

Stresstests in Kreditinstituten für Marktpreis- und Adressrisiken – Möglichkeiten zur Erfüllung aufsichtlicher Anforderungen

Reimo Müller / Stephan Schöning

Mit freundlicher Unterstützung von



ISBN: 978-3-86692-183-2

© Copyright 2012 WHL Wissenschaftliche Hochschule Lahr
Hohbergweg 15-17
77933 Lahr
info@whl-lahr.de
www.whl-lahr.de

Alle Rechte vorbehalten

Stresstests in Kreditinstituten für Marktpreis- und Adressrisiken – Möglichkeiten zur Erfüllung aufsichtlicher Anforderungen

Reimo Müller / Stephan Schöning

Schriften der Wissenschaftlichen Hochschule Lahr

Herausgeber: Prof. Dr. Michael Klebl
JProf. Dr. Jörg Lindenmeier
Prof. Dr. Tristan Nguyen
Prof. Dr. Markus Pütz
Prof. Dr. Martin Reckenfelderbäumer
Prof. Dr. Bernd Remmele
Prof. Dr. Stephan Schöning

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abstract	5
1 Einführung.....	6
2 Grundlagen zu Stresstests in Kreditinstituten.....	8
2.1 Definition und Zielsetzung von kreditwirtschaftlichen Stresstests	8
2.2 Zum Erfordernis von Stresstests in Kreditinstituten	9
2.2.1 Betriebswirtschaftliche Notwendigkeit von Stresstests.....	9
2.2.2 Bankaufsichtliches Erfordernis von Stresstests.....	12
2.2.2.1 Bestehende Anforderungen.....	12
2.2.2.2 Absehbare zusätzliche Anforderungen	17
2.3 Überblick über Arten von Stresstests	18
2.3.1 Sensitivitätsanalysen	18
2.3.2 Szenarioanalysen.....	20
2.4 Konzeptioneller Rahmen für Stresstests	27
2.4.1 Überblick.....	27
2.4.2 Identifikation der Risikotreiber	28
2.4.3 Bildung von Szenarien.....	30
2.4.4 Bewertung von Szenarien.....	34
2.4.5 Festlegung von Maßnahmen	34
2.4.6 Ergebnisdarstellung	35
3 Stresstests für Marktpreisrisiken.....	38
3.1 Mögliche Risikofaktoren im Bereich Marktpreisrisiko	38
3.2 Konstruktion historischer Stress-Szenarien	38
3.3 Konstruktion von hypothetischen Stress-Szenarien über Monte-Carlo-Simulationen	44
3.4 Verwendung des Maximum-Loss Ansatzes zur Bildung von Stress-Szenarien.....	47
3.5 Verwendung unterschiedlicher Portfoliorisikomaße als Stress-Szenario.....	48
4 Stresstests für Adressenrisiken	50
4.1 Häufig verwendete Szenarien	50
4.2 Regulatorischer und ökonomischer Kapitalbedarf im Stressfall.....	51
4.3 Stresstests unter Berücksichtigung makroökonomischer Faktoren.....	58
5 Risikoartenübergreifende Stresstests	65
5.1 Notwendigkeit und Probleme bei der Bildung risikoartenübergreifender Stresstests.....	65
5.2 Aggregation von Marktpreis- und Adressrisikostresstests über Korrelationsmodelle.....	65
5.2.1 Grundlagen zu Korrelationsmodellen.....	65
5.2.2 Exemplarische Bestimmung des Gesamtrisikos im Normal- und Stressszenario.....	68
5.2.3 Zur Problematik des Modellrisikos	70
5.2.4 Zur Problematik der Unterstellung der Normalverteilungsannahme	72

5.3	Aggregation von Marktpreis- und Adressrisikostresstests über Copula-Funktionen.....	75
6	Kritische Würdigung und Fazit	80
	Anhang VBA-Code	82
	Literaturverzeichnis	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Value at Risk und Stresstests	10
Abbildung 2:	Principles of sound stress testing practices	15
Abbildung 3:	Übersicht über die verschiedenen Arten von Stresstests.....	18
Abbildung 4:	Auswahl historischer Stressszenarien	21
Abbildung 5:	Arten von hypothetischen Stress-Tests	23
Abbildung 6:	Methodenübersicht über Stresstests	26
Abbildung 7:	Mögliche Szenarien in Stresstests.....	26
Abbildung 8:	Reifegrad von Stresstests	27
Abbildung 9:	Vorgehensweise zur Umsetzung von Stresstests	28
Abbildung 10:	Dimensionen bei der Bildung von Stressszenarien.....	30
Abbildung 11:	Risikoartenübergreifendes Szenario	33
Abbildung 12:	Beispiel für ein globales hypothetisches Szenario	33
Abbildung 13:	Exemplarischer Auszug aus dem Stresstest-Reporting.....	36
Abbildung 14:	Ratingstruktur Bond-Portfolio	41
Abbildung 15:	Entwicklung des Swapsatzes 3 Jahre gegenüber dem 6-Monats-Euribor.....	42
Abbildung 16:	Entwicklung des iTraxx Europe (3 Jahre)	42
Abbildung 17:	Histogramm Monte-Carlo-Simulation	47
Abbildung 18:	Modellierung Maximum Loss	48
Abbildung 19:	Risikofaktoren im Bereich Adressrisiken	50
Abbildung 20:	Regulatorischer Kapitalbedarf im Stressfall	54
Abbildung 21:	Unterstellte Verteilung der Kreditnehmer auf Ratingklassen	55
Abbildung 22:	Unterstellte Exposureverteilung nach PD-Bändern	55
Abbildung 23:	Gegenüberstellung von Stresstestergebnissen und regulatorischem EK.....	58
Abbildung 24:	Zusammenhang zwischen BIP und Veränderung der Anzahl an Insolvenzen.....	60
Abbildung 25:	Regressionsanalyse Commerzbank und DAX	66
Abbildung 26:	Korrelation Deutsche Bank/Commerzbank 250 Handelstage gleitend im Zeitverlauf 2007-2010	71
Abbildung 27:	Paarweise Rendite Deutsche Bank/Commerzbank	71
Abbildung 28:	Paarweise Rendite BMW/Rücker	72
Abbildung 29:	Verteilung eines Kredits	74
Abbildung 30:	Grundaufbau der Copula-Modellierung.....	77
Abbildung 31:	Vorgehensweise der Copula-Methode.....	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bilanz der Beispielbank.....	7
Tabelle 2:	Inhalte der MaRisk zu Stresstests	14
Tabelle 3:	Inhalte der CEBS Guidelines on Stress Testing.....	17
Tabelle 4:	Übersicht über mögliche standardisierte Sensitivitätsanalysen	19
Tabelle 5:	Spreads im Crash-Szenario.....	21
Tabelle 6:	Vorgehensweise zur Umsetzung von Stresstests	28
Tabelle 7:	Auszug aus den Szenarien des EU-Stresstest 2010	31
Tabelle 8:	Maximale 1-Tages- und 10-Tagesveränderung ausgesuchter Aktienindizes im Zeitraum 14.07.1991 bis 14.07.2010	40
Tabelle 9:	Maximale Veränderungen des 3-Jahres-Swap und iTraxx Europe(3 Jahre) im Beobachtungszeitraum	43
Tabelle 10:	Beschreibung unterschiedlicher Portfoliorisikomaße	48
Tabelle 11:	Ergebnisse der Portfoliorisikomaße	49
Tabelle 12:	Annualisierte neutrale Migrationsmatrix	56
Tabelle 13:	Annualisierte Migrationsmatrix - Stress	56
Tabelle 14:	Berechnete Regressionskoeffizienten des Kreditportfolios	62
Tabelle 15:	Ergebnis der Regressionsanalyse Kreditgeschäft	63
Tabelle 16:	Korrelationsmatrix Deutsche Bank/Commerzbank	67
Tabelle 17:	Value-at-Risk Deutsche Bank/Commerzbank	68
Tabelle 18:	Value-at-Risk Werte der Beispielbank vor Stresssituation	69
Tabelle 19:	Korrelationsmatrix der einzelnen Portfolien.....	70
Tabelle 20:	Angenommene Stressszenarien der Beispielbank.....	70
Tabelle 21:	Value-at-Risk Werte der Beispielbank nach Stresssituation.....	70
Tabelle 22:	Forward Zerobondrenditen	73
Tabelle 23:	Deterministische Kurswerte des Beispielkredits.....	73
Tabelle 24:	Berechnung von Erwartungswert und Standardabweichung des Beispielkredits	74

Abstract

Die bankaufsichtlichen Regelungen verlangen mittlerweile von Kreditinstituten an verschiedenen Stellen die Durchführung von Stresstests, mit denen die Auswirkungen extremer, aber plausibler Ereignisse auf die Risikosituation simuliert werden. Sowohl auf der Ebene der Einzelrisiken als auch in Bezug auf deren Zusammenführung zu einer Gesamtrisikoposition müssen dabei neben historischen aufgrund der Erkenntnisse aus der Finanzkrise auch hypothetische Szenarien verwendet werden. Neben grundlegenden Betrachtungen zu Stresstests fokussiert die vorliegende WHL-Schrift auf die Konstruktion von Stresstests für die beiden maßgeblichen Risikokategorien in Universalbanken, den Zins- und den Adressenrisiken, sowie deren Zusammenführung zu Stresstests auf Gesamtbankebene. Die hierbei auftretenden, modellimmanenten Problemfelder werden identifiziert und der weitere Forschungsbedarf aufgezeigt.

1 Einführung

Im Rahmen der Finanzmarktkrise wurden eklatante Defizite im Risikomanagement von Kreditinstituten deutlich: „Viele Banken – auch deutsche – sind Risiken eingegangen, die sie nicht beherrscht haben – einige in unverträglich hohem Umfang“¹. Abgesehen davon, dass auch bei der Risikoidentifikation, -bewertung und -steuerung Fehler auftraten, waren es vor allem Mängel im Zusammenhang mit der Risikoanalyse für das Eintreten hoher Verluste verantwortlich.² Vielfach flossen in die zur Überprüfung der Risikotragfähigkeit verwendeten Risikomodellparameter wie z.B. Volatilitäten, Korrelationen ein, für die ausschließlich historisch beobachtete Werte verwendet wurden. Diese sind jedoch für zukunftsgerichtete Aussagen nur eingeschränkt nützlich, denn speziell in Krisenzeiten lässt sich beobachten, dass die Parameter vollkommen andere Werte aufweisen können.³

Die Bankenaufsicht reagierte auf die Missstände mit einer Änderung der Verlautbarung zu den Mindestanforderungen an das Risikomanagement (MaRisk) im August 2009, in der speziell die Bedeutung der Durchführung von Stresstests hervorgehoben wird: „Die MaRisk heben nun noch deutlicher hervor, dass die Institute für die laufende Sicherstellung der Risikotragfähigkeit einen Prozess einzurichten haben. In diesem Sinne sind unter anderem auch die regelmäßige Analyse des Risikoprofils, die Durchführung von Stresstests (...) Teil dieses Prozesses“⁴. Neben den bislang in der Bankenpraxis verbreiteten historischen Szenarien sind jetzt auch explizit hypothetische Szenarien bzw. Extremsituationen und deren Auswirkungen auf die Risikotragfähigkeit aufzunehmen. Die Stresstests sind regelmäßig und in angemessenem Umfang für die wesentlichen Risiken – wie beispielsweise Adressenausfallrisiken, Marktpreisrisiken, Liquiditätsrisiken und operationelle Risiken – durchzuführen und in den Prozess zur Ermittlung der Risikotragfähigkeit zu integrieren.⁵

Durch diese aufsichtlichen Anforderungen, die im Rahmen der MaRisk-Novelle 2010 noch konkretisiert worden sind,⁶ erfüllen zu können, sind von den Instituten geeignete und aussagekräftige Stresstests zu entwickeln, die auch Auswirkungen extremer Entwicklungen angemessen Rechnung tragen können.

¹ Eller/Waitz/Kurfels (2008), S. 28.

² Vgl. Schmeiser (2009), S. 9 ff. und Meybom (2009), S. 270. Hierfür waren auch unzureichend scharf definierte und mangelhaft in das Gesamtrisikomanagement eingebundene Stresstests verantwortlich, vgl. Andrulis et al. (2009), S. 8.

³ Vgl. Englisch (2009), S. 6.

⁴ Deutsche Bundesbank (2009), S. 77 f.; vgl. auch Reuse/Svoboda (2010), S. 67 f.

⁵ Vgl. Jarosch/Kämpken (2010), S. 64 und Meybom (2009), S. 276. Kritisch hierzu Reuse/Svoboda (2010), S. 68.

⁶ Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2010b), S. 1 ff.

Im Rahmen dieses Beitrags werden Möglichkeiten und Ansatzpunkte diskutiert, wie Stresstests vor dem Hintergrund verschärfter aufsichtsrechtlicher Anforderungen umgesetzt werden können. Der Beitrag fokussiert dabei auf den Bereich von Marktpreis- und Adressenrisiken, also auf zwei der wesentlichen Erfolgsrisiken der Banken.⁷ Nach einigen grundlegenden Ausführungen zum Begriff Stress-test sowie den regulatorischen Anforderungen wird zunächst allgemein der konzeptionellen Rahmen der Ausgestaltung von Stresstest erläutert. Anschließend werden unterschiedliche Möglichkeiten aufgezeigt, um Stresstests in den Bereichen der Marktpreis- und der Kreditrisiken zu konstruieren, wobei auch makroökonomischen Szenarien behandelt werden.⁸ Die Ausführungen werden dabei jeweils durch eine Beispielberechnung veranschaulicht,⁹ wofür folgende Bilanzdaten einer Referenzbank verwendet werden (vgl. Tabelle 1).

	31.12.2009 (TEUR)
Barreserve	1.000
Forderungen an Kreditinstitute	31.400
Forderungen an Kunden	106.000
Wertpapiere	75.500
Aktien	176
Beteiligungen	260
Verbindlichkeiten ggü. Kreditinstituten	30.000
Verbindlichkeiten ggü. Kunden	120.000
Eigenkapital	3.000
Bilanzsumme	367.336

Tabelle 1: Bilanz der Beispielbank

Der Beitrag schließt mit Überlegungen zur Notwendigkeit sowie zur Problematik risikoartenübergreifender Stresstests und gibt einen Ausblick auf Lösungsmöglichkeiten.

⁷ Zu betonen ist, dass Stresstests für alle wesentlichen Risiken – also auch das Liquiditätsrisiko und das operationelle Risiko – durchzuführen sind. Die Beschränkung resultiert aus dem unterschiedlichen Entwicklungsstand der Risikomodelle für die einzelnen Risikoarten sowie den ggf. abweichenden Risikodimensionen und -deckungsmassen.

⁸ In diesem Beitrag wird aus Platzgründen auf einen Beweis der verwendeten mathematisch/statistischen Formeln verzichtet.

⁹ Sämtliche Berechnungen wurden in einem gängigen Tabellenkalkulationsprogramm vorgenommen und können bei Bedarf bei den Autoren angefordert werden.

2 Grundlagen zu Stresstests in Kreditinstituten

2.1 Definition und Zielsetzung von kreditwirtschaftlichen Stresstests

Der Begriff Stresstests wird in den Mindestanforderungen an das Risikomanagement (MaRisk) als „(...) Oberbegriff für die unterschiedlichen Methoden gebraucht, mit denen die Institute ihre Verlustanfälligkeit auch bezüglich außergewöhnlicher, aber plausibel möglicher Ereignisse überprüfen. Dies beinhaltet z. B. auch Sensitivitätsanalysen (bei denen nur ein Risikofaktor variiert wird) oder Szenarioanalysen (bei denen mehrere oder alle Risikofaktoren, deren Änderung sich aus einem vordefinierten Ereignis ergeben, simultan verändert werden)“¹⁰.

Das Augenmerk von Stresstests liegt somit in der Betrachtung von Szenarien.¹¹ Ausgehend von einem bestimmten Szenario bzw. einem konkreten Ereignis wird die Verlustanfälligkeit des Kreditinstituts untersucht.¹² Untersuchungsbereiche können zum einen die Auswirkungen von extremen externen Ereignissen wie z.B. die Verwerfungen an den Kapitalmärkten während der Finanzmarktkrise oder die wirtschaftlichen Folgen nach den Terroranschlägen am 11.9.2001 sein. Zum anderen sind aber auch interne Ereignisse wie z.B. Betrugsfälle der Mitarbeiter oder der Ausfall des IT-Systems ein möglicher Gegenstand der Betrachtung. Von entscheidender Bedeutung ist dabei jeweils, dass die gewählten Szenarien extrem, aber auch möglichst realistisch gewählt werden, weil sie sonst irrelevant werden können.¹³ Bei der Konzeption der Stresstests ist zudem darauf zu achten, dass die ökonomischen Zusammenhänge sinnvoll und gleichzeitig auch hinreichend plausibel abgebildet werden.¹⁴

Die Durchführung von Stresstests gilt vor allem deshalb als sinnvoll, weil gerade in extremen Situationen zu beobachten ist, dass die dem Risikomanagement zur Verfügung stehende Instrumente nicht oder nur eingeschränkt funktionieren. Daher ist in es in derartigen Situationen essentiell für den Fortbestand des Instituts, dass das zur Deckung unerwarteter Verluste gebildete aufsichtliche bzw. ökonomische Kapital ausreichend dimensioniert ist.¹⁵ Die Betrachtung extremer Szenarien fördert folglich die Stabilität einzelner Kreditinstitute und trägt dazu bei Schieflagen zu vermeiden. Durch Stresstests werden Banken letztendlich in die Lage versetzt, „(...) mögliche künftige Veränderungen der ökonomischen Rah-

¹⁰ Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2009a), AT 4.3.2. Zu den abweichenden Definitionen der BIZ, des CEBS und des Fachgremiums Kredit vgl. *Reuse/Svoboda* (2010), S. 65. Die verschiedenen Unterarten von Stresstests werden in Abschnitt 2.3 behandelt.

¹¹ Vgl. *Gorodinskiy/Walter* (2010), S. 7.

¹² Vgl. Deutsche Bundesbank (2009), S. 78.

¹³ Vgl. *Gorodinskiy/Walter* (2010), S. 7. Zur Problematik der fehlenden Verbindung der Stress-test-Ergebnisse zur Realität und der daraus resultierenden unzureichenden Berücksichtigung bei strategischen Entscheidungen vgl. *Andrulis et al.* (2009), S. 8.

¹⁴ Vgl. *Bühn/Klauck* (2006), S. 13 f.

¹⁵ Vgl. *Klauck/Stegmann* (2006), S. VIII.

menbedingungen sowie wesentliche Risikotreiber und Zusammenhänge zu identifizieren und Auswirkungen auf finanzielle Kennzahlen (...) zu quantifizieren“¹⁶.

Stresstests sollen dazu beitragen, Risiken zukunftsgerichtet einzuschätzen und wichtige Daten für die Kapital- und Liquiditätsplanung zu liefern. Weiterhin dienen sie als Informationslieferant im Hinblick auf die Abschätzung der Risikotoleranz und geben eine Hilfestellung für die Entwicklung von Risikominderungstechniken oder Notfallplänen.¹⁷

2.2 Zum Erfordernis von Stresstests in Kreditinstituten

2.2.1 Betriebswirtschaftliche Notwendigkeit von Stresstests

Losgelöst von den aktuell verstärkten aufsichtsrechtlichen Erfordernissen scheint die regelmäßige Durchführungen von Stresstests auch betriebswirtschaftlich dann zwingend notwendig zu sein, wenn sie einen bedeutsamen betriebswirtschaftlichen Mehrwert gegenüber dem bestehendem Instrumentarium zur Risikoanalyse liefern können.

Kreditinstitute setzen zur Risikoanalyse aktuell vornehmlich Value-at-Risk (VaR) basierte Risikomodelle¹⁸ ein, die – wenn auch in unterschiedlichem Umfang – auf Vergangenheitsdaten und -entwicklungen abstellen. Bei Berechnung des VaR wird eine Normalverteilungsannahme der zukünftigen Ergebniswerte unterstellt, wodurch sich eine Verteilung in Form der Gauß'schen Glockenkurve ergibt (vgl. Abbildung 1). Durch Bestimmung der Fläche unterhalb des Kursverlaufs kann die Wahrscheinlichkeit ermittelt werden, mit der bestimmte Ergebniswerte unter- bzw. überschritten werden.¹⁹

¹⁶ Krah/Wagner (2007), S. 1155.

¹⁷ Vgl. Altinbas/Siegl (2009), S. 130.

¹⁸ Der Value at Risk (VaR) hat sich als Risikomesszahl in der Finanz- und Realwirtschaft durchgesetzt. Er ist definiert als der geschätzte, maximale Wertverlust einer einzelnen Position bzw. eines Portfolios, der innerhalb eines festgelegten Zeitraums, mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintreten kann, vgl. Hull (2009), S. 556 f.

¹⁹ Vgl. Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 16-19.

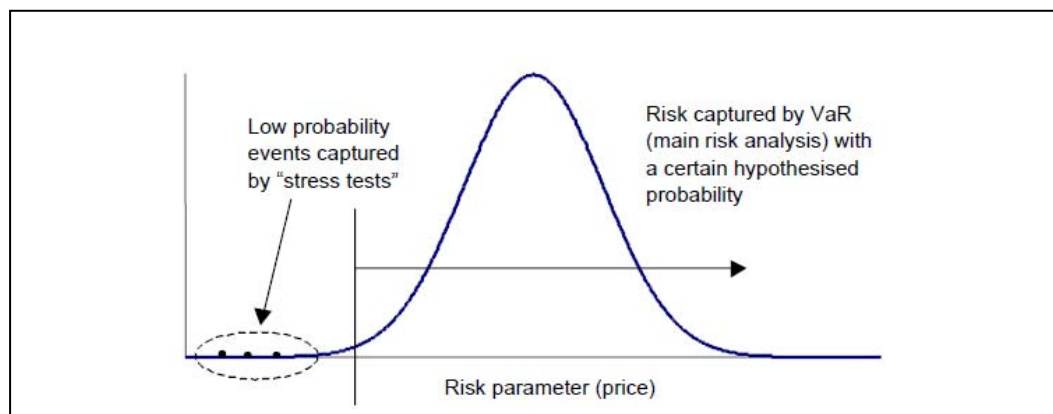


Abbildung 1: Value at Risk und Stresstests²⁰

Die Abbildung verdeutlicht aber auch, warum der VaR als Risikomaß bei der Risikosteuerung nicht isoliert verwendet werden sollte. Zwar stellt auch der VaR mit einem Konfidenzniveau von 99,9 % ein Stressfall dar.²¹ Allerdings wird der Stressfall nur über die Wahrscheinlichkeit und nicht über ein konkretes Ereignis bestimmt, während Stresstests eine Quantifizierung des Risikos in extremen Marktsituationen ermöglichen. Außerdem sind in Stresssituationen die Interpretationsmöglichkeiten des VaR aufgrund des Unterschieds zwischen Schaden und Risiko eingeschränkt²² und die unterstellte Normalverteilungsannahme kann insbesondere an den Rändern der Verteilungsfunktion in Stresssituationen nicht aufrechterhalten werden. Schließlich verändern sich im Vergleich zu normalen Marktphasen in Stresssituationen Erwartungswerte, Varianzen und Kovarianzen, sie sind also im Zeitverlauf nicht mehr als konstant anzusehen. Nimmt man bei Stresssituationen z.B. eine im Zeitverlauf weiterhin konstante Volatilität an, führt dies zu fehlerhaften Ergebnissen, denn sie gehen i.d.R. mit einer höheren Volatilität einher. Dadurch werden die Verteilung bzw. die Verteilungsränder nicht mehr richtig modelliert.²³ Besonders problematisch ist dabei das Auftreten von so genannten Fat Tails, d.h. „Ereignisse aus den Randbereichen der Wahrscheinlichkeitsverteilung, die mit großen Verlusten verbunden sein können, treten viel häufiger auf, als es die Normalverteilung voraussagt“²⁴.

²⁰ Quelle: Committee on the Global Financial System (2005), S. 7.

²¹ Zur Kritik am Vorgehen, durch Erhöhung des Konfidenzniveaus ein Stressszenario zu erschaffen, vgl. Andrulis et al. (2009), S. 8 f.

²² Ein Schaden beschreibt den tatsächlich eingetretenen Verlust, das Risiko dagegen die Möglichkeit eines Verlustes in Zukunft. Entgegen der Erwartung, dass bei steigendem Risiko ein höherer VaR auftritt, kann dieser in gravierenden Stresssituationen sogar sinken. Illustriert sei dies an folgendem Beispiel: Für ein Aktienportfolio im Gesamtwert von 100 Mio. Euro betrage der VaR mit einer Konfidenzwahrscheinlichkeit von 1% 46,5 Mio. Euro, d.h. die Wahrscheinlichkeit dass ein Verlust von 46,5 Mio. Euro überschritten wird, beträgt 1%. Wird z.B. ein Stressszenario (Kursverlust der Aktienmärkte um 50%) unterstellt, so beträgt der VaR im Stressfall nur noch 23,3 Mio. Euro. Der Grund hierfür liegt darin, dass aufgrund des tatsächlich eingetretenen Schadens (Kursverlust von 50%) das Portfolio nur noch einen Gesamtwert von 50 Mio. Euro aufweist. Ein Verlust von 46,5 Mio. Euro wäre zwar noch möglich, aber bei gleicher Volatilität wie im Normalfall deutlich unwahrscheinlicher, vgl. Andrulis (2010), S. 11 f.

²³ Vgl. Bühn/Klauck (2006), S. 19 ff.

²⁴ Maul (2007), S. 5.

Da der VaR vor allem unter normalen Marktbedingungen ein exaktes Bild vom Risiko einer Bank liefert, sollte eine Kombination von VaR und Stresstests stattfinden.²⁵ Durch die schwerpunktmäßige Untersuchung der Randbereiche der Wahrscheinlichkeitsverteilung tragen letztere dazu bei, ein genaueres Bild vom Risikoprofil der Bank zu erstellen.²⁶

Der ergänzende Einsatz von Stresstests ist vor allem daher geboten, um die Auswirkungen geeigneter, von einer vergangenheitsorientierten Betrachtung vollkommen losgelöster, hypothetischer Szenarien zu betrachten. Hierdurch ist es möglich, Risiken zukunftsgerichtet einzuschätzen und Wissen bezüglich des eigenen Risikoprofils aufzubauen. Zudem können Steuerungsmöglichkeiten innerhalb von Stresssituationen ausgelotet und Anfälligkeiten der Portfolios frühzeitig erkannt werden. Durch die Ergebnisse der Stresstests werden Institute in die Lage gesetzt, eine Risikobegrenzung durch aktiven Aufbau von Gegenpositionen einzuleiten und die jederzeitige Handlungsfähigkeit des Instituts sicherzustellen.²⁷

Daher erscheint es sinnvoll, Stresstests als eigenständigen Bestandteil in den Risikomanagementprozess, der üblicherweise in die Teilprozesse Risikoanalyse, -steuerung und -kontrolle unterteilt wird,²⁸ aufzunehmen. Vorrangig werden dabei die Teilbereiche Risikoanalyse i.e.S. sowie auch die Risikosteuerung und -kontrolle angesprochen. So sind nach erfolgter Risikoidentifikation die Risiken zu quantifizieren, wobei neben der VaR-basierten Messung der zusätzlich Einsatz von Stresstests propagiert wird, die durch Anwendung von Krisenszenarien die Wertveränderung des Portfolios in extremen Marktsituationen simulieren. Hierbei werden z.B. Inputparameter wie Volatilitäten, Korrelationen, erwartete Ausfallraten (PD Probability of Default) und Verlustquoten (LGD Loss Given Default) gestresst. Im Rahmen der Risikobeurteilung ist zu überprüfen, ob das Institut sich die übernommenen Risiken überhaupt leisten, also ob die Risikotragfähigkeit gegeben ist. Diese Deckung muss nicht nur im Standard-Szenario, sondern auch im Stress-Szenario gegeben sein.²⁹ Somit bildet die Berechnung der Risikotragfähigkeit den Ausgangspunkt für die Risikosteuerung in Form einer aktiven Beeinflussung der Risikosituation. Auch die Risikosteuerung an sich kann Stresstests unterworfen werden. Hierbei werden die Stresstests darauf fokussiert, zu untersuchen, ob dem Kreditinstitut in Stressszenarien noch geeignete Steuerungsmög-

²⁵ So betonte die Deutsche Bundesbank, dass Stresstests eine wichtige Ergänzung zur Risikoanalyse mittels mathematisch-statistischer Modelle wie dem VaR darstellen. Der VaR quantifiziert Risiken unter normalen Marktbedingungen. Stresstests hingegen ermitteln die Auswirkungen außergewöhnlicher Marktschwankungen, vgl. Deutsche Bundesbank (2009), S. 78. Auch der Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht legte in den "Principles for Sound Stress Testing Practices and Supervision" fest, dass "a bank should operate a stress testing program that (...) provides a complementary risk perspective to other risk management tools", Basel Committee on Banking Supervision (2009a), S. 9, und "stress testing programmes (...) should cover a range of perspectives and techniques", Basel Committee on Banking Supervision (2009a), S. 10.

²⁶ Vgl. Bühn/Klauck (2006), S. 19 ff.

²⁷ Vgl. Walter (2010), S. 132 f.

²⁸ Vgl. Schulte (1994), S. 57. Zu einer abweichenden Abfolge vgl. Stahl (2006), S. VI.

²⁹ Vgl. Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e.V. (2009a), S. 14.

lichkeiten zur Verfügung stehen.³⁰ Im Rahmen der Risikokontrolle ist unter anderem die Wirksamkeit der Instrumente zu prüfen. Auch hierbei können Stresstest Anhaltspunkte liefern.

2.2.2 Bankaufsichtliches Erfordernis von Stresstests

2.2.2.1 Bestehende Anforderungen

Bereits einige Zeit vor dem Ausbruch der Finanzmarktkrise haben Stresstests Eingang in das bankaufsichtliche Regelwerk gefunden. So sind in der Neufassung der Eigenkapitalvorschriften des Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht³¹ aus dem Jahr 2004 („Basel II“),³² die aus den drei Säulen Mindesteigenkapitalanforderungen, bankaufsichtliches Überprüfungsverfahren (SRP) und Transparenz und Marktdisziplin besteht,³³ an mehreren Stellen Anforderungen an Stresstests formuliert, wenngleich es nur wenige detaillierte Angaben zur konkreten Ausgestaltung der Stresstests gibt.³⁴

- Verwendung bestimmter Modelle zur Ermittlung der Mindesteigenkapitalanforderungen („Säule 1 Stresstests“): Stresstests haben zwar keinen direkten Einfluss auf die Mindesteigenkapitalermittlung gemäß Säule I, jedoch enthält die Solvabilitätsverordnung (SolvV), als Umsetzung der Säulen I und III von Basel II an mehreren Stellen Anforderungen an Stresstests. Die Anforderungen finden sich vor allem an jenen Stellen im Text der SolvV, an denen die Verwendung bestimmter Modelle zur Ermittlung der Mindesteigenkapitalanforderungen geregelt wird.³⁵ Ergänzend disku-

³⁰ Vgl. *Stahl* (2006), S. VI.

³¹ Der Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht, dem Vertreter von Notenbanken und Bankenaufseher aus Industrie- und Schwellenländern angehören, spricht Empfehlungen zur Bankenregulierung für Banken. Diese Veröffentlichungen haben zwar keine direkte Rechtswirkung, gelten jedoch als internationale Standards für die Gesetzgeber. Zur Institution und Rechtsstellung des Baseler Ausschusses für Bankenaufsicht vgl. *Neuss* (2007), S. 42 f. Üblicherweise werden die Empfehlungen in der EU von der EU-Kommission im Rahmen des EU-Gesetzgebungsprozesses in Form Richtlinienvorschlägen aufgegriffen, die dem Rat der Europäischen Union und dem Europäischen Parlament zu Beschlussfassung vorgelegt werden. Die nationale Gesetzgebung übernimmt die Umsetzung der EU-Richtlinien in nationales Recht, das dann von den nationalen Aufsichtsgremien – in Deutschland durch die BaFin und die Deutsche Bundesbank – weitere Detaillierungen in Form von Normenkonkretisierungen (wie z.B. MaRisk) erfährt, vgl. *Müller* (2009), S. 53 f.

³² Die Umsetzung von Basel II erfolgte durch den Rat der Europäischen Union im Rahmen von Modifikationen der Bankenrichtlinie (2006_48_EG) und die Kapitaladäquanzrichtlinie (2006_49_EG). In Deutschland wurden daraufhin sowohl Gesetze (z.B. KWG), Rechtsverordnungen (z.B. SolvV) und Normenkonkretisierungen (z.B. MaRisk) geändert oder erlassen.

³³ Vgl. z.B. *Wilkens/Entrop/Völker* (2001), S. 188 ff.

³⁴ Vgl. Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht (2004), Tz. 158, Tz. 434 ff., Tz. 527, Tz. 765, Tz. 775-777, vgl. auch *Meybom* (2009), S. 270 ff.

³⁵ Beispiele hierfür sind: § 59 SolvV: Das Vorliegen eines Stresstestkonzepts ist Voraussetzung zur Zulassung zum IRBA. Im Rahmen der Mindestanforderungen an die Nutzung des IRBA müssen Institute gem. § 123 SolvV solide Prozesse für Stresstests etablieren. Der Adressrisiko-Stresstest muss regelmäßig durchgeführt und mögliche zukünftige Ereignisse, die eine negative Auswirkung auf die Adressrisikopositionen haben, berücksichtigen. Weiterhin ist die Fähigkeit des Instituts einzuschätzen solchen Veränderungen standzuhalten. Die verwendeten Tests sollen aussagekräftig und angemessen konservativ sein. Die Szenarien müssen eine milde Rezession sowie eine Ratingmigration berücksichtigen. Weiterhin ist die überwiegende Mehrheit der ge-

tierte und veröffentlichte das Fachgremium Kredit 2007 eine Reihe von Einzelfragen zu den Anforderungen an Adressrisiko-Stresstests im IRBA.³⁶

- Regelungen für die eigene Beurteilung der Angemessenheit der Kapitalausstattung in Bezug auf eingegangene Risiken (Internal Capital Adequacy Assessment Process ICAAP) sowie den aufsichtlichen Überprüfungsprozess (SRP) („Säule 2 Stresstests“): Bereits in der ersten nationalen Umsetzung durch die MaRisk vom 04.05.2006 werden Stresstest-Verfahren aufgeführt. Danach sollen Banken bei der Analyse ihrer Risikotragfähigkeit regelmäßig angemessene Szenariobetrachtungen hinsichtlich der berücksichtigten Risiken anstellen. Auch die Geschäftsleitung hat sich über die Ergebnisse der Szenariobetrachtung berichten zu lassen.³⁷ Die Prinzipien der MaRisk sind durch die Institute unter Berücksichtigung ihrer Größe und ihres Risikoprofils angemessen umzusetzen. Gleichzeitig prüft die Aufsicht die Institute in angemessenem Umfang (Prinzip der doppelten Proportionalität).³⁸

Die aufsichtsrechtliche Aufarbeitung der Finanzmarktkrise in 2009 und die Veröffentlichung der „Principles for Sound Stress Testing Practices and Supervision“ durch den Baseler Ausschuss im Mai 2009 (s.u.) führte im August 2009 zu einer Novellierung der MaRisk.³⁹ Die MaRisk i.d.F. vom 15.12.2010 überführte Stresstests zur besseren Übersichtlichkeit in ein separates Untermodul (vgl. Tabelle 2:).⁴⁰

samten IRBA-Positionen des Instituts einzubeziehen. Weitere Regelungen finden sich in § 149 SolvV (IRBA-Beteiligungsportfolien), § 201 SolvV (Schwankungszuschläge bei Kreditrisikominderungseffekten), § 224 SolvV (Modellierung bei Aufrechnungsvereinbarungen), § 259 SolvV (IRBA-Verbriefungstransaktionen), § 284 SolvV (Szenario-Analysen bei fortgeschrittenen Messansätzen für operationelle Risiken) sowie § 317 SolvV (Interne Marktrisikomodelle).

