

# RISIKO MANAGER

22-2008

- ▶ KREDITRISIKO
- ▶ MARKTRISIKO
- ▶ OPRISK
- ▶ ERM

Mittwoch, 29.10.2008

WWW.RISIKO-MANAGER.COM

## Inhalt

### KREDITRISIKO

- 1, 8 CDOs versus Anleihen:  
Risikoprofile im Vergleich
- 15 Optimierte Werteverteilung bei der Be-  
sicherung von Krediten
- 20 Interview  
mit Prof. Dr. Helmut Bujard

### ERM

- 22 Einsatz von Enterprise Data Ware-  
houses in der Gesamtbanksteuerung

### Rubriken

- 2 Kurz & Bündig
- 6 Ticker
- 18 Buchbesprechung
- 21 Aus der Risikoforschung
- 23 Impressum
- 24 Produkte & Unternehmen
- 25 Personalien

## Rating von CDO-Tranchen

# CDOs versus Anleihen: Risikoprofile im Vergleich

Vor dem Hintergrund der aktuellen Subprime-Krise werden wichtige Risikocharakteristika von CDO-Tranchen diskutiert und denjenigen von Industriefinanzierungen (Bonds) mit vergleichbaren Ratings gegenüber gestellt. Es zeigt sich, dass in Bezug auf das Ausfallrisiko wesentliche Unterschiede bestehen, vor allem was die Sensitivität gegenüber den systematischen Risiken betrifft. Diese Risiken wurden von den Marktteilnehmern nicht immer zutreffend eingeschätzt. Es resultieren dadurch schwerwiegende Konsequenzen für das Risikomanagement, die Bepreisung und die regulatorischen Eigenkapitalanforderungen. Das unterschiedliche Risikoprofil sollte auch im Rating von CDO-Tranchen Berücksichtigung finden.

Strukturierte Produkte bezeichnen im Kreditbereich Instrumente, die durch unterschiedliche Techniken der Verbriefung den Transfer von speziellen komplexen Risikocharakteristika von einem Originator (etwa eine Bank) auf Investoren erlauben. Die Hauptvertreter dieser Assetklasse sind Asset Backed Securities (ABS)

und insbesondere Collateralized Debt Obligations (CDOs). Der Markt für ABS und CDOs verzeichnete in den letzten Jahren ein enormes Wachstum. Durch die Umwandlung von traditionellen Bankkrediten in handelbare Titel wird es möglich, das

Fortsetzung auf Seite 8

Anzeige

## Investieren Sie in den Rohstoff der Zukunft: Know-How Seminare für Fach- und Führungskräfte der Finanzwirtschaft

**Entscheidungsorientierte Erfolgs- und Kostenrechnung**  
11. – 12.02.2009 in Würzburg • Preis: 1.200 € zzgl. MwSt.  
Referenten: Martin Feix, Dr. Christian Sievi und Frank Stückler

**Fondskonzepte zur Steuerung von Marktpreisrisiken in Banken**  
10. – 11.03.2009 in Würzburg • Preis: 1.200 € zzgl. MwSt.  
Referenten: Holger Benke und Friedrich Piaskowski

**Wertorientierte Steuerung des Adressrisikos**  
18. – 19.03.2009 in Würzburg • Preis: 1.200 € zzgl. MwSt.  
Referenten: Dr. Andreas Beck und Dr. Michael Lesko

**Integrierte Konditionen- und Leistungsgestaltung im Kundengeschäft**  
26. – 27.02.2009 in Würzburg • Preis: 1.200 € zzgl. MwSt.  
Referent: Dr. Christian Sievi

**Kalkulation und Steuerung impliziter Optionen im Kundengeschäft**  
16. – 17.03.2009 in Würzburg • Preis: 1.200 € zzgl. MwSt.  
Referenten: Martin Feix und Dr. Christian Sievi

**Steuerung des Liquiditätsrisikos**  
24. – 25.03.2009 in Würzburg • Preis: 1.200 € zzgl. MwSt.  
Referenten: Dr. Andreas Beck und Dr. Michael Lesko

Detaillierte Informationen zu diesen und weiteren Seminaren finden Sie auf unserer Homepage [www.icnova.de](http://www.icnova.de).

**IC nova**  
SOLUTIONS FOR FINANCE

Für weitere Informationen zu unseren Seminaren stehen wir Ihnen unter folgenden Kontaktdaten gerne zur Verfügung:

ICnova GmbH  
An der RaumFabrik 33c  
76227 Karlsruhe

Fon: 0 72 1 / 464 72 33 - 0  
Fax: 0 72 1 / 464 72 33 - 9  
E-Mail: [seminare@icnova.de](mailto:seminare@icnova.de)  
Internet: [www.icnova.de](http://www.icnova.de)

**Fortsetzung von Seite 1**

Kreditschöpfungspotenzial des Finanzsystems erheblich zu erhöhen. Die Tranchierung mit strikter Subordination sorgt dafür, dass selbst aus Forderungsbeständen mit einer im Durchschnitt relativ schlechten Qualität ein vergleichsweise hoher Anteil an Aktiva geschaffen wird, die von den Rating-Agenturen als erstklassig eingestuft werden. Die hohe Verzinsung dieser mit guten Ratings versehenen strukturierten Produkte ließ die Nachfrage sprunghaft ansteigen.

Allerdings sind ab Mitte letzten Jahres in Verbindung mit strukturierten Kreditprodukten erhebliche Verwerfungen an den internationalen Finanzmärkten aufgetreten, die seither für das globale Finanzsystem eine ernsthafte Belastungsprobe darstellen. Den Ausgangspunkt bildeten Probleme am Markt für zweitklassige Hypothekenkredite in den USA (Subprime Mortgages). Diese Kredite sind in namhaftem Umfang in den Assetpools einer Vielzahl von Verbriefungen enthalten. Die dramatisch steigenden Ausfallraten bei US-Hypothekenkrediten zogen umfangreiche Ratingherabstufungen dieser Verbriefungsinstrumente nach sich. So wurden in kurzer Zeit mehrere hundert ABS- und CDO-Tranchen gleich um mehrere Ratinggrade herabgestuft. Dies führte zu einem globalen Vertrauensschock und die Turbulenzen weiteten sich im Zuge einer steigenden Risikoaversion der Marktteilnehmer und aufgrund von Liquiditätsengpässen schrittweise auf weitere Marktsegmente aus. Als Folge trat bei einer Reihe von Kreditinstituten erheblicher Abschreibungsbedarf auf und einige Banken gerieten in massive Schieflage.

