

Völker, Florian; Cremers, Heinz; Panzer, Christof

**Working Paper**

## Integration des Marktliquiditätsrisikos in das Risikoanalysekonzept des Value at Risk

Frankfurt School - Working Paper Series, No. 198

**Provided in Cooperation with:**

Frankfurt School of Finance and Management

*Suggested Citation:* Völker, Florian; Cremers, Heinz; Panzer, Christof (2012) : Integration des Marktliquiditätsrisikos in das Risikoanalysekonzept des Value at Risk, Frankfurt School - Working Paper Series, No. 198, Frankfurt School of Finance & Management, Frankfurt a. M.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/66666>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

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

**Terms of use:**

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

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

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

**Frankfurt School – Working Paper Series**

**No. 198**

**Integration des Marktliquiditätsrisikos in das  
Risikoanalysekonzept des Value at Risk**

by  
Florian Völker, Heinz Cremers & Christof Panzer

October 2012



**Frankfurt School of  
Finance & Management**  
Bankakademie | HfB

Sonnemannstr. 9–11 60314 Frankfurt an Main, Germany

Phone: +49(0)69 154 008 0 Fax: +49(0)69 154 008 728

Internet: [www.frankfurt-school.de](http://www.frankfurt-school.de)

# Abstract

Most traditional Value at Risk models neglect market liquidity risk and hence only consider the market price risk (i.e. risk associated with holding a certain position). In order to fully capture the market risk associated to holding and trading a position, we first define market liquidity risk, its dimensions (tightness, depth, resiliency, immediacy) and causes (exogenous / endogenous). We then present and evaluate different liquidity-adjusted Value at Risk models which capture one or more dimensions of market liquidity risk and thereby present a more true view on the overall market risk.

This paper also spotlights how Basel III regulation defines liquid assets, derived from the Liquidity Coverage Ratio (LCR) framework, and evaluates if this regulation adequately reflects market liquidity risk. We conclude that the LCR concept is flawed as the defined buckets of liquid assets do not reflect the true liquidity of certain assets. Furthermore it can be said that the defined buckets might result in heightened systematic risk as banks will focus on certain asset classes. Additionally the corporate fixed income sector might experience a crowding out as these assets will appear less rewarding to banks.

**Keywords:** Market Risk, Market Liquidity Risk, Market Microstructure, Liquidity-adjusted Value-at-Risk, Basel III, Liquidity Coverage Ratio, Liquid Assets

**JEL Classification:** C1, C14, C16, D4, G1, G32

**ISSN:** 1436-9753

## Contact:

Florian Völker  
Agnes-Bernauer-Str. 15  
80687 München  
Florian.Voelker@web.de

Prof. Dr. Heinz Cremers  
Centre for Practical Quantitative Finance  
Frankfurt School of Finance & Management  
Sonnemannstraße 9-11  
60314 Frankfurt  
H.Cremers@frankfurt-school.de

Christof Panzer, Dipl.-Betriebsw. (FH)  
Furthammer 6a  
95709 Tröstau  
Christof.Panzer@web.de

This article was published in Frankfurt.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	I
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Das Marktliquiditätsrisiko</b>	<b>2</b>
2.1 Definition des Marktliquiditätsrisikos . . . . .	2
2.2 Abgrenzung . . . . .	4
<b>3 Aufsichtsrechtliche Rahmenbedingungen</b>	<b>6</b>
3.1 Bestehende Rahmenbedingungen und Empfehlungen . . . . .	6
3.2 Reformbemühungen und geplante Änderungen . . . . .	8
<b>4 Modellierung von Marktliquiditätsrisiken</b>	<b>12</b>
4.1 Die Marktbreite . . . . .	12
4.1.1 Elemente der Geld-Brief-Spanne . . . . .	12
4.1.2 Risikomodellierung der exogenen Komponente . . . . .	15
4.1.3 Risikomodellierung der endogenen Komponente . . . . .	22
4.2 Die Markttiefe . . . . .	26
4.2.1 Risikomodellierung der exogenen Komponente . . . . .	27
4.2.2 Risikomodellierung der endogenen Komponente . . . . .	32
4.3 Die Markt elastizität . . . . .	36
<b>5 Fazit</b>	<b>41</b>
Literaturverzeichnis	III

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Auflösung
ASF	Available Stable Funding (Verfügbare stabile Refinanzierung)
BaFin	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
BIS	Bank for International Settlements
CRD	Capital Requirements Directive
EWMA	Exponentially Weighted Moving Averages
GMM	Generalized Method of Moments
KSA	Kreditrisiko-Standardansatz
KWG	Kreditwesengesetz
LCR	Liquidity Coverage Ratio
LiqAdj-VaR	Liquidity Adjusted Value at Risk
LiqV	Liquiditätsverordnung
LTCM	Long Term Capital Management (US Hedge Fund)
MaRisk	Mindestanforderungen an das Risikomanagement
MkQ	Methode kleinster Quadrate
NSFR	Net Stable Funding Ratio
NYSE	New York Stock Exchange
OTC	Außerbörslicher Handel
P-VaR	Parametrischer Value at Risk
RSF	Required Stable Funding (Benötigte stabile Refinanzierung)
VaR	Value at Risk

## Symbolverzeichnis

Symbol	Definition
$\beta$	Temporärer Abschlag der Geld-Brief-Spanne
$\gamma$	Koeffizient des permanenten Preiseffekts
$\epsilon$	Fehlerterm
$\zeta$	Liquiditätskoeffizient
$\eta$	Koeffizient zur Anpassung des Erwartungswertes im VaR-Modell
$\theta$	Korrekturfaktor im VaR-Modell zur Berücksichtigung der Kurtosis
$\iota$	Koeffizient des temporären Preiseffekts
$\kappa$	Kurtosis oder Wölbung
$\lambda$	Schiefe
$\mu$	Erwartungswert
$\xi$	Normalverteilte unabhängige Zufallsvariable
$\pi$	Drift des Preises
$\rho$	Koeffizient zur Anpassung der Standardabweichung im VaR-Modell

Symbol	Definition
$\sigma$	Standardabweichung, Volatilität
$\tilde{\sigma}$	Standardabweichung der durchschnittlichen rel. Geld-Brief-Spanne
$\tau$	Zeitintervall zwischen zwei Teilorders
$\chi$	Koeffizient des Verhältnisses zwischen Transaktionskosten und Informationsasymmetrie
$\psi$	Koeffizient der Transaktionskosten des Market Makers
$\omega$	Koeffizient des Grades der Informationsasymmetrie
$COL$	Exogene Liquiditätskosten
$e$	Unsystematisches Risiko eines Portfolios
$G$	Ertrag
$ILLIQ$	Illiquiditätsratio nach Amihud (2002)
$M$	Gesamtes zu veräußerndes Handelsvolumen
$P_{Ask}$	Briefkurs
$P_{Bid}$	Geldkurs
$P_{Mid}$	Mittlerer Preis
$P_p$	Gleichgewichtspreis vor Orderausführung
$P_b$	Ausführungspreis
$P_c$	Gleichgewichtspreis nach Orderausführung
$\tilde{P}$	Erzielbarer Ausführungspreis
$P(x)$	Preisfunktion / Preisbildungsfunktion
$Q$	$N \times 1$ Vektor der Portfoliopositionen
$r$	Rendite
$r_{ben}$	Benchmarkrendite
$r_{ex}$	Exzessrendite
$\bar{S}$	Durchschnittliche relative Geld-Brief-Spanne
$S_{Impl}$	Implizite Geld-Brief-Spanne
$V$	Absolute Ordergröße
$\bar{V}$	Durchschnittliche absolute Ordergröße
$VOL$	Tägliches Handelsvolumen
$v_k$	Größe der aktuellen Teilorder
$X$	Handlungsrichtungsindikator: Kauforder = +1 / Verkauforder = -1
$x$	Exogene Preisfaktoren
$Y$	Dichtefunktion des Nettoportfoliowertes (NAV)
$Z$	Anfänglicher Portfoliobestand in einer Position
$z_k$	Größe der bereits ausgeführten Teilorders

# 1 Einleitung

Die Liquidität und Marktfähigkeit der verschiedensten Finanzprodukte hat in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen. So gab es stets neue Finanzinnovationen, die es den Banken ermöglichten immer flexibler zu agieren und die Finanzmärkte transformierten sich vom langsamen, behäbigen Parketthandel hin zum schnelleren, effizienteren und liquideren Computerhandel. So finden, nach Angaben der Deutschen Börse AG, über 95% des Börsenhandels in deutschen Titeln auf der elektronischen Handelsplattform Xetra statt, der Rest verteilt sich auf den Präsenzhandel und die lokalen Börsen. Hierdurch konzentriert sich ein Großteil der Liquidität auf einen Handelsplatz. Diese Entwicklung wird auch klassische OTC (Over-The-Counter) Märkte betreffen, da Finanzprodukte wie Credit Default Swaps oder Interest Rate Swaps in naher Zukunft Stück für Stück standardisiert und auf elektronischen Plattformen angeboten werden. Diese technische Evolution findet an zahlreichen Märkten statt, darf die Marktteilnehmer aber nicht darüber hinweg täuschen, dass es durchaus zu Situationen kommen kann, in denen sie ihre Positionen nicht ohne weiteres zu einem fairen Marktpreis schnell und günstig glattstellen können. Dies zeigte sich beispielsweise 1998 als der Kollaps des Long Term Capital Management (LTCM) Hedge Fonds das Austrocknen einiger lokaler Bondmärkte zur Folge hatte. Auch der von David Einhorn gemanagte Hedge Fonds Greenlight Capital musste ähnliche Erfahrungen machen als er seine Leerverkäufe von VW Stammaktien während des Übernahmepokers zwischen Porsche und VW nicht oder nur mit astronomisch hohen Verlusten glattstellen konnte. Auch in den Jahren 2007/2008, während der sogenannten „Credit Crisis“, zeigte sich diese Marktilliquidität in einigen Anlageklassen; beispielsweise als sich auch für zahlreiche durchaus hochwertige Asset Backed Securities kein fairer Marktpreis mehr finden ließ.

Aufgrund dieser Krisen wird die Marktliquidität auch in Zukunft vermehrt im Fokus der Aufsichtsbehörden stehen. Erste Ansätze für diese Entwicklung lassen sich unter anderem im Konzeptpapier „Basel III“ des Baseler Ausschusses der Bank for International Settlements (BIS) finden. Trotz dieser regulatorischen Ansatzpunkte wird dem Marktliquiditätsrisiko, im Speziellen im Risikomanagement, noch nicht genügend Bedeutung eingeräumt.

Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis soll zunächst der Begriff „Marktliquiditätsrisiko“ definiert und gegenüber anderen, ähnlichen Risikoarten abgegrenzt werden. Es wird hierbei auf die verschiedenen Dimensionen der Marktliquidität und deren Zusammenhänge eingegangen werden. Im Anschluss werden die neusten aufsichtsrechtlichen Vorgaben bezüglich des Managements der Liquiditätsrisiken, insb. des Marktliquiditätsrisikos, betrachtet. Danach werden verschiedene empirische Methoden zur Messung und Steuerung des Marktliquiditätsrisikos dargestellt und eine Bewertung dieser getroffen.

## 2 Das Marktliquiditätsrisiko

### 2.1 Definition des Marktliquiditätsrisikos

Eine einheitliche und abschließende Definition von Marktliquidität und folglich des Marktliquiditätsrisikos ist in der Literatur nicht gegeben. So definiert beispielsweise die Deutsche Bundesbank (2008, p.60) die Marktliquidität als eine Eigenschaft von Finanzmärkten (oder Märkten im Allgemeinen), die es den Marktteilnehmern ermöglicht, Vermögensgegenstände zu beliebigen Zeitpunkten und ohne hierdurch verursachte Preisänderungen zu veräußern. Leider ist diese Definition unvollständig und muss um den Erwerb von Vermögensgegenständen erweitert werden. Diese Ergänzung berücksichtigt somit das Eindecken von Leerverkäufen und ist deshalb vollständiger. Diese Berücksichtigung wird unter anderem von der Banque de France (vgl. Bervas; 2006, p.64) getroffen. Die so definierte Marktliquidität lässt sich somit im Folgenden in vier Dimensionen darstellen und quantifizieren (vgl. Kyle; 1985; Black; 1971):

**Marktbreite**, als Spanne zwischen Geld- und Briefseite, misst die indirekten Kosten, die durch das kurzfristige Auflösen einer Position entstehen würden.

**Markttiefe**, die angibt welches Transaktionsvolumen ohne Auswirkung auf den Marktpreis sofort gehandelt werden kann.

**Marktelastizität**, als Auskunft über die Geschwindigkeit, mit welcher der Marktpreis nach einer getätigten, den Marktpreis beeinflussenden Transaktion wieder auf das Marktgleichgewichtsniveau zurückkehrt.

**Dauer der Orderausführung**, die widerspiegelt welche Zeit zwischen Orderaufgabe und vollständiger Ausführung vergeht.

Die Marktbreite ist für den Händler eine Messgröße für die indirekten Transaktionskosten, d.h. ohne Berücksichtigung der direkten Kosten wie Brokercourtage, Börsenspesen oder sonstigen Ticketkosten. Ferner ist die Marktbreite von Produkt zu Produkt unterschiedlich. Der Liquiditätsfaktor Markttiefe ist an einigen Börsenplätzen teilweise ersichtlich, da den Marktteilnehmer graduell Einblick in das Orderbuch (und somit in die sogenannte Orderbuchtiefe) gewährt wird. Die Größen Marktelastizität und Dauer der Orderausführung hingegen sind für die Marktteilnehmer nicht vor Orderaufgabe greifbar. Somit sind die Dimensionen zumindest teilweise unbekannt, stellen aber die wesentlichen Indikatoren für die Fähigkeit eines Marktes oder Teilmarktes dar, größere Handelsvolumina ohne negative Auswirkung auf den Preis umzusetzen.

Folglich beschreibt das Marktliquiditätsrisiko jenes Risiko, aufgrund dessen der Preis eines Vermögensgegenstands im Zeitpunkt des Erwerbs oder der Veräußerung vom erwarteten fairen Marktpreis im unzureichend liquiden Markt abweicht und somit ein Verlust in bestimmter Höhe realisiert werden würde.

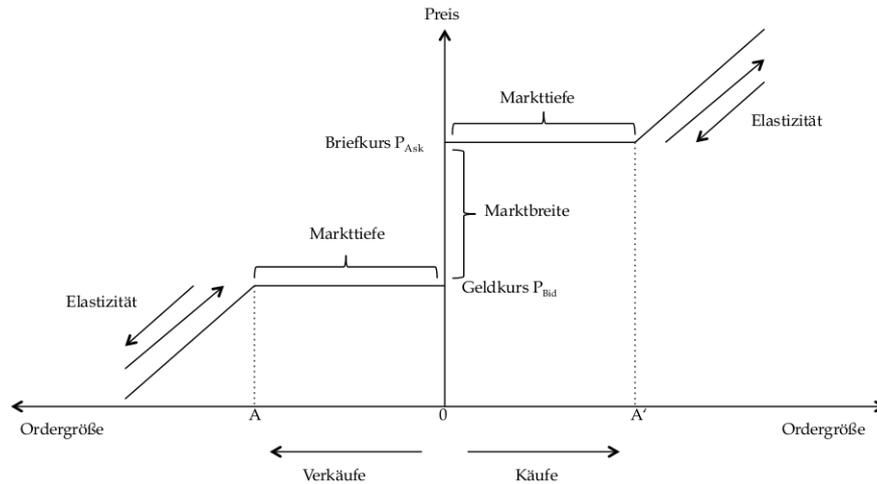


Abbildung 1: Dimensionen der Marktliquidität (vgl. Bervas; 2006, p.65)

Anmerkung: Die Geldseite  $P_{Bid}$  und der Briefseite  $P_{Ask}$  sind für die Ordergrößen  $OA$  und  $OA'$  gegeben. Die Geld-Brief-Spanne spiegelt die Marktbreite wieder. Die Losgrößen  $OA$  und  $OA'$  können ohne adverse Preisbewegung gehandelt werden und geben die Markttiefe wieder. Die Bereiche links von  $A$  bzw. rechts von  $A'$  spiegeln das Ausmaß der adversen Preisbewegung wieder, die durch großes Ordervolumen ausgelöst werden kann. Der Aspekt Markt Elastizität wird durch das Rückkehren des Marktpreises in den Bereich  $AA'$  wiedergegeben. Die Dauer der Orderausführung wird in der Grafik nicht wiedergegeben.

Einzelne Größen wie börsentäglich getätigte Umsätze (Stückvolumen, Wertvolumen und relatives Wertvolumen) oder die Frequenz von Transaktionen sind hingegen nicht für die Definition oder als Messgröße heranzuziehen. Diese sind einerseits nur vergangenheitsbezogen und können andererseits durch Faktoren wie hohen Taktfrequenzen mit niedrigen Volumina oder sehr wenigen gehandelten Stückzahlen in teuren Stücken verzerrt sein (vgl. Gomber und Schweickert; 2002; Johnson; 2008).

Andere für die Definition zu berücksichtigende Aspekte sind die endogenen bzw. exogenen Komponenten des Marktliquiditätsrisikos, d.h. die Ursachen für die Illiquidität eines Marktes (vgl. Bangia et al.; 1999, pp.3–4):

**Exogene Ursachen** für Illiquidität sind die Charakteristiken eines (Teil-)Marktes. Diese können nicht durch einzelne Marktteilnehmer beeinflusst werden (ausgenommen im Oligopol & Monopol), sehr wohl aber durch alle Marktteilnehmer gemeinsam. So gilt beispielsweise der Devisenmarkt für G7-Währungen als sehr liquide wohingegen der Markt für Nigerianische Unternehmensanleihen eher dünn sein dürfte.

**Endogene Ursachen** für Illiquidität sind hingegen die (zu großen) Handelspositionen eines einzelnen Marktteilnehmers und die durch sie ausgelösten adversen Effekte auf den Marktpreis. Die kritische Masse, die zu adversen Preisbewegungen führt, variiert abhängig von Marktteilnehmer und Markt.