³⁶ Vgl. Fachgremium Kredit (2007), S. 1 ff. Festgelegt wurde, dass zusätzliche Kapitalanforderungen aufgrund von Stresstestresultaten nur in Ausnahmefällen erfolgen, es Methodenfreiheit besteht, die Ergebnisse der Stresstests in Maßnahmenpläne integriert werden sollen, der Zeithorizont der Stresstests dem Planungshorizont der Zahlenwerke entsprechen soll, in die die Resultate einfließen, Annahmen bzgl. der Wirkung gesamtwirtschaftlicher Einflussfaktoren auf PD, LGD und EAD („Exposure at Default“, d.h. erwartete Höhe der Forderung zum Zeitpunkt des Ausfalls) ökonomisch zu plausibilisieren sind, der Einsatz von Kreditportfoliomodellen für Stresstests nicht notwendig ist und zum Zeitpunkt des Beginns der Eignungsprüfung der Aufsicht ein Stresstestkonzept für die zuzulassenden Ratingsysteme vorzulegen ist, wohingegen danach eine jährliche Stresstest-Durchführung erforderlich ist.

³⁷ Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2006), AT 4.3.2.

³⁸ Vgl. Müller (2009), S. 54 f.

³⁹ Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2009a), AT 4.3.2.

⁴⁰ Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2010a), AT 4.3.3, Tz. 3 und 5.

Textziffer	Inhalte
1	• Angemessene Stresstests für wesentliche Risiken • regelmäßige Durchführung • auf Basis wesentlicher Risikofaktoren • inkl. Risikokonzentrationen und außerbilanziellem Geschäft • auch auf Institutebene
2	• Abbildung außergewöhnlicher, aber plausibel möglicher Ereignisse • Verwendung geeigneter historischer und hypothetischer Szenarien • Die Auswirkungen eines schweren konjunkturellen Abschwungs sind bei Konstruktion des Stressszenarios zu berücksichtigen
3	• Reverse Stresstests⁴¹
4	• Mindestens jährliche Überprüfung der Stresstest Annahmen
5	• Die Ergebnisse der Stresstests sind auch bei Beurteilung der Risikotragfähigkeit angemessen zu berücksichtigen und kritisch zu reflektieren • Es ist zu ergründen, inwieweit ein Handlungsbedarf entsteht • Die Auswirkungen eines schweren konjunkturellen Abschwungs sind dabei besonders zu beachten

Tabelle 2: Inhalte der MaRisk zu Stresstests

Die in den MaRisk formulierten Anforderungen bleiben aber deutlich hinter den Empfehlungen des CEBS⁴² zu Stresstests zurück.⁴³

Im Zusammenhang mit der Finanzkrise wurden im Mai 2009 vom BCBS „Principles for sound stress testing practices and supervision“ veröffentlicht.⁴⁴ Darin werden zum einen die Schwächen bisheriger Stresstests aufgeführt und gleichzeitig Prinzipien zur deren Verbesserung formuliert (vgl. Abbildung 2).⁴⁵

⁴¹ Bei einem Reverse Stresstest wird explizit ein Stresstestergebnis unterstellt (z.B. die Insolvenz des Instituts) und anschließend analysiert, welche Ursachen zu diesem Ergebnis führen können, vgl. *Reuse/Svoboda* (2010), S. 70 und *Pollmann/Schöning* (2010b), S. 745.

⁴² Das Consultation Paper 12 (CP 12) on Stress testing under the Supervisory Review Process vom Juni 2006, vgl. Committee of European Banking Supervisors (2006a), mündete im Dezember 2006 in die Guidelines “Technical aspects of stress testing under the supervisory review process”

⁴³ Vgl. *Müller* (2009), S. 56.

⁴⁴ Vgl. Basel Committee on Banking Supervision (2009a), S. 2 ff. Hierdurch reagierte das BCBS auf eine entsprechende Aufforderung des Weltfinanzgipfels (G20) vom 15.11.2008 in Washington: „The Basel Committee should study the need for and help develop firms new stress testing models, as appropriate“, G20 Staaten (2008), S. 4, vgl. auch *Meybom* (2009), S. 272.

⁴⁵ Vertiefend bei *Müller* (2009), S. 57 ff.

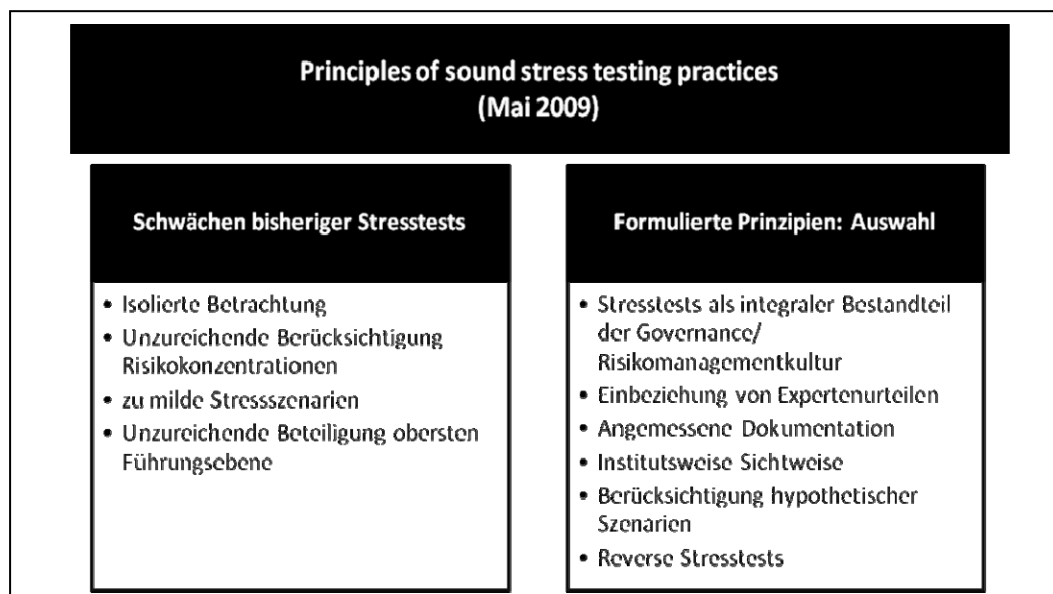


Abbildung 2: Principles of sound stress testing practices

Die Empfehlungen des BCBS wurden vom CEBS in einem ausführlichen Konsultationspapier zur Durchführung von Stresstests aufgenommen, das am 14.12.2009 veröffentlicht wurde.⁴⁶ Hierin flossen neben den Erfahrungen aus der Finanzmarktkrise auch frühere Veröffentlichungen ein.⁴⁷ Nach Abschluss der Konsultationen wurden die insgesamt 22 Leitlinien, die zur Verbesserung der Stresstests in Banken dienen sollen, am 30.06.2010 final veröffentlicht (vgl. Tabelle 3).

Nr.	Inhalt/Erfordernisse der Leitlinien
1	Vollständige Verantwortlichkeit für die Durchführung von Stresstests in den Instituten beim Management Essentielle Einbindung des Managements bspw. bei der Selektion von relevanten Szenarien oder bei der Diskussion von Stresstestergebnissen als essentiell anzusehen. Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit des Einflusses der Stresstestereignisse auf das Risikoprofil der Bank durch das Management
2	Einbindung von Stresstests in das Risikomanagement-System der Institute, auf Basis einer geeigneten Infrastruktur. Dabei relevante Aspekte: • Abbildung des ermittelten Risikos auf verschiedenen Ebenen des Unternehmens • Berücksichtigung von Abhängigkeiten zwischen den Risikoarten • Möglichkeiten der Durchführung von Bottom-up, Top-Down und Reverse Stresstests • Einbeziehung verschiedener Experten aus dem Unternehmen bei Ausgestaltung der Stresstests Durchführung von Stresstests in angemessenen Zeitabständen
3	Einbeziehung der Ergebnisse der Stresstests in den Entscheidungsprozess des Managements- Mithin auch Berücksichtigung bei der Überprüfung bestehender Limits, bei der Ausgestaltung von Notfallplänen, bei Überprüfung der Unternehmensstrategie oder im Rahmen von Neuen-Produkten-Prozesse

⁴⁶ Vgl. Committee of European Banking Supervisors (2009).

⁴⁷ Hierbei handelt es sich vor allem um das Konsultationspapier CP 12 sowie das technische Begleitdokument, vgl. Committee of European Banking Supervisors (2006a) und Committee of European Banking Supervisors (2006b).

4	Einrichtung klarer Verantwortlichkeiten, Ressourcen und Regeln hinsichtlich der Implementierung von Stresstests. Dabei Festlegung z.B. des Typs von Stresstests (historisch oder hypothetisch), der Durchführungsfrequenz, methodischer Details und Maßnahmen bei Eintritt von Stresssituationen
5	Regelmäßige quantitative und qualitative Überprüfung der Stresstests hinsichtlich Effektivität und Abdeckungsgrad unter Berücksichtigung veränderter Rahmenbedingungen
6	Durchführung regelmäßiger Sensitivitätsanalysen für spezifische Portfolien oder Risiken. Dabei Berücksichtigung makroökonomischer Risikofaktoren (Zinskurven, Wechselkurse), kreditrisikobezogener Faktoren (Ausfallwahrscheinlichkeiten von Branchen, Märkten etc.), finanzmarktbezogener Faktoren (Volatilitäten von Assetklassen, Produkten) oder externer Einflüsse (operationelle Risiken, exogene Schocks). Anschließendes Stresstesting der identifizierten Risikofaktoren unter Berücksichtigung von historischen und hypothetischen Annahmen
7	Inadäquanz rein historisch geprägter Szenarien, aber Möglichkeit zur Verwendung historisch beobachtete Ausprägungen der Risikofaktoren als Ausgangsbasis für die Bildung hypothetischer Szenarien
8	Übersetzung der Auswirkungen der definierten Szenarien in Veränderungen der unternehmensspezifischen Risikofaktoren mit Hilfe geeigneter Mechanismen
9	Einbindung systemweiter Interaktionen und Rückkopplungseffekte bei Ausgestaltung der Stressszenarien. Dadurch Berücksichtigung der Abhängigkeiten zwischen wirtschaftlichen Regionen und Sektoren
10	Ausgestaltung der Stresstests auf Basis außergewöhnlicher, aber plausibler Annahmen. Abbildung unterschiedlicher Schweregrade und Berücksichtigung eines signifikanten wirtschaftlichen Rückgangs
11	Verpflichtung zur Durchführung von Reverse Stresstests
12	Durchführung von Stresstests auf Portfolioebene und auf Basis der damit spezifisch verbundenen Risiken. Dabei Berücksichtigung von Risikokorrelationen innerhalb der Portfolien
13	Durchführung von Stresstests auf Gesamtinstitutsebene zur Gewährleistung einer ganzheitlichen Sicht auf die Risiken
14	In-Beziehung-Setzen der Ergebnisse der Stresstests zu ihren Auswirkungen auf das regulatorische Kapital, Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung. Hierbei Betrachtung vor allem des Expected Loss unter verschiedenen ausgeprägten Szenarien mit dem Ziel, zu untersuchen, inwieweit das Kreditinstitut die Verluste unterschiedlicher Stressszenarien absorbieren kann
15	Initiierung entsprechender Maßnahmen zur Sicherstellung der Solvabilität der Bank auf Basis der Ergebnisse von Stresstests durch das Management. Mögliche Maßnahmen u.a. Notfallpläne sowie risikomindernde Sofortmaßnahmen für Stresssituationen, dabei Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Maßnahmen, auch unter Berücksichtigung der eingeschränkten Funktionsfähigkeit der Märkte essentiell
16	Durchführung von Stresstests bei der Planung des benötigten Kapitals, die auf Ebene des Gesamtunternehmens alle relevanten Risikobereiche, einen angemessenen Zeithorizont und einen starken wirtschaftlichen Rückgang berücksichtigen
17	Berücksichtigung des Risikoappetits und der Unternehmensstrategie bei Stresstests
18	Empfehlung für Aufsichtsbehörden, regelmäßige Überprüfungen der Stresstest-Systematik (hinsichtlich der zugrunde liegenden Szenarien), der Stresstestmethodik, der vorhandenen Infrastruktur und der Anwendung der Stresstests vorzunehmen
19	Überprüfung überprüft die Ergebnisse der Stresstests bzgl. Erfüllung der Kapital- und Liquiditätserfordernisse durch die Aufsicht. Damit Beurteilung der Widerstandsfähigkeit der Institute
20	Beurteilung des Umfangs, der Intensität, Annahmen und risikomindernden Maßnahmen der Stresstests durch die Aufsicht auf Unternehmensebene
21	Entsprechende Abstimmung der Aufsichtsbehörden des Heimatlandes des Instituts und der jeweiligen Gastländer bei international tätigen Instituten zur Sicherstellung, dass alle

	wesentlichen Risiken auf Gruppenebene im Rahmen von Stresstests berücksichtigt werden
22	Möglichkeit für Aufsichtsbehörden, Empfehlungen für die Durchführung von Szenarien bei den einzelnen Instituten aussprechen.

Tabelle 3: Inhalte der CEBS Guidelines on Stress Testing⁴⁸

Sowohl die Empfehlungen des BCBS als auch die Leitlinien des CEBS haben in Deutschland ihren Niederschlag in den MaRisk-Novellen vom 14.08.2009 bzw. vom 15.12.2010 gefunden, wenngleich diese in Teilbereichen noch hinter den übernationalen Vorgaben zurückbleiben, sodass bereits hieraus weitere Modifikationen der MaRisk absehbar sind.

2.2.2.2 Absehbare zusätzliche Anforderungen

Zur Beseitigung der im Rahmen der Finanzkrise aufgezeigten Defizite im bestehenden aufsichtlichen Regelwerk sind umfangreiche Neuregelungen in der Konsultations- bzw. Umsetzungsphase, die einen Bezug zu Stresstests aufweisen.

So wurden im Juli 2009 vom BCBS unter dem Titel „Revision to the Basel II Market Risk Framework“ Neuerungen für interne Modelle zur Berechnung des regulatorischen Kapitals für den Marktpreisrisikobereich im Handelsbuch zu Konsultation veröffentlicht, die allerdings aufgrund von Widerständen der US-Bankenaufsicht noch nicht endgültig beschlossen sind. Es wird die Addition eines stressed-VaR in der Formel für die Eigenkapitalunterlegung vorgesehen.⁴⁹ Dabei ergibt sich der zu addierende Wert aus dem höheren Betrag des letzten gestressten VaR und dem Durchschnitt des stressed-VaR der letzten 60 Geschäftstage multipliziert mit einem Multiplikationsfaktor. Dieser gestresste VaR ist wöchentlich auf Basis einer 10-tägigen Haltedauer und eines einseitigen 99-prozentigen Konfidenzniveaus zu berechnen. Er berechnet sich aus dem VaR-Modell sowie den Inputparametern eines Ein-Jahres-Zeitraums zum Zeitpunkt einer Krise.⁵⁰ Als mögliche historische Stress-Szenarien werden z.B. „(...) the 1987 equity crash, the Exchange Rates Mechanism crises of 1992 and 1993, the fall in bond markets in the first quarter of 1994, the 1998 Russian financial crises, the 2000 bursting of the technology stock bubble or the 2007/2008 sub-prime crisis (...)“⁵¹ genannt.

In dem unlängst (Dezember 2010) final veröffentlichten Regelwerk „Strengthening the resilience of the banking sector („Basel III“)“ strebt der Baseler Ausschuss neben strengeren Vorgaben zur Höhe und Qualität des Kernkapitals auch eine Erhöhung der Anforderungen an Stress- und Backtesting Verfahren an: So wird bspw. das Kontrahentenrisiko (CCR, „counterparty credit risk“) zu einem wichtigen Risikofaktor in Stresstests. Wesentliche Bestimmungsgröße des CCR ist der von Banken zu schätzende Forderungsbetrag bei Ausfall (EAD, „exposure at default“), der i.d.R. über den positiven Wiederbeschaffungswert abgebildet

⁴⁸ Vgl. Committee of European Banking Supervisors (2009).

⁴⁹ Vgl. Basel Committee on Banking Supervision (2009b), S. 1.

⁵⁰ Vgl. Pollmann/Schöning (2010a), S. 132.

⁵¹ Basel Committee on Banking Supervision (2009b), S. 16.

wird. Bei Anwendung interner Modelle wird verlangt, dass zusätzlich ein Stress-EPE auf Basis einer 3-jährigen Datenhistorie, die eine 1-jährige Stressperiode umfassen muss, zu berechnen ist. Der EAD wird schließlich anhand des Maximums aus dem nicht gestressten und dem Stress-EPE bestimmt. Mit Hilfe von Stresstests und Szenarioanalysen sind Risikofaktoren zu identifizieren, die positiv mit dem CCR korreliert sind. Auch bei der Ermittlung von PD's soll der Verschuldungsgrad der Gegenpartei, sowie Stressperioden ausreichend berücksichtigt werden.⁵²

Insgesamt wird deutlich, dass das aufsichtliche Erfordernis für den Einsatz von Stresstests nicht nur sukzessive in den letzten Jahren verstärkt worden ist und mittlerweile ein essentieller Bereich innerhalb des bankaufsichtlichen Instrumentariums darstellt, sondern zukünftig sogar noch weiter an Bedeutung gewinnen wird. Es ist daher für Kreditinstitute sowohl betriebswirtschaftlich als auch aufsichtlich geboten, sich intensiv mit dem Themenkomplex zu beschäftigen.

2.3 Überblick über Arten von Stresstests

Mit Hilfe einer Veränderung der Risikofaktoren werden das regulatorische Eigenkapital sowie ggf. das ökonomische Eigenkapital neu berechnet und die Risikosituation der Bank während des Stressereignisses dargestellt. Bei Stresstest ist grundlegend, wie auch die Definition in den MaRisk verdeutlicht, zwischen Sensitivitäts- und Szenarioanalysen zu unterscheiden (vgl. Abbildung 3).

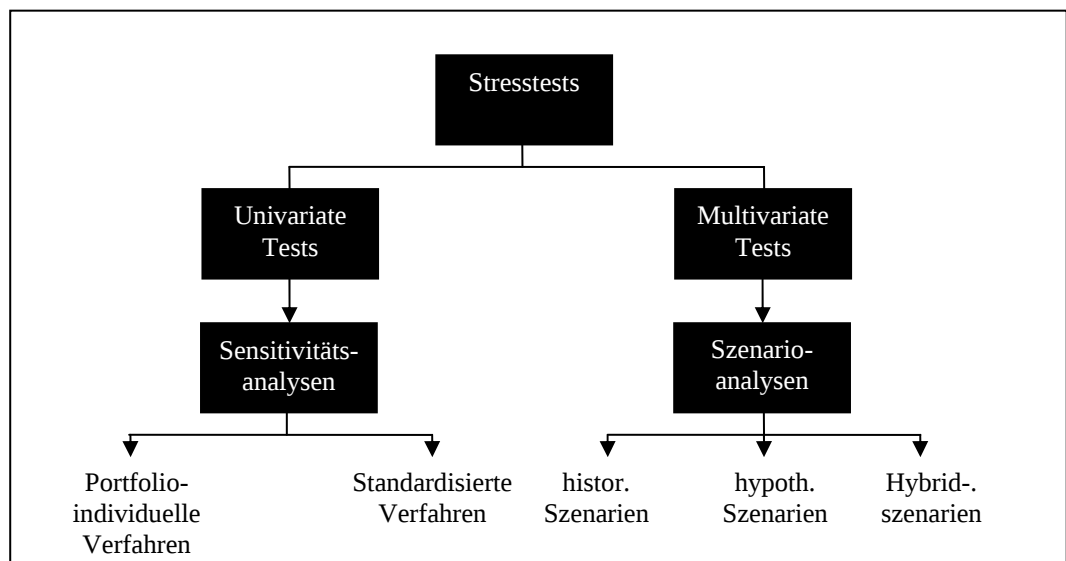


Abbildung 3: Übersicht über die verschiedenen Arten von Stresstests⁵³

2.3.1 Sensitivitätsanalysen

Bei univariaten Stresstests, die auch als Sensitivitätsanalysen bezeichnet werden, wird der isolierte Einfluss einer extremen Veränderung eines bestimmten Risiko-

⁵² Vgl. Basel Committee on Banking Supervision (2009c), Tz. 12 und Tz. 112 ff.

⁵³ Quelle: Bühn/Klauck (2006), S. 18.

faktors betrachtet.⁵⁴ Sensitivitätsanalysen lassen sich auf zwei verschiedene Arten durchzuführen:⁵⁵ Bei den *portfolioindividuellen Verfahren* werden zunächst die wesentlichen Risikofaktoren des Portfolios identifiziert, um sie anschließend extremen relativen Veränderungen zu unterwerfen und die dabei entstehenden Verluste zu quantifizieren. Die prozentuale Veränderung des Risikofaktors kann einerseits willkürlich gewählt,⁵⁶ andererseits aber auch auf Grundlage historischer Bewegungen ermittelt werden. Bei Durchführung der portfolioindividuellen Verfahren ist immer sicherzustellen, dass die Plausibilität, vor allem in Form eines Bezugs der Veränderung des Risikofaktors zum betrachteten Portfolio, gewährleistet ist. Alternativ zu portfolioindividuellen Sensitivitätsanalysen ist es möglich, *standardisierte Verfahren* zu verwenden. Hierzu veröffentlichte die Derivatives Policy Group bereits 1995 eine Liste zur Durchführung von standardisierten Analysen (vgl. Tabelle 4).

Zinsänderungsrisiko	Aktienkursrisiko	Fremdwährungsrisiko
Parallelverschiebung der Zinsstrukturkurve um 100 BP nach oben/unten	Erhöhung/Reduzierung des Indexwerts von Aktienindizes um 10%	Aufwertung/Abwertung bspw. des US-Dollars um 6 % gegenüber dem Euro
Erhöhung/Reduzierung der Steigung der Zinsstrukturkurve um 25 BP	Erhöhung/Reduzierung der Volatilität von Aktienindizes um 20 %	Erhöhung/Reduzierung der Wechselkursvolatilität um 20 % bezogen auf das durchschnittliche Niveau
Erhöhung/Reduzierung der Volatilität des 3-Monats-Zinssatzes um 20 %		
Erhöhung/Reduzierung von Swap Spreads um 20 BP		

Tabelle 4: Übersicht über mögliche standardisierte Sensitivitätsanalysen⁵⁷

Im aktuellen Baseler Regelwerk sind für Zinsrisiken im Anlagebuch derartige standardisierte Sensitivitätsanalysen vorgesehen: So müssen Kreditinstitute im Rahmen der Überprüfung der Auswirkung einer plötzlichen Zinsänderung (auf Grundlage ihrer internen Modelle und Verfahren) einen speziellen Zinsschock (Parallelverschiebung der Zinskurve um +130 BP bzw. -190 BP) simulieren.⁵⁸

Der Vorteil von Sensitivitätsanalysen liegt in ihrer relativ einfachen Umsetzbarkeit und Durchführbarkeit, denn es müssen keine Annahmen zur Interaktion der zu stressenden Faktoren gemacht werden und die Analysen sind einfach zu interpretieren. Als Nachteile sind die eingeschränkte Aussagekraft, die fehlerhafte Abschätzung von Risiken und die falsche Abbildung von Risiken aus der Interaktion

⁵⁴ Vgl. Reuse/Svoboda (2010), S. 66.

⁵⁵ Vgl. Monetary Authority of Singapore (2003), S. 25-30.

⁵⁶ Als Beispiel einer willkürlich gewählten Veränderung des Risikofaktors kann bei einem Portfolio, das aus festverzinslichen Wertpapieren besteht bspw. die Zinsstrukturkurve um 3 %-Punkte parallel nach oben oder unten verschoben werden, wodurch der Kurswert der Wertpapiere fällt oder steigt.

⁵⁷ Quelle: Derivatives Policy Group (1995), IV. Evaluation of Risk in Relation to Capital.

⁵⁸ Vgl. Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht (2004), Tz. 762 ff.; vgl. auch Andrulis et al. (2009), S. 8 und Reuse/Svoboda (2010), S. 68.

von Risikofaktoren anzusehen.⁵⁹ Infolge der separaten Betrachtung der Risikofaktoren werden Korrelationsbeziehungen zwischen den Risikofaktoren außer Acht gelassen, wodurch die Aussagekraft der Ergebnisse beeinträchtigt wird und die Gefahr einer falschen Beurteilung der Risiken besteht. Korrelationsbeziehungen sollten deshalb berücksichtigt werden, weil sich im Falle von Stress-Situationen selten ein Risikofaktor isoliert verändert. Sensitivitätsanalysen gelten für ein mittel- bis langfristiges Risikomanagement als weniger geeignet⁶⁰ und können eher als „erste Stufe“ bei Einführung von Stresstests gesehen werden.⁶¹

2.3.2 Szenarioanalysen

Bei Szenarioanalysen bzw. multivariaten Tests werden mehrere oder auch alle relevanten Risikofaktoren gleichzeitig verändert und dabei die Zusammenhänge zwischen den Eingangsparametern berücksichtigt, wodurch konsistente Szenarien entwickelt und deren Auswirkungen analysiert werden können.⁶² Dies trägt schließlich zu einer realistischeren Darstellung der Risiken bzw. des Portfolioverhaltens in Stresssituationen bei.⁶³ Eine Schwierigkeit bei Szenarioanalysen ist die Modellierung von Szenarien, die individuell angemessen sind.⁶⁴ Grundsätzlich existieren hierfür mit den historischen und den hypothetischen Szenarien zwei Verfahrensansätze, die auch miteinander kombiniert werden können (hybride Szenarien). Im Zuge der Beurteilung dieser Ansätze ist zu beachten, dass sich mit großer Wahrscheinlichkeit die Portfoliozusammensetzung im Zeitverlauf ändert und zukünftige Krisen nicht so wie die vergangenen verlaufen.

„*Historische Szenarien* sind solche Szenarien, die auf realisierten Ereignissen der Vergangenheit basieren. Diese Ereignisse werden auf die zukünftige Entwicklung des gesamten Instituts oder die Entwicklung einzelner Portfolien projiziert“⁶⁵. Grundlage für ein historisches Szenario sind demnach die innerhalb eines bestimmten Zeitraums in der Vergangenheit beobachteten Veränderungen der zugrundeliegenden Risikofaktoren, wofür vorausgesetzt werden muss, dass sich die Wertänderungen der betreffenden Risikofaktoren in diesem Zeitraum hinreichend verlässlich bestimmen lassen.⁶⁶ Markante Beispiele für historische Stressszenarien, die die Finanzmärkte erschütterten, sind in Abbildung 4 aufgeführt.

⁵⁹ Vgl. Walter (2010), S. 137; Kaminsky/Kuzmenkova/Kuklok (2007), S. 13 und Reuse/Svoboda (2010), S. 66.

⁶⁰ Vgl. Bühn/Klauck (2006), S. 14 f.

⁶¹ Vgl. Abschnitt 2.3.1.

⁶² Vgl. Krah/Wagner (2007), S. 1155; vgl. auch Meybom (2009), S. 275.

⁶³ Vgl. Reuse/Svoboda (2010), S. 66 und Bühn/Klauck (2006), S. 13 f.

⁶⁴ Zur Problematik der Verwendung von Stressszenarien, die extreme Marktbewegungen nach allgemeinen Kriterien enthalten, vgl. Andrulis et al. (2009), S. 1 ff.

⁶⁵ Switański (2009), S. 69.

⁶⁶ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 13.

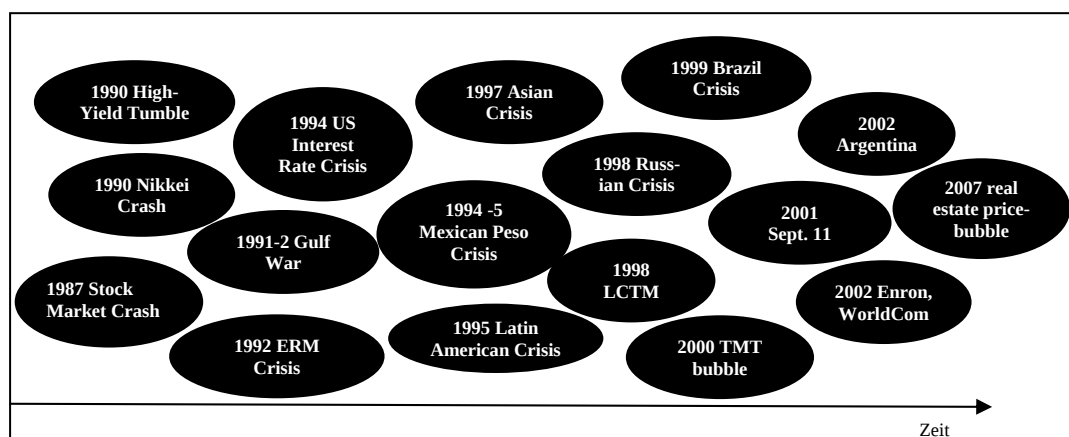


Abbildung 4: Auswahl historischer Stressszenarien⁶⁷

Wird z.B. der Börsen-Crash von 1987 als Szenario zugrunde gelegt, so ist ein über Nacht eingetretener Aktienkursverfall von 22,61 % (bezogen auf den Dow Jones Industrial Average) als Grundlage für das Stress-Szenario des Aktienportfolio zu verwenden. Auch die historische Entwicklung von Credit Spreads kann als Stressfall herangezogen werden, indem über historische Crashes Spread-Entwicklungen ermittelt und in Form von Kursabschlägen in den einzelnen Asset-Klassen berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 5).

Asset-Klasse	Benchmark	Szenario 1 - Aktien	Szenario 2 - Renten
		01.04.02-30.07.02	30.04.99-01.11.99
Geldmarkt	3 M-Euribor	-	-
Renten Europa	REXP	-1,00%	-6,00%
Renten Welt	JPM Global	-1,00%	-6,00%
Aktien Welt	MSCI World	-33,00%	-10,00%
Aktien Europa	EuroStoxx 50	-35,00%	-15,00%
Unternehmensanleihen	ML EMU non financial Corporate	-2,00%	-7,00%

Tabelle 5: Spreads im Crash-Szenario⁶⁸

Ein Vorteil der Verwendung historischer Szenarien ist darin zu sehen, dass die in AT 4.3.2 MaRisk geforderte Plausibilität der verwendeten Szenarien unumstritten ist, da das Ereignis bereits in der Vergangenheit zu beobachten war. Weiterhin können immer Worst-Case Zeiträume in der Vergangenheit beobachtet werden, in denen das aktuelle Portfolio die größten Verluste hätte hinnehmen müssen.⁶⁹ Dementsprechend hat die Auswahl historischer Szenarien immer im Zusammenhang mit den zu untersuchenden Portfolien zu erfolgen. Schwierigkeiten bereitet daher der Fall, dass sich im Portfolio überwiegend Finanzinstrumente befinden, die zu Zeiten des betrachteten Szenarios noch gar nicht existierten, weil dann die Aussagekraft willkürlich gewählter Szenarien nur begrenzt ist.

⁶⁷ Quelle: Monetary Authority of Singapore (2003), S. 28, modifiziert.

⁶⁸ Quelle: Sternberg (2009), S. 14.

⁶⁹ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 13.

Generell besteht ein wesentlicher Nachteil bei Verwendung historischer Szenarien zur Durchführung von Stresstests in der schwierigen Auswahl desjenigen Ereignisses aus dem Pool möglicher Stressereignisse, welches einen angemessenen Bezug zum betrachteten Portfolio aufweist. Zudem ist es eher unwahrscheinlich, dass sich Krisentypologien der Vergangenheit wiederholen. Neue Krisen weisen vielmehr andere eigene Charakteristika auf. Schließlich resultieren aus krisenhaften Entwicklungen „(...) fast immer auch langfristige Veränderungen, z.B. der politischen oder aufsichtlichen Rahmenbedingungen (...), die gerade darauf abzielen, eine Wiederholung dieser extremen Ereignisse zu vermeiden“⁷⁰. Diese Nachteile haben die Aufsicht wie oben dargestellt bewogen, mittlerweile eine ausschließliche Betrachtung historischer Szenarien bei der Konstruktion von Stresstests als nicht ausreichend anzusehen.

Hypothetische Szenarien beziehen sich im Gegensatz zu den historischen Szenarien nicht auf bestimmte Ereignisse der Vergangenheit, sondern beschreiben Situationen, die in der dargestellten Form noch nicht vorgekommen sind. Ein hypothetisches Szenario kann bspw. auf Annahmen von Experten über extreme, aber plausible Entwicklungen von Risikofaktoren in der Zukunft basieren.⁷¹ Sie geben dem Kreditinstitut die Möglichkeit, sich mit potenziellen zukünftigen Entwicklungen auseinanderzusetzen und somit zu einem zusätzlichen Erkenntnisgewinn beizutragen.⁷² Allerdings ist die Definition von hypothetischen Szenarien auch mit einer gewissen Unsicherheit verbunden, da der Nachweis, dass es sich um ein plausibles Stressszenario handelt, ohne historischen Präzedenzfall nicht einfach ist. Zudem führt die enorme Vielfalt denkbarer Szenarien zu einer hohen Komplexität bei der Auswahl des „richtigen“ Szenarios. Mögliche Ansatzpunkte hierfür können bewusste, bekannte oder vermutete Schwächen des Portfolios darstellen.⁷³ Zweckmäßig erscheint auch, dass als selbstverständlich vorausgesetzte Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufgehoben werden.⁷⁴

⁷⁰ Switański (2009), S. 69.

⁷¹ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 13 f.

⁷² Vgl. Switański (2009), S. 70.

⁷³ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 14.

⁷⁴ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 14.

Folgende Varianten von hypothetischen Szenarien lassen sich unterscheiden:

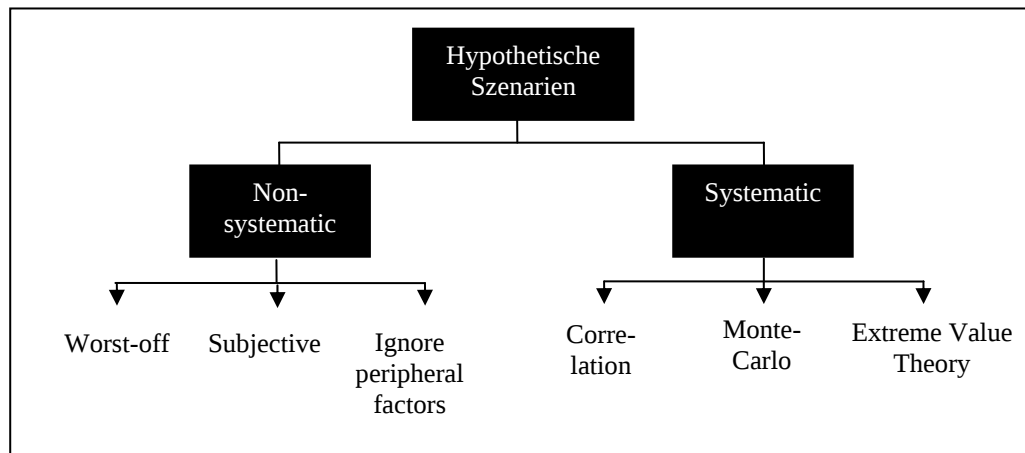


Abbildung 5: Arten von hypothetischen Stress-Tests⁷⁵

Bei *Worst-off-Szenarien* werden zuvor identifizierte Risikofaktoren jeweils ihren größten historischen Veränderungen unterworfen und dann zu einem Szenario zusammengesetzt.⁷⁶ Im Gegensatz zu den historischen Szenarien, bei denen lediglich ein historisches Szenario (z.B. die Finanzmarktkrise) und dessen Auswirkungen auf die Aktien-, Anleihen- und Währungskurse betrachtet wird, werden bei den Worst-off-Szenarien, die Aktien-, Anleihen- und Währungskurse jeweils ihren größten historischen Veränderungen⁷⁷ unterworfen. Dieses Vorgehen ist jedoch mit dem Nachteil behaftet, dass die gestressten Risikofaktoren willkürlich zusammengesetzt werden, was aufgrund einer fehlenden Berücksichtigung von Korrelationen zu ökonomisch unplausiblen Szenarien führt.⁷⁸ Dennoch ist dies eine der von Banken am häufigsten verwendeten Methoden, um hypothetische Szenarien zu konstruieren.⁷⁹

Bei der *subjektiven Variante* zur Konstruktion hypothetischer Szenarien wird die Auswahl der Risikofaktoren und die Größenordnung der Auslenkung dieser Faktoren nach Expertenmeinung bestimmt. Sie werden auch als Selektionsszenarien bzw. antizipative Szenarien bezeichnet, da hierbei einige Risikofaktoren selektiv ausgewählt und dabei auch völlig neue Kombinationen von Risikofaktoren zur Anwendung gebracht werden, die eine mögliche zukünftige Entwicklung abbilden. Das Risikomanagement bzw. die befragten Experten sollten sich dabei auf die wesentlichen Risikofaktoren konzentrieren und diese nach subjektiven Maßstäben verändern. Der wesentliche Unterschied zum Worst-off-Szenario liegt damit darin, dass Selektionsszenarien nicht auf den maximalen historischen Verän-

⁷⁵ Quelle: In Anlehnung an Monetary Authority of Singapore (2003), S. 25.