Die Krise hat zu einer intensiven Diskussion geführt mit dem Ziel, Schwachstellen zu erkennen und zu beheben. Insbesondere wurde deutlich, dass der Identifikation und Messung der Risikoeigenschaften dieser strukturierten Produkte eine zentrale Bedeutung zukommt. Gerade bei den komplexen Tranchierungsstrukturen sind die Ratings der Agenturen oft der einzige Anhaltspunkt für die Bewertung der Forderungen [Vgl. Sachverständigenrat 2007, Kapitel 3, Tz. 246] Auch wenn die Aufsichtsbehörden darauf verweisen, dass die Nutzung von Ratings die Banken nicht davon entbindet, eigene Risikoanalysen durchzuführen, kann es in der Praxis darauf hinauslaufen, dass sich viele

Investoren bei der Bewertung von strukturierten Kreditprodukten ausschließlich auf externe Ratings verlassen [Vgl. Bank of England 2007].

Nicht zuletzt während der jüngsten Finanzkrise stellte sich heraus, dass sich Verbriefungen, insbesondere CDOs, bezüglich ihres Risikoprofils anders verhalten als Firmenanleihen mit gleichem Rating. Dies wird mittlerweile auch von den Ratingagenturen so gesehen [Vgl. Drevon 2007]. So sind die Ratings von CDOs zwar grundsätzlich stabiler, aber wenn eine Veränderung eintritt, fällt diese größer aus. So war im Zeitraum 1996 bis 2006 bei CDOs die Wahrscheinlichkeit einer Abstufung um mehr als eine Stufe doppelt so hoch wie bei Unternehmensanleihen gleicher Bonität [Vgl. Bank of England 2007]. Darüber hinaus reagieren strukturierte Kreditprodukte sehr sensibel auf gesamtwirtschaftliche Verschlechterungen [Vgl. Sachverständigenrat 2007, Kapitel 3, Tz. 247].

Im vorliegenden Beitrag werden das Risikoprofil von CDO-Tranchen im Detail untersucht und potenzielle Unterschiede zu Corporate Bonds mit vergleichbaren Ratings genauer überprüft. Der Einfachheit halber erfolgt eine Einschränkung auf synthetische CDOs. Zur Illustration der unterschiedlichen Risikocharakteristika dient ein Beispiel-CDO mit einem Referenzportfolio von 100 Schuldnern [Vgl. Bluhm/Overbeck 2007, Kap. 3.3 bzw. Appendix 6.9]. Im nächsten Abschnitt werden die Ausfallrisiken im Assetpool sowie das Ausfallrisiko und der Tranchenschaden der CDOs formal beschrieben. Danach wird anhand des Beispiel-CDOs das Risikoprofil analysiert, insbesondere die erhöhte Sensitivität gegenüber systematischen Risikofaktoren und die Effekte der Subordination und einer Erhöhung der Anzahl der Schuldner des Referenzportfolios. Danach wird die Verteilung der Tranchenschäden abgeleitet und für unterschiedliche Tranchen illustriert. Im Anschluss daran wird auf die stark erhöhte Hitting-Korrelation zweier CDO-Tranchen eingegangen, die von den gleichen systematischen Risikofaktoren abhängen (wie dies beispielsweise bei der aktuellen Subprime-Krise der Fall ist). Insgesamt ergibt die Risikoanalyse, dass CDOs wesentlich riskantere Investments darstellen

als Anleihen mit vergleichbarem Rating. Dementsprechend weisen sie deutlich höhere Risikobeiträge auf, wenn sie zu einem bestehenden Kreditportfolio hinzugefügt werden. Schließlich wird noch erörtert, welche Schlussfolgerungen in Bezug auf zukünftige Aktivitäten sowohl in der Forschung als auch im praktischen Risikomanagement zu ziehen sind.

### Modell zur Ermittlung der Schadensverteilung des Referenzportfolios

Das Referenzportfolio eines synthetischen CDOs besteht in der Regel aus Credit Default Swaps (CDS) für die enthaltenen Namen. Zur Bepreisung werden aus den CDS-Spreads „marktinduzierte“ bzw. „risikoneutrale“ Hazardraten und Ausfallwahrscheinlichkeiten ermittelt. Bei der hier vorgenommenen Analyse des „realen“ Ausfallrisikos kommt es jedoch auf die „realen“ Ausfallwahrscheinlichkeiten an. Daher werden die aus Ratings bzw. Ausfallhistorien abgeleiteten PDs verwendet.

Aus Gründen der einfacheren Darstellung wird ein Ein-Faktor-Merton-Modell für die Assetrenditen  $R_i$  unterstellt (vgl. ► Gleichung 01), wobei  $F$  den standardnormalverteilten systematischen Marktfaktor und  $U_i$  die ebenfalls standardnormalverteilten, idiosynkratischen Risiken des Schuldners  $i$  darstellen.

Es wird angenommen, dass die idiosynkratischen Risikokomponenten gemeinsam normalverteilt und unkorreliert sind. Das „Gewicht“ des systematischen Faktors ist  $\sqrt{\rho}$ . Für die Korrelation der Assetrendi-

#### ► Gleichung 01

$$R_i = \sqrt{\rho} \cdot F + \sqrt{1 - \rho} \cdot U_i$$

$$i = 1, \dots, N$$

#### ► Gleichung 02

$$\tau_i \leq T \Leftrightarrow R_i \leq c_{iT}$$

#### ► Gleichung 03

$$\lambda_{iT} = P(\tau_i \leq T) = P(R_i \leq c_{iT}) = \Phi(c_{iT})$$

ten  $R_i$  und  $R_j$  erhält man  $\rho$ .  $\rho$  wird häufig als Assetkorrelation bezeichnet.

