

**Entwicklung von Modellen
zum Kreditrisiko:
aktuelle Verfahren und Verwendung**

Basler Ausschuss für Bankenaufsicht

April 1999

Inhaltsverzeichnis

Teilnehmerliste

Zusammenfassung

Teil I: Einleitung

1. Überblick	8
2. Interne Verwendung von Kreditrisikomodellen	9
3. Wichtigste Herausforderungen bei einer Anwendung durch Aufsichts- behörden	10
4. Aufbau des Berichts	11

Teil II: Überblick über konzeptionelle Ansätze der Kreditrisikomodellierung

1. Allokation des ökonomischen Kapitals für Kreditrisiken	12
A. Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste	12
B. Zentrale Aspekte	15
2. Messung des Kreditverlusts	15
A. Zeithorizont	15
B. Ausfallmodusparadigma	16
<i>Zur Veranschaulichung: Der Mittelwert-/Standardabweichungsansatz</i>	<i>17</i>
<i>Interne Risikobeurteilungssysteme (Rating-Systeme), Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) und Rating-Übergangsmatrizen</i>	<i>18</i>
C. Marktwertparadigma (MTM-Paradigma)	20
<i>Ansatz der diskontierten vertraglichen Zahlungen (DCCF-Ansatz)</i>	<i>21</i>
<i>Ansatz der risikoneutralen Bewertung (RNV-Ansatz)</i>	<i>21</i>
D. Zentrale Aspekte	22
3. Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen	25
A. Messung	25
B. Zentrale Aspekte	26
4. Bedingte und unbedingte Modelle im Vergleich	26
A. Definition der Ansätze	26
B. Zentrale Aspekte	27
5. Ansätze der Kreditrisikoaggregation	28
A. Top-Down- und Bottom-Up-Ansätze	28

B. Zentrale Aspekte	29
6. Korrelationen zwischen Kreditereignissen	30
A. Überblick	30
B. Überkreuzkorrelationen zwischen verschiedenen Arten von Kreditereignissen	30
C. Korrelationen zwischen Ausfällen oder Rating-Änderungen	31
<i>Strukturelle Modelle</i>	31
<i>Reduzierte Modelle</i>	31
D. Zentrale Aspekte	32

Teil III: Parameterspezifikation und -schätzung

1. Ausfallquoten (LGD)	34
A. Modellierungsannahmen	34
B. Schätzung	35
C. Zentrale Aspekte	35
2. Ausfälle/Rating-Änderungen	36
A. Schätzung von Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) bzw. Rating-Übergangsmatrizen	36
<i>Versicherungsmathematische Ansätze</i>	36
<i>Auf dem Aktienwert beruhender Ansatz</i>	37
B. Zentrale Aspekte	38
3. Korrelationen zwischen Ausfällen und/oder Rating-Übergängen	40
A. Schätzung	40
<i>Versicherungsmathematische Methode</i>	41
<i>Aktienwertmethode</i>	41
B. Zentrale Aspekte	42
4. Kreditspreads	43
A. Überblick	43
B. Zentrale Aspekte	43
5. Höhe der Risikopositionen	44
A. Überblick	44
B. Zentrale Aspekte	45
6. Umsetzung: Datensammlung und Leistungsfähigkeit der Systeme	46
A. Datenverfügbarkeit und Systemkapazitäten	46
B. Zentrale Aspekte	46

Teil IV: Validierung

1. Zusammenfassung von Grundsätzen und Aspekten der Validierung	48
A. Unterschiede zwischen Kredit- und Marktrisikomodellen	48
B. Zentrale Aspekte	48
2. Backtesting	49
A. Überblick	49
B. Zentrale Aspekte	49
3. Stresstesting	51
A. Überblick	51
B. Zentrale Aspekte	51
4. Sensitivitätsanalyse	51
A. Überblick	51
B. Zentrale Aspekte	51
5. Managementaufsicht und Berichtswesen	52
A. Überblick	52
B. Zentrale Aspekte	52
 Anhang: Tabellarische Übersicht über zentrale Aspekte	 53

Models Task Force

Vorsitzende:

Danièle Nouy, Generalsekretärin
Basler Ausschuss für Bankenaufsicht

Commission Bancaire et Financière, Brüssel	Patrick Massin
Office of the Superintendent of Financial Institutions, Ottawa	Richard Gresser
Commission Bancaire, Paris	Evelyn Guilly C. K. Tran
Deutsche Bundesbank, Frankfurt am Main	Roland Raskopf
Bundesaufsichtsamt für das Kreditwesen, Berlin	Uwe Traber
Banca d'Italia, Rom	Sebastiano Laviola
The Bank of Japan, Tokio	Akira Ieda
Financial Supervisory Agency, Tokio	Tomomichi Tomiie
Commission de Surveillance du Secteur Financier, Luxemburg	Isabelle Goubin
De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam	Ad Huijser
Finansinspektionen, Stockholm	Mats Stenhammar
Sekretariat der Eidgenössischen Bankenkommission, Bern	Uwe Steinhauser
Schweizerische Nationalbank, Zürich	Christian Braun
Financial Services Authority, London	Alan Cathcart
Bank of England, London	Pamela Nickell
Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, DC	James Houpt David Jones
Federal Reserve Bank of New York, New York	Brian Peters Marc Saidenberg
Office of the Comptroller of the Currency, Washington, DC	Roger Tufts
Federal Deposit Insurance Corporation, Washington, DC	Miguel Brown
Sekretariat des Basler Ausschusses für Bankenaufsicht, Bank für Internationalen Zahlungsausgleich	Zahra El-Mekrawy

Ehemalige Mitglieder, die an der Studie mitarbeiteten

The Bank of Japan, Tokio	Nobuyuki Oda
Financial Supervisory Agency, Tokio	Kozo Ishimura
Sekretariat der Eidgenössischen Bankenkommission, Bern	Susanne Brandenberger
Schweizerische Nationalbank, Zürich	Christian Walter
Office of the Comptroller of the Currency, London	Ron Pasch
Sekretariat des Basler Ausschusses für Bankenaufsicht, Bank für Internationalen Zahlungsausgleich	Erik Musch (ehemaliger Vorsitzender) Kim Olson

Entwicklung von Modellen zum Kreditrisiko: aktuelle Verfahren und Verwendung

Zusammenfassung

1. Zusammenfassung und Zielsetzung

Im vergangenen Jahrzehnt haben einige der weltweit grössten Banken ausgereifte Systeme zur Modellierung des Kreditrisikos entwickelt, das ihnen aus bedeutenden Geschäftsbereichen erwächst. Die Modelle sollen den Banken bei der regionen- und produktübergreifenden Quantifizierung, Aggregation und Steuerung von Risiken helfen. Darüber hinaus spielen die Ergebnisse dieser Modelle eine zunehmend wichtige Rolle im Risikomanagement und in der Leistungsmessung der Banken, u.a. bei einer leistungsorientierten Entlohnung, der Analyse der Kundenrentabilität, der risikogestützten Preisgestaltung sowie - in geringerem, aber wachsendem Ausmass - bei einem aktiven Portfoliomanagement und bei Entscheidungen zur Kapitalstruktur. Die Task Force erkennt an, dass Kreditrisikomodelle tatsächlich zu einem besseren internen Risikomanagement führen können und dass sie unter Umständen auch in der Bankenaufsicht verwendet werden könnten. Bevor jedoch ein Portfoliomodellierungsansatz für die formelle Berechnung des aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalbedarfs für das Kreditrisiko verwendet werden kann, müssen sich die Aufsichtsorgane überzeugen, dass die Modelle nicht nur für das aktive Risikomanagement verwendet werden, sondern dass sie auch solide konzipiert und empirisch bestätigt sind und dass die mit ihnen ermittelten Eigenkapitalanforderungen von Bank zu Bank vergleichbar sind. Zur Zeit sind noch bedeutende Hürden - im wesentlichen hinsichtlich der Verfügbarkeit der Daten und der Überprüfbarkeit der Modelle - zu überwinden, bevor dieses Ziel erreicht wird; nach Ansicht des Ausschusses wird dies wohl kaum innerhalb des für die Überarbeitung der Eigenkapitalvereinbarung angestrebten Zeitraums möglich sein.

Modelle werden schon zur Ermittlung des Eigenkapitalbedarfs zur Unterlegung von Marktrisiken eingesetzt. Vor allem aus zwei Gründen sind jedoch Kreditrisikomodelle nicht einfach eine Erweiterung der Marktrisikomodelle:

- **Unzureichende Datenbasen:** Sowohl Banken als auch Wissenschaftler nennen unzureichende Datenbasen als eines der Haupthindernisse bei der Gestaltung und Einführung von Kreditrisikomodellen. Die meisten Kreditinstrumente werden nicht zum Marktwert bewertet, und der Prognosecharakter eines Kreditrisikomodells leitet sich nicht aus einer statistischen Projektion der zukünftigen Preise auf der Basis umfassender historischer Preisdaten ab. Der Mangel an Daten, die für die Schätzungen der Kreditrisikomodelle benötigt werden, ist auch den wenig häufigen Ausfallereignissen und den längeren Zeithorizonten zuzuschreiben, die bei der Messung des Kreditrisikos verwendet werden. Bei der Spezifizierung der Parameter

muss bei Kreditrisikomodellen daher auf vereinfachende Annahmen und Näherungsdaten zurückgegriffen werden. Der relative Umfang des Bankgeschäftsbestands - und die potentiellen Auswirkungen unrichtiger Schätzungen des Kreditrisikos durch das Modell auf die Solvenz der Bank - machen deutlich, dass eine bessere Kenntnis der Sensitivität des Modells gegenüber strukturellen Annahmen und Parameterschätzungen erforderlich ist.

- **Überprüfung der Modelle:** Die Überprüfung der Kreditrisikomodelle ist grundlegend schwieriger als das Backtesting von Marktrisikomodellen. Marktrisikomodelle verwenden in der Regel einen Zeithorizont von wenigen Tagen, Kreditrisikomodelle dagegen von einem Jahr oder länger. Die längere Haltedauer, kombiniert mit den höheren Konfidenzintervallen der Kreditrisikomodelle, stellt die Modellentwickler vor Probleme bei der Beurteilung der Genauigkeit ihrer Modelle. Aus diesem Grund würde ein quantitativer Validierungsstandard, der demjenigen in der *Änderung der Eigenkapitalvereinbarung zur Einbeziehung der Marktrisiken* entspricht, eine impraktikable Zahl von Datenjahren erfordern, die mehrere Kreditzyklen umspannen.

Der Ausschuss begrüsst weitere Arbeiten zu diesen und anderen zentralen Aspekten und hofft auf einen konstruktiven Dialog mit der Branche. Der Ausschuss ersucht alle interessierten Kreise, bis zum 1. Oktober 1999 zu diesem Bericht Stellung zu nehmen.

* * * * *

Dieser Bericht über die Entwicklung von Modellen für das Kreditrisiko soll zwei vorrangigen Zwecken dienen:

- Beschreibung der aktuellen Verfahren und Fragen bei der Modellierung des Kreditrisikos. Eine Grundlage dieser Untersuchung bildet Material, das aus zahlreichen öffentlichen Konferenzen und privaten Präsentationen von Marktpraktikern, u.a. Banken, Modellanbietern und Wissenschaftlern, zusammengetragen wurde. Ferner stützt sich der Bericht auf die Ergebnisse einer umfassenden Erhebung zur Modellierungspraxis in 20 grossen internationalen Bankinstituten aus 10 Ländern, die von der Task Force durchgeführt wurde.
- Beurteilung der möglichen Verwendbarkeit bzw. der Grenzen von Kreditrisikomodellen für Zwecke der Aufsicht und/oder Regulierung. Entsprechende zukünftige Analysen und Schlussfolgerungen der Task Force werden in die generelle Überarbeitung der Basler Eigenkapitalvereinbarung einbezogen werden.

2. Möglicher Nutzen von Kreditrisikomodellen

- Die von den Banken eingegangenen Kreditrisiken verteilen sich meist über Regionen und Geschäftszweige. Mit dem Einsatz von Kreditrisikomodellen verfügen die Banken über eine Basis für eine zeitnahe Prüfung von Risiken, die Zentralisierung von Daten über globale Engagements und die Analyse von marginalen und absoluten Beiträgen zum Risiko. Diese Eigenschaften von Modellen können dazu beitragen, dass in einer Bank die Risiken insgesamt besser erkannt, gemessen und gesteuert werden können.
- Kreditrisikomodelle können Schätzungen des Kreditrisikos (wie unerwarteter Verlust) liefern, die der Zusammensetzung eines bestimmten Portfolios entsprechen; sie können daher das Konzentrationsrisiko im Vergleich zu nicht auf dem Portfolio beruhenden Ansätzen besser wiedergeben.
- Modelle können konstruktionsbedingt von Änderungen der Geschäftsbereiche, der Kreditqualität, der Marktfaktoren und des wirtschaftlichen Umfelds beeinflusst werden und umgekehrt auf diese Veränderungen reagieren. Die Modellmethodik könnte daher möglicherweise ein sensibleres und aussagekräftigeres Instrument für das Risikomanagement liefern.
- Darüber hinaus dürften Modelle folgende Vorteile haben: a) Anreiz, Systeme und Datenerhebung zu verbessern; b) fundiertere Festlegung von Limits und Reserven; c) präzisere Preisgestaltung aufgrund von Risiken und Leistungen, was eventuell zu einer transparenteren Entscheidungsfindung beiträgt; d) eine einheitlichere Basis für die Allokation ökonomischen Kapitals.

- Auch aus der Sicht der Bankenaufsicht sind die Weiterentwicklung der Modellmethodik und die entsprechenden Verbesserungen der Rigorosität und der Konsequenz des Risikomanagements in bezug auf einige Teile der Kreditbestände der Banken sehr attraktiv. Anders als beim derzeitigen Ansatz der Eigenkapitalvereinbarung könnte ein modellgestützter Ansatz die Eigenkapitalanforderungen besser mit dem wahrgenommenen Risiko der zugrundeliegenden Positionen und Portfoliokonzentrationen in Einklang bringen. Er könnte somit eine umfassendere Messung des Eigenkapitalbedarfs für die Unterlegung des Kreditrisikos und eine bessere Mittelverteilung im Finanzsystem ermöglichen. Ausserdem kann die Flexibilität, mit der sich Modelle an ein geändertes wirtschaftliches Umfeld sowie Finanzinnovationen anpassen, den Anreiz für Banken verringern, unterschiedliche Eigenkapitalvorschriften auszunutzen („Aufsichtsarbitrage“).

Neben den soeben genannten Vorteilen besteht aber auch eine Anzahl bedeutender Hürden (s. unten), die überwunden werden müssen, ehe ein Modellansatz für die Berechnung des aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalbedarfs in Betracht gezogen werden kann.

3. Zusammenfassung wichtiger Aspekte

Bei ihrer Bewertung von Modellen teilte die Task Force die von ihr geprüften Aspekte in drei Hauptkategorien ein: konzeptionelle Ansätze, Parameterspezifikation und -schätzung sowie Validierung. Einige wichtige Punkte zu diesen Kategorien werden im nächsten Abschnitt erörtert. (Der Anhang enthält eine tabellarische Darstellung wichtiger Aspekte.)

Konzeptionelle Ansätze

Die Task Force fand bei den konzeptionellen Ansätzen der Modelle eine Palette von Praktiken vor. Sie würde einen Dialog mit dem Bankgewerbe über den Einfluss der jeweils getroffenen Wahl auf die Genauigkeit eines Modells und auf den Umfang des erforderlichen Eigenkapitals begrüssen, falls Modelle für aufsichtsrechtliche Zwecke zugelassen würden. Unter anderem wurden in folgenden Bereichen verschiedene Ansätze beobachtet:

- Messung des Kreditverlusts. Die meisten Banken verwenden eines der beiden folgenden Konzepte für die Definition des Kreditverlusts: das Ausfallmodusparadigma, unter dem ein Kreditverlust nur dann entsteht, wenn ein Kreditnehmer innerhalb des Planungshorizonts zahlungsunfähig wird, und das Marktwertparadigma (genauer eigentlich Paradigma der „modellgerechten Bewertung“), unter dem auch eine Verschlechterung der Kreditqualität, die noch keinen Ausfall darstellt, berücksichtigt wird. Die Banken können ausserdem für die Überwachung des Kreditrisikos verschiedene Zeithorizonte wählen.

- Messung des eingegangenen Risikos und der Ausfallquote. Bei der Messung des Risikos einer Kreditlinie beispielsweise verwenden einige Banken einen weitgehend subjektiven Ansatz für die Schätzung des bei einem Ausfall noch eintreibbaren Wertes von Krediten, während andere sich auf stärker empirisch abgestützte Verfahren verlassen.
- Unbedingte und bedingte Modelle. Unbedingte Modelle spiegeln in der Regel (vergleichsweise begrenzte) spezifische Informationen zum Kreditnehmer oder zur Kreditfazilität wider, während bedingte Modelle darüber hinaus Informationen zur Wirtschaftslage einbeziehen.
- Aggregation der Kreditrisiken. Das Kreditrisiko kann für die einzelne Forderung gemessen werden, wie dies bei grossen Unternehmenskrediten und Kapitalmarktinstrumenten üblich ist; andererseits können aggregierte (zusammengefasste) Daten für die Quantifizierung des Risikos kleinerer Kredite mit ähnlichem Risikoprofil verwendet werden.
- Messung der gegenseitigen Abhängigkeit von Faktoren, die zu Kreditverlusten beitragen. Die Banken können beispielsweise unterschiedliche Methoden für die Messung der Korrelation zwischen Ausfällen und Rating-Änderungen verwenden.

Parameterspezifikation und -schätzung

- Die Spezifikation des Ausfallprozesses und von Rating-Änderungen wird durch den Mangel an historischen Daten über die Wertentwicklung von Krediten und andere zu modellierende Variable stark behindert. Die Schwierigkeiten bei der Festlegung der wesentlichen Parameter werden noch durch die langen Zeithorizonte verstärkt, die in Kreditrisikomodellen betrachtet werden, was dazu führt, dass für die Schätzung des Ausfallprozesses Daten über viele Jahre, die mehrere Kreditzyklen umspannen, benötigt werden. Selbst wenn die Ausfallwahrscheinlichkeit im Einzelfall im Modell genau nachgebildet werden kann, kann die Kombination dieser Wahrscheinlichkeiten für ein Portfolio immer noch durch den Mangel an Daten behindert werden, die für eine zuverlässige Schätzung der Korrelationen zwischen zahlreichen Variablen benötigt werden.
- Die beschränkte Verfügbarkeit von Daten fördert darüber hinaus die Verwendung verschiedener vereinfachender Annahmen, z.B.: a) es wird angenommen, die Bestimmungsgrößen für einen Kreditverlust seien voneinander unabhängig; b) bestimmte Variable, z.B. in einigen Modellen die Ausfallquote, werden als „nichtzufallsabhängige“ Variable behandelt, während die geschätzten Parameter und strukturellen Modellannahmen behandelt werden, als seien sie „wahr“ (d.h. mit Sicherheit bekannt); c) Kreditnehmer in festgelegten Risikosegmenten werden als statistisch identisch angesehen; und d) die Modellparameter gelten als stabil. Die Annahmen beruhen oft auf subjektiven Urteilen, und es gibt im allgemeinen nur wenige

empirische Analysen, die die Entscheidungen der Modellentwickler stützen. Es ist auch noch nicht üblich, Tests darüber durchzuführen, wie sensibel ein Modell auf diese Annahmen reagiert. In der Praxis dürfte bei der Schätzung einiger Modellparameter, z.B. der Zuweisung einer internen Krediteinstufung oder der Zuteilung eines Kreditnehmers zu einer bestimmten Branche, ebenfalls ein gewisser Ermessensspielraum bestehen. Über die Auswirkungen solcher subjektiver Urteile oder Annahmen auf die Genauigkeit eines Modells weiss man wenig.

- Wegen der derzeitigen beschränkten Verfügbarkeit interner Ausfalldaten spiegeln die Modellparameter oft bis zu einem gewissen Grad die Zusammenführung von Informationen aus verschiedenen Quellen wider. Die Verlässlichkeit solcher Daten und ihre Vergleichbarkeit mit den Portfolioeigenschaften oder der Verlusterfahrung einer bestimmten Bank sind ein wesentlicher Aspekt bei der Beurteilung der Genauigkeit eines Modells.