## 2.2 Abgrenzung

Um die Problemstellungen rund um die Messung und Steuerung des Marktliquiditätsrisikos, im Sinne von durch Handelsaktivität ausgelöste adverse Marktbewegungen, tiefer analysieren zu können, muss dieses Risiko zunächst exakt abgegrenzt werden, da der Begriff Liquiditätsrisiko in der Finanzwelt verschieden und missverständlich verwendet wird. Unter dem Begriff Liquiditätsrisiko kann im Bankwesen unter anderem verstanden werden:

**Abrufisiko** beschreibt das Risiko, dass es zu einem sogenannten „bank run“ kommt, die Kunden der Bank plötzlich unerwartet viele ihrer Einlagen liquidieren und die betroffene Bank daraufhin zahlungsunfähig / insolvent wird.

**Terminrisiko** beschreibt das Risiko, dass geplante Zahlungseingänge nicht oder nur verspätet eintreffen und somit die Liquiditätsslage der Bank massiv gestört wird.

**Refinanzierungsrisiko** beschreibt das Risiko, dass die Fristentransformation bzw. Fristenkongruenz zwischen Aktiv- und Passivseite der Bankbilanz erheblich gestört ist, was wiederum bedeutet, dass die betroffene Bank nicht mehr über eine ausreichende Refinanzierung ihrer Aktivseite bzw. Anlagen verfügt.

**Marktliquiditätsrisiko** beschreibt jenes Risiko, aufgrund dessen der Preis eines Vermögensgegenstands im Zeitpunkt des Erwerbs oder der Veräußerung vom erwarteten fairen Marktpreis im unzureichend liquiden Markt abweicht und somit ein Verlust realisiert werden würde.

Die ersten drei Risikoarten (Abruf-, Termin- und Refinanzierungsrisiko) werden definitorisch häufig unter dem Begriff des allgemeinen Refinanzierungsrisikos zusammengefasst, da sie alle direkt oder indirekt ein Risiko beschreiben, das mit der jederzeitigen Zahlungsfähigkeit des Kreditinstitutes zusammenhängt.

Das Marktliquiditätsrisiko hingegen wird in der Literatur (vgl. Bangia et al.; 1999, pp.3–4) als Komponente des Marktrisikos klassifiziert. Es wird argumentiert, dass das Zusammenspiel aus Marktpreisrisiko und Marktliquiditätsrisiko den realisierbaren Gegenwert einer Handelsposition beschreibt. Das Marktliquiditätsrisiko tritt nur im Zeitpunkt des Erwerbs oder der Veräußerung auf, wohingegen das Marktpreisrisiko während der gesamten Haltedauer der Position besteht (vgl. Berkowitz; 2000). Diese Definition und Abgrenzung gegenüber den Refinanzierungsrisiken ist berechtigt. Aber sowohl Refinanzierungsrisiken als auch Marktrisiken gehören zur Gruppe der Finanzrisiken.

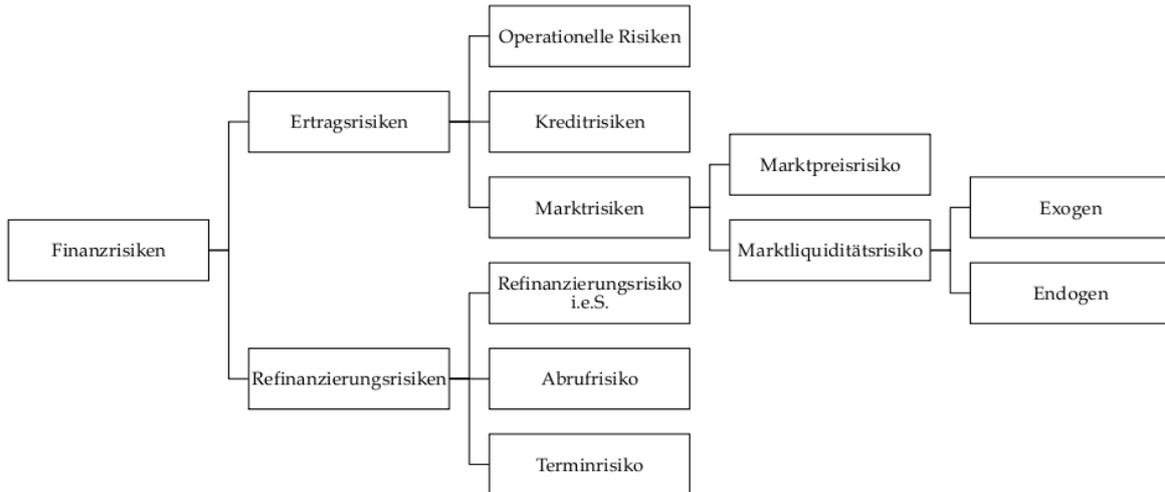


Abbildung 2: Einordnung der Risikoarten

Des Weiteren muss das Marktliquiditätsrisiko noch vom Marktpreisrisiko abgegrenzt werden. Beide Risikoarten lassen sich unter dem Sammelbegriff Marktrisiko zusammenfassen. Das Marktpreisrisiko beschreibt die Gefahr, dass sich der Marktpreis eines Vermögensgegenstandes entgegen der Erwartung des Investors entwickelt. Dieses Risiko besteht schon bei bloßem Eingehen einer Position, wohingegen das Marktliquiditätsrisiko erst bei Handelsaktivität sichtbar wird. Das Marktpreisrisiko wird darüber hinaus noch nach systematischem (nicht diversifizierbarem) und unsystematischem (diversifizierbarem) Risiko unterschieden (vgl. Brealey et al.; 2008, pp.192–193).

Neben den Marktrisiken gehört noch das Kreditrisiko zu der Gruppe der Ertragsrisiken. Das Kreditrisiko bezeichnet die Gefahr, dass ein Kreditnehmer den gewährten Kredit und eventuell ausstehende Zinszahlungen nicht, nicht pünktlich oder nicht vollständig tilgt. Zum Kreditrisiko werden auch erhöhte Kosten gezahlt, die aufgewendet werden müssen um die ausstehenden Zahlungen beizubringen.

Als drittes Risiko nennen die MaRisk (Mindestanforderungen an das Risikomanagement) das operationelle Risiko. Auch das operationelle Risiko wird den Ertragsrisiken zugeordnet. Die operationellen Risiken beschreiben alle betrieblichen Risiken durch die dem Kreditinstitut ein Schaden entstehen kann, hierzu gehören beispielsweise Betrug durch Mitarbeiter, Systemausfälle oder mangelhafte interne Prozesse. Nach MaRisk sind lediglich die drei Ertragsrisikoarten mit Eigenkapital zu unterlegen. Für die Liquiditätsrisiken im Sinne von Refinanzierungsrisiken werden lediglich qualitative, nicht quantifizierte Mindestanforderungen angeführt.

Im Folgenden wird nun auf die gesetzlichen Anforderungen bzgl. des Marktliquiditätsrisikos eingegangen, da dies einer der thematischen Schwerpunkte der vorliegenden Arbeit ist.

### 3 Aufsichtsrechtliche Rahmenbedingungen

Im folgenden Abschnitt sollen die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die aufsichtsrechtlichen Empfehlungen bezüglich der Liquidität im Allgemeinen und der Marktliquiditätsrisiken im Speziellen näher beleuchtet werden. Es soll auch ersichtlich werden wie die Aufsichtsbehörden die Risiken im Laufe der Zeit neu interpretieren. Darüber hinaus soll analysiert werden ob und ggf. wie der Gesetzgeber Vermögensgegenstände als „liquide“ definiert. Zu den relevantesten Quellen hierfür gehören das Kreditwesengesetz (KWG), die darauf aufbauende Liquiditätsverordnung (LiqV), die mit den Mindestanforderungen für das Risikomanagement (MaRisk) umgesetzten Basel-II-Richtlinien sowie die zwei weiteren Empfehlungen des Baseler Komitees „Sound Practices for Managing Liquidity in Banking Organisations“ und „Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision“. Im Anschluss der Analyse folgt ein Ausblick auf geplante aufsichtsrechtliche Änderungen.

#### 3.1 Bestehende Rahmenbedingungen und Empfehlungen

Die älteste und allgemeinste Bestimmung bezüglich der Liquidität findet man im Kreditwesengesetz, dessen erste Fassung bereits im Jahr 1934 veröffentlicht wurde. Hierin heißt es in der aktuellen Fassung in § 11 (1) S.1 KWG: *„Institute müssen ihre Mittel so anlegen, dass jederzeit eine ausreichende Zahlungsbereitschaft (Liquidität) gewährleistet ist (...).“* Dies bedeutet nun einerseits, dass kurzfristige, dispositive und längerfristige, strukturelle Liquiditätsrisiken vermieden werden müssen. Indirekt bedeutet diese Öffnungsklausel auch, dass Aktiva schnell liquidierbar sein sollen um jederzeitige Zahlungsbereitschaft zu garantieren.

Diese noch sehr vage und interpretierbare Norm wird seit 2007 durch die Liquiditätsverordnung der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) konkretisiert. Den wesentlichen Grundstein stellt § 2 (1) LiqV dar: *„Die Liquidität eines Instituts gilt als ausreichend, wenn die zu ermittelnde Liquiditätskennzahl den Wert von eins nicht unterschreitet. Die Liquiditätskennzahl gibt das Verhältnis zwischen den im Laufzeitband 1 verfügbaren Zahlungsmitteln und den während des Zeitraums abrufbaren Zahlungsverpflichtungen an.“* Zusammengefasst dargestellt muss demnach erfüllt sein:

$$\frac{\text{Zahlungsmittel des Laufzeitbandes}}{\text{Zahlungsverpflichtungen des Laufzeitbandes}} \geq 1$$

Diese Vorschrift verdeutlicht, dass der Gesetzgeber der dispositiven Liquidität in Laufzeitband 1 (täglich oder in bis zu einem Monat fällig) fokussiert. Insgesamt decken die vier Laufzeitbänder nur eine Laufzeit von bis zu zwölf Monaten ab. Die Beachtung der Aufsicht findet im Detail nur Laufzeitband 1, die Bänder 2-4 werden nur beobachtet.

Der mit Bezug zu den Marktliquiditätsrisiken aufschlussreichste Teil ist die Definition des Gesetzgebers für liquide Aktiva; d.h. Aktiva, die als schnell und ohne adverse Preisbewegung liquidierbar gelten. Hierzu werden Zahlungsmittel oder für diesen Zweck äquivalente Aktiva unabhängig von Laufzeiten in § 3 (1) LiqV als liquide definiert. Im Sinne des § 3 (1) LiqV gelten der Kassenbestand, Guthaben bei Zentralbanken, Inkassopapiere, unwiderrufliche Kreditzusagen von anderen Kreditinstituten, börsennotierte Wertpapiere, die nach dem strengen Niederstwertprinzip bewertet werden, zentralbankfähige Wertpapiere, gedeckte Schuldverschreibungen i.S.d. § 20a KWG und Fondsanteile i.H.v. 90% ihres Anteilswertes, sofern sie nach strengem Niederstwertprinzip bewertet werden, als generell liquide. Darüber hinaus werden unter anderem Forderungen an Zentralbanken, Kreditinstitute und Kunden, bei der Zentralbank refinanzierbare Wechsel sowie andere festverzinsliche Wertpapiere als liquide erachtet, wenn ihre Laufzeit kleiner ein Jahr ist. Diesen Zahlungsmitteln gegenüber stehen prozentual gewichtete Zahlungsverpflichtungen entsprechend ihrer Laufzeiten.

Insbesondere bemerkenswert ist, dass die Vermögenswerte des Postens „Börsennotierte Wertpapiere“ (§ 3 (1) Nr. 5 LiqV) allein aufgrund ihrer Notierung an einer Börse als liquide Zahlungsmittel gelten. Marktliquiditätsrisiken finden somit zwar explizit keine Beachtung, aber es ist zumindest mit der Börsennotierung eine Mindestanforderung an die Liquidierbarkeit der Aktiva formuliert. Insgesamt ist anzumerken, dass der Gesetzgeber das Hauptaugenmerk auf Refinanzierungsrisiken legt.

In den Empfehlungen des Baseler Komitees „Sound Practices for Managing Liquidity in Banking Organisations“ (BIS; 2000) werden die Marktliquiditätsrisiken hingegen nicht thematisiert. Das Hauptaugenmerk liegt abermals auf den Refinanzierungsrisiken. Die Liquidierbarkeit von Aktiva als Risikokomponente findet erst in den Jahren 2006/2007 mit Umsetzung der Basel-II-Richtlinien in den MaRisk wieder Bedeutung. Dies geschieht einerseits im Rahmen der Marktpreisrisiken; so heißt es in BTR 2.1 Nr. 3: *„Die Verfahren zur Beurteilung der Marktpreisrisiken sind regelmäßig zu überprüfen. Es ist zu überprüfen, ob die Verfahren auch bei schwerwiegenden Marktstörungen zu verwertbaren Ergebnissen führen. (...)“* Zu den schwerwiegenden Marktstörungen ist ausdrücklich auch die erschwerte Liquidierbarkeit von Aktiva zu zählen. Somit muss das Marktliquiditätsrisiko als Komponente des Marktrisikos in die Risikomodelle einfließen. Andererseits findet das Marktliquiditätsrisiko Erwähnung in BTR 3.1 Nr. 4 bzgl. der Liquiditätsrisiken (i.S.v. Refinanzierungsrisiken). Hier heißt es, dass auch bei angespanntem Marktumfeld die Liquidierbarkeit von Vermögensgegenständen gegeben sein muss. Dabei sei insbesondere auch auf den Liquiditätsgrad der Vermögenswerte zu achten, denn im Falle einer kurzfristig eintretenden Verschlechterung der Liquiditätssituation hat das Institut eine ausreichend bemessene, nachhaltige Liquiditätsreserve (z.B. hochliquide, unbelastete Vermögensgegenstände) vorzuhalten.

Das Marktliquiditätsrisiko rückte, durch die Ereignisse der Finanzkrise, in den Jahren nach 2007 verstärkt in den Fokus der Aufsichtsbehörden. Die „Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision“ (BIS; 2008) erwähnen gleich zu Beginn das Marktliquiditätsrisiko. Hier heißt es in Principle 1 Sec. 8: *„A bank should hold an adequate liquidity cushion comprised of readily marketable assets to be in a position to survive such periods of liquidity stress. (...) A bank should use appropriately conservative assumptions about the marketability of assets and its access to funding.“* Hierbei wird - wie auch in den MaRisk - keine Aussage über Kriterien getroffen, anhand derer sich die ausreichende Marktliquidität eines Vermögensgegenstands messen lässt. Besonders erwähnenswert ist darüber hinaus Principle 5 Sec. 23, die erstmals das Marktliquiditätsrisiko (market liquidity risk) explizit nennt und es vom Refinanzierungsrisiko (funding liquidity risk) abgegrenzt betrachtet. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde das Marktliquiditätsrisiko immer mit dem Marktpreisrisiko verknüpft oder aber im Zusammenhang mit der Liquiditätsreserve als Teil des Refinanzierungsrisikos betrachtet (vgl. Abb. 2).

### 3.2 Reformbemühungen und geplante Änderungen

In den darauffolgenden Jahren begann ein wichtiger Reformprozess des Risikomanagements und der aufsichtsrechtlichen Rahmenbedingungen. Deren Neuerungen fixieren internationale Rahmenvereinbarungen zu Eigenkapital- und Liquiditätsvorschriften - besser bekannt als Basel-III-Richtlinien. Das Ziel des Basel-III-Reformpakets ist es mit strengeren globalen Regeln für Eigenkapital und Liquidität die Widerstandsfähigkeit des Bankensektors zu stärken. Intention der Reform ist somit, die Resistenz des Bankensektors gegenüber Schocks aus Stresssituationen im Finanzsektor und in der Wirtschaft, unabhängig von ihrem Ursprung, zu verbessern und so die Gefahr zu verringern, dass sich Probleme im Finanzsektor auf die Realwirtschaft auswirken (vgl. BIS; 2011).

Im für das Marktliquiditätsrisiko relevanten Liquiditätsteil des Basel-III-Reformpakets wurde das Rahmenkonzept um zwei Mindeststandards für die Liquiditätsbeschaffung ergänzt. Im Rahmen der Liquiditätsbeschaffung wird auch die Liquidierbarkeit von Aktiva (und somit das Marktliquiditätsrisiko) betrachtet. Die beiden Mindeststandards dienen zwei unterschiedlichen, aber sich ergänzenden Zielen. Das erste und für uns relevantere Ziel besteht in der Verbesserung der kurzfristigen Widerstandskraft des Liquiditätsrisikoprofils von Banken und bezieht sich somit auf die kurzfristigen, dispositiven Liquiditätsrisiken (i.S.v. Refinanzierungsrisiken). Es soll sichergestellt werden, dass jede Bank über ausreichend erstklassige, liquide Aktiva verfügt, um eine erhebliche, einen Monat andauernde Stresssituation zu überstehen. Zu diesem Zweck entwickelte der Baseler Ausschuss das Liquidity Coverage Ratio (LCR).

Zur Förderung der Widerstandsfähigkeit der Banken bei Störungen der längerfristigen, strukturellen Liquidität wurde das Net Stable Funding Ratio (NSFR) geschaffen. Es soll einen einjährigen Zeitraum abdecken und zu einer tragfähigen Fristenstruktur bzw. Refinanzierung führen (vgl. BIS; 2010).