Ferner wird für jeden Schuldner  $i$  eine Ausfallzeit  $\tau_i$  definiert und  $\mathbf{1}_{\{\tau_i \leq T\}}$  bezeichnet den Default-Indikator, welcher den Wert 1 annimmt, falls der Ausdruck in der Klammer wahr ist und sonst gleich 0 ist.  $T$  bezeichnet die Laufzeit der Transaktion. In Analogie zum Merton-Modell wird angenommen, dass das Ausfallereignis genau dann eintritt, wenn  $R_i$  eine bestimmte Schranke  $C_{iT}$  unterschreitet, vgl.

► **Gleichung 02.**

Die (unbedingte) Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) ergibt sich aus ► **Gleichung 03.**

Werden die  $\lambda_{iT}$  aus den zu den Ratingklassen gehörenden laufzeitabhängigen PDs gewonnen, wobei allen Schuldnern derselben Ratingklasse die gleiche PD zugeordnet wird, erhält man die Ausfallsschranken laut ► **Gleichung 04.**

Die bedingte PD bei gegebener Realisierung des systematischen Risikofaktors ergibt sich gemäß ► **Gleichung 05.**

Bezeichnet man die Recovery Rate bei einem Ausfall von Schuldner  $i$  mit  $RR_i$  und sein Exposure at Default mit  $EAD_i$ , so ergibt sich für den individuellen Verlust beim Ausfall von Schuldner  $i$  während der Laufzeit  $T$  der Zusammenhang in ► **Gleichung 06.**

Für den (prozentualen) Verlust des Referenzportfolios resultiert ► **Gleichung 07**, wobei  $EAD = \sum_i EAD_i$ , das Gesamtexposure bezeichnet.

### Ausfallrisiko und Schaden einer CDO-Tranche

Es wird beispielhaft eine Tranche mit dem Attachment Point  $A \in [0; 100\%]$  und Detachment Point  $B \in (A; 100\%]$  betrachtet. Die Tranche erleidet nur dann einen Schaden, wenn die Verluste des Referenzportfolios während der Laufzeit größer sind als der Attachment Point  $A$ . Bleiben die kumulierten Verluste im Assetpool unterhalb von  $A$ , erleidet die Tranche keinen Schaden. Überschreiten die kumulierten Verluste während der Laufzeit den Detachment Point  $B$ , ergibt sich für die Tranche ein Totalschaden.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die kumulierten Verluste im Referenzportfolio den Attachment Point  $A$  bis zum Ende  $T$  der Laufzeit des Kontraktes überschreiten (Vgl. ► **Gleichung 08**) wird als „Hitting Probability“ oder PD der Tranche bezeichnet.

Sie gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass die Tranche während der Laufzeit getroffen wird, d. h. überhaupt einen Schaden erleidet. Sie hängt nur von der Subordination, d. h. dem Attachment Point  $A$ , ab und

► **Gleichung 04**

$$c_{iT} = \Phi^{-1}(\lambda_{iT})$$

► **Gleichung 05**

$$\lambda_{iT}(F) = P\left(U_i \leq \frac{c_{iT} - \sqrt{\rho} \cdot F}{\sqrt{1-\rho}}\right) = \Phi\left(\frac{c_{iT} - \sqrt{\rho} \cdot F}{\sqrt{1-\rho}}\right)$$

nicht von der Tranchendicke  $B - A$ .

Ist die Tranche getroffen, ist natürlich auch die Höhe des Schadens von Bedeutung. Der kumulative prozentuale Tranchenschaden ergibt sich laut ► **Gleichung 09** [Vgl. beispielsweise Jobst 2007, Kapitel 7].

Der prozentuale Loss Given Default der Tranche unter der Bedingung, dass die Tranche während der Laufzeit getroffen wurde, d. h. der zugehörige Attachment Point überschritten wurde, ist gegeben durch ► **Gleichung 10.**

### Beispielportfolio

Im Folgenden werden das Ausfallverhalten und die potenziellen Schäden eines CDOs mit einer Laufzeit von fünf Jahren untersucht. Als Referenzportfolio wird das in Bluhm/Overbeck in Kapitel 3.3 [Vgl. Bluhm/Overbeck 2007] beschriebene

Portfolio verwendet. Das Portfolio besteht aus 100 gleichgewichteten Unternehmen mit Ratings zwischen AAA und CCC. Zur Schätzung der unbedingten Ausfallwahrscheinlichkeiten  $\lambda_{iT}$  werden

► **Gleichung 06**

$$L_i(T) = EAD_i \cdot (1 - RR_i) \cdot \mathbf{1}_{\{\tau_i \leq T\}}$$

► **Gleichung 07**

$$L(T) = \frac{1}{EAD} \sum_i L_i(T)$$

► **Gleichung 08**

$$\lambda_T^{CDO} = PD_{tr} = P(L(T) > A) = E(\mathbf{1}_{\{L(T) > A\}})$$

► **Gleichung 09**

$$L_{tr}(T) = \frac{1}{B - A} (L(T) - A) \cdot \mathbf{1}_{\{A \leq L(T) \leq B\}} + \mathbf{1}_{\{L(T) > B\}}$$

### Zusammensetzung des Assetpools [Vgl. Bluhm/Overbeck 2007]

► **Tab. 01**

Ratingklasse	Anzahl der Schuldner	$\lambda_{iT}$
AAA	5	0.0012
AA	12	0.0026
A	22	0.0066
BBB	32	0.0325
BB	17	0.1336
B	8	0.3187
CCC	4	0.5949

die empirischen Fünf Jahres-Ausfallraten der einzelnen Ratingklassen herangezogen. ► **Tab. 01** gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Referenzportfolios.

Darüber hinaus werden eine homogene Assetkorrelation von  $\rho = 0,08$  und eine konstante Recovery Rate  $RR_1 = 0,5$  für alle Assets des Referenzportfolios unterstellt. Die Attachment und Detachment Points der drei in Bluhm/Overbeck betrachteten Tranchen sind in ► **Tab. 02** angegeben.