Validierung

- Sollen interne Modelle für die Festlegung von aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalanforderungen verwendet werden, muss gewährleistet sein, dass die Modelle einer Bank das Risikoniveau eines Portfolios korrekt darstellen und somit den Eigenkapitalbedarf korrekt berechnen. Für Marktrisikomodelle bietet das Backtesting eine Möglichkeit, fortlaufend die Modellqualität zu überprüfen.
- Bei der Messung des Kreditrisikos verwenden die Banken höhere Konfidenzintervalle als beim Marktrisiko. Es ist nicht klar, ob so hohe Konfidenzintervalle einigermaßen genau geschätzt werden können, und man weiss noch wenig darüber, welche Wirkung die Modellannahmen auf die äussersten Enden der Verteilung und damit auf den Umfang der zur Unterlegung der Risiken erforderlichen Eigenmittel haben. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die Verwendung hoher Konfidenzintervalle Kapitalanforderungen ergeben würde, die stark modellabhängig oder die von Bank zu Bank nicht vergleichbar sind. Diese und weitere Schwierigkeiten machen die Herausforderung und die Bedeutung von internen wie externen Validierungsverfahren deutlich.
- Gegenwärtig existiert kein allgemein anerkanntes Konzept, um die Genauigkeit von Kreditrisikomodelle regelmässig zu überprüfen; in Zukunft dürften jedoch Methoden wie Sensitivitätstests hier eine wichtige Rolle spielen. Zu beachten ist schliesslich noch, dass das interne Umfeld eines Modells - u.a. das Ausmass der Überwachung durch die Geschäfts-

leitung, die Qualität der internen Kontrollen, die Rigorosität der Stresstests, die Meldeverfahren und weitere traditionelle Aspekte der Kreditkultur - auch weiterhin ebenfalls eine zentrale Rolle bei der Beurteilung der Risikomanagement-Grundlagen einer Bank spielen wird.

Teil I

Einleitung

1. Überblick

Im vergangenen Jahrzehnt haben zahlreiche bedeutende Banken der Welt ausgereifte Systeme entwickelt, um Kreditrisiken über verschiedene Regionen und Geschäftsbereiche hinweg zu quantifizieren und zu aggregieren. Das Interesse an der Modellierung von Kreditrisiken ergab sich ursprünglich aus dem Wunsch, präzisere quantitative Schätzungen des zur Unterlegung kreditrisikobehafteter Geschäfte erforderlichen ökonomischen Kapitals zu entwickeln. Mit zunehmender Bedeutung der Ergebnisse von Kreditrisikomodellen in den Risikomanagement-Verfahren grosser Banken hat auch die Frage nach der Verwendung der Modelle für Zwecke der Aufsicht und Regulierung an Gewicht gewonnen.

Im vorliegenden Bericht wird der Stand der Praxis bei der Modellierung des Kreditrisikos beschrieben und die potentielle Verwendbarkeit der Kreditrisikomodelle für Zwecke der Aufsicht und/oder Regulierung, einschliesslich der Festlegung von Eigenkapitalanforderungen, untersucht. Bei der Erstellung des Berichts sichtete die „Models Task Force“ (die „Task Force“) des Basler Ausschusses für Bankenaufsicht Material, das aus zahlreichen öffentlichen Konferenzen und privaten Präsentationen von Marktpraktikern zusammengetragen wurde, und nahm eine umfassende Erhebung zur Modellierungspraxis in 20 Bankinstituten aus 10 Ländern vor. Dabei wurde die grosse Vielfalt sowohl hinsichtlich der angewandten Methode der Modellentwicklung als auch bei der internen Anwendung der Modellergebnisse deutlich. Das Vorgehen beleuchtete auch einige der Problempunkte und Grenzen der gegenwärtigen Modellierungstechniken.

Aus der Sicht der Bankenaufsicht ist die Weiterentwicklung der Modellierungsmethoden und die daraus folgende strengere und konsequentere Messung des Kreditrisikos begrüssenswert. Diese Verbesserungen des Risikomanagements können nach Ermessen der einzelnen Länder bei der Beurteilung der internen Kontrollen und der Risikomanagement-Verfahren durch die Aufsichtsbehörde berücksichtigt werden.

Aus aufsichtsrechtlicher Sicht kann die Flexibilität, mit der Modelle auf ein geändertes wirtschaftliches Umfeld sowie Finanzinnovationen reagieren, den Anreiz für Banken verringern, unterschiedliche Eigenkapitalvorschriften auszunutzen („Aufsichtsarbitrage“). Zudem kann ein modellgestützter Ansatz die Eigenkapitalanforderungen besser mit dem wahrgenommenen Risiko der zugrundeliegenden Positionen in Einklang bringen und Schätzungen des Kreditrisikos ermöglichen, die eher der

Zusammensetzung des Portfolios jeder einzelnen Bank entsprechen. Bevor jedoch im Rahmen der formellen Festlegung von Eigenkapitalvorschriften ein Portfoliomodellierungsansatz verwendet werden kann, müssen sich die Aufsichtsorgane überzeugen, dass die Modelle nicht nur gut in das tägliche Kreditrisikomanagement der Banken integriert sind, sondern dass sie auch solide konzipiert und empirisch bestätigt sind und dass die mit ihnen ermittelten Eigenkapitalanforderungen von Bank zu Bank vergleichbar sind. Zur Zeit sind jedoch noch grundlegende Probleme - vornehmlich unzureichende Datenbasen und Schwächen der Modellvalidierung - zu lösen, bevor dieses Ziel erreicht ist. Namentlich in diesen beiden wichtigen Aspekten unterscheiden sich Kreditrisikomodelle von den Marktrisikomodellen. Nach Ansicht der Task Force ist es schwierig, diese Probleme innerhalb des für die Überarbeitung der Eigenkapitalvereinbarung angestrebten Zeitraums zu lösen.

2. Interne Verwendung von Kreditrisikomodellen

Die Ausgestaltung der Kreditrisikomodelle erlaubt ein individuelles und flexibles Herangehen an die Preismessung und das Risikomanagement. Modelle werden konstruktionsbedingt von Änderungen der Geschäftsbereiche, der Kreditqualität, der Marktfaktoren und des wirtschaftlichen Umfelds beeinflusst und reagieren umgekehrt auf diese Veränderungen. Ausserdem wird es den Banken durch solche Modelle ermöglicht, marginale und absolute Risikobeiträge zu analysieren und Konzentrationsrisiken in einem Portfolio festzustellen. Diese Eigenschaften von Modellen können zu einer Verbesserung der gesamten Kreditkultur einer Bank beitragen.

Das Ausmass, in dem Kreditrisikomodelle in die Kreditbewirtschaftung und die Allokation von ökonomischem Kapital einbezogen werden, ist unter den Banken sehr unterschiedlich. Während einige Banken Systeme eingeführt haben, die die meisten Risikopositionen des Instituts erfassen, können andere nur die Risiken einzelner Geschäftsbereiche oder einzelner rechtlicher Einheiten abdecken. Zudem haben die Banken häufig unterschiedliche Modelle für das Firmenkunden- und das Retailgeschäft entwickelt, und nicht alle Banken erfassen die Risiken aus beiden Geschäftsbereichen.

Die interne Verwendung der Modellergebnisse ist ebenfalls vielfältig und reicht von einfach bis komplex. Beispielsweise nutzt zur Zeit nur ein kleiner Teil der befragten Banken die Modellergebnisse für eine *aktive* Portfoliobewirtschaftung; allerdings gab eine beträchtliche Anzahl von Banken an, dies in Zukunft tun zu wollen. Unter den derzeitigen Verwendungen sind zu nennen: a) Festsetzung von Konzentrations- und Risikolimits; b) Bestimmung des angestrebten Übernahmevermögens bei Konsortialkrediten; c) risikogerechte Preisgestaltung; d) Verbesserung des Risiko/Ertrags-Profiles des Portfolios; e) Ermittlung des risikobereinigten Ergebnisses von Geschäftsbereichen oder von Managern auf Basis des risikobereinigten Kapitalertrags („risk-adjusted return on capital“,

„RAROC“); f) Allokation ökonomischen Kapitals. Die Banken stützen sich ausserdem bei der Berechnung oder Überprüfung von Pauschalwertberichtigungen für Darlehen auf Modellschätzungen.

3. Wichtigste Herausforderungen bei einer Anwendung durch Aufsichtsbehörden

Die Task Force erkennt an, dass Kreditrisikomodelle tatsächlich zu einem besseren internen Risikomanagement in Banken führen können. Es sind jedoch noch bedeutende Hürden - im wesentlichen hinsichtlich der Verfügbarkeit der Daten und der Überprüfbarkeit der Modelle - zu überwinden, bevor Modelle für die Festlegung von aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalanforderungen eingesetzt werden können.

Die Festlegung des Verfahrens zur Bestimmung von Ausfallraten und anderen Faktoren, die zu Bonitätsveränderungen führen, wird durch den Mangel an historischen Daten über die Wertentwicklung von Krediten und andere zu modellierende Variable stark behindert. Die Schwierigkeiten werden noch durch den langen Zeithorizont verstärkt, der in Kreditrisikomodellen betrachtet wird und dazu führt, dass für eine genaue Schätzung der wesentlichen Parameter Daten über viele Jahre, die mehrere Kreditzyklen umspannen, benötigt werden. Aufgrund der derzeitigen Grenzen spiegeln die Modellparameter daher häufig die Verwendung vereinfachender Annahmen und die Zusammenfassung von Daten aus mehreren Quellen wider. Die Bedeutung dieser Entscheidungen für die Risikoschätzungen des Modells ist schwer zu bestimmen, da es derzeit noch nicht üblich ist, mittels Sensitivitätstests zu untersuchen, wie sensibel ein Modell gegenüber solchen Annahmen ist.

Bevor interne Modelle für die Festlegung von aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalanforderungen verwendet werden können, muss gewährleistet sein, dass die Modelle einer Bank das Risikoniveau eines Portfolios korrekt darstellen. Die Auswirkungen der Modellierungsannahmen auf die extremen Enden der Verteilung sind nicht genau bekannt. Es ist nicht geklärt, ob die hohen Zielgrössenquantile, die bei der Messung des Kreditrisikos verwendet werden, und die sich daraus ergebenden Berechnungen des ökonomischen Kapitals, mit hinreichender Genauigkeit geschätzt werden können. Für Marktrisikomodelle bietet das Backtesting eine Möglichkeit, fortlaufend die Modellqualität zu überprüfen. Gegenwärtig existiert kein allgemein anerkanntes Konzept, um die Genauigkeit von Kreditrisikomodellen regelmässig zu überprüfen. Würden Modelle für regulatorische Zwecke genutzt, müssten die Bankenaufsichtsbehörden auf interne und externe Validierungsverfahren vertrauen und wären genötigt, sowohl qualitative als auch quantitative Standards zu entwickeln, um sicherzustellen, dass die Modellierungsverfahren vertretbar sind und die Ergebnisqualität unter verschiedenen Banken vergleichbar ist.

Die Task Force begrüsst weitere Bemühungen, diese und andere zentrale Aspekte zu bearbeiten, und hofft auf einen konstruktiven, zukunftsweisenden Dialog mit der Branche.

4. Aufbau des Berichts

Der Rest des Berichts ist wie folgt aufgebaut: Teil II enthält eine Analyse der konzeptionellen Ansätze der Kreditrisikomodellierung. Teil III befasst sich mit den verschiedenen Methoden, die zur Schätzung der Parameter verwendet werden. Teil IV schliesslich behandelt die Praxis der Modellvalidierung in bedeutenden Banken. In jedem Abschnitt des Berichts folgt der Beschreibung der Konzepte und Verfahren ein Unterabschnitt, in dem zentrale Aspekte hervorgehoben werden. Der Anhang enthält eine tabellarische Zusammenfassung der zentralen Aspekte.

Teil II

Überblick über konzeptionelle Ansätze der Kreditrisikomodellierung

Im Rahmen der Untersuchung einer bedeutenden Anzahl von Kreditrisikomodellen ist die Task Force verschiedenen konzeptionellen Modellierungsansätzen begegnet. In diesem Bericht soll nicht eine Systematisierung dieser Ansätze vorgenommen werden, sondern es sollen die zentralen Elemente der verschiedenen untersuchten Methoden erörtert werden. Dieser Abschnitt beginnt mit der Vorstellung der Konzepte zur Allokation ökonomischen Kapitals und der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion von Kreditverlusten und geht dann zur Diskussion verschiedener Bestandteile von Kreditrisikomodellen über. Diese sind: 1) Wahl des Zeithorizonts und Darstellung des Ausfall- und des Marktwertansatzes für die Messung von Kreditverlusten; 2) Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen; 3) bedingte und unbedingte Modelle; 4) Ansätze der Kreditaggregation und 5) Zusammenhänge zwischen Ausfallereignissen (Ausfallkorrelationen etc.).

Die Entscheidung einer Bank für die konzeptionelle Methode ihres Kreditrisikomodells ist weitgehend subjektiv und basiert auf Betrachtungen der Charakteristika des Kreditportfolios der Bank sowie ihrer Kreditkultur. Während in diesem Abschnitt viele konzeptionelle Fragen hinsichtlich der verschiedenen Ansätze aufgeworfen werden, ist die Frage nach deren Bedeutung empirisch zu beantworten. Insofern begrüsst der Ausschuss den weiteren Dialog mit der Branche, um den Einfluss dieser Entscheidungen auf die Genauigkeit und Leistungsfähigkeit eines Modells abzuschätzen

1. Allokation des ökonomischen Kapitals für Kreditrisiken

A. Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste

Zur Schätzung des für die Unterlegung ihrer Kreditrisikogeschäfte benötigten ökonomischen Kapitals verwenden viele grosse, hochentwickelte Banken ein analytisches Konzept, das das insgesamt für das Adressenausfallrisiko benötigte ökonomische Kapital zu der **Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste** (*probability density function of credit losses, PDF*) ihres Portfolios in Beziehung setzt; diese stellt das wesentliche Ergebnis eines Kreditrisikomodells dar. Abbildung 1 veranschaulicht diese Beziehung. Eine Bank verwendet ihr Kreditrisikomodellierungssystem (das im folgenden detailliert beschrieben wird) für die Schätzung einer solchen Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF). Eine wichtige Eigenschaft einer PDF besteht darin, dass die Wahrscheinlichkeit, mit der die Kreditausfälle einen bestimmten Betrag X (auf der x -Achse abgetragen) überschreiten, dem (markierten) Bereich unterhalb der PDF rechts von X entspricht. Ein risikantes Portfolio hat sozusagen eine PDF mit einem relativ langen und gewichtigen Randbereich. Der **erwartete Kreditverlust** (darge-

stellt als die am weitesten links liegende vertikale Linie) zeigt den Umfang des Verlusts, mit dem die Bank über einen gewählten Zeitraum hinweg rechnet. Banken drücken das Risiko eines Portfolios typischerweise als eine Kennzahl für den *unerwarteten Kreditverlust* (d.h. der Betrag, um den die tatsächlichen Verluste die erwarteten Verluste übersteigen) aus, beispielsweise als Standardabweichung der Verluste oder als Differenz zwischen dem erwarteten Verlust und einem ausgewählten Zielgrößenquantil.

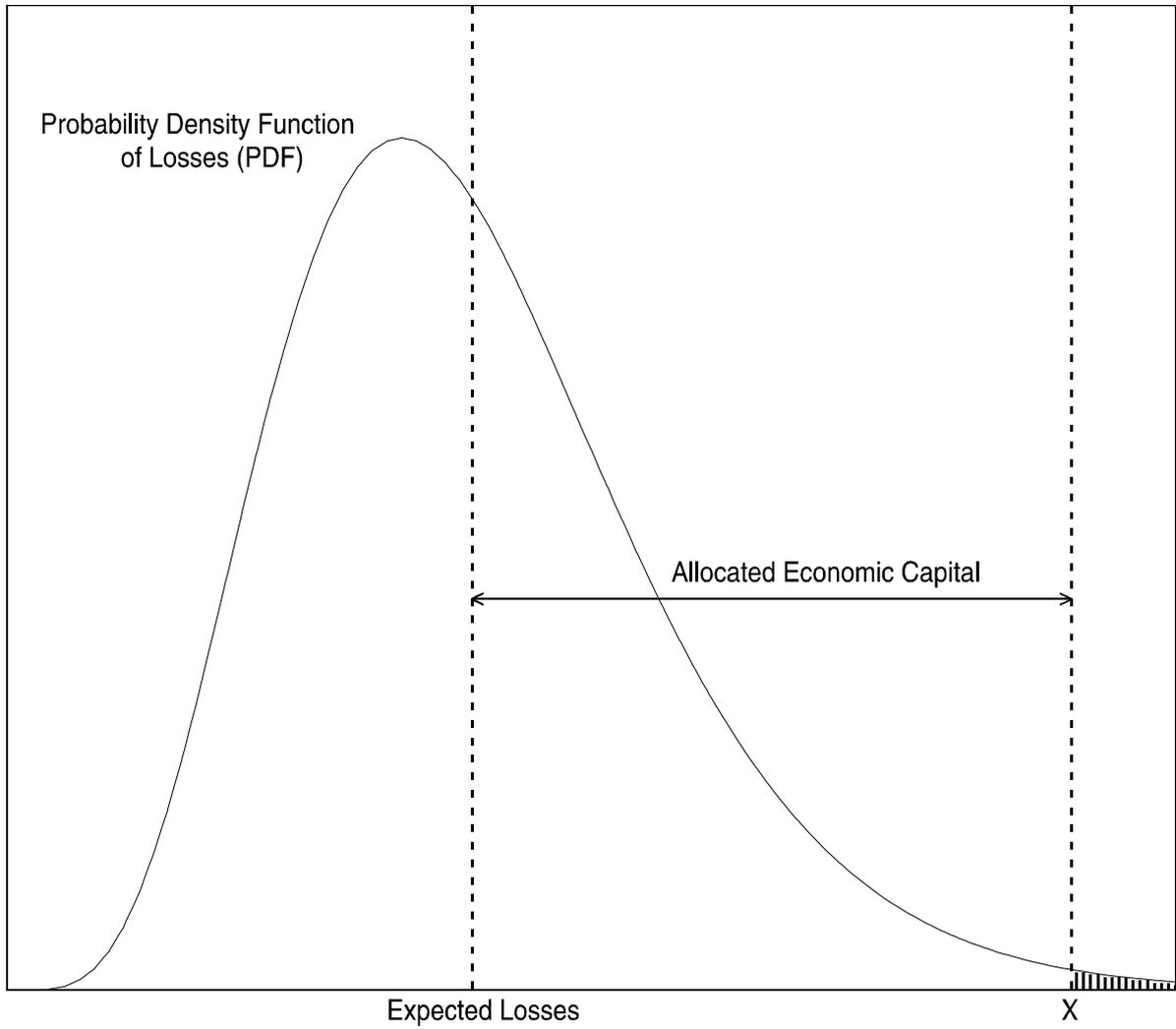
Das zur Unterlegung der Kreditrisikopositionen einer Bank schätzungsweise notwendige ökonomische Kapital wird im allgemeinen als das von ihr benötigte ökonomische Kapital für das Kreditrisiko bezeichnet. Das Verfahren der Bestimmung dieses Betrags entspricht den *Value-at-Risk-Verfahren (VaR-Verfahren)*, die zur Allokation von ökonomischem Kapital für Marktpreisrisiken verwendet werden. Konkret wird das ökonomische Kapital für Kreditrisiken so bestimmt, dass die geschätzte Wahrscheinlichkeit, mit der die unerwarteten Kreditverluste das ökonomische Kapital aufzehren, geringer ist als eine angestrebte Insolvenzrate.¹

Kapitalallokationssysteme basieren auf der Annahme, dass Rückstellungen dem Zweck dienen, die erwarteten Verluste abzudecken, während dem ökonomischen Kapital die Aufgabe zukommt, unerwartete Verluste aufzufangen. Dementsprechend ist das ökonomische Kapital der über den Betrag für die Abdeckung der erwarteten Verluste hinaus zusätzlich benötigte Kapitalbetrag, um die angestrebte Insolvenzrate zu erreichen. In Abbildung 1 gleicht das benötigte ökonomische Kapital für eine angestrebte Insolvenzrate in Höhe der markierten Fläche dem Abstand zwischen den beiden gestrichelten Linien.² Im weitesten Sinne umfasst ein *Kreditrisikomodell* die Gesamtheit der Regelungen, Grundsätze und Verfahren, die eine Bank verwendet, um die PDF eines Kreditportfolios zu schätzen.

¹ In der Praxis wird die angestrebte Insolvenzrate häufig so gewählt, dass sie mit dem gewünschten Kredit-Rating der Bank vereinbar ist, obwohl die Insolvenzrate auch andere als Kreditrisiken berücksichtigen müsste, um aussagekräftig zu sein. Beispielsweise würde die angestrebte Insolvenzrate einer Bank, die ein AA-Rating erhalten möchte, der historischen 1-Jahres-Ausfallrate für AA-bewertete Unternehmensanleihen entsprechen (etwa 3 Basispunkte).

² Die Mehrzahl der Banken betrachtet ökonomisches und aufsichtsrechtliches Kapital als voneinander unabhängige Größen und bezieht die aufsichtsrechtlichen Kapitalanforderungen nicht in die Berechnung des ökonomischen Kapitals ein. Einige Institute scheinen jedoch die Kosten für das aufsichtsrechtliche Kapital in ihre Preisfestsetzungsmethode einzubeziehen. Dies kann sich in der Berücksichtigung eines Zuschlags für aufsichtsrechtliches Kapital bei der Kapitalallokation auf die Produktbereiche zeigen. Dieser Zuschlag soll die aufsichtsrechtliche Zusatzbelastung widerspiegeln, wenn die aufsichtsrechtlichen Kapitalanforderungen die ökonomischen Kapitalanforderungen übersteigen. (Theoretisch könnten die Banken in Fällen, in denen das ökonomische Kapital höher errechnet wird, eine aufsichtsrechtliche „Kapitalgutschrift“ berücksichtigen.) Während zudem ungefähr die Hälfte der befragten Banken Kreditrisiken mit ökonomischem Kapital unterlegt, verwenden einige Banken weiterhin aufsichtsrechtliche - anstelle von ökonomischen - Kapitalanforderungen für die risikobereinigte Ergebnismessung, obwohl sie planen, in Zukunft letztere zu verwenden.