Im LCR sollen die gestressten Nettomittelabflüsse auf der Passivseite durch eine Liquiditätsreserve in Form von ausreichend liquiden, lastenfreien und qualitativ hochwertigen Vermögenswerten gedeckt sein. Folglich muss die Liquiditätslücke einer Bank jederzeit durch den Verkauf von Aktiva abgesichert werden können. Somit dient das LCR als Begrenzung der kumulierten Liquiditätsabflüsse, die im Stressszenario in 30 Geschäftstagen auftreten dürfen. Das LCR soll 100% nicht unterschreiten:

$$LCR = \frac{\text{Liquide, qualitativ hochwertige Vermögenswerte}}{\text{Nettomittelabflüsse im 30tägigen Stressszenario}} \geq 100\%$$

Grundsätzlich kommen für den Zähler des LCR nur Aktiva infrage, die in gestressten Märkten unverzüglich und ohne wesentliche Abschläge liquidierbar sind. Darüber hinaus sollen diese Vermögenswerte nicht zur Besicherung anderer Transaktionen dienen und sollten im Idealfall notenbankfähig sein (vgl. Brzenk et al.; 2011, p.4). Der Baseler Ausschuss unterscheidet ferner zwischen Aktiva der Stufe 1 und der Stufe 2. Aktiva der Stufe 1 dürfen unbegrenzt in den Zähler einfließen, Aktiva der Stufe 2 hingegen nur bis zu einer Höhe von 40% des Bestandes an Aktiva der Stufe 1. Zu den Aktiva der Stufe 1 gehören nur Barmittel, Zentralbankguthaben und marktgängige Wertpapiere, die Forderungen gegenüber Staaten, Zentralbanken, sonstigen öffentlichen oder supranationale Stellen, verbriefen. Die Aktiva der Stufe 1 müssen darüber hinaus sämtliche der folgenden Voraussetzungen erfüllen: sie müssen eine KSA-Risikogewichtung von 0% haben, an einem großen, tiefen und aktiven Repo- oder Kassamarkt mit geringem Konzentrationsgrad auch unter Stressbedingungen verlässlich handelbar sein und sie dürfen nicht eine Verbindlichkeit des Finanzinstitutes bzw. eines verbundenen Unternehmens sein. Von der KSA-Risikogewichtung von 0% darf bei Staatsanleihen in Landeswährung abgewichen werden, wenn sie im Heimatland der Bank begeben wurden oder für eine ausländische Bank in dieser Währung Refinanzierungsrisiken anfallen. Eine weitere Ausnahme von der Regelung bzgl. der 0%-Gewichtung sind Staatsanleihen in Fremdwährung, wenn der Bank in eben dieser Fremdwährung ein Refinanzierungsrisiko anfällt. Aktiva der Stufe 1 sind zum Marktwert anzusetzen. Aktiva der Stufe 2 hingegen sind mit einem Abschlag von 15% anzusetzen. Zu den Aktiva der Stufe 2 gehören marktgängige Wertpapiere, die Forderungen gegenüber Staaten, Zentralbanken, sonstigen öffentlichen oder supranationale Stellen verbriefen, wenn sie die oben genannten Anforderungen erfüllen und ein KSA-Risikogewicht von 20% aufweisen. Ferner gehören zu den Aktiva der Stufe 2 gedeckte Schuldverschreibungen und Unternehmensanleihen, wenn diese Anleihen nicht von einem Finanzinstitut oder verbundenen Unternehmen

emittiert worden sind. Auch dürfen sie nicht schlechter als AA- (oder vergleichbar) bewertet sein. Die durch Stressszenarien bedingten Nettomittelabflüsse fließen in den Nenner ein. Die Szenarien sind von den nationalen Aufsehern zu definieren und beinhalten instituts- und systemspezifische Schocks (vgl. Brzenk et al.; 2011, p.4).

Das LCR wird durch das NSFR um eine längerfristige, strukturelle Liquiditätskomponente ergänzt. Da das NSFR den Schwerpunkt bei den Refinanzierungsrisiken und der Fristentransformation setzt, ist es im Rahmen der Betrachtung von Marktliquiditätsrisiken weniger relevant als das LCR. Folglich befindet sich an dieser Stelle nur eine grobe Zusammenfassung.

Die NSFR-Kennzahl soll sicherstellen, dass die Vermögenswerte zumindest anteilig durch langfristig gesicherte stabile Mittel refinanziert werden. Das NSFR stellt zu diesem Zweck die verfügbare stabile Refinanzierung (Available Stable Funding, ASF) in Verhältnis zur geforderten stabilen Refinanzierung (Required Stable Funding, RSF).

$$NSFR = \frac{\text{Verfügbare stabile Refinanzierung}}{\text{Geforderte stabile Refinanzierung}} \geq 100\%$$

Der Zähler des NSFR ist die Summe der mit den jeweiligen ASF-Faktor gewichteten Passiva. Der ASF-Faktor soll die Stabilität der Passiva zum Ausdruck bringen. Den Passiva stehen im Nenner die mit den entsprechenden RSF-Faktor gewichteten Aktiva gegenüber. Der RSF-Faktor soll festlegen mit welcher Gewichtung Aktiva nach Vorstellung des Baseler Komitees mit langfristigen Passiva unterlegt werden sollen. Durch die Gewichtung soll also der Liquiditätseigenschaft der Aktiva Rechnung getragen werden.

Der für die Betrachtung von Marktliquiditätsrisiken interessantere Teil ist die durch das Baseler Komitee gegebene qualitativen Merkmale eines liquiden Marktes. Diese Merkmale werden im Rahmen der Definition der liquiden, qualitativ hochwertigen Vermögenswerte des LCR genannt. Ein liquider Markt impliziert geringe Marktliquiditätsrisiken. Entsprechend der in Tabelle 1 aufgezeigten Merkmale können liquide Aktiva dann als erstklassig gelten, wenn davon ausgegangen werden kann, dass selbst in einzelfallspezifischen oder marktweiten Stresssituationen von der Liquidierbarkeit ohne adverse Preisbewegungen ausgegangen werden kann.

<b>Grundlegende Merkmale</b>	<b>Marktbezogene Merkmale</b>
Geringes Kredit- und Marktrisiko Leichtigkeit und Sicherheit der Bewertung Wenig Korrelation mit risikobehafteten Aktiva Notiert an entwickelter & anerkannter Börse	Aktiver und bedeutender Markt Präsenz engagierter Market Maker Geringe Marktkonzentration „Safe Haven“

Tabelle 1: Merkmale erstklassiger liquider Aktiva (vgl. BIS; 2010)

Einerseits ist die erstmalige Nennung der Merkmale eines liquiden Marktes durch eine Aufsichtsbehörde äußerst hilfreich. Alle qualitativen Merkmale haben logisch nachvollziehbare Auswirkungen auf die Marktliquidität und das Marktliquiditätsrisiko. Andererseits sind leider nur qualitative Merkmale genannt von denen die wenigsten quantifizierbar sein dürften. Aber dennoch dürften alle genannten „weichen“ Merkmale Auswirkungen auf die definierten und messbaren Faktoren der Marktliquidität (Marktbreite, Markttiefe, Markt elastizität und Dauer der Orderausführung) haben. Somit sind die qualitativen Merkmale eines liquiden Marktes in den vier messbaren Dimensionen enthalten.

Ergänzend stellt sich die Frage, inwiefern diese Merkmale auf die in den Basel-III-Richtlinien explizit genannten Aktiva der Stufen 1 & 2 zutreffen? Eine objektive, nachvollziehbare und quantitativ greifbare Darlegung, welche Aktiva als liquide gelten und somit für Liquiditätsreserven geeignet sind, wäre erstrebenswert. Dies ist insbesondere der Fall, da für das Liquidity Coverage Ratio staatliche und staatsnahe Obligationen bevorzugt werden. Private Schuldverschreibungen sind dagegen nur sehr begrenzt und nur unter strengen Auflagen für die Liquiditätsreserve einsetzbar. Folglich ist eine Verteuerung der Finanzierungskosten für den privaten Sektor oder gar ein Crowding Out denkbar (vgl. BaFin; 2011, p.16).

In den folgenden Abschnitten sollen die Messung und Steuerung des Marktliquiditätsrisikos anhand der quantifizierbaren Größen mit Hilfe statistischer Methoden dargestellt werden.

## 4 Modellierung von Marktliquiditätsrisiken

Zunächst widmet sich dieses Kapitel der Marktbreite um anschließend die Markttiefe und die Markt elastizität zu betrachten. Diese Einteilung ist sinnvoll, da eine normalgroße Order zunächst nur der Marktbreite, also der Geld-Brief-Spanne ausgesetzt ist. Sollte sich das Ordervolumen jedoch als zu groß erweisen – es übersteigt in diesem Fall die Quotierungs- bzw. Markttiefe – wird die Order adverse Preisbewegungen auslösen. Marktbreite und Markttiefe können aber auch aufgrund exogener Faktoren variieren. Abschließend gibt die Markt elastizität an, mit welchem Tempo sich ein Markt von einer solchen adversen Preisbewegung erholen kann.

Die Marktbreite wird anhand der Mikrostruktur der Märkte erläutert. Es wird darüber hinaus darauf eingegangen, aus welchen Komponenten sich die Geld-Brief-Spanne zusammensetzt. Die wesentlichen Quellen hierfür sind O'Hara (2011), Lin et al. (1995) und das Market Impact Model von Torre und Ferrari (1999). Des Weiteren wird sowohl bei Betrachtung der Marktbreite als auch der Markttiefe zunächst auf die exogenen, dann auf die endogenen Aspekte eingegangen. Die wichtigsten Beiträge auf dem Gebiet der Marktliquiditätsrisiken, die in diesem Teil Erwähnung finden, sind Bangia et al. (1999), Angelidis und Benos (2006) sowie Amihud (2002) und Berkowitz (2000).

### 4.1 Die Marktbreite

#### 4.1.1 Elemente der Geld-Brief-Spanne

Warum gibt es überhaupt eine Geld-Brief-Spanne? Müsste es in einem Polypol, das sich für Finanzmärkte vermuten lässt, nicht genau einen fairen Marktpreis geben? Genau diese Fragen versuchen O'Hara (2011) und Torre und Ferrari (1999) zu klären.

Unter Annahme eines Finanzmarktes, an dem verschiedenste Investoren Wertpapieraufträge zur Erfüllung aufgeben, ist trivial ersichtlich, dass sich Kauf- und Verkaufsaufträge in den seltensten Fällen zum gleichen Zeitpunkt ausgeglichen gegenüberstehen. Anhand von Daten der New York Stock Exchange stellen Torre und Ferrari (1999) hierzu fest, dass sich Kaufs- und Verkaufsseite in der Tat in nur 20% der Fälle ausgeglichen gegenüberstehen. Dieses Ergebnis lässt sich auf Börsen mit anderen Systemen der Orderzusammenführung übertragen und ist dort auch jederzeit in den Orderbüchern zu beobachten. Damit nun überhaupt ein flüssiger Handel an den diversen Börsen stattfinden kann, haben sich Market Maker etabliert. Die Market Maker haben im Gegensatz zum Investor keinerlei Absicht eine Position langfristig aus Renditegründen zu halten. Sie wollen lediglich einen minimalen aber ausreichenden Vorrat an Wertpapieren halten um Transaktionen abzuwickeln. Die Market Maker wollen mit ihrer Dienstleistung

Gewinne erzielen. Investoren hingegen halten eine Position mit der Intention eine Rendite zu erhalten. Die Investoren sind Liquiditätsnachfrager, die Market Maker Liquiditätsanbieter. Die Market Maker stellen, unter Einhaltung gewisser börsenabhängiger Rahmenbedingungen, kontinuierlich Kaufs- und Verkaufspreise um eine Markträumung in fortlaufenden Auktionen möglichst weitgehend herbeizuführen und den Handel somit am Laufen zu halten. Außerdem müssen sie darauf achten, immer genügend Wertpapiere und Geld anbieten zu können, um ihrer Funktion gerecht zu werden. Die Eintrittsbarriere für Market Maker wird im Allgemeinen als relativ gering erachtet.

Somit kann festgehalten werden, dass es sich bei den meisten Finanzmärkten nicht wie gedacht um ein Polypol handelt, sondern um eine Mischform zwischen Oligopol und Polypol (vgl. O'Hara; 2011; Torre und Ferrari; 1999). Außerdem würden gewinn-suchende Market Maker im Polypol einen Gewinn von Null erwirtschaften, da hier der Grenzertrag den Grenzkosten entsprechen muss. Dennoch lässt sich auch für diese hybriden Märkte feststellen, dass Angebot und Nachfrage den fairen Gleichgewichtspreis bestimmen. Um diesen fairen Marktpreis bewegen sich nun die Geld-/Briefpreise. Diese reflektieren die Kosten des Market Makers für die Bereitstellung von Marktliquidität (inkl. anfallender Transaktionskosten) und das Eingehen von Risiken. Da der Preis für die Bereitstellung von Liquidität genauso Angebot und Nachfrage ausgesetzt ist, schwankt auch die Breite der Geld-Brief-Spanne.

Diese Elemente der relativen Geld-Brief-Spanne untersuchen Lin et al. (1995) im Zusammenhang mit den Ordergrößen näher. Lin et al. (1995) formulierten die Vermutung, dass die Kosten für Bereitstellung von Marktliquidität und die Transaktionskosten einen hohen Fixkostenanteil enthalten und deshalb mit zunehmender Ordergröße prozentual abnehmen müssten. Das Risiko nimmt aber bei größerem Ordervolumen zu, dies müsste entsprechend größere Kosten verursachen. Um diese Vermutung zu überprüfen, untersuchten sie die quotierten Geld-/Briefpreise und die effektiven gehandelten Geld-/Briefpreise für Werte mit verschiedenen hohen täglichen Umsätzen. Die absolute Geld-Brief-Spanne ist definiert als  $(P_{Ask,t} - P_{Bid,t})$  mit  $P_{Bid,t}$  als Geldseite und  $P_{Ask,t}$  als Briefseite zum Zeitpunkt  $t$ . Der mittleren Preis  $P_{Mid,t}$  als  $(P_{Ask,t} + P_{Bid,t})/2$ . Hieraus lässt sich nun die quotierte, relative Geld-Brief-Spanne als  $(P_{Ask,t} - P_{Bid,t})/P_{Mid,t}$  definieren. Ihr gegenüber steht die effektive, relative Geld-Brief-Spanne als  $2 \cdot |\log(P_t/P_{Mid,t})|$ . Die effektive, relative Geld-Brief-Spanne ergibt sich aus Preisen, zu denen tatsächlich Umsatz stattgefunden hat. Die quotierte, relative Geld-Brief-Spanne spiegelt hingegen nur Quotierungen wider zu denen nicht zwingend Umsatz stattgefunden hat.

Ferner wurden Daten von 253 Handelstagen des Jahres 1988 der NYSE analysiert. In Tabelle 2 sind jeweils die 50 umsatzschwächsten und umsatzstärksten Handelsdaten aus einer Stichprobe von 150 Wertpapieren erfasst.

Ähnliche Untersuchungen mit im Wesentlichen gleichen Ergebnissen lassen sich beispielsweise bei Sofianos (2004) oder Amihud und Mendelson (1986) finden.

<b>Ordergröße(Perzentil)</b>	<b>Quotierte, rel. Spanne</b>	<b>Effektive, rel. Spanne</b>
Kleine tägliche Umsätze		
<25	2,087%	1,437%
25–50	2,106%	1,501%
50–75	2,091%	1,563%
75–90	2,081%	1,644%
90–95	2,063%	1,634%
95–99	2,092%	1,684%
>99	2,245%	1,860%
Große tägliche Umsätze		
<25	0,594%	0,346%
25–50	0,598%	0,374%
50–75	0,603%	0,410%
75–90	0,598%	0,424%
90–95	0,590%	0,424%
95–99	0,599%	0,437%
>99	0,639%	0,561%

Tabelle 2: Durchschnittliche quotierte & effektive rel. Geld-Brief-Spannen (vgl. Lin et al.; 1995)

Wie anhand der empirischen Daten ersichtlich ist, kommt der Preiseffekt voll zu tragen, da die Spannen bei geringen täglichen Umsätzen größer sind als bei höheren Umsätzen. Dies bedeutet, dass Fixkostenblöcke wie Personalkosten, Geschäftsausstattung oder Kapitalkosten proportional zum Umsatz abnehmen. Anhand der Gegenüberstellung der Perzentile der Ordergrößen lässt sich leicht eine zunehmende Ausweitung der relativen Spannen bei größeren Ticketgrößen erkennen. Die Market Maker stellen bei großen Orders demzufolge breitere Spannen um sich gegen Risiken abzusichern. Sie verhalten sich risikoavers. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass breitere Spannen die höheren Marktpreisrisiken der Market Maker widerspiegeln. In die Betrachtung der Marktpreisrisiken fließen im Wesentlichen zwei Dimensionen ein. Zum Einen weiß der Market Maker nicht zu welchem Preis er seine Position glattstellen kann und zum Anderen ist ihm unbekannt, wie lange es dauern wird, bis er dies erreichen kann. Eine lange Dauer bis zur Glattstellung seiner Position ist nicht wünschenswert, da eine lange Haltedauer einer gegebenen Position flüssige Mittel bindet und somit die Rendite senkt, ein größeres Marktpreisrisiko impliziert sowie eine unvorteilhafte Allokation seines Eigenkapitals darstellt (vgl. Torre und Ferrari; 1999). Abschließend kann gesagt werden, dass die Ausweitung der Spannen durch die risikoaversen Market Maker den Transfer von Risiken auf die Investoren darstellt. Die Investoren tragen somit den Großteil der Marktrisiken, der Market Maker wälzt diese ab. Die so den Investoren anhaftenden Marktliquiditätsrisiken lassen sich auf Grund ihrer Charakteristiken ähnlich wie Marktpreisrisiken behandeln und modellieren.

#### 4.1.2 Risikomodellierung der exogenen Komponente

Den aktuell wichtigsten Beitrag zur Modellierung des exogenen Marktliquiditätsrisikos anhand der Marktbreite haben Bangia et al. (1999) geleistet. Dieser Abschnitt wird sich daher im Wesentlichen an ihrer Arbeit orientieren, aber auch Verbesserungen aufzeigen.

Zunächst sei aber festgehalten, dass die gängigen Value at Risk-Modelle, die derzeit sowohl zur Modellierung von Marktpreis- als auch Kreditrisiken genutzt werden, dem Marktliquiditätsrisiko keine Rechnung tragen. Bestenfalls wird das Marktpreisrisiko einer großen, illiquiden Position mit dem Faktor  $\sqrt{T}$  angepasst. Der Faktor  $\sqrt{T}$  gibt hierbei wieder wie lange sich die endgültige Glattstellung aufgrund der Illiquidität verzögert. So lässt sich bspw. ein VaR, der auf 1-Tagesbasis vorliegt, auf sieben Tage skalieren, wenn die endgültige Glattstellung statt eines Tages sieben Tage in Anspruch nimmt (vgl. Diebold et al.; 1998, 104–107). Um diese nicht zufriedenstellende Notlösung zu verbessern, schlagen Jarrow und Subramanian (1997) einen sogenannten Liquidity Adjusted Value at Risk (LiqAdj-VaR) vor. Dieser soll das VaR-Konzept um einen Liquiditätsabschlag, die Schwankung des Liquiditätsabschlages sowie um das Zeitfenster für die Glattstellung einer Position erweitern. Leider gibt es für derart weitgehende Anpassungen des VaR-Modells bis dato keine ausreichenden Daten, auch wenn eine entsprechende Anpassung vielversprechend scheint (vgl. Bangia et al.; 1999, p.2).