**Erhöhte Sensitivität gegenüber systematischen Risiken**

In diesem Abschnitt wird das Ausfallverhalten der CDO-Tranchen in Abhängigkeit des systematischen Risikofaktors  $F$  des PD-Modells näher untersucht. Dabei liegt der Fokus auf Tranche B, die ein BBB-Rating aufweist, die Ergebnisse gelten jedoch für die anderen Tranchen in analoger Weise. Die Sensitivität gegenüber dem systematischen Risiko wird mit derjenigen eines Bonds mit demselben Rating verglichen. Die Equity Tranche ist in der Regel nicht geratet und wird daher aus der Betrachtung ausgeschlossen.

Für gegebene Werte von  $F$  zwischen -5 und zwei werden per Simulation die bedingten Hitting-Probabilities der Tranche ermittelt. Diese werden mit den entsprechenden bedingten Ausfallwahrscheinlichkeiten eines BBB-gerateten Bonds verglichen, für den dieselbe Assetkorrelation  $\rho = 0,08$  wie für die Assets des Referenzportfolios unterstellt wird. Die beiden Sensitivitätsdiagramme sind in ► **Abb. 01** wiedergegeben.

Aus ► **Abb. 01** wird unmittelbar ersichtlich, dass sich das Ausfallverhalten von CDO-Tranchen und Bonds hinsichtlich des Einflusses des systematischen Risikos drastisch unterscheidet. Der Anstieg der Kurve der Tranche bei schlechten Werten des systematischen Risikofaktors ist viel steiler als bei einem vergleichbaren Bond.

In einer guten gesamtwirtschaftlichen Situation (hohe Werte für  $F$ ) wird die Tranche praktisch nie getroffen, während die entsprechenden bedingten PDs eines Bonds immer etwas höher sind. In einem solchen positiven Szenario haben Änderungen des systematischen Risikofaktors nahezu keine Auswirkungen auf die Hitting Probability der Tranche und CDO-Ratings erscheinen als sehr stabil gegenüber makroökonomischen Veränderungen.

Dieser Eindruck ist jedoch trügerisch. Gerät der systematische Risikofaktor in eine kritische Region, erweisen sich CDOs (im Gegensatz zu Bonds) als extrem sensitiv gegenüber einem ökonomischen Abschwung. In diesem Bereich bewirkt schon eine kleine Änderung des systematischen Risikos eine dramatische Verschlechterung der Bonität der Tranche.

Generell besteht heute Einigkeit darüber, dass „historisch gesehen Ratings für strukturierte Produkte stabiler sind, aber wenn sie sich verändern, dann in einem größeren Ausmaß“ [Vgl. Drevon 2007]. Nach Auffassung der Autoren kann gerade die im vorliegenden Beitrag aufgezeigte unterschiedliche Sensitivität gegenüber systematischen Risiken dieses Phänomen, welches auch bei der aktuellen Subprime-Krise zu beobachten ist, weitgehend erklären. So bewirkten steigende Zinssätze und fallende US-Hauspreise eine Abwärtsspirale aus steigenden Insolvenzen, Hausverkäufen und sinkenden Preisen und die gesamtwirtschaftliche Situation des US-Immobilienmarkts für wirtschaftlich

► **Gleichung 10**

$$LGD_{tr}(T) = L_{tr}(T) \mathbb{1}(L(T) > A)$$

genutzte Immobilien geriet in einen kritischen Bereich. Als Folge davon ergaben sich zwangsläufig drastische Downgrades von hunderten von CDO-Tranchen, welche diese Kredite in ihren Referenzportfolios enthalten.

Die Sensitivität eines Schuldners bzw. Bonds gegenüber dem systematischen Risiko wird im Ein-Faktor-Modell (1) durch den Korrelationsparameter  $\rho$  ausgedrückt. Im nächsten Schritt wird versucht, die CDO-Tranche als „fiktiven Schuldner bzw. Bond“ aufzufassen und ihr Ausfallverhalten ebenfalls durch ein Ein-Faktor-Modell mit der unbedingten Hitting Probability  $\lambda_T^{CDO}$  und dem Korrelationsparameter

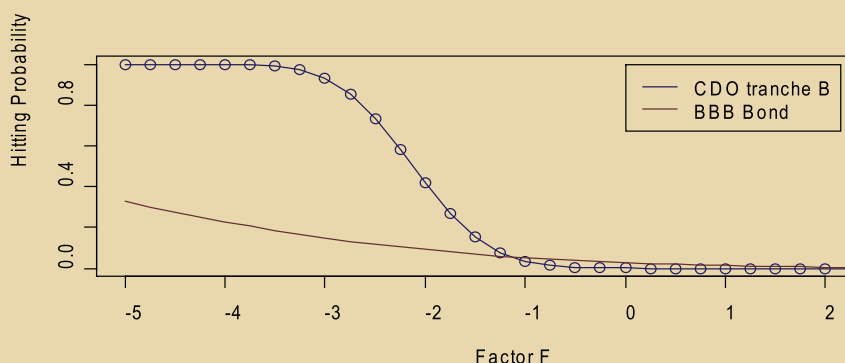
► **Gleichung 11**

$$\lambda_T^{CDO}(F) = \Phi\left(\frac{\gamma_0 - \sqrt{\rho^{CDO}} \cdot F}{\sqrt{1 - \rho^{CDO}}}\right)$$

mit  $\gamma_0 = \Phi^{-1}(\lambda_T^{CDO})$

**Sensitivitätsdiagramme für Tranche B und BBB-gerateten Bond**

► **Abb. 01**



**Definition der CDO Tranchen**

► **Tab. 02**

Tranche	Attachment Point	Detachment Point
A	11.0 %	17.0 %
B	8.0 %	11.0 %
C	5.0 %	8.0 %

$\rho^{CDO}$  zu approximieren. In diesem Fall kann die bedingte Hitting Probability in Abhängigkeit von  $F$  ausgedrückt werden durch ► **Gleichung 11**.

Aus ► **Gleichung 11** ist unmittelbar ersichtlich, dass  $\Phi^{-1}(\lambda_T^{CDO}(F))$  eine lineare Funktion von  $F$  ist.