Abbildung 1



Probability Density Function of Losses (PDF):

Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Verluste

Allocated Economic Capital:

Zugewiesenes ökonomisches Kapital

Expected Losses:

Erwartete Verluste

B. Zentrale Aspekte

- Angesichts der Tatsache, dass die meisten der untersuchten Kreditrisikomodelle sich noch in einer Einführungsphase befinden, weist die Mehrheit der befragten Institute Kapital noch nicht vollständig nach Produktarten und Geschäftsbereichen zu. Die Häufigkeit, mit der die Banken Entscheidungen zur Allokation des ökonomischen Kapitals überarbeiten, variiert ebenfalls von monatlich bis jährlich. Die meisten ordnen Kapital und Gewinne/Verluste auf einer „Mikrobasis“ wie einem Unterportfolio, einem Produkt- oder Geschäftsbereich zu, anstelle auf Ebene der Gesamtbank.

2. Messung des Kreditverlusts

Der *Kreditverlust* eines Portfolios wird im allgemeinen als die Differenz zwischen a) dem *aktuellen Wert* des Portfolios und b) seinem *zukünftigen Wert* am Ende eines *Zeithorizonts* definiert. Die Schätzung der PDF des aktuellen Portfolios erfordert die Schätzung a) des *aktuellen Wertes* des Portfolios und b) der Wahrscheinlichkeitsverteilung seines *zukünftigen Wertes* am Ende des Planungshorizonts. Die genaue Definition von aktuellen und zukünftigen Werten - und damit eigentlich aller technischen Einzelheiten des Kreditrisikomodells - folgt aus der subjektiven Auffassung von Kreditverlust, die für den Entwickler des Modells von Bedeutung ist. In der heutigen Generation von Kreditrisikomodellen verwenden die Banken eine von zwei Begriffsdefinitionen für Kreditverlust, genannt das *Ausfallmodus*-Paradigma (default-mode, *DM*) oder das *Marktwert*-Paradigma (mark-to-market, *MTM*). Der Rest dieses Abschnitts erörtert die Wahl des Zeithorizonts, gefolgt (in Abschnitt B und C) von einer Erörterung der verschiedenen Verlustdefinitionen.

A. Zeithorizont

Die Entscheidung einer Bank über den Zeithorizont für die Überwachung ihrer Kreditrisiken kann zwei Ansätzen folgen. Der erste ist der Ansatz der „Liquidationsperiode“, in dem jeder Position ein spezifischer Zeitraum zugeordnet wird, der mit der Laufzeit des Instruments oder mit der Zeitdauer für eine ordnungsgemäße Liquidation übereinstimmt. Alternativ kann ein Institut einen gemeinsamen Zeithorizont für alle Arten von Forderungen wählen.

Die meisten der befragten Banken nehmen einen 1-Jahres-Zeithorizont für alle Arten von Forderungen. Eine Minderheit benutzt einen 5-Jahres-Ansatz oder modelliert Verluste über die Laufzeit des Engagements. Eine kleine Anzahl verwendet andere Zeithorizonte, während einige Banken feststellen, dass sie ihre Modelle über mehr als einen Zeithorizont rechnen lassen könnten. Einige Anbietermodelle erlauben den Benutzern, eine forderungsspezifische (oder portfoliospezifische) Haltedauer auszuwählen, die sich an der Struktur der jeweiligen Risikoposition orientiert.

Für die Wahl eines Modellierungshorizonts von einem Jahr wurde geltend gemacht, dass dies der typische Zeitraum ist, in dem: a) neues Kapital beschafft werden kann; b) Massnahmen zur Verringerung der zukünftigen Risiken des Engagements getroffen werden können; c) neue Informationen über die Kreditnehmer bekannt werden können; d) Daten über Ausfallraten publiziert werden; e) die Budgetierung, Kapitalplanung und Erstellung der Bilanz erfolgt; f) die Prolongation von Krediten geprüft wird. Banken, die einen Endfälligkeitsansatz („hold-to-maturity“) gewählt haben, gaben u.a. die folgenden Begründungen: a) es werde beabsichtigt, die Positionen bis zur Endfälligkeit zu halten; und b) es gebe kaum Märkte, auf denen die Kredite gehandelt werden können.

B. Ausfallmodusparadigma

Unter dem Ausfallmodusparadigma entsteht ein Kreditverlust nur dann, wenn ein Kreditnehmer innerhalb des Planungshorizonts zahlungsunfähig wird. Zur Veranschaulichung betrachte man ein einfaches mittelfristiges Darlehen. Sofern kein Ausfallereignis eintritt, erleidet die Bank keinen Kreditverlust. Falls ein Kreditnehmer zahlungsunfähig wird, zeigt der Kreditverlust die Differenz zwischen der *Kreditrisikoposition* der Bank (der Betrag, der der Bank im Zeitpunkt des Zahlungsausfalls geschuldet wird) und dem *heutigen Wert der zukünftigen Nettorückzahlungen* (Zahlungen des Kreditnehmers abzüglich der Bearbeitungskosten).

Die aktuellen und zukünftigen Werte von Kreditinstrumenten sind im Ausfallmodusparadigma in Übereinstimmung mit der zugrundeliegenden 2-Zustands-Vorstellung (Ausfall oder kein Ausfall) von Kreditverlusten definiert. Für ein mittelfristiges Darlehen würde der *aktuelle Wert* typischerweise als Kreditengagement der Bank (d.h. Buchwert) gemessen. Der (unsichere) zukünftige Wert des Darlehens würde jedoch davon abhängen, ob der Kreditnehmer während des Planungszeitraums ausfällt oder nicht. Wenn der Kreditnehmer *nicht* ausfällt, würde der *zukünftige Wert* des Darlehens normalerweise als das Kreditengagement der Bank am Ende des Planungshorizonts unter Berücksichtigung etwaiger Kapitalrückzahlungen während der Periode gemessen. Falls andererseits der Kreditnehmer ausfallen sollte, würde der zukünftige Wert des Darlehens (je Dollar des aktuellen Wertes am Beginn der Periode) als eins minus seiner *Ausfallquote* (loss rate given default, *LGD*) gemessen. Je niedriger die LGD ist, desto höher ist die Einbringlichkeitsquote (recovery rate) nach der Zahlungsunfähigkeit.

Es ist zu beachten, dass zu dem Zeitpunkt, zu dem das Kreditrisikomodell für die Schätzung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) des Portfolios verwendet wird - am Anfang des Planungszeitraums -, die aktuellen Werte der Kreditinstrumente als bekannt angesehen werden, aber ihre zukünftigen Werte unsicher sind. Innerhalb der Ausfallmodus-Kreditrisikomodelle muss eine Bank deshalb für jede *einzelne* Kreditart (d.h. Darlehen gegenüber Kreditzusage gegenüber Kontrahentenrisiko) die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung in Bezug auf drei Arten von

Zufallsvariablen bestimmen oder schätzen: 1) das damit verbundene Kreditengagement der Bank,³ 2) eine Indikatorfunktion, die angibt, ob der Kredit während des Planungshorizonts ausfällt, und 3) die damit verbundene Ausfallquote (LGD) im Falle der Zahlungsunfähigkeit. Zusätzlich muss der Modellentwickler die gemeinsame Verteilung dieser Variablen über die *verschiedenen*, das Portfolio bildenden Positionen hinweg bestimmen, um die PDF für die Bank als *Ganzes* zu erhalten.

Zur Veranschaulichung: Der Mittelwert-/Standardabweichungsansatz

Um die oben beschriebenen Konzepte zu veranschaulichen, ist es hilfreich, die genannten Variablen mit dem Mittelwert und der Standardabweichung der Kreditverluste eines Portfolios in Beziehung zu setzen.⁴ Manche Systeme zur Allokation ökonomischen Kapitals für das Kreditrisiko unterstellen, der Verlauf der PDF könne recht gut durch bestimmte Arten von Verteilungen (z.B. die Betaverteilung) beschrieben werden, die durch Mittelwert und Standardabweichung der Portfolioverluste hinreichend bestimmt werden können.⁵ Marktteilnehmer nennen diese Methode im allgemeinen den ***Ansatz der unerwarteten Verluste (unexpected losses approach, UL-Ansatz)***. Unter dem Ansatz der unerwarteten Verluste vereinfacht sich der Kapitalallokationsprozess im allgemeinen darauf, ein Mehrfaches der geschätzten Standardabweichung der Kreditverluste des Portfolios als Kapital festzusetzen.

Im Ausfallmodusparadigma erfordert der UL-Ansatz Schätzungen der erwarteten und der unerwarteten Kreditverluste eines Portfolios. Der erwartete Kreditverlust eines Portfolios (μ) für den zugrundegelegten Zeitraum ist gleich der Summe der erwarteten Verluste für die einzelnen Kreditpositionen:

$$(1) \quad \mu = \sum_{i=1}^N EDF_i LEE_i \overline{LGD}_i$$

wobei \overline{LGD}_i die erwartete Ausfallquote, EDF_i die erwartete Ausfallwahrscheinlichkeit der Position (oft als erwartete Ausfallhäufigkeit, ***expected default frequency*** oder ***EDF*** bezeichnet) und LEE_i der erwartete Kreditrisikobetrag (oft als Kreditäquivalenzbetrag, ***loan equivalent exposure*** oder ***LEE*** bezeichnet) der Bank für die i^{te} Position ist.

Die Standardabweichung der Kreditverluste des Portfolios (σ) kann in die Beiträge der einzelnen Kreditpositionen zerlegt werden:

³ Wie weiter unten beschrieben wird, ist der Kreditrisikobetrag einer Bank am Planungshorizont für bestimmte Arten von Kreditinstrumenten, beispielsweise Kreditzusagen und ausserbörsliche Derivate, im allgemeinen *nicht* mit Sicherheit bekannt.

⁴ Auch auf die Gefahr einer inkonsistenten Begriffsverwendung hin bezeichnen Praktiker die Standardabweichung der Kreditverluste häufig als den ***unerwarteten Verlust*** eines Portfolios.

⁵ Aufgrund neuer Verbesserungen der Berechnungsmöglichkeiten wurde die Schätzung der PDF durch Monte-Carlo-Simulationsmethoden erleichtert.

$$(2) \quad \sigma = \sum_{i=1}^N \sigma_i \rho_i,$$

wobei σ_i die einzelne Standardabweichung der Kreditverluste der i^{ten} Position und ρ_i die Korrelation zwischen den Kreditverlusten der i^{ten} Position und den Verlusten des Gesamtportfolios bezeichnet.⁶ Der Parameter ρ_i erfasst die Korrelations- oder Diversifikationseffekte der i^{ten} Position mit den anderen Positionen im Kreditportfolio einer Bank. Unter sonst gleichen Bedingungen führen höhere Korrelationen - ausgedrückt durch ein höheres ρ_i - zwischen den Kreditinstrumenten zu einer höheren Standardabweichung der Kreditverluste des Portfolios insgesamt.

Unter den zusätzlichen Annahmen, dass a) der Ausfallbetrag in jeder Position mit Sicherheit bekannt ist, b) Kundenausfälle und Ausfallquoten (LGD) voneinander unabhängig sind, und c) die LGD der Kreditnehmer voneinander unabhängig sind, kann die einzelne Standardabweichung der Kreditverluste der i^{ten} Position ausgedrückt werden als:

$$(3) \quad \sigma_i = LEE_i \sqrt{EDF_i(1 - EDF_i) \overline{LGD}_i^2 + EDF_i VOL_i^2},$$

worin VOL die Standardabweichung der Ausfallquote (LGD) der Position ist.

Diese Gleichungen stellen einen geeigneten Weg dar, das Adressenausfallrisiko des Gesamtportfolios (im Rahmen des Ausfallmoduskonzepts) in Abhängigkeit von den $EDF, \rho, \overline{LGD}, VOL$, der einzelnen Instrumente zusammenzufassen. Sie dienen auch dazu, diejenigen Aspekte des Verfahrens der Kreditrisikomodellierung hervorzuheben, die seine Zuverlässigkeit insgesamt bestimmen, nämlich a) die Genauigkeit der Parameterschätzungen als Darstellungen der Zukunft und b) die Gültigkeit der dem Modell zugrunde liegenden Annahmen, wie die Annahme der Unabhängigkeit zwischen den Zufallsvariablen, Annahmen, dass bestimmte Variablen mit Sicherheit bekannt sind, sowie die Verteilungsannahme, die den unerwarteten Verlust zu einem Zielgrößenquantil in Beziehung setzt.

Interne Risikobeurteilungssysteme (Rating-Systeme), Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) und Rating-Übergangsmatrizen

Wie durch den UL-Ansatz gezeigt wurde, ist die Annahme einer erwarteten Ausfallwahrscheinlichkeit (EDF) - die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls einer speziellen Kreditposition während des Zeithorizonts - ein wesentliches Element eines Modells, nicht nur der Ausfallmodus-Kreditrisikomodelle, sondern auch der Marktwert-Kreditrisikomodelle (diese werden weiter unten erörtert). In den meisten

⁶ In der Regel würde die Allokation des ökonomischen Kapitals (für das Kreditrisiko) für die i^{te} Position als ein Mehrfaches des marginalen Beitrags dieser Position zur Standardabweichung der Kreditverluste des Gesamtportfolios festgesetzt.

Kreditrisiko-Modellierungssystemen ist die *interne Kreditrisikobeurteilung* eines Kunden (die von den Bankmitarbeitern festgelegt wird) das zentrale - wenn nicht das einzige - Kriterium für die Bestimmung der EDF der verschiedenen Kreditpositionen gegenüber diesem Kunden; im allgemeinen wird angenommen, dass alle Positionen des Kunden gleichzeitig oder überhaupt nicht ausfallen.

Die meisten der grossen, international tätigen Banken, die von der Task Force untersucht wurden, vergeben Risiko-Ratings für alle grossen Geschäftskunden. Jedes grosse Unternehmen könnte beispielsweise in eine von 10 möglichen Risikokategorien eingeordnet werden. Im allgemeinen kann das Verfahren zur Kreditbeurteilung eines Kunden oder einer Position als aus einem oder mehreren der folgenden drei Elemente bestehend beschrieben werden: a) die herkömmliche Kennzahlenanalyse („spreading of numbers“), bei der finanzielle und andere Merkmale des Kunden (z.B. Länder- und Branchenkennung) in ein vergleichsweise subjektives Schema zur Bestimmung der Bonitätsklasse aufgenommen werden, b) die Verwendung von kommerziell angebotenen Kreditbewertungsmodellen oder c) die Verwendung von intern entwickelten Kreditbewertungsmodellen. In zunehmendem Masse weisen Banken auch kleinen und mittelgrossen Geschäftskunden und sogar einzelnen Privatkunden interne Risiko-Ratings oder deren Äquivalente zu, wobei Kreditbewertungsmodelle und andere Informationen zugrundegelegt werden (s. unten).

Oft wird eine Bank eine Konkordanztafel einführen, die ihre internen Rating-Kategorien einem externen Standard-Rating wie S&P's oder Moody's Rating für Unternehmensanleihen gegenüberstellt. Zum Beispiel kann ein Klasse-1-Darlehen als ungefähr gleichwertig zu einem S&P-Anleihe-Rating von AA bis AAA, und ein Klasse-2-Darlehen als äquivalent zu einem Anleihe-Rating von Single-A angesehen werden usw. Nach einem solchen Schema würde die schlechteste interne Klasse, sagen wir Klasse 10, typischerweise dem „*schlimmsten Zustand*“, genannt „*Ausfall*“-Zustand, entsprechen. Bei einer solchen Übereinstimmung kann eine Ausfallwahrscheinlichkeit (EDF) als Wahrscheinlichkeit dafür angesehen werden, dass das Darlehen innerhalb des Zeithorizonts des Kreditmodells von seiner aktuellen internen Rating-Klasse zum Ausfall *wandert*.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kunde innerhalb des Zeithorizonts von seiner aktuellen Risiko-Rating-Kategorie zu einer anderen Kategorie übergeht, wird häufig durch eine *Übergangsmatrix* ausgedrückt, ähnlich der in Abbildung 2 gezeigten. Für ein gegebenes aktuelles Kredit-Rating eines Kunden (dargestellt in jeder Zeile) wird die Wahrscheinlichkeit des Übergangs zu einer anderen Klasse (dargestellt durch die Spalten) in der Schnittstelle gezeigt. So wäre nach der Abbildung die Wahrscheinlichkeit, dass ein BBB-eingestuftes Darlehen innerhalb eines Jahres zu einem Single-B wird, 0,32 %. Da unter dem Ausfallmodusparadigma nur Rating-Änderungen in den Ausfallzustand zu Wertänderungen der Darlehen führen, wäre nur die letzte Spalte dieser Matrix von Bedeutung. Unter dem Marktwertparadigma (nachstehend erörtert) spielen jedoch auch die anderen Spalten der Übergangsmatrix eine bedeutende Rolle.

Abbildung 2

Kredit-Rating-Übergangsmatrix (Beispiel)

(Wahrscheinlichkeit des Übergangs zu einem anderen Rating innerhalb eines Jahres, in Prozent)

		Kredit-Rating nach einem Jahr							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Ausfall
Aktuelles Kredit- Rating	AAA	87,74	10,93	0,45	0,63	0,12	0,10	0,02	0,02
	AA	0,84	88,23	7,47	2,16	1,11	0,13	0,05	0,02
	A	0,27	1,59	89,05	7,40	1,48	0,13	0,06	0,03
	BBB	1,84	1,89	5,00	84,21	6,51	0,32	0,16	0,07
	BB	0,08	2,91	3,29	5,53	74,68	8,05	4,14	1,32
	B	0,21	0,36	9,25	8,29	2,31	63,89	10,13	5,58
	CCC	0,06	0,25	1,85	2,06	12,34	24,86	39,97	18,60

Quelle: Greg M. Gupton, Christopher C. Finger und Mickey Bhatia, *CreditMetrics - Technical Document*, Morgan Guaranty Trust Co., New York, April 1997, S. 76.

Anmerkung: Die Kredit-Rating-Übergangsmatrix basiert auf den historischen Änderungshäufigkeiten von öffentlich bewerteten Unternehmensanleihen.

C. Marktwertparadigma (MTM-Paradigma)

Im Gegensatz zum Ausfallmodusparadigma kann unter dem Marktwertparadigma (MTM-Paradigma) ein Kreditverlust als Reaktion auf eine Verschlechterung der Kreditqualität einer Forderung, die noch keinen Ausfall darstellt, entstehen. Im Grunde behandelt das MTM-Paradigma das Kreditportfolio so, als würde es zu Beginn und am Ende des Planungszeitraums marktgerecht bewertet (marked to market, oder genauer gesagt, modellgerecht bewertet, marked to model), wobei der Kreditverlust die Differenz zwischen diesen beiden Bewertungen widerspiegelt.

Marktwertmodelle berücksichtigen, dass Änderungen der Kreditwürdigkeit einer Forderung und deren mögliche Auswirkungen auf die finanzielle Position einer Bank aufgrund von Ereignissen auftreten können, die noch keinen Ausfall darstellen. Deshalb müssen diese Modelle zusätzlich zu den Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) auch die Wahrscheinlichkeiten von Veränderungen des Kredit-Ratings in Nichtausfallzustände berücksichtigen (mittels der oben beschriebenen Übergangsmatrix). Monte-Carlo-Simulationen werden im allgemeinen verwendet, um aus den für jeden Kunden gegebenen Rating-Übergangsmatrizen Änderungspfade für jede Kreditposition im Portfolio zu simulieren. Für jede Position wird die simulierte Änderung (und die mit der Rating-Kategorie des Instruments am Periodenende verbundene Risikoprämie) benutzt, um schliesslich den Marktwert der Position am Ende des Zeithorizonts zu bestimmen.

Die meisten MTM-Kreditrisikomodelle verwenden entweder den Ansatz der *diskontierten vertraglichen Zahlungen* (*discounted contractual cash flow approach, DCCF*) oder den Ansatz der *risikoneutralen Bewertung* (*risk-neutral valuation approach, RNV*) für Zwecke der Modellierung der aktuellen und zukünftigen (Markt-)Werte der Kreditinstrumente.

