT JULIA G. (2005): Eigenkapitalmanagement mittels Asset-backed Securities, Wiesbaden 2005.
- PRATT, JOHN W. (1964): Risk Aversion in the Small and in the Large, in: Econometrica, Vol. 32, Nr. 1-2, S. 122-136.
- RIDDIOUGH, TIMOTHY J. (1997): Optimal Design and Governance of Asset-Backed Securities, in: Journal of Financial Intermediation, Vol. 6, Nr. 2, S. 121-152.
- ROSS, STEPHEN A. (1976): Options and Efficiency, in: Quarterly Journal of Economics, Vol. 90, Nr. 1, S. 75-89.
- RUDOLPH, BERND / SCHOLZ, JULIA (2007): Pooling und Tranching im Rahmen von ABS-Transaktionen, in: Bank Archiv, 55. Jg., Nr. 7, S. 538-548.
- RUDOLPH, BERND ET AL. (2007): Kreditrisikotransfer - Moderne Instrumente und Methoden, Berlin-Heidelberg 2007.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT ZUR BEGUTACHTUNG DER GESAMTWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG (2007): Jahresgutachten 2007/08 - Das Erreichte nicht verspielen, Kapitel 3, S. 88-167, Berlin 2007.
- SCHABER, ALBERT (2008): Combination notes: market segmentation and equity transfer, Münchener Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge (BWL) 2008-6, Ludwig-Maximilians-Universität München, Dezember 2008.
- SCHEICHER, MARTIN (2008): How has CDO market pricing changed during the turmoil? Evidence from CDS Index Tranches, Europäische Zentralbank, Working Paper No. 910, Frankfurt a. M. 2008.
- SCHMIDT-VON RHEIN, ANDREAS (1996): Die moderne Portfoliotheorie im praktischen Wertpapiermanagement, Bad Soden/Ts. 1996.
- SCHWETZLER, BERNHARD (2000): Stochastische Verknüpfung und implizite bzw. maximal zulässige Risikozuschläge bei der Unternehmensbewertung, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 52. Jg, Nr. 5, S. 478-492.
- SILBER, WILLIAM L. (1991): Discounts on restricted stock: The impact of illiquidity on price, in: Financial Analysts Journal, Vol. 47, Nr. 4, S. 60-64.

- SPREMANN, KLAUS (2006): *Portfoliomanagement*, 3. Auflage, München 2006.
- STANDARD & POOR'S (2005): *CDO Evaluator Version 3.0: Technical Document*, New York 2005.
- STANDARD & POOR'S (2006): *Rating Transitions 2005: Credit Quality of Global CDOs improved, although affected by High-Profile Credit Events*, New York 2007.
- STANDARD & POOR'S (2007): *Structured Finance: Commentary*, London und New York 2007.
- STANDARD & POOR'S (2008): *2007 Annual Global Corporate Default Study and Rating Transitions*, New York 2008.
- STANGE, SEBASTIAN / KASERER, CHRISTOPH (2008): *The Impact of Order Size on Stock Liquidity - A Representative Study*, CEFS Working Paper 2008 No. 9, München 2008.
- TANG, DRAGON YONGJUN / YAN, HONG (2007): *Liquidity and Credit Default Swap Spreads*, AFA 2007 Chicago Meetings Paper, Chicago 2007.
- TSUJI, CHIKASHI (2005): *The Credit-Spread Puzzle*, in: *Journal of International Money and Finance*, Vol. 24, Nr. 7, S. 1073-1089.
- WILSON, THOMAS C. (1997a): *Portfolio credit risk (I)*, in: *Risk Magazine*, Vol. 10, Nr. 9, S. 111-117.
- WILSON, THOMAS C. (1997b): *Portfolio credit risk (II)*, in: *Risk Magazine*, Vol. 10, Nr. 10, S. 56-62.
- WILSON, THOMAS C. (1998): *Portfolio credit risk*, in: *FRBNY Economic Policy Review*, Vol. 4, Nr. 3, S. 71-82.
- VASICEK, OLDRICH (2002): *Loan Portfolio Value*, in: *Risk*, Vol. 15, Nr. 12, S. 160-162.
- VAYANOS, DIMITRI (2004): *Flight to Quality, Flight to Liquidity, and the Pricing of Risk*, National Bureau of Economic Research, Working Paper No. W10327, New York 2004.
- VIOLI, ROBERTO (2004): *Credit Ratings Transition in Structured Finance*, Committee on the Global Financial System Working Group on Ratings in Structured Finance, CGFS Publications No. 23, Basel 2004.
- WARGA, ARTHUR (1992): *Bond Returns, Liquidity, and Missing Data*, in: *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 27, Nr. 4, S. 605-617.
- ZIELKE, ANDREAS (2004): *Risikoadjustiertes Pricing von Kreditrisiken*, in: *Risikomanagement – Aktuelle Entwicklungen und Auswirkungen auf Banken und Unternehmen*, hrsg. von Alexander Suyter, Frankfurt a. M. 2004, S. 25-43.