Um die beschriebene Approximation empirisch umzusetzen und die Werte von  $\lambda_T^{CDO}$  und  $\rho^{CDO}$  zu ermitteln, werden zunächst die simulierten bedingten Hitting Probabilities mit Hilfe der inversen Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung transformiert. Die entsprechenden Werte für Tranche  $B$  sind in ► **Abb. 02** enthalten. Die Werte für  $\lambda_T^{CDO}$  und  $\rho^{CDO}$  werden dann durch lineare Regression bestimmt. Die Ergebnisse für alle drei Tranchen sind in ► **Tab. 03** zusammengefasst.

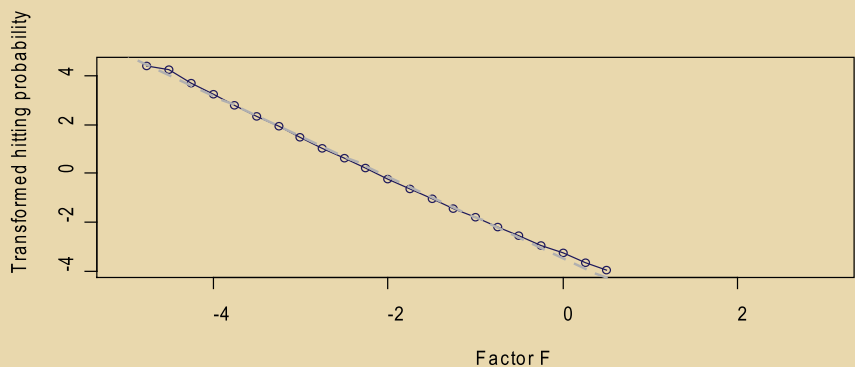
Abgesehen von einem kleinen Approximationsfehler entspricht  $\lambda_T^{CDO}$  jeweils der unbedingten Fünf-Jahres-Hitting-Probability der Tranche. Der Parameter  $\rho^{CDO}$  kann als „fiktive“ Assetkorrelation der Tranche interpretiert werden. Er nimmt viel höhere Werte an als bei vergleichbaren Bonds (beispielsweise  $\rho = 0,08$  für die Assets des Referenzportfolios). Dadurch kommt die drastisch erhöhte Sensitivität von CDO-Tranchen gegenüber systematischen Risiken zum Ausdruck.

### Einfluss der Subordination und der Adressendiversifikation im Referenzportfolio

Bei größerer Subordination ist die Tranche länger vor Verlusten geschützt und die Hitting Probability ist kleiner. Was die Sensitivität gegenüber dem systematischen Risiko betrifft, zeigen die Ergebnisse in ► **Tab. 03**, dass die Korrelationsparameter in der gleichen Größenordnung bleiben. Dies bedeutet, die Sensitivitätsdiagramme und die kritischen Bereiche für den systematischen Risikofaktor verschieben sich entsprechend, während der Anstieg der Kurven in etwa gleich bleibt. Es ist unmittelbar einleuchtend, dass sich die ökonomischen Bedingungen in größerem Ausmaß verschlechtern müssen, bis eine Senior Tranche getroffen wird. Ist der kritische Bereich jedoch erreicht, kann (wie oben beschrieben) eine drastische Verschlechterung der Bonität in kurzen Zeitabständen erfolgen.

Als Vorteil eines Investments in eine CDO-Tranche wird häufig hervorgehoben,

### Transformierte bedingte Hitting Probabilities für Tranche B

► **Abb. 02**

### Parameterschätzungen für die CDO-Tranchen

► **Tab. 03**

Tranche	$\lambda_T^{CDO}$	$\rho^{CDO}$
A	0.0029	0.7585
B	0.0373	0.7302
C	0.2830	0.6786

dass dadurch die Möglichkeit geboten wird, in ein bereits diversifiziertes Portfolio zu investieren. Dies ist zwar grundsätzlich richtig, aber es wird übersehen, dass dadurch nur das idiosynkratische Risiko reduziert wird, die starke Abhängigkeit vom systematischen Risiko jedoch bestehen bleibt und sich sogar noch einmal erhöht. Vergrößert man die Anzahl der Namen im Referenzportfolio und hängen alle von denselben systematischen Risikofaktoren ab (wie dies beispielsweise bei US-amerikanischen Residential Mortgage Backed Securities (RMBS) der Fall ist), so wird der Anstieg des Sensitivitätsdiagramms der CDO-Tranche steiler. Verschlechtern sich die ökonomischen Bedingungen und erreichen die kritische Region, hat dies eine rasche Verschlechterung der Bonität und eine hohe Anzahl von Downgrades zur Folge. Im Gegensatz dazu spielen die systematischen Risiken für das Ausfallrisiko von Bonds eine weit weniger wichtige Rolle.

### Erhöhte „Hitting-Korrelation“

In diesem Abschnitt werden die Abhängigkeiten zwischen den Hitting-Ereignissen von Tranchen verschiedener CDOs betrachtet. Dabei wird angenommen, dass die Assets der Referenzportfolios vom

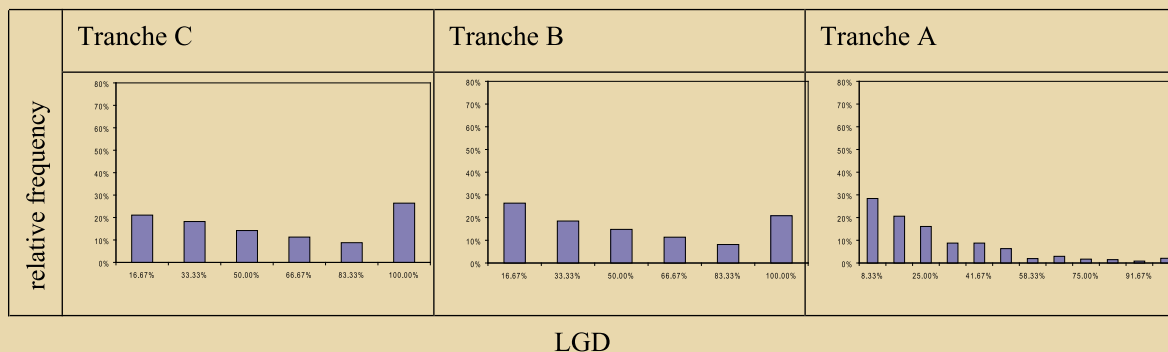
gleichen systematischen Risikofaktor abhängen, wie dies beispielsweise bei vielen Verbriefungen, die von der Subprime-Krise betroffen sind, der Fall ist.