⁷⁶ Für eine Anwendung vgl. z.B. Jarosch/Kämpken (2010), S. 64 f.

⁷⁷ Die historischen Veränderungen können dabei aus unterschiedlichen historischen Krisen z.B. Kursverfall an den Anleihemärkten infolge der Finanzmarktkrise und Kursverfall der Aktienmärkte infolge des Börsen-Crashes von 1987 resultieren.

⁷⁸ Vgl. Bühn/Klauck (2006), S. 16 f. Einen Ausweg aus dem Dilemma könnte die Weiterentwicklung des für den Bereich der Zinsänderungsrisiken vorgeschlagenen Verfahrens der Hauptachsentransformation bieten. Zur Darstellung vgl. Ender/Jacob (2011), S. 53 ff.

⁷⁹ Vgl. Monetary Authority of Singapore (2003), S. 29.

derungen der Risikofaktoren beruhen. Dies ermöglicht eine Simulation von Stressereignissen, die bisher noch nicht beobachtet wurden, denen das Risikomanagement bzw. die Experten subjektiv eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit zuweisen, als die Analyse der ökonomischen Vergangenheit ermittelt hat oder in denen das Zusammenspiel der Risikofaktoren nicht den aus empirischen Beobachtungen abgeleiteten, statistischen Zusammenhängen folgt. Jedoch ist bei Durchführung der Stresstests darauf zu achten, dass die ökonomischen Zusammenhänge sinnvoll und gleichzeitig hinreichend plausibel abgebildet werden.⁸⁰ Schließlich besteht die Gefahr dieser Vorgehensweise darin, dass sich in der Kombination aller festgelegten Szenarien eine willkürliche Korrelationsannahme wiederfindet.⁸¹

Bei der Methode des *ignoring peripheral risk factors* werden einige wenige Risikofaktoren verändert, wohingegen alle übrigen relevanten Risikofaktoren unverändert bleiben. Diese Methode ähnelt damit den worst-off-Szenarien, unterscheidet sich aber von diesen dadurch, dass bei ihr die Größe der Veränderung des Risikofaktors durch den Risikomanager und nicht wie bei der worst-off-Methode durch die größte historische Veränderung bestimmt wird.⁸²

Bei der *Correlation* Methode wird speziell dem Umstand Rechnung getragen, dass Korrelationen in Krisenzeiten nicht als konstant anzusehen sind. Die Methode modifiziert eine von Kupiec 1998 entwickelte Methode, bei der einige Risikofaktoren gestresst und andere (sog. Periheral factors) unter Berücksichtigung ihrer historischen Volatilitäten und Korrelationen angepasst werden.⁸³ Der Verlust im Stressfall (StressVaR) wird bei der Methode von Kupiec mit Hilfe der Varianz-Kovarianz-Matrix berechnet.

Longin und Solick zeigen jedoch, dass die von Kupiec verwendeten Korrelationen in Krisenperioden zusammenbrechen können,⁸⁴ was zur Folge hat, dass die Verwendung historischer Volatilitäten und Korrelationen zur Adjustierung der „peripheral factors“ nicht angemessen ist. Daher schlagen Kim und Finger (2000) vor, Korrelationen in volatilen Perioden zu schätzen und diese gestressten Korrelationen dann auf die spezifischen Veränderungen der „peripheral factors“ anzuwenden.⁸⁵ Insgesamt hat diese Methode den Vorteil, dass das Element der Wahrscheinlichkeit in das Stress-Testing Einklang findet.⁸⁶

Die Monte Carlo Simulation kann verwendet werden, um zunächst die Portfolio-Werte in unterschiedlichen Szenarien zu kalkulieren. Dabei werden die Kovarianzen der Risikofaktoren verwendet und es werden Szenarien simuliert, die mit der durch die Kovarianzmatrix vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung eintreten

⁸⁰ So ist es denkbar, dass der Austritt eines oder mehrere Mitgliedsländer aus der Europäischen Währungsunion oder der Zusammenbruch des Euro als Währungseinheit simuliert wird.

⁸¹ Vgl. Bühn/Klauck (2006), S. 16 f.

⁸² Vgl. Monetary Authority of Singapore (2003), S. 29.

⁸³ Vgl. Kupiec (1998), S. 7 ff.

⁸⁴ Vgl. Longin/Solick (1999), S. 1 ff.

⁸⁵ Vgl. Kim/Finger (2000), S. 5 ff.

⁸⁶ Vgl. Monetary Authority of Singapore (2003), S. 35.

könnten.⁸⁷ Anschließend wird dasjenige Szenario identifiziert, dessen ausgewiesener Verlust größer als eine bestimmte Schwelle ist. Dieses Szenario kann anschließend daraufhin untersucht werden, welche Veränderungen in den Risikofaktoren einen solchen Verlust verursachen würden, z.B. wie müssen die Risikofaktoren verändert werden, dass der VaR mit einer Konfidenzwahrscheinlichkeit von 1 % in Höhe von 40 TEUR überschritten wird.⁸⁸

Die Extrem Value Theory (EVT) greift den Kritikpunkt an denjenigen VaR-Modellen für Marktrisiken auf, die eine Varianz-Kovarianz-Matrix verwenden und unterstellen, dass die Veränderungen des Portfolios annähernd normalverteilt sind, was in Stresssituationen häufig nicht zutrifft. Die EVT fokussiert auf die Häufigkeit und Größenordnung von extremen Ereignissen sehr geringer Wahrscheinlichkeit. Indem sie keine Normalverteilungsannahme unterstellt, sondern die Daten „für sich selbst sprechen“ lässt, verringert die EVT das Modellrisiko.⁸⁹

Hybridszenarien stellen eine Mischform aus historischen und hypothetischen Szenarien dar. Sie beruhen genau wie hypothetische Szenarien auf Annahmen, die von Experten formuliert werden. Diese Annahmen werden jedoch durch historische Erfahrungswerte gestützt, d.h. das Risikomanagement nutzt die Entwicklungen, die die Risikofaktoren während historischer Stressereignisse gezeigt haben, und kombiniert diese vollkommen flexibel um neue Szenarien zu gestalten. Dies bedeutet, dass die historischen Daten bei dieser Vorgehensweise ausschließlich dazu verwendet werden, die Veränderungen der Risikofaktoren und die allgemeinen Marktbedingungen während des Eintretens von Stressereignissen zu bestimmen. Bei der Konstruktion von Hybridszenarien werden anschließend die Veränderungen der Risikofaktoren nicht im Kontext eines historischen Ereignisses betrachtet, sondern vielmehr zu beliebigen Szenarien zusammengesetzt.⁹⁰ Auf diese Weise wird der Nachweis, dass es sich um ein plausibles Stressszenario handelt, erleichtert.

Abbildung 6 bietet zusammenfassend eine Übersicht der Stresstestmethoden und Abbildung 7 liefert Beispiele für mögliche Szenarien.

⁸⁷ Vgl. Deutsche Gesellschaft für Risikomanagement e.V. (2008), S. 39-43.

⁸⁸ Vgl. Monetary Authority of Singapore (2003), S. 35 f. Dieses Verfahren wird in Abschnitt 3.3 weiter vertieft.

⁸⁹ Vgl. *Großmann* (2006), S. 79.

⁹⁰ Vgl. *Bühn/Klauck* (2006), S. 18.

Risikoart	Einzelrisiko Alle wesentlichen Risikoarten	Risikoartenübergreifend Alle Risikoarten, Konzentrationen
Auswahl Risikofaktoren	Univariate Methoden Einfluss eines einzelnen Risikofaktors (Sensitivitätsanalyse)	Multivariate Methoden Simultane Änderung von mehreren Risikofaktoren mit Abhängigkeiten (Szenarioanalyse)
Quelle für Szenarien	Historische Szenarien Verwendung tatsächlicher historischer Extremereignisse	Hypothetische Szenarien Außergewöhnliche, aber plausibel mögliche Ereignisse ohne Rückgriff auf Historie
Ausmaß der Szenarien	Qualitativ Expertenmeinung	Quantitativ Statistisches Maß

Abbildung 6: Methodenübersicht über Stresstests⁹¹

Risikobereichsspezifische Stressszenarien	
Marktpreisrisiko	Adressenausfallrisiko
- Historische Zinsveränderungen mit maximalem Wertverlust - Variabel gewichtete Veränderungen der Zinsstrukturkurve	- Rezession: Gesamt/ Eigengeschäft/ Kundenkreditgeschäft - Maximaler historischer PD -Anstieg - Maximaler historischer PD - und LGD -Anstieg - Rückgang Immobilienpreise: Referenz Ostdeutschland - Geschäftspartnerausfall (höchster erwarteter Verlust) - Geschäftspartnerausfall (höchstes Blankovolumen)
Risikobereichsübergreifende Stressszenarien	
Historisches übergreifendes Stressszenario	Hypothetisches übergreifendes Stressszenario
- Aktuelle Finanzmarktkrise - Verknüpfung von Stressparametrisierungen risikobereichsspezifischer Szenarien	- Wirtschaftliche Rezession in 2011 - Arbeitslosigkeit steigt stärker als erwartet - Zinsen sinken/ verbleiben auf niedrigem Niveau (Neu-)Geschäftstätigkeit Instituts leidet

Abbildung 7: Mögliche Szenarien in Stresstests⁹²

⁹¹ Quelle: Reitz (2010), S. 19.

⁹² Quelle: In Anlehnung an Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 20.

Abschließend kann festgestellt werden, dass in der Umsetzungspraxis historische und hybride Szenarien dominieren, während rein hypothetische Szenarien eher die Ausnahme sind.⁹³

2.4 Konzeptioneller Rahmen für Stresstests

2.4.1 Überblick

Grundsätzlich besteht bislang weitgehend Methodenfreiheit hinsichtlich der Ausgestaltung der Stressszenarien und der verwendeten Stresstestmethoden, sodass in der kreditwirtschaftlichen Praxis eine Vielfalt von Verfahren im Einsatz ist.⁹⁴

Diese lassen im Hinblick auf ihren Entwicklungsstand folgendermaßen differenzieren (vgl. Abbildung 8):

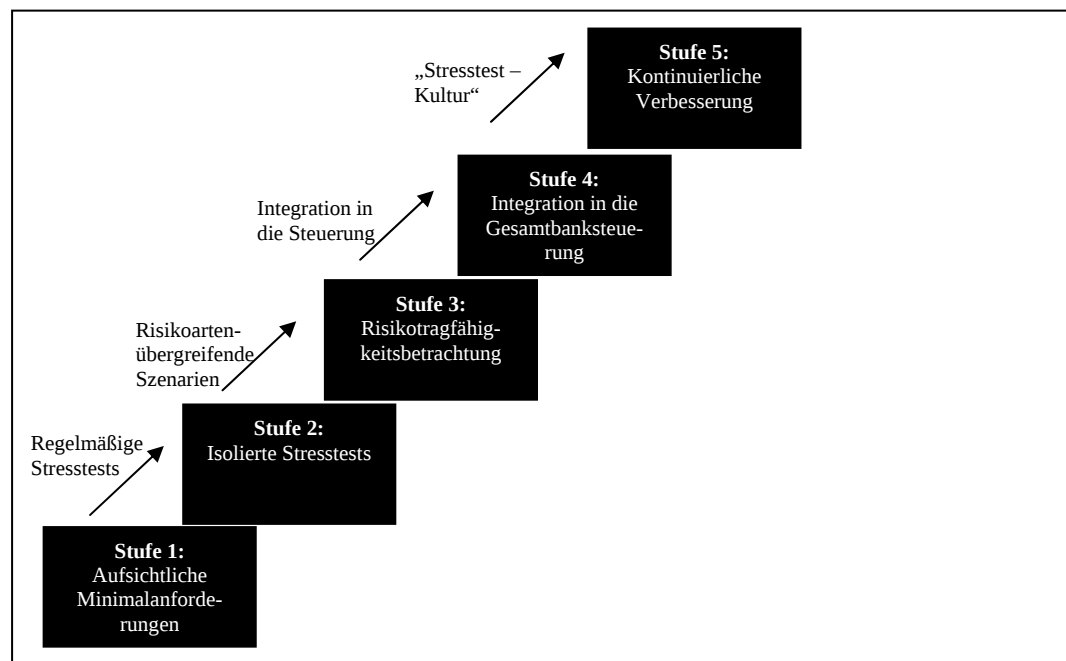


Abbildung 8: Reifegrad von Stresstests⁹⁵

Auf Stufe 1 sind zwar die aufsichtsrechtlichen Minimalanforderungen an Stresstests erfüllt, es erfolgt jedoch keine bzw. nur eine geringe Einbindung in Entscheidungsprozesse. Stufe 2 ist dadurch gekennzeichnet, dass regelmäßig für die einzelnen Risikoarten isolierte Stresstests durchgeführt werden. Erfolgen zusätzlich noch risikoartenübergreifende Szenariobetrachtungen und eine teilweise Berücksichtigung in der Steuerung bzw. bei der Risikotragfähigkeit, so ist Stufe 3 erreicht. Auf Stufe 4 sind die risikoartenübergreifenden Stresstests bereits vollumfänglich in die Risiko- und Geschäftssteuerung integriert und auf Stufe 5 hat sich eine „Stresstest-Kultur“ etabliert, die durch einen agilen und kontinuierlichen Verbesserungsprozess gelebt wird.⁹⁶

⁹³ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 14.

⁹⁴ Vgl. Deutsche Bundesbank (2004), S. 79.

⁹⁵ Quelle: In Anlehnung an Wilke/Lichka/Voelkmann (2009), S. 12 f.

⁹⁶ Vgl. Wilke/Lichka/Voelkmann (2009), S. 12 f.

Es ist zweckmäßig, die Umsetzung und konkrete Ausgestaltung von Stresstests in folgendem konzeptionellen Rahmen ablaufen zu lassen (vgl. Abbildung 9).

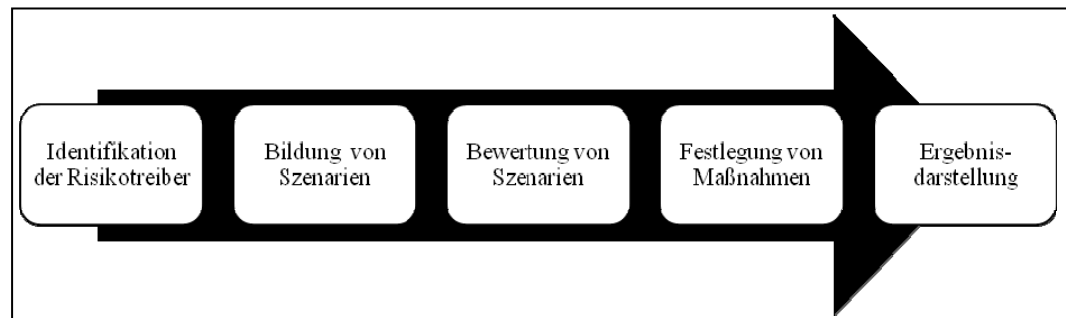


Abbildung 9: Vorgehensweise zur Umsetzung von Stresstests⁹⁷

Die einzelnen Ablaufschritte werden im Folgenden näher erläutert.

2.4.2 Identifikation der Risikotreiber

Als erstes sind die wesentlichen Risikobereiche des Instituts zu identifizieren. Anhaltspunkte dafür liefert AT 2.2 MaRisk, in dem folgende Risikobereiche als wesentlich bezeichnet werden:⁹⁸

- Adressenausfallrisiken (einschließlich Länderrisiken)
- Marktpreisrisiken
- Liquiditätsrisiken
- Operationelle Risiken

Um in den einzelnen Risikobereichen mögliche Risikotreiber zu ermitteln bieten sich die nachfolgend erläuterten Schritte an.⁹⁹

In einem ersten Schritt erfolgen eine individuelle Analyse der Portfoliozusammenstellung des Kreditinstituts sowie die Bestimmung des spezifischen Risikos in den Beständen. Beispielsweise kann die Struktur des Kundenkreditgeschäfts nach folgenden Kriterien untersucht werden (vgl. Tabelle 6):

Kriterien	Untersuchungsbereiche
Branchen	Sind die größten Branchen bestimmten konjunkturellen Risiken ausgesetzt?
Bonitäten	Lässt die aktuelle Struktur auf besondere Risiken schließen?
Kundengruppen	Zusammensetzung Firmenkunden und Privatkunden?
Sicherheiten	Welchen Risiken sind die als Sicherheiten hinterlegten Immobilien ausgesetzt?

Tabelle 6: Vorgehensweise zur Umsetzung von Stresstests¹⁰⁰

⁹⁷ Quelle: In Anlehnung an Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 75.

⁹⁸ Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2009b), AT 2.2; vgl. auch Jarosch/Kämpken (2010), S. 64.

⁹⁹ Vgl. Schirch (2009), S. 85 f.

¹⁰⁰ Quelle: In Anlehnung an Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 75.

Auch die Emittenten und Kontrahenten aus dem Eigenanlagebereich, die Produktstruktur der Aktiv- und Passivseite, das Verhältnis von Festzinsgeschäften zu variabel verzinslichem Geschäft und die Volumina mit impliziten Optionen (z.B. Wachstumsgelder, Sondertilgungsrechte bei Darlehen) liefern Ansatzpunkte, um die Reagibilität der Portfolios auf verschiedene Marktpreisschwankungen abschätzen zu können. Beispielsweise ist das private Baufinanzierungsgeschäft mit Realsicherheiten anderen Risiken ausgesetzt als eine Projektfinanzierung auf Basis von Cashflows.

Im *zweiten Schritt* sind Ereignisse oder Marktbewegungen zu identifizieren, die sich ungünstig auf das Kreditinstitut auswirken. Diese möglichen Risikofaktoren können sowohl aus dem wirtschaftlichen Umfeld (z.B. Arbeitslosenquote, Entwicklung des BIP) als auch aus Finanzmarktindikatoren (z.B. Credit Spreads, aktuelles Zinsniveau) abgeleitet werden. Eine Beschränkung auf Risikotreiber, die für das jeweilige Risiko auch wesentlich sind und zu Verlusten führen erscheint hierbei sinnvoll. Auf das Adressenausfallrisiko im Kundenkreditgeschäft wirken sich z.B. erhöhte Ausfallraten, Bonitätsverschlechterungen oder ein Wertverfall der Sicherheiten (als Indikator hierfür ist z.B. ein Immobilienpreisindex geeignet) ungünstig aus. Mögliche Risikofaktoren im Bereich der Marktpreisrisiken sind u.a. Ratingverschlechterungen, eine Ausdehnung der Credit Spreads, ein Anstieg des Zinsniveaus oder ein Kursverfall an den Aktienmärkten.

Zur Identifikation geeigneter Risikotreiber kann eine Bank ihre verwendeten Risikomessmodelle nutzen. Auf unzureichend modellierte Zusammenhänge oder auf Risikokategorien, die in den Modellen nicht berücksichtigt werden (z.B. erkannte Risikokonzentrationen auf bestimmte Sicherheitenarten oder die Beschäftigung vieler Kunden bei einem zentralen Unternehmen in der Region) ist zu achten. Durch die Betrachtung potenzieller Risikotreiber wird in der Regel eine umfangreiche Liste (sog. Long List) gewonnen. Diese Liste kann anschließend mithilfe von Sensitivitätsanalysen¹⁰¹ und der Analyse von Risikokonzentrationen auf eine Liste von Risikotreiber, welche für die Risikolage des Kreditinstituts wirklich wesentlich sind, gekürzt werden.

Bei diesem Vorgehen sind die Auswirkungen der Risikotreiber auf die Markt- und Barwerte, auf das ausgewiesene Ergebnis in der Rechnungslegung sowie auf Solvabilitätskennzahlen und die Liquiditätslage zu betrachten. Risikotreiber werden dann in die Short List übernommen, wenn sie hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die oben genannten Punkte gewisse Schwellenwerte überschreiten. Die Short List dient der Kommunikation von Stresstests. Jedoch muss das Risikocontrolling auch die Long List ständig beobachten, um im Zeitablauf sicherzustellen, dass alle wesentlichen Risikotreiber in die Short List übernommen werden.¹⁰²

¹⁰¹ Die Rolle von Sensitivitätsanalysen bei der Bildung von Stressszenarien wird in Abschnitt 2.4.3 näher erläutert.

¹⁰² Vgl. Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 75 f. und Schlottmann/Vorgrimler (2009a), S. 40.

2.4.3 Bildung von Szenarien

Nach Ermittlung der Risikotreiber sind Stressszenarien zu bilden. Stressszenarien beschreiben, wie sich ein ausgewählter Risikotreiber im Stressfall entwickeln könnte. Ausgangspunkt für die Konstruktion der Szenarien ist die Geschäfts- und Risikostrategie des Kreditinstituts sowie das wirtschaftliche Umfeld. Folgende Dimensionen sind bei der Bildung von Szenarien zu beachten:

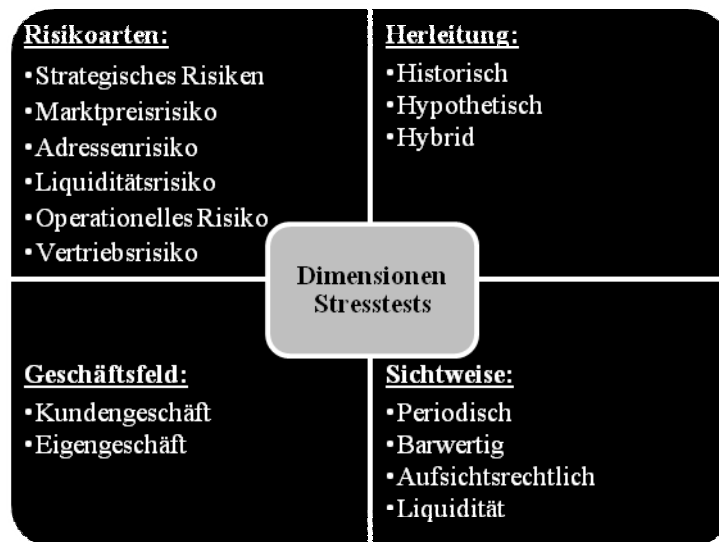


Abbildung 10: Dimensionen bei der Bildung von Stressszenarien¹⁰³

Wie in Abschnitt 2.2.2.1 bereits erläutert wurde, sind Stresstests für alle wesentlichen Risikoarten durchzuführen. Dabei gilt es, mögliche Risikokonzentrationen sowie Wechselwirkungen zwischen den Risikokategorien zu berücksichtigen. Um diese Wechselwirkungen einzubeziehen sind risikoartenübergreifende Stresstests zu entwickeln. Die Szenarien werden historisch, hypothetisch oder hybrid hergeleitet. Eine ausschließliche Betrachtung von historischen Szenarien ist laut MaRisk jedoch ausgeschlossen. Weiterhin muss die Bewertungsebene (ob im Kundengeschäft oder Eigengeschäft) festgelegt und unterschiedliche Sichtweisen (periodisch, barwertig, aufsichtsrechtlich oder liquiditätsbezogen) berechnet werden. Dies spielt vor allem bei Bewertung der Stressszenarien eine wesentliche Rolle.¹⁰⁴

Eine Liste typischer Stressszenarien, wie z.B. Szenarien für die Konjunktur, der Ausfall wichtiger Kreditnehmer oder große Marktbewegungen etc., kann als Ausgangspunkt für die Bildung der Szenarien verwendet werden.¹⁰⁵ Beispielsweise wurden 2010 beim ersten europaweiten Stresstest für 91 wichtige Banken drei aufeinander aufbauende Szenarien verwendet, bei denen im schlimmsten Fall (d.h. im Worst-Case-Szenario) ein Konjunkturinbruch und heftige Turbulenzen am Staatsanleihenmarkt zusammentreffen (vgl. Tabelle 7).¹⁰⁶

¹⁰³ Quelle: In Anlehnung an Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 13.

¹⁰⁴ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 13 ff.; vgl. auch Jarosch/Kämpken (2010), S. 64.

¹⁰⁵ Vgl. Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 76.

¹⁰⁶ Vgl. Committee of European Banking Supervisors (2010), S. 43 ff.

Szenario 1: Benchmark	Referenzszenario für die europäische Währungsunion (wie erwartet):		
		2010	2011
	Wirtschaftswachstum	0,70%	1,50%
	Arbeitslosigkeit	10,70%	10,90%
	Verbraucherpreisindex	1,1%	1,5%
Szenario 2: Stress	Konjunktureinbruch durchschnittlich 3 %, Zinsstruktur flacher (Zinsanstieg 3-monatige: 125 Basispunkte, 10-jährige: 75 Basispunkte), 20 % Kursverfall Aktien, Volatilität steigt, Ölpreis sinkt, Spreads steigen		
		2010	2011
	Wirtschaftswachstum	-0,2%	-0,6%
	Arbeitslosigkeit	10,8%	11,5%
	Verbraucherpreisindex	1,1%	1,1%
Szenario 3: Ergänzender Stress	Zusätzlich: Schock am Markt für Staatsanleihen (Rendite bei 10-jährigen durchschnittlich 30 Basispunkte höher, Abschläge bis zu 42 % für griechische 10-jährige Anleihen)		

Tabelle 7: Auszug aus den Szenarien des EU-Stresstest 2010¹⁰⁷

Die Liste von möglichen Stressszenarien, wie z.B. anhand des EU-Stresstests dargestellt, ist institutsspezifisch anzupassen, indem nicht relevante Szenarien gestrichen und institutsspezifische Szenarien ergänzt werden. Letztere können z.B. aus der Analyse von Risikokonzentrationen abgeleitet werden. Erkennt ein regional tätiges Kreditinstitut bspw. eine Konzentration auf eine bestimmte Branche oder auf wenige Arbeitgeber, so kann es hierfür spezifische Szenarien bilden. Bei der Ermittlung von geeigneten Stressszenarien werden auf die in Abschnitt 2.2.3 vorgestellten Verfahren (historische, hypothetische oder hybride Szenarien) zurückgegriffen.¹⁰⁸ Durch die Annahme einer bisher noch nie beobachteten Veränderung der Risikofaktoren werden z.B. hypothetische Szenarien kreiert. So schätzen Experten als hypothetisches Szenario z.B. eine Parallelverschiebung der Zinsstrukturkurve innerhalb von 3 Monaten um +150 BP und auf 12-Monatssicht +250 BP bzw. eine pauschale Reduzierung der Realsicherheiten um -25 %. Bei einem Rückgriff auf historische Crash-Szenarien werden hingegen die Veränderungen der Risikofaktoren zu einem bestimmten historischen Zeitpunkt, wie z.B. die Illiquidität der Märkte während der Finanzmarktkrise 2007/2008 betrachtet.¹⁰⁹

Weiterhin ist es wichtig, dass Werte für Risikotreiber definiert werden, die nicht direkt durch eine Stresssituation vorgegeben sind. Hierzu müssen bedingte Prognosen verwendet werden. Wird z.B. ein starker Anstieg der Credit Spreads simuliert, so erscheint die Annahme einer Seitwärtsbewegung der Aktienmärkte nicht sinnvoll, da eine Vertrauenskrise, die zu stark gestiegenen Credit Spreads führt,

¹⁰⁷ Quelle: Andrulis/Müller (2010), S. 9.

¹⁰⁸ Vgl. Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 76.

¹⁰⁹ Vgl. Schirch (2009), S. 86 f.

i.d.R. auch deutliche Auswirkungen auf den Aktienmarkt hat. Eine Sensitivitätsanalyse der Art „Wie hoch sind die Verluste, wenn die Spreads um 100 Basispunkte steigen?“ ist zwar sinnvoll um den Einfluss der Credit Spreads zu analysieren, jedoch nicht als institutsweites Szenario.¹¹⁰

Aus diesem Grund erscheint eine stufenweise Verwendung der Analysemethoden angebracht, die aus den Stufen Sensitivitätsanalysen, Berücksichtigung von Produktspezifika und Szenarioanalysen besteht:¹¹¹

- Als einfachste Untersuchungsmethode ist die Sensitivitätsanalyse zu betrachten. Mit ihrer Hilfe kann der kausale Zusammenhang zwischen den einzelnen Parametern und der Zielgröße analysiert werden. Zum Beispiel lässt sich der Einfluss einer Verschlechterung aller Kreditnehmer um eine Ratingklasse auf die Eigenkapitalunterlegung ermitteln.
- Nachdem diese Ursache-Wirkungs-Relationen verstanden sind, kann in einem nächsten Schritt das Gesamtportfolio näher betrachtet werden. Hierbei werden die Sensitivitäten unterschiedlicher Portfolioklassen genauer untersucht und eine Veränderung der Einflussfaktoren unter diesen Aspekten vorgenommen. Die pauschale Verschlechterung aller Kreditnehmer um eine Ratingklasse wird hierbei aufgehoben und für jede Forderungsklasse eine individuelle Ratingmigration festgelegt. Mithilfe dieses Vorgehens kann gewährleistet werden, dass die Mindesteigenkapitalanforderungen genauer bestimmt werden können.
- Die einzelnen Parameter der univariaten Analyse können unter Berücksichtigung von Korrelationsbeziehungen zu multivariaten zusammengefasst und schließlich komplexe Szenarien gebildet werden. So lässt sich z.B. in einem bestimmten Szenario die Korrelation zwischen Ausfallwahrscheinlichkeit und Verlustquote bei Ausfall sowie deren gemeinsamer Einfluss auf die Eigenkapitalunterlegung untersuchen.¹¹²

Die folgende Grafik illustriert ein beispielhaftes Vorgehen bei Konstruktion von risikoartenübergreifenden Szenarien:

¹¹⁰ Vgl. Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 76 f.

¹¹¹ Vgl. Kaminsky/Kuzmenkova/Kuklok (2007), S. 14.

¹¹² Vgl. Kaminsky/Kuzmenkova/Kuklok (2007), S. 15.

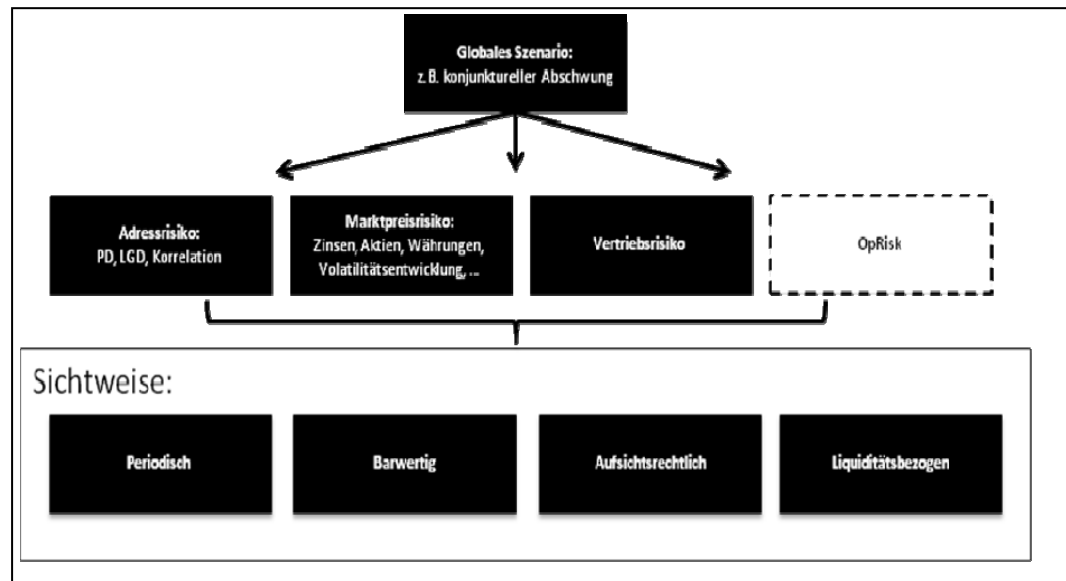


Abbildung 11: Risikoartenübergreifendes Szenario

Wird z.B. ein konjunktureller Abschwung betrachtet, so stellt sich die Frage, wie sich dieser auf die einzelnen Risikoarten (Adress-, Marktpreis-, Vertriebsrisiko etc.) auswirkt. Anschließend müssen diese Auswirkungen in die jeweiligen Risikoparameter (PD, LGD, Zinsen, Volatilitäten) übersetzt und die Ergebnisse in unterschiedlichen Sichtweisen betrachtet werden. Ein Beispiel für ein globales hypothetisches Szenario ist in Abbildung 12 aufgeführt.

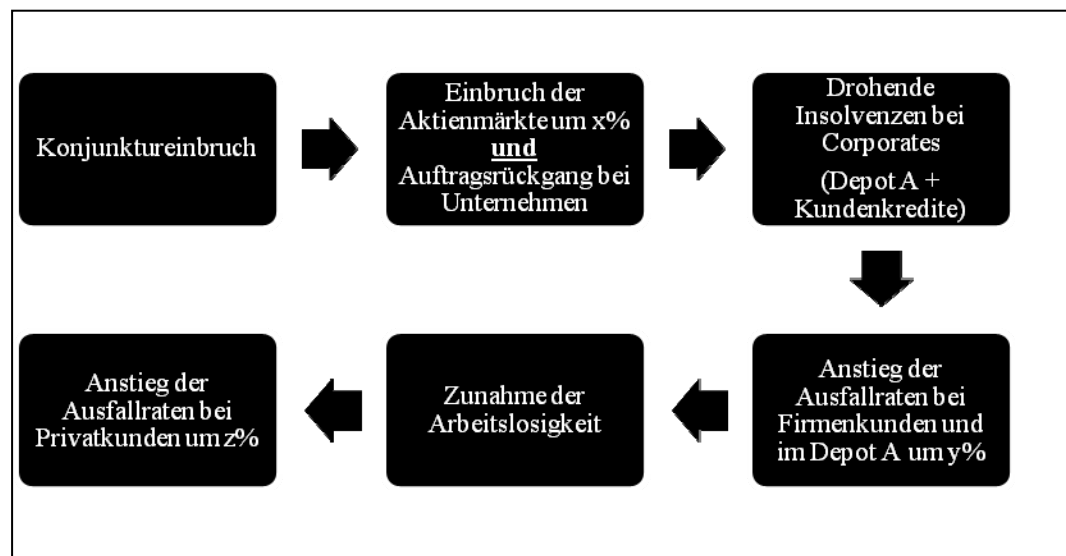


Abbildung 12: Beispiel für ein globales hypothetisches Szenario¹¹³

Weiterhin sind bei Konstruktion der Szenarien Interdependenzen wie z.B. Kapitalverflechtungen zu berücksichtigen. Wird durch eine Filialbank ein Stressszenario konzipiert, dass einbrechende Immobilienpreise (z.B. ein Einbruch von 40 %) unterstellt, so verringert sich auf den ersten Blick zunächst der Wert der eigenen Immobilienanlagen. Dadurch ändern sich Eigenkapital und der Sicherheitenwert immobilienbesicherter Kredite. Folglich verändern sich auch Verlustquoten und

¹¹³ Quelle: In Anlehnung an Reitz (2010), S. 20.

erwartete Verluste. Wird die Analyse auf diese unmittelbaren Auswirkungen beschränkt, können wichtige Effekte übersehen werden: So wären für eine Hypothekbank, die eine Tochtergesellschaft des Zentralinstituts der betrachteten Filialbank ist, die Auswirkungen des Szenarios deutlich gravierender und es muss davon ausgegangen werden, dass das Zentralinstitut Liquidität und Eigenkapital im Stressszenario für das Spezialinstitut zur Verfügung stellen muss. Dies hätte direkte Auswirkungen auf den Wert der Beteiligungen und, schwerwiegender noch, auf die Refinanzierungsmöglichkeiten der Filialbank. Die mittelbaren Folgen für die Filialbank können so leicht um ein Vielfaches gravierender als die unmittelbaren ausfallen.¹¹⁴ Sind die Szenarien festgelegt, müssen ihre Auswirkungen analysiert werden.