Aus diesem Grund betrachten Bangia et al. (1999) ausschließlich das exogene Marktliquiditätsrisiko anhand der empirischen Verteilung der Geld-Brief-Spannen. Bangia betrachtet folglich die Marktliquiditätsrisiken, die innerhalb der exogen gegebenen Geld-Brief-Spanne, also links der Quotierungs- bzw. Markttiefe in Abb. 3, auftreten. Sollte eine Order zu groß für die gegebene Geld-Brief-Spanne sein, werden endogene Marktliquiditätsrisiken ausgelöst, d.h. es kommt zu adversen Preisbewegungen bei Ausführung der Order. Die Vorteile dieser Betrachtungsweise sind, dass exogene Marktliquiditätsrisiken sowohl kleine als auch große Marktteilnehmer betreffen, die Daten zur Quantifizierung der exogenen Risiken leicht zugänglich sind und dass es sich leicht in die bestehenden VaR-Modelle integrieren lässt.

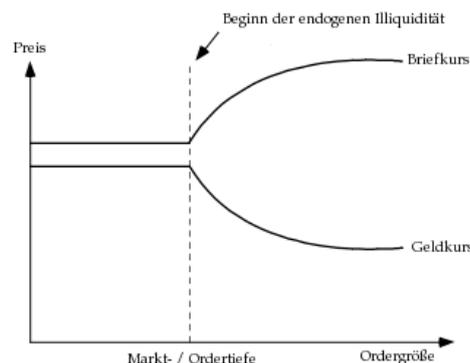


Abbildung 3: Effekt der Losgröße auf die Geld-Brief-Spanne (vgl. Bangia et al.; 1999, p.5)

Zunächst sei die Tagesrendite  $r_t$  eines Finanzproduktes im Zeitpunkt  $t$  definiert als logarithmische Differenz der mittleren Preise  $P_{Mid}$  :

$$r_t = \ln(P_{Mid,t}) - \ln(P_{Mid,t-1}) = \ln \frac{P_{Mid,t}}{P_{Mid,t-1}} \quad (1)$$

Der Erwartungswert  $\mu_{r_t}$  der empirischen Tagesrenditen  $r_t$  ist:

$$\mu_{r_t} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t \quad (2)$$

Und die beobachtete Standardabweichung  $\sigma_t$  der empirischen Tagesrenditen  $r_t$  :

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu_{r_t})^2} \quad (3)$$

Unterstellt man nun einen Zeithorizont von einem Tag und dass die Tagesrenditen des Finanzproduktes normalverteilt sind, wird der Wert des Produktes mit einem Konfidenzniveau von 99% ( $N_{1-0,99} = 2,3263$ ) nicht unter  $P_{0,99}$  fallen:

$$P_{0,99} = P_{Mid,t} \cdot e^{(\mu_{r_t} - 2,3263\sigma_t)} \quad (4)$$

Für den Erwartungswert der Tagesrenditen  $\mu_{r_t}$  kann man, ohne zu stark zu vereinfachen, annehmen, dass dieser nahe bzw. gleich Null ist. Somit ergibt sich für den normalen parametrischen VaR (P-VaR):

$$P - VaR = P_{Mid,t} \cdot [1 - e^{(-2,3263\sigma_t)}] \quad \text{da } \mu_{r_t} = 0 \text{ für einen Tag} \quad (5)$$

Bangia und seine Mitautoren weisen darauf hin, dass ihre Erläuterungen aus Vereinfachung eine Normalverteilung der Renditen annehmen, dies aber in Realität nicht der Fall ist. Unter realen Bedingungen sind die Varianzen und somit die Standardabweichungen bei Finanzprodukten nicht konstant, sondern ändern sich im Laufe der Zeit. Ebenso entspricht es der Erfahrung, dass die Renditen eines Produktes nicht unkorreliert sind, d.h. die historische Rendite bedingt zu einem gewissen Grad die zukünftige Rendite. Um diesen Beobachtungen Rechnung zu tragen, verwenden Bangia et al. (1999) exponentiell gewichtete, gleitende Durchschnitte (exponentially weighted moving averages; EWMA) der historischen, quadrierten Renditen für ihre späteren Analysen. Dies ist der Standard im Finanzwesen und wird bspw. in RiskMetrics angewandt.

Der somit erhaltene, normale parametrische VaR enthält laut Bangia et al. (1999) nur die Marktpreisrisiken des  $P_{Mid,t}$ , berücksichtigt aber nicht die Geld-Brief-Spanne oder die Volatilität eben dieser Spanne. Um diese Faktoren in den normalen VaR-Ansatz zu integrieren, betrachtet Bangia die durchschnittliche, relative Geld-Brief-Spanne  $\bar{S}$ . Die durchschnittliche, relative Geld-Brief-Spanne wird definiert als:

$$\bar{S} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{P_{Ask,t} - P_{Bid,t}}{P_{Mid,t}} \quad (6)$$

Folglich erwarten wir für den Geldkurs  $P_{Bid,t}$ :

$$P_{Bid,t} = P_{Mid,t} - \frac{1}{2}\bar{S} \quad (7)$$

Und analog für den Briefkurs  $P_{Ask,t}$ :

$$P_{Ask,t} = P_{Mid,t} + \frac{1}{2}\bar{S} \quad (8)$$

Bangia et al. legen ihren Fokus auf unübliche Tail-Events, die exogen durch die Rahmenbedingungen eines Marktes gegeben sind (exogene Marktliquiditätsrisiken). Aus diesem Grund definieren sie als Maßeinheit des exogenen Marktliquiditätsrisikos Konfidenzniveaus oder auch die Wahrscheinlichkeit eines Tail-Events. Hierzu werden zunächst die exogenen Liquiditätskosten (Exogenous Cost of Liquidity, COL) definiert:

$$COL = \frac{1}{2}[P_{Mid,t} \cdot (\bar{S} + a\tilde{\sigma})] \quad (9)$$

Zur Berechnung der COL werden der mittlere Preis  $P_{Mid,t}$ , die durchschnittliche Geld-Brief-Spanne  $\bar{S}$  sowie ein Vielfaches  $a$  der Spread-Volatilität  $\tilde{\sigma}$  herangezogen. Der Skalierungsfaktor  $a$  ist so zu bestimmen, dass eine Normalverteilung mit gleichem Erwartungswert und gleicher Standardabweichung die historischen Geld-Brief-Spannen möglichst genau abdeckt und somit den Fat-Tails Rechnung trägt.

Dieser Methodik folgend wurden drei Anleihen untersucht. Es handelt sich um eine Anleihe der BASF SE (ISIN: DE000A0EUB86), um einen Pfandbrief der Deutschen Pfandbriefbank (ISIN: DE000A0EULH0) und um eine Anleihe der Bundesrepublik Deutschland (ISIN: DE0001030500). Es wurden jeweils die Handelsdaten von Mai 2006 bis November 2011 herangezogen, da ein solch langer Zeitraum die Märkte und somit die Geld-Brief-Spannen in allen erdenklichen Situationen widerspiegelt. Somit ist gewährleistet, dass auch extreme historische Daten in die Betrachtung einfließen.

Erwartungsgemäß hat die Bundesanleihe sowohl die geringste erwartete Geld-Brief-Spanne ( $\bar{S} = 0,0521\%$ ), als auch die geringste Spread-Volatilität ( $\tilde{\sigma} = 0,0472\%$ ). Überraschender sind die Ergebnisse der Unternehmensanleihe ( $\bar{S} = 0,2107\%$ ;  $\tilde{\sigma} = 0,0819\%$ ) und des Pfandbriefs ( $\bar{S} = 0,2128\%$ ;  $\tilde{\sigma} = 0,0889\%$ ). Die Unternehmensanleihe schneidet bei beiden Kennzahlen leicht besser ab als der Pfandbrief. Dieses Ergebnis würde implizieren, dass der Markt für Unternehmensanleihen zumindest gleich liquide ist wie der für Pfandbriefe und folglich die Marktliquiditätsrisiken ähnlich sind. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 grafisch dargestellt.

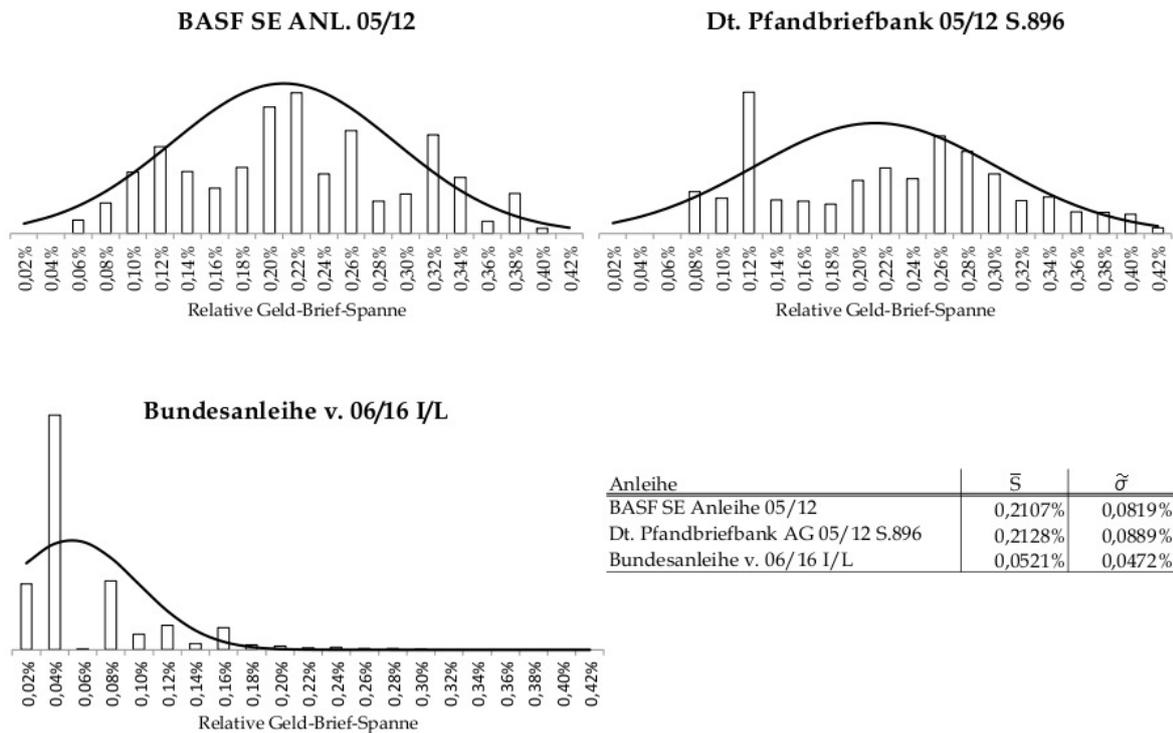


Abbildung 4: Dichtefunktionen der relativen Geld-Brief-Spannen

Da angenommen wird, dass die Marktpreisrisiken und die Kosten der Market Maker an die Investoren in Form von sich ändernden Geld-Brief-Spannen weitergereicht werden, lassen sich diese auch ähnlich der Marktpreisrisiken modellieren. Bangia et al. (1999, p. 8) treffen des Weiteren die vereinfachte Annahme, dass adverse Bewegungen der Geld-Brief-Spanne zeitgleich mit adversen Preisbewegungen des Marktpreises eintreten. Sie argumentieren, dass extreme Preisänderungen mit extremen Ausweitungen der Geld-Brief-Spanne im Wesentlichen korrelieren. Somit erhält man für den schlimmsten Fall, der mit einer 1%igen Wahrscheinlichkeit auftritt, den Preis  $P'_{0,99}$  :

$$P'_{0,99} = P_{Mid,t} \cdot e^{(-2,3263\sigma t)} - \frac{1}{2} [P_{Mid,t} \cdot (\bar{S} + a\tilde{\sigma})] \quad (10)$$

Sowie für die Kombination von Marktpreis- und Marktliquiditätsrisiken den Liquidity Adjusted Value at Risk:

$$LiqAdj - VaR = P_{Mid,t} \cdot [1 - e^{(-2,3263\sigma_t)}] + \frac{1}{2}[P_{Mid,t} \cdot (\bar{S} + a\tilde{\sigma})] \quad (11)$$

Ferner schlagen Bangia et al. (1999) vor, dass der P-VaR um einen Korrekturfaktor  $\theta$  erweitert wird. Dies liegt darin begründet, dass historische Renditen normalerweise nicht normalverteilt sind sondern eine Leptokurtosis aufweisen. Das bedeutet, dass ein Exzess über die Gauß'sche Normalverteilung hinaus besteht. Ein Vergleich der Verteilungsfunktionen für unsere Beispiel-Anleihen ist Abbildung 5 zu entnehmen.

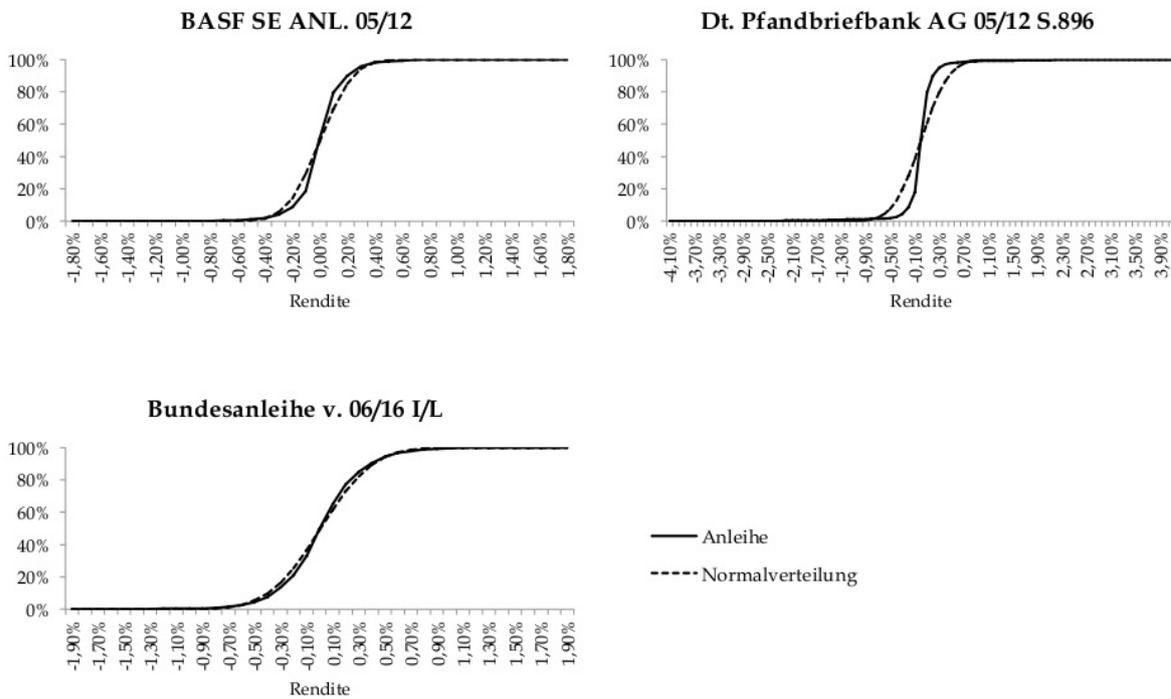


Abbildung 5: Vergleich der Verteilungen mit der Normalverteilung

Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors  $\theta$  erhält man nun:

$$P - VaR = P_{Mid,t} \cdot (1 - e^{(-2,3263\theta\sigma_t)}) \quad (12)$$

Wobei der Korrekturfaktor  $\theta$  wie folgt definiert ist:

$$\theta = 1,0 + \phi \ln(\kappa/3) \quad (13)$$

Des Weiteren ist die Kurtosis  $\kappa$  durch das vierte zentrale Moment nach Normierung gegeben:

$$\kappa = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^2} \quad (14)$$

Für eine Normalverteilung muss folglich gelten, dass  $\theta = 1$  und  $\kappa = 3$  ist und somit keine Anpassung nötig ist. Die Konstante  $\phi$  ist abhängig vom gewählten Konfidenzniveau. Für ein 99%-Konfidenzniveau wäre die Konstante  $\phi = 0,4$ . Hieraus kann nun der Korrekturfaktor für alle übrigen beobachteten Verteilungen durch Regression der parametrischen Verteilung gegen die empirische Verteilung bestimmt werden. Schlussendlich kann somit eine Verteilung simuliert werden, die auch die Abweichungen von der Normalverteilung enthält.

Als Alternative zur Anpassung nach Bangia et al. (1999) bietet sich die Integration der mathematisch fundierteren Cornish-Fisher-Adjustierung an, welche das Quantil einer Verteilungsfunktion auf Basis der ersten vier Momente näherungsweise zu bestimmen versucht. Hierdurch erhält man ausgehend vom Faktor  $q_\alpha$  eines  $\alpha$ -Quantils einer Normalverteilung den korrigierten Faktor  $\hat{q}_\alpha$ . Bei gegebener Kurtosis  $\kappa$  und Schiefe  $\lambda$  gilt:

$$\hat{q}_\alpha = q_\alpha + \frac{1}{6} (q_\alpha^2 - 1) \lambda + \frac{1}{24} (q_\alpha^3 - 3q_\alpha) \kappa - \frac{1}{36} (2q_\alpha^3 - 5q_\alpha) \lambda^2 \quad (15)$$

Somit ergibt sich für den LiqAdj-VaR nach Integration der Cornish-Fisher-Adjustierung:

$$LiqAdj - VaR = P_{Mid,t} \cdot [1 - e^{(\hat{q}_\alpha \sigma t)}] + \frac{1}{2} [P_{Mid,t} \cdot (\bar{S} + a\tilde{\sigma})] \quad (16)$$

Das Modell von Bangia et al. (1999) behebt auf den ersten Blick zweifellos einige Einschränkungen, welche die klassischen VaR-Modelle aufweisen. So berücksichtigt es unter anderem die auftretenden exogenen Effekte von schwankenden Geld-Brief-Kursen.