Zur Veranschaulichung wird eine zweite CDO-Transaktion mit drei Tranchen mit den gleichen Attachment bzw. Detachment Points definiert. Das Referenzportfolio soll ebenfalls 100 Namen umfassen. Der Einfachheit halber wird unterstellt, dass es sich um andere Schuldner handelt, die jeweils die gleichen Risikoeigenschaften wie die Schuldner des ursprünglichen Assetpools aufweisen. Damit ergibt sich für das zweite Referenzportfolio die gleiche Verteilung der Ratingklassen, eine Recovery Rate  $RR_1 = 0,5$  für alle Assets und jeweils das entsprechende Ein-Faktor-Modell mit  $\rho = 0,08$ . Dann werden die Verlustverteilungen der Referenzportfolios getrennt simuliert. Im nächsten Schritt wird ebenfalls mit Hilfe einer Monte Carlo Simulation die gesuchte Hitting-Korrelation ermittelt.

Es werden beispielhaft die  $B$ -Tranchen der beiden CDOs betrachtet mit einer Subordination von jeweils acht Prozent. Die Simulation ergibt eine Hitting-Korrelation von etwa 36 Prozent. Dieser Wert ist wieder deutlich höher als die Default-Korrelation zweier vergleichbarer Kredite oder Bonds. Beispielsweise ergibt sich für zwei Bonds

## LGD-Verteilungen der drei Tranchen

► Abb. 03



mit jeweils einem *BBB*-Rating eine Default-Korrelation von etwa 1,5 Prozent.

### Fatale Fehleinschätzung systematischer Risiken bei ABS CDOs

Besonders von der US-Kreditkrise betroffen sind sog. „ABS-CDOs“ mit Subprime Exposure, in deren Collateral Pools keine herkömmlichen Finanzinstrumente wie Anleihen oder Kredite enthalten sind, sondern Subprime RMBS, d. h. Finanztitel, die ihrerseits bereits Verbriefungen von Portfolios mit Krediten bonitätschwacher Schuldner darstellen. Danach erfolgt eine erneute tranchierte Verbriefung und die verschiedenen Tranchen werden von Investoren erworben.

Bei Anwendung der oben dargestellten Überlegungen auf ABS-CDOs stellt sich heraus, dass die Subprime RMBS der Collateral Pools und damit erst recht die dann gebildeten Tranchen der ABS-CDOs jene hohen Ausfall- bzw. Hittingkorrelationen aufweisen, die aktuell am Markt zu beobachten sind. Über die tranchierte Verbriefung von RMBS-Portfolios erzeugte man schließlich mit den ABS-CDOs Finanzprodukte, die ein „all or nothing“-Risikoprofil aufweisen [Vgl. BIS 2008]: Solange sich die Immobilienpreise in den USA nach oben entwickelten, waren bei diesen Produkten praktisch keine Schäden zu erwarten. Seit dem Platzen der Blase auf dem US Immobilienmarkt lassen sich bei US Subprime Hypotheken jedoch erhöhte Ausfallraten beobachten, die zudem (hoch korrelierte) Hittingereignisse bei entsprechenden RMBS erwarten lassen, so dass sich die allgemeine Risikoeinschätzung für ABS-CDOs seit Beginn der Krise drastisch verschlechtert hat.

Die erhöhte Sensitivität von Kreditverbriefungen (hier: der RMBS des Collateral Pools) bezüglich systematischer Risiken wurde vor Ausbruch der Krise nicht beachtet und führte möglicherweise, insbesondere was das Rating bzw. die Stabilität der Ratings von Senior ABS-CDO-Tranchen betrifft, zu fatalen Fehleinschätzungen.

### Loss Given Default von CDO-Tranchen

Bei der Analyse des Ausfallverhaltens von CDO-Tranchen ist neben der Hitting Probability die Verteilung des LGD der Tranche von zentraler Bedeutung. Auch hier ergeben sich wesentliche Unterschiede im Vergleich zu Bonds. Beispielsweise wurde für die Bonds des zugrunde liegenden Referenzportfolios jeweils eine deterministische konstante Recovery Rate angenommen. Dies gilt jedoch nicht für eine CDO-Tranche, deren LGD immer stochastisch ist. Darüber hinaus hängt der LGD ganz wesentlich von der Breite der Tranche ab, d. h. der Differenz  $B - A$  zwischen Detachment und Attachment Point. Je dünner die Tranche ist, desto höher wird ceteris paribus die Wahrscheinlichkeit, dass die Tranche einen Totalschaden erleidet, sobald sie getroffen wird. Natürlich hängt der Tranchen-LGD auch von der Subordination und dem allgemeinen Risikoprofil des zugrunde liegenden Referenzportfolios ab. ► **Abb. 03** zeigt die LGD-Verteilungen der drei Tranchen A, B und C.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass der LGD einer CDO-Tranche immer von denselben systematischen Risikofaktoren abhängt, welche das Ausfallrisiko (d. h. die PD) der Assets des Referenzportfolios mit determinieren. Bei einem Bond ist dies nicht immer gegeben. Hier können in

speziellen Fällen Ausfallereignis und LGD auch unabhängig sein.

### Risikoeigenschaften von CDOs bei der Integration in ein Kreditportfolio

Bei der Integration von CDOs in Kreditportfoliomodelle sind die in den vorangehenden Abschnitten beschriebenen Unterschiede zwischen CDOs und Anleihen zu beachten, da sie auch Auswirkungen auf das Schadenspotenzial haben, das CDOs als Beimischung in ein Kreditportfolio entfalten können.