Ansatz der diskontierten vertraglichen Zahlungen (DCCF-Ansatz)

Die DCCF-Methode wird gewöhnlich mit dem Konzept von J.P. Morgan's CreditMetricsTM in Verbindung gebracht. Der aktuelle Wert eines nicht ausgefallenen Kredits wird als der heutige diskontierte Wert seiner zukünftigen vertraglichen Zahlungen dargestellt. Für einen Kredit mit einem bestimmten internen Risiko-Rating (beispielsweise vergleichbar BBB) würde für die Diskontierung der vertraglichen Zahlungen ein Kreditspread verwendet, der der vom Markt bestimmten Laufzeitstruktur der Kreditspreads für Unternehmensanleihen mit derselben Klassifizierung entspricht. Der aktuelle Wert eines Kredits wird als bekannt angesehen, während sein zukünftiger Wert von seinem unsicheren Risiko-Rating am Ende der Periode und der entsprechenden Laufzeitstruktur der Kreditspreads abhängt. Demzufolge kann sich der Wert eines Kredits während des Zeithorizonts ändern, weil er entweder den Übergang des Kreditnehmers zu einer anderen Risiko-Rating-Klasse oder eine Änderung in der marktbestimmten Laufzeitstruktur der Kreditspreads widerspiegelt. Eine der Rating-Klassen, in die ein Kredit während des Planungshorizonts abwandern kann, ist der „Ausfall“. Offensichtlich wird der heutige Wert eines ausgefallenen Kredits nicht auf den diskontierten vertraglichen Zahlungen beruhen. Statt dessen wird im Falle einer Zahlungsunfähigkeit der zukünftige Wert eines Kredits (in Dollar ausgedrückt) wie bei Ausfallmodusmodellen durch die Rückzahlungsquote bestimmt, die gleich eins minus der Ausfallquote (LGD) ist.

Ansatz der risikoneutralen Bewertung (RNV-Ansatz)

Der DCCF-Ansatz ist zwar leicht zu verstehen und umzusetzen, er entspricht jedoch nicht ganz der modernen Finanztheorie. In der Regel werden identische Diskontierungssätze für alle Kredite an Firmen verwendet, die dasselbe interne Risiko-Rating oder dieselbe Ausfallwahrscheinlichkeit (EDF) aufweisen. Wenn eine Firma innerhalb des Planungshorizonts dann nicht ausfällt, hängen die zukünftigen Werte ihrer Kredite infolgedessen nicht von der erwarteten Ausfallquote (LDG) ab. Erst- und nachrangige Kredite eines bestimmten Unternehmens hätten denselben zukünftigen diskontierten Preis, unabhängig von unterschiedlicher Einbringlichkeit im Falle eines zukünftigen Ausfalls. Darüber hinaus hängt gemäss der Finanztheorie der Wert einer Forderung von der Korrelation ihrer Rendite mit der Marktrendite ab. Beim DCCF-Ansatz wird jedoch den Krediten von zwei Firmen mit identischem Rating derselbe Diskontierungssatz zugewiesen, selbst wenn die beiden Firmen nicht in gleichem Masse auf konjunkturelle Entwicklungen oder sonstige Systemfaktoren reagieren.

Um diese Probleme zu umgehen, verlangt der RNV-Ansatz ein auf der Arbeit von Robert Merton beruhendes strukturelles Modell des Firmenwerts und des Konkurses.⁷ Gemäss diesem Ansatz geht eine Firma „in Ausfall“, wenn ihr Substanzwert unter das Niveau fällt, das zur Bedienung ihrer Schulden erforderlich ist. Bei der RNV-Methode werden nicht die *vertraglichen*, sondern die *bedingten* Zahlungen diskontiert: Ist eine Zahlung vertraglich am Tag t fällig, entspricht die tatsächlich beim Kreditgeber eingehende Zahlung nur dann dem vertraglichen Betrag, wenn der Schuldner am Tag t nicht in Ausfall ist; der Kreditgeber erhält einen Teil des Nominalwerts des Kredits, der gleich 1-LDG ist, wenn der Schuldner am Tag t ausfällt, und nichts am Tag t , wenn der Schuldner schon vorher ausgefallen ist. Ein Kredit kann somit als eine Reihe von Derivatkontrakten auf den Substanzwert der Aktiva des Schuldners angesehen werden. Der Wert des Kredits ist gleich der Summe der Gegenwartswerte dieser Derivatkontrakte. Der auf die bedingten Zahlungsströme des Kontrakts angewandte Diskontierungssatz wird mit Hilfe der risikofreien Laufzeitstruktur der Zinssätze und des risikoneutralen Bewertungsmasses bestimmt.

Intuitiv kann man sich das risikoneutrale Bewertungsmass als eine Anpassung an die Wahrscheinlichkeit des Kontrahentenausfalls an jedem Zeithorizont vorstellen, wobei die Marktrisikoprämie, die mit dem Ausfallrisiko des Schuldners verbunden ist, einbezogen wird. Der Umfang der Anpassung hängt von der erwarteten Rendite und Volatilität des Substanzwerts des Schuldners ab. Wird die Eigenkapitalrendite entsprechend dem Capital Asset Pricing Model (CAPM) modelliert, dann kann die erwartete Rendite als erwartete *Marktrendite* und als Korrelation der Firma mit dem Markt ausgedrückt werden. Entsprechend der anerkannten Finanztheorie berücksichtigt somit die Preisgestaltung von Krediten nach dem RNV-Ansatz nicht nur EDF und LDG des Schuldners, sondern auch die Korrelation zwischen dem Bonitätsrisiko des Schuldners und dem Marktrisiko.

D. Zentrale Aspekte

Definition von Ausfall (Default)

- In Kreditrisikomodellen wird ein Kredit als ausgefallen angesehen, wenn er in einen vorbestimmten „schlimmsten Zustand“ abgewandert ist. Die Definition des „schlimmsten Zustands“ ist jedoch nicht präzise und ist von Institut zu Institut unterschiedlich, was die relativen Kennzahlen der Ausfälle und schliesslich die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) beeinflusst.⁸ Die Vergleichbarkeit von Kreditverlustschätzungen

⁷ Der RNV-Ansatz wird gewöhnlich mit den Rahmenkonzepten PortfolioManagerTM von KMV und Loan Analysis SystemTM von KPMG in Verbindung gebracht, wird aber auch seit langem von den Marktteilnehmern für die Preisgestaltung bei Derivaten verwendet.

⁸ Es ist zu beachten, dass die in Kreditrisikomodellen verwendete Definition von Ausfall (Default) nicht mit der für juristische Zwecke verwendeten übereinstimmt. Je nach Bank gilt ein Kredit als „ausgefallen“, wenn er als „nicht mehr

unterschiedlicher Institute wird auch von der Entscheidung einer Bank über die zu berücksichtigenden Korrekturposten wie Bearbeitungs- oder Haltekosten beeinflusst.

Wahl des Zeithorizonts

- Wie bereits angemerkt messen die meisten der befragten Banken die Kreditverluste über einen 1-Jahres-Zeithorizont. Im allgemeinen waren für diese Entscheidung eher „einfachere Berechnungen“ als Modelloptimierungsgedanken massgeblich; zudem schienen die Banken die Sensitivität ihrer Modellergebnisse gegenüber dem gewählten Zeithorizont nicht zu überprüfen. Die Plausibilität dieser Entscheidung beruht darauf, ob ein 1-Jahres-Horizont tatsächlich ein Zeitraum ist, innerhalb dessen entweder a) neues Kapital aufgenommen werden kann, um Portfolioverluste jenseits dieses Horizonts vollständig zu decken, oder b) risikoreduzierende Massnahmen wie der Verkauf von Krediten oder der Kauf von Kreditabsicherungen ergriffen werden können, um die Möglichkeit weiterer Kreditverluste auszuschliessen. Bei der Beurteilung der Fähigkeit der Modelle, die verschiedenen Anforderungen der Risikosteuerung und der Kapitalallokation zu erfüllen, erscheint die Wahl des Horizonts als eine wichtige Entscheidungsvariable.
- Wie gut ein Ausfallmodusmodell imstande ist, die Auswirkungen potentiell negativer Kreditereignisse zu erfassen, hängt sehr von der Länge der Planungsperiode ab, da das Modell nur „zwei Zustände“ (Ausfall oder kein Ausfall) berücksichtigt. Beispielsweise ist nicht geklärt, ob ein Ausfallmodusmodell mit einem einjährigen Zeithorizont geeignet ist, das Risiko eines Portfolios aus mehrjährigen Krediten richtig darzustellen. Um die Empfindlichkeit des Ausfallmodusansatzes gegenüber Laufzeitunterschieden zwischen den Positionen zu erhöhen, wenden Banken manchmal verschiedene Ad-hoc-Anpassungen an, wie die Messung der erwarteten Ausfallwahrscheinlichkeit (EDF) eines Instruments über seine gesamte Laufzeit (d.h. Bestimmung einer 1-Jahres-EDF für einen einjährigen Kredit, einer 2-Jahres-EDF für einen zweijährigen Kredit und so weiter). Mögliche Bedenken bestehen darin, dass solche Anpassungen zu Inkonsistenzen innerhalb des Modellierungskonzepts führen können, weil mehrjährige EDF in Verbindung mit Verlustkorrelationen verwendet werden, die auf Basis eines 1-Jahres-Zeithorizonts berechnet wurden.

voll werthaltig“ eingestuft wird, wenn Zahlungen überfällig sind, wenn der Kredit abgeschrieben wird oder wenn das Zwangsvollstreckungsverfahren eingeleitet wird.

Ausfallmodus- und Marktwertmodelle im Vergleich

- Sowohl das Ausfallmodus- als auch das Marktwertparadigma versuchen, Verluste aufgrund von nachlassender Kreditqualität zu messen. Während verschiedene Argumente für das eine oder das andere Paradigma genannt werden (z.B. die Mehr-Zustand-Natur eines Marktwertmodells, die Einfachheit eines Ausfallmodusmodells), wird die Feststellung der „Überlegenheit“ eines Modells grösstenteils von der Eignung eines Modellergebnisses für seine Verwendung abhängen. Beispielsweise kann ein Institut, das Kreditrisikomodelle für Zwecke der Erfolgsmessung im Rahmen eines Kaufen-und-Halten-Portfolios verwendet, vernünftigerweise ein (einfacheres) Ausfallmodusmodell wählen. Im Gegensatz dazu können bestimmte Preisentscheidungen für ein Portfolio liquiderer Kredite eine Definition der Verlustmessung erfordern, die mögliche Veränderungen der Kreditspreads berücksichtigt.

DCCF-Ansatz und RNV-Ansatz im Vergleich

- Die Differenzen zwischen dem DCCF-Ansatz und dem RNV-Ansatz bei der Preisgestaltung sind in der Theorie möglicherweise grösser als in der Praxis. Bei beiden Methoden wird der Wert eines Kredits als diskontierter Gegenwartswert seiner zukünftigen Zahlungen konstruiert. Die Ansätze unterscheiden sich vor allem in der Berechnungsweise der Diskontierungsfaktoren. Die DCCF-Methode verwendet einen nichtparametrischen Ansatz für die Schätzung dieser Faktoren. Staatliche Schuldtitelemittenten werden in Rating-Kategorien eingeteilt. Für jede Kategorie wird darauf ein Mittelwert der Kreditspreads errechnet. Die RNV-Methode hingegen ist sehr stark strukturell - sie verlangt ein Modell, das jeden Kredit gleichzeitig in einem einzigen Rahmenkonzept bewertet. In der Praxis wird die Marktrisikoprämie in dem Modell in der Regel unter Verwendung der Kreditspreads am Schuldtitelmarkt bestimmt.
- Die ökonometrische Theorie zeigt, dass bei stark strukturellen Schätzungen die verfügbaren Daten effizient genutzt werden, dass jedoch eine Anfälligkeit gegenüber falschen Modellspezifikationen besteht. Bei nichtparametrischen Schätzungen dagegen werden Modellannahmen kaum eingesetzt, die Ergebnisse lassen jedoch zu wünschen übrig, wenn nur spärliche Daten verfügbar oder die vorhandenen Daten nicht klar sind. Die beiden Ansätze weisen in der Regel einem gegebenen Kredit einen unterschiedlichen Wert zu. Wenn jedoch die Märkte für Schuldtitel einigermassen effizient und die Annahmen des RNV-Modells mehr oder weniger korrekt sind, dann sollten beide Methoden für ein gut diversifiziertes Portfolio eine ähnliche Gesamtbewertung ergeben.

3. Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen

A. Messung

Jedes der untersuchten Modelle zielt darauf ab, das Kreditrisiko eines Portfolios durch eine Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) für einen gewählten Zeithorizont zu quantifizieren. Viele der betrachteten Modelle versuchen, die vollständige PDF zu schätzen; statistische Kennzahlen wie Mittelwert, Standardabweichung oder ein ausgewähltes Zielgrößenquantil können daraus leicht errechnet werden. Zu den Beispielen für diesen Ansatz zählen die angebotenen Modelle CreditRisk⁺™, PortfolioManager™, CreditPortfolioView™ sowie CreditMetrics™ in seiner Monte-Carlo-Version.

Andere selbstentwickelte oder angebotene Modelle (einschl. des Ansatzes unerwarteter Verluste sowie CreditMetrics™ in seiner analytischen Version) zielen nur darauf ab, die ersten beiden Momente der Verteilung, also ihren Mittelwert und ihre Standardabweichung, zu erzeugen; die vollständige PDF bleibt im Modell verborgen. Es scheint zwei Hauptgründe für dieses Vorgehen zu geben: a) Aus Gründen der analytischen Einfachheit oder der Berechnungsgeschwindigkeit versucht das Modell von vornherein, nur Mittelwert und Standardabweichung zu bestimmen, es wird keine besondere Form der PDF angenommen; b) aufgrund von Daten- oder Berechnungsproblemen kann man die vollständige PDF für einige, aber nicht für alle Teilportfolios erhalten, für die anderen Teilportfolios werden nur Mittelwert und Standardabweichung errechnet; dementsprechend werden auch für das Gesamtportfolio nur der Mittelwert und die Standardabweichungen errechnet.

Innerhalb der Branche muss ein Konsens über die „gewöhnliche“ Form der PDF erst noch gefunden werden. Dies steht im Gegensatz zu Marktrisikomodellen, für die die Normalverteilung häufig als Standard oder Bezugsgrösse verwendet wird. Die beobachteten Kreditverlustverteilungen eines Portfolios sind eindeutig nicht normal. Sie sind typischerweise schief in Richtung grosser Verluste und leptokurtisch (d.h. bei gegebenem Mittelwert und gegebener Standardabweichung ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten grosser Verluste grösser als im Falle einer Normalverteilung). Ein Grund dafür, dass sich keine einheitliche Kreditverlust-PDF in der Branche herausgebildet hat, liegt darin, dass die Modellierung der Verluste aus einzelnen Kreditengagements schwieriger ist als für Marktrisiken, und es werden viele vereinfachende Annahmen getroffen. Einzelne Verluste können als binär oder als verschiedenen kontinuierlichen Verteilungen folgend angenommen werden. Die PDF eines Portfolios, die sich aus der Aggregation der Verluste individueller Kreditengagements ergibt, hängt wesentlich von diesen Annahmen ab (und von Annahmen, die bei der Schätzung der Kreditkorrelationen getroffen werden).

B. Zentrale Aspekte

- Die Genauigkeit, mit der die sehr hohen Quantile von Verteilungen geschätzt werden können, die in Kreditrisikomodellen verwendet werden, ist von zentralem Interesse. In Gesprächen mit der Task Force gaben die Banken die gewählten Zielgrössenquantile mit 99-99,98 % an, wobei die Mehrzahl in der Mitte lag. Dies steht im Gegensatz zu der Bandbreite der für interne (d.h. nicht aufsichtsrechtliche) Marktrisiko-VaR-Modelle gewählten Zielgrössenquantile; diese lagen im Bereich von 95-99 %.⁹ Es gibt zwei konzeptionelle Aspekte, die die Bedeutung dieser Frage angesichts der für Kreditrisiken verwendeten höheren Quantile hervorheben: die Grösse des Schätzfehlers und der Einfluss der Form der Verteilungsenden.¹⁰ (Eine andere Frage ist die Fähigkeit eines bestimmten Modells, eine PDF zu schätzen; dabei handelt es sich im wesentlichen um eine empirische Frage, die im Abschnitt über Validierung erörtert wird.)
- Die zweite Überlegung ist, dass wegen der Sensitivität des PDR-Endes gegenüber den Modellannahmen andere Modellierungsannahmen, auch wenn sie vernünftig scheinen, sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Schätzungen von sehr hohen Quantilen haben können.

4. Bedingte und unbedingte Modelle im Vergleich

A. Definition der Ansätze

In gewissem Sinne sind alle Modelle bedingt: Sie versuchen, bestimmte aktuelle Informationen über die Kreditqualität jedes Kreditnehmers und jeder Kreditposition zu berücksichtigen. Trotzdem ist es möglich, zwischen *unbedingten* Modellen, die vergleichsweise wenige kreditnehmer- oder kreditpositionsspezifische Informationen widerspiegeln, und *bedingten* Modellen zu unterscheiden. Letztere versuchen, auch Informationen über die wirtschaftliche Situation wie Stand und Entwicklungsrichtung der Beschäftigungssituation im In- und Ausland, Inflation, Aktienkurse sowie Zinssätze und sogar Indikatoren für die finanzielle Stabilität einzelner Sektoren zu berücksichtigen.

Beispiele für unbedingte Kreditrisikomodelle sind der Ansatz der unerwarteten Verluste, CreditMetricsTM und CreditRisk⁺TM. Alle drei Modellierungskonzepte leiten Ausfallwahrscheinlich-

⁹ Wegen der langen Enden der Verteilung in Kreditrisikomodellen kann der Umfang des Eigenkapitals, das bei der Wahl eines Zielgrössenquantils von 99,0-99,8 benötigt wird, grösser sein als bei der Spanne 95,0-99,0, die in Marktrisiko-Modellen verwendet wird.

¹⁰ Diese Schwierigkeiten werden durch die Empfindlichkeit der Enden einer PDF gegenüber Parameterschätzungen noch verstärkt. S. Michel Crouhy und Robert Mark, *A Comparative Analysis of Current Credit Risk Models*, September 1998.

keiten (EDF) und Korrelationseffekte aus den Zusammenhängen zwischen historischen Ausfällen und kreditnehmerspezifischen Informationen wie internen Risiko-Ratings ab. Diese Zahlen werden (idealerweise) über mehrere Kreditzyklen geschätzt. Unabhängig davon, an welchem Punkt des Kreditzyklus man sich befindet, werden diese Ansätze ähnliche Werte für die Standardabweichung der Verluste, die sich aus einem Portfolio von Kreditnehmern mit ähnlichen internen Risiko-Ratings ergeben, vorhersagen. Solche Modelle sind zur Zeit nicht dafür konzipiert, Auswirkungen des Konjunkturzyklus zu erfassen, beispielsweise die Tendenz, dass sich interne Ratings in wirtschaftlichen Aufschwungphasen (Abschwungphasen) zunehmend verbessern (verschlechtern). Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Modelle dieselbe Standardabweichung der Portfolioverluste für eine unveränderte Auswahl an Kreditnehmern über den Zyklus hinweg vorhersagen. Wenn Kreditnehmer herauf- oder herabgestuft werden, wird ihre erwartete Ausfallrate entsprechend nach unten oder oben angepasst.

Ein Beispiel eines bedingten Kreditrisikomodells ist CreditPortfolioViewTM von McKinsey & Co. In diesem Modellierungskonzept bestehen funktionelle Abhängigkeiten der Ratings-Übergangsmatrizen von der Wirtschaftslage, indem die Matrizen so angepasst werden, dass eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine Heraufstufung (und eine geringere Wahrscheinlichkeit für eine Herabstufung) während des Aufschwungs eines Kreditzyklus angenommen wird. Dieses qualitative Phänomen ist intuitiv plausibel und wurde durch einige Untersuchungen bestätigt. Andere Modellanbieter folgen anderen bedingten Ansätzen. In PortfolioManagerTM von KMV beispielsweise basieren die Schätzungen des Wertes der Forderungen, der Renditen und der Volatilität zum Teil auf vergangenen und gegenwärtigen Aktienkursen, denen eine Antizipation der zukünftigen Entwicklung innewohnt.

B. Zentrale Aspekte

- Die meisten bis heute implementierten Kreditrisikomodelle spiegeln versicherungsstatistisch berechnete unbedingte Schätzungen der erwarteten Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) bzw. Rating-Veränderungen und Korrelationen wider, die konzipiert wurden, um langfristige Durchschnittswerte dieser Parameter zu erfassen. Solche langfristigen Durchschnittswerte können jedoch die kurzfristige Erwartung in einem beliebigen Zeitpunkt sehr schlecht beschreiben, welche stark von der wirtschaftlichen Lage abhängen dürfte.¹¹ Sowohl EDF als auch Korrelationen dürften sich im Verlauf des Konjunkturzyklus systematisch verändern. Im Gegensatz zu unbedingten Modellen auf Basis versicherungsstatistischer Verfahren

¹¹ S. Pamela Nickell, William Perraudin und Simone Varotto, *Stability of Ratings Transitions*, September 1998. Diese Studie identifiziert und quantifiziert (unter Verwendung von Moody's Rating-Historie) verschiedene Faktoren wie Niederlassungsort und Branche des Schuldners, die die Rating-Übergangswahrscheinlichkeiten beeinflussen. Die Studie zeigt auch, unter Verwendung von „ordered probit“-Modellen, dass Schätzungen der Übergangsmatrizen verbessert werden können, wenn sie auf das Stadium des Konjunkturzyklus bedingt werden.

beinhaltet die Formulierung eines bedingten Modells der oben dargestellten Art die Möglichkeit, dass das Halteperiodenintervall eine Periode hoher Kreditausfälle ist. Ausserdem spiegeln unbedingte Ansätze zur Schätzung der erwarteten EDF wichtige Variablen nicht wider, von denen bekannt ist, dass sie die Bedienung des Kredits beeinflussen. Andererseits können auch bedingte Verfahren Nachteile haben; beispielsweise kann ein bedingtes Modell die Verluste gerade dann unterschätzen, wenn der Kreditzyklus in eine Abwärtsbewegung übergeht, und dann überschätzen, wenn der Zyklus gerade aus dem Tiefpunkt wieder aufsteigt. Darüber hinaus ist die vollständige Darstellung der Auswirkungen eines Konjunkturzyklus ein komplexes und schwieriges Verfahren, und die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die Parameterschätzungen mit beträchtlicher Unsicherheit behaftet sind.