2.4.4 Bewertung von Szenarien

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Stressszenarien werden die Szenarioannahmen in die Risikomesssysteme eingegeben und ein entsprechender Szenariowert bestimmt. In vielen Fällen sind die Szenarien jedoch zuerst in die je Risikotyp relevanten Portfolioparameter zu übersetzen (PD, LGD, EAD beim Kreditrisiko und Marktpreisveränderungen beim Marktrisiko). Weiterhin muss z.B. geklärt werden, welche Auswirkungen ein schrumpfendes BIP und ein Rückgang der Immobilienpreise auf Kreditausfallraten und Verlustquoten haben.¹¹⁵ Ein Beispiel für die Übersetzung von hypothetischen Szenarien in bankspezifische Risikofaktoren ist: „Konjunktureinbruch, infolge dessen Einbruch der Aktienmärkte um x % und Auftragsrückgang bei Unternehmen. Dadurch drohen Insolvenzen bei Zulieferern und anderen Unternehmen, was wiederum eine Zunahme der Arbeitslosigkeit und einen Anstieg der Ausfallrate bei Privat- bzw. Firmenkunden um y % nach sich zieht“¹¹⁶. Quantitative Analysen der bisherigen Zusammenhänge liefern hierzu erste Anhaltspunkte. Jedoch sollten die aus der Historie bzw. den Modellen ermittelten Zusammenhänge nicht einfach kritiklos übernommen, sondern auch entsprechend hinterfragt werden.

2.4.5 Festlegung von Maßnahmen

Auf Basis der Stresstest-Ergebnisse sind für die jeweiligen Szenarien entsprechende Maßnahmen vorzuschlagen und dann durch das Management umzusetzen. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen sofort umzusetzenden Maßnahmen und potenziellen Maßnahmen, die nur dann zum Einsatz kommen, wenn sich eine konkrete Verschlechterung der Situation andeutet.¹¹⁷

Mögliche Handlungsimpulse können sein:¹¹⁸

- Verminderung/Abbau des Risikos
- Akzeptieren des Risikos

¹¹⁴ Vgl. Andrusis/Müller (2010), S. 11.

¹¹⁵ Vgl. Schlottmann/Vorgrimler (2009a), S. 40.

¹¹⁶ Reitz (2010), S. 20.

¹¹⁷ Vgl. Schlottmann/Vorgrimler (2009b), S. 80.

¹¹⁸ Vgl. Wagatha (2010), S. 55.

- Vorhalten von Risikokapital
- Erstellen eines Notfallplans

Aufgrund der Besonderheiten von Stresstests ist es jedoch nicht sinnvoll, eine strikte Limitierung von Stresstestergebnissen vorzunehmen bzw. einen darauf aufsetzenden Eskalationsprozess einzurichten. Gleichwohl ist eine Einschätzung der Szenarioergebnisse im Hinblick auf die Auslösung von Maßnahmen zwingend erforderlich. Hierzu kann eine Frühwarn- bzw. Ampelsystematik auf der Ebene der Einzelrisiken genutzt werden.¹¹⁹ Die Ausgestaltung dieser Systematik wird nachfolgend näher erläutert.

2.4.6 Ergebnisdarstellung

Gemäß MaRisk hat sich die Geschäftsleitung in angemessenen Abständen über die Risikosituation und die Ergebnisse der Stresstests berichten zu lassen. Hierbei ist das Reporting in nachvollziehbarer und aussagekräftiger Art und Weise zu verfassen.¹²⁰ Neben der Darstellung muss auch eine Beurteilung der Risikosituation erfolgen. Die Ergebnisse der Stresstests können in die monatliche Berichterstattung an die Geschäftsleitung integriert werden.¹²¹

Die Darstellung der Szenarien und Ergebnisse umfassen u.a.:¹²²

- eine Erläuterung der berücksichtigten Elemente in der Long List von Risikofaktoren und Szenarien sowie das Verfahren zur Auswahl der Short List;
- eine Beschreibung der einzelnen Szenarien in der Short List, wobei vor allem auf Verständlichkeit und Plausibilität Wert zu legen ist;
- eine Darstellung der Auswirkungen des Szenarios auf Erfolg, Ergebnis in der Rechnungslegung, Solvabilitätskennziffern und Liquidität;
- eine Darstellung der festgelegten Maßnahmen und Schwellen für das Auslösen von Maßnahmen.

Schwellenwerte im Rahmen einer Ampelsystematik können sich am bestehenden Limitsystem des Kreditinstituts orientieren. Hierbei ist jedoch die Relevanz des jeweils betrachteten Szenarios zu berücksichtigen. Das heißt, dass die Schwellenwerte in der Ampelsystematik von der aktuellen Relevanz des betrachteten Szenarios abhängen. Dabei ist eine regelmäßige z.B. jährliche Überprüfung der Szenariorelevanz durchzuführen. Die Einschätzung, ob ein Szenario relevant oder nicht relevant ist, kann anhand einer Skala wie z.B. vernachlässigbar, gering, mittel, hoch, sehr hoch erfolgen. Vernachlässigbare Szenarien werden im Reporting nicht berücksichtigt. Weiterhin kann durch die Festlegung höherer Schwellenwer-

¹¹⁹ Vgl. *Steffan/Kaninke/Peter* (2010), S. 17; vgl. auch *Jarosch/Kämpken* (2010), S. 67.

¹²⁰ Vgl. *Reuse/Svoboda* (2010), S. 68.

¹²¹ Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2009a), AT 4.3.2. Bei kleineren Instituten sollten Vorstand und Aufsichtsrat mindestens vierteljährlich über die Ergebnisse der Stresstests informiert werden, vgl. *Jarosch/Kämpken* (2010), S. 64.

¹²² Vgl. *Schlottmann/Vorgriemer* (2009b), S. 81.

te für Szenarien mit geringer bis mittlerer Relevanz verhindert werden, dass eine mögliche Überschreitung der Schwellenwerte von weniger relevanten Szenarien zu viel Aufmerksamkeit auf sich zieht.¹²³ Die folgende Abbildung zeigt eine Möglichkeit zur Darstellung im Stresstest-Reporting.

Stresstest Report (Gesamtinstitut)				
Inhaltsverzeichnis				Seite
Management Summary				3
Risikobereichs-spezifische Stressszenarien				4
Marktpreisrisiko				5
Adressenausfallrisiko				7
Liquiditätsrisiko				8
Operationelles Risiko				9
Risikobereichs-übergreifende Stressszenarien				11
Historisches übergreifendes Stressszenario				12
Hypothetisches übergreifendes Stressszenario				13
Glossar				14

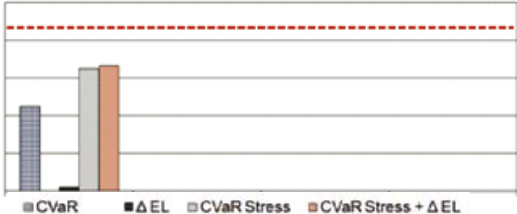
Adressenausfallrisiko		Rezession (Gesamt)			
Szenariodefinition		Auswirkungen des Szenarios auf CVaR und EL des Portfolio			
Es tritt eine Rezession ein. Dies führt zu nachlassender wirtschaftlicher Aktivität und wirkt sich (zeitverzögert) über steigende PDs und LGDs negativ auf das Eigen- und Kundenkreditgeschäft aus. Zentraler Treiber für den PD-/LGD-Anstieg im Kundenkreditgeschäft ist ein unterstellter Anstieg der Arbeitslosigkeit um 25% bzw. ein Rückgang der Immobilienpreise um 10% Die Aufschlagsfaktoren im Eigengeschäft sind aus den Zeitreihen "All Corporates" (PD) und "All Bonds" (LGD) hergeleitet		in TEUR/ %	Gesamt	Kunden	Eigen
		EL Normal			
		CVaR Normal			
		EL Stress			
		CVaR Stress			
		Δ EL			
		cVaR Stress + Δ EL			
		Limitauslastung normal			
		Limitauslastung Stress			
					
Parametrisierung	Aufschlagsfaktoren				
	LGD	PD			
Kundengeschäft	1,1	1,2			
Eigengeschäft	1,2	1,6			
Kommentar					
Das Szenario führt zu einer Erhöhung der Limitauslastung um x%					
Es resultieren keine Überschreitungen des CVaR-Limits und eines Ampelschwellenwertes					

Abbildung 13: Exemplarischer Auszug aus dem Stresstest-Reporting¹²⁴

Die Ergebnisdarstellung zielt darauf ab, die durch die Stresstests erkannten wesentlichen Risiken möglichst transparent zu dokumentieren. Dabei sind in erster Linie Erkenntnisse daraus zu ziehen, welche Ereignisse welche Risiken mit sich bringen. Nur so kann das Management und das Aufsichtsgremium in die Lage versetzt werden, das Risikoprofil des Kreditinstituts zu beurteilen. Auch die Darstellung der festgelegten Maßnahmen innerhalb des Reporting ist wichtig, denn sie verdeutlichen die Auswirkungen der Szenarien und erleichtern notwendig werdende Entscheidungen des Managements und des Aufsichtsgremiums bei Eintritt von Krisensituationen.¹²⁵ Durch die Ergebnisdarstellung kann die Geschäfts-

¹²³ Vgl. Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 17.

¹²⁴ Quelle: Steffan/Kaninke/Peter (2010), S. 20.

¹²⁵ Vgl. Schlottmann/Vorgriener (2009b), S. 81.

leitung frühzeitig über potenzielle Risiken, in Abhängigkeit von unterschiedlichen ökonomischen Szenarien, informiert werden und so frühzeitig gegensteuern. Stresstests stellen somit eine Art „Frühwarnsystem“ der Bank dar. Die Stresstestergebnisse sind auch bei Beurteilung der Risikotragfähigkeit angemessen zu berücksichtigen, wobei sie nicht zwingend zu einer Kapitalunterlegung führen. Um den Ergebnissen der Stresstests angemessen Rechnung zu tragen, kann die Risikoüberwachung verschärft (z.B. Erhöhung der Häufigkeit der Risikomessung) oder geschäftspolitische Anpassungen (Rückkopplung zur Risikostrategie) erfolgen. Gegen eine Kapitalunterlegung von Stresstests spricht vor allem, dass somit die Gefahr besteht, dass die Szenarien bewusst zu harmlos definiert werden.¹²⁶

¹²⁶ Vgl. *Schirsch* (2009), S. 89 f.

3 Stresstests für Marktpreisrisiken

3.1 Mögliche Risikofaktoren im Bereich Marktpreisrisiko

Der Wert eines Portfolios ist von unterschiedlichen Risikofaktoren abhängig. Als Portfolio kann z.B. das gesamte Handelsbuch eines Kreditinstituts oder auch einzelne Teilportfolien, Geschäftsbereiche oder Einzelgeschäfte betrachtet werden. Die Wahl der Risikofaktoren hängt von den betrachteten Portfolien ab, denn nicht alle Portfolien werden von den gleichen Risikofaktoren beeinflusst. So kann der Wert des Portfolios als Funktion unterschiedlicher Risikofaktoren betrachtet werden. Diese Funktion hängt wiederum vom betrachteten Portfolio ab, denn ein anderes Portfolio hat eine andere Bewertungsfunktion.¹²⁷ Als mögliche Risikofaktoren im Bereich der Marktpreisrisiken kommen je nach betrachtetem Portfolio z.B. folgende Szenarien in Frage:¹²⁸

- Zinsszenarien (Government-/ Swap-/ Pfandbriefe/ Futures)
- Wechselkursszenarien
- Aktienkursszenarien, Indizes
- Szenarien bzgl. Rohstoff-/Edelmetallpreisen
- Szenarien bzgl. Immobilienpreisen
- ABS-Szenarien (bspw. anhand ABX-Index)
- Credit Spread Szenarien für bonitäts- und sektorspezifische Spreadkurven, Szenarien bzgl. Ausfallereignissen
- Marktliquiditätsszenarien
- Volatilitäts- und Korrelationsszenarien (vor allem im Bereich der Derivate)

Dabei wird berechnet, wie viel das aktuell gehaltene Portfolio unter Annahme dieser Szenarien wert ist. Durch einen Vergleich des aktuellen Portfoliowertes mit dem Wert des Portfolios bei einer plötzlichen Änderung des Marktzustandes kann beurteilt werden, welcher Verlust durch die Änderung des Marktzustandes entsteht, sofern das Portfolio nicht umgeschichtet wird.¹²⁹

3.2 Konstruktion historischer Stress-Szenarien

Nach Festlegung der Risikofaktoren werden – basierend auf einer langjährigen Historie – die in der Vergangenheit aufgetretenen Risikofaktoren über einen zuvor festgelegten Haltedauerzeitraum betrachtet (z.B. 10 Tage) und auf das aktuelle Portfolio angewandt. Im Gegensatz zu VaR-Modellen, die ebenfalls auf histori-

¹²⁷ Vgl. *Grau* (1999), S. 9.

¹²⁸ Vgl. *Reitz* (2010), S. 27. Hierbei ist die unterschiedliche Verfügbarkeit von Daten in qualitativer und quantitativer Hinsicht zu berücksichtigen: Während die Datenverfügbarkeit für den Bereich der Zinsänderungsrisiken als sehr gut eingeschätzt wird, ist dies zum Beispiel bei Immobilienpreisen nur eingeschränkt der Fall, vgl. *Ender/Jacob* (2011), S. 52.

¹²⁹ Vgl. *Grau* (1999), S. 10.

sche Daten zurückgreifen, werden bei Stresstests nicht nur die Daten der letzten Zeit, sondern auch weiter zurückliegende Stresssituationen berücksichtigt. Weiterhin werden lediglich Perioden heftiger Marktbewegungen betrachtet, wohingegen ruhige Marktphasen vollkommen unberücksichtigt bleiben. Dadurch lassen sich die Spitzen der Ausschläge während einer Krise in ungebrochener Schärfe nachvollziehen. Die ausschließliche Verwendung historischer Daten bei der Konstruktion von Stress-Szenarien ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn unterstellt werden kann, dass zukünftige Krisen ähnlich zu vergangenen Krisen sind.¹³⁰ Da diese Annahme wie bereits erwähnt nicht realistisch ist, sind auch hypothetische Szenarien zu betrachten.

Die einfachste Art um historische Stress-Szenarien zu konstruieren besteht darin, Maximalveränderungen in den einzelnen Risikofaktoren zu bestimmen und diese dann zu einem Szenario zusammenzusetzen. Hierbei werden über einen historischen Beobachtungszeitraum (z.B. 1 Jahr, 10 Jahre) gewisse Zeitfenster (z.B. 1 Tag, 20 Tage) gleicher Länge gelegt. Beträgt das Zeitfenster bspw. 20 Tage, wird beim ersten Zeitfenster den Zeitraum vom ersten bis zum 20. Tag und beim zweiten Zeitfenster die Periode vom zweiten bis zum 21. Tag betrachtet.¹³¹ Die Länge des Zeitfensters kann auch als Haltedauer bezeichnet werden und ist portfolioabhängig zu wählen. Die Haltedauer muss so gewählt werden, dass auch im Stressfall die relevanten Positionen verkauft bzw. glattgestellt werden können.¹³² Für jede Haltedauer bzw. für jedes Zeitfenster innerhalb des gesamten Beobachtungszeitraums wird eine Veränderungskennzahl bestimmt. Um die Veränderung des Risikofaktors zu ermitteln, wird anschließend das Maximum oder das Minimum über die Veränderungskennzahlen aller Zeitfenster im historischen Beobachtungszeitraum betrachtet.

Es können verschiedene Veränderungskennzahlen ermittelt werden:

- Die Veränderung vom ersten auf den letzten Tag der Haltedauer: Umfasst die Haltedauer z.B. 20 Tage, ergibt sich so die maximale 20-Tage-Veränderung.
- Wird das Minimum der Veränderungskennzahlen betrachtet, so wird der maximale Rückgang des Risikofaktors ermittelt.
- Die Veränderung des Risikofaktors lässt sich auch als Maximum der Absolutbeträge ermitteln. In diesem Fall ergibt sich die Veränderung des Risikofaktors aus dem Betrag der größten Veränderung, unabhängig davon, ob sich die Veränderung nach oben oder unten bewegt. Im Folgenden werden die Veränderungskennzahlen für das Beispielfportfolio auf diese Weise bestimmt.

Die Veränderungen von Zinssätzen und Credit Spreads werden bei der historischen Simulation absolut gemessen. Dabei ist zu beachten, dass Zinssätze nach

¹³⁰ Vgl. *Grau* (1999), S. 21 f.

¹³¹ Vgl. *Grau* (1999), S. 23.

¹³² Vgl. *Reitz* (2010), S. 29.

Anwendung der Szenarien nicht negativ werden dürfen. Bei Wechselkurs-, Rohstoff-, Aktien- und Volatilitätsänderungen hingegen handelt es sich typischerweise um relative Änderungen. Bei der Konstruktion historische Stress-Szenarien sind somit eine Vielzahl von Parametern wie z.B. der historische Beobachtungszeitraum, Haltedauer oder die Veränderungskennzahl zu bestimmen. Hierbei gibt es keine allgemein gültigen Standards, d.h. jede Bank kann diese Parameter unterschiedlich wählen, wodurch sich für gleiche historische Daten vollkommen unterschiedliche Szenarien ergeben können. Dies muss letztendlich bei der Interpretation der Szenarien auch berücksichtigt werden.¹³³

Dieser Einfluss der Parameterwahl auf die resultierenden Szenarien lässt sich anhand eines einfachen Beispiels verdeutlichen: Werden z.B. die maximale 1-Tages- sowie die maximale 10-Tages-Veränderung führender Aktienindizes¹³⁴ innerhalb eines gleichen Zeitraums betrachtet, so ist festzustellen, dass sich die 1-Tages-Veränderung von der maximalen 10-Tages-Veränderung deutlich unterscheidet (vgl. Tabelle 8).

	Haltedauer 1 Tag	Haltedauer 10 Tage
Deutschland	11,40 %	23,07 %
USA	11,08 %	18,77 %
Japan	14,15 %	23,98 %
Großbritannien	9,84 %	15,40 %

Tabelle 8: Maximale 1-Tages- und 10-Tagesveränderung ausgesuchter Aktienindizes im Zeitraum 14.07.1991 bis 14.07.2010¹³⁵

Die Szenarien können – wie gerade beschrieben – isoliert pro Risikofaktor oder aber als kombinierte historische Szenarien betrachtet werden.

Als typische kombinierte Szenarien kommen im Falle eines Aufschwungs steigende Aktienmärkte, fallende Anleihekurse (bedingt durch Zinsanstiege) und steigende Rohstoffpreise und im Falle eines Abschwungs fallende Aktienmärkte, steigende Anleihekurse (bedingt durch Zinssenkungen) und fallende Rohstoffpreise in Frage.¹³⁶

Abschließend wird die historische Simulation anhand des Wertpapierportfolios der Beispielbank veranschaulicht. Das Portfolio besteht aus festverzinslichen Wertpapieren von Unternehmen unterschiedlicher Branchen sowie Staatsanleihen, die folgende Rating-Struktur aufweisen (vgl. Abbildung 14).

¹³³ Vgl. *Grau* (1999), S. 23 f.

¹³⁴ Deutschland: DAX 30, USA: Dow Jones Industrials, Japan: Nikkei 225, Großbritannien: FTSE 100.

¹³⁵ Datenbasis: Yahoo Finance, eigene Berechnungen.

¹³⁶ Vgl. *Reitz* (2010), S. 31.

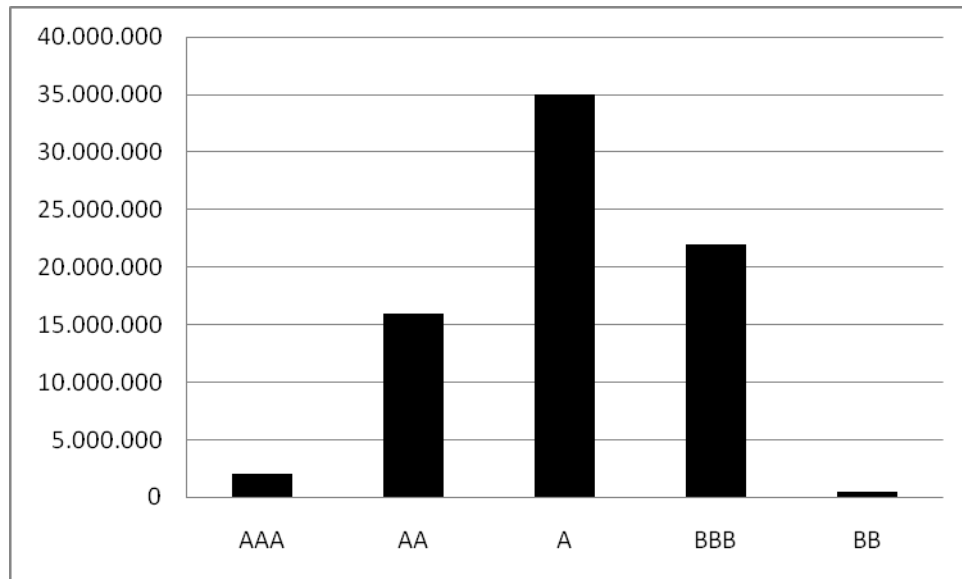


Abbildung 14: Ratingstruktur Bond-Portfolio

Bei der Betrachtung stellt sich zunächst die Frage, welchen Risikofaktoren das Portfolio unterliegt. Als wesentliche Risikofaktoren kann zum einen das Zinsniveau und zum anderen eine Erhöhung der Credit Spreads bei unverändertem Rating der Papiere identifiziert werden. Im Allgemeinen wird der Credit Spread als Renditedifferenz zu einem risikofreien Referenzzinssatz definiert.¹³⁷ Der Credit Spread stellt neben dem risikofreien Zinssatz für Unternehmen ein wesentlicher Bestandteil der Fremdkapitalkosten dar. Eine Änderung des Credit Spreads wirkt sich direkt im Unternehmenswert aus, denn bei Diskontierung der Cash Flows fließt der Credit Spread über die Fremdkapitalkosten in die Rechnung ein.¹³⁸

Gemäß oben beschriebener Vorgehensweise muss zunächst ein historischer Beobachtungszeitraum gewählt werden. Als historische Stress-Periode wird der Zeitraum vom 01.01.2007 bis 31.12.2009, also der Höhepunkt der Finanzkrise, betrachtet.

Da das Portfolio eine durchschnittliche Restlaufzeit von drei Jahren aufweisen, kann der 3-Jahreszins als beeinflussender Zins festgestellt werden. Unter der Annahme, dass das Portfolio in dieser Zusammensetzung schon seit 01.01.2007 besteht, werden die Auswirkungen der Finanzmarktkrise auf das Portfolio simuliert. Zur Ermittlung der Veränderung des Zinsniveaus wird die Entwicklung des 3-jährigen Zins-Swapsatzes¹³⁹ während der Krise betrachtet. Abbildung 15 illustriert die Entwicklung des 3-jährigen Swapsatzes vom 01.01.2007 bis 31.12.2009.

¹³⁷ Vgl. Schlecker (2009), S. 5.

¹³⁸ Vgl. Schlecker (2009), S. 1.

¹³⁹ Ein Swap ist ein Geschäft, bei dem sich einer der handelnden Partner verpflichtet, einen festen Zinssatz auf ein vereinbartes Volumen über die Laufzeit zu zahlen. Der andere Partner zahlt einen variablen Satz, vgl. z.B. Dahm/Hallmann (2001), S. 303. Der Swapsatz wird deswegen verwendet, da diese Größe in der Bankpraxis als Kalkulationsgrundlage in der Gesamtbanksteuerung genutzt wird und da Swapgeschäfte zur Absicherung gegen Zinsänderungsrisiken abgeschlossen werden. Der Swapsatz dient hier als risikoloser Referenzzins.



Abbildung 15: Entwicklung des Swapsatzes 3 Jahre gegenüber dem 6-Monats-Euribor

Zur Berücksichtigung der Credit Spreads wird die historische Entwicklung des iTraxx betrachtet. Der Index ist ein Durchschnitts-Spread aus einem Basket von liquide gehandelten CDS¹⁴⁰ auf verschiedene Assets. Da im Portfolio der Beispielbank annahmegemäß lediglich europäische Papiere enthalten sind, wird die Entwicklung des iTRAXX-Europe 3 Jahre im Zeitraum vom 01.01.2007 bis 31.12.2009 betrachtet (vgl. Abbildung 16).¹⁴¹



Abbildung 16: Entwicklung des iTraxx Europe (3 Jahre)

¹⁴⁰ Bei einem CDS (Credit Default Swap) bezahlt der Risikoverkäufer auf den Nominalbetrag eine Prämie. Kommt es während der Laufzeit des Kredits zu einem Kreditereignis, leitet der Risikokäufer an den Risikoverkäufer eine Ausgleichzahlung. Somit können Ausfallrisiken gehandelt werden. Vgl. z.B. *Heidorn* (2002), S. 241.

¹⁴¹ Beim iTRAXX-Europe handelt es sich um einen Basket aus 125 CDS auf europäische Adressen mit einem Gewicht von je 0,8 %. Die Kriterien zur Aufnahme eines Schuldners umfassen u.a. Sitz in Westeuropa/Skandinavien, Investment-Grade Rating (mindestens BBB/Baa3), Auswahl der 125 CDS, die in den letzten sechs Monaten am liquidesten waren, vgl. *Reitz* (2010), S. 32.

Über den historischen Beobachtungszeitraum (01.01.2007 bis 31.12.2009) werden schließlich Zeitfenster gleicher Länge gelegt. Unter der Annahme, dass es sich bei den im Portfolio befindlichen Anleihen um liquide Emissionen handelt, wird eine Haltedauer von 10 Tagen unterstellt. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass sich die Papiere trotz Stresssituation innerhalb von 10 Tagen am Sekundärmarkt verkaufen lassen. Nachfolgend wird der Barwertverlust des Portfolios der Beispielbank für die Stressperiode simuliert.

Im historischen Beobachtungszeitraum werden folgende maximale Veränderungen der Absolutbeträge beobachtet (vgl. Tabelle 9):

iTraxx-Europe 3Y		Swap 3Y	
Datum	In BP	Datum	in %
27.10.2008	200,00	13.01.2009	2,555
13.10.2008	123,88	10.12.2008	3,382
absolute Veränderung	76,13	absolute Veränderung	0,827
%-tuale Veränderung	61,45	%-tuale Veränderung	32,37

Tabelle 9: Maximale Veränderungen des 3-Jahres-Swap und iTraxx Europe (3 Jahre) im Beobachtungszeitraum

Das Zinsniveau stieg demnach im beobachteten Zeitraum innerhalb von 10 Tagen um maximal 32 % und die Credit Spreads um maximal 61 %.

Der Barwert einer Anleihe wird anhand folgender Formel berechnet:¹⁴²

$$\text{Barwert} = \sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{(1 + r_{\text{frei}})^i} \quad (01)$$

Dabei bezeichnet Z_i die Zahlungen der Anleihe zu den jeweiligen Zeitpunkten i und r_{frei} den risikofreien Alternativzinssatz für eine gleich lange Periode. Um nun das Ausfallrisiko zu berücksichtigen, muss in den risikofreien Alternativzinssatz ein minimaler Aufschlag für das Ausfallrisiko ($r_{\text{risk_min}}$) entsprechend folgender Formel eingerechnet werden:

$$r_{\text{risk_min}} = (1 + r_{\text{frei}}) \frac{\text{Ausfallwahrscheinlichkeit} \times \text{Ausfallverlust}}{1 - \text{Ausfallwahrscheinlichkeit} \times \text{Ausfallverlust}} \quad (02)$$

Somit ergibt sich der Barwert der Anleihe als:

$$\text{Barwert} = \sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{(1 + r_{\text{frei}} + r_{\text{risk_min}})^i} \quad (03)$$

Der Barwert des Portfolios beträgt gemäß der erläuterten Formel 82.064.189 Euro. Wird für das Portfolio ein Anstieg der Markttrendite um 32 % und der Credit Spreads um 61 % simuliert, so ergibt sich ein Barwert des Portfolios in der Stresssituation von 80.581.608 Euro und damit ein Verlust von 1.482.582 Euro.

¹⁴² Vgl. Heidorn (2002), S. 14 ff.

Aufgrund der begrenzten Aussagekraft von historischen Stress-Szenarien werden im Folgenden alternative Formen diskutiert.

3.3 Konstruktion von hypothetischen Stress-Szenarien über Monte-Carlo-Simulationen

Eine Möglichkeit zur Konstruktion von hypothetischen Szenarien stellt im Rahmen der systematischen Szenarien die Monte-Carlo-Simulation dar. Dieses Verfahren kann dazu genutzt werden, um auf Basis historischer Daten z.B. Varianzen zu schätzen und diese in die Zukunft hinein zu simulieren.¹⁴³

Im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation werden für die Veränderungen der Risikofaktoren beliebige (geschätzte) Verteilungstypen und deren Verteilungsparameter angenommen. Dadurch kann für jeden Risikofaktor ein anderer Verteilungstyp festgelegt werden. Die Verteilungstypen können grundsätzlich frei gewählt werden, solange die Anpassung an empirische Daten der Vergangenheit ermöglicht wird. Ein Zufallsgenerator erzeugt schließlich eine Verteilung für die zukünftige Entwicklung des Portfolios auf Basis der Risikofaktoren. Bei jeder neuen Simulation wird ein neuer Wert für jeden Risikofaktor ermittelt.¹⁴⁴

Nachfolgend wird gezeigt, wie hypothetische Szenarien auf Basis vorgegebener Parameter generiert und schließlich die Bewertung des Aktienportfolios der Beispielbank erfolgen kann.

Zur Erzeugung von Szenarien mittels Monte-Carlo-Simulation kann folgendermaßen vorgegangen werden:¹⁴⁵

- Bestimmung der Inputdaten (Varianzen und Korrelationen, die aus historischen Stress-Phasen wie z.B. der Finanzmarktkrise von 2007 bis 2009 ermittelt werden).
- Generierung zufallsabhängiger Risikopfade für z.B. Aktienkurse, Zinsen oder Credit Spreads.
- Bestimmung des Portfoliogewinns und -verlustes für jeden Pfandzustand.
- Das Stress-Szenario ist schließlich derjenige Pfad mit z.B. dem größten potenziellen Verlust.

Die in Punkt 2 genannte Generierung von zufallsabhängigen Risikopfaden kann mithilfe der geometrisch Brownschen Bewegung¹⁴⁶ bestimmt werden. Hierzu muss der Risikofaktor (R_f) als relative oder absolute Änderung von Marktparametern (Aktienkurse, Wechselkurs oder Zinssätze) festgelegt werden.

¹⁴³ Für einen Überblick über das Verfahren vgl. z.B. *Albrecht/Maurer* (2005), S. 122; vertiefend bei *Jorion* (2007) und *Gleißner* (2004). Der Vorteil des Verfahrens ist, dass es eine Datengenerierung und Analyse ermöglicht, die bei kleinen Stichprobenerhebungen (etwa im Bereich der operationellen Risiken) sonst schwierig wäre.

¹⁴⁴ Vgl. *Angelidis* (2009), S. 9 f.

¹⁴⁵ Vgl. *Reitz* (2010), S. 36 ff.

¹⁴⁶ Vgl. *Hull* (2009), S. 334 ff.

Der Risikofaktor (z.B. ein Aktienkurs) verhält sich im Zeitablauf wie folgt:¹⁴⁷

$$\Delta R_f = \mu R_f \Delta t + \sigma R_f \epsilon \sqrt{\Delta t} \quad (04)$$

Die Variable ΔR_f beschreibt die Änderung des Aktienkurses im Zeitintervall Δt , und ϵ ist eine standardnormalverteilte (d.h. eine Normalverteilung mit einem Erwartungswert von Null und einer Standardabweichung von 1,0) Zufallsvariable. Der Parameter μ ist die erwartete Rendite aus der Aktie pro Zeiteinheit und der Parameter σ ist die Volatilität des Aktienkurses.

Angenommen, die erwartete Rendite für eine Aktie beträgt 12 % p.a. und die Standardabweichung (Volatilität) der Rendite ist 20 % p.a.¹⁴⁸ Es gilt somit $\mu = 0,12$ und $\sigma = 0,20$. Weiterhin wird die Änderung des Aktienpreises in Zeitintervallen der Länge 10 Tage ($\Delta t = 10/365$) betrachtet. Aus Gleichung (04) ergibt sich folglich:

$$\Delta R_f = 0,12 \cdot 10/365 \cdot R_f + 0,2 \cdot R_f \epsilon \sqrt{(10/365)} \quad (05)$$

Ein möglicher Kursverlauf kann durch wiederholtes Ziehen der Zufallszahl aus der Standardnormalverteilung und anschließendes Einsetzen in Gleichung (2) ermittelt werden.¹⁴⁹ Wird bspw. ein anfänglicher Aktienkurs von 15 Euro angenommen und die über Excel erzeugte standardnormalverteilte Zufallszahl wäre $\epsilon = 0,52$, dann beträgt nach Gleichung (2) die Änderung über den ersten Zeitraum von 10 Tagen:

$$\Delta R_f = 0,12 \cdot 10/365 \cdot 15 + 0,2 \cdot 15 \cdot 0,52 \sqrt{(10/365)} = 0,30753 \quad (06)$$

Somit liegt der Aktienkurs zu Beginn der zweiten Periode bei 15,30753 Euro. Für jeden auf diese Art bestimmten Zufallspfad wird das Portfolio am Ende der Halte-dauer neu bewertet und dann der Gewinn und Verlust gebildet.

Für das Aktienportfolio der Beispielbank (bestehend aus 4.000 Stck. Deutsche Bank und 3.200 Stck. Commerzbank Aktien) wird abschließend eine Monte-Carlo-Simulation durchgeführt. Wie im ersten Schritt beschrieben werden die Inputparameter (Varianz und Korrelation) in einer historischen Stresssituation betrachtet. Zur Ermittlung dieser Parameter wird der historische Aktienkursverlauf der Deutschen Bank und der Commerzbank von 01.01.2007 bis 31.12.2009 untersucht. Aus dem Kursverlauf werden die stetigen Aktienrenditen mithilfe folgender Formel berechnet:

$$R_s = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (07)$$

wobei: R_s : stetige Rendite
 $\ln$: natürlicher Logarithmus zur Basis e
 P_t : Aktienkurs zum Zeitpunkt t
 P_{t-1} : Aktienkurs zum Zeitpunkt t-1

¹⁴⁷ Vgl. Hull (2009), S. 332 ff.

¹⁴⁸ Zu Formeln zur Berechnung von Standardabweichung, erwartete Rendite und Korrelationskoeffizient siehe Abschnitt 5.2.1.

¹⁴⁹ In Excel kann diese standardnormalverteilte Zufallszahl über den Ausdruck =STANDARD.NORM.INV(ZUFALLSZAHL()) erzeugt werden.