Trotz dieser Fortschritte weist es aber auch einige Schwachstellen auf. Der erste und offensichtlichste Punkt ist die Nichtberücksichtigung der Markt- bzw. Quotierungstiefe. Es wird somit davon ausgegangen, dass immer innerhalb der Geld-Brief-Spanne gehandelt werden kann. Das Model vernachlässigt also endogene Effekte auf die Geld-Brief-Kurse, was nicht realistisch ist. Der zweite, weniger offensichtliche Mangel ist ein Timing-Problem. Es wird mit dem gebräuchlichen VaR-Modell der unter Annahme eines gewissen Konfidenzniveaus erwartete Preis modelliert; die Schwankung des Spreads bezieht sich aber auf den aktuellen  $P_{Mid,t}$  und nicht auf den erwarteten Preis.

Als Korrektur schlägt z.B. Loebnitz (2006) ausgehend von Formel (17) folgende Anpassung (18) vor:

$$LiqAdj - VaR = P_{Mid,t} \cdot [1 - e^{(-2,3263\theta\sigma_t)}] + \frac{1}{2}[P_{Mid,t} \cdot (\bar{S} + a\tilde{\sigma})] \quad (17)$$

$$LiqAdj - VaR = P_{Mid,t} \cdot [1 - e^{(-2,3263\theta\sigma_t)}] + \frac{1}{2}[P_{Mid,t} \cdot [1 - e^{(-2,3263\theta\sigma_t)}] \cdot (\bar{S} + a\tilde{\sigma})] \quad (18)$$

Abschließend ist das Model von Bangia et al. (1999), insbesondere mit der Anpassung nach Loebnitz (2006), als wesentliche Verbesserung der derzeit in Verwendung befindlichen VaR-Modelle zu beurteilen, obwohl es nur exogene Veränderungen des Spreads berücksichtigen kann.

### 4.1.3 Risikomodellierung der endogenen Komponente

Im Folgenden soll das Risikomodellierungskonzept von Angelidis und Benos (2006), welches sowohl die exogene als auch die endogene Komponente berücksichtigt, vorgestellt werden. Es berücksichtigt somit die Größe der am Markt platzierten Order. Ihr Konzept erlaubt darüberhinaus auch eine getrennte Betrachtung der endogenen Komponente. Des Weiteren ist bei ihrem Modell eine Integration in bestehende VaR-Ansätze problemlos möglich. Allerdings kann dieses Modell eben so wenig wie der Ansatz von Bangia et al. (1999) expliziten Orderkosten Rechnung tragen.

Angelidis und Benos (2006) bauen ihr Modell auf bestehenden Marktstrukturmodellen (Torre und Ferrari; 1999; Madhavan et al.; 1997; Hausman et al.; 1992) auf. So wird zunächst ein „Handlungsrichtungsindikator“  $X_t$  eingeführt, der den Wert  $+1$  annimmt, wenn es sich um eine Kauforder handelt bzw.  $-1$  bei einer Verkauforder. Ferner spiegelt der Koeffizient  $\psi \geq 0$  die fixen Kosten je Aktie wider, welche dem Market Maker durch die Liquiditätsbereitstellung entstehen. Außerdem gibt  $\chi$  an wie sich die Transaktionskosten zu den durch die Informationsasymmetrie entstehenden (Risiko-) Kosten verhalten. Ist beispielsweise  $\chi < 0$ , dann verringern sich die Gesamtkosten, da der Marktteilnehmer dem Market Maker unbewusst hilft ungewollte Marktpositionen abzubauen und es stehen somit die Transaktionskosten im Vordergrund. Sollte aber  $\chi > 0$  sein, zwingt der Marktteilnehmer dem Market Maker eine ungeliebte Position auf und die Gesamtkosten steigen in Folge dessen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Transaktionskosten  $\psi$  unabhängig von der Ordergröße  $V_t$  sind, im Gegensatz zu  $\chi$ . Der durch das unten angeführte Informationsasymmetriemodell erhaltene Erwartungswert des Preises  $P_t$  wird als  $\mu_{P_t}$  und die absolute Ordergröße als  $V_t$  notiert. Somit erhalten wir unter Berücksichtigung der Marktstrukturmodelle für den Market Maker folgendes Inventarkostenmodell:

$$P_t = \mu_{P_t} + \psi X_t + \chi(X_t \sqrt{V_t}) \quad (19)$$

Um dieses Modell zu verdeutlichen, nehmen wir zunächst vereinfacht an, dass der erwartete Preis  $\mu_{P_t} = 10,00$  GE beträgt und die Fixkosten je Aktie  $\psi = 0,20$  GE betragen. Ferner nehmen wir an, dass der Market Maker eine Kauforder  $X_t = +1$  über 25 Aktien annimmt und dass er einen ungewollt großen Vorrat dieser Aktie hält und froh ist diesen abzubauen, d.h.  $\chi = -0,01$ . Nun bildet er den Preis wie folgt:

$$P_t = 10,00 + 0,20 - 0,05 = 10,15 \text{ GE}$$

Anzumerken ist hier, dass Angelidis und Benos (2006) einen konkaven Verlauf der variablen Kosten annehmen und dies durch  $\sqrt{V_t}$  modellieren. Dies deckt sich mit dem Modell von Torre und Ferrari (1999) und den empirischen Untersuchungen von Lin et al. (1995). Die Transaktionskosten nehmen insgesamt also mit zunehmender Ordergröße pro gehandeltem Wertpapier ab.

Im nächsten Schritt wird zur Modellierung des Erwartungswertes  $\mu_{P_t}$  ein Informationsasymmetriemodell herangezogen. Der Faktor  $\omega \geq 0$  gibt in diesem Modell den Grad der Informationsasymmetrie zwischen Market Maker und dem jeweiligen Kontrahenten wieder (vgl. O'Hara; 2011, pp.153–160). Hierbei gilt: Je größer  $\omega$ , desto größer der Informationsvorsprung des Kontrahenten. Der Termteil  $[X_t - E(X_t | X_{t-1})]$  spiegelt das Überraschungsmoment des Orderflusses für den Market Maker wider. Dies soll zum Ausdruck bringen, dass z.B. häufig eingehende Kauforders den Market Maker dazu bewegen einen höheren Wert der Aktie anzunehmen, d.h. er korrigiert seine Erwartung für den Preis nach oben.

$$\mu_{P_t} = \mu_{P_{t-1}} + \omega \sqrt{V_t} [X_t - E(X_t | X_{t-1})] \quad (20)$$

Durch Zusammenführung beider Modelle (Inventarkostenmodell und Informationsasymmetriemodell) und unter Berücksichtigung des Fehlerterms  $\varepsilon_t$  stellen Angelidis und Benos (2006) folgendes Preisänderungsmodell für Intraday-Bewegungen auf:

$$P_t - P_{t-1} = \omega \sqrt{V_t} [X_t - E(X_t | X_{t-1})] + \psi (X_t - X_{t-1}) + \chi (X_t \sqrt{V_t} - X_{t-1} \sqrt{V_{t-1}}) + \varepsilon_t \quad (21)$$

Anhand des Preisänderungsmodells (21) ergibt sich für den Geldkurs  $P_{Bid,t}$  (wenn demzufolge  $X_t = -1$ ) und den Briefkurs  $P_{Ask,t}$  (wenn  $X_t = +1$ ):

$$P_{Bid,t} = \mu_{t-1} - \omega \sqrt{V_t} [1 + E(X_t | X_{t-1})] - (\psi + \chi \sqrt{V_t}) \quad (22)$$

$$P_{Ask,t} = \mu_{t-1} + \omega \sqrt{V_t} [1 - E(X_t | X_{t-1})] + (\psi + \chi \sqrt{V_t}) \quad (23)$$

Konkludent ergibt sich für die implizierte Geld-Brief-Spanne  $S_{Impl}$  :

$$S_{Impl} = 2[\sqrt{V_t}(\omega + \chi) + \psi] \quad (24)$$

Der implizierte Spread korreliert daher positiv mit der absoluten Ordergröße  $V_t$ , dem Grad der Informationsasymmetrie  $\omega$  und den Transaktionskosten  $\psi$ . Die Korrelation mit  $\chi$  hängt hingegen von dessen Vorzeichen ab.

Zur Schätzung der fehlenden Parameter innerhalb eines gegebenen Datensatzes von Handelsdaten empfehlen die Autoren die Anwendung der Momentenmethode (Generalized Method of Moments), da sie im Gegensatz zur Maximum Likelihood Methode weniger starke Annahmen bezüglich der Verteilungsfunktion erfordert. Die Integration der so erhaltenen impliziten Geld-Brief-Spanne erfolgt, analog zu dem Modell von Bangia et al. (1999), relativ einfach:

$$LiqAdj - VaR = VaR + [\sqrt{V_t^{\alpha'}}(\omega + \chi) + \psi] \quad (25)$$

Hierbei spiegelt  $V_t^{\alpha'}$  das  $\alpha'$ -Quantil der gehandelten Ordergrößen wider. Durch die Berücksichtigung der Ordergrößen fließt das endogene Marktliquiditätsrisiko mit in die LiqAdj-VaR Betrachtung ein. Die Geld-Brief-Spanne wird somit in Abhängigkeit der Ordergröße modelliert. Diese Betrachtung enthält demnach sowohl die exogene als auch die endogene Komponente des Marktliquiditätsrisikos. Das endogene Marktliquiditätsrisiko kann aber wie folgt herausgelöst werden:

$$\text{Endogene Komponente} = \begin{cases} [\sqrt{V_t}(\omega + \chi) + \psi] - [\sqrt{\bar{V}_t}(\omega + \chi) + \psi] & \text{wenn } V_t \geq \bar{V}_t; \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Durch Untersuchungen anhand ihres Modells konnten Angelidis und Benos (2006) feststellen, dass das Marktliquiditätsrisiko liquider Aktien der Athener Börse nur 3,40% des gesamten Marktrisikos ausmacht. Bei illiquideren Werten liegt der Anteil hingegen bei bis zu 11%. Des Weiteren bestätigten ihre Untersuchungen die Ergebnisse Lin et al. (1995), wonach die Transaktionskosten der Market Maker bei steigender Ordergröße abnehmen und die Risikokosten hingegen steigen.

Die Vorteile des Modells von Angelidis und Benos (2006) liegen auf der Hand, es berücksichtigt sowohl die endogene als auch die exogene Komponente des Marktliquiditätsrisikos, wohingegen Bangia et al. (1999) nur die exogene Komponente berücksichtigen. Ferner lassen sich die exogene und die endogene Komponente getrennt voneinander betrachten. Problematisch an ihrem Modell sind allerdings die zugrunde liegenden Annahmen bezüglich der Marktstruktur. Beide Modelle (Inventarkosten- und Informationsasymmetriemodell) sind noch nicht ausführlich auf ihre Gültigkeit empirisch geprüft worden. Ein weiterer Einwand ist, dass die fehlenden Parameter für die Modellierung der impliziten Geld-Brief-Spanne anhand historischer Daten geschätzt werden.

Die historischen Daten beziehen sich allerdings auf quotierte und nicht auf effektive Geld-Brief-Spannen. Für eine Berücksichtigung der effektiven Geld-Brief-Spannen fehlen aber die empirischen Daten (vgl. Loebnitz; 2006).

Abschließend ist das Modell von Angelidis und Benos (2006) als praktikable und sinnvolle Erweiterung des Modells von Bangia et al. (1999) zu bewerten. Es gelingt die Integration der endogenen Komponente trotz einiger theoretischer Schwachstellen. Dennoch sollte in Zukunft versucht werden ein Modell zu finden, dessen theoretische Grundlagen besser belegbar sind und für dessen praktische Anwendung alle Daten leicht verfügbar sind.

Der folgende Abschnitt widmet sich der Liquiditätsdimension Marktbreite. Nach einer kurzen Heranführung wird wieder zunächst die exogene und anschließend die endogene Komponente betrachtet.

## 4.2 Die Markttiefe

Die Markttiefe spiegelt die Eigenschaft eines Marktes wider, dass an ihm große Orders ohne adverse Preisbewegungen gehandelt werden können. Eine hohe Markttiefe ermöglicht es den Marktteilnehmern somit Orders mit einer hohen Preiskontinuität zu handeln. Dies bedeutet, dass an einem liquiden Markt Wertpapiere mit großem Ordervolumen bei kontinuierlichen Preisen gehandelt werden können. An einem illiquiden Markt kann es hingegen zu Preissprüngen bei zu großen Orders (die Quotierungs- bzw. Markttiefe übersteigend) kommen. Die Preiskontinuität ist in Abbildung 6 anhand der Stetigkeit und der Steigung der Briefseite für verschiedene liquide Märkte dargestellt.

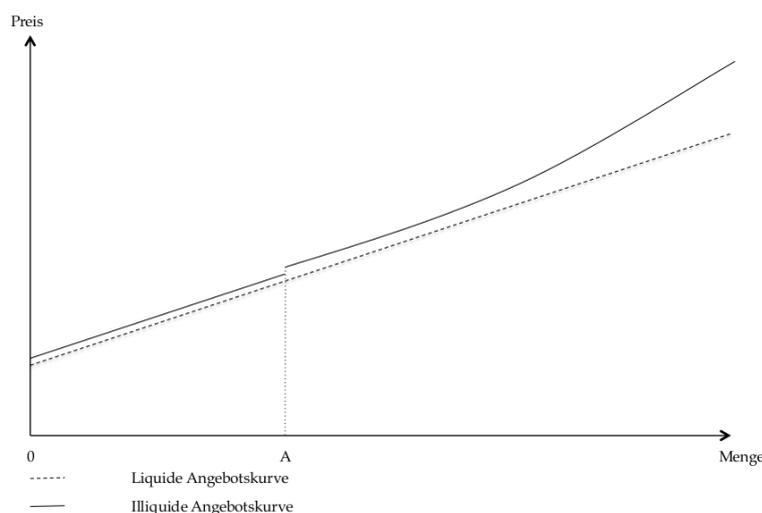


Abbildung 6: Vergleich der Angebotskurven

Anmerkung: Ab  $A$  ist die Angebotsfunktion des illiquiden Marktes unstetig und weist eine höhere Steigung auf, d.h. der Preis liegt über dem durch die Nachfrager erwarteten Preis im liquiden Markt.

Der Verlauf der stetigen Angebotskurve im perfekt liquiden Markt lässt sich relativ einfach durch das Gewinnstreben der Anbieter erklären: Je höher der Preis, desto höher der Gewinn einer Position, sodass folglich eine größere Menge des Wertpapiers angeboten wird. Der Verlauf der Kurve im illiquiden Markt lässt sich dahingegen durch Theorien der Behavioral Finance erklären (vgl. Holthausen et al.; 1987, p. 240). Hier sei nur gesagt, dass verschiedene Ansätze versuchen die Preissprünge durch das irrationale Verhalten der Market Maker sowie die Informationsasymmetrie zu erklären (vgl. Grossman und Miller; 1988; Kamara; 1994; O'Hara; 2011). Schlussendlich spiegeln Stetigkeit und Steigung der Angebots- bzw. Nachfragefunktion die Marktliquidität wider.

Marktliquiditätsrisiken lassen sich demnach über das Verhältnis von Preisänderung und korrespondierender Ordergröße messen. Auf den folgenden Seiten wird das Illiquiditätsmaß nach Amihud (2002) zur Messung der exogenen Komponente der Markttiefe vorgestellt um anschließend den Ansatz von Berkowitz (2000) bezüglich der endogenen Komponente aufzugreifen.

#### 4.2.1 Risikomodellierung der exogenen Komponente

Amihud (2002) untersuchte anhand des amerikanischen Aktienmarktes, ob illiquide Titel eine höhere Rendite versprochen als liquide Werte. Ihm war bekannt, dass es gute und genaue Liquiditätsmaße, wie beispielsweise die quotierte oder effektive Geld-Brief-Spanne, gab um den Liquiditätsgrad von Einzelwerten zu quantifizieren. Er wusste auch, dass diese Maße die adversen Preisbewegungen und deren Eintrittswahrscheinlichkeit gut wiedergaben, aber all jene Messsysteme erforderten Annahmen zur Marktstruktur und teilweise sehr detaillierte Marktdaten. Diese Marktdaten waren für seine langfristige Untersuchung nicht verfügbar. Aus diesem Grund entwickelte er die sogenannte Illiquiditätsratio. Die Illiquiditätsratio  $ILLIQ_i$  der Aktie  $i$  ist definiert als der Durchschnitt der täglichen, absoluten, logarithmischen Rendite  $|r_{i,t}|$  im Verhältnis zum täglich umgesetzten Handelsvolumen  $VOL_{i,t}$  :

$$ILLIQ_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{|r_{i,t}|}{VOL_{i,t}} \quad (26)$$

Eine hohe ILLIQ-Ratio bezeichnet eine hohe Illiquidität und somit eine geringe Liquidität, da ein geringes Handelsvolumen mit einer relativ hohen Preisbewegung verbunden wird.

In seiner Untersuchung kam Amihud (2002) zu dem Fazit, dass eine hohe Illiquidität im Rückblick eine hohe Rendite erwarten lässt. Illiquidität und Rendite eines Wertpapiers korrelieren demnach positiv und eine liquide Aktie wird aller Erwartung nach weniger Rendite erwirtschaften als eine illiquide. Die Illiquidität ist daher eine Risikokomponente für die der Investor eine Vergütung verlangt und auch bekommt. Allerdings ist das Verhältnis von Rendite und Illiquidität keinesfalls konstant sondern variiert mit der Zeit. Er stellt auch fest, dass Marktliquiditätsrisiken für Aktien kleiner Firmen (i.S.v. geringer Marktkapitalisierung) höher sind als für Titel mit großer Marktkapitalisierung.

Die Vorteile seiner Kennzahl sind zweifellos die einfache Handhabung und die sehr geringe benötigte Datenbasis. Somit ist es möglich auch lange Zeitreihen zu erfassen, da für langfristige Zeiträume in den seltensten Fällen detaillierte Daten verfügbar sind. Allerdings liegt in der kleinen Datenbasis auch einer der größten Nachteile, da keinesfalls alle Aspekte des Marktliquiditätsrisikos erfasst werden können. Auch mangelt es seiner Kennzahl an Interpretierbarkeit und es fehlt die Vergleichbarkeit über verschiedene Anlageklassen hinweg. Auch erfasst die ILLIQ-Ratio nur die exogene Komponente des Marktliquiditätsrisikos und eine Integration in ein bestehendes VaR-System ist nicht ohne weiteres möglich.