- Letztendlich ist es eine empirische Frage, ob unbedingte oder bedingte Ansätze der Kreditrisikomodellierung einer Bank die besten Aussichten auf Stabilität und Zuverlässigkeit des Modells bieten.

5. Ansätze der Kreditrisikoaggregation

A. Top-Down- und Bottom-Up-Ansätze

Innerhalb der meisten Kreditrisikomodelle wird im wesentlichen ein einheitliches Konzept zur Modellierung der einzelnen Kreditrisiken für verschiedene Produktarten verwendet; Unterschiede in der Umsetzung bestehen in erster Linie in der Art, wie die relevanten Parameter aus den verfügbaren Daten geschätzt werden (s. Teil III für eine Erörterung der Parameterschätzung). Von den meisten befragten Banken wird das Adressenausfallrisiko für Unternehmens- und Kapitalmarktinstrumente auf der Ebene der einzelnen Forderungen gemessen (sogenannter „*Bottom-up*“-Ansatz), während aggregierte Daten zur Quantifizierung des Risikos von Verbraucherkrediten, Kreditkartenforderungen oder anderen Portfolios des Massengeschäfts verwendet werden (sogenannter „*Top-down*“-Ansatz). Obwohl die Literatur über Kreditrisikomodelle tendenziell zwischen diesen beiden Ansätzen unterscheidet, sind die Unterschiede in der Praxis weniger deutlich. Zum Beispiel können verschiedene Modelle angesichts ihrer Verwendung von schulderspezifischen Informationen zur Einordnung der Darlehen in Kategorien als „bottom-up“ klassifiziert werden, obwohl die zugrundeliegenden Parameter mit Hilfe aggregierter Daten bestimmt werden.

Modelle, die einen Bottom-up-Ansatz verwenden, versuchen das Adressenausfallrisiko auf der Ebene jedes Kredits auf Basis einer expliziten Beurteilung der Kreditwürdigkeit der im Portfolio enthaltenen

Schuldner zu messen. Jeder spezifischen Position im Portfolio wird ein besonderes Risiko-Rating zugeordnet,¹² welches typischerweise als eine Näherung an ihre EDF und/oder als die Wahrscheinlichkeit einer Rating-Änderung betrachtet wird. Das Modell wird auch einen Einzelansatz zur Schätzung der Ausfallquote (LGD) jedes Instruments verwenden. Die Daten werden dann unter Berücksichtigung von Diversifikationseffekten auf der Portfolioebene aggregiert.

Für Retail-Kunden ist das Modellierungsverfahren grundsätzlich ähnlich; allein aufgrund der Anzahl der Positionen tendieren die Modelle jedoch zur Verwendung eines Top-down-Ansatzes. In diesem Fall werden Darlehen mit ähnlichen Risikomerkmale wie Kreditrisikoklasse, Alter, geographischer Lage zu Kategorien zusammengefasst, und das Kreditrisiko wird auf Basis dieser Kategorien quantifiziert. Darlehen in jeder Kategorie werden als statistisch identisch behandelt. Bei der Schätzung der Verteilung der Kreditverluste wird der Modellentwickler versuchen, sowohl die (jährliche) aggregierte Ausfallrate als auch die LGD unter Verwendung historischer Zeitreihendaten für dieses Risikosegment im Ganzen zu modellieren, anstatt diesen Durchschnitt durch die gemeinsame Betrachtung von Ausfall- und Änderungsrisikofaktoren jedes einzelnen Darlehens in der Gruppe zu ermitteln.

B. Zentrale Aspekte

- Wie vorstehend festgestellt wurde, können Top-down- und Bottom-up-Ansätze nicht immer exakt unterschieden werden; die zentrale Überlegung ist das Ausmass, in dem eine Bank sinnvoll zwischen Schuldnerkategorien differenzieren kann. Selbst in den sogenannten „Bottom-up“-Modellen verlassen sich Banken häufig auf aggregierte Daten zur Schätzung der Parameter für die einzelnen Kreditnehmer; beispielsweise ist es in der Praxis üblich, Einzelkreditnehmer-Ratings (eine „Bottom-up“-Methode) in eine Übergangsmatrix einzuordnen, die aus gesammelten Daten berechnet wurde, ob von Rating-Agenturen veröffentlicht oder aus internen Statistiken errechnet (ein Durchschnitt aggregierter „Top-down“-Daten). Von zentraler Bedeutung ist auch die Genauigkeit der aggregierten Daten und deren Übertragbarkeit auf das bestehende Portfolio einer Bank; wenn diese beiden Anforderungen nicht erfüllt sind, kann die Verwendung aggregierter Daten möglicherweise idiosynkratische, darlehensspezifische Einflüsse verbergen, denen eine Bank ausgesetzt ist.

¹² Zur Vereinfachung wurde in dem gesamten Bericht die Annahme getroffen, dass Ratings mit der Person des Kreditnehmers verbunden sind. In der Praxis ist das Rating-Verfahren jedoch komplizierter, und ein individuelles Rating kann jeder einzelnen Position zugeordnet werden, die zu einem Kreditnehmer gehört. S. Teil III für weitere Einzelheiten.

6. Korrelationen zwischen Kreditereignissen

A. Überblick

Während keine Bank mit einem diversifizierten Portfolio erwarten würde, dass alle - oder auch nur fast alle - ihre Kreditnehmer auf einmal ausfallen, zeigt die Erfahrung, dass Faktoren, die die Kreditwürdigkeit von Schuldnern beeinflussen, manchmal zusammenhängen. Bei der Messung des Kreditrisikos erfordert demnach die Berechnung einer Kennzahl für die Streuung des Kreditrisikos (d.h. seiner Standardabweichung oder sogar seiner vollständigen PDF) die Betrachtung der Abhängigkeiten zwischen den Faktoren, die die kreditbedingten Verluste bestimmen, wie Korrelationen zwischen Ausfällen oder Rating-Änderungen, Ausfallquoten (LGD) und Risikopositionen, sowohl für denselben Kreditnehmer als auch zwischen verschiedenen Kreditnehmern.¹³ Verschiedene Modelle erreichen dies auf unterschiedliche Weise und Autoren haben versucht, Übereinstimmungen und Gegensätze zwischen den Methoden aufzuzeigen.¹⁴

B. Überkreuzkorrelationen zwischen verschiedenen Arten von Kreditereignissen

Zumindest theoretisch kann man erwarten, dass zwischen verschiedenen Bankkunden deutliche Korrelationen zwischen a) Ausfallereignissen/Rating-Änderungen, b) Ausfallquoten (LGD) und c) Risikobeträgen bestehen. Beispielsweise könnte die finanzielle Situation von Firmen derselben Branche oder in demselben Land ähnliche Faktoren widerspiegeln und sich damit in gleicher oder ähnlicher Weise verbessern oder verschlechtern. Ebenso könnten die LGD sowie die aufgrund von in Anspruch genommenen Kreditlinien bestehenden Kreditpositionen von Firmen derselben Branche im Vergleich zu ihren langfristigen Durchschnittswerten tendenziell steigen (sinken), wenn sich die durchschnittliche Situation von Firmen dieses Sektors verschlechtert (verbessert).¹⁵

Während Banken sich dieser möglichen Zusammenhänge in der Regel durchaus bewusst sind, können sie solche Korrelationen der Praxis oft nur in beschränktem Umfang modellieren. Im allgemeinen versuchen Kreditrisikomodelle wegen der eingeschränkten Datenbasis nicht, Korrelationen zwischen verschiedenen Arten von Risikofaktoren explizit zu modellieren. Insbesondere werden typischerweise zwischen Ausfällen/Rating-Änderungen und LGD, zwischen Ausfällen/Rating-Änderungen und Risikopositionen sowie zwischen LGD und Risikopositionen Korrelationen von null angenommen.

¹³ Diese Behandlung steht im Gegensatz zur Berechnung des *erwarteten Verlusts* für ein Portfolio, der gleich der Summe der erwarteten Verluste für die einzelnen Schuldner ist.

¹⁴ S. z.B. Crouhy und Mark.

¹⁵ Prinzipiell wären innerhalb von Marktwertmodellen auch Korrelationen zwischen Kreditspread-Fristenstrukturen und zwischen Kreditspreads und Ausfällen/Rating-Änderungen, LGD und Positionshöhen von Bedeutung. Wie unten erörtert, behandeln jedoch so gut wie alle Anwendungen von Marktwertmodellen die Fristenstruktur der Kreditspreads als für den Zeithorizont festgelegt und bekannt, womit von solchen Korrelationseffekten abstrahiert wird.

Gemäss dem Befund der Task Force sind zur Zeit in praktisch allen Kreditrisikomodellen die Korrelationen zwischen Ausfällen/Rating-Änderungen verschiedener Kunden die einzigen berücksichtigten Korrelationseffekte. Die Banken haben überwiegend entweder einen *strukturellen Ansatz* oder einen *reduzierten Ansatz* zur Behandlung dieser Korrelationen von Ausfällen/Rating-Änderungen gewählt.

C. Korrelationen zwischen Ausfällen oder Rating-Änderungen

Strukturelle Modelle

Wie durch die Modellierungskonzepte von CreditMetricsTM und PortfolioManagerTM veranschaulicht, stellt der Modellentwickler bei einem strukturellen Ansatz typischerweise ausdrücklich ein mikro-ökonomisches Modell darüber auf, welche Faktoren Ausfälle oder Rating-Änderungen einzelner Kunden beeinflussen. Für einen Kunden kann angenommen werden, dass er zahlungsunfähig wird, wenn der Wert seiner Vermögensgegenstände unter einen Schwellenwert fällt, beispielsweise die Höhe der gesamten Verbindlichkeiten dieses Kunden. Innerhalb des Marktwertkonzepts wird häufig angenommen, dass die Wertänderung der Vermögensgegenstände des Kunden in Relation zu verschiedenen Schwellenwerten die Änderung seines Risiko-Ratings während des Planungshorizonts bestimmt. Beispielsweise kann für einen Kunden mit einem gegebenen aktuellen Risiko-Rating (z.B. gleichwertig einem BBB) eine aussergewöhnlich grosse Änderung seines Nettovermögens (geeignet skaliert) einer Aufwertung auf AAA entsprechen, während eine aussergewöhnlich grosse negative Realisierung eine Herabstufung auf „Ausfall“ hervorrufen kann, usw.

Im allgemeinen wird die Zufallsvariable, von der angenommen wird, dass sie die Änderung des Risiko-Ratings einschliesslich „Ausfall“ eines Kunden erzeugt (d.h. der Kundenvermögenswert oder Nettowert), als *Änderungsrisikofaktor (migration risk factor)* bezeichnet. Folglich sind in strukturellen Modellen die Korrelationen zwischen den Änderungsrisikofaktoren (über alle Kreditnehmer) vom Modellentwickler festzulegen (zu schätzen oder anzunehmen). Umgekehrt bestimmen diese Änderungsrisikofaktoren implizit die Korrelationen zwischen den Ausfällen oder Rating-Änderungen der Kreditnehmer.

Reduzierte Modelle

Beispiele für den reduzierten Ansatz sind die Kreditrisikomodellierungskonzepte CreditRisk⁺ TM und CreditPortfolioViewTM. Im Gegensatz zu strukturellen Modellen, die einen bestimmten mikro-ökonomischen Prozess für die Erzeugung der Ausfälle und Rating-Änderungen der Kunden annehmen, gehen reduzierte Modelle typischerweise von einem besonderen funktionalen Zusammenhang

zwischen der erwarteten Ausfallrate (Ausfallwahrscheinlichkeit)/Änderungsmatrix (oder der erwarteten Ausfallrate eines Teilportfolios) und sogenannten **Hintergrundfaktoren** aus.¹⁶ Diese Hintergrundfaktoren können entweder a) beobachtbare Variable sein, wie z.B. gesamtwirtschaftliche Indikatoren, oder b) nicht beobachtbare zufällige Risikofaktoren. In den reduzierten Modellen werden die Korrelationen zwischen den Ausfallquoten und Rating-Änderungen der Kunden durch die Abhängigkeit der Finanzlage der einzelnen Kunden von gemeinsamen oder korrelierten Hintergrundfaktoren hergestellt.

D. Zentrale Aspekte

- Auch wenn die vorgenannten Erörterungen den Eindruck vermitteln könnten, dass strukturelle und reduzierte Modelle aus unvereinbaren Weltbildern hervorgehen, zeigt die aktuelle Literatur, dass dies nicht der Fall ist.¹⁷ Es ist letztendlich eine empirische Frage, ob ein Ansatz unter bestimmten Umständen besser oder schlechter ist.
- Die für die Schätzung von Ausfallkorrelationen verwendeten Annahmen und Näherungen heben verschiedene konzeptionelle und empirische Fragen hervor, darunter a) ob die Wahl der Modellierungsfunktion, d.h. Normalität oder Gamma, einen wesentlichen Unterschied für das Modellergebnis macht; b) ob die eingeführten technischen Näherungen einen wesentlichen Einfluss haben, und c) ob die durch die verschiedenen Modelle erzeugten Ausfallkorrelationen im selben Bereich liegen, eine richtige Korrelationsstruktur ergeben und über den Planungshorizont stabil sind.

¹⁶ Abhängig von den Werten dieser Hintergrundfaktoren unterstellen reduzierte Modelle typischerweise Unabhängigkeit zwischen den Ausfällen und Rating-Änderungen der verschiedenen Kunden.

¹⁷ Neuere Studien bringen vor, dass eine gute Übereinstimmung zwischen den PDF von CreditMetricsTM und CreditRisk⁺TM besteht, zumindest in Bereichen oberhalb von 2 Standardabweichungen vom Mittelwert. S. z.B. Koyluoglu, H. Ugur und Andrew Hickman, *A generalised Framework for Credit Risk Portfolio Models*, Entwurf, September 1998 sowie Michael Gordy, *A Comparative Anatomy of Credit Risk Models*, Board of Governors des Federal Reserve System, Dezember 1998.

Teil III

Parameterspezifikation und -schätzung

Kreditrisikomodelle betrachten im wesentlichen vier Arten von Kreditereignissen, die zur Höhe der Kreditverluste beitragen können: 1) eine Änderung der Ausfallquoten (LGD); 2) eine Veränderung der Kreditwürdigkeit (ausgedrückt in einer Änderung des Kredit-Ratings oder der Ausfallwahrscheinlichkeit/EDF im Planungshorizont); 3) eine Änderung des anzuwendenden Kreditspreads bei Marktwertmodellen; und 4) eine Änderung des Risikobetrags einer Bank bezüglich einer bestimmten Kreditposition.

Kreditrisikomodelle sind tendenziell modular aufgebaut - es bestehen völlig eigenständige Teilmodelle für diese vier Kreditereignisse. Diese Behandlung entspricht der Marktpraxis: Während Korrelationen aufgrund von Kreditereignissen *zwischen Schuldner* auf verschiedene Arten berücksichtigt werden (s. vorheriger Abschnitt), unterstellen die meisten Modelle eine Nullkorrelation *zwischen* den verschiedenen Arten von *Kreditereignissen*, obwohl solche Korrelationen tatsächlich bedeutsam sein können; beispielsweise werden Ausfälle als unkorreliert mit Ausfallquoten, Änderungen der Spreads und Risikobeträgen angenommen. Aufgrund dieser Annahme beeinflussen sich die Teilmodelle für jedes Kreditereignis im allgemeinen nicht. Nachstehend erörtern wir verschiedene Modellierungsaspekte, die die einzelnen Teilmodelle betreffen. Die Task Force ermuntert die Branche, weitere Studien zur Beurteilung der Bedeutung dieser Aspekte und der Einflüsse der verschiedenen Schätzmethoden auf die Modellergebnisse durchzuführen.¹⁸

¹⁸ Praktiker haben beobachtet, dass die Messung des Kreditrisikos in einem Portfolio typischerweise mehr von der Qualität der Modelleingaben als von den Details des Modellansatzes abhängt. In der Regel sind die Modellergebnisse am sensitivsten gegenüber den zugewiesenen EDF, den erwarteten LDG und den Ausfallkorrelationen. Ganz besonders wichtig ist, dass diese Modelleingaben unvoreingenommene Schätzungen der tatsächlichen Werte sind. Nehmen wir zunächst ein statisches Portfolio nichthandelbarer Instrumente an. Nehmen wir weiter an, mit EDF von beispielsweise 8 bis 16 Basispunkten ist ein bestimmtes Rating verbunden und der Modellbenutzer gibt eine einzige durchschnittliche EDF von 12 Basispunkten für alle Schuldner mit diesem Rating ein. Selbst wenn die zugewiesene EDF die tatsächliche Ausfallwahrscheinlichkeit eines bestimmten Schuldners erheblich über- oder unterzeichnet, sollten sich die Einzelfehler auf der Ebene des Gesamtportfolios ausgleichen. Sehr viel gefährlicher ist ein systematischer Fehler. In einigen Rating-Systemen kann eine durchschnittliche EDF über den gesamten Konjunkturzyklus die tatsächliche bedingte EDF einer Rating-Kategorie zu einem bestimmten Zeitpunkt systematisch über- oder unterzeichnen. Ebenso können unzulänglich gestaltete Faktormodelle wichtige Elemente des Systemrisikos übersehen, wodurch sich in den Ausfallkorrelationen systematische Verzerrungen nach unten ergeben. Diese Arten von Fehlern können dazu führen, dass der Eigenkapitalbedarf erheblich unterschätzt wird.

1. Ausfallquoten (LGD)

Die Verfügbarkeit historischer Verlustdaten bestimmt typischerweise den Grad der Komplexität und die Wahl der Methode bei der Modellierung von Ausfallquoten (LGD). Die Parameter können aus historischen Daten über die Wertentwicklung einzelner Darlehen oder Unternehmensanleihen (üblich für Grosskredite) oder aus zusammengefassten Zeitreihendaten für Gruppen von Darlehen (üblich für Verbraucherkredite) geschätzt werden.

A. Modellierungsannahmen

In der heutigen Generation von Kreditrisikomodellen werden die LGD gewöhnlich als abhängig von einer begrenzten Anzahl von Variablen angenommen, welche die Struktur einer bestimmten Kreditposition charakterisieren. Zu diesen Variablen zählen die Produktart (z.B. Unternehmens- oder Kreditkartendarlehen), der Rang, Sicherheiten und Herkunftsland. Für eine bestehende Kreditposition bestimmen die Werte dieser Variablen die *erwartete* Ausfallquote dieser Position.¹⁹

In manchen Modellen werden die Ausfallquoten als deterministisch und im voraus bekannt angenommen, während sie in anderen als zufällig angesehen werden. Im letzteren Fall werden die Zufallskomponenten der LGD gewöhnlich als im Zeitablauf und für alle Kreditnehmer gleich verteilt angenommen. Manchmal wird für jede LGD eine spezifische parametrische Form wie die Betaverteilung angenommen.

Die Modelle nehmen im allgemeinen eine Nullkorrelation zwischen den LGD verschiedener Kreditnehmer und deshalb kein systemisches Risiko aufgrund der LGD-Volatilität an. Es ist darüber hinaus üblich, Unabhängigkeit zwischen LGD *desselben* Kreditnehmers zu unterstellen. Wie weiter oben erwähnt, nehmen Modellentwickler ausserdem im allgemeinen an, dass die LGD unabhängig von den anderen drei Arten von Kreditereignissen sind (d.h. die LGD, die mit dem Ausfall einer Firma in einem bestimmten Sektor verbunden wird, gilt als unabhängig von dem Ausmass, in dem andere Firmen in diesem Sektor ausgefallen sind oder schlechter eingestuft wurden).

¹⁹ In der Gruppe der befragten Banken werden die internen Risiko-Ratings der Kreditnehmer typischerweise mit den positionsspezifischen LGD kombiniert, die den Rang, Sicherheiten und andere Kreditnehmereigenschaften widerspiegeln. Die meisten Banken verwenden umfassende Positions-Ratings als Näherungswert für den erwarteten Verlust. Einige Institute scheinen jedoch den Rang sowohl im Rating als auch in den LGD unkorrekt zu berücksichtigen.

B. Schätzung

Für eine gegebene Zusammensetzung von Positionsmerkmalen werden die zugrundeliegenden Parameter der Wahrscheinlichkeitsverteilung der LGD im allgemeinen abgeleitet, indem Informationen von verschiedenen Quellen zusammengefasst werden, darunter: a) bankinterne Daten über die eigenen historischen LGD, nach Risikosegment sortiert, sofern verfügbar; b) Verlustdaten aus Berichten von Handelsorganisationen und öffentlich verfügbaren Berichten von Aufsichtsbehörden; c) geschützte Daten von Unternehmensberatern über LGD ihrer Kunden; d) veröffentlichte Daten der Rating-Agenturen über historische Ausfallquoten von Unternehmensanleihen; und e) die intuitiven Urteile von erfahrenen Kreditsachbearbeitern.