Stetige Renditen gehen von einer kontinuierlichen Verzinsung des Kapitals aus und entsprechen daher besser den Anforderungen an eine Normalverteilung der Daten. Während diskrete Renditen per Definition durch einen möglichen Totalverlust des Kapitals nach unten beschränkt sind, können stetige Renditen Werte von $-\infty$ bis $+\infty$ annehmen. Dadurch ist ihre Normalverteilung zumindest nicht per Definition auszuschließen.¹⁵⁰

Aus den stetigen Tagesrenditen werden schließlich die Varianz bzw. Standardabweichung (σ) und der Korrelationskoeffizient (ρ_{12}) zwischen beiden Aktien ermittelt.

Im zweiten Schritt werden die zufallsabhängigen Risikopfade für die Aktienkurse simuliert. Somit können aus den historisch ermittelten Volatilitäten (σ) der Aktien, über die Monte-Carlo-Simulation, zufällige zukünftige Aktienkurse (AZ) gem. folgenden Formeln simuliert werden ($R_{dt.Bank}$ bezeichnet den aktuellen Aktienkurs der Deutschen Bank und $\epsilon_{dt. Bank}$ eine standardnormalverteilte Zufallszahl für die Deutsche Bank):¹⁵¹

$$AZ_{dt.Bank} = R_{dt.Bank} \times (1 + \sigma_{dt. Bank} \times \epsilon_{dt. Bank}) \quad (08)$$

Zur Berechnung der Zufallszahl ϵ für die Aktie der Commerzbank muss die Korrelation zwischen Deutscher Bank und Commerzbank (ρ_{12}) berücksichtigt werden. Die Zufallszahl der Commerzbank (ϵ_{Coba}) berechnet sich nach folgender Formel:

$$\epsilon_{Coba} = \rho_{12} \times \epsilon_{dt. Bank} \times \sqrt{(1 - \rho_{12}^2)} \times \epsilon \quad (09)$$

Für die Commerzbank berechnet sich der zufällig zukünftige Aktienkurs danach wie folgt:

$$AZ_{Coba} = R_{Coba} \times (1 + \sigma_{Coba} \times \epsilon_{Coba}) \quad (10)$$

Im Beispiel wird eine Haltedauer von 10 Tagen unterstellt, d.h. es werden für die Aktie der Deutschen Bank und der Commerzbank 10 zufällig zukünftige Aktienkurse simuliert. Bei einem aktuellen Aktienkurs von 39,26 für die Deutsche Bank und 6,021 für die Commerzbank ergibt sich, mit einer Stückzahl von 4.000 bzw. 3.200, ein Portfoliowert von 176.307,20 Euro. Da eine Haltedauer von 10 Tagen unterstellt wird, wird der Profit & Loss (P&L) des Portfolios von Tag 1 auf Tag 10 (Schritt 3) betrachtet. Diese Simulation wird 10.000-mal durchgeführt, so dass sich 10.000 unterschiedliche zufällige prozentuale Wertveränderungen für das Portfolio ergeben.¹⁵² Diese Wertveränderungen verhalten sich annähernd normalverteilt (vgl. Abbildung 17).

¹⁵⁰ Vgl. Poddig/Brinkmann/Seiler (2005), S. 39.

¹⁵¹ Vgl. Reitz (2010), S. 37.

¹⁵² Zum hierbei verwendeten VBA-Code vgl. Anhang.

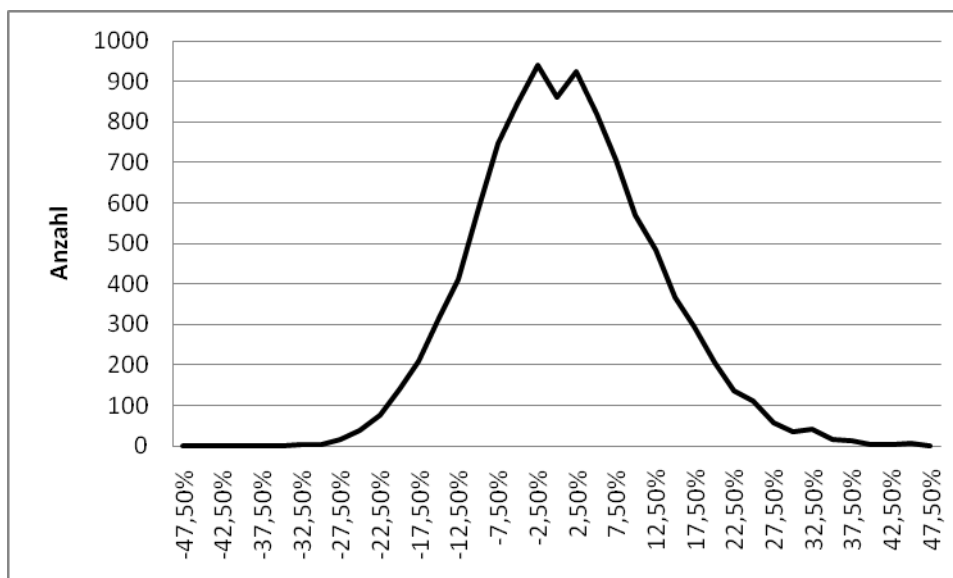


Abbildung 17: Histogramm Monte-Carlo-Simulation

Wird als Stressszenario z.B. dasjenige Szenario mit dem größten potenziellen Verlust definiert, so ergibt sich für die durchgeführte Simulation ein maximaler Verlust in 10 Handelstagen von -33,50 % (das entspricht einem Konfidenzniveau von 1/10.000, somit wurde ein VaR von 99,99 % berechnet). Als Hypothetisches Szenario wird letztendlich ein Abschlag auf das Portfolio von 33,50 % simuliert.

Der Vorteil der Monte-Carlo-Simulation liegt darin, dass sie sehr flexibel in der Handhabung ist, denn für verschiedene Risikofaktoren können verschiedene Verteilungsannahmen gemacht werden. Weiterhin ermöglicht sie beliebige Szenarioanalysen. Als Nachteil kann der intensive Rechenaufwand gesehen werden, denn das gesamte Portfolio muss für jeden Pfadzustand neu bewertet werden.¹⁵³

3.4 Verwendung des Maximum-Loss Ansatzes zur Bildung von Stress-Szenarien

Bei Verwendung des Maximum-Loss Ansatzes wird von einer Menge von Risikofaktoren ausgegangen, die den so genannten Vertrauensbereich bilden (Trust Region = A). Innerhalb dieses Bereiches wird schließlich der maximale Verlust ermittelt.¹⁵⁴

Formal ist der Maximum Loss (ML) definiert als:¹⁵⁵

$$ML = \min \{ P\&L(R_t), \text{ wobei } R_t \in A \} \quad (11)$$

¹⁵³ Vgl. Reitz (2010), S. 39.

¹⁵⁴ Vgl. Klauck/Liermann (2009), S. 1 f.

¹⁵⁵ Vgl. Reitz (2010), S. 42.

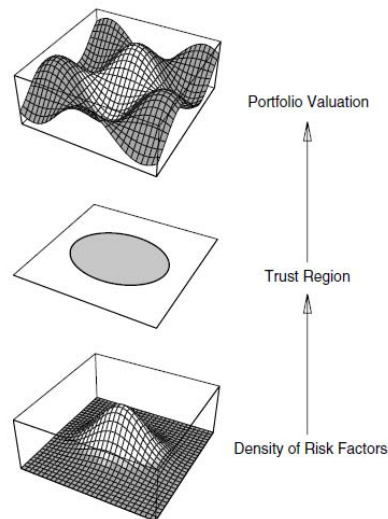


Abbildung 18: Modellierung Maximum Loss¹⁵⁶

Die Abbildung verdeutlicht, dass beim Maximum-Loss-Ansatz „der maximale Verlust (...), der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird, über eine gegebene Region A_t von Risikofaktoren bestimmt wird“¹⁵⁷. Somit stellt das Verfahren gegenüber dem VaR eine Alternative dar, da von vorne herein auf eine gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung der Risikofaktoren zurückgegriffen und nicht ein Quantil einer Verlustverteilung bestimmt wird.¹⁵⁸

3.5 Verwendung unterschiedlicher Portfoliorisikomaße als Stress-Szenario

In diesem Abschnitt wird ein hypothetisches Szenario für das Aktienportfolio der Beispielbank mittels Monte-Carlo-Simulation konstruiert. Anhand dieses Portfolios werden unterschiedliche Portfoliorisikomaße als Stress-Szenario berechnet. In folgender Tabelle werden drei unterschiedliche Portfoliorisikomaße beschrieben.¹⁵⁹

Verfahren	Beschreibung
VaR	Der geschätzte, maximale Wertverlust einer einzelnen Position bzw. eines Portfolios, der innerhalb eines festgelegten Zeitraums, mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintreten kann
Expected Shortfall	Der Expected Shortfall wird auch als Conditional Value-at-Risk bezeichnet und beschreibt den erwarteten Verlust für den Fall, dass der VaR überschritten wird. Er berechnet sich daher aus dem wahrscheinlichkeitsgewichteten Durchschnitt aller Verluste, die höher als der VaR sind
Maximum-Loss	Maximale Verlust innerhalb eines bestimmten Vertrauensbereichs

Tabelle 10: Beschreibung unterschiedlicher Portfoliorisikomaße

¹⁵⁶ Quelle: Studer (1997), S. 24.

¹⁵⁷ Locarek-Junge (1998), S. 11.

¹⁵⁸ Vgl. Locarek-Junge (1998), S. 13.

¹⁵⁹ Zum VaR vgl. z.B. Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 16-19; zum Expected Shortfall vgl. Artzner/Delbean/Eber/Health (1999), S. 203-228 und zum Maximum Loss vgl. Klauk/Liermann (2009), S. 1 f.

Für das Beispielportfolio wurden analog zum Vorgehen in Abschnitt 3.3 mittels Monte-Carlo-Simulation 10.000 mögliche Verluste für ein Aktienportfolio ermittelt. Aus diesen Werten wurden anschließend der VaR ($VaR_{0,99}$) und der Expected Shortfall ($ES_{0,99}$) jeweils mit einem Konfidenzniveau von 99 %, sowie der maximale Verlust berechnet. Hierbei wurde wiederum eine Haltedauer von 10 Tagen unterstellt und der Profit & Loss (P&L) des Portfolios von Tag 1 auf Tag 10 betrachtet. Zur Berechnung der Portfoliorisikomaße werden die ermittelten P&L's der Größe nach absteigend sortiert. Bei 10.000 Fällen liegt der VaR mit einem Konfidenzniveau von 99 % an der Stelle 9.900. Der Maximum Loss ergibt sich, als der maximale Verlust und der Expected Shortfall ist der Durchschnitt aller Verluste die höher sind als der VaR (unter der Annahme, dass die Verluste mit gleicher Wahrscheinlichkeit eintreten).

Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis der Portfoliorisikomaße für die durchgeführte Simulation.

Portfoliorisikomaß	Verlust in %	Verlust in Euro
$VaR_{0,99}$	-22,91%	-40.397,72
$ES_{0,99}$	-25,59 %	-44.766,99
maximale Verlust	-37,30 %	-62.952,86

Tabelle 11: Ergebnisse der Portfoliorisikomaße

Die Auswahl des geeigneten Portfoliorisikomaßes als hypothetisches Stressszenario kann z.B. durch ein Stresstestgremium vorgenommen werden und liegt letztendlich in der Entscheidung des Betrachters. Ein hypothetisches Szenario kann bspw. bestimmt werden, indem geprüft wird, wie sich die Risikofaktoren (im Beispiel – die Aktienkurse) verändern müssen, damit der VaR mit einer Konfidenzwahrscheinlichkeit von 1 % einen Verlust in Höhe von 40 TEUR überschreitet. Im Beispiel wäre das der Fall, wenn die Kurse von Commerzbank und Deutscher Bank aufgrund einer Staatspleite von Irland (Hypothetisches Szenario) um 23 % einbrechen.

4 Stresstests für Adressenrisiken

4.1 Häufig verwendete Szenarien

Univariate Stresstests, d.h. die isolierte Veränderung eines Risikofaktors, stellen eine einfache Möglichkeit zur Umsetzung von Stresstests für Adressenausfallrisiken im Kundengeschäft dar. Mögliche Risikofaktoren im Bereich der Adressrisiken sind in Abbildung 19 dargestellt.

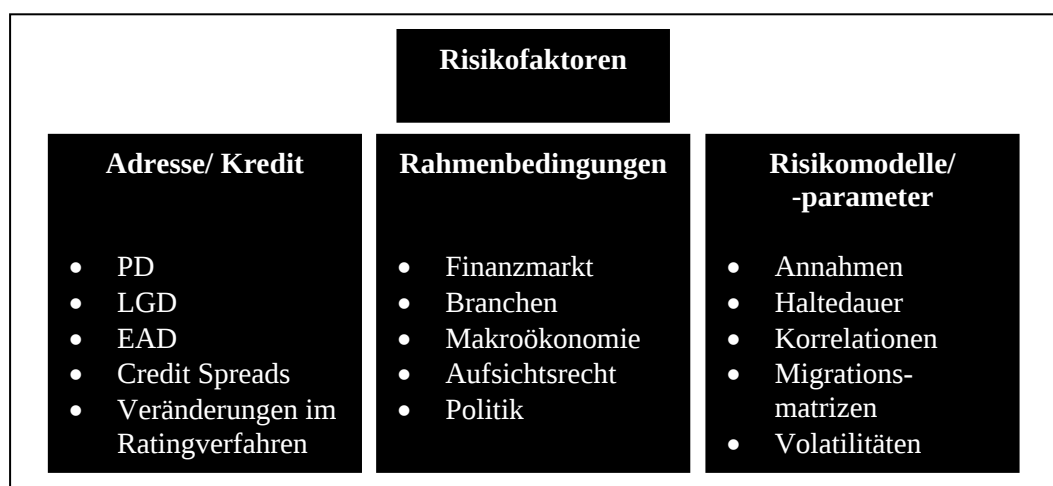


Abbildung 19: Risikofaktoren im Bereich Adressrisiken¹⁶⁰

Damit lassen sich z.B. folgende Szenarien auf Portfolioebene konstruieren:¹⁶¹

- Ausfall der x größten Blankovolumina im Kundenkreditgeschäft
- Erhöhung der Blankovolumina in bestimmten Risikoklassen
- Ratingverschlechterung aller Kunden um x Bonitätsklassen
- Migration der Kreditnehmer in schlechtere Bonitätsgruppen
- x % der problembehafteten Kredite fallen aus
- Wertverlust der Sicherheiten um x % (z.B. ausgelöst durch einen „Immobilienkrash“)

Weiterhin ist es möglich, Szenarien auf ein ausgewähltes Teilportfolio zu simulieren. So kann z.B. die Erhöhung der Ausfallwahrscheinlichkeit in einer bestimmten Branche (z.B. Automobilhersteller) im Firmenkundenkreditportfolio betrachtet werden.

Szenarien im Bereich „Adressenausfallrisiken im Eigengeschäft“ sind zum Beispiel:¹⁶²

¹⁶⁰ Quelle: In Anlehnung an Reitz (2010), S. 54.

¹⁶¹ Vgl. Jarosch/Kämpken (2010), S. 65. Welche Parameter verändert werden, ist unter anderem von der Struktur des Kreditgeschäfts abhängig: Wenn sich das Kreditportfolio auf wenige Kreditnehmer verteilt, ist es zweckmäßig, den simultanen Ausfall von mehreren Kreditnehmern zu simulieren. Bei Retailportfolios werden dagegen eher die Parameter in der Kreditrisikomodellierung verändert. Bei Vorliegen gemischter Portfolios sind dementsprechend hybride Ansätze einzusetzen. Hierzu und für ein Beispiel vgl. Andrulis et al. (2009), S. 9 ff.

- Für bestimmte ausgewählte oder für alle Emittenten wird eine Wahrscheinlichkeit von 50 % für eine Ratingverschlechterung unterstellt
- Ausdehnung der Credit Spreads (vgl. Abschnitt 2.3.2)
- Ausfall des größten Emittenten unter Berücksichtigung einer Rückflussquote von x %
- Kursverfall an den Sekundärmärkten von x %

4.2 Regulatorischer und ökonomischer Kapitalbedarf im Stressfall

Wie in Abschnitt 2.3 vermerkt, werden Stresstests nicht nur bei unterschiedlichen Risikoarten (z.B. Marktpreis- oder Adressenrisiken) verwendet, sondern auch in verschiedenen Anwendungsbereichen. Zu nennen sind dabei vor allem folgende Anwendungsbereiche der Stresstests:

- Regulatorisches Eigenkapital im Sinne der ersten Säule von Basel II (d.h. SolvV Auflagen, die erfüllt werden müssen)
- Angemessene Eigenkapitalausstattung im Sinne der zweiten Säule von Basel II, also der Risikotragfähigkeit gemäß MaRisk (ökonomisches Kapital).¹⁶³

Der regulatorische Kapitalbedarf ist diejenige Eigenkapitalmenge, die eine Bank vorhalten muss, um für ihre Risiken die Anforderungen aus den SolvV zu erfüllen. Die SolvV schreibt hierzu explizite Berechnungsformeln vor.¹⁶⁴ Ein Kreditinstitut verfügt gemäß § 2 Abs. 1 SolvV über angemessene Eigenmittel, wenn es täglich zum Geschäftsabschluss die Eigenmittelanforderungen für Adress-, Marktpreis- und operationelle Risiken erfüllt. Das regulatorische Kapital lässt sich mit Hilfe folgender Formel bestimmen:¹⁶⁵

$$\frac{\text{Eigenkapital}}{\text{Unterlegungsbeträge Kreditrisiko} + (\text{AB}_{\text{MR}} + \text{AB}_{\text{OR}}) \times 12,5} \geq 8\% \quad (12)$$

Der ökonomische Kapitalbedarf wird hingegen mit Hilfe interner Portfoliomodelle bestimmt. Dabei wird das für das Portfolio zu erwartende ökonomische Verlustpotenzial berechnet. Aufgrund der unterschiedlichen Ausrichtung und der abweichenden Hierarchie der Risikodeckungsmassen sind regulatorische und ökonomische Kapitalanforderungen stets zu unterscheiden. Die Banksteuerung erfolgt i.d.R. auf Basis des ökonomischen Kapitals, da es das reale Verlustrisiko einer Bank misst. Jedoch darf hierbei das regulatorische Eigenkapital nicht unberücksichtigt bleiben, denn ein Mangel an regulatorischem Kapital führt zu einer Beschränkung der Geschäftstätigkeit des Kreditinstitutes. Aus diesem Grund erscheint es zweckmäßig, dass Banken zur Ermittlung des ökonomischen und regulatorischen Eigenkapitals die gleichen Stressszenarien verwenden.¹⁶⁶

¹⁶² Vgl. Schirsch (2009), S. 87 f.; vgl. auch Jarosch/Kämpken (2010), S. 65.

¹⁶³ Vgl. Wagatha (2010), S. 59.

¹⁶⁴ Vgl. Wagatha (2010), S. 46.

¹⁶⁵ Vgl. Klauck (2006), S. 101.

¹⁶⁶ Vgl. Klauck (2006), S. 101.

Zur Ermittlung des regulatorischen und ökonomischen Kapitalbedarfs für Kreditrisiken kann folgendermaßen vorgegangen werden:¹⁶⁷

1. Auswahl der Portfolioebene:

Wie in Abschnitt 2.4.2 erwähnt, muss zunächst die Auswahl einer Portfolioebene erfolgen. Das heißt, es können sowohl das Gesamtportfolio oder einzelne Teilportfolien (unterteilt nach Geschäftsfelder, Ratingsegmenten oder Regionen) als auch unterschiedliche Kreditnehmer- und Länderebenen betrachtet werden.

2. Festlegung der Risikomessmodelle:

Im zweiten Schritt kann entweder das Basel II Modell zur Bestimmung des regulatorischen Kapitalbedarfs oder ein Kreditportfoliomodell zur Bestimmung des ökonomischen Kapitalbedarfs (Risikotragfähigkeit) verwendet werden.

3. Bestimmung der Risikotreiber:

Anschließend müssen die Risikotreiber identifiziert werden. Als zu stressende Eingangsparameter kommen beim Basel II Modell folgende Risikofaktoren in Frage:

- Ausfallraten (PD)
- Kreditäquivalente (EAD/ CCF¹⁶⁸)
- Verlustquoten (LGD)
- Korrelationen

Bei Kreditportfoliomodellen werden hingegen die zusätzlichen Parametrisierungsdaten des Modells, wie z.B. Volatilitäten oder Korrelationen gestresst.

4. Festlegung der Stressausschläge für die Risikotreiber:

Weiterhin ist noch die Höhe der Ausschläge der Risikotreiber zu wählen. Dies kann über Expertenschätzungen zu Worst-Case-Betrachtungen oder durch die Orientierung an historischen Krisenszenarien erfolgen.

Im Rahmen der Berechnung des ökonomischen und regulatorischen Kapitalbedarfs lassen sich zwei Ansätze unterscheiden:¹⁶⁹ Beim ersten Ansatz werden Parameter (PD, LGD, CCF) und Ratingmigrationen direkt variiert und daraus resultierende Effekte auf das regulatorische Eigenkapital betrachtet. Beim zweiten Ansatz werden dagegen nicht direkt die Eingangsparameter verändert, sondern mit Hilfe von Faktormodellen (die einen ökonomischen Zustand beschreiben) gezielt eine gemeinsame Veränderung der Parameter bestimmt.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf den ersten Ansatz, wohingegen Abschnitt 4.3 die Abbildung makroökonomischer Szenarien über Faktormodelle beschreibt.

¹⁶⁷ Vgl. Reitz (2010), S. 59.

¹⁶⁸ Kreditkonversionsfaktor (Credit Conversion Factor, CCF).

¹⁶⁹ Vgl. Wagatha (2010), S. 48.

Im Rahmen der Basel-II-Kalkulationen sind der Expected Loss (EL) und der Unexpected Loss (UL) die jeweiligen Ergebnisparameter für eine regulatorische Stressbetrachtung. Der Expected Loss ist definiert als:

$$EL = PD \times LGD \times EAD \quad (13)$$

Zur Quantifizierung des ökonomischen unerwarteten Verlustes wird der Basel-II-IRB-Ansatz verwendet.¹⁷⁰ Die Bestimmung des ausfallgewichteten IRBA-Risikogewichts erfolgt nach § 86 Abs. 1 Satz 1 Nr. SolvV:

$$\left(LGD * N\left(\frac{G(PD)}{\sqrt{1-R}} + \sqrt{\frac{R}{1-R}} * G(0,999)\right) - PD * LGD \right) * 12,5 * 1,06 * RKF(M,PD)$$

mit :

$RKF(M,PD) = IRBA - \text{Restlaufkorrekturfaktor}$

$$= \frac{1 + (M - 2,5) * (0,11852 - 0,05478 * \ln(PD))^2}{1 - 1,5 * (0,11852 - 0,05478 * \ln(PD))^2}$$

$R = \text{Korrelation mit dem ökonomischen Faktor}$

$$= R_{\min} * \frac{1 - e^{-K * PD}}{1 - e^{-K}} R_{\max} * \left(1 - \frac{1 - e^{-K * PD}}{1 - e^{-K}} \right) \quad (14)$$

PD = prognostizierte Ausfallwahrscheinlichkeit

LGD = prognostizierte Verlustquote bei Ausfall

N(x) = kumulative Verteilungsfunktion einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen

G(x) = inverse kumulative Verteilungsfunktion einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen

e^x = Exponentialfunktion mit der Euler'schen Zahl e als Basis und der Zahl x als Exponenten

R_{min} = minimale Korrelation

R_{max} = maximale Korrelation

K = Anstiegskoeffizient

M = maßgebliche Restlaufzeit

¹⁷⁰ Vgl. Pollmann/Schöning (2010b), S. 744.

RKF(M,PD) findet nur dann Anwendung, wenn die IRBA-Position nicht der IRBA-Forderungsklasse „Mengengeschäft“ zugeordnet ist.¹⁷¹

Die Bestimmung des regulatorischen Kapitalbedarfs im Stressfall wird in der folgenden Abbildung 20 dargestellt.

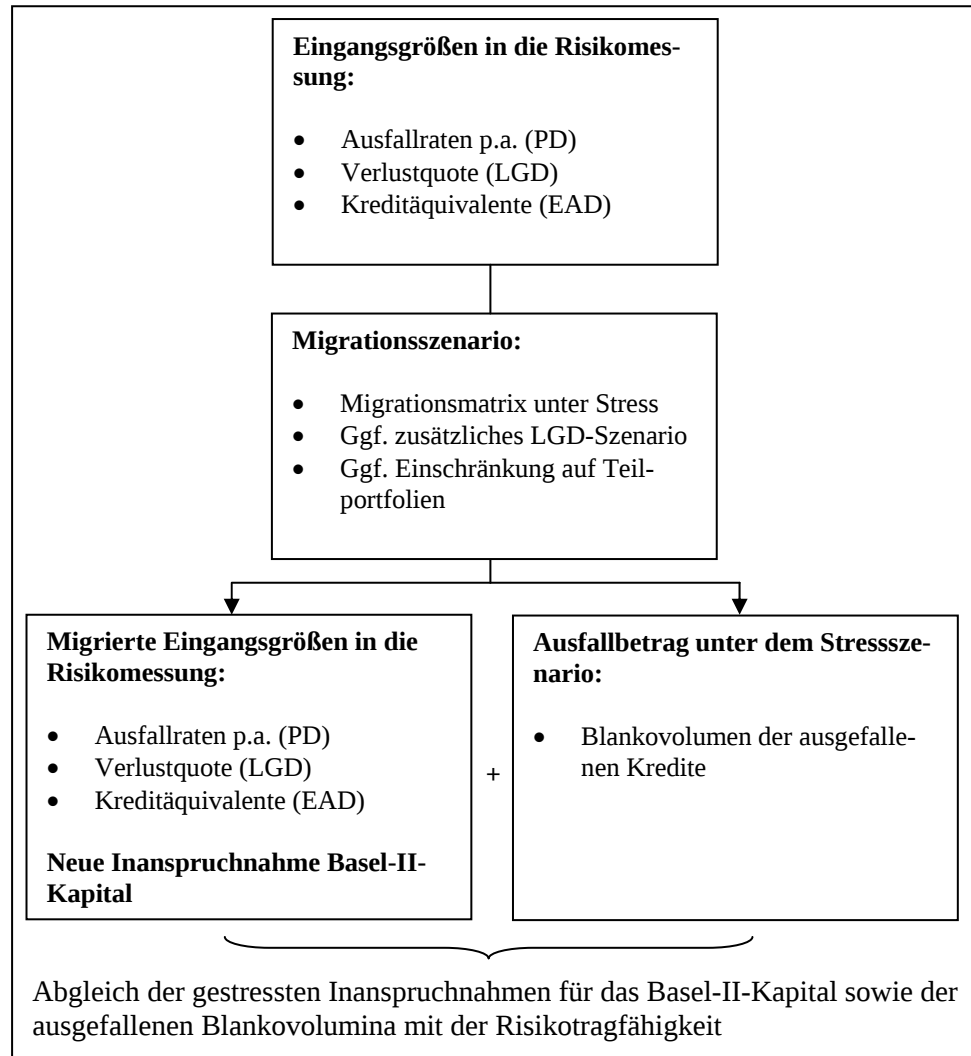


Abbildung 20: Regulatorischer Kapitalbedarf im Stressfall¹⁷²

Für das Kreditportfolio der Beispielbank wird der regulatorische Kapitalbedarf im Stressfall unter Beachtung folgender Annahmen berechnet:

- Das Portfolio besteht aus 77 Unternehmen.
- Die Kalkulationen basieren auf den Regeln des IRB-Ansatzes
- Es gibt vier Assetklassen entsprechend der Forderungsklasseneinteilung nach Basel II.
- Jede Forderung wird einer von sieben Rating-Klassen zugeordnet.
- Für das Portfolio wird ein homogener Loss Given Default von 50 % unterstellt.

¹⁷¹ Vgl. Bieg/Krämer/Waschbusch (2011), S. 473.

¹⁷² Quelle: In Anlehnung an Reitz (2010), S. 60.

- Es wird nur eine Periode, die einem Jahr entspricht, betrachtet.
- Die Kreditnehmer verteilen sich zum Zeitpunkt $t = 1$ folgendermaßen auf die Ratingklassen (vgl. Abbildung 21).

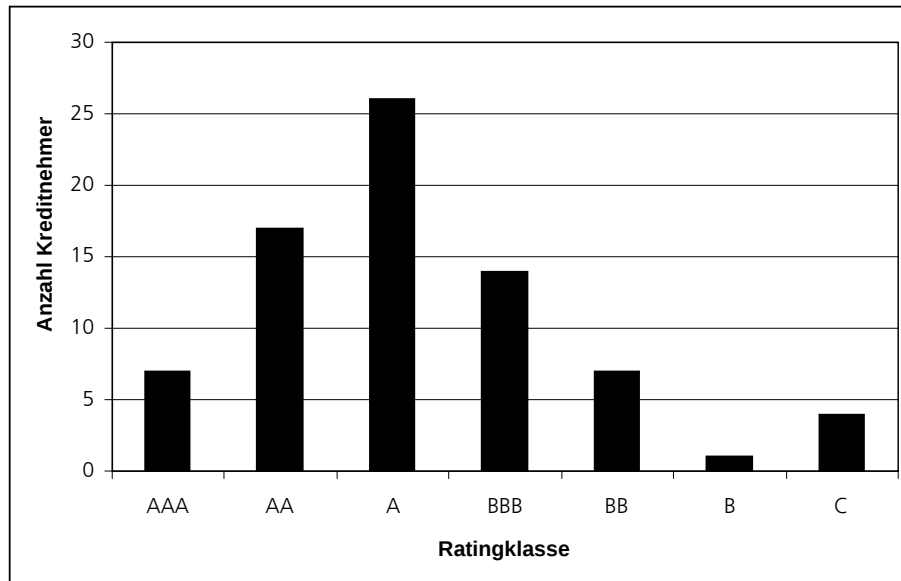


Abbildung 21: Unterstellte Verteilung der Kreditnehmer auf Ratingklassen

Das willkürlich und rein zufällig gewählte Portfolio weist ein Exposure von 137,4 Mio. Euro zum Startzeitpunkt, mit folgender Verteilung auf die PD-Bänder auf.

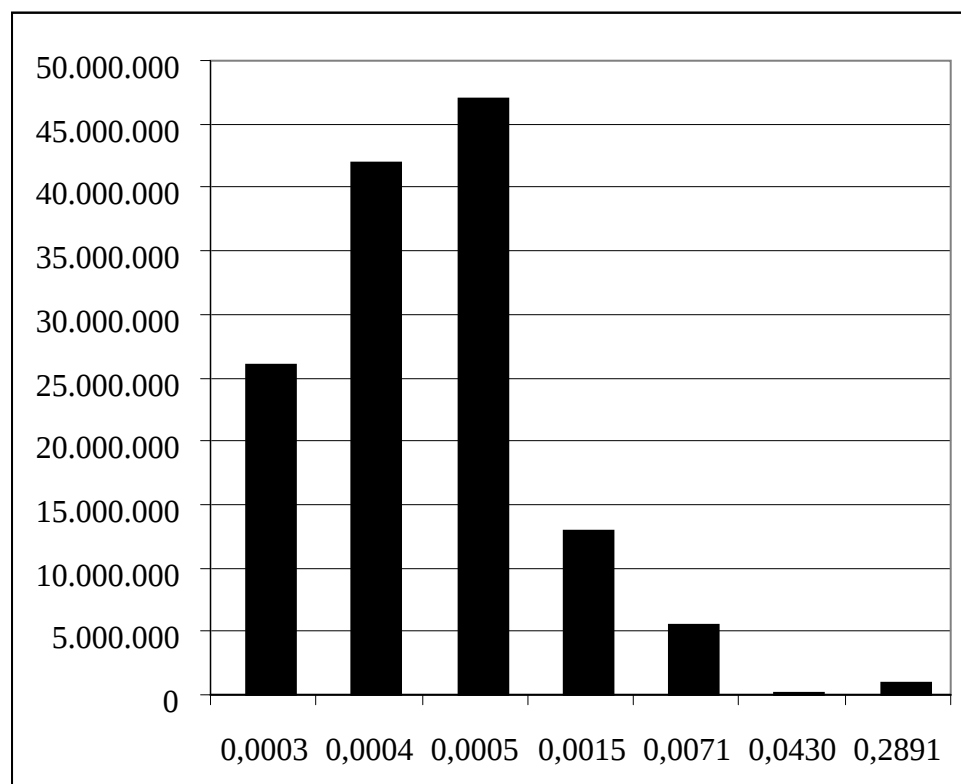


Abbildung 22: Unterstellte Exposureverteilung nach PD-Bändern

Es wird angenommen, dass die Bank ein regulatorisches Eigenkapital von 4,5 Mio. Euro zur Berücksichtigung der Adressenausfallrisiken des Beispielfolios

besitzt. Die Bestimmung der ausfallgewichteten IRBA-Risikogewichte je Kredit erfolgt gemäß Formel § 86 Abs. 1 Satz 1 SolvV. Die Berechnung des erforderlichen Eigenkapitals ergibt sich aus der Multiplikation des IRBA-Positionswertes mit dem IRBA-Risikogewicht und der EK-Anforderung von 8 %. Für das Portfolio ergibt sich somit zum Startzeitpunkt $t = 1$ eine regulatorische Eigenkapitalanforderung von insgesamt 2,57 Mio. Euro.

Es werden folgende Szenarien betrachtet:

- **Basisszenario:** Die Bank erwartet, dass kein Stress eintritt. Hierzu wird die nachfolgend abgebildete (annualisierte) neutrale Migrationsmatrix verwendet (vgl. Tabelle 12). Die LGD ändert sich nicht.

	STARTRATING							
Zielrating	AAA	AA	A	BBB	BB	B	C	D
AAA	91,94%	0,55%	0,08%	0,04%	0,04%	0,00%	0,12%	0,00%
AA	7,28%	92,10%	2,15%	0,31%	0,12%	0,08%	0,10%	0,00%
A	0,55%	6,62%	92,06%	5,05%	0,77%	0,29%	0,50%	0,00%
BBB	0,10%	0,51%	4,97%	88,42%	6,68%	0,59%	0,70%	0,00%
BB	0,04%	0,06%	0,47%	4,94%	83,01%	5,84%	1,55%	0,00%
B	0,03%	0,08%	0,21%	1,00%	7,95%	84,40%	10,12%	0,00%
C	0,03%	0,04%	0,01%	0,09%	0,72%	4,50%	58,00%	0,00%
D	0,03%	0,04%	0,05%	0,15%	0,71%	4,30%	28,91%	100,00%

Tabelle 12: Annualisierte neutrale Migrationsmatrix¹⁷³

- **Szenario 1:** In diesem Szenario ist zum Zeitpunkt $t = 2$ die homogene LGD auf 75 % angewachsen.
- **Szenario 2:** Hier wird anstelle der neutralen Migrationsmatrix, die in einer wirtschaftlichen Rezession gemessene annualisierte Migrationsmatrix verwendet (vgl. Tabelle 13).

	STARTRATING							
Zielrating	AAA	AA	A	BBB	BB	B	C	D
AAA	92,22%	0,67%	0,09%	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AA	6,50%	88,28%	3,19%	0,21%	0,25%	0,22%	0,00%	0,00%
A	1,15%	10,03%	86,80%	3,99%	0,35%	0,23%	0,00%	0,00%
BBB	0,05%	0,59%	9,25%	86,38%	4,90%	0,45%	0,01%	0,00%
BB	0,01%	0,34%	0,58%	8,18%	81,61%	2,50%	0,04%	0,00%
B	0,02%	0,01%	0,03%	0,59%	9,37%	81,70%	3,55%	0,00%
C	0,02%	0,04%	0,00%	0,06%	1,55%	6,75%	53,82%	0,00%
D	0,03%	0,04%	0,06%	0,44%	1,97%	8,15%	42,58%	100,00%

Tabelle 13: Annualisierte Migrationsmatrix - Stress¹⁷⁴

¹⁷³ Quelle: In Anlehnung an Klauck (2006), S. 110.