Hitting-Ereignisse bei CDOs treten, wie gezeigt, praktisch ausschließlich in einem Umfeld sich systematisch verschlechternder Kreditqualität auf, bei dem andererseits ohnehin hohe Verluste im Kreditportfolio anfallen. Aufgrund ihrer besonderen Sensitivität bzgl. systematischer Risiken sind Schäden aus CDOs stark korreliert mit hohen Schäden im Kreditportfolio. Somit erhöhen CDOs speziell die Eintretenswahrscheinlichkeit hoher Schäden, ihr Schadenpotenzial fließt unmittelbar in den „Tail“ der Schadensverteilung des Gesamtportfolios. Die Beimischung von CDOs zu Kreditportfolios führt demnach zu einer deutlichen Erhöhung von Risikomaßen wie Value at Risk bzw. Expected Shortfall.

Dieser Effekt soll im Folgenden mit einem numerischen Beispiel näher beschrieben werden, in dessen Mittelpunkt der Risikovergleich zweier Kreditportfolios steht. Ein Ausgangsportfolio aus 550 Krediten wird zum einen ergänzt um 50 CDOs der Tranche B aus den vorangehenden Abschnitten (Portfolio A), zum anderen um 50 Kredite, deren Ausfallwahrscheinlichkeit jeweils der Hittingwahrscheinlichkeit der Tranche B und deren (deterministischer)

LGD dem Erwartungswert des Tranchen-LGD entsprechen. Das EAD sei in beiden Portfolios einheitlich 1 für alle Assets. Somit ergibt sich jeweils ein Gesamtexposure von 600.

Die Bausteine des bei der nachfolgenden Risikoanalyse verwendeten Kreditportfoliomodells werden aus den vorangehenden Beispielen übernommen. Die Modellierung der Kreditausfälle erfolgt wieder über das Ein-Faktor-Modell von Merton mit einer für alle Kredite, sowohl des Kreditportfolios als auch der Collateral Pools der CDOs, einheitlichen Assetkorrelation von acht Prozent.

► **Tab. 04** enthält sowohl die Zusammensetzung der beiden Portfolios als auch wichtige Kennzahlen der Portfolioschadensverteilungen.

Beim Vergleich der Risikomaße aus ► **Tab 4** wird deutlich ersichtlich, dass obwohl beide Portfolios einen vergleichbaren Expected Loss aufweisen, die Quantile der Schadensverteilung bzw. der Expected Shortfall auf der Basis des 95%-Quantils (=)  $VaR_{95\%}(L)$  bei Portfolio A wesentlich höhere Werte annehmen.

Da die Risikoparameter der 50 Ergänzungskredite an die Parameter der CDO Tranche angepasst sind, hat die Aufnahme von den 50 Krediten dieselbe Wirkung auf den Expected Loss des Portfolios wie die Hinzunahme von 50 CDOs.

Schäden aus CDOs gehen aber, wie oben erläutert, tendenziell mit hohen Schäden im Kreditportfolio einher. Deshalb erhöht die Beimischung von CDOs zu dem Ausgangsportfolio die Risikomaße wesentlich stärker als die Beimischung von Krediten mit gleicher PD und gleichem LGD.

Dieser Risikoaspekt zeigt sich auch in den Beiträgen der Portfolioteile zum Expected Shortfall. Der Expected Shortfall bezeichnet den Erwartungswert der Portfolioschäden, die über ein gewisses Quantil hinausgehen und berechnet sich wie in ► **Gleichung 12** dargestellt.

Der Risikobeitrag kann für jedes Asset des Portfolios ermittelt werden (vgl.

► **Gleichung 13**)

Der Expected Shortfall des Portfolios setzt sich additiv aus den individuellen Risikobeiträgen zusammen.

Die Risikobeiträge geben an, wie stark die jeweiligen Assets zum Expected Shortfall und somit zu extrem hohen Schäden beitragen, und können u. a. als Grundlage für die Preisfindung oder Unterlegung mit Risikokapital dienen. Die Risikobeiträge

## Vergleich der Portfolios A und B

► **Tab. 04**

### Zusammensetzung der Portfolios

	Portfolio A	Portfolio B
Kreditportfolio	Klasse 1: 100 Kredite mit PD = 0,005; LGD = 0,20 Klasse 2: 200 Kredite mit PD = 0,010; LGD = 0,30 Klasse 3: 100 Kredite mit PD = 0,010; LGD = 0,50 Klasse 4: 150 Kredite mit PD = 0,025; LGD = 0,50	
Portfolioergänzung	50 CDO der Tranche B	50 Kredite mit PD = 0,0356; LGD = 0,4554

### Risikomaße der Portfolioschadensverteilungen

	Portfolio A	Portfolio B
Expected Loss	3,885	3,878
95%-Quantil	12,033	9,977
99%-Quantil	29,467	15,098
ES (95%)	22,735	13,234

► **Gleichung 12**

$$ES(\alpha) = E(L | L > VaR_{\alpha}(L)) = \frac{1}{1-\alpha} \cdot E\left(L \cdot \mathbf{1}_{\{L > VaR_{\alpha}(L)\}}\right)$$

► **Gleichung 13**

$$Risikobeitrag_i = E(L_i | L > VaR_{\alpha}(L)) = \frac{1}{1-\alpha} \cdot E\left(L_i \cdot \mathbf{1}_{\{L > VaR_{\alpha}(L)\}}\right)$$

für die Assets in den oben vorgestellten Beispielpartfolios sind in ► **Tab. 05** abgedruckt.

Auch hier bestätigen sich die Beobachtungen auf Portfolioebene. Der höhere Expected Shortfall in Portfolio A lässt sich in erster Linie auf die Beimischung von CDOs zurückführen. Die Beiträge der

Kredite des Ausgangsportfolios zum jeweiligen Expected Shortfall sind in diesem Beispiel relativ unbeeinflusst von der Art der beigemischten Assets. Die CDOs haben dagegen im Vergleich zu den zusätzlichen Krediten wesentlich höhere Risikobeiträge (um den Faktor fünf).