Der Entwicklungsstand der Schätzmethode in den einzelnen Banken ist sehr unterschiedlich.²⁰ Die Bedeutung der einzelnen Quellen unterscheidet sich ebenfalls stark. Während manche Banken fast ausschliesslich auf intuitiv bestimmte Parameter der LGD vertrauen, verlassen sich andere Institute mit Zugang zu grossen Mengen an historischen Daten stark auf objektive empirische Analysen. Selbst in letzterem Fall bringen es jedoch Datenbeschränkungen und andere Aspekte im allgemeinen mit sich, dass die LGD-Parameter in gewissem Masse die Zusammenfassung von quantitativen Informationen aus mehreren Quellen sowie subjektive Beurteilungen widerspiegeln.

C. Zentrale Aspekte

- Die Zuverlässigkeit von zusammengefassten Daten über Ausfallquoten ist von zentraler Bedeutung, da sie die Genauigkeit der Schätzergebnisse beeinflusst. Diese Frage ist für internationale Engagements und Institute besonders wichtig: Bei der Festlegung der Parameter für Firmenkunden scheinen Banken nahezu ausschliesslich auf historische Verlustuntersuchungen für öffentlich bewertete, US-amerikanische Unternehmensanleihen zu vertrauen, selbst wenn die Kunden ihren Sitz ausserhalb der USA haben. Die Übertragung dieser Ergebnisse auf andere Länder kann aufgrund von Unterschieden im Konkursrecht und in den Bearbeitungsverfahren problematisch sein.
- Für Portfolios, die durch eine sehr schiefe Verteilung der Engagementgrössen charakterisiert sind, führt die Annahme, dass die LGD mit Sicherheit bekannt sind, tendenziell zu einer

²⁰ Dies ist insbesondere für komplexe Finanzinstrumente der Fall, die Verbriefungsgeschäfte unterstützen. Zum Beispiel ist es nicht ungewöhnlich, dass Banken annehmen, die LGD eines nachrangigen Darlehens, das der Verbesserung der Kreditqualität einer Gruppe von verbrieften Forderungen dient, sei mit der LGD einer Unternehmensanleihe vergleichbar, die durch ähnliche Aktiva besichert ist. Im Falle eines Ausfalls dürfte das nachrangige Darlehen jedoch eine viel grössere erwartete Verlustquote und Volatilität der Verlustquote zeigen als die Unternehmensanleihe. Dies liegt daran, dass für erstere nun ein enger Handel besteht und dass sie konstruktionsbedingt einen überproportional grösseren Anteil an Kreditverlusten der zugrundeliegenden Forderungsgruppe auffangen dürfte.

Verzerrung des geschätzten Verlaufs der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste nach unten.

- Noch problematischer ist die Annahme untereinander unabhängiger LGD zwischen Kreditnehmern, die einen ernsthaften Mangel darstellen kann, wenn die Bank bedeutende Kreditkonzentrationen in einzelnen Branchen hat (z.B. kommerzielle Immobilienkredite innerhalb derselben Region). Darüber hinaus ist die Unabhängigkeitsannahme der LGD für ähnliche (oder gleichrangige) Kreditpositionen gegenüber demselben Kunden eindeutig falsch.
- Die Annahme der Unabhängigkeit der Ausfallintensitäten kann die unerwarteten Verluste ebenfalls unterzeichnen, da Erfahrungswerte dafür sprechen, dass die LGD für Kreditnehmer in einer bestimmten Branche steigen, wenn die ganze Branche unter Druck steht.
- Die Stichprobenperioden für die Schätzung von LGD sind häufig relativ kurz.

2. Ausfälle/Rating-Änderungen

Kreditrisikomodelle beziehen den Prozess, nach dem Kunden ausfallen oder Rating-Änderungen stattfinden, im allgemeinen auf zwei Arten von Parametern: 1) die Ausfallwahrscheinlichkeit (EDF) oder Rating-Übergangsmatrix für jeden Kunden und 2) die Korrelationen zwischen Ausfällen und Rating-Veränderungen für alle Kunden. Verfahren zur Schätzung dieser Parameter werden im folgenden beschrieben.

A. Schätzung von Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) bzw. Rating-Übergangsmatrizen

Für die historische Zuordnung beobachtbarer Daten zu kundenspezifischen EDF bzw. Rating-Übergangsmatrizen werden gewöhnlich zwei Methoden verwendet: *versicherungsmathematische* und auf dem *Aktienwert beruhende Methoden*.

Versicherungsmathematische Ansätze

Versicherungsmathematische Methoden werden sowohl in strukturellen als auch in reduzierten Modellvarianten verwendet, um die EDF oder Rating-Übergangsmatrizen zu kalibrieren. Der grundlegende Ansatz erfordert die Verwendung historischer Daten über die Ausfallhäufigkeiten von Kreditnehmern, um die erwarteten Ausfallhäufigkeiten/Rating-Änderungen für Kunden mit ähnlichen

Merkmale vorherzusagen.²¹ Einer dieser Ansätze verwendet formale Kreditbewertungsmodelle, um die EDF von Firmen- und/oder Privatkunden vorherzusagen. Während manche Banken ihre eigenen, hausinternen Kreditbewertungsmodelle für Firmen- und/oder Privatkunden entwickelt haben, kaufen andere Banken Kreditbewertungen von externen Anbietern. Für Firmenkunden stammen die historischen Daten für die Entwicklung von internen Kreditbewertungsmodellen entweder aus eigenen Aufzeichnungen der Bank über die Wertentwicklung von Krediten (eher selten), oder sie beruhen auf historischen Ausfallerfahrungen am Markt für Unternehmensanleihen. Verfahren für die Schätzung von Kreditnehmerausfallmodellen sind in der Wirtschaftsliteratur umfassend untersucht, die Verfügbarkeit der Daten ist tendenziell der kritische, einschränkende Faktor.

Ein zweiter versicherungsmathematischer Ansatz (hier als „**Risikosegmentierung**“ bezeichnet), erfordert die Einordnung der Kreditnehmer in getrennte Kategorien oder Risikosegmente aufgrund von beobachtbaren Merkmalen. Alle Kreditnehmer innerhalb eines Risikosegments und die stochastischen Eigenschaften der für sie relevanten Änderungsrisikofaktoren werden als statistisch identisch angesehen. Dementsprechend wird für alle Kunden in demselben Risikosegment dieselbe EDF/Übergangsmatrix angenommen. Für grosse Firmenkunden werden die Risikosegmente in der Regel auf der Grundlage von Faktoren wie dem internen Kredit-Rating des Kunden, Grösse, Land und Branche bestimmt. Für Retail-Kunden basiert die Risikosegmentierung normalerweise auf der Produktart (z.B. Kreditkarte oder Hypothekendarlehen) sowie kundenspezifischen Informationen wie Kreditbewertung (sofern verfügbar), Land, gegebenenfalls Gliedstaat. Unter der Annahme, dass alle Kreditnehmer innerhalb eines Segments dieselbe EDF bzw. Rating-Übergangsmatrix aufweisen, versucht der Modellentwickler, diese Parameter aus durchschnittlichen historischen Ausfall- und/oder Rating-Änderungsdaten von Kreditnehmern in diesem Segment zu schätzen. In der Praxis kann die Verfügbarkeit der Daten den Zeitraum erheblich einschränken, für den ein solcher Durchschnitt berechnet werden kann, insbesondere, wenn die Risikosegmente sehr eng definiert sind.

Auf dem Aktienwert beruhender Ansatz

Dieser meist mit dem Merton-Modell verbundene Ansatz wird ausschliesslich zur Schätzung der EDF von grossen und mittleren Firmenkunden (im Rahmen von strukturellen Modellen) verwendet und wird häufig eingesetzt, um versicherungsmathematische Schätzungen zu überprüfen. Das Verfahren

²¹ Im Falle von strukturellen Kreditrisikomodellen sind EDF und/oder Rating-Übergangsmatrizen sowie Ausfallkorrelationen *nicht* die eigentlichen Parameter, die zur Spezifikation des Modells verwendet werden. Die eigentlichen Parameter sind vielmehr die Mittelwerte, Varianzen und Korrelationen der zugrundeliegenden *Änderungs-(Migrations-)Risikofaktoren*. Meistens besteht jedoch eine Eins-zu-eins-Zuordnung zwischen den beiden Arten von Parametern, und in der Praxis kalibrieren versicherungsmathematische Methoden die zugrundeliegenden Parameter durch eine „umgekehrte Konstruktion“ („reverse-engineering“) aus den beobachteten Ausfallraten. (S. Gupton et al., op.cit., S. 92.). In reduzierten Modellen werden die zugrundeliegenden Parameter ebenfalls gewöhnlich so kalibriert, dass sie mit den angenommenen oder geschätzten EDF bzw. Übergangsmatrizen sowie Ausfallkorrelationen für einzelne Forderungen oder Gruppen von Forderungen vereinbar sind.

nutzt öffentlich zugängliche Informationen über die Verbindlichkeiten, den historischen und den aktuellen Marktwert der Aktien und die historische Volatilität des Eigenkapitals eines Unternehmens, um die Höhe, die Änderungsrate und die (annualisierte) Volatilität des ökonomischen Wertes seiner Aktiva zu schätzen. Unter der Annahme, dass Zahlungsunfähigkeit eintritt, wenn der Wert der Aktiva eines Unternehmens unter seine Verbindlichkeiten fällt, können die erwarteten Ausfallwahrscheinlichkeiten aus den Optionsmodellen abgeleitet werden. Andererseits kann man auch mit Hilfe eines von der KMV Corporation verbreiteten Ansatzes die Anzahl der Standardabweichungen berechnen, die den aktuellen Vermögenswert von der Ausfallsschwelle trennen. Diese Anzahl von Standardabweichungen wird als „*distance to default*“ („Abstand zur Zahlungsunfähigkeit“) bezeichnet. Kennt man die geschätzte „*distance to default*“ eines Unternehmens, wird deren EDF als die historische Ausfallhäufigkeit von Unternehmen mit derselben „*distance to default*“ berechnet, die aus einer KMV-eigenen Datenbank über historische Ausfallerfahrungen mit öffentlich bewerteten Unternehmen gewonnen wird.

B. Zentrale Aspekte

- Bei der Schätzung von EDF für Retail-Kunden verlassen sich Banken normalerweise auf interne historische Daten, ergänzt um öffentlich verfügbare Informationen von anderen Kreditgebern oder Unternehmensberatern über Verlust- oder Ausfallquoten. Sofern solche ergänzenden Informationen verwendet werden, muss der Modellentwickler gewöhnlich nach eigenem Ermessen bestimmen, ob der zugrundeliegende Bestand, für den diese Daten gelten, dem betrachteten Risikosegment ähnlich ist. Andernfalls wird der Modellentwickler oft versuchen, die Daten durch subjektive Anpassungen besser vergleichbar zu machen. Manchmal kommt es vor, dass für bestimmte Risikosegmente zwar historische Daten über Verlustquoten, nicht aber über die Ausfallraten zur Verfügung stehen. In diesem Fall kann der Modellentwickler versuchen, die historischen Ausfallraten aus den Verlustdaten zu gewinnen, indem er Annahmen über die historischen LGD trifft.²² Darüber hinaus unterscheidet sich der Umfang stark, in dem Banken bei der Zuordnung bestimmter Kredite zu Risikosegmenten - entsprechend der Hauptbranche oder des Umsatzortes des Kredits - auf historische Daten (wie Bilanzanalyse) vertrauen. Typischerweise beinhaltet das Verfahren einen hohen Grad an Subjektivität.
- Die Verfügbarkeit von Daten gibt im allgemeinen zwingend die Methoden vor, mit denen EDF bzw. Übergangsmatrizen geschätzt werden. In den meisten Banken stellen interne

²² Die Bank kann beispielsweise auf zusammengefasste Daten über Verlustquoten vertrauen und Annahmen über die typische LGD in einem gegebenen Portfolio treffen. Wenn die LGD als unveränderlich angesehen wird, ist die Ausfallrate als Verlustquote geteilt durch die LGD gegeben.

Kredit-Ratings eine Schlüsselvariable - oder in manchen Fällen das einzige Kriterium - für die Zuordnung von grossen Firmenkunden zu Risikosegmenten dar. Trotzdem haben die meisten Banken historische Wertentwicklungsdaten zwar aggregiert nach weitgefassten Darlehensarten oder Geschäftsbereichen, nicht aber nach Risikostufen gespeichert. Auch wenn Banken mit internen Systemen zur Allokation von ökonomischem Kapital normalerweise Wertentwicklungsdaten nach Risikostufen gesammelt haben, reichen solche Daten bestenfalls nur einige Jahre zurück. In manchen Banken fehlt es zudem an einer zeitnahen oder konsequenten Überprüfung der Zuordnung von Engagements zu bestimmten Risikosegmenten.

- Da Banken intern normalerweise vergleichsweise wenige nützliche Ausfall- bzw. Rating-Änderungsdaten vorhalten, versuchen sie häufig, EDF bzw. Übergangsmatrizen zu schätzen, indem sie historische Entwicklungsstudien verwenden, die von den Rating-Agenturen und manchmal anderen Analysten veröffentlicht werden. Solche Untersuchungen enthalten häufig historische Ausfall-, Verlust- und Rating-Änderungsbeobachtungen für Rating-Kategorien, die Zeitspannen von 20 Jahren oder mehr berücksichtigen. In einigen Fällen ist jedoch die Gliederung dieser Daten nach Regionen und Wirtschaftszweigen nicht den Merkmalen des modellierten Kreditportfolios angemessen. (Zum Beispiel werden die veröffentlichten Daten der Rating-Agenturen häufig von Erfahrungswerten aus den USA beherrscht.) Die Verwendung unpassender Übergangsmatrizen resultiert in falschen Einschätzungen des Kreditrisikos.²³ Wenn möglich werden die Migrationsdaten für Unternehmensanleihen manchmal nach eigenem Ermessen angepasst, um entweder Informationen aus den bank-internen Darlehensentwicklungs-Datenbanken oder Analysen von historischen Veränderungen von übergeordneten Instituten einzubeziehen.
- Um Daten über Anleihen zu verwenden, muss eine Bank zuerst einen Zusammenhang zwischen ihrem internen Rating und den Beurteilungssystemen der Rating-Agenturen entwickeln oder annehmen. Solche Zusammenhänge werden gewöhnlich unter Verwendung von vier grundlegenden Methoden entwickelt, die entweder einzeln oder kombiniert eingesetzt werden. Die erste Methode besteht darin, die historischen Ausfallhäufigkeiten innerhalb jeder internen Rating-Klasse mit den Ausfallhäufigkeiten nach Rating-Kategorien zu vergleichen, die die Rating-Agenturen ermittelt haben. Die zweite Methode vergleicht für solche Kreditnehmer, die von der Bank und der Rating-Agentur beurteilt werden, die

²³ S. Pamela Nickell, William Perraudin und Simone Varotto, „*Stability of Ratings Transitions*“, September 1998. Die Studie untersucht Moody's Ratings-Historien über einen Zeitraum von 27 Jahren, zeigt den Einfluss von Veränderungen der geographischen und Branchenzusammensetzung der Datenbasis auf die veröffentlichten „durchschnittlichen“ Übergangsmatrizen und entwickelt ein „ordered probit“-Verfahren, um Übergangsmatrizen zu erhalten, die zu den Merkmalen der Kreditpositionen im Portfolio passen (z.B. Branche und Sitz des Schuldners und Phase des Konjunkturzyklus).

eigenen bankinternen Klassen mit denen der Rating-Agentur. Solche Vergleiche können jedoch für grosse Teile des Portfolios nicht möglich sein, z.B. für Mittelstandskunden oder für nichtamerikanische Unternehmen. Der dritte Ansatz versucht, den Kreis der Unternehmen, für die solche Vergleiche möglich sind, auszudehnen, indem Pseudokredit-Ratings für Unternehmen ausgearbeitet werden, die nicht von Rating-Agenturen beurteilt werden. Dies erreicht man, indem öffentlich verfügbare Daten für von den Agenturen bewertete Unternehmen verwendet werden, um die Beziehung zwischen dem Rating der Agenturen und Finanzkennzahlen sowie anderen Merkmalen zu schätzen. Der vierte Ansatz beinhaltet schliesslich einen subjektiven Vergleich der Kriterien der Bank für die Zuordnung interner Klassen mit den veröffentlichten Rating-Kriterien der Rating-Agenturen.

3. Korrelationen zwischen Ausfällen und/oder Rating-Übergängen

A. Schätzung

Die gegenseitige Abhängigkeit zwischen Ausfällen und/oder Rating-Übergängen ist sowohl in strukturellen als auch in reduzierten Modellen eine zentrale Determinante der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) eines Portfolios. Strukturelle Modelle parametrisieren diese gegenseitige Abhängigkeit als Korrelationen zwischen den Migrationsrisikofaktoren (Änderungsrisikofaktoren) der Kunden, von denen man häufig annimmt, dass sie durch die Vermögenswerte oder Nettovermögenswertpositionen der Kunden dargestellt werden. Im Zusammenhang mit reduzierten Modellen spiegelt die gegenseitige Abhängigkeit zwischen den Ausfällen/Rating-Änderungen der Kunden die angenommenen oder geschätzten Prozesse wider, die beobachtbare oder nicht beobachtbare Hintergrundfaktoren mit Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) oder Rating-Übergangsmatrizen in Verbindung bringen. Die Auswirkungen der gegenseitigen Abhängigkeit können entweder auf der Ebene einzelner Kreditpositionen (für mittlere und grosse Firmenkunden üblich) oder für Gruppen von relativ homogenen Engagements (für Retail-Portfolios üblich) modelliert werden.

Während manche Banken die Korrelationen zwischen Migrationsrisikofaktoren überwiegend nach reinem Ermessen bestimmen, scheint der Grossteil der Banken Ansätze zu verwenden, die im wesentlichen auf empirischer Analyse beruhen, auch wenn sie eine gewisse Subjektivität beibehalten. Bei den von der Task Force befragten Banken basierten die empirischen Ansätze zur Bestimmung der Korrelationsparameter der Modelle meistens auf versicherungsmathematischen Methoden oder auf Aktienwertentwicklungen; manchmal wurden beide Ansätze zur gegenseitigen Überprüfung verwendet.

Versicherungsmathematische Methode

Der erste Ansatz ist eine Erweiterung des Risikosegmentierungsansatzes zur Schätzung der EDF/Übergangsmatrizen (oben erörtert) und wird sowohl in strukturellen als auch in reduzierten Modellen zur Kalibrierung der Korrelationsparameter verwendet. Es wird unterstellt, dass die Kreditnehmer in jedem Risikosegment statistisch identisch sind. Sind die EDF für ein bestimmtes Risikosegment gegeben, existiert mathematisch eine Eins-zu-eins-Beziehung zwischen der Varianz der Ausfallrate dieses Risikosegments und der Korrelation der Migrationsrisikofaktoren der Darlehen in diesem Risikosegment.²⁴ So wird eine Schätzung der Ausfallkorrelationen zwischen den Darlehen häufig aus einer Schätzung der historischen Schwankungen der aggregierten Ausfallrate in diesem Risikosegment „zurück-konstruiert“.²⁵ Eine weitgehend ähnliche „Rück-Konstruktions“-Methode kann verwendet werden, um Korrelationen zwischen den Migrationsrisikofaktoren von Kreditnehmern in verschiedenen Risikosegmenten aus der historischen Kovarianz zwischen den aggregierten (jährlichen) Ausfallraten für diese Risikosegmente abzuleiten.

Aktienwertmethode

Diese Methode wird nur in strukturellen Modellen verwendet, beruht auf Mertons Modell des Aktienwerts eines Unternehmens und unterstellt, dass die relevanten Migrationsrisikofaktoren jedes Kreditnehmers gleich dem zugrundeliegenden Wert der Vermögenswerte des Unternehmens sind. Im Prinzip kann deshalb eine Schätzung dieser Korrelation aus Schätzungen der Vermögenswerte eines Unternehmens errechnet werden, wie sie mit Hilfe des Merton-Modells aus den historischen Aktienkursen abgeleitet werden. In der Praxis haben einige Anbieter jedoch beobachtet, dass solche Schätzungen oft ziemlich instabil sind. Um dieses Problem zu verringern, bildet KMV daher einen ökonometrischen Durchschnitt der Vermögenswertkorrelationen der Kunden in den verschiedenen Risikosegmenten, die durch die Branche, das Land und möglicherweise andere Merkmale des Kreditnehmers definiert werden.²⁶

²⁴ Dieses Ergebnis erfordert, dass die Gesamtausfallrate für die Darlehen in einem Risikosegment von einem Jahr zum nächsten seriell unkorreliert ist (unter der Annahme eines einjährigen Modellierungshorizonts für die Änderungen/Migrationen).