¹⁷⁴ Quelle: In Anlehnung an Klauck (2006), S. 110.

Es ergeben sich folgende Ergebnisse in den einzelnen Szenarien:

- Basisszenario:

Eine konstante Rating-Einstufung entspricht nicht der Realität, daher wird aus der Rating-Migrationsmatrix die Wahrscheinlichkeit der Rating-Änderung eines Kreditnehmers abgeleitet. Nach Ablauf des ersten Jahres gibt es bspw. für einen Kreditnehmer der Ratingklasse BBB folgende Ratingkonstellationen: Upgrade in Ratingklassen AAA (Wahrscheinlichkeit: 0,04%), AA (Wahrscheinlichkeit: 0,31%), A (Wahrscheinlichkeit: 5,05%), Beibehaltung Ratingklasse BBB (Wahrscheinlichkeit: 88,42%) oder ein Downgrade auf BB (Wahrscheinlichkeit: 4,94%), B (Wahrscheinlichkeit: 1%) oder C (Wahrscheinlichkeit: 0,09%). Die Wahrscheinlichkeit eines Abrutschens in die Default-Klasse entspricht der erwarteten Ausfallrate für das erste Jahr (0,15 %). Bleibt der Kreditnehmer in Jahr Eins solvent, so ist es nicht klar, in welche Ratingklasse er am Ende des ersten Jahres migriert. Ausgehend von den Ratingkonstellationen des ersten Jahres [AAA (0,04 %), AA (0,31 %), A (5,05 %), BBB (88,42 %), BB (4,94 %) B (1,00 %), C (0,09 %)] wird die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls des Kreditnehmers am Ende von Jahr Eins konstruiert. Die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls des Kreditnehmers mit einem Rating BBB am Ende von Jahr Eins ergibt sich folglich als:

$$(0,04 \% \times 0,03 \% + 0,31 \% \times 0,04 \% + 5,05 \% \times 0,05 \% + 88,42 \% \times 0,15 \% + 4,94 \% \times 0,71 \% + 1,00 \% \times 4,30 \% + 0,09 \% \times 28,91 \%) = 0,24 \%$$

(15)

- Durch die Berücksichtigung der höheren Ausfallwahrscheinlichkeiten, aufgrund der Migrationen, ergibt sich am Ende von Jahr Eins eine EK-Anforderung von 3,48 Mio. Euro.
- Wird zum Ende von Jahr Eins zusätzlich eine homogene LGD von 75 % unterstellt, erhöhen sich die EK-Anforderungen weiter auf 5,22 Mio. Euro (Szenario 1).
- Wird zusätzlich noch eine, aufgrund einer wirtschaftlichen Rezession, veränderte Ratingmigrationsmatrix berücksichtigt, erhöhen sich die EK-Anforderungen weiter auf 5,28 Mio. Euro (Szenario 2).

Zusammenfassend sind die Ergebnisse der Szenarien in folgender Abbildung dargestellt.

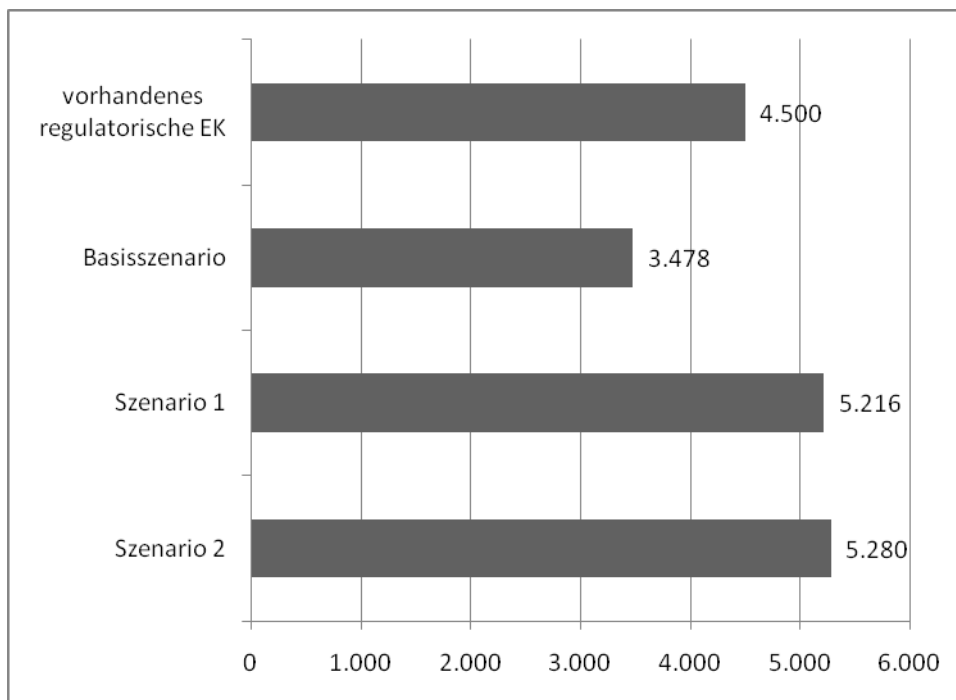


Abbildung 23: Gegenüberstellung von Stresstestergebnissen und regulatorischem EK

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass das vorhandene regulatorische Eigenkapital von 4,5 Mio. Euro zur Deckung der Eigenkapitalanforderungen aus dem Basis-szenario ausreicht, aber die Szenarien 1 und 2 nicht mehr durch dieses gedeckt werden. Daher muss die Bank versuchen, Kreditrisiken über Verbriefung oder Hedging zu reduzieren bzw. das Eigenkapital aufzustocken.

Für das betrachtete Portfolio wurde unterstellt, dass die LGD von 50 % auf 75 % angewachsen ist. Um zu klären, wie die Eingangsparameter (PD, LGD oder Ratingmigrationswahrscheinlichkeiten) geschätzt werden können, werden in den folgenden Abschnitten mehrere Ansätze aufgezeigt.

4.3 Stresstests unter Berücksichtigung makroökonomischer Faktoren

Ein Ansatz zur Abschätzung von Eingangsparametern ist der Einsatz von Faktor-modellen, die einen ökonomischen Zustand beschreiben. Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise wird im Folgenden die Schätzung der PD für einen Kreditnehmer aus der Branche Banken aufgezeigt. Grundsätzlich werden makroökonomische Szenarien auf Basis volkswirtschaftlicher Analysen und Annahmen definiert. Dabei muss ein Zusammenhang zwischen einem Risikofaktor und einer makroökonomischen Variablen wie zum Beispiel Inflationsraten oder Zinsniveau quantifiziert werden. Dieser Zusammenhang kann über Korrelationen beziehungsweise mittels einer linearen Regression ermittelt werden.¹⁷⁵

¹⁷⁵ Zum Begriff der Korrelation und Regressionsanalyse vgl. Abschnitt 5.2.1.

Während beim Marktpreisrisiko Risikofaktoren wie Zinsen, Indizes, Aktien- und Rohstoffpreise direkt am Markt beobachtbar sind und somit direkt Ansatzpunkte für die Definition von Szenarien liefern, erfordern die Charakteristika des Kreditrisikos eine andere Herangehensweise. Konkret liegt beim Marktpreisrisiko der Fokus in der Auswahl relevanter Risikotreiber aus einer Vielzahl möglicher Risikotreiber, wohingegen beim Kreditrisiko die aufsichtsrechtlichen Risikoparameter wie PD, LGD und EAD klar vorgegeben sind. Hier ist jedoch der Zusammenhang dieser Risikoparameter mit einem übergeordneten makroökonomischen Szenario, wie zum Beispiel dem Einbruch des Produktionsindex und dessen Auswirkungen auf das Kreditportfolio der Bank, weit weniger offensichtlich als beim Marktpreisrisiko:¹⁷⁶ „[...] Verluste im Kreditbereich entstehen nicht unmittelbar durch Marktbewegungen, sondern vielmehr dadurch, dass Kreditnehmer in ihrem ökonomischen Umfeld in Schwierigkeiten geraten“¹⁷⁷. Dementsprechend besteht die zentrale Aufgabe der Ausgestaltung von makroökonomischen Szenarien darin, die Verknüpfung der Szenario-Annahmen mit den aufsichtsrechtlichen und internen Kreditrisikoparametern herzustellen.¹⁷⁸

Derartige Zusammenhänge zwischen den makroökonomischen Faktoren und den bankinternen Risikotreibern, wie z.B. Ausfallraten und Verlustquoten, lassen sich durch makroökonomische Modelle quantifizieren. Dadurch kann ein makroökonomisches Szenario in Verlustquoten der Bank umgerechnet werden. Potenziell relevante makroökonomische Indikatoren sind z.B.:¹⁷⁹

- Bruttoinlandsprodukt
- Zinsniveau und Zinsstruktur
- Produktionsindizes
- Rohstoffpreise
- Auftragseingänge
- Arbeitslosenquote
- Verbraucherpreise und andere Inflationskennzahlen
- Konjunktur-/ Geschäftsklimaindex
- Ölpreis

Häufig stoßen Banken in diesem Zusammenhang jedoch auf das Problem, dass für die internen Zeitreihen zu den Risikotreibern (PD, LGD) nur vergleichsweise kurze Zeitintervalle zur Verfügung stehen.¹⁸⁰ Daher werden die Abhängigkeiten teilweise unter Verwendung von externen Daten wie etwa den Insolvenzzitreihen der statistischen Ämter bestimmt. Die längeren Zeitreihen haben den Vorteil, dass sie teilweise mehrere Abschwungperioden umfassen. (vgl. Abbildung 24)¹⁸¹

¹⁷⁶ Vgl. *Bohr/Föhl/Meyer* (2010), S. 451 ff.

¹⁷⁷ *Bohr/Föhl/Meyer* (2010), S. 458.

¹⁷⁸ Vgl. *Bohr/Föhl/Meyer* (2010), S. 458.

¹⁷⁹ Vgl. *Bohr/Föhl/Meyer* (2010), S. 459.

¹⁸⁰ Ursächlich hierfür ist, dass derartige Zeitreihen erst seit der Umsetzung von Basel II in den 2000er Jahren systematisch erhoben werden, vgl. Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht (2004), Tz. 463.

¹⁸¹ Vgl. *Bohr/Föhl/Meyer* (2010), S. 459.

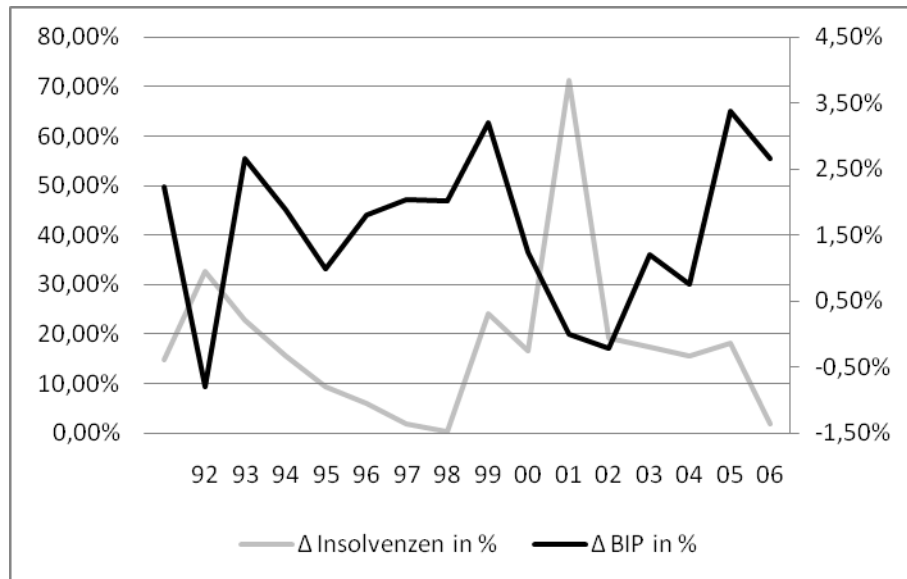


Abbildung 24: Zusammenhang zwischen BIP und Veränderung der Anzahl an Insolvenzen

Die Abbildung zeigt, dass der Konjunkturunbruch 2000/2001 zu einem starken Anstieg der Insolvenzen in Deutschland führte. Die Analyse verdeutlicht ebenfalls, dass die Insolvenzen in hohem Maße mit dem Wachstum des Bruttoinlandsproduktes (BIP) des Vorjahres korrelieren (Korrelationskoeffizient -42 %). Bei einem Rückgang des BIP ist demnach auch ein Anstieg der Insolvenzen zu erwarten.

Als Beispiel für ein makroökonomisches Szenario kann ein Konjunkturabschwung betrachtet werden. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass die PD eines Kreditnehmers mit dem Konjunkturzyklus schwankt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass bei einem Konjunkturabschwung sich die Gewinnaussichten von Unternehmen verringern. Sie können ihre Kreditverpflichtungen gegenüber Banken nicht mehr bzw. nur noch eingeschränkt nachkommen. Zudem lässt ein Nachfragerückgang im Abschwung, bei gleich bleibendem Angebot, die Vermögenspreise sinken, sodass sich auch die Werthaltigkeit der, den Banken zur Verfügung gestellten Sicherheiten verringert. Dies wiederum führt zu einem höheren tatsächlichen realisierten Verlust (LGD). Banken werden aufgrund des gestiegenen Risikos ihr Kreditangebot reduzieren. Durch die Verknappung des Kreditangebots vermindert sich, aufgrund der reduzierten Investitionstätigkeit, die gesamtwirtschaftliche Nachfrage. Die gesunkene Nachfrage schränkt die Fähigkeit von Unternehmen, den Kapitaldienst an Banken zu leisten, weiter ein. Dieser Mechanismus wird als Akzelerator bezeichnet, da er den Konjunkturabschwung verstärkt bzw. eine Erholung hinauszögert.¹⁸²

Da Unternehmen unterschiedlicher Branchen verschieden auf Konjunkturzyklen bzw. die Veränderung makroökonomischer Größen reagieren, ist es zweckmäßig, ein makroökonomisches Kreditrisiko-Modell anzuwenden, das unterschiedliche Wirtschaftsbereiche betrachtet und die Durchführung von Stresstests ermöglicht.

¹⁸² Vgl. Bühn/Richter (2006), S. 45 f.

Damit lässt sich untersuchen, wie sich die Ausfallwahrscheinlichkeit der Unternehmen in den betrachteten Wirtschaftsbereichen bei extremen makroökonomischen Ereignissen verändern.¹⁸³

Die Erstellung eines makroökonomischen Szenarios für das Kreditportfolio der Beispielbank, das sich auf die im Portfolio befindlichen Branchen: Land-/Forstwirtschaft, Verarbeitendes Gewerbe (Automobilindustrie), Baugewerbe, Handel, Gastgewerbe und Kreditgewerbe beschränkt, läuft wie folgt ab:

1. Zunächst werden aus den Quartalsdaten des statistischen Bundesamtes für den Zeitraum von 2003 bis 2010 die historischen Unternehmensinsolvenzen der jeweiligen Branchen betrachtet. In der Untersuchung werden alle Vorgänge als Insolvenz gewertet, bei denen ein Insolvenzverfahren eröffnet oder mangels Masse abgewiesen wurde.
2. Die Anzahl der Unternehmen in den einzelnen Branchen wird aus der Umsatzsteuerstatistik ermittelt.
3. Zur Berechnung der Ausfallquote wird schließlich die Anzahl der Unternehmensinsolvenzen zur Anzahl der in dieser Branche tätigen Unternehmen ins Verhältnis gesetzt.

Das makroökonomische Szenario wird mit Hilfe eines Multifaktor-Modell (auch Multi-Index Modell) konstruiert. Dieses Modell ermöglicht es, sektorspezifische Ausfallwahrscheinlichkeiten durch die simultane Verwendung makroökonomischer Variablen zu erklären. Der entscheidende Vorteil gegenüber einem Ein-Faktor-Modell (auch Single-Index Modell) liegt darin, dass auch wechselseitige Abhängigkeiten der verschiedenen Variablen berücksichtigt werden.

$$p_{s,t} = \frac{1}{1 + e^{y(s,t)}} \quad (16)$$

Die Gleichung bestimmt die Ausfallwahrscheinlichkeit $p_{s,t}$ eines Kreditnehmers in einem Wirtschaftssektor s zum Zeitpunkt t . In dieser Gleichung steht $y_{s,t}$ für einen makroökonomischen Index. Dieser Index wird durch die Kombination wesentlicher makroökonomischer Variablen $x_{s,N,t}$ dargestellt (vgl. folgende Gleichung 17).

$$Y_{s,t} = \beta_{s,0} + \beta_{s,1,t}x_{s,1,t} + \beta_{s,2,t}x_{s,2,t} + \dots + \beta_{s,N,t}x_{s,N,t} + \varepsilon_{s,t} \quad (17)$$

Als makroökonomische Variablen ($x_{s,N,t}$) können z.B. BIP, Zinssätze, Aktienindizes u.a. verwendet werden.¹⁸⁴

Im Beispiel werden die Quartalswerte folgender makroökonomischer Variablen für den Zeitraum 2003 bis 2010 betrachtet:

- BIP (= Bruttoinlandsprodukt)
- Private Konsumausgaben
- Harmonisierte Verbraucherpreisindex (HVPI)
- Bauinvestitionen

¹⁸³ Vgl. *Bühn/Richter* (2006), S. 47.

¹⁸⁴ Vgl. *Bühn/Richter* (2007), S. 12.

- Exporte
- Anlageinvestitionen
- DAX (= Deutscher Aktienindex)
- Dow Jones
- EONIA¹⁸⁵)
- Rendite 10-jähriger Bundeswertpapiere
- Arbeitslosenquote

Der makroökonomische Index ($y_{s,t}$) wird über die Transformation der historischen Ausfallwahrscheinlichkeiten der Unternehmen in einer Branche berechnet. Mithilfe einer Regressionsanalyse wird die Stärke des Einflusses einer Variablen auf den Index ermittelt. Die Stärke des Einflusses wird über $\beta_{s,N,t}$ dargestellt. Je größer dieser Wert ist, desto stärker ist der Einfluss der makroökonomischen Variablen auf den Index. Damit wird die Entwicklung einer Branche, durch die individuellen makroökonomischen Variablen erklärt.¹⁸⁶ Die folgende Tabelle 14 stellt die β -Werte (d.h. die im Rahmen einer multivariaten Regressionsanalyse ermittelten Regressionskoeffizienten) zusammenfassend dar. Beispielsweise besteht ein statistisch positiver Zusammenhang zwischen der Entwicklung des DAX und dem Index des Kredit- und Versicherungsgewerbe, das heißt die Ausfallwahrscheinlichkeiten der Kredit- und Versicherungsbetriebe sinkt, wenn der DAX steigt.

	Land- u. Forstwirtschaft	Verarbeitendes Gewerbe	Baugewerbe	Handel	Gastgewerbe	Kredit- u. Versicherungsgew.
Makroökonomische Faktoren	Koeffizienten	Koeffizienten	Koeffizienten	Koeffizienten	Koeffizienten	Koeffizienten
Konstante	-0,05	0,01	-0,05	0,00	0,01	0,01
BIP	7,60	-0,04	-3,94	0,55	-1,94	9,49
priv. Konsum	3,30	1,54	0,46	2,14	0,65	-1,36
HVPI	-11,34	-9,01	6,98	1,74	-2,27	9,54
Bauinv.	0,23	0,00	1,15	0,60	0,99	0,15
Exporte	-0,18	0,20	1,81	1,06	0,60	-1,05
Anlageinv.	-2,39	-0,48	-1,62	-1,88	-1,86	0,04
DAX	2,96	0,61	0,23	-0,53	0,86	2,39
Dow Jones	-3,20	-0,85	-0,07	0,18	-0,39	-3,85
EONIA	0,23	-0,08	-0,01	-0,04	0,13	0,08
10-jahre WP	0,74	0,21	-0,23	0,21	-0,02	1,14
ALQ	0,34	0,29	0,82	0,36	0,05	3,72

Tabelle 14: Berechnete Regressionskoeffizienten des Kreditportfolios

Die ermittelten Regressionskoeffizienten können jedoch nicht einfach kritiklos in die Formel übernommen werden. Es muss die Güte der Regression bzw. der ein-

¹⁸⁵ Der EONIA ist ein durchschnittlicher Tagesgeldsatz im Euro-Währungsgebiet, vgl. Gör-gens/Ruckriegel/Seitz (2004), S. 244.

¹⁸⁶ Vgl. Bühn/Richter (2007), S. 12.

zelen Koeffizienten beachtet werden. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sind in Tabelle 15 beispielhaft für das Kreditgewerbe abgebildet.

Regressions-Statistik					
Multipler Korrelationskoeffizient	0,70894				
Bestimmtheitsmaß	0,50259				
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,18074				
Standardfehler	0,26050				
Beobachtungen	29				
	Freiheitsgrade (df)	Quadratsummen (SS)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	F krit
Regression	11	1,16561	0,10596	1,56156	0,19800
Residue	17	1,15359	0,06786		
Gesamt	28	2,31920			
	Koeffizienten	Standardfehler	t-Statistik	P-Wert	Untere 95 %
Konstante	0,01375	0,08980	0,15307	0,88015	-0,17571
BIP	9,48761	7,06487	1,34293	0,19695	-5,41796
priv. Konsum	-1,35877	3,69316	-0,36791	0,71748	-9,15066
HVPI	9,53903	16,31384	0,58472	0,56642	-24,88016
Bauinv.	0,14688	1,39619	0,10520	0,91745	-2,79882
Exporte	-1,05435	2,51694	-0,41890	0,68053	-6,36462
Anlageinv.	0,04497	2,54201	0,01769	0,98609	-5,31821
DAX	2,39277	1,11433	2,14728	0,04649	0,04174
Dow Jones	-3,84571	1,61387	-2,38292	0,02911	-7,25068
EONIA	0,07566	0,19435	0,38930	0,70189	-0,33438
10-jahre WP	1,13735	0,65949	1,72459	0,10274	-0,25406
ALQ	3,71792	1,65406	2,24776	0,03815	0,22817

Tabelle 15: Ergebnis der Regressionsanalyse Kreditgeschäft

Insgesamt weist das Regressionsmodell für das Kreditgewerbe ein Bestimmtheitsmaß¹⁸⁷ von 0,50 auf. Die t-Statistik¹⁸⁸ weist bei den Parametern DAX, Dow Jones und Arbeitslosenquote statistisch signifikante Werte auf. Somit wird der makroökonomische Index des Kreditgewerbes am besten durch folgende Regressionsgerade beschrieben:

$$Y_{\text{Kredit}} = 0,01375 + 2,39277 \cdot \text{DAX} + (-3,84571) \cdot \text{Dow Jones} + 3,71792 \cdot \text{ALQ} \quad (18)$$

¹⁸⁷ Das Bestimmtheitsmaß ist ein Maß für die „Güte“ der Regression. Bei einem Bestimmtheitsmaß von 1 wird y perfekt linear durch x erklärt, vgl. *Poddig/Brinkmann/Seiler* (2005), S. 497 f.

¹⁸⁸ Approximativ weisen t-Werte mit Absolutbeträgen größer als 2 auf statistisch signifikante Regressionskoeffizienten hin, vgl. *Poddig/Brinkmann/Seiler* (2005), S. 500.

Auf dieser Basis wird exemplarisch folgendes Stress-Szenario für das Kreditge-
werbe betrachtet:

- Rückgang DAX um 20 %
- Dow Jones keine Veränderung
- Anstieg ALQ um 10 %

Durch Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnet sich der makroökono-
mische Index $Y_{\text{Kredit}} = 2,17196$. Wird dieser in Formel (16) eingesetzt, so ergibt
sich eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10,23 %. Im Vergleich zur ursprüngli-
chen Ausfallwahrscheinlichkeit (bei unverändertem DAX, Dow Jones und ALQ)
von 9,29 % bedeutet dies ein Anstieg der PD um 10,11 %.

Zu beachten bei dieser Vorgehensweise ist, dass ein Modellrisiko besteht. Daher
wird im Abschnitt 5.2.3 näher auf Modellrisiken eingegangen.

5 Risikoartenübergreifende Stresstests

5.1 Notwendigkeit und Probleme bei der Bildung risikoartenübergreifender Stresstests

Die MaRisk fordern: „Es sind regelmäßig angemessene Stresstests für die wesentlichen Risiken durchzuführen (...) Die Stresstests sind auch auf Gesamtinstitutionsebene durchzuführen“¹⁸⁹. Es muss ein risikoartenübergreifendes Szenario zum Beispiel in Form eines konjunkturellen Abschwungs konstruiert und dessen Auswirkungen auf die jeweiligen Risikoparameter (z.B. Zinsen, PD, LGD) analysiert werden. Ebenso wie bei der Ermittlung des Gesamtbankrisikoprofils ist es dabei erforderlich, die Stresswerte der verschiedenen Risikoarten zu einem Gesamtrisiko zu aggregieren.¹⁹⁰ Probleme ergeben sich dabei in einer geeigneten Zusammenführung der einzelnen Stresswerte, denn die einfache Addition von Werten ist nicht zweckmäßig. Vielmehr gilt es, die Diversifikationspotenziale zwischen den Risikoarten zu berücksichtigen.¹⁹¹ Dabei sind Wechselwirkungen zwischen den Risikokategorien (Adress-, Marktpreis, Liquiditäts-, operationelles Risiko) zu berücksichtigen, insbesondere weil die Korrelationen zwischen den Risiken häufig gerade in Stresssituationen Veränderungen unterworfen sind.¹⁹² Die unter Stress betrachteten Risikoparameter finden Eingang in die Risikomessmodelle der jeweiligen Risikokategorien. Die Ergebnisse sind anschließend wieder auf Gesamtinstitutionsebene zu aggregieren.

Nachfolgend werden die Auswirkungen eines hypothetischen Szenarios auf die Beispielbank betrachtet. Zunächst wird der VaR für die Portfolien Aktien, Wertpapiere und Kundenkreditgeschäft für den Normalzustand und für die Stresssituation bestimmt. Anschließend werden die Ergebnisse auf Gesamtinstitutionsebene aggregiert, wobei die Risikoaggregation unter Berücksichtigung von Korrelationen erfolgt. Der alternative, aktuell intensiv diskutierte Ansatz unter Nutzung von Copula-Funktionen wird dagegen beschrieben und nicht explizit berechnet.

5.2 Aggregation von Marktpreis- und Adressrisikostresstests über Korrelationsmodelle

5.2.1 Grundlagen zu Korrelationsmodellen

Bei vielen Risikomodellen erfolgt eine gemeinsame Betrachtung von verschiedenen Risikofaktoren, indem bei der Aggregation die Korrelationen der Risiken untereinander berücksichtigt werden.¹⁹³ So entspricht das Gesamtrisiko eines aus

¹⁸⁹ Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2010a), AT 4.3.3, Tz. 1.

¹⁹⁰ Vgl. Andrulis et al. (2009), S. 11.

¹⁹¹ Vgl. Beck/Lesko/Schlottmann/Stückler (2006): S. 29-33.

¹⁹² Vgl. Andrulis et al. (2009), S. 8.

¹⁹³ Die Korrelation beschreibt die Beziehung zwischen zwei oder mehreren statistischen Variablen, vgl. Poddig/Brinkmann/Seiler (2005), S. 52.

zwei Aktien bestehenden Aktienportfolios nur bei vollständigem positivem Zusammenhang (d.h. der Korrelationskoeffizient ist gleich Eins: Steigt Aktie A um x %, dann steigt auch Aktie B um x % und fällt Aktie A um y % dann fällt auch Aktie B um y %) der Summe der Einzelrisiken und der VaR als Risikomaß kann einfach addiert werden. Wenn dagegen keine vollkommen positive Korrelation vorliegt, ist die Summe der Einzelrisiken höher als das eintretende Gesamtrisiko. Schließlich vermindert sich durch potenzielle gegenläufige Kursbewegungen das tatsächliche Gesamtrisiko.

Um Zusammenhänge zwischen Variablen zu bestimmen, wird üblicherweise die lineare Regressionsanalyse eingesetzt, die die lineare Abhängigkeit zwischen zwei Variablen untersucht. Nachfolgend wird dies anhand eines einfachen Beispiels illustriert, bei dem der Zusammenhang zwischen der Rendite einer Aktie und eines Index geprüft wird (vgl. Abbildung 25). In einem Diagramm werden alle paarweisen, historischen Renditebeobachtungen als Punkte abgetragen. Mit Hilfe einer Geraden werden nun alle Punkte zu einem Modell gebunden.

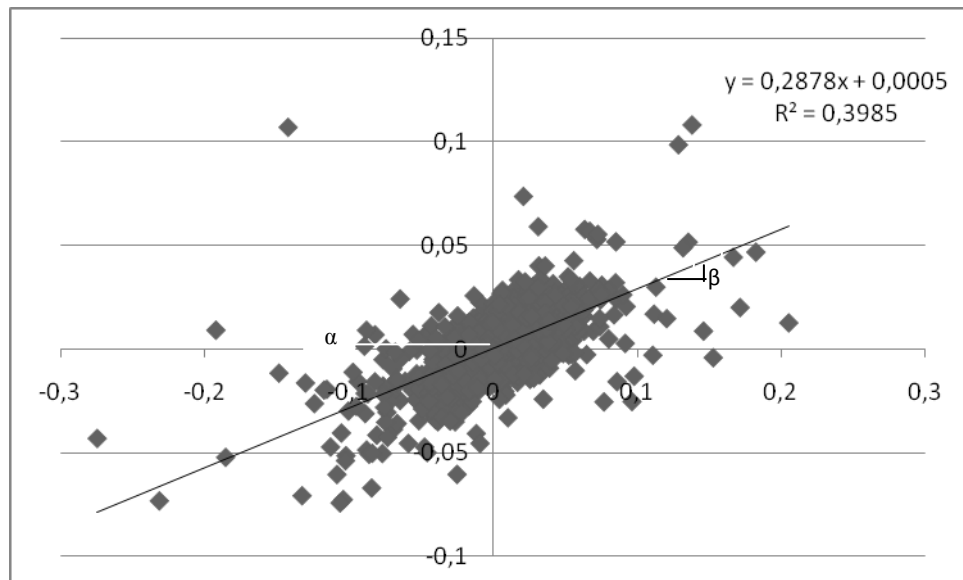


Abbildung 25: Regressionsanalyse Commerzbank und DAX

Bei diesem Modell (univariates Regressionsmodell) wird der lineare Zusammenhang zwischen einer abhängigen Variablen y (Rendite der Commerzbank) und einer unabhängigen Variablen x (Rendite DAX) unterstellt:

$$Y_t = \alpha + \beta \cdot x_t + e_t \quad (19)$$

mit:

Y_t	=	Wert der abhängigen Variablen zum Zeitpunkt t
x_t	=	Wert der unabhängigen Variablen zum Zeitpunkt t
α	=	(Regressions-) Konstante
β	=	(Regressions-) Koeffizient
e_t	=	Störgröße

In dem Modell sind das Alpha (α) und Beta (β) zu schätzen, wobei es sich bei Alpha um den Ordinatenabschnitt und bei Beta um die Steigung der Geraden in der Grafik handelt. Die Gerade wird so in die Punktwolke hinein gelegt, dass die Summe der quadrierten senkrechten Abstände minimal wird (SSR, Sum of Squared Residuals).¹⁹⁴

Neben der grafischen Lösung zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den beiden Variablen kann dieser auch rechnerisch ermittelt werden. So kann aus den Renditen der Aktien die Varianz (VAR bzw. σ^2) über folgende Formel bestimmt werden:¹⁹⁵

$$\text{VAR}(r_p) = \sum_{i=1}^n (r_p - \bar{r}_p)^2 \quad (20)$$

mit r_p = beobachtete Rendite

$\bar{r}_p$ = arithmetischer Mittelwert der Renditeausprägungen

Mit der Kovarianz [$\text{cov}(r_1, r_2)$ bzw. σ_{12}] wird der Zusammenhang der beiden Variablen (r_1, r_2) gemessen. Er zeigt wie gleich- oder ungleichförmig sich die Renditeverläufe der einzelnen Titel darstellt. Die Kovarianz berechnet sich aus:¹⁹⁶

$$\text{Cov}(r_1, r_2) = \sum_{i=1}^n (r_1 - \bar{r}_1)(r_2 - \bar{r}_2) \quad (21)$$

Dieser Gleichlauf der Renditeentwicklung untereinander kann auch durch den Korrelationskoeffizienten ρ_{12} erfasst werden, wobei der Korrelationskoeffizient das Verhalten der Renditen zweier Anlageobjekte 1 und 2 untereinander beschreibt.¹⁹⁷

$$\rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_1 \cdot \sigma_2} \quad (22)$$

Exemplarisch wird nunmehr die Berechnung des VaR für das Aktienportfolio der Beispielbank, das aus den beiden Aktien Commerzbank und Deutsche Bank besteht, durchgeführt. Es wird ein Korrelationskoeffizient von 0,7129 ermittelt. Somit ergibt sich folgende Korrelationskoeffizientenmatrix:

	Dt. Bank	Commerzbank
Dt. Bank	1	0,7129
Commerzbank	0,7129	1

Tabelle 16: Korrelationsmatrix Deutsche Bank/Commerzbank

¹⁹⁴ Vgl. Poddig/Brinkmann/Seiler (2005), S. 494 ff.

¹⁹⁵ In Excel kann dies direkt über die Formel Varianz() erfolgen. Die Wurzel der Varianz entspricht der Standardabweichung (σ).

¹⁹⁶ Die Kovarianz wird in Excel über die Formel Kovar() berechnet.

¹⁹⁷ Der Korrelationskoeffizient kann nur Werte zwischen -1 und +1 annehmen und erleichtert somit die Interpretation. Ein Koeffizient von Null bedeutet, dass die Renditeverläufe der Anlageobjekte ohne (linearen) Zusammenhang sind. Bei einem Korrelationskoeffizient von +1 besteht ein perfekter Gleichlauf, vgl. Poddig/Brinkmann/Seiler (2005), S. 50 ff.

Unter Verwendung des analytischen Grundmodells, das eine theoretische Verteilung (im einfachsten Fall eine Normalverteilung) zugrunde legt, wird der VaR des Portfolios folgendermaßen ermittelt:¹⁹⁸

1. Definition des Risikoparameters (RP) und Risikovolumen (RV)
2. Berechnung der Standardabweichung des Risikoparameters (STD_{RP})
3. Bestimmung der Risikomesszahl (RMZ) durch Fixierung des Konfidenzniveaus, mit der Auswahl des Z-Wertes (standardnormalverteilte Zufallsvariable): $RMZ_{RP} = \pm Z\text{-Wert} * STD_{RP}$
4. Ableitung des Risikofaktors: $RF_{RP} = e^{RMZ(RP)} - 1$
5. VaR eines einzelnen Risikoparameters: $VaR = RV_{RP} * RF_{RP}$
6. Verknüpfung über eine Korrelationskoeffizientenmatrix zum VaR_{Gesamt}

$$VaR_{Gesamt} = \sqrt{[Risikovektor] * [Korrelationskoeffizientenmatrix] * [Transponente des Risikovektors]}$$

Das Ergebnis wird in folgender Tabelle dargestellt.

	Dt. Bank	Commerzbank
VaR einzelnen Risikoparameter	12.134	1.737
VaR Gesamt	13.427	

Tabelle 17: Value-at-Risk Deutsche Bank/Commerzbank

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,85 % wird der Verlust der Portfolios 13.427 Euro nicht übersteigen.