Dennoch soll auf den folgenden Seiten die ILLIQ-Ratio der drei Beispielanleihen berechnet und verglichen werden um einen ersten Eindruck über die exogen gegebene Markttiefe zu gewinnen. Im Anschluss wird die Verteilung der Handelsvolumina und der verknüpften Tagesrenditen untersucht. Daneben wird auch der Zusammenhang zwischen Handelsvolumen und Rendite dargestellt sowie die Korrelation beider Merkmale untersucht. Darüberhinaus soll versucht werden, die Idee Amihuds in das VaR-Konzept zu integrieren.

Zunächst erhält man, dem Modell Amihud (2002) folgend, die ILLIQ-Ratios der drei Anleihen. Die Ratio beträgt überraschenderweise für die Unternehmensanleihe nur 0,000224 Basispunkte und für die Staatsanleihe nur geringfügig höhere 0,000225 Basispunkte. Die Staatsanleihe und die Unternehmensanleihe sind somit ähnlich illiquide und weisen ähnliche Marktliquiditätsrisiken auf. Auch wurden beide Papiere an ähnlich vielen Tagen gehandelt. Die Unternehmensanleihe wurde an 1237 von 1392 Tagen aktiv gehandelt, die Staatsanleihe respektive an 1354 von 1392 Tagen. Das schlechteste Ergebnis weist mit Abstand der Pfandbrief auf. Hier beträgt das ILLIQ-Ratio 0,000537 Basispunkte und das Wertpapier wurde an nur 955 von 1392 Tagen gehandelt. Alle Ergebnisse, sowie das Zusammenspiel von Handelsvolumen und logarithmierter Tagesrenditen, sind in Abbildung 7 nochmals grafisch aufgearbeitet.

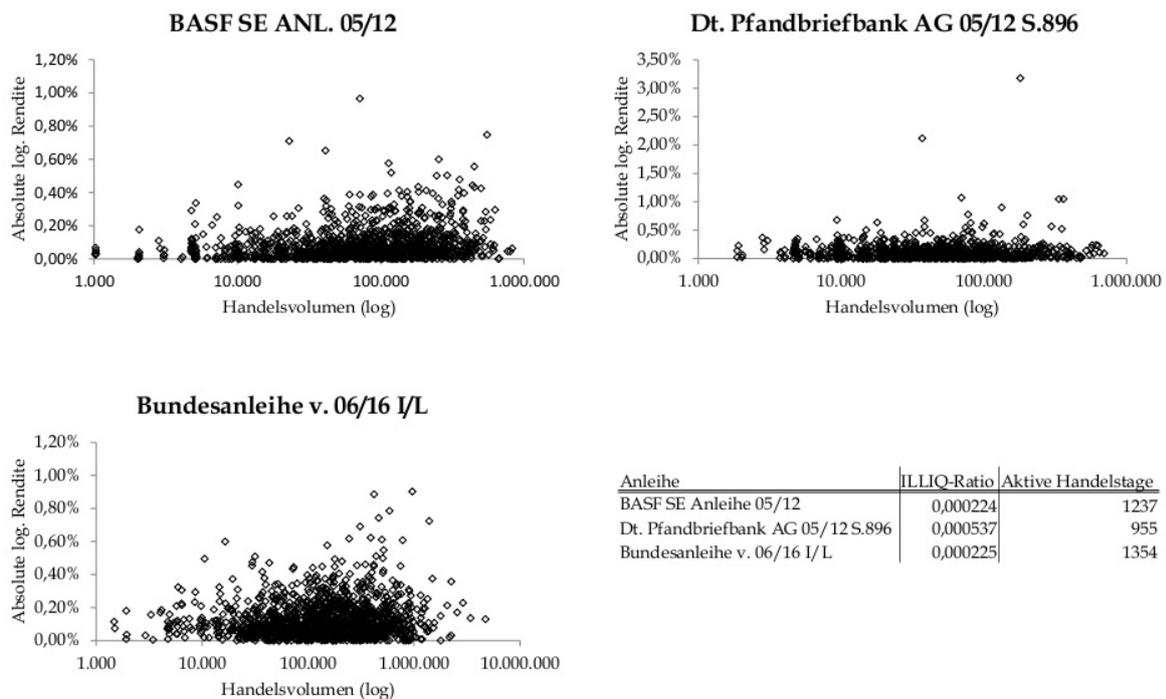


Abbildung 7: Handelsvolumen/Rendite-Verhältnis

Diese Ergebnisse stehen im Kontrast zu den Ergebnissen nach Bangia et al. (1999). In beiden Modellen weist zwar der Pfandbrief das schlechteste Ergebnis auf, aber im Modell nach Bangia et al. (1999) sind die Marktliquiditätsrisiken der Staatsanleihe

deutlich geringer als die der Unternehmensanleihe. Dies ist im Modell nach Amihud (2002) nicht der Fall. Um nun detaillierter den Zusammenhang zwischen täglichen Handelsvolumen und absoluter, logarithmischer Tagesrendite zu beleuchten, bietet es sich zunächst an, die Korrelation zu untersuchen. Ein hoher Korrelationskoeffizient würde bedeuten, dass bei niedrigen Handelsvolumen  $VOL_{i,t}$  ein betragsmäßig hoher Wert für  $r_{i,t}$  ausgeschlossen werden kann. Das untersuchte Wertpapier wäre somit liquide, da relativ kleine Handelsvolumen keine großen Wertänderungen zur Folge hätten. Für die drei beispielhaft untersuchten Anleihen sind die Ergebnisse in Tabelle 3 dargestellt.

Anleihe	Korrelationskoeffizient	Kovarianz
BASF SE ANL. 05/12	0,2323	27,5336
Dt. Pfandbriefbank 05/12 S.896	0,1033	15,7395
Bundesanleihe v. 06/16 I/L	0,0885	32,7754

Tabelle 3: Korrelationskoeffizient & Kovarianz des Handelsvolumens und der Rendite

Wie anhand dieser Daten ersichtlich ist, korrelieren tägliches Handelsvolumen  $VOL_{i,t}$  und absolute Rendite  $r_{i,t}$  nur unzureichend. Somit ist eine hinreichende Korrelation nicht gegeben und es kann nicht mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden, dass bei niedrigem Handelsvolumen große Werte für  $|r_{i,t}|$  auftreten. Dies entspricht auch den Beobachtungen. Da aber davon auszugehen ist, dass hohe Handelsvolumen zumindest mit hohen Erwartungswerten und hohen Standardabweichung für  $|r_{i,t}|$  einhergehen, drängt es sich auf die Verteilung der Renditen innerhalb zu definierender Handelsvolumenintervalle zu untersuchen. Hierzu sind alle beobachteten Daten in regelmäßige und gleichgroße Intervalle eingeteilt worden und es wird die Verteilung von  $|r_{i,t}|$  je Intervall untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zu finden.

#### BASF SE ANL. 05/12

Intervall [I]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\mu_I$ [in %]	0,0697	0,1033	0,1038	0,1327	0,1168	0,1993	0,0833	0,0462	0,0550
$\sigma_I$ [in %]	0,0872	0,1026	0,1102	0,1226	0,1342	0,1961	0,1994	N/A	0,0139

#### Dt. Pfandbriefbank 05/12 S.896

Intervall [I]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\mu_I$ [in %]	0,1131	0,1362	0,1298	0,2031	0,0552	0,1422	0,1659	N/A	N/A
$\sigma_I$ [in %]	0,1418	0,3008	0,1443	0,3127	0,0427	0,0709	0,0775	N/A	N/A

#### Bundesanleihe v. 06/16 I/L

Intervall [I]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\mu_I$ [in %]	0,1196	0,1309	0,1543	0,1468	0,1313	0,1123	0,1969	0,1868	0,0747
$\sigma_I$ [in %]	0,1007	0,1152	0,1593	0,1195	0,1605	0,0908	0,1994	0,1639	0,1057

Tabelle 4: Erwartungswert & Standardabweichung der abs. Renditen je Handelsvolumenintervall

An den Ergebnissen ist deutlich ersichtlich, dass in Intervallen mit höheren Handelsvolumen tendenziell große Werte für Erwartungswert und Standardabweichung auftreten (vgl. Holthausen et al.; 1987, p.244). Allerdings sei einschränkend angemerkt, dass sich bei der Unternehmensanleihe und dem Pfandbrief in den Intervallen 6-9 und bei der Staatsanleihe in den Intervallen 8-9 nur noch sehr wenige Datenpunkte befinden und die Ergebnisse dieser Intervalle nur bedingt repräsentativ sind. Anhand der Auswertung ist ersichtlich, dass sich je nach betrachtetem Handelsvolumenintervall sowohl der Erwartungswert als auch die Standardabweichung von denen der gesamten beobachteten Daten stark unterscheiden. Die unter Berücksichtigung aller Daten festgestellten Erwartungswerte und Standardabweichungen betragen für die Unternehmensanleihe  $\mu = 0,0860\%$  sowie  $\sigma = 0,1004\%$ , für den Pfandbrief  $\mu = 0,1182\%$  sowie  $\sigma = 0,1764\%$ , und für die Staatsanleihe  $\mu = 0,1274\%$  sowie  $\sigma = 0,1147\%$ . Der Vergleich der Dichtefunktion der Gesamtmenge und des am stärksten abweichenden Intervalls in Abbildung 8 verdeutlichen diese Diskrepanz.

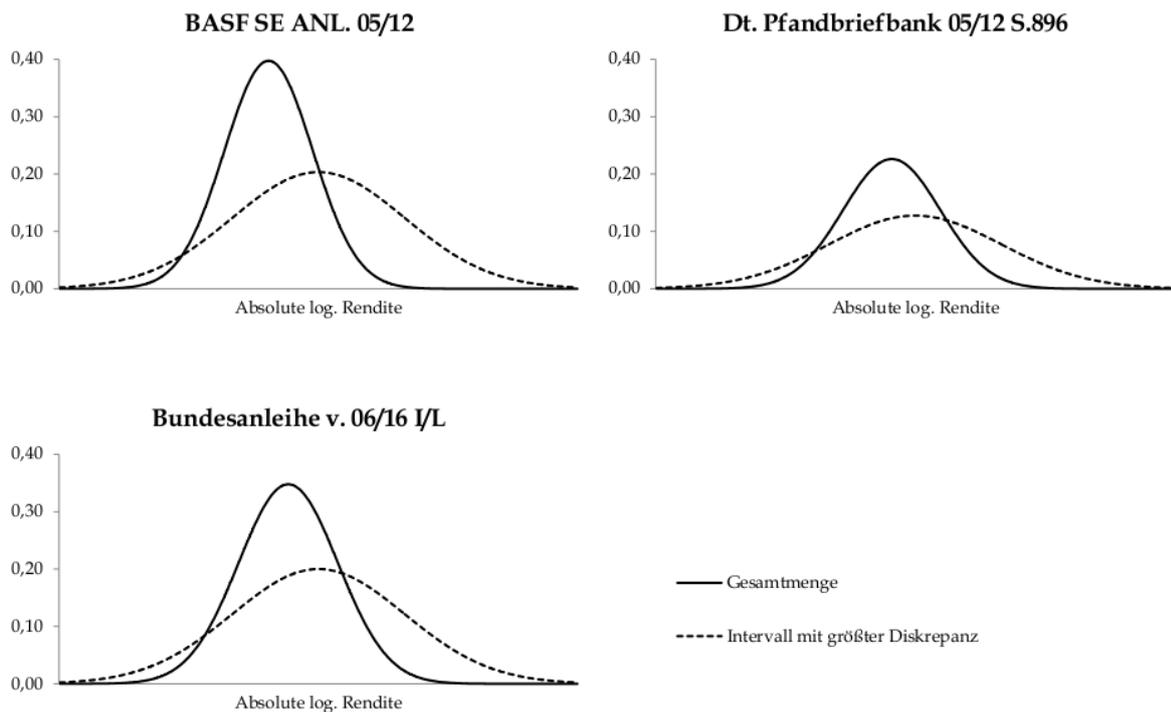


Abbildung 8: Diskrepanz der Dichten von Gesamtmenge & Intervall

Um der Diskrepanz von Erwartungswert und Standardabweichung zwischen Gesamtmenge und Intervallen der beobachteten Daten Rechnung zu tragen, lässt sich der parametrische Ansatz des VaR-Konzeptes modifizieren. Der parametrische Ansatz ist prinzipiell gegeben durch:

$$P - VaR = P_t \cdot e^{(\mu - 2,3263\sigma)} \quad (27)$$

Dieser Ansatz wird zur Berücksichtigung des exogenen Marktliquiditätsrisikos durch  $\eta_{Vol_{i,t}}$  und  $\rho_{Vol_{i,t}}$  erweitert, um die Abhängigkeit des Erwartungswertes und der Standardabweichung vom Handelsvolumen  $Vol_{i,t}$  widerzuspiegeln.

$$LiqAdj - VaR = P_t \cdot e^{[(\mu \cdot \eta_{Vol_{i,t}}) - 2,3263\sigma \cdot \rho_{Vol_{i,t}}]} \quad (28)$$

Für die Unternehmensanleihen erhält man unter Ausschluss der Intervalle 6-9, beispielsweise durch lineare Regression (Methode kleinster Quadrate; MkQ), für  $\eta_{Vol_{i,t}}$  und  $\rho_{Vol_{i,t}}$  folgende vom Handelsvolumen  $Vol_{i,t}$  abhängige Werte:

$$\eta_{Vol_{i,t}} = \frac{0,0000002\% \cdot Vol_{i,t} + 0,06\%}{\mu}$$

$$\rho_{Vol_{i,t}} = \frac{0,0000002\% \cdot Vol_{i,t} + 0,07\%}{\sigma}$$

Das Bestimmtheitsmaß für  $\eta_{Vol_{i,t}}$  beträgt  $R^2 = 0,7722$  und für  $\rho_{Vol_{i,t}}$  beläuft es sich  $R^2 = 0,8320$ . Der auf den ersten Blick kleine Faktor im Zähler rührt von den hohen, für Anleihen üblichen Stückelungen her. Durch die Anpassung des Erwartungswertes und der Standardabweichung an die Handelsvolumina kann der exogenen Komponente der Marktliquiditätsrisiken Rechnung getragen werden. Solch einen linearen Zusammenhang zwischen Marktliquiditätsrisiken und Handelsvolumen unterstellen auch Almgren und Chriss (2001). Es ist einem Händler somit möglich seine Risikopositionen an turbulenten Tagen mit hohem Handelsvolumen, beispielsweise bei Veröffentlichung wichtiger Wirtschaftsdaten, realistischer zu bewerten.

Da die Steuerung der Risiken mit Hilfe des VaR-Konzeptes geschieht, gelten selbstverständlich auch alle Mängel des VaR-Konzeptes. Hierzu gehören beispielsweise die Annahme von normalverteilten Renditen, die begrenzte Aussagekraft historischer Daten oder die nicht in jedem Fall gegebene Subadditivität von Einzelpositionen. Daneben kann das Modell, eben so wenig wie die ILLIQ-Ratio von Amihud (2002), darüber Auskunft geben, wie die exogene Risikokomponente verursacht wird. Zu den Vorteilen dieses Modells gehören andererseits die geringe benötigte Datenbasis (vgl. Bangia et al.; 1999) und somit die Eignung für langfristige Untersuchungen. Weitere Vorteile sind die einfache Handhabung und die leichte Integration in bestehende VaR-Konzepte. Auch kann die jeweilige exogene Komponente der Markttiefe getrennt vom Marktpreisrisiko als Differenz des normalen VaR und des LiqAdj-VaR betrachtet werden.

Im Folgenden wird nun die endogene Komponente der Markttiefe näher beleuchtet.

## 4.2.2 Risikomodellierung der endogenen Komponente

In seinem im Jahr 2000 erschienenen Artikel „Breaking the silence“ versucht Berkowitz die Geschehnisse der Russlandkrise zu analysieren und die endogene Komponente der Markttiefe zu quantifizieren sowie in bestehende VaR-Modelle zu integrieren. Hierzu wird gleich zu Beginn das endogene Marktliquiditätsrisiko der Markttiefe definiert: „[market] liquidity risk is the uncertain change in portfolio value caused by liquidating assets to meet future cash requirements, above and beyond exogenous changes in factor prices“ (Berkowitz; 2000, p.106). Somit gibt die endogene Komponente nach Berkowitz den „Seller Impact“ auf den Preis wieder und ist mit unserer Vorstellung der endogen ausgelöste adverse Preisbewegung fast deckungsgleich.

Zunächst wird die gegebene Dichtefunktion des Nettovermögens  $Y_t$  eines Wertpapierportfolios im Zeitpunkt  $t$  beschrieben. Hierzu wird angenommen, dass  $h$  exogene Faktoren  $x_t$  in Verbindung mit einer Preisfunktion  $P(x_t)$  den Wert des Portfolios abbilden. Somit stellt dieses Preisbildungsmodell den Wert aller Titel des Portfolios als Funktion der Faktoren dar. Zu diesen exogenen Faktoren zählen beispielsweise das allgemeine Zinsniveau, die konjunkturelle Situation oder auch Devisenkurse. Selbstverständlich lässt sich dieses Modell auch auf ein einzelnes Wertpapier, d.h. ein Portfolio mit nur einem Titel, anwenden. Nun lässt sich für den Zeitpunkt  $t + 1$  schließen:

$$Y_{t+1} = Q_t' P(x_{t+1}) + e_t \quad (29)$$

In diesem ersten Bewertungsmodell stellt  $Q_t'$  den transponierten  $N \times 1$  Vektor  $Q_t$  der einzelnen Portfoliopositionen dar. Den  $N$  Wertpapieren sind die  $h$  exogenen Faktoren zuzuordnen.  $e_t$  spiegelt das unsystematische Risiko des Portfolios wider.

Des Weiteren wird für die kumulative Verteilungsfunktion  $\hat{Y}_{t+1}$  angenommen, dass sie sich aus der Verteilungsfunktion der Faktoren  $\hat{x}_{t+1}$  näherungsweise bestimmen lässt. Folglich ergibt sich durch Simulation der Faktoren die Verteilungsfunktion:

$$\hat{Y}_{t+1} = Q_t' P(\hat{x}_{t+1}) \quad (30)$$

Außerdem wird im Ansatz nach Berkowitz (2000) angenommen, dass die eigenen im Portfolio gehaltenen Wertpapierpositionen  $Q_t$  keinen Einfluss auf die Preisfunktion haben.