## Risikobeiträge in den beiden Portfolios, aufsummiert je Risikoklasse (in Klammern je Asset)

► **Tab. 05**

### Risikobeiträge

	Portfolio A	Portfolio B
Kreditportfolio		
- Klasse 1	0,40 (0,004)	0,39 (0,004)
- Klasse 2	2,22 (0,011)	2,21 (0,011)
- Klasse 3	1,87 (0,019)	1,90 (0,019)
- Klasse 4	6,08 (0,042)	6,27 (0,042)
Ergänzung CDOs	12,70 (0,254)	
Kredite		2,53 (0,051)

CDOs sind also im Vergleich zu Anleihen die riskantere Investmentalternative, da sie auf Grund ihrer speziellen Reaktion auf systematische Risiken die Wahrscheinlichkeit extremer Schäden stärker erhöhen als Anleihen. □

### Fazit und Lessons Learned

Die vorgestellten Analysen zeigen signifikante Differenzen im Risikoprofil zwischen CDOs und Corporate Bonds, welche weitreichende Konsequenzen in Bezug auf Risikomanagement, Bepreisung und regulatorische Eigenkapitalanforderungen haben.

So muss das Rating von CDO-Tranchen von Grund auf neu gestaltet werden, so dass die höhere Sensitivität bezüglich systematischer Risiken adäquat berücksichtigt werden kann. Aufgrund dieser höheren Sensitivität sind CDOs riskantere Investments als vergleichbare Corporate Bonds. Dies wird insbesondere bei der Beimischung in ein bestehendes Kreditportfolio deutlich. Hier erhöhen CDOs vor allem die Eintretenswahrscheinlichkeit extremer Schadensereignisse, sofern dieselben systematischen Risikofaktoren auf Kreditportfolio und Collateral Pool wirken. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn man ein Portfolio von CDOs betrachtet und diese von denselben oder korrelierten systematischen Risikofaktoren beeinflusst werden. Dann sind die Schäden zweier (oder mehrerer) CDOs hoch korreliert und die Wahrscheinlichkeit von gleichzeitigen Hitting-Ereignissen steigt. Betrachtet man die Verlustverteilung eines Kreditportfolios nach Hinzunahme von CDOs, ergeben sich deutlich höhere Risikobeiträge für die strukturierten Produkte gegenüber vergleichbaren Anleihen sowie insgesamt eine wesentliche Erhöhung der Risikomaße Value at Risk bzw. Expected

Shortfall. Diese zusätzlichen Risiken müssen auch in der Bepreisung von CDOs sowie bei deren Unterlegung mit Eigenmitteln berücksichtigt werden.

Die erhöhte Sensitivität bezüglich systematischer Risiken macht die detaillierte und adäquate Modellierung dieser Risiken notwendig. So wird in nächster Zukunft die Entwicklung und empirische Validierung von dynamischen Kreditrisikomodellen und geeigneten Mehrfaktor-Modellen ein wesentliches Forschungsfeld darstellen. Erst dann können Konzentrationsrisiken bzw. Diversifikationschancen in einem Portfolio aus CDOs richtig eingeschätzt werden.

Im vorliegenden Beitrag wurde wiederholt deutlich, dass die (bedingten) Hitting Probabilities sehr stark von systematischen Risiken abhängen. Auch die Übergangswahrscheinlichkeiten werden in ähnlicher Weise von systematischen Risiken beeinflusst. Dies bedeutet, dass in ökonomisch guten Zeiten die Ratings von CDOs sehr stabil sind, während sie in ökonomisch schlechten Zeiten sehr volatil werden können und in kurzen Zeitabschnitten mit deutlichen Ratingänderungen zu rechnen ist.

Damit wird jedoch die Rolle von Through-the-Cycle-Ratings für CDOs sowie die Verwendung von durchschnittlichen Übergangsmatrizen, welche die aktuelle Position im Credit Cycle ausblenden, fragwürdig.

### Quellenverzeichnis und weiterführende Literaturhinweise:

**Bank of England [Hrsg.] (2007):** Financial Stability Report, Oktober 2007.

**Blum, C., Overbeck, L. (2007):** Structured Credit, Portfolio Analysis, Baskets & CDOs, London 2007.

**Drevon, F. (2007):** Interview, in: Financial Times Deutschland, 18.12.2007.

**Düllmann, K., Trapp, M. (2004):** Systematic risk in recovery rates – an empirical analysis of US credit exposures, Deutsche Bundesbank, Discussion Paper Series 2: Banking and Financial Studies, 02/2004.

**Hamerle, A., Knapp, M., Wildenauer, N. (2007):** Default and recovery correlations – a dynamic econometric approach, in: Risk, S. 100-105, Januar 2007.

**Jobst, N. (2007):** An Introduction to the Risk Management of Collateral Debt Obligations, in: De Servigny/Jobst [Hrsg.]: The Structured Credit Handbook, Kapitel 7, S. 295-338.

**Moody's Investors Service [Hrsg.] (2007):** Moody's Ultimate Recovery Database, Moody's Special Comment, April 2007.

**Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Lage [Hrsg.] (2007):** Jahresgutachten 2007/08 – „Das Erreichte nicht verspielen“, Kapitel 3, S. 88-167, Berlin 2007

**Van Landschoot, A., Jobst, N. (2007):** Rating Migration and Asset Correlation: Structured versus Corporate Portfolios, in: De Servigny/Jobst [Hrsg.], The Structured Credit Handbook, Kapitel 5, S. 217-238.

### Autoren:

**Prof. Dr. Alfred Hamerle** ist Inhaber des Lehrstuhls für Statistik an der Universität Regensburg,

**Dr. Rainer Jobst** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Statistik an der Universität Regensburg,

**Hans-Jochen Schropp** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Statistik an der Universität Regensburg.

Anzeige



## Kinderrechte – Mach mit!

In vielen Ländern gehen Mädchen und Jungen für Kinderrechte auf die Straße. Wenn auch du aktiv werden möchtest, melde dich bei terre des hommes und gründe mit Freunden ein KinderrechtsTeam. Klar, dass terre des hommes euch dabei unterstützt – mit Material und Aktionsideen

[www.tdh.de/teams](http://www.tdh.de/teams)