5.2.2 Exemplarische Bestimmung des Gesamtrisikos im Normal- und Stressszenario

Für die Beispielbank wird folgendes hypothetisches Szenario konstruiert:

November 2010, der Euro befindet sich aufgrund der Schuldenkrise Irlands weiter unter Druck. Der Kurs EUR/USD sinkt vom 04.11.2010 bei einem Kurs von 1,4229 auf 1,3485 am 14.11.2010. Ein geplanter Rettungsschirm der Europäischen Union für Irland scheitert. Das Vertrauen in den Euro geht zunehmend verloren, er verliert weiter an Wert. Um den Euro-Kurs zu stabilisieren, beginnen Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten Anleihen von Irland zu kaufen. Da deutsche Kreditinstitute ein bedeutendes Irland Obligo aufweisen, entstehen eine erneute Bankenkrise und eine Kreditklemme in Deutschland. Auch die EZB beginnt irländische Anleihen zu kaufen und erhöht dafür die Geldmenge in der Eurozone. Es entsteht eine Geldmengeninflation, da die Geldmenge stärker steigt als die Gütermenge. Die Folge ist eine Inflation im Euro-Raum, wobei keine kurzfris-

¹⁹⁸ Vgl. Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 74.

tigen positiven Effekte einer Inflation (positiver Phillips-Kurven-Effekt¹⁹⁹) eintreten.

Die Folgen der Inflation sind:

- Realeinkommensverlust von Arbeitnehmern, der zu einem Konsumrückgang führt
- Realer Kaufkraftverlust der Einkommen, da auch bei den Einkommenszahlungen kein Inflationsausgleich erfolgt, hierdurch Auftreten von negativen Beschäftigungseffekten
- Verlust der Aussagefähigkeit von Preisen als Knappheitsindikator, dadurch sinkende Investitionsneigung.
- Sinkende Investitionsneigung und Rückgang der Sparneigung, dadurch verringerte Möglichkeiten zum Wachstum.
- Kapitalflucht in wertstabilere ausländische Währungen (weitere Abwertung des Euro) und weniger Kapitalimporte durch ausländische Anleger. Es fehlt Kapital für Investitionen im Inland.

Zur Bekämpfung der Inflation beginnt die EZB mit einer restriktiven Geldpolitik – die Zinsen werden erhöht. Gestiegene Arbeitslosigkeit, verringerter Konsum und geringere Investitionsneigung der Unternehmen führen zu einer steigenden Anzahl der Insolvenzen, was sich schließlich in einer veränderten Ratingmigrationsmatrix widerspiegelt. In der Folge erhöhen sich sowohl PD's als auch LGD's. Die Krise führt zu einem Einbruch der Bankaktien und bislang geltende Korrelationen geraten unter Schock.

Vor Ausbruch der Krise wurden für die Beispielbank folgende VaR-Werte bei einem Konfidenzniveau von 99,85 % ermittelt:

	Kreditportfolio	Bond-Portfolio	Aktienportfolio
VaR-einzeln	4.120.352,65	2.732.740,81	13.427,17
VaR-Gesamt	6.055.342,74		

Tabelle 18: Value-at-Risk Werte der Beispielbank vor Stresssituation

Die Methodik, zur Berechnung des VaR eines einzelnen Kredites oder festverzinslichen Wertpapiers, wird beispielhaft für einen Kredit in Abschnitt 5.2.4 erläutert. Innerhalb einer Branche wird unterstellt, dass eine Korrelation von Eins besteht, wodurch sich der Branchen-VaR aus der Summe der einzelnen VaR-Werte ergibt. Die Aggregation auf Portfolio-Ebene erfolgt entsprechend der Formel zur Berechnung des VaR_{Gesamt} . Die dabei verwendeten Korrelationen werden als gegeben unterstellt. Anschließend werden die VaR-Werte der einzelnen Portfolios über die in Tabelle 19 abgebildete Korrelationsmatrix zum VaR_{Gesamt} aggregiert.

¹⁹⁹ Hierunter wird der Effekt verstanden, dass steigende Inflation zur sinkenden Arbeitslosigkeit führt, vgl. *Blanchard/Illing* (2006), S. 238.

	Kreditportfolio	Bond-Portfolio	Aktienportfolio
Kreditportfolio	1	0,54	0,46
Bond-Portfolio	0,54	1	0,14
Aktienportfolio	0,46	0,14	1

Tabelle 19: Korrelationsmatrix der einzelnen Portfolien

Auch diese Korrelationsmatrix wird als gegeben angenommen. Im Rahmen einer Expertenschätzung werden folgende Szenariowerte für die Stresssituation festgelegt:

Zinsschock	100 BP
Erhöhung der LGD	10 %
Erhöhung der Korrelationen	10 %
Migrationsschock	Migrationsmatrix-Stress ²⁰⁰
Einbruch Bankaktien	20 %

Tabelle 20: Angenommene Stressszenarien der Beispielbank

Bei einem Konfidenzniveau von 99,85 % führt das Stressszenario zu folgenden Value-at-Risk Werten:

	Kreditportfolio	Bond-Portfolio	Aktienportfolio
VaR-einzeln	6.039.642,74	4.388.197,07	16.246,33
VaR-Gesamt	9.345.630,68		

Tabelle 21: Value-at-Risk Werte der Beispielbank nach Stresssituation

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,85 % wird der Verlust der betrachteten Portfolien bei Eintritt des hypothetischen Szenarios einen Wert von 9,35 Mio. Euro nicht überschreiten. Der Value-at-Risk ist bei diesem Stressszenario um 3,29 Mio. Euro bzw. 54,34 % angestiegen.

5.2.3 Zur Problematik des Modellrisikos

Da die Risikobewertung und -quantifizierung, genau wie bei der Konstruktion makroökonomischer Szenarien, unter der Annahme eines bestimmten Modells erfolgt, besteht die Gefahr, dass dieses Modell die Realität nicht zuverlässig abbildet. Das so genannte Modellrisiko besteht überall dort, wo Modelle eingesetzt werden.²⁰¹

Im betrachteten Beispiel werden die verwendeten Korrelationen als gegeben angenommen. Das Problem bei Verwendung von Korrelationen liegt in den Annahmen der zeitlichen Konstanz und der Linearität. Die Praxis zeigt, dass die Korrelation nicht zeitlich konstant, sondern deutlichen Schwankungen unterworfen ist und in einem Extremereignis sogar zusammenbrechen kann. Ob nun eine Korrelation von 0,8 oder 0,6 (vgl. Abbildung 26) für die Risikomessung verwendet wird, verändert die Ergebnisse und somit die Risikoeinstufung deutlich.

²⁰⁰ Vgl. Tabelle 13.

²⁰¹ Vgl. Gorodinskiy/Walter (2010), S. 11.

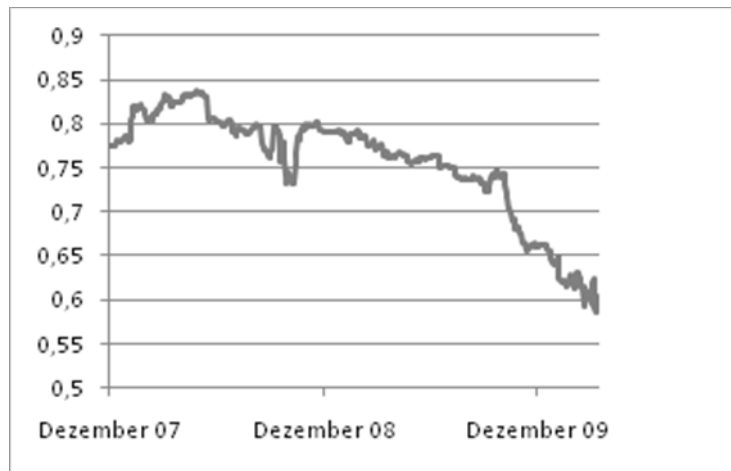


Abbildung 26: Korrelation Deutsche Bank/Commerzbank 250 Handelstage gleitend im Zeitverlauf 2007-2010

Weiterhin schätzt die Regressionsanalyse den funktionalen Zusammenhang zwischen zwei Variablen unter der Prämisse der Linearität. Auch die Annahme der Linearität ist nicht problemlos. Exemplarisch sind hierfür daher in Abbildung 27 und Abbildung 28 die paarweise historischen Renditebeobachtungen von Deutscher Bank/Commerzbank und von BMW/Rücker (ein Automobilzulieferer) als Punkte abgetragen.

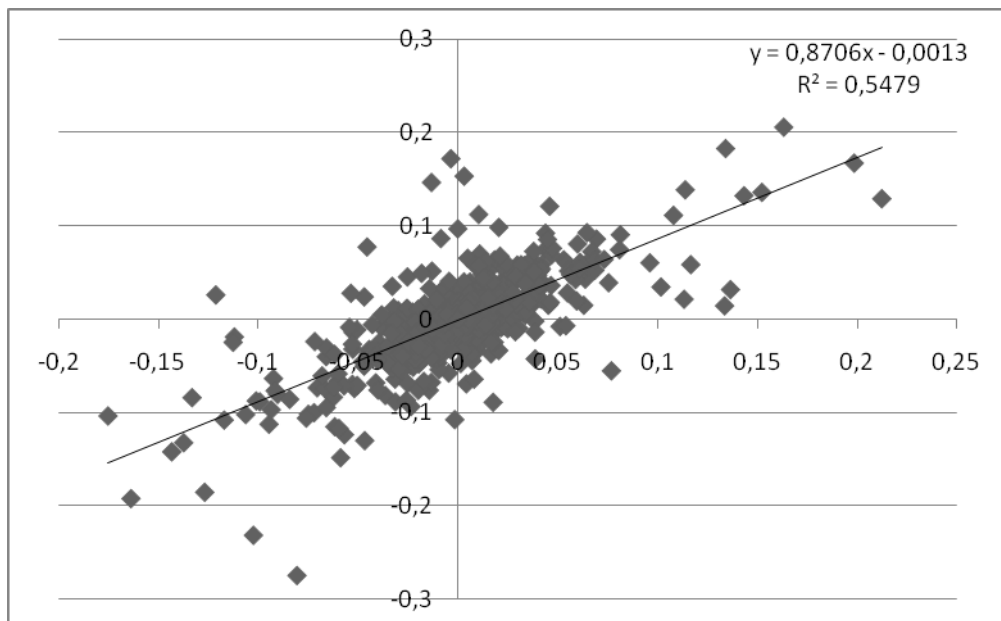


Abbildung 27: Paarweise Rendite Deutsche Bank/Commerzbank

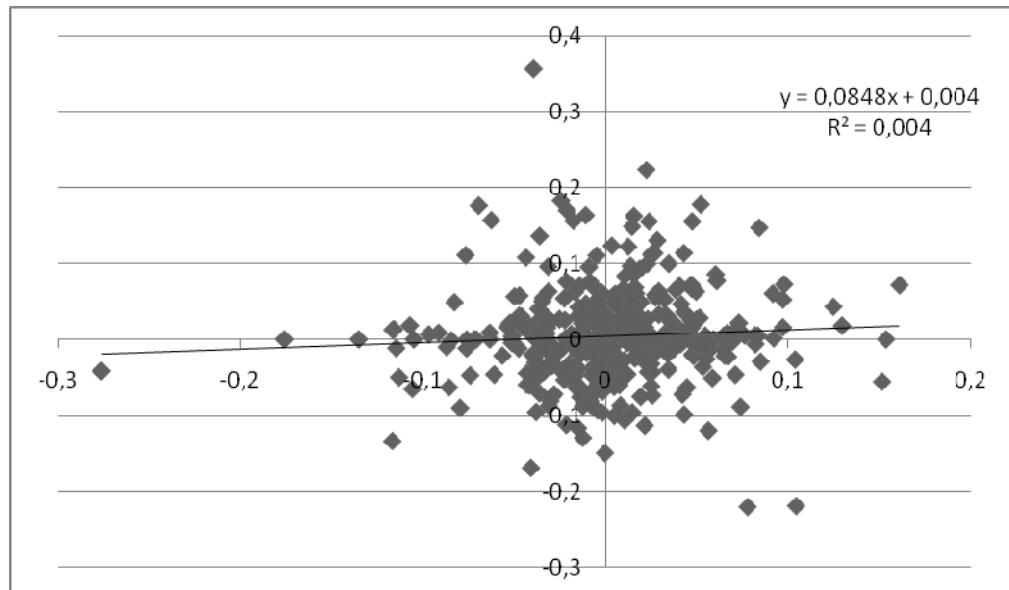


Abbildung 28: Paarweise Rendite BMW/Rüdiger

Im Modell wird ein linearer Zusammenhang (Linearität) zwischen den beiden Renditebeobachtungen unterstellt. Dieser lineare Zusammenhang besteht vollständig, wenn alle Punkte durch eine Gerade gehen. Je größer die Abstände der Punkte zur bestmöglichen Geraden, desto schlechter passt die Modellannahme der Korrelation. Das Bestimmtheitsmaß (in der Abbildung mit R^2 dargestellt) zeigt, wie gut die Korrelation die tatsächlich beobachteten Bewegungen abbildet.²⁰² Aus den Abbildungen wird deutlich, dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Renditeentwicklung von Deutscher Bank und Commerzbank näherungsweise besteht ($R^2 = 0,5479$), wohingegen zwischen BMW und Rüdiger kein linearer Zusammenhang festgestellt werden kann ($R^2 = 0,004$). Allerdings findet das Bestimmtheitsmaß bei der Analyse üblicherweise kaum Beachtung und Risikomodelle sehen oft die Korrelationen als zwingende Eingabe vor. Allgemein besteht ohne Berücksichtigung dieser Aspekte die Gefahr von elementaren Fehlern in der Risikoanalyse.

5.2.4 Zur Problematik der Unterstellung der Normalverteilungsannahme

In Abschnitt 5.2.2 erfolgte die Value-at-Risk Berechnung unter der Annahme der Normalverteilung. Während diese Annahme bei Marktpreisrisiken zumindest eingeschränkt als plausibel gilt, sind Adressenrisiken in der Regel nicht normalverteilt, sondern weisen eine nicht symmetrische Verteilung auf. Zur Verdeutlichung dient folgender Kredit:²⁰³

- Volumen: 1 Mio. Euro.
- Nominalverzinsung: 6 %
- Laufzeit: 5 Jahren
- Rating: AA

²⁰² Das Bestimmtheitsmaß kann Werte zwischen 0 (bei völliger Abwesenheit eines linearen Zusammenhangs) und 1 (bei einem perfekt linearen Zusammenhang) annehmen.

²⁰³ Vgl. Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 177 ff.

Es gelten die in Tabelle 22 abgebildeten (Forward-) Zerobondrenditen, die aus den ratingspezifischen Zinsstrukturen abgeleitet werden und mit denen die erwarteten Zahlungsströme des Kredits zu bewerten sind.

		(Forward-) Zerobondrenditen			
		Laufzeit			
		1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre
Rating am Jahresende	AAA	3,6000 %	4,1700 %	4,7300 %	5,1200 %
	AA	3,6500 %	4,2200 %	4,7800 %	5,1700 %
	A	3,7200 %	4,3200 %	4,9300 %	5,3200 %
	BBB	4,1000 %	4,6700 %	5,2500 %	5,6300 %
	BB	5,5500 %	6,0200 %	6,7800 %	7,2700 %
	B	6,0500 %	7,0200 %	8,0300 %	8,5200 %
	CCC	15,0500 %	15,0200 %	14,0300 %	13,5200 %

Tabelle 22: Forward Zerobondrenditen²⁰⁴

Es ergeben sich folgende deterministische Kurswerte des Kredits am Jahresende:

AAA	1.093.529
AA	1.091.724
A	1.086.430
BBB	1.075.309
BB	1.020.064
B	980.859
CCC	836.258
D	510.000

Tabelle 23: Deterministische Kurswerte des Beispielkredits²⁰⁵

Ausgangspunkt für die weiteren Betrachtungen ist der berechnete Wert des Kredits beim Verbleib in der Ratingklasse AA in Höhe von 1.091.724 € ($= 60.000 + 60.000/1,0365^1 + 60.000/1,0422^2 + 60.000/1,0478^3 + 1.060.000/1,0517^4$)

Da die deterministischen Kurswerte unterschiedliche Migrationswahrscheinlichkeiten besitzen, werden sie mit der entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeit (w_i) aus der Migrationsmatrix gewichtet. Dadurch wird der Erwartungswert des Kredits ermittelt (vgl. Tabelle 24).

²⁰⁴ Quelle: Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 177.

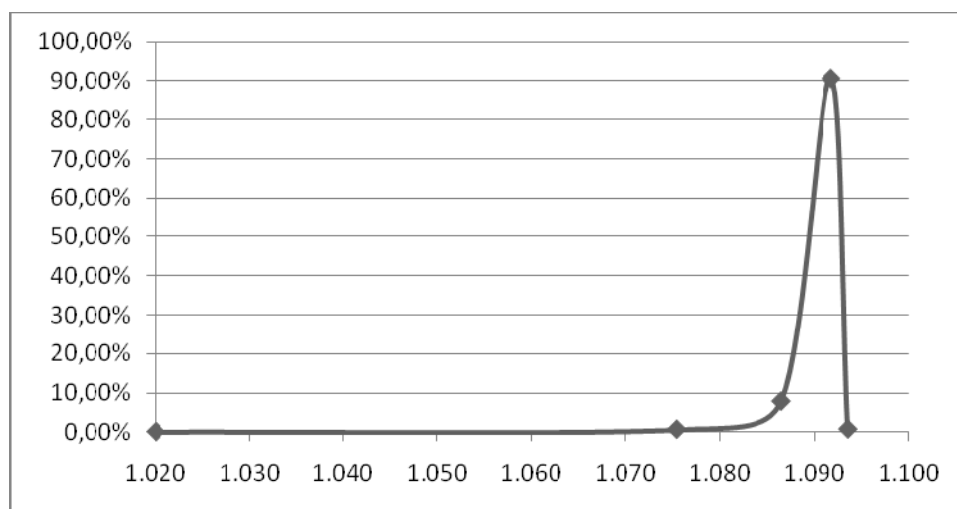
²⁰⁵ Quelle: Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 177.

Rating in t =1	Migrations- werte x_i in t=1	w_i in %	$w_i * x_i$	$x_i - EW(x_i)$	$w_i * [x_i - EW(x_i)]^2$
AAA	1.093.529	0,70 %	7.654,70	2.559	45.856
AA	1.091.724	90,65 %	989.647,54	754	515.496
A	1.086.430	7,79 %	84.632,89	-4.540	1.605.423
BBB	1.075.309	0,64 %	6.881,98	-15.660	1.569.542
BB	1.020.064	0,06 %	612,04	-70.906	3.016.576
B	980.859	0,14 %	1.373,20	-110.110	16.974.044
CCC	836.258	0,02 %	167,25	-254.712	12.975.610
D	510.000	0,00 %	0,00	-580.970	0
			1.090.970		36.702.547

 Tabelle 24: Berechnung von Erwartungswert und Standardabweichung des Beispielkredits²⁰⁶

Es ergibt sich am Ende eines Jahres ein Erwartungswert des Kredits von 1.090.970 Euro. Der Expected Loss beträgt demnach 754 € (= 1.092.724 – 1.090.970). Um den VaR des Kredits zu berechnen, muss eine Aussage über die zugrundeliegende Verteilung getroffen werden. Wird wie in Abschnitt 5.2.2 angenommen eine Normalverteilung unterstellt, so kann die Standardabweichung zur Quantifizierung des Risikos verwendet werden. Im Beispiel beträgt diese 6.058 € (= $\sqrt{36.702.547}$). Wird ein Konfidenzniveau von 99,84 % unterstellt, was einem z-Wert von 2,950 entspricht, so ist der VaR, der sich aufgrund von Bonitätsänderungen am Ende eines Jahres ergibt, mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,84 % nicht größer als 17.871 € (= 6.058 * 2,95).

Die Normalverteilungsannahme trifft in der Realität bei Kreditrisiken allerdings nicht zu. Vielmehr sind Kreditrisiken nicht symmetrisch verteilt, da das aus Sicht der Bank günstigste Ereignis (die ordnungsgemäßen Rückführung des Kredits) eine deutlich höhere Eintrittswahrscheinlichkeit aufweist, als der Insolvenzfall (mit einer Rückzahlung von 510.000 €). Somit ergibt sich eine linksschiefe Verteilung des Marktwertes des Kredits (vgl. Abb. 29).


 Abbildung 29: Verteilung eines Kredits²⁰⁷

²⁰⁶ Quelle: Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 178.

Bei Verwendung der tatsächlichen Verteilung, wird sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,84 % ($= 0,7 \% + 90,65 \% + 7,79 \% + 0,64 \% + 0,06 \%$) ein Marktwert in Höhe von 1.020.064 € nicht unterschritten werden. Folglich ergibt sich aus der Verwendung der tatsächlichen Verteilung ein VaR in Höhe von 70.906 € ($= 1.090.970 € - 1.020.064 €$). Dieser ist um 53.035 € höher als der unter Normalverteilungsannahme berechnete VaR. Die Unterstellung der Normalverteilung führt demnach zu einer deutlichen Unterschätzung des Kreditrisikos.

Abhängigkeiten zwischen stochastischen Größen werden meist mit dem Begriff der (linearen) Korrelation gleichgesetzt. Auch in Abschnitt 5.2.2 wurde der Gesamtbank-VaR mit Hilfe einer Korrelationsmatrix, die den Zusammenhang zwischen Kreditrisiken, Bond-Portfolio und den Aktienkursrisiken angibt, berechnet. Die Korrelation ist jedoch nur unter der Annahme einer multivariaten Normalverteilung hinreichend zur Beschreibung der vollen Abhängigkeitsstruktur geeignet.²⁰⁸ „Die Normalverteilungsannahme von Renditeschwankungen (...) lassen sich inzwischen kaum noch aufrecht erhalten. Vielmehr scheint es notwendig, die gesamte mehrdimensionale Abhängigkeitsstruktur zu beschreiben“²⁰⁹. Dies ist umso wichtiger, je stärker die Berücksichtigung extremer Ereignisse, wie z.B. bei Stresstests von Interesse ist.²¹⁰

Gleichwohl ist zu konstatieren, dass die Normalverteilungsannahme bis heute von einem Großteil der Modelle zur Risikosteuerung verwendet und erst allmählich von asymmetrischen sowie von leptokurtischen²¹¹ (fat-tailed) Verteilungen verdrängt wird. Einen derartigen innovativen Ansatz stellt die im Folgenden skizzierte Modellierung mit Hilfe von Copula-Funktionen dar.²¹²

5.3 Aggregation von Marktpreis- und Adressrisikostresstests über Copula-Funktionen

Die Suche nach Alternativen zur Normalverteilung, welche unter anderem schwere Ränder („fat tails“) ausreichend abbilden können und die Abhängigkeit zwischen mehreren Variablen berücksichtigen, konzentriert sich seit einiger Zeit auf die Modellierung mit Hilfe von Copulas. Das Verfahren, das in der Finanzmathe-

²⁰⁷ Quelle: In Anlehnung an Schierenbeck/Lister/Kirmße (2008), S. 179.

²⁰⁸ Vgl. Reitz (2010), S. 50.

²⁰⁹ Großmann (2006), S. 89; vgl. auch Embrechts/McNeil/Straumann (1999), S. 1.

²¹⁰ Als prägnantes Beispiel für die Unsinnigkeit der Normalverteilungsannahme lässt sich der „Schwarze Montag“ am 19. Oktober 1987 anführen, an dem der Dow Jones 29,2 Prozentpunkte verlor. Unter Verwendung des Standardmodells der Normalverteilung wäre ein derartiger Verlust nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 zu 10^{50} möglich gewesen, vgl. Mandelbrot/Hudson (2005), S. 26. Tatsächlich traten ähnliche Kurssprünge an den Finanzmärkten immer wieder auf.

²¹¹ Leptokurtisch bedeutet „Hochgipfeligkeit“ oder „Steilgipfligkeit“, also im Vergleich zur Normalverteilung spitzer verlaufenden Verteilungen mit höheren Eintrittswahrscheinlichkeiten für Extremereignisse an den jeweiligen Enden der Verteilung, vgl. Oehler/Unser (2002), S. 87.

²¹² Vgl. Andrulis et al. (2009), S. 11. Der Begriff Copula stammt aus dem Lateinischen von "copulare" (verbinden) bzw. "copulatio" (Verknüpfung). Im mathematischen bzw. statistischen Sinne wurde es erstmals von Sklar (1959) verwendet, um diejenigen Funktionen zu beschreiben, die die multivariate Verteilung mit ihren univariaten Randverteilungen verbindet.

matik seit etwa zwanzig Jahren behandelt wird, zuvor aber bereits in der Wahrscheinlichkeitstheorie intensiver Forschung zuteil wurde, findet aktuell zunehmend auch in der finanzwirtschaftlichen Praxis Anwendung.²¹³

Das mathematisch-statistische Konstrukt von Copulas geht auf Sklar (1959) zurück, der es auf Basis des nach ihm benannten Theorems, das die Grundlage zur Modellierung von Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Zufallsvariablen darstellt, vorstellte. In der Folgezeit wurde es von verschiedenen Wissenschaftlern, so u.a. Deheuvels (1979), Genest and MacKay (1986), weiterentwickelt.²¹⁴

Copulas sind dazu geeignet, aus beliebigen Risikofaktoren mit vorgegebener Verteilung eine gemeinsame Verteilung der Risikofaktoren zu bilden.²¹⁵ Der Nutzen in der Verwendung von Copula-Funktionen zur Risikoaggregation liegt somit darin, dass Risikofaktoren im Hinblick auf die Aggregation nicht als normalverteilt angenommen und Abhängigkeiten zwischen ihnen nicht als lineare Abhängigkeiten abgebildet werden müssen.²¹⁶ Dies erhöht die Flexibilität der Modelle erheblich und schafft einen innovativen Ansatz der Risikomessung, dem in der Zukunft ein großes Potenzial in der Praxis des Risikomanagements beigemessen wird.

Die Nutzung von Copulas im Rahmen der Aggregation von Risiken erfolgt durch die Trennung der multivariaten Verteilungsfunktion in zwei Teile: „In eine Funktion, die die reine Abhängigkeitsstruktur zwischen den Zufallsvariablen erfasst, das ist die so genannte Copula, und die univariaten Randverteilungsfunktionen, die das individuelle Randverhalten der einzelnen Zufallsvariablen beschreiben.“²¹⁷ Das Grundprinzip dabei ist, dass die vorgegebenen Verteilungen in Normalverteilungen transformiert werden und daraus schließlich eine mehrdimensionale Normalverteilung gebildet wird. Am Ende erfolgt eine Rücktransformation.²¹⁸

Ausgangspunkt ist die Betrachtung von n Zufallsvariablen $X_1, \dots, X_n$ mit den entsprechenden univariaten und als stetig angenommenen Verteilungsfunktionen

$$F_i(x_i) = P(X_i \leq x_i) \quad i = 1, \dots, n, \quad (23)$$

und einer gemeinsamen Verteilungsfunktion

$$F(x_1, \dots, x_n) = P(X_1 \leq x_1, \dots, X_n \leq x_n). \quad (24)$$

Die Formeln sind die Basis für das Theorem von Sklar und bilden die Grundlage dafür, dass Copula-Funktionen beliebig verteilte Zufallsvariablen mit beliebigen

²¹³ Bspw. werden Copulas u.a. in den Kreditrisikomodellen von CreditMetrics und Credit Portfolio View CPV zur Modellierung von Abhängigkeiten verwendet, vgl. Lesko/Beck (2006), S. 289-293. Grundlegend zu finanzwirtschaftlichen Copula-Anwendungen McNeil/Frey/Embrechts (2005) sowie vor allem Cherubini/Luciano/Vecchiato. (2004). Zu ausführlichen mathematischen Erläuterungen vgl. Nelsen (2006) und Joe (1997).

²¹⁴ Vgl. Savu (2007), S. 2.

²¹⁵ Vgl. Lesko/Beck (2006), S. 289-293.

²¹⁶ Vgl. Beck/Lesko/Schlottmann/Wimmer (2006), S. 31.

²¹⁷ Savu (2007), S. 2.

²¹⁸ Vgl. Reitz (2010), S. 51.

Abhängigkeitsstrukturen zu neuen gemeinsamen Verteilungsfunktionen verknüpfen können.²¹⁹ Formal sind Copula-Funktionen multivariate Verteilungsfunktionen, die gleichverteilte Randverteilungen aufweisen.²²⁰ Mithin stellt die Copula das Bindeglied zwischen der multivariaten Verteilungsfunktion und ihrer univariaten Randverteilungen dar (vgl. Abbildung 30).

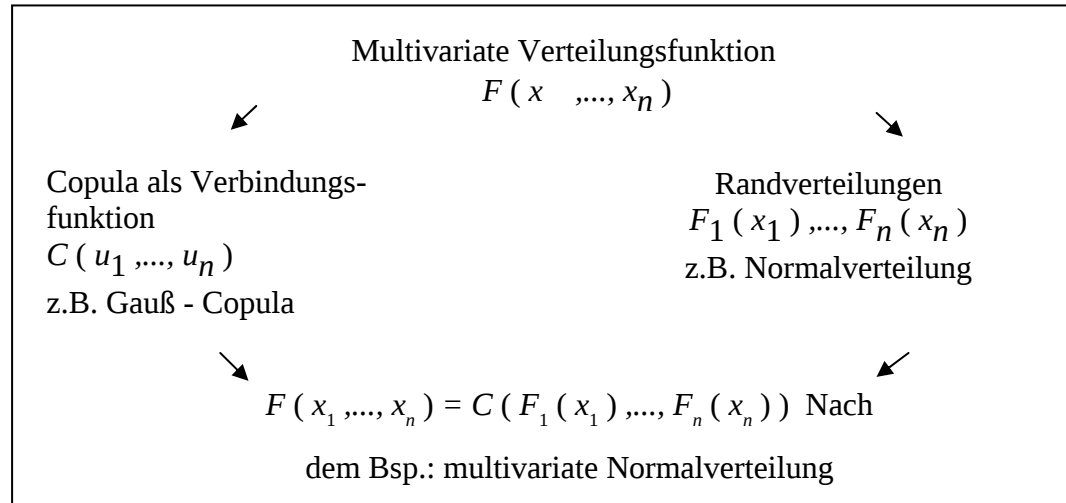


Abbildung 30: Grundaufbau der Copula-Modellierung²²¹

Im ersten Schritt wird die Abhängigkeitsstruktur durch die jeweilige Copula festgelegt. Anschließend erfolgt davon unabhängig die Generierung der Randverteilungen.²²²

Die Copula-Modellierung weist den großen Vorteil auf, dass beliebig viele Kombinationen aus Copula-Funktionen und Randverteilungen gewählt werden können.²²³ Gleichzeitig stellt dies einen gravierenden Nachteil der Copula-Modelle dar, denn bislang ist für finanzwissenschaftliche Anwendungen nicht eindeutig erwiesen, welche der verschiedenen Copula-Varianten die besten Ergebnisse hinsichtlich der Risikoabbildung liefern.

Grundsätzlich wird innerhalb der Copula-Modellierung zwischen den elliptischen und archimedischen Copula-Familien unterschieden:²²⁴

- Elliptische Copula-Funktionen: Aktuell am häufigsten in der Praxis angewendet werden die elliptischen Copulas, zu denen die Normal- oder Gauß-Copula und die Student-t-Copula zählen.²²⁵ Hierbei handelt es sich um so genannte implizite Copula-Funktionen, es existiert also keine einfach geschlossene Form für diese Copulas. Bei Normal- oder Gauß-Copula erfolgt die Umwandlung in korrelierte standardnormalverteilte Zufallszahlen mit Hilfe der Cholesky-Faktorisierung und anschließender Rücktransformie-

²¹⁹ Vgl. Beck/Lesko/Schlottmann/Wimmer (2006), S. 29-33.

²²⁰ Vgl. Nelsen (2006), S. 1.

²²¹ Vgl. Schmidt (2011), S. 116.

²²² Vgl. Beck/Lesko/Schlottmann/Wimmer (2006), S. 29-33.

²²³ Vgl. Savu (2007), S. 13.

²²⁴ Vgl. Beck/Lesko/Schlottmann/Wimmer (2006), S. 31.

²²⁵ Vgl. vertiefend hierzu Nelsen (2006).

rung. Die t-Copula verwendet zusätzlich zur Korrelation den so genannten Freiheitsgrad als weiteren Parameter. Zur Simulation der abhängigen gleichverteilten Zufallszahlen muss eine zusätzliche Transformation unter Verwendung von Chi-Quadrat verteilten Zufallszahlen erfolgen. Die t-Copula kann im Gegensatz zu den Normal-Copulas besser Abhängigkeiten zwischen extremen Ereignissen abbilden.

- Im Vergleich zu der elliptischen Copula-Familie weisen die archimedischen Copulas eine geschlossene Form auf. Mithin kann trotz des komplexen Konstruktes eine erhebliche Vereinfachung vollzogen werden. Grundlage hierbei ist die Möglichkeit, die Betrachtung auf eine einzelne univariate Funktion zu reduzieren und damit die Untersuchung nicht mehr anhand einer multivariaten Copula durchführen zu müssen.²²⁶ Die Klasse der archimedischen Copulas folgt der Darstellung durch eine Generatorfunktion φ , wodurch Erweiterungen zur mehrdimensionalen Abbildung ($n \geq 3$) ermöglicht werden.²²⁷ Die Anwendung der Generatorfunktion ermöglicht eine breitere praktische Anwendbarkeit gegenüber den elliptischen Copulas. Hierbei können auch asymmetrische Abhängigkeiten zwischen den Rändern abgebildet werden. Zudem ermöglicht die Transformation der Generatorfunktion eine immense Variabilität der Verteilungen.

Die folgende Abbildung 31 dient zur Verdeutlichung der Vorgehensweise der Copula-Methode.

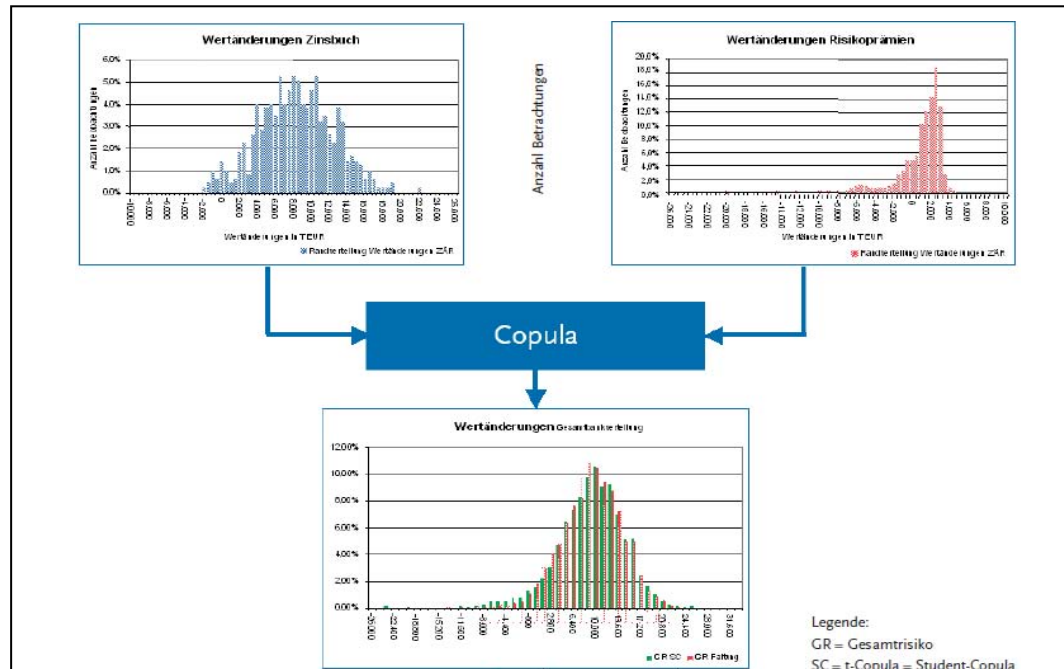


Abbildung 31: Vorgehensweise der Copula-Methode²²⁸

²²⁶ Vgl. Savu (2007), S. 49.

²²⁷ Zur Berechnung archimedischer Copulas vgl. z.B. Schmidt (2011), S. 116 f. Für eine vertiefende mathematische Analyse vgl. Nelsen (2006) und Cherubini/Luciano/Vecchiato (2004).

²²⁸ Quelle: Beck/Lesko/Schlottmann/Wimmer (2006), S. 33.