²⁵ Dieses Verfahren beinhaltet einen 2stufigen Prozess. In der ersten Stufe werden die Mittelwerte, Varianzen und Kovarianzen der aggregierten Ausfallraten verwendet, um die *Ausfall*-Korrelationen zwischen den verschiedenartigen Darlehen zu schätzen. (Für Darlehen in derselben Risikokategorie wird dieses Verfahren in Gupton et al., op.cit., *Appendix F: Inferring Default Correlations from Default Volatilities* veranschaulicht.) In der zweiten Stufe werden die Korrelationen zwischen den Migrationsrisikofaktoren aus den *Ausfall*-Korrelationen abgeleitet, die im ersten Schritt erzeugt wurden. Die Beziehung zwischen Ausfallkorrelationen und Migrationsrisikofaktor-Korrelationen wird in Chunsheng Zhou, *Default Correlation: An Analytical Result*, Board of Governors of the Federal Reserve System, Mai 1997 hergeleitet. S. auch Gordy.

²⁶ In einem rigoroseren Ansatz wird angenommen, dass sich die Vermögenswerte eines Unternehmens einem linearen Varianzkomponenten- oder Faktormodell anpassen.

B. Zentrale Aspekte

- Die Spezifikation des Ausfallprozesses bzw. Rating-Änderungsprozesses ist durch den Mangel an Daten über die historische Wertentwicklung von Krediten stark erschwert. Um den längerfristigen Charakter von Kreditzyklen widerzuspiegeln, würden selbst unter besten Umständen - angenommen, dass keine Fehlspezifikationen des Modells und keine Instabilität der Parameter auftreten - Daten über viele Jahre, die mehrere Kreditzyklen umfassen, benötigt, um EDF/Rating-Übergänge und Korrelationsparameter genau zu schätzen. In den meisten Banken umfassen die Daten über historische Darlehens Erfahrungen jedoch bestenfalls ein paar Jahre.
- Um ein Schätzverfahren zu ermöglichen, nehmen Modellentwickler viele möglicherweise problematische vereinfachende Annahmen zu Hilfe. Häufig sind darunter die folgenden: a) gemeinsame Normalität oder andere parametrische Annahmen über die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Migrationsrisikofaktoren; b) gegenseitige Unabhängigkeit zwischen Änderungs-Risikofaktoren und Ausfallquoten (LGD), Kreditspreads sowie Risikopositionen; c) Kreditnehmer in vordefinierten Risikosegmenten sind statistisch identisch; d) die Annahme, dass innerhalb der Risikosegmente Ausfall- und Rating-Änderungshäufigkeiten von einem Jahr zum nächsten unabhängig sind sowie e) Stabilität der Modellparameter.
- Die Schätzung der extremen Enden der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) eines Kreditportfolios (der Fokus eines Kreditrisikomodells) kann in einem unbekanntem Ausmass sensibel auf diese Annahmen reagieren. In der Praxis gibt es normalerweise kaum Analysen, die die Annahmen stützen. Es ist auch nicht üblich, Analysen der Sensitivität eines Modells gegenüber zentralen Parametern oder Annahmen durchzuführen. Ausserdem setzen Praktiker bei der Schätzung des Kreditrisikos im allgemeinen voraus, dass alle Parameter und Annahmen mit Sicherheit bekannt sind, so dass die Kreditrisikoaspekte ignoriert werden, die aus Unsicherheit und/oder Instabilität der Parameter und des Modells entstehen.²⁷
- Versicherungsmathematische Parameterschätzungen sind an sich rückblickend, während Aktienwertansätze theoretisch vorausschauend sind. Einige der Annahmen, die dem Aktienwertmodell zugrunde liegen, erscheinen jedoch nicht realistisch. Dazu zählt die Überzeugung, dass a) alle Bewegungen des Aktienpreises Änderungen des zugrundeliegenden wirtschaftlichen Wertes der Unternehmen und nicht Änderungen im Marktpreis des Aktien-

²⁷ Die Berücksichtigung der Unsicherheit von Parameterschätzungen kann das gemessene Kreditrisiko wesentlich erhöhen. S. Gregory R. Duffee, „On Measuring Credit Risks of Derivative Instruments“, *Journal of Banking and Finance*, 20, S. 805-833 (1996).

risikos widerspiegeln und b) Aktienpreise sämtliche verfügbaren Informationen reflektieren - diese Annahme eines effizienten Marktes ist vor allem in Ländern ohne strenge Offenlegungsvorschriften sehr fragwürdig. Letztlich ist die relative Genauigkeit von versicherungsmathematischen gegenüber Aktienwertmethoden eine empirische Frage.

- Ausserhalb der USA existieren nur wenige historische Daten über die Wertentwicklung von Unternehmensanleihen, die für die Kalibrierung von Ausfallwahrscheinlichkeiten (EDF) und Korrelationen verwendet werden können. Historische Daten über die Wertentwicklung von Darlehen sind noch spärlicher. Die Verwendung von US-Daten für Kreditnehmer in anderen Ländern ist aufgrund der Unterschiede im Konkursrecht und in der Bankpraxis wahrscheinlich sehr problematisch. Darüber hinaus gibt es selbst innerhalb der USA Grund zu der Annahme, dass öffentlich bewertete Unternehmensanleihen niedrigere EDF und andere Korrelationsmuster zeigen als z.B. Darlehen an Kreditnehmer aus dem Mittelstand, die kleiner und weniger diversifiziert sind.

4. Kreditspreads

A. Überblick

Dieser Bereich scheint sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium zu befinden. Eigentlich alle Anwender von Marktwertmodellen betrachten die Fristenstruktur der Kreditspreads für Zwecke der Kreditrisikomodellierung als unveränderlich und bekannt.²⁸

B. Zentrale Aspekte

- Es ist selbst für höher entwickelte Märkte schwer, zuverlässige Daten über Kreditspreads zu erhalten. Unterschiede (Spreads) zwischen der Rendite einer Schuldverschreibung und der einer risikolosen Anleihe enthalten normalerweise keine Korrektur für die unterschiedliche Liquidität. Während dieses Papier geschrieben wird, ist der Task Force keine Untersuchung bekannt, die die mögliche Sensitivität einer geschätzten Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) gegenüber der Annahme des Marktwertansatzes untersucht, dass Kreditspreads unveränderlich und bekannt sind.

²⁸ Einige Studien stellen die Effizienz der Anleihemärkte und damit die Nützlichkeit von Schätzungen der Ausfallwahrscheinlichkeiten aus der Fristenstruktur der Kreditspreads in Frage. S. auch die vorangegangenen Erörterungen zu Aspekten der Modellierung von Korrelationen von Ausfällen/Rating-Änderungen.

5. Höhe der Risikopositionen

A. Überblick

Für viele Arten von Kreditinstrumenten ist die Risikoposition einer Bank nicht mit Sicherheit bekannt, sondern hängt vom Auftreten zufälliger zukünftiger Ereignisse ab. Ein Beispiel für eine solche *kreditbezogene Optionalität* („*credit-related optionality*“) ist eine zugesagte Kreditlinie, bei der eine Bank für einen festgelegten Zeitraum zusagt, auf Anforderung des Kreditnehmers Mittel bis zu einer bestimmten Höhe zur Verfügung zu stellen. Ein beobachtetes Merkmal solcher Linien besteht darin, dass die Inanspruchnahme durch einen Kunden zunimmt, wenn seine Kreditqualität nachlässt. Darin zeigen sich die eingeschränkte Verfügbarkeit oder die höheren Kosten anderer Finanzierungsquellen.²⁹

Die kreditbezogene Optionalität einer Kreditlinie wird gewöhnlich erfasst, indem die Inanspruchnahme als eine bekannte Funktion des Kredit-Ratings des Kunden am *Ende der Periode* behandelt wird. Zur Veranschaulichung betrachte man eine einjährige Kreditlinie, die zuerst nicht genutzt ist. Die Inanspruchnahme am Periodenende wird in Abhängigkeit von der Kreditklasse des Kunden am *Ende* des Planungshorizonts und auf Basis der historisch beobachteten durchschnittlichen Inanspruchnahme von Kunden in dieser zukünftigen Klasse angenommen.

Im Ausfallmoduskonzept wird häufig ein etwas einfacherer Ansatz verwendet, da nur zwei zukünftige „Ratings“ von Bedeutung sind - Ausfall oder kein Ausfall. Im wesentlichen wird die nicht in Anspruch genommene Kreditzusage in einen Kreditäquivalenzbetrag (LEE) umgewandelt, um sie mit einem Darlehen mit fester Laufzeit vergleichbar zu machen. Idealerweise wird der LEE als die erwartete Inanspruchnahme im Rahmen der eingeräumten Kreditlinie berechnet, falls der Kunde bis zum Periodenende zahlungsunfähig werden sollte.³⁰ (Falls der Kunde zahlungsfähig bleibt, spielt in Ausfallmodusmodellen die Höhe der Inanspruchnahme keine Rolle, da die Kreditverluste gleich Null wären.)

²⁹ Ein zweites Beispiel ist ein Derivatgeschäft, bei dem sich das Kontrahentenkreditrisiko einer Bank während der Laufzeit des Kontrakts zufällig ändert, weil der Kontrakt weiter „ins Geld“ geht. Ein weiteres Beispiel für kreditbezogene Optionalität, die im Zusammenhang mit Marktwertmodellen von Bedeutung ist, ist die Änderung der Konditionen einer Kreditvereinbarung aufgrund von Änderungen der Finanzlage eines Kunden. Bei einer „Raster-Preisfestlegung“ („grid pricing“) werden Kreditspreads beispielsweise periodisch auf Basis des Kredit-Ratings oder anderer Indikatoren der Finanzlage eines Kunden neu festgelegt. Auch Optionen zur vorzeitigen Rückzahlung von Darlehen können eine kreditbezogene Optionalität erzeugen, da Kunden nach einer Rating-Verbesserung ihre Rückzahlungsoption ausüben, um sich zu geringeren Kreditspreads zu refinanzieren, während Kunden, die eine Rating-Verschlechterung erfahren, dies nicht tun.

³⁰ Für ein einfaches Darlehen entspricht der LEE dem Betrag des Darlehens.

B. Zentrale Aspekte

- Methoden für die Behandlung der kreditbezogenen Optionalität befinden sich noch in der Entwicklungsphase; die Task Force beobachtete in der Praxis eine breite Vielfalt. In Bezug auf Kreditzusagen nehmen manche Banken z.B. implizit an, dass die zukünftigen Inanspruchnahmen *unabhängig* von zukünftigen Änderungen der Kreditqualität des Kunden sind. Solche Annahmen können zu einer systematischen Unterschätzung des mit solchen Instrumenten verbundenen Kreditäquivalenzbetrags führen.
- Fragen treten auch bezüglich der Behandlung der kreditbezogenen Optionalität bei derivativen Geschäften auf. Beim derzeitigen Stand der Technik ist es sehr schwer, gleichzeitige Monte-Carlo-Simulationen des Kreditrisiko- und des VaR-Modells der Bank durchzuführen, wodurch zufällige Änderungen des Marktwerts eines Kontrakts während seiner Laufzeit simuliert werden könnten. Deshalb wird die Optionalität normalerweise in einem Kreditrisikomodell berücksichtigt, indem ein nichtzufälliger LEE in Höhe des aktuellen Marktwerts des Instruments zuzüglich eines Zuschlags für zukünftige Wertentwicklungen zugrunde gelegt wird. Die Methoden für die Berechnung dieses Zuschlags sind sehr unterschiedlich weit ausgereift. Manche Banken setzen die Zuschläge mit Null an, so dass im Effekt zukünftige Wertentwicklungen ignoriert werden, während die Zuschläge in anderen Instituten auf irgendeine Weise die historische Preisvolatilität des zugrundeliegenden Referenzwerts widerspiegeln.³¹
- In den meisten Kreditrisikomodellen nehmen die Modellentwickler an, dass jede unerwartete zukünftige Änderung der Risikoposition einer Bank bezüglich eines ausserbörslichen Derivatkontrakts sowohl von a) Änderungen in allen anderen ausserbörslichen Kontrakten und b) Änderungen der Kreditqualität des Kontraktpartners der Bank unabhängig ist. Beide Annahmen können das Ergebnis von Kreditrisikomodellen verzerren. Zum Beispiel kann das Kontrahentenrisiko über die Kontrakte hinweg positiv korreliert sein (z.B. könnte eine Bank mit grossen Engagements in Öl-Futures-Kontrakten erwarten, dass bei einer bedeutenden Änderung der Ölpreise alle Kontrakte gemeinsam ins Geld oder aus dem Geld laufen.) Ähnlich kann in bestimmten Kontrakten der Umfang, in dem eine Bank „im Geld“ ist, negativ mit Änderungen der Kreditqualität ihres Kontrahenten korreliert sein.³²

³¹ In manchen Banken wird der Zuschlag beispielsweise so bestimmt, dass der implizierte LEE eine Standardabweichung der Kreditverluste dieser (Einzel-)Position erzeugt, die identisch zu dem Wert aus einem VaR-Modell ist, in dem sowohl der Ausfall des Kreditnehmers als auch der Marktwert des Kontrakts gemeinsam simuliert werden (durch eine Monte-Carlo-Simulation).

³² Solche Transaktionen werden als umgekehrte Derivatkontrakte bezeichnet. Zur Veranschaulichung betrachte man einen Zinsswap (mit einem konjunkturabhängigen Kontrahenten), in dem die Bank variable Zinszahlungen leistet und feste

6. Umsetzung: Datensammlung und Leistungsfähigkeit der Systeme

A. Datenverfügbarkeit und Systemkapazitäten

Angesichts der Seltenheit der Ausfallereignisse wird ein umfassenderes historisches Bild benötigt, um ein genaues Kreditrisikomodell zu bauen. Insofern ist es wichtig, dass Modellparameter rechtzeitig aktualisiert werden, um alle aktuell verfügbaren Informationen zu erfassen. Aufgrund von Datenbeschränkungen wird die Neuschätzung der Parameter in der Praxis jedoch eher selten vorgenommen, im Zeitrahmen von monatlich bis jährlich; manche Banken haben gerade erst begonnen, die notwendigen Daten systematisch zu sammeln. Die Modellierung des Portfoliokreditrisikos erfordert daneben erhebliche Systemkapazitäten; in manchen Fällen dauert es mehrere Wochen, bis die erforderlichen Daten gesammelt sind.

Der Umfang der Schwierigkeiten, denen sich Institute bei der Auswahl der Daten gegenübersehen, war teilweise bedingt durch die Methode des gewählten Modells. Zum Beispiel können Modelle, die versicherungsmathematische Methoden verwenden und auf die Korrelationsstruktur zwischen Branchen vertrauen, um die Abhängigkeiten zwischen den Schuldnern zu berücksichtigen, durch die Häufigkeit beschränkt sein, mit der neue Daten verfügbar werden, während Modelle, die auf dem Aktienwert beruhende Schätzmethode verwenden, in kürzeren Zeitabständen aktualisiert werden können.

B. Zentrale Aspekte

- Wie bereits erwähnt, hängt der Zeitbedarf für den Durchlauf eines Modells von der gewählten Methode ab. Modelle, die die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Kreditverluste (PDF) analytisch zu approximieren versuchen, können in Minuten berechnet werden. Viele der untersuchten Modelle verwenden jedoch Monte-Carlo-Simulationen, um die vollständige Verteilung der Portfolioverluste zu bestimmen. Angesichts der Anzahl der Rating-Änderungsgründe und der Anzahl der zu schätzenden Positionen kann dieses Verfahren rechen-technisch sehr aufwendig sein und mehrere Tage oder noch länger dauern. Deshalb sind viele Banken nicht in der Lage, die PDF des Portfolios explizit zu schätzen, und führen statt dessen verschiedene vereinfachende Annahmen ein, die eine analytische Approximation der Verteilung erlauben, möglicherweise auf Kosten der Berücksichtigung bestimmter Quellen der Variabilität. Banken könnten in Zukunft in der Lage sein, die Berechnungsprobleme in

Zinszahlungen erhält. Ein grosser gesamtwirtschaftlicher Schock könnte Marktwertgewinne in der Derivativposition erzeugen (da die kurzfristigen Zinsen in der Wirtschaft fallen), während gleichzeitig die Kreditqualität des Kontrahenten sinkt.

gewissem Umfang zu lösen, indem die verwendeten Simulationsalgorithmen verfeinert und effizientere Programmier Techniken eingeführt werden.

- Andere Institute schätzen die PDF der Kreditverluste zu einem Zeitpunkt und setzen voraus, dass die Zusammensetzung des Portfolios über einen gegebenen Zeitraum unverändert bleibt. In solchen Fällen werden die PDF schliesslich relativ selten neu geschätzt, wöchentlich bis jährlich. In extremen Fällen ist die ursprüngliche PDF niemals aktualisiert worden. Bei der Bestimmung der optimalen Häufigkeit für die Neuschätzung der PDF sollten die Geschwindigkeit und das Ausmass der Änderungen der Kreditportfoliozusammensetzung einer bestimmten Bank als Schlüsselfaktoren berücksichtigt werden.

Teil IV

Validierung

1. Zusammenfassung von Grundsätzen und Aspekten der Validierung

Die Bestandteile einer Modellvalidierung können in vier umfassende Kategorien eingeteilt werden: a) Backtesting oder Rückvergleich der *Ex-ante*-Schätzung der erwarteten und unerwarteten Verluste mit der *Ex-post*-Erfahrung; b) Stresstesting oder Analyse der Modellergebnisse in verschiedenen gesamtwirtschaftlichen Szenarien; c) Feststellung der Sensitivität der Kreditrisikoschätzungen gegenüber den zugrundeliegenden Parametern und Annahmen und d) Sicherstellung einer unabhängigen Überwachung und Beaufsichtigung eines Modells. Gegenwärtig besitzen wenige Banken Verfahren, die sowohl die aufgezählten Validierungsmassnahmen umfassen als auch alle Bestandteile der Modellunsicherheit ansprechen. Dies legt die Vermutung nahe, dass sich der Bereich der Validierung in der nahen Zukunft als eine zentrale Herausforderung für die Banken erweisen wird.

A. Unterschiede zwischen Kredit- und Marktrisikomodellen

Die *Änderung der Eigenkapitalvereinbarung zur Einbeziehung der Marktrisiken* skizzierte sowohl qualitative als auch quantitative Anforderungen für die Verwendung von Modellen zur Feststellung aufsichtsrechtlicher Eigenkapitalanforderungen. Bei der Überprüfung der Eignung solcher Anforderungen für den Kreditrisikobereich stellt sich heraus, dass qualitative Anforderungen - wie Kontrolle durch die Geschäftsleitung - eine ähnlich wichtige Rolle bei der Beurteilung der Genauigkeit von Kreditrisikomodellen spielen werden. Die Anwendung der quantitativen Anforderungen auf Kreditrisikomodelle dürfte jedoch eine zentrale Herausforderung darstellen.

B. Zentrale Aspekte

- Banken und Wissenschaftler nennen gleichermaßen Datenbeschränkungen als zentrales Hindernis für die Gestaltung und Implementierung von Kreditrisikomodellen. Für die meisten Kreditinstrumente existiert kein Marktwert, daher lässt sich die Vorhersage eines Kreditrisikomodells nicht aus statistischer Hochrechnung der zukünftigen Preise auf Basis umfassender historischer Erfahrungen ableiten. Der Mangel an Daten, die zur Schätzung von Kreditrisikomodellen benötigt werden, beruht auch auf der Seltenheit von Ausfallereignissen und den längerfristigen Zeithorizonten, die bei der Messung des Kreditrisikos verwendet werden. Deshalb ist zur Spezifikation der Modellparameter in Kreditrisikomodellen die Verwendung von vereinfachenden Annahmen und Hilfsdaten notwendig. Die relative Grösse des Bankbestands - und die möglichen Rückwirkungen auf die Zahlungsfähigkeit der Bank,

wenn die modellierten Kreditrisikoschätzungen ungenau sind - unterstreichen den Bedarf nach einem besseren Verständnis der Sensitivität eines Modells gegenüber strukturellen Annahmen und Parameterschätzungen.

- Die Validierung von Kreditrisikomodellen ist auch wesentlich schwieriger als das Backtesting von Marktrisikomodellen. Während Marktrisikomodelle typischerweise einen Horizont von einigen Tagen haben, betrachten Kreditrisikomodelle einen Zeitrahmen von einem Jahr oder länger. Die längere Haltedauer in Verbindung mit den in Kreditrisikomodellen verwendeten höheren Zielgrössenquantilen stellt die Modellentwickler bei der Beurteilung der Genauigkeit ihrer Modelle vor Probleme. Quantitative Validierungsanforderungen, die denjenigen in der Änderung zur Einbeziehung der Marktrisiken ähnlich sind, würden eine nicht praktikable Anzahl von Datenjahren erfordern, die mehrere Kreditzyklen umfassen.
- In den meisten Instituten sind die relative Bedeutung und die Länge des relevanten Planungshorizonts des Bankbestands viel grösser als für den Handelsbestand. Fehler bei der Messung des Kreditrisikos spielen deshalb eine viel grössere Rolle bei der Beurteilung der Solidität der Bank insgesamt. Zudem ist es im Bankbestand viel wahrscheinlicher, dass bedeutende Verluste unbemerkt auflaufen, da kein Marktwert festgestellt wird.