Die Aufgabe des Händlers ist nun, die Menge  $M_t$  aus dem Portfoliobestand so zu veräußern, dass die Preise des verbleibenden Portfoliobestands möglichst unberührt

durch den Verkauf bleiben und zeitgleich der Ertrag  $G_t$  maximiert wird. Der Händler kann hierzu die komplette zu veräußernde Menge  $M_t$  in Orders mit der Größe  $V_t$  teilen.

$$\max G_t = \max \left[ \sum_t^T P_t V_t \right] \quad \text{unter der Bedingung:} \quad \sum_t^T V_t = M_t \quad (31)$$

Demnach lässt sich die Preisbildung nach einer Verkaufsoffer, unter Berücksichtigung der endogen ausgelösten Preisbewegung  $-\zeta V_t$ , beschreiben durch:

$$P_t = P_{t-1} - \zeta V_t + x_t \quad (32)$$

Für eine Kauforder gilt analog  $+\zeta V_t$ . Unter diesen Bedingungen gilt im Marktgleichgewicht, dass die optimale Verkaufsstrategie  $V_t^* = M_t/T$  ist (Bertsimas und Lo; 1998). Somit ergibt sich als Erwartung für die Preisentwicklung einer Portfolioposition:

$$\hat{P}_{t+1} = P_t + x_{t+1} - \zeta V_t^* \quad (33)$$

Folglich ist für das gesamte Portfolio zu erwarten, dass gilt:

$$\hat{Y}_{t+1} = Q_t' \hat{P}_{t+1} = Q_t' (P_t + x_{t+1} - \zeta V_t^*) \quad (34)$$

Der erste Teil des Terms  $Q_t' (P_t + x_{t+1})$  spiegelt die exogene Komponente wider, der zweite Teil  $Q_t' (-\zeta V_t^*)$  hingegen die endogene Komponente. Innerhalb dieses Modells lässt sich der Liquiditätskoeffizient  $\zeta$  der endogenen Komponente durch Regression und unter Zuhilfenahme historischer Daten des Portfolios relativ einfach schätzen mit:

$$P_{t+1} - P_t = a - \zeta V_t^* + x_{t+1} + \varepsilon_t \quad (35)$$

Außerdem ist der Erwartungswert für das Portfolio unter Berücksichtigung der endogenen Komponente ermittelbar durch:

$$E_t(Y_{t+1}) = Q_t' (P_t - \zeta E(V_t^*) + E(x_{t+1})) \quad (36)$$

Die durch die eigene Handelsaktivität zusätzliche Varianz lässt sich beschreiben durch:

$$Q_t' (\text{var} [\zeta V_t]) Q_t \quad (37)$$

Die durch das Modell nach Berkowitz (2000) erhaltenen Werte für den Erwartungswert und die Varianz lassen sich relativ einfach und nahtlos in ein parametrisches VaR-Modell einfügen. Auch ist anzumerken, dass dieses Modell durch die Verwendung historischer Portfoliodaten neben der Markttiefe zwangsläufig auch die Marktbreite berücksichtigt. Die Daten vergangener Transaktionen im Portfolio enthalten gezwungenermaßen auch die realisierte Geld-Brief-Spanne (vgl. Loebnitz; 2006, p.74).

In seinem Artikel untersuchte Berkowitz (2000) mit Hilfe seines Modells vier verschiedene Portfolios (Aggressive growth, growth, growth & income und precious metals). Diese Portfolios setzen sich wiederum aus den aggregierten Daten von über 500 US Investmentfonds zusammen. Als Ergebnis dieser Untersuchung lässt sich festhalten, dass für das Portfolio „Aggressive growth“ nur minimale Marktliquiditätsrisiken im Zeitraum von Juni 1999 bis Januar 2000 bestanden. Die Marktliquiditätsrisiken der Portfolios „Growth“ und „Growth and income“ waren hingegen (fast) nicht existent. Im Kontrast hierzu steht das „precious metal“ Portfolio mit deutlich ersichtlichem Marktliquiditätsrisiko. Die Abbildung gibt den LiqAdj-VaR als gestrichelte Linie wieder, den P-VaR hingegen als durchgezogene Linie.

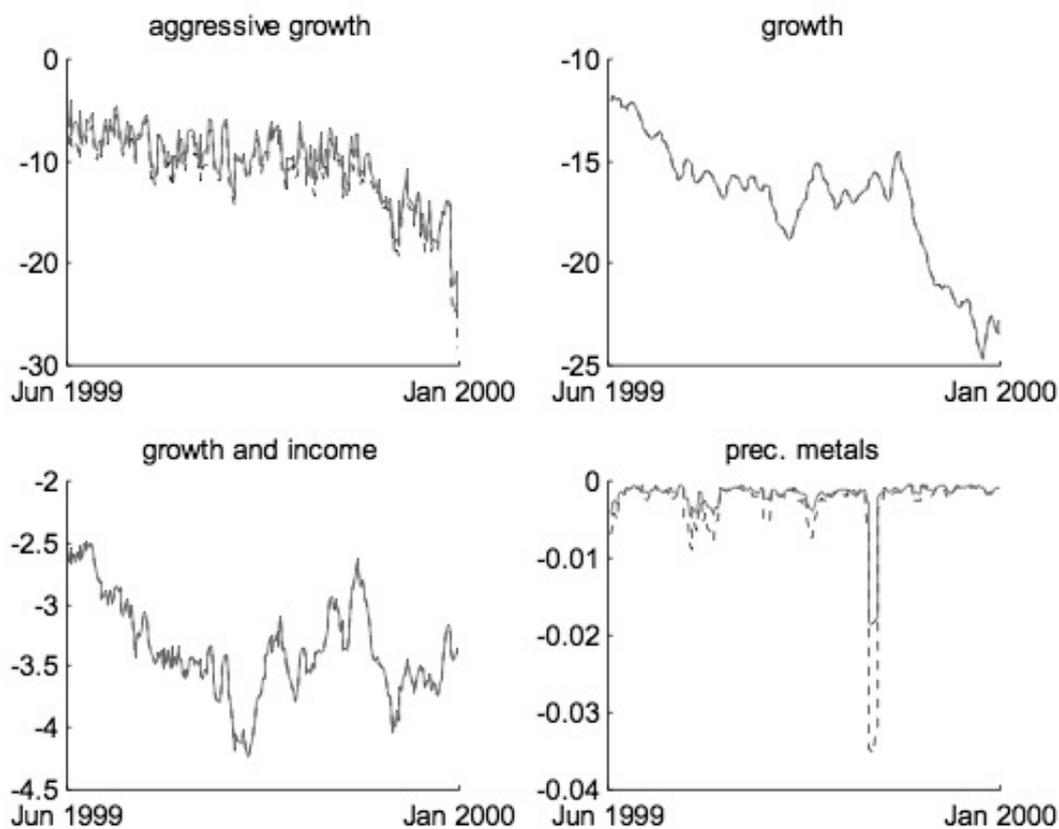


Abbildung 9: Vergleich des VaR mit und ohne Marktliquiditätsrisiko (Berkowitz; 2000)

Dieses Ergebnis lässt sich durch das für US Aktienmärkte relativ ruhige Jahr 1999 erklären. In den Jahren 1998–1999 standen vielmehr Russland und Brasilien im Fokus

der Investoren. Beide Länder sind große Rohstoffproduzenten und haben folglich großen Einfluss auf die Rohstoffmärkte; den für Edelmetalle eingeschlossen. Insofern sind die Ergebnisse von Berkowitz (2000) nicht aussagekräftig genug. Ein Vergleich von US-Anleihen mit Anleihen Russlands oder Brasiliens wäre hinsichtlich der Marktliquiditätsrisiken im Jahr 1999 aufschlussreicher gewesen.

Dennoch ist das Modell an und für sich attraktiv. Für die Verwendung des Ansatzes sprechen unter Anderem die relativ einfache Handhabung und die geringe benötigte Datenmenge. Ähnliche Modelle, bspw. der Ansatz von Jarrow und Subramanian (1997), erfordern wesentlich detaillierte Daten, welche insbesondere für lange Zeitreihen oft nicht verfügbar sind. Des Weiteren spricht die relativ gute Definition und Erfassung der endogenen Komponente des Marktliquiditätsrisikos für das Modell nach Berkowitz (2000). Von Nachteil ist hingegen, dass die exogene nicht präzise von der endogenen Komponente getrennt werden kann, da die historischen Daten beide Komponenten enthalten. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die unter normalen Marktumständen gewonnenen Daten des „Seller Impact“ bei extremen, durch den Markt gesetzten Rahmenbedingungen Bestand haben.

Der folgende Abschnitt befasst sich mit der Markt elastizität. Demnach also mit welcher Geschwindigkeit der Marktpreis nach einer adversen Preisbewegung zum Gleichgewichtspreis zurückkehrt. Es wird auch aufgezeigt, wie sich diese Zeitspanne quantifizieren lässt um die Markt elastizität schlussendlich in ein VaR-Modell zu integrieren.

### 4.3 Die Markt elastizität

Wie bereits bekannt ist, beschreibt die Markt elastizität, wie lange es dauert bis der Marktpreis nach einer adversen Preisbewegung wieder auf das Marktgleichgewichtsniveau zurückkehrt (Kyle; 1985). Um die Markt elastizität messbar zu machen, muss zunächst definiert werden, was eine „große“, den Preis beeinflussende Order ist. Holthausen et al. (1987) nennen zwecks der Quantifizierung zunächst drei Möglichkeiten:

**Prozentualer Anteil** der Order am insgesamt ausgegebenen Kapital,

**Verhältnis der Order** zum durchschnittlichen täglichen Handelsvolumen,

**Absoluter Gegenwert** der Order.

Durch ihre Forschung kommen Holthausen et al. (1987) aber zu dem Ergebnis, dass lediglich die ersten beiden Möglichkeiten hinreichende Aussagekraft besitzen. Sie geben aber keinerlei absolute Größen an; diese müssten erwartungsgemäß auch von Markt zu Markt variieren. Nach einer solchen Quantifizierung großer Orders stellt sich zunächst die Frage, wie der Preis bei Ausführung einer solchen Order reagieren wird. Hierbei wird nach Holthausen et al. (1987) zwischen temporären und permanenten Preiseffekten unterschieden. Diese Unterscheidung ist auch bei Hisata und Yamai (2000) zu finden. Temporäre Effekte verschwinden nach einiger Zeit bzw. nach einigen Orders wieder, permanente Effekte haben einen andauernden Effekt auf den Preis. Dieses Zusammenspiel wird in Abbildung 10 dargestellt.

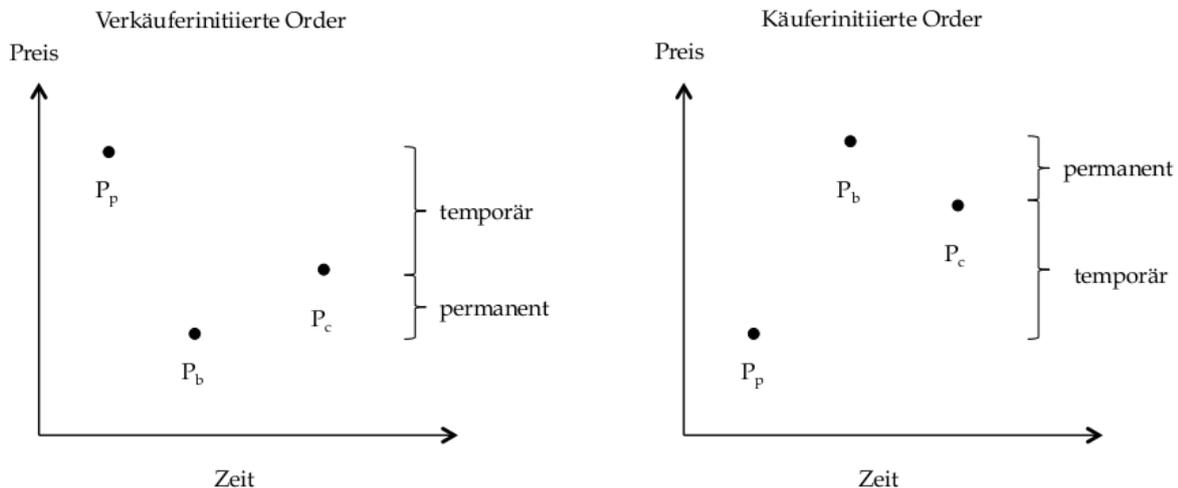


Abbildung 10: Permanente & temporäre Preiseffekte (Holthausen et al.; 1987)

$P_p$  ist hierbei der Marktpreis direkt vor Orderausführung,  $P_b$  der Preis zu dem die Order abgewickelt wird und  $P_c$  der neue Gleichgewichtspreis nach Orderausführung. Der temporäre Preiseffekt wird gemessen durch  $\ln \frac{P_b}{P_c}$ , der permanente Preiseffekt hingegen durch  $\ln \frac{P_c}{P_p}$ . Hieraus ergibt sich der komplette Preiseffekt als  $\ln \frac{P_b}{P_p}$ . Als Gründe für diese Preiseffekte werden die (Opportunitäts-)Kosten einer unverzüglichen Orderausführung, unelastische Angebots- bzw. Nachfragekurven und Informationsasymmetrien genannt.

Holthausen et al. (1987) stellen in ihren Untersuchungen fest, dass temporäre Preiseffekte bei verkäuferinitiierten Orders überwiegen, wohingegen bei käuferinitiierten Orders die permanenten Effekte überwiegen sollen. Dies wird dadurch begründet, dass die Verkäufer bei käuferinitiierten Orders eine Art Prämie zusätzlich zum Marktpreis erwarten. Bei verkäuferinitiierten Orders erwarten die Käufer am Markt hingegen einen Preisnachlass ggb. dem Marktpreis. Dieser Preisnachlass ist aber nur temporär.

Eine naheliegende Methode die Dauer der temporären Preiseffekte zu messen ist, die Marktpreise direkt vor und direkt nach einer großen Order zu beobachten, um festzustellen wie viele Preisfeststellungen nötig sind bis ein neuer Gleichgewichtspreis gefunden ist. Eine solche Auswertung empirischer Daten ist bei Holthausen et al. (1990) zu finden. Zur Quantifizierung dieses Zusammenhangs wird zunächst eine Benchmarkrendite  $r_{ben}$  kalkuliert.  $r_{ben}$  ergibt sich aus allen  $N$  beobachteten Orders, die in der zehn Zeitpunkte umfassenden Benchmarkperiode von  $t = -20$  bis  $t = -11$  gehandelt worden sind:

$$r_{ben} = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^N \frac{1}{10} \sum_{t=-20}^{-11} (r_{b,t}) \quad (38)$$

Mit Hilfe dieser Benchmarkrendite  $r_{ben}$  wird nun die durchschnittliche, die Benchmarkrendite übersteigende, Exzessrendite  $r_{ex,t}$  der größten  $B$  Orders ( $B \in N$ ) festgestellt. Es wurden jeweils fünf Orderperioden vor und nach den großen Orders in  $t = 0$  betrachtet und somit ist  $t = -5, \dots, +5$  gegeben:

$$r_{ex,t} = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (r_{b,t} - r_{ben}) \quad (39)$$

Dieses Vorgehen lässt sich, mit der Benchmarkrendite auf 0-Niveau skaliert, wie folgt darstellen:

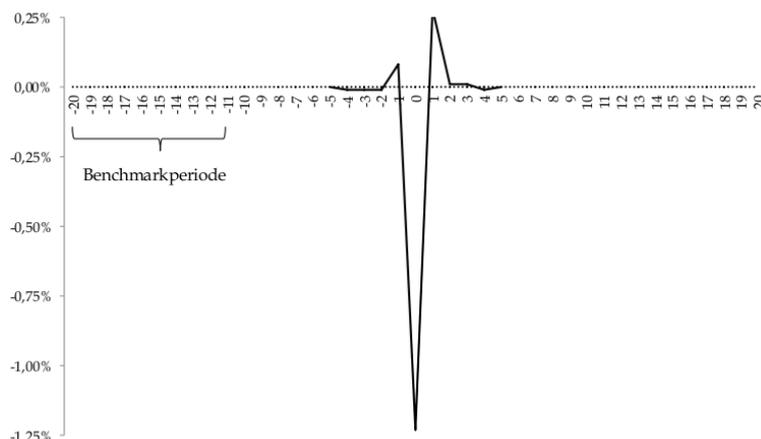


Abbildung 11: Prinzipialskizze der Benchmark- und Exzessrenditen

Man kam zu dem Ergebnis, dass ein neuer Gleichgewichtspreis bei verkäuferinitiierten Orders nach drei folgenden Transaktionen gefunden wird. Dabei geschieht die größte Annäherung an den Gleichgewichtspreis in nur einer Transaktion. Bei käuferinitiierten Orders hingegen wird der neue Gleichgewichtspreis schon nach nur einer Transaktion gefunden. Holthausen et al. (1990) stellen somit einen signifikanten Zusammenhang zwischen Preiseffekt und Ordergröße fest. Mit dieser Methodik wurden für verkäuferinitiierte Orders die in Tabelle 5 zusammengefassten Werte festgestellt.

t=	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$r_{ex,t}$ [in %]	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,08	-1,23	0,28	0,01	0,01	-0,01	-0,00

Tabelle 5: Durchschnittliche Exzessrendite  $r_{ex,t}$  in  $t = -5, \dots, +5$  (vgl. Holthausen et al.; 1990, p.78)

Anhand dieser Ergebnisse ist ersichtlich, dass nach Handel der großen Order in  $t = 0$  ein neuer Gleichgewichtspreis schnell gefunden wird. Die größte Annäherung an den neuen Gleichgewichtspreis geschieht fast augenblicklich in  $t = 1$ . Der temporäre Preiseffekt wird somit sehr schnell aufgehoben. Durch diese neuere Untersuchung kann die Aussage der ersten Veröffentlichung (Holthausen et al.; 1987), bezüglich des Überwiegens der temporären Preiseffekte bei verkäuferinitiierten Orders, nicht aufrecht erhalten werden. Die Aussage bezüglich käuferinitiiertter Orders erwies sich dahingegen als korrekt; auch hier überwiegen die permanenten Effekte auf den Preis.