Abschließend lässt sich festhalten, dass eine Aggregation durch korrelierte Addition von Risikokennzahlen eine einfache umsetzbare Lösung ist. Eine deutliche Schwäche dieser Vorgehensweise ist, dass nicht die volle Verteilung zum Problem vorliegt bzw. schiefe Verteilungen nicht adäquat abgebildet werden. Obwohl sich Aggregationen über Copula-Funktionen zunehmend in der Praxis durchsetzen und im Rahmen der Kreditrisikomodellierung bereits State of the Art sind, besteht im Hinblick auf die Wahl der „richtigen“ Copula und deren Parameter (z.B. Korrelationsmatrix, Freiheitsgrade) noch Forschungsbedarf.²²⁹ Aktuell ist bei der praktischen Copula-Anwendung davon auszugehen, dass multivariate elliptische Copulas, wie die Gauß- oder die Student t-Copula keine Ergebnisse liefern, die den realen Bedingungen auf den Finanzmärkten gerecht werden.²³⁰ Selbst bei den grundsätzlich besser geeigneten archimedischen Copulas bestehen weiterhin Zweifel bezüglich der Güte der Risikoabbildung bei Aggregation mehrerer Risikoarten.²³¹ Als Hemmnis dieser Copula-Familie erweist sich dabei paradoxerweise ihre Flexibilität. Schließlich impliziert die Möglichkeit, einzelne Elemente der archimedischen Copulas austauschen zu können, zugleich gleiche Abhängigkeiten zwischen den untereinander betrachteten Variablen. Gerade diese Austauschfähigkeit ist jedoch insbesondere bei Anwendung von Finanzmarktszenarien nicht vorteilhaft.²³²

²²⁹ Vgl. *Beck/Lesko* (2006), S. 293.

²³⁰ Zu einem Überblick über entsprechende Studien vgl. *Dobrić/Schmid* (2005).

²³¹ Bspw. kommt *Schmidt* (2011), S. 118 ff. im Rahmen einer Simulationsstudie finanzwirtschaftlicher Risikoarten (Kredit-, Marktpreis- und operationelle Risiken) unter Anwendung der Clayton-Copula zu dem Ergebnis, dass die Risiken stark unterschätzt werden.

²³² Vgl. *Savu* (2007), S. 207.

6 Kritische Würdigung und Fazit

Der vorliegende Beitrag verdeutlicht, dass Stresstests als regulatorisches und betriebswirtschaftliches Steuerungsinstrument zunehmend an Bedeutung gewinnen. Dies wird vor allem durch den starken öffentlichen Fokus und den erhöhten regulatorischen Anforderungen an Stresstests hervorgerufen. Nicht nur in der MaRisk Novellen von 2009 und 2010, sondern auch das Konsultationspapier „Strengthening the resilience of the banking sector“, welches mittlerweile Bestandteil der veröffentlichten Neufassung des Baseler Regelwerks (Basel III) geworden ist, werden die Anforderungen deutlich verschärft. Dabei sind Stresstests jedoch keinesfalls nur als eine Pflicht der Aufsicht zu sehen, sondern bieten bei sachgerechter Konzeption und Integration in das Risikomanagement einen bedeutenden betriebswirtschaftlichen Mehrwert. Das Design, die Durchführung und auch die Interpretation der Stresstests haben oft institutsweite Konsequenzen. So sind gerade bei Szenariokonstruktion eine Vielzahl von Parametern wie z.B. PD, LGD, Volatilitäten, Korrelationen, historische Beobachtungszeiträume, Credit Spreads, Migrationsmatrizen oder Haltedauer zu schätzen. Zur Bestimmung dieser Parameter existieren keine allgemein gültigen Standards, wodurch jede Bank entsprechend ihrem historischen oder hypothetischen Szenario unterschiedliche Parameter wählen kann. Dies muss letztendlich bei der Interpretation der Szenarien auch berücksichtigt werden.

Auch die Aggregation von Risiken (bspw. über Korrelationen, die wiederum das Problem der zeitlichen Konstanz und Linearität aufweisen) reicht nach Guideline 13 der CEBS Guidelines on Stresstesting nicht aus. Schließlich führt eine additive Zusammenfassung der Stresstestergebnisse für einzelne Risikobereiche dazu, dass Korrelationen und Risikokonzentrationen nicht ausreichend erfasst werden und somit eine Überzeichnung oder Unterschätzung der Risiken erfolgt. Die Aufsicht fordert daher, dass ein unternehmensweiter Stresstest z.B. in Form eines makroökonomischen Szenarios entwickelt wird. Dabei bleibt zu beachten, dass es sich bei makroökonomischen Szenarien ebenfalls lediglich um Modelle handelt und somit das Modellrisiko zu beachten bleibt. Da makroökonomischen Szenarien über Multi-Faktor-Modelle gelöst werden, bleibt auch hier das Problem der Schätzung geeigneter Parameter für die Modelle. Zur Durchführung von unternehmensweiten Stresstests sind die Konzernmutter und alle Töchter im In- und Ausland zu berücksichtigen, wodurch sich die Komplexität deutlich erhöht.

Die verschärften Anforderungen in Zuge der Basel III Reform in Form der Einführung eines StressVaR sind im Detail durchaus kritisch zu beurteilen. Denn eine Verwendung von Stresstests zur Anpassung der Kapitalausstattung von Kreditinstituten kann zur Durchführung von sehr moderaten Stresstests verleiten. Beispielsweise führt eine Addition der Eigenkapitalunterlegung aus dem VaR und

dem gestressten VaR zu einer Doppelanrechnung bzw. -unterlegung der Risiken, da nicht gleichzeitig normale und gestresste Marktbedingungen auftreten können. Somit wird Banken ein Anreiz gegeben mehr Positionen aus dem Handelsbuch in das Anlagebuch umzuschichten. Dort unterliegen sie keiner täglichen Marktbewertung und werden auch für regulatorische Zwecke nicht in ein VaR-Modell einbezogen. Diese Umschichtung hat jedoch zur Folge, dass es weniger Marktteilnehmer für die Handelsprodukte gibt, was zu einer abnehmenden Marktliquidität und eventuell zu steigenden Marktpreisen führen könnte.²³³

Als Fazit lässt sich festgehalten, dass die Durchführung von EU-weiten Stresstests für Banken, das Stresstesting als Methode der Risikomessung weiter in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt hat. Stresstests werden zunehmend auch als Mittel zur Stärkung des Vertrauens in die Finanzmarktstabilität angesehen. Weitere Ankündigungen von Seiten der Aufsichtsbehörden, auch zukünftig auf verschärfte Stresstests zu setzen, werden das Thema über Jahre aktuell machen. Angesichts der bisherigen Erfahrungen ist allerdings ein gewisses Maß an Skepsis angebracht, ob das Mittel – auch angesichts der dargestellten Schwierigkeiten bei der Konzeption von Stresstests und der Interpretation der Ergebnisse – die Erwartungen erfüllen kann.

²³³ Vgl. *Pollmann/Schöning* (2010a), S. 134.

Anhang VBA-Code

```
Sub Sim()  
Dim i As Integer  
  
Application.ScreenUpdating = False  
For i = 1 To 10000  
Application.StatusBar = i  
Calculate  
Range("R" & i) = Range("K4")  
Next i  
  
ThisWorkbook.Worksheets("Monte Carlo").Activate  
Range("R1:R10000").Copy Destination:=Range("T1")  
  
Range("T1:T10000").Sort Key1:=Range("T1:T10000"), Or-  
der1:=xlDescending  
  
End Sub
```

Literaturverzeichnis

Albrecht, Peter/Maurer, Raimond (2005): Investment- und Risikomanagement, 2. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.

Altinbas, Yener/Siegl, Jürgen (2009): Risikomanagement auf Gruppenebene – Spezielle Anforderungen an das Risikomanagement auf Gruppenebene, in: Becker, Axel/Berndt, Michael/Klein, Jochen (Hrsg.): Neue MaRisk – Bearbeitungs- und Prüfungsleitfaden, DG Verlag, Wiesbaden, S. 125-135.

Andrulis, Jonas (2010): Methoden und Kennzahlen für Stresstests, in: agens Audit Newsletter – Informationen zu Revision, Risikomanagement und Trainings, o. Jg., H. 5/6, S. 11-15.

Andrulis, Jonas/Müller, Reimo (2010): Kritik an EU-Stresstests - Berücksichtigung von Interdependenzen in EU-Stresstests, in: Risiko-Manager, o. Jg., H. 22, S. 8-12.

Andrulis, Jonas/Mitschele, Andreas/Schlottmann, Frank/Schmidt, Thomas (2009): Unternehmensindividuelle Stresstests als Konsequenz aus der Finanzmarktkrise, in: Risiko Manager, o. Jg., H. 10, S. 1 und 8-11.

Angelidis, Thimotheos (2009): Econometric modelling of value-at-risk, New York, Nova Science Publishers.

Artzner, Philippe/Delbean, Freddy/Eber, Jean-Marc J.-M./Health, David (1999): Coherent measures of risk, in: Mathematical Finance, Vol. 9, S. 203-228.

Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht (2004): Internationale Konvergenzen der Kapitalmessung und Eigenkapitalanforderungen – Überarbeitete Rahmenvereinbarungen, Bank for International Settlement, Basel.

Basel Committee on Banking Supervision (2009a): Principles for sound stress testing practices and supervision, Bank for International Settlement, Basel.

Basel Committee on Banking Supervision (2009b): Revisions to the Basel II market risk framework, Bank for International Settlement, Basel.

Basel Committee on Banking Supervision (2009c): Strengthening the resilience of the banking sector – Consultative Document, Bank for International Settlement, Basel.

Beck, Andreas/Lesko, Michael (2006): Zur Modellierung von Abhängigkeiten in der Bankpraxis – Copula-Funktionen zur Ermittlung des Gesamtbankprofils, in: Betriebswirtschaftliche Blätter, 55. Jg., H. 5, S. 289-293.

Beck, Andreas/Lesko, Michael/Schlottmann, Frank/Wimmer, Konrad (2006): Copulas im Risikomanagement, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 59. Jg., S. 29-33.

Beck, Andreas/Lesko, Michael/Schlottmann, Frank/Stückler, Ralf (2006): Anforderungen von Betriebswirtschaft, Handelsrecht und Aufsicht, Herausforderungen für moderne Gesamtbanksteuerungssysteme, in: Risikomanager, H. 19, S. 16-19.

- Bieg, Hartmut/Krämer, Gregor/Waschbusch, Gerd (2011):** Bankenaufsicht in Theorie und Praxis, 4. Aufl., Frankfurt School Verlag, Frankfurt am Main.
- Blanchard, Olivier/Illing, Gerhard (2006):** Makroökonomie, 4. Aufl., Pearson Studium, München.
- Bohr, Oliver/Föhl, Matthias/Meyer, Jochen (2010):** Stresstesting als Werkzeug einer integrierten Risiko- und Kapitalsteuerung, in: Geiersbach, Karsten/Walter, Bernd (Hrsg.): Praktikerhandbuch Stresstesting, Finanz Colloquium Heidelberg, 2010, S. 441-471.
- Bühn, Andreas/Klauck, Kai-Oliver (2006):** Stresstests – Einführung und Grundlagen, in: Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (Hrsg.): Stresstests in Banken – Von Basel II bis ICAAP, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, S. 11-22.
- Bühn, Andreas/Richter, Jana (2006):** Ökonometrische Ansätze für Stresstests, in: Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (Hrsg.): Stresstests in Banken – Von Basel II bis ICAAP, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, S. 43-69.
- Bühn, Andreas/Richter, Jana (2007):** Auswirkungen von Stress-Ereignissen auf die Eigenkapitalanforderungen – Makroökonomische Stresstests in Banken Ökonometrische Ansätze für Stresstests, in: Risiko-Manager, o. Jg., H. 23, S. 12-16.
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2006):** Rundschreiben 18/2005, Mindestanforderungen an das Risikomanagement, Fassung vom 04.05.2006.
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2009a):** Erläuterungen zu den MaRisk in der Fassung vom 14.08.2009.
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2009b):** Rundschreiben 15/2009, Mindestanforderungen an das Risikomanagement, Fassung vom 14.08.2009.
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2010a):** MaRisk in der Fassung vom 15.12.2010, http://www.bundesbank.de/download/bankenaufsicht/pdf/marisk/101215_rs.pdf, Abfrage vom 18.01.2012.
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2010b):** Anschreiben zum Rundschreiben 11/2010, http://www.bundesbank.de/download/bankenaufsicht/pdf/marisk/101215_as.pdf, Abfrage vom 18.06.2011.
- Cherubini, Umberto/Luciano, Elisa/Vecchiato, Walter (2004):** Copula methods in finance, Wiley Finance, Weinheim.
- Committee on the Global Financial System (2005):** Stress testing at major financial institutions: survey results and practice, 2005, S. 7. <http://www.bis.org/publ/cgfs24.pdf>, Abfrage vom 09.08.2011.
- Committee of European Banking Supervisors (2006a):** Consultation Paper (CP 12) on Stress testing under the Supervisory Review Process, <http://www.bundesbank.de/download/bankenaufsicht/pdf/cebs/CP12.pdf>, Abfrage vom 09.08.2011.
- Committee of European Banking Supervisors (2006b):** Technical aspects on stress testing under the supervisory review process – CP 12, <http://www.eba.europa.eu/getdoc/e68d361e-eb02-4e28-baf8-0e77efe5728e/GL03stresstesting.aspx>, Abfrage vom 09.08.2011.

Committee of European Banking Supervisors (2009): Consultation Paper (CP 32) CEBS Guidelines on Stress Testing, http://www.c-ebs.org/documents/Publications/Consultationpapers/2009/CP_32/CP32.aspx, Abfrage vom 23.06.2010.

Committee of European Banking Supervisors (2010): Aggregate outcome of the 2010 EU wide stress test exercise coordinated by CEBS in cooperation with the ECB, <http://stress-test.c-ebs.org/documents/Summaryreport.pdf>, Abfrage vom 01.08.2010.

Dahm, Stefan/Hallmann, Arndt (2001): Pricing und Hedging von Zinsrisiken, in: Eller, Roland (Hrsg.): Modernes Bondmanagement, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 301-323.

Derivatives Policy Group (1995): Framework for Voluntary Oversight, <http://riskinstitute.ch/137850.htm>, Abfrage vom 24.06.2010.

Deutsche Bundesbank (2004): Stresstests bei deutschen Banken – Methoden und Ergebnisse in: Monatsbericht Oktober, S. 79-88.

Deutsche Bundesbank (2009): MaRisk Anpassungen, in: Monatsbericht September, S. 77-83.

Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e.V. (2009a): Muster- Risikohandbuch, im Auftrag des Fachausschusses für Rechnungslegung und Prüfung erstellt durch den DGRV-Arbeitskreis.

Deutsche Gesellschaft für Risikomanagement e.V. (2008): Risikoaggregation in der Praxis, Berlin.

Dobrić, Jadran/Schmid, Friedrich (2005): Testing Goodness of Fit for Parametric Families of Copulas – Application to Financial Data, in: Communications in Statistics: Simulation and Computation, Ausgabe 34, S. 1053-1068.

Eller, Roland/Waitz, Daniela/Kurfels, Matthias (2008): Subprime- Krise: Lehren für Banken und Sparkassen, in: BankPraktiker, o. Jg., H. 1, S. 26-33.

Embrechts, Paul/McNeil, Alexander J./Straumann, Daniel (1999): Correlation: pitfalls and alternatives, <http://www.math.ethz.ch/~straumann/light/risk.pdf>, Zugriff am: 23.11.2008.

Ender, Manuela/Jacob, Peter (2011): Auf die Hauptfaktoren setzen, in: Die Bank, o.Jg., H. 1, S. 52-55.

Englisch, Rainer (2009): Die neuen MaRisk aus aufsichtsrechtlicher Sicht, in: Becker, Axel/Berndt, Michael/Klein, Jochen (Hrsg.): Neue MaRisk – Bearbeitungs- und Prüfungsleitfaden, DG Verlag, Wiesbaden, S. 3-17.

Fachgremium Kredit (2007): Stresstests, <http://www.bundesbank.de/download/bankenaufsicht/pdf/stresstest.pdf>, Abfrage vom 09.08.2011.

G20 Staaten (2008): Declaration of the Summit on Financial Markets and the World Economy, http://www.info-franceusa.org/IMG/pdf_Declaration_of_the_Summit_on_Financial_Markets.pdf, Abfrage vom 24.06.2010.

Gleißner, Werner (2004): Auf nach Monte Carlo - Simulationsverfahren zur Risiko-Aggregation, RISKNEWS 01 /04 S. 31-37, http://www.werner-gleissner.de/site/publikationen/WernerGleissner_Auf-nach-Monte-Carlo-Simulationsverfahren-zur-Risiko-Aggregation.pdf, Abfrage vom 08.08.2008.

Görgens, Egon/Ruckriegel, Karlheinz/Seitz, Franz (2004): Europäische Geldpolitik, Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.

Gorodinskiy, Tatjana/Walter, Bernd (2010): Grundlagen, in: Geiersbach, Karsten/Walter, Bernd (Hrsg.): Praktikerhandbuch Stresstesting, Finanz Colloquium Heidelberg GmbH, Heidelberg, S. 3-39.

Grau, Wolfdietrich (1999): Durchführung von Krisentests – Leitfaden zum Marktrisiko, Band 5, http://www.oenb.at/de/img/band5_dv40_tcm14-11166.pdf, Abfrage vom 19.07.2010.

Großmann, Stefan (2006): Aktuelle stochastische Methoden zur Anwendung im Rahmen von Stresstests, in: Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (Hrsg.): Stresstests in Banken – Von Basel II bis ICAAP, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, S. 71-98.

Heidorn, Thomas (2002): Finanzmathematik in der Bankpraxis – Vom Zins zur Option, Gabler Verlag, Wiesbaden.

Hull, John C. (2009): Optionen, Futures und andere Derivate, 7. Aufl., Pearson Studium, München.

Jarosch, Niklas/Kämpken, Oliver (2010): Verbesserte Risikostruktur - Einführung gesamtbezogener Stresstests bei der Volksbank im Märkischen Kreis, in: Bank Information, o. Jg., H. 11, S. 64-67.

Joe, Harry (1997): Multivariate Models and Dependence Concepts, Chapman & Hall, London, New York.

Jorion, Philippe (2007): Value at risk - The new Benchmark for Managing Financial Risk, 3. Aufl., McGraw-Hill, New York.

Kaminsky, Christoph/Kuzmenkova, Natalja/Kuklok, Oliver (2007): Stresstests als Bestandteil des Risikomanagements (Teil 1) – Einbindung von Stresstests in das ICAAP, in: Risiko-Manager, o. Jg., H. 15, S. 12-15.

Kim, Jongwoo/Finger, Christopher (2000): A stress test to incorporate correlation breakdown, Journal of Risk, Spring 2000, Vol. 2, No. 3, S. 5-19.

Klauck, Kai-Oliver (2006): Regulatorische und ökonomische Stresstests, in: Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (Hrsg.): Stresstests in Banken – Von Basel II bis ICAAP, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, S. 99-113.

Klauck, Kai-Oliver/Liermann, Volker (2009): Verbessertes Risk Management – Banken im Stresstest, in: Die Bank, o. Jg., H. 5, <http://www.diebank.de/betriebswirtschaft/banken-im-stresstest>, Abfrage vom 09.08.2011.

Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (2006): Vorwort der Herausgeber, in: Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (Hrsg.): Stresstests in Banken – Von Basel II bis ICAAP, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, S. VIII-XI.

Krahl, Oliver/Wagner, Jörg (2007): Stresstests im Kreditrisikomanagement – neue Herausforderungen für Banken, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 60. Jg., S. 1155-1158.

Kupiec, Paul (1998): Stress Testing in a Value at risk framework, The Journal of Derivatives, Fall 1998, Vol. 6, No. 1, S. 7-24.

Lesko, Michael/Beck, Andreas (2006): Zur Modellierung von Abhängigkeiten in der Bankpraxis, Copu-la-Funktion zur Ermittlung des Gesamtbankrisikoprofils,

Mai 2006, http://www.risknet.de/typo3conf/ext/bx_elibrary/elibrarydownload.php?downloaddata=348, eingesehen am 08.08.2011.

Longin, Francois/Solnik, Bruno (1999): Correlation structure of international equity markets during extremely volatile periods, <http://www.hec.fr/var/fre/storage/original/application/ed3704c78bea68631f4dc769d554a1ed.pdf>, Abfrage vom 09.08.2011.

Locarek-Junge, Hermann (1998): Die Bestimmung des Portfeuilleisikos bei nichtlinearer Wirkung der Risikofaktoren, <http://finance.wiwi.tu-dresden.de/pub/docs/forschung/papers/14/locarekj.pdf>, Abfrage vom 09.08.2011.

Mandelbrot, Benoit B./Hudson, Richard L. (2005): Fraktale und Finanzen: Märkte zwischen Risiko, Rendite und Ruin, Piper, München.

Maul, Kathrin (2007): Adaptive Interpolation in der Risikobewertung mittels Stresstests, Diplomarbeit, Universität Bayreuth, http://www.math.uni-bayreuth.de/~lgruene/diplom/kathrin_maul_diplom.pdf, Abfrage vom 22.06.2010.

McNeil, Alexander J./Frey, Rüdiger/Embrechts, Paul (2005): Quantitative Risk Management, Princeton University Press, Princeton, NJ.

Meybom, Peter (2009): Finanzsystem besser auf Szenarien vorbereiten - Krise erfordert verbesserte Stresstests in der Kreditwirtschaft, in: Betriebswirtschaftliche Blätter, 58. Jg., H. 5, S. 270-277.

Monetary Authority of Singapore (2003): Information Paper: Technical Paper on Credit Stress-Testing, http://www.mas.gov.sg/resource/publications/info_papers/CSTTechnicalPaper.pdf, Abfrage vom 29.06.2010.

Müller, Georg (2009): Neue Anforderungen an Stresstests – MaRisk und Anforderungen im europäischen Regulierungskontext, in: Wimmer, Konrad (Hrsg.): MaRisk Neu – Handlungsbedarf in der Banksteuerung, Finanz Colloquium Heidelberg GmbH, Heidelberg, S. 53-63.

Nelsen, Roger B. (2006): An Introduction to Copulas, 2. Aufl., Springer, New York.

Neuss, Werner (2007): Grundlagen der Bankenregulierung in Deutschland, http://www.uwechristians.de/html/img/pool/Bankenregulierung_Neuss_2007.pdf?sid=dd6f6588cd04448d6fd378d470e9113d, Abfrage vom 17.07.2010.

Oehler, Andreas/Unser, Matthias (2002): Finanzwirtschaftliches Risikomanagement, 2. Aufl., Springer, Berlin.

Poddig, Thorsten/Brinkmann, Ulf/Seiler, Katharina (2005): Portfolio Management – Konzepte und Strategien, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden.

Pollmann, Marian/Schöning, Stephan (2010a): Modifikation der 1. Säule von Basel II: Zusätzliche Anforderungen im Bereich der Marktrisiken, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 63. Jg., H. 3, S. 131-134.

Pollmann, Marian/Schöning, Stephan (2010b): Kreditrisikostresstests in Banken – Anforderungen und Methoden, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 63. Jg. H. 14, S. 742-746.

Reitz, Stefan (2010): Stresstests in Banken, Seminar an der Frankfurt School of Finance & Management.

Reuse, Svend/Svoboda, Martin (2010): Stresstests – Kritische Analyse der Anforderungen in den neuen MaRisk und Modellierung eines Prototypen, in: Bank-Praktiker, o. Jg., H. 3, S. 65-70.

Savu, Cornelia (2007): Modellierung multivariater Abhängigkeitsstrukturen auf Finanzmärkten mit archimedischen und hierarchisch archimedischen Copulas, Logos Verlag, Berlin.

Schierenbeck, Henner/Lister, Michael/Kirmße, Stefan (2008): Ertragsorientiertes Bankmanagement, Band 2: Risiko-Controlling und integrierte Rendite-/Risikosteuerung, 9. Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden.

Schirsch, Claudia (2009): Bankindividuelle Stresstests – pragmatische Umsetzung in der Bankpraxis, in: Wimmer, Konrad (Hrsg.): MaRisk Neu – Handlungsbedarf in der Banksteuerung, Finanz Colloquium Heidelberg GmbH, Heidelberg, S. 84-91.

Schlecker, Matthias (2009): Credit Spreads – Einflussfaktoren, Berechnung und langfristige Gleichgewichtsmodellierung, Josef Eul Verlag GmbH, Lohmar.

Schlottmann, Frank/Vorgrimler, Stephan (2009a): Novelle der MaRisk - Risikokonzentrationen und Stresstests – ein integrierter Ansatz, in: Risiko-Manager, o. Jg., H. 25/26, S. 36-43.

Schlottmann, Frank/Vorgrimler, Stephan (2009b): Konzeptionelle Fragestellungen bei Stresstests, in: Wimmer, Konrad (Hrsg.): MaRisk Neu – Handlungsbedarf in der Banksteuerung, Finanz Colloquium Heidelberg GmbH, Heidelberg, S. 73-83.

Schmeiser, Hato (2009): Finanzkrise: Konsequenzen für das Risikomanagement, [http://www.ivw.unisg.ch/org/ivw/web.nsf/SysWebRessources/HS+Vortrag+Juli+2009/\\$FILE/Vortrag+Juli+2009.pdf](http://www.ivw.unisg.ch/org/ivw/web.nsf/SysWebRessources/HS+Vortrag+Juli+2009/$FILE/Vortrag+Juli+2009.pdf), Universität St. Gallen, Abfrage vom 20.06.2011.

Schmidt, Daniel (2011): Alternativen der Risikosteuerung von Banken in Zeiten der Finanzkrise, in: Schöning, Stephan/Richter, Jörg/Pape, Annika (Hrsg.): Kleine und mittlere Unternehmen: Finanz-, Wirtschafts- und andere Krisen, Frankfurt am Main, Peter Lang Verlag, S. 105-123.

Schulte, Michael (1994): Integration der Betriebskosten in das Risikomanagement, Gabler Verlag, Wiesbaden,.

Sklar, Alan Paul (1959): Fonctions de repartition an dimensions et leurs marges. Pul Inst Statist Univ. Paris.

Stahl, Gerhard (2006): Geleitwort, in: Klauck, Kai-Oliver/Stegmann, Claus (Hrsg.): Stresstests in Banken – Von Basel II bis ICAAP, Schäffer Poeschel Verlag, Stuttgart, S. V-VII.

Steffan, Jürgen/Kaninke, Marc/Peter, Andreas (2010): Risikobereichsübergreifende Stressszenarien – Integration von Stresstests in die Steuerungssystematik der Wüstenrot, in: Risiko-Manager, o. Jg., H. 4, S. 12-20.

Sternberg, Colette (2009): Aktuelle aufsichtsrechtliche Rahmenbedingungen, in: Aktuelle aufsichtsrechtliche Anforderungen, Seminar des Genossenschaftsverbands Frankfurt, Baunatal, S. 1-40

Studer, Gerold (1997): Maximum Loss for Measurement of Market Risk, Dissertation, http://www.ifor.math.ethz.ch/publications/1997_diss_studer.pdf, Abfrage vom 19.10.2010.

Switaïski, Martin (2009): MaRisk-konforme Ausgestaltung von Stresstests, in: Wimmer, Konrad (Hrsg.): MaRisk Neu – Handlungsbedarf in der Banksteuerung, Finanz Colloquium Heidelberg, Heidelberg, S. 64-72.

Wagatha, Matthias (2010): IRB/ Basel II Stresstests, in: Geiersbach, Karsten/Walter, Bernd (Hrsg.): Praktikerhandbuch Stresstesting, Finanz Colloquium Heidelberg, S. 41-78.

Walter, Bernd (2010): Stresstesting – einige Aussagen zu betriebswirtschaftlichen Anforderungen und aufsichtlichen Ausführungen, in: Umsetzung verschärfter Stresstest-Vorgaben, Seminar des Finanz Colloquium Heidelberg, Düsseldorf, S. 132-169.

Wilke, Stefan/Lichka, Markus/Voelkmann, Carsten (2009): Stresstesting – Erfahrungen und Lösungsansätze aus der Praxis, http://www.basycon.com/40_pub/FI_BEL_Stresstesting_print.pdf Abfrage vom 30.06.2010.

Wilkens, Marco/Entrop, Oliver/Völker, Jörg (2001): Strukturen und Methoden von Basel II – Grundlegende Veränderung der Bankenaufsicht, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 54. Jg., S. 187-193.

Yahoo Finance: Historische Kurse auf täglicher Basis von DAX, Dow Jones, Nikkei und FTSE 100 für den Zeitraum 14.07.2010 bis 14.07.2010, <http://de.finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EGDAXI&b=14&a=06&c=1991&e=14&d=06&f=2010&g=d>, Abfrage vom 14.07.2010.

Bisher erschienen:

- Heft 1:** Günther Seeber, Helmut Keller
Kooperatives Marketing in Bildungsträgernetzwerken
Januar 2003, 37 Seiten, ISBN 3-937727-00-0
- Heft 2:** Martin Reckenfelderbäumer, Michael Welling
Fußball als Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre.
Leistungstheoretische und qualitätspolitische Grundlagen
März 2003, 87 Seiten, ISBN 3-937727-01-9
- Heft 3:** Sabine Boerner, Diether Gebert, Ralf Lanwehr, Joachim G. Ulrich
Belastung und Beanspruchung von Selbständigen und Angestellten
August 2003, 19 Seiten, ISBN 3-937727-02-7
- Heft 4:** Dirk Sauerland, Sabine Boerner, Günther Seeber
Sozialkapital als Voraussetzung von Lernen und Innovation
Dezember 2003, 64 Seiten, ISBN 3-937727-03-5
- Heft 5:** Helmut Keller, Peter Beinborn, Sabine Boerner, Günther Seeber
Selbstgesteuertes Lernen im Fernstudium.
Ergebnisse einer Studie an den AKAD Privathochschulen
September 2004, 61 Seiten, ISBN 3-937727-04-3
- Heft 6:** Günther Seeber u. a.
Betriebliche Weiterbildung in Rheinland-Pfalz.
Eine Analyse der Daten des IAB-Panels für 2001
September 2005, 44 Seiten, ISBN 3-937727-68-X
- Heft 7:** Seon-Su Kim, Martina Schmette, Dirk Sauerland
Studium im Wandel?! Die Erwartungen der Studierenden an betriebswirtschaftliche Erst- und Weiterbildungsstudiengänge.
Teil I: Die Wahl von Hochschultyp und Studienabschluss beim Erststudium: Motive, Erwartungen und Einschätzungen der Studierenden
Dezember 2005, 85 Seiten, ISBN 3-937727-69-8
-

- Heft 8:** Martina Schmette, Seon-Su Kim, Dirk Sauerland
Studium im Wandel?! Die Erwartungen der Studierenden an betriebswirtschaftliche Erst- und Weiterbildungsstudiengänge.
Teil II: Zur Notwendigkeit wissenschaftlicher Weiterbildung: Die Nachfrage nach Weiterbildungsstudiengängen und ihre Determinanten
Dezember 2005, 87 Seiten, ISBN 3-937727-70-1
- Heft 9:** Tristan Nguyen, Robert D. Molinari
Versicherungsaufsicht in Deutschland –
Zur Notwendigkeit der Versicherungsregulierung
in der Marktwirtschaft
Januar 2009, 74 Seiten, ISBN 978-3-86692-014-9
- Heft 10:** Robert D. Molinari, Tristan Nguyen
Risikotheoretische Aspekte bei der Solvabilitätsregulierung von Versicherungsunternehmen
Januar 2009, 74 Seiten, ISBN 978-3-86692-015-6
- Heft 11:** Tristan Nguyen, Robert D. Molinari
Analyse unterschiedlicher Konzeptionen zur Solvabilitätsregulierung
Februar 2009, 83 Seiten, ISBN 978-3-86692-016-3.
- Heft 12:** Tristan Nguyen
Rechtliche Analyse der Forderungsabtretung im grenzüberschreitenden Verkehr
Februar 2009, 73 Seiten, ISBN 978-3-86692-017-0
- Heft 13:** Tristan Nguyen, Philipp Molinari
Jahresabschluss von Versicherungsunternehmen nach internationalen Rechnungslegungsstandards
März 2009, 119 Seiten, ISBN 978-3-86692-018-7
- Heft 14:** Björn Reitzenstein
Marktrisikoprämie und Inflation
Juni 2009, 94 Seiten, ISBN 978-3-86692-019-4
- Heft 15:** Andreas Otte, Tristan Nguyen (Hrsg.) / mit Beiträgen von Sonja Gerber, Stephan Richter und Karina Schuck
Nuklearmedizinische Ansätze in der klinischen Forschung
November 2009, 80 Seiten, ISBN 978-3-86692-114-6
-

- Heft 16:** Andreas Otte, Tristan Nguyen (Hrsg.) / mit Beiträgen von Maria Siskou, Diana Lieber, Michael Barsch, Abdo Konur und Oliver Matzke
Risiken und Nebenwirkungen von Arzneimitteln
Dezember 2009, ISBN 978-3-86692-115-3
- Heft 17:** Andreas Otte
Die Fourier-Transformation und ihre Bedeutung für die biomedizinische Systemtechnik
Januar 2010, ISBN 978-3-86692-116-0
- Heft 18:** Stephan Schöning, Jan Christian Rutsch
Theoretische Analyse der Krise auf den Verbriefungsmärkten und Ableitung von Maßnahmen zur Revitalisierung des Marktes für True Sale-Transaktionen in Deutschland
März 2010, 978-3-86692-020-0
- Heft 19:** Christian Arnold
Der Prozess der Risikobewertung durch die Entscheidungsträger während der Anbahnung von Vertriebskooperationen
April 2010, ISBN 978-3-86692-021-7
- Heft 20:** Tristan Nguyen, Jan Kern
Bilanzierung von Pensionsverpflichtungen nach IFRS und BilMoG
Juni 2010, ISBN 978-3-86692-147-4
- Heft 21:** Patrick Siegfried
Angewandtes Service Engineering für KMU
Juli 2010, ISBN 978-3-86692-157-7
- Heft 22:** Thomas Ach
Mit einem Geleitwort von Andreas Otte und Tristan Nguyen
„Off-label“ und Arzneimittelzulassung: eine (un)mögliche Kombination
September 2010, ISBN 978-3-86692-176-4
- Heft 23:** Paul Ilten
Outsourcing-Entscheidungen – Eine Bewertung aus multitheoretischer Sicht
Oktober 2010, ISBN 978-3-86692-177-1
-

Schriften der Wissenschaftlichen Hochschule Lahr

- Heft 24:** Frank Kastner
Mit einem Geleitwort von Tristan Nguyen
Verbriefung lebensversicherungstechnischer Risiken
Oktober 2010, ISBN 978-3-86692-179-5
- Heft 25:** Bianca Badek
Mit einem Geleitwort von Tristan Nguyen
Ursachen der Immobilienkrise in den USA
Oktober 2010, ISBN 978-3-86692-180-1
- Heft 26:** Jonathan Ben Shlomo
Unterschiede in den Eigentumsquoten von Wohnimmobilien –
Erklärungsversuche und Wirkungsanalyse
Januar 2011, ISBN 978-3-86692-178-8
- Heft 27:** Sönke Dohrn
Vielfalt und Innovation: Strategisches Diversity Management im
Kontext von Innovationsfähigkeit
Februar 2011, ISBN 978-386692-181-8
- Heft 28:** Kristin Vollrath, Stephan Schöning
Reducing complexity in reporting financial instruments under IFRS
– Proposed reforms concerning hedge accounting
Mai 2011, ISBN 978-386692-182-5
- Heft 29:** Reimo Müller, Stephan Schöning
Stresstests in Kreditinstituten für Marktpreis- und Adressrisiken –
Möglichkeiten zur Erfüllung aufsichtlicher Anforderungen
Januar 2012, ISBN 978-3-86692-183-2

Die Hefte stehen zum Teil auch kostenlos als pdf-Dateien zum Download zur Verfügung unter: <http://www.akad.de/WHL-Schriftenreihe.192.0.html>.