2. Backtesting

A. Überblick

Die Methode, die beim Backtesting von VaR-Modellen angewandt wird, kann aufgrund der oben genannten Datenbeschränkungen nicht einfach auf Kreditrisikomodelle übertragen werden.³³ Die Änderung der Eigenkapitalvereinbarung zur Einbeziehung der Marktrisiken, verlangt ein Minimum von 250 Handelstagen für Prognosen und realisierte Verluste. Ein ähnlicher Standard für Kreditrisikomodelle würde eine nicht praktikable Anzahl von Datenjahren erfordern, da der Zeithorizont dieser Modelle länger ist.

B. Zentrale Aspekte

- Angesichts der begrenzten Verfügbarkeit von Daten für Überprüfungen ausserhalb der zugrundeliegenden Datenmenge ist eine Backtesting-Schätzung des unerwarteten Kreditverlusts in der Praxis sicherlich problematisch. Dies zeigte sich in den Antworten auf die

³³ Der Begriff „Backtesting“ wird im Zusammenhang mit Kreditrisikomodellen in einem weiteren Sinne verwendet als im Zusammenhang mit Marktrisikomodellen und deren aufsichtsrechtlichen Rahmen.

Umfrage der Task Force: Keine der teilnehmenden Banken teilte mit, dass ein formelles Backtesting-Programm für die Bestätigung der Kreditrisikoschätzungen - oder *unerwarteten* Verluste - in Gebrauch sei. Wenn Analysen von Ex-ante-Schätzungen und Ex-post-Erfahrungen überhaupt vorgenommen werden, vergleichen die Banken in der Regel die geschätzten Kreditrisikoverluste mit einer historischen Zeitreihe aus tatsächlichen Kreditverlusten, die über einige Jahre hinweg gewonnen wurde. Der Vergleich der *erwarteten* mit den *tatsächlichen* Kreditverlusten besagt jedoch nichts über die Vorhersagegenauigkeit des Modells für die *unerwarteten* Verluste, für die das ökonomische Kapital zugeteilt wird. Während es solche unabhängigen Arbeiten zum Backtesting kaum gibt, weisen manche Literaturquellen darauf hin, dass nur schwer sicherzustellen ist, dass durch Kreditrisikomodelle erzeugte Eigenkapitalanforderungen einen angemessenen grossen Kapitalpuffer bieten.³⁴

- Banken setzen verschiedene Mittel zur Validierung von Kreditrisikomodellen ein, darunter sogenannte marktgestützte Überprüfungen der Realität („market-based reality checks“) wie die Vergleichsgruppenanalyse, die Renditenanalyse und Vergleiche von Kreditspreads am Markt mit solchen, die das Modell der Bank vorgibt.³⁵ Diesen Ansätzen liegt allerdings die Annahme zugrunde, dass die vorherrschende Marktmeinung über das angemessene Kapitalniveau (bei der Vergleichsgruppenanalyse) oder die Kreditspreads (bei der Renditenanalyse) grundsätzlich richtig und ökonomisch gut fundiert ist. Wenn dem nicht so ist, ruft das Vertrauen in solche Verfahren Fragen bezüglich der Vergleichbarkeit und Konsistenz von Kreditrisikomodellen hervor - eine Frage, die für Aufsichtsorgane von besonderer Bedeutung ist.³⁶

³⁴ S. Pamela Nickell, William Perraudin und Simone Varotto, *Ratings Versus Equity-Based Credit Risk Modelling: An Empirical Analysis*, September 1998. Für diese empirische Studie wurden repräsentative Beispiele für zwei Haupttypen von Kreditrisikomodellen (auf Rating bzw. Aktienwert beruhend) implementiert und bewertet sowie deren Leistung auf der Basis von nicht der Schätzung zugrundeliegenden Daten unter Verwendung grosser Portfolios von Eurobonds beurteilt. Beiden Modellen gelang es nicht, im 10jährigen Beispielszeitraum für ein ausreichend grosses Kapitalpolster zu sorgen; die Portfolios erlebten „Ausnahmen“ in Höhe eines Vielfachen der Quote, die durch VaR-Berechnungen auf Basis des Modellergebnisses vorhergesagt wurde.

³⁵ Die Vergleichsgruppenanalyse soll durch den Vergleich der Eigenkapitalquoten der Mitbewerber das Kapital abschätzen, das benötigt wird, um ein hypothetisch angestrebtes Kredit-Rating für ein bestimmtes Geschäft (vollständige Geschäftsbereiche oder umfassende Produktgruppen) zu erreichen. Banken können auch den internen Schwellensatz mit der erwarteten risikoadjustierten Rendite vergleichen, die mit der Investition in Unternehmensanleihen mit einem bestimmten Rating erzielt werden könnte. Dieses Vorgehen kann die Notwendigkeit zeigen, die Modellparameter neu zu schätzen, abhängig von der implizierten Höhe der Kapitalallokation. S. Federal Reserve System Task Force on Internal Credit Risk Models, *Credit Risk Models at Major U.S. Banking Institutions: Current State of the Art and Implications for Assessments of Capital Adequacy*, Mai 1998.

³⁶ Ein paar Teilnehmer vertrauen auf solche alternativen Methoden für das Backtesting. Dazu zählen: a) Vergleich der Darlehenspreise, die das Modell vorgibt, mit Marktpreisen; b) Versuch der Überprüfung der wesentlichen Einflussfaktoren des Modellergebnisses (interne Ratings und Einbringlichkeitsquoten) durch Vergleiche mit externen Bezugspunkten wie Moody's und S&P; c) Backtesting von virtuellen Portfolios angesichts des Mangels an Daten über Kreditereignisse. S. z.B. Jose Lopez und Marc Saidenberg, *Evaluating Credit Risk Models*, September 1998.

3. Stresstesting

A. Überblick

Stresstests sollen einige der grössten Unsicherheiten in Kreditrisikomodellen - wie die Schätzung der Ausfallraten oder der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung von Risikofaktoren - überwinden, indem bestimmte wirtschaftliche Szenarien festgelegt werden und die Angemessenheit des Kapitals der Bank vor dem Hintergrund dieser Szenarien beurteilt wird. Dabei spielt die Wahrscheinlichkeit, mit der solche Ereignisse auftreten können, keine Rolle. Stresstests können eine Reihe von Szenarien abdecken, darunter die Entwicklung bestimmter Branchen in einer Krise oder die Höhe der Verluste in extremen Stadien des Kreditzyklus.

B. Zentrale Aspekte

- Theoretisch könnte ein stabiles Stresstesting-Verfahren angesichts der Beschränkungen, die den heutigen Backtesting-Methoden innewohnen, als Ergänzung zum Backtesting dienen. Es entstand jedoch nicht der Eindruck, dass die Banken umfangreiche Ressourcen darauf verwendet haben, angemessene Stresstesting-Verfahren zu finden. Von den an der Befragung teilnehmenden Banken gab ungefähr die Hälfte an, dass sie Stresstests für das Portfolio durchführen, und andere Institute teilten mit, dass sie noch dabei sind, solche Methoden zu entwickeln. In den meisten Fällen wird das Verfahren jedoch nicht formell entwickelt oder wird nur sporadisch durchgeführt. Zu den erfassten Szenarien zählt eine Verschlechterung der Kredit-Ratings oder der Marktspreads, Änderungen in den Ausfallquoten, Verschiebungen der Ausfallwahrscheinlichkeiten und Änderungen der Korrelationsstrukturen.

4. Sensitivitätsanalyse

A. Überblick

Die Überprüfung der Sensitivität des Modellergebnisses gegenüber Parameterwerten oder kritischen Annahmen ist ebenfalls nicht üblich. Im Falle von gekauften Modellen sind manche Parameterannahmen (und sogar strukturelle Annahmen) dem Anwender unbekannt, so dass Sensitivitätstests und Parameterabwandlungen schwierig sind.

B. Zentrale Aspekte

- Eine Minderheit der Banken gab an, dass sie Sensitivitätsanalysen für eine Anzahl von Faktoren durchführen, darunter: a) Ausfallwahrscheinlichkeit (EDF) und deren Volatilität; b) Ausfallquote (LGD) und c) Zuordnung von internen Rating-Kategorien. Die Analysetiefe war jedoch von Bank zu Bank sehr unterschiedlich. Auch versuchte keiner der Antwort-

tenden, den Umfang des möglichen Fehlers bei der Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Kreditverluste zu quantifizieren, obwohl einige wenige die Ergebnisse des internen Modells mit denen eines Anbietermodells verglichen.

5. Managementaufsicht und Berichtswesen

A. Überblick

Viele der bisherigen Erörterungen beziehen sich auf mathematische und technische Aspekte der Validierung. Genauso wichtig ist jedoch das interne Umfeld, in das das Modell eingebettet ist. Der Umfang der Kontrolle durch die Geschäftsleitung, die Fähigkeiten der Kreditsachbearbeiter, die Qualität der internen Kontrollen und andere traditionelle Merkmale der Kreditkultur werden weiterhin eine Schlüsselrolle im Rahmen des Risikomanagements spielen.

B. Zentrale Aspekte

- Da sich die aktuelle Generation von Kreditrisikomodellen noch in den Kinderschuhen befindet, sind viele der Personen, die gegenwärtig in die Modellentwicklung einbezogen sind, auch Endbenutzer - die Risikomanager der Bank. Wenige Banken haben jedoch ihre Modelle einer unabhängigen Überprüfung und Revision unterzogen. Wenn Kreditrisikomodelle zu einem integralen Bestandteil der aktiven Messung der Geschäftsentwicklung und der Entlohnungssysteme werden, haben Banken eine gründliche Überwachung der Modelle sicherzustellen, um mögliche Interessenkonflikte zu vermeiden. Diese Möglichkeit wird im Bereich der internen Beurteilungssysteme für Darlehen deutlich. Während eine Anzahl von Instituten zur Zeit versucht, ihre internen Ratings durch die Verwendung von Kreditbewertungsmodellen zu bestätigen, ordnet die Mehrzahl der Banken ihren Kontrahenten weiterhin Ratings allein nach der Einschätzung des Kreditsachbearbeiters zu.
- Normalerweise dokumentieren Banken das Verfahren der Kreditrisikomodellierung sowie die Ergebnisse von durchgeführten Stresstests. Bei der Schätzung der Modellparameter vertrauen die Banken jedoch manchmal auf geschützte Daten von Unternehmensberatern, die mit nicht offengelegten Methoden gewonnen werden. Die Tatsache, dass Validierungsanalysen im allgemeinen nicht entwickelt sind, ruft ebenfalls Bedenken bezüglich der Qualität und Vollständigkeit des Aufsichtsverfahrens hervor.

Anhang

Kreditrisikomodellierung - Konzeptionelle Aspekte

Gegenstand	Beschreibung	Anwendung in der Praxis	Aspekte/Probleme	Seite
Definition des Kreditverlusts	Wie ist Verlust definiert?	<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Marktwert- als auch Ausfallmodusverfahren werden verwendet/gefördert. • Manche Banken berücksichtigen Abwicklungs- und Haltekosten, andere nicht. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erheblichkeit der Verlustdefinition (sollte Marktwert oder Ausfall verwendet werden?) nicht klar. 	15
Zeithorizont	Über welchen Zeitraum sollten Verluste gemessen werden?	<ul style="list-style-type: none"> • Die meisten verwenden einen 1-Jahres-Horizont. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr wenige Sensitivitätsanalysen wurden bis heute durchgeführt. • Welcher Horizont sollte für das Eigenkapital verwendet werden (z.B. ein Jahr, Laufzeit des Kredits, usw.)? 	15
Aggregation der Kreditrisiken	Unterscheidung zwischen Erfassung von Einzelkredit-eigenschaften bzw. Eigenschaften einer Gruppe.	<ul style="list-style-type: none"> • Die meisten Banken erfassen individuell Merkmale von Unternehmenskrediten und fassen Retail-Portfolios zusammen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässigkeit der zusammengefassten Daten. • Zusammengefasste Daten verbergen „kreditspezifische“ Risiken. 	28
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (PDF)	Methode, mit der die PDF ermittelt wird; Nutzung der PDF.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelle spezifizieren die jeweilige Verteilung nicht. 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Übereinstimmung, welche Art von Verteilungen zu verwenden ist. 	25
Korrelationen der Kreditqualität	Wie gemeinsame Veränderungen zwischen Kredit-Ratings und Ausfällen berücksichtigt werden.	<ul style="list-style-type: none"> • Implizit bzw. explizit. • Explizit (Rating bzw. Branche). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ist eine Methode besser als die andere? • Gibt es bedeutende Unterschiede in den berichteten Ergebnissen? 	30
Bedingt bzw. unbedingt	Hängen die Ergebnisse des Modells von der aktuellen Wirtschaftslage ab?	<ul style="list-style-type: none"> • Gegenwärtig sind die meisten Modelle unbedingt, nur wenige sind bedingt. 	<ul style="list-style-type: none"> • In Abhängigkeit von der gewählten Methode kann das Risiko je nach dem Stadium im Konjunkturzyklus unterschätzt oder überschätzt werden. 	26

Kreditrisikomodellierung - Konzeptionelle Aspekte

Gegenstand	Beschreibung	Anwendung in der Praxis	Aspekte/Probleme	Seite
Interne Verwendung	Ermöglicht das Verfahren eine unternehmensweite Verwendung, oder kann es nur auf Risikopositionen in bestimmten Bereichen angewandt werden? Wie verwenden die Banken ihre Kreditrisikomodelle intern?	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr wenige Banken haben ein voll integriertes, unternehmensweites Modell, um das Kreditrisiko zu messen. • Die Verwendung unterscheidet sich stark. Einige der genannten Verwendungen sind: Kreditkonzentrationslimits, ALL-Richtlinie und RAROC-Bestandteil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wieviel Vertrauen kann in diese Verfahren gesetzt werden, wenn Banken diese Systeme nicht für die interne Zuordnung von Kapital verwenden? 	

Kreditrisikomodellierung - Aspekte der Parameterspezifikation

Gegenstand	Beschreibung	Anwendung in der Praxis	Aspekte/Probleme	Seite
Ausfallquoten (LGD)	Bestimmung des Verlusts, der eintritt, sofern ein Kredit ausfällt.	<ul style="list-style-type: none"> • Die meisten Banken verwenden eine Kombination aus historischen Daten und Intuition, um Ausfallquoten zu bestimmen. • Methoden der LGD-Modellierung unterscheiden sich stark, die meisten Modelle verwenden jedoch eine Betaverteilung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Sensitivitätsanalyse. • Mangelnde historische Information. 	34
Risiko-Ratings/ Erwartete Ausfallhäufigkeit (EDF)	Bestimmung des erwarteten Ausfallrisikos für eine einzelne Adresse und/oder eine Gruppe von Forderungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Interne Risiko- und öffentliche Schuldtitel-Ratings werden in den meisten Fällen für einzelne Adressen verwendet. • Für Gruppen von Krediten werden typischerweise die internen historischen Abschreibungsrate der Bank verwendet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragwürdige Genauigkeit der internen Systeme, mit denen die EDF bestimmt werden kann. Die meisten Systeme kombinieren EDF und LGD. 	36
Risiko-Rating-Übergänge	Vorhersage zukünftiger Bewegungen innerhalb der Risiko-Ratings und in die Zahlungsunfähigkeit.	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Anzahl von Banken vertraut auf öffentliche Informationen über Schulden-Rating (d.h. historische Informationen). • Andere Banken haben Übergangsmatrizen auf Basis interner historischer Informationen erstellt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Schulden-Rating-Übergangsmatrizen können für Bankkredite ungeeignet sein. • Interne Systeme sind vielleicht ungenau oder erfassen einen zu kurzen historischen Zeitraum. 	36
Kreditkorrelationen	Bestimmung der gemeinsamen Wertveränderung von Forderungen. Im Marktwertverfahren ist die Korrelation zwischen Risiko-Rating-Bewegungen sowie Ausfall zu messen.	<ul style="list-style-type: none"> • Die meisten Modelle verwenden Korrelationsdaten, die aus Aktienpreisbewegungen erzeugt werden. • Andere Banken vertrauen auf ihre eigene Beurteilung, um Korrelationen zu berücksichtigen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ist es vernünftig, Aktienwertinformationen für die Bestimmung von Korrelationen zwischen Bankkrediten zu verwenden? • Der Mangel an historischen Daten ist für diesen Parameter ein sehr bedeutendes Problem. • Ausserhalb der USA existieren noch weniger Informationen. 	40

Kreditrisikomodellierung - Aspekte der Parameterspezifikation

Gegenstand	Beschreibung	Anwendung in der Praxis	Aspekte/Probleme	Seite
Kreditspreads	Bestimmung der angemessenen Kreditspreads für die Diskontierung zukünftiger Zahlungen im Marktwertmodell.	<ul style="list-style-type: none"> • Banken neigen dazu, die gewöhnlich am Markt notierten Kreditspreads für Kredite, die in Rating-Kategorien für öffentliche Schulden fallen, zu verwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wie wird das „Liquiditäts“-Element von Kreditspreads berücksichtigt? 	43
Positionsvolumen (z.B. Inanspruchnahme bei Zahlungsunfähigkeit)	Bestimmung des angemessenen Kreditrisikobetrags, der im Modell eingesetzt wird.	<ul style="list-style-type: none"> • Banken versuchen, eine Kreditäquivalenz festzustellen, wenn die Risikoposition nicht genau bekannt ist (z.B. nicht in Anspruch genommene Kreditzusagen). • Banken versuchen, zukünftige und durchschnittliche Risikobeträge zu bestimmen oder Kreditäquivalenzbeträge für marktbestimmte Instrumente zu schätzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genauigkeit der Schätzungen. 	44
Charakterisierung des Kredits	Bestimmung der richtigen Branche und des Landes, denen der Kredit zuzuordnen ist.	<ul style="list-style-type: none"> • Banken verwenden eine Kombination aus Ermessen und Bilanzinformation (auf Basis von Umsatz und Substanzwert). 	<ul style="list-style-type: none"> • Genauigkeit der auf dem Ermessen beruhenden Charakterisierungen. • Mangel an Informationen zur Unterstützung von Branchen/Länder-Zuordnungen. 	42
Leistungsfähigkeit der Systeme	Sind die Systeme der Banken in der Lage, die benötigten Daten zu erfassen und können Daten aus mehreren Systemen kombiniert werden?	<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutende Unterschiede bestehen darin, wie und welche Informationen gesammelt werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es werden unzureichende Informationen gesammelt. • Wesentliche Systemverbesserungen und -änderungen sind erforderlich, wenn Informationen gesammelt werden sollen. 	46
Management-informationssysteme	Werden genaue, aktuelle und verständliche Informationen für das Management aufbereitet?	<ul style="list-style-type: none"> • Abläufe des Reporting befinden sich noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manche Anwendungen benötigen lange, um eine Analyse durchzuführen. 	46

Kreditrisikomodellierung - Aspekte der Validierung

Gegenstand	Beschreibung	Anwendung in der Praxis	Aspekte/Probleme	Seite
Management-aufsicht	Inwieweit ist das Management einer Bank in der Lage, eine vernünftige Aufsicht dieses Bereichs durchzuführen?	<ul style="list-style-type: none"> Die meisten Kenntnisse/Erfahrungen über das Modellierungsverfahren liegen momentan bei den Back-Office-Analysten. 	<ul style="list-style-type: none"> Bereichsmanagement und oberstes Management müssen Verständnis für die Stärken und Schwächen gewinnen. 	52
Backtesting	Bestätigung, dass die tatsächlichen Verluste mit den vorhergesagten Verlusten übereinstimmen.	<ul style="list-style-type: none"> Keine Bank hat irgendein bedeutendes Backtesting vollzogen. Begrenzte Verfügbarkeit von historischen Daten ist ein grosses Hindernis. 	<ul style="list-style-type: none"> Bisher gibt es keinen Weg, die Genauigkeit zu bestätigen. Es bleibt die Frage, wie ein genaues Backtesting durchgeführt werden kann. 	49
Stresstesting	Bestimmung der Modellergebnisse unter verschiedenen wirtschaftlichen Szenarien.	<ul style="list-style-type: none"> Manche Institute arbeiten in diesem Bereich, bisher haben wir jedoch noch keine umfassende Arbeit gesehen. 	<ul style="list-style-type: none"> Wenige Institute führen ein Stresstesting durch. 	51
Sensitivitäts-analysen	Beurteilung der Sensitivität der Ergebnisse gegenüber geänderten Eingabeparametern.	<ul style="list-style-type: none"> Sehr wenig ist bisher in diesem Bereich getan worden. 	<ul style="list-style-type: none"> Informationen über Sensitivitäten sind sehr begrenzt. Bedeutende Verbesserungen sind notwendig, um den Einfluss von Parameteränderungen zu verstehen. 	51
Interne Überprüfung und Revision von Modellen	Besitzen Banken ein unabhängiges Überprüfungsverfahren, um die Annehmbarkeit des Modells festzustellen?	<ul style="list-style-type: none"> Die meisten Banken haben kein internes Überprüfungsverfahren. 	<ul style="list-style-type: none"> Mangelnde Unabhängigkeit bei der Überprüfung dieser Verfahren. 	52