Aus den Ergebnissen von Holthausen et al. (1987, 1990) und unter Zuhilfenahme des Market Impact Modells von Almgren und Chriss (2001) folgern Hisata und Yamai (2000) richtigerweise, dass es sich bei Betrachtung der Marktliquidität mehr um ein Kostenoptimierungsproblem und weniger um ein Marktliquiditätsproblem handelt. Die Marktliquiditätsrisiken, die bei Ausführung großer Orders auftreten, sind bereits in der Analyse der Marktbreite und Markttiefe erfasst. Bei Betrachtung der Marktliquidität geht es hingegen um die optimale Ausführung mehrerer Orders bzw. um die optimale Aufteilung einer großen in mehrere kleine Orders. Dennoch ist eine Untersuchung der Marktliquidität interessant um die Möglichkeit der Aufteilung von Orders widerzuspiegeln, da dies einer Minimierung des Marktliquiditätsrisikos gleich kommt.

Hierzu definieren Hisata und Yamai (2000) den für den Marktteilnehmer möglichen erzielbaren (Verkaufs-)Preis  $\tilde{P}_k$  in einem zeitdiskreten Modell. In diesem zeitdiskreten Modell wird zunächst angenommen, dass der zur Verfügung stehende Verkaufszeitraum in  $N$  Zeitpunkte  $(t_0, \dots, t_N)$  unterteilt wird. Innerhalb dieses Verkaufszeitraums wird ferner nur zu jedem Zeitpunkt  $t_k$  ( $k = 0, \dots, N$ ) gehandelt. Die Gesamtorder wird gleichmäßig auf die Handelszeitpunkte  $t_k$  aufgeteilt und somit gilt:

$$\tilde{P}_k = P_0 + \underbrace{\sigma \sum_{j=1}^k \tau^{\frac{1}{2}} \xi_j}_1 + \underbrace{\pi t_k}_2 - \underbrace{\gamma(Z - z_k) - \beta - \iota v_k}_3 \quad (40)$$

Hierbei wird im ersten Teil des Terms die normale Preisbewegung, d.h. das Marktpreisrisiko, als arithmetische Zufallsbewegung modelliert.  $\sigma$  ist die Standardabweichung des Preises,  $\tau$  das Zeitintervall zwischen den einzelnen Orders und  $\xi_j$  sind normalverteilte, unabhängige Zufallsvariablen. Zusätzlich gibt  $\pi$  den Drift des Preises wieder. Der zweite Teil des Terms gibt den permanenten Preiseffekt auf die noch im Portfolio befindlichen Wertpapiere wieder.  $Z$  ist der anfängliche Bestand,  $z_k$  ist die bereits gehandelte Menge und  $\gamma$  der Koeffizient des permanenten Preiseffektes. Der dritte Teil der Gleichung spiegelt den temporären Preiseffekt wider. Hierbei ist  $\beta$  der temporäre Abschlag innerhalb der Geld-Brief-Spanne,  $\iota$  der Koeffizient des temporären Preiseffekts und  $v_k$  die Größe der aktuell auszuführenden Order. Bei dieser Bestimmung des möglichen Preises  $\tilde{P}_k$  handelt es sich um eine Verkauforder, bei einer Kauforder sind die Termteile zwei und drei zu addieren statt zu subtrahieren, da die Preise bei großen Käufen steigen müssen.

Die Kosten, die aufgrund der Marktliquiditätsrisiken entstehen, lassen sich nun als Differenz zwischen dem anfänglichen Portfoliowert  $ZP_0$  und der im Verkauf erzielten Erlöse darstellen:

$$C = ZP_0 - \sum_{k=1}^N n_k \tilde{P}_k \quad (41)$$

Aus diesen Kosten  $C$  lässt sich nun der Erwartungswert  $E(C)$  und Varianz  $V(C)$  folgern:

$$E(C) = -\mu \sum_{k=1}^N \tau z_k + \frac{1}{2} \gamma Z^2 + \beta Z + \left( \iota + \frac{1}{2} \gamma \tau \right) \sum_{k=1}^N \tau v_k^2 \quad (42)$$

$$V(C) = \sigma \sum_{k=1}^N \tau v_k^2 \quad (43)$$

In der Praxis gilt es nun, den Erwartungswert und die Varianz der Kostenfunktion zu minimieren, um nach Möglichkeit den anfänglich fairen Wert  $ZP_0$  zu erzielen bzw. um bei einem Kauf nicht zu teuer zu kaufen.

Hisata und Yamai (2000) definieren ihren LiqAdj-VaR, unter Annahme der Normalverteilung, dem Konfidenzniveau  $\alpha$  und der optimalen Orderausführung, im zeitdiskreten Marktmodell daher als:

$$LiqAdj - VaR = N_\alpha \sqrt{V(C)} \quad (44)$$

Mit diesem Modell kamen Hisata und Yamai (2000) zusammengefasst zu der Feststellung, dass der konventionelle VaR die Risiken bei liquiden Titeln überschätzt und bei illiquiden Titeln tendenziell unterschätzt.

Das Modell nach Hisata und Yamai (2000) beinhaltet nahezu alle Aspekte der Marktliquiditätsrisiken und spiegelt die tatsächlichen Risiken auch sehr gut wider, dennoch ist es an einigen Stellen problematisch. So kann bei Modellierung der Preisbildungsfunktion für  $P_k$  weder eine genaue Trennung zwischen den einzelnen Komponenten (Markttiefe / Marktbreite / Marktelaastizität) noch eine genaue Differenzierung nach der jeweiligen Ursache (exogen / endogen) erkannt werden. Es scheint, als wenn nur die endogenen Ursachen betrachtet werden. Deshalb kann folglich nach Integrierung der Preisbildungsfunktion in ein VaR-Modell auch keine Aussage über die Ursache und Herkunft eines steigenden oder fallenden VaR getroffen werden. Auch ist die dafür benötigte Datenmenge nicht ohne weiteres verfügbar.

## 5 Fazit

Rückblickend sind alle vorgestellten Modelle sehr gut geeignet um die jeweilige untersuchte Komponente des Marktliquiditätsrisikos zu erfassen. Oftmals ist die betrachtete Komponente (Bangia et al.; 1999; Amihud; 2002) sehr genau beschrieben und abgegrenzt, allerdings gelingt dies gerade bei den komplexeren Modellen (Angelidis und Benos; 2006; Berkowitz; 2000; Hisata und Yamai; 2000) nicht immer reibungslos. Daher sollte das Hauptaugenmerk in Zukunft darauf gelegt werden Modelle zu schaffen, die zwar alle Komponenten möglichst genau erfassen, gleichzeitig aber auch genügend Trennschärfe besitzen diese untereinander abzugrenzen. Die Modelle von Torre und Ferrari (1999), Hisata und Yamai (2000) sowie Almgren und Chriss (2001) schaffen es (fast) alle Komponenten zu erfassen, es mangelt ihnen aber leider an genügend Abgrenzung. Der Versuch aller Modelle sich in bestehende VaR-Modelle zu integrieren, ist als sehr positiv und praxisrelevant zu bewerten. So sollte es nahezu jeder Bank in Zukunft gelingen das Marktliquiditätsrisiko in ihre bestehenden Systeme zu integrieren.

Diese bisher unpräzise und uneinheitliche Darstellung hat auch Auswirkungen auf die aufsichtsrechtliche Behandlung des Marktliquiditätsrisikos. Wie durch die durchgeführten Untersuchungen der exogenen Komponenten der Marktbreite und der Markttiefe offensichtlich geworden ist, spiegeln die aufsichtsrechtlichen Rahmenbedingungen die festgestellten Marktliquiditätsrisiken nicht korrekt wider. Der eigentlich als sicher geltende Pfandbrief hat in jeder unserer Untersuchungen schlechtere Resultate als die Unternehmensanleihe erzielt. Es gilt demnach für die Aufsicht geeignete Liquiditätsmaße zu finden, statt pauschale Aussagen zu treffen. Insbesondere unter Berücksichtigung der momentan anstehenden Umsetzung von Basel III auf europäischer Ebene durch CRD IV (Capital Requirements Directive), welche Staatsanleihen und Pfandbriefe gegenüber Unternehmensanleihen massiv bevorzugt, ist diese Pauschalierung nicht tragfähig.

Sollte dieser Entwurf nicht präziser formuliert und mit quantitativen Argumenten unterlegt werden, kann es zu einem Crowding Out des Sektors für Unternehmensanleihen kommen. Dies würde die Refinanzierung für Nicht-Finanzunternehmen immens verteuern. Auch würde das Risiko der Banken bei Fokussierung auf einige wenige Anlageklassen wie Staatsanleihen und Pfandbriefe steigen, da die Diversifikationsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Dies könnte laut einem Artikel des Wall Street Journal (2011) im schlimmsten Fall auch zu einer Blase im Staatsanleihensektor führen. Hierzu tragen die Nullgewichtung von Staatsanleihen und die Eingruppierung als Aktiva der Stufe 1 im Rahmen des Liquidity Coverage Ratio bei. Die aktuellen und geplanten aufsichtsrechtlichen Rahmenbedingungen verleiten Banken gerade dazu, gemäß Aufsichtsrecht scheinbar risikolosen Staatsanleihen anzuhäufen. So merkt der ehemalige Privatkunden-Vorstand der Commerzbank AG, Achim Kassow, trocken an:

*„The regulatory incentive which results from the 0% risk weight is apparent: banks in Member States are effectively encouraged to place their most liquid assets into the worst possible government debt, maximizing the yield with a regulatory capital requirement of zero.“* Dieser Trend der gesetzlich geforderten Anhäufung von Risiken ist besorgniserregend. Demnach gilt zu hoffen, dass die Forschung zur Quantifizierung der Marktliquiditätsrisiken schnell voranschreitet und in die Gesetzgebung einfließt. Den Entwurf zu CRD IV gilt es vor Implementierung in EU-Recht und in nationale Gesetze grundlegend zu überarbeiten.

Leider ist dies laut Berichten der Financial Times (2012) nicht angedacht und die Aufsichtsorgane wollen an ihrem bisherigen Entwurf zu CRD IV festhalten. Trotzdem scheint es, als wollten die Aufsichtsbehörden eine zeitlich begrenzte Verletzung des LCR zulassen, wenn die entsprechende Bank darlegen kann, wie sie sich aus dieser Situation befreien will.

## Literaturverzeichnis

- Almgren, R. und Chriss, N. (2001). Optimal execution of portfolio transactions, *Journal of Risk* .
- Amihud, Y. (2002). Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects, *Journal of Financial Markets* **1**(5): 31–56.
- Amihud, Y. und Mendelson, H. (1986). Asset pricing and the bid-ask spread, *Journal of Financial Economics* (17): 223–249.
- Angelidis, T. und Benos, A. (2006). Liquidity adjusted value-at-risk based on the components of the bid-ask spread, *Applied Financial Economics* **16**(11): 835–851.
- BaFin (2011). Jahresbericht 2010, Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht, Bonn.
- Bangia, A., Diebold, F. X., Schuermann, T. und Stroughair, J. D. (1999). Modeling liquidity risk, with implications for traditional market risk measurements and management, *The Wharton Financial Institutions Center Working Paper 99-06* .
- Berkowitz, J. (2000). Breaking the silence, *Risk* (13): 105–108.
- Bertsimas, D. und Lo, A. (1998). Optimal control of execution costs, *Journal of Financial Markets* **1**: 1–50.
- Bervas, A. (2006). Market liquidity and its incorporation into risk management, *Banque de France - Financial Stability Review No.8* pp. 63–79.
- BIS (2000). Sound Practices for Managing Liquidity in Banking Organisations, *Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht* .
- BIS (2008). Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision, *Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht* .
- BIS (2010). Basel III: Internationale Rahmenvereinbarung über Messung, Standards und Überwachung in Bezug auf das Liquiditätsrisiko, *Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht* .
- BIS (2011). Basel III: Ein globaler Regulierungsrahmen für widerstandsfähigere Banken und Bankensysteme, *Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht* .
- Black, F. (1971). Towards a fully automated exchange: Part 1, *Financial Analyst Journal* (27): 29–34.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. und Allen, F. (2008). *Principles of Corporate Finance*, 9 edn, McGraw-Hill, New York.

- Brzenk, T., Cluse, M. und Leonhardt, A. (2011). Basel III - Die neuen Baseler Liquiditätsanforderungen, *Deloitte - White Paper No. 37*.
- Deutsche Bundesbank (2008). Zur Steuerung von Liquiditätsrisiken in Kreditinstituten, *Monatsbericht* pp. 59–74.
- Diebold, F. X., Hickman, A., Inoue, A. und Schuermann, T. (1998). Scale models, *Risk* (11): 104–107.
- Financial Times (2012). Basel rejects delay to liquidity buffers, Newspaper article - 08.01.2012.
- Gomber, P. und Schweickert, U. (2002). Der Market Impact: Liquiditätsmaß im elektronischen Wertpapierhandel, *Die Bank* pp. 1–6.
- Grossman, S. und Miller, M. (1988). Liquidity and market structure, *Journal of Finance* (43): 617–633.
- Hausman, J., Lo, A. und MacKinlay, A. (1992). An ordered probit analysis of transaction stock prices, *Journal of Financial Economics* (31): 319–379.
- Hisata, Y. und Yamai, Y. (2000). Research toward the practical application of liquidity risk evaluation methods, *Bank of Japan - Institute for Monetary and Economic Studies*.
- Holthausen, R. W., Leftwich, R. W. und Mayers, D. (1987). The effect of large block transactions on security prices: A cross-sectional analysis, *Journal of Financial Economics* (19): 237–267.
- Holthausen, R. W., Leftwich, R. W. und Mayers, D. (1990). Large-block transactions, the speed of response, and temporary and permanent stock-price effects, *Journal of Financial Economics* (26): 71–95.
- Jarrow, R. und Subramanian, A. (1997). Mopping up liquidity, *Risk* (10): 170–173.
- Johnson, T. C. (2008). Volume, Liquidity and Liquidity Risk, *Journal of Financial Economics* **87**(2).
- Kamara, A. (1994). Liquidity, taxes, and short-term Treasury yields, *Journal of Finance and Quantitative Analysis* (29): 403–417.
- Kyle, A. S. (1985). Continuous auctions and insider trading, *Econometrica* **53**(6): 1315–335.
- Lin, J.-C., Sanger, G. C. und Booth, G. G. (1995). Trade size and components of the bid-ask spread, *The Review of Financial Studies* **8**(4): 1153–1183.

- Loebnitz, K. (2006). *Market liquidity risk: Elusive no more*, Master's thesis, University of Twente.
- Madhavan, A., Richardson, M. und Roomans, M. (1997). Why do security prices change? A transaction-level analysis of NYSE stocks, *Review of Financial Studies* (10): 1035–1064.
- O'Hara, M. (2011). *Market Microstructure Theory*, 15 edn, Blackwell Publishing, Oxford.
- Sofianos, G. (2004). Trading costs analysis and order execution strategies, Power Point presentation, Goldman Sachs.
- Torre, N. G. und Ferrari, M. J. (1999). The Market Impact Model, *Horizon - The BARRA Newsletter* .
- Wall Street Journal (2011). Basel's sovereign-debt bubble - How banking regulations help creating systematic risk, Newspaper article - 07.12.2011.

**FRANKFURT SCHOOL / HfB – WORKING PAPER SERIES**

No.	Author/Title	
197.	Inklaar, Robert / Koetter, Michael / Noth, Felix What Makes Chinese Firms Productive? Learning from Indigenous and Foreign Sources of Knowledge	2012
196.	Philipp Boeing / Elisabeth Mueller / Philipp Sandner What Makes Chinese Firms Productive? Learning from Indigenous and Foreign Sources of Knowledge	2012
195.	Krones, Julia / Cremers, Heinz Eine Analyse des Credit Spreads und seiner Komponenten als Grundlage für Hedge Strategien mit Kreditderivaten	2012
194.	Herrmann-Pillath, Carsten Performativity of Economic Systems: Approach and Implications for Taxonomy	2012
193.	Boldyrev, Ivan A. / Herrmann-Pillath, Carsten Moral Sentiments, Institutions, and Civil Society: Exploiting Family Resemblances between Smith and Hegel to Resolve Some Conceptual Issues in Sen's Recent Contributions to the Theory of Justice	2012
192.	Mehmke, Fabian / Cremers, Heinz / Packham, Natalie Validierung von Konzepten zur Messung des Marktrisikos - insbesondere des Value at Risk und des Expected Shortfall	2012
191.	Tinschert, Jonas / Cremers, Heinz Fixed Income Strategies for Trading and for Asset Management	2012
190.	Schultz, André / Kozlov, Vladimir / Libman, Alexander Roving Bandits in Action: Outside Option and Governmental Predation in Autocracies	2012
189.	Börner, René / Goeken, Matthias / Rabhi, Fethi SOA Development and Service Identification – A Case Study on Method Use, Context and Success Factors	2012
188.	Mas, Ignacio / Klein, Michael A Note on Macro-financial implications of mobile money schemes	2012
187.	Harhoff, Dietmar / Müller, Elisabeth / Van Reenen, John What are the Channels for Technology Sourcing? Panel Data Evidence from German Companies	2012
186.	Decarolis, Francesco/ Klein, Michael Auctions that are too good to be true	2012
185.	Klein, Michael Infrastructure Policy: Basic Design Options	2012
184.	Eaton, Sarah / Kostka, Genia Does Cadre Turnover Help or Hinder China's Green Rise? Evidence from Shanxi Province	2012
183.	Behley, Dustin / Leyer, Michael Evaluating Concepts for Short-term Control in Financial Service Processes	2011
182.	Herrmann-Pillath, Carsten Naturalizing Institutions: Evolutionary Principles and Application on the Case of Money	2011
181.	Herrmann-Pillath, Carsten Making Sense of Institutional Change in China: The Cultural Dimension of Economic Growth and Modernization	2011
180.	Herrmann-Pillath, Carsten Hayek 2.0: Grundlinien einer naturalistischen Theorie wirtschaftlicher Ordnungen	2011
179.	Braun, Daniel / Allgeier, Burkhard / Cremres, Heinz Ratingverfahren: Diskriminanzanalyse versus Logistische Regression	2011
178.	Kostka, Genia / Moslener, Ulf / Andreas, Jan G. Barriers to Energy Efficiency Improvement: Empirical Evidence from Small- and-Medium-Sized Enterprises in China	2011
177.	Löchel, Horst / Xiang Li, Helena Understanding the High Profitability of Chinese Banks	2011
176.	Herrmann-Pillath, Carsten Neuroökonomik, Institutionen und verteilte Kognition: Empirische Grundlagen eines nicht-reduktionistischen naturalistischen Forschungsprogramms in den Wirtschaftswissenschaften	2011
175.	Libman, Alexander/ Mendelski, Martin History Matters, but How? An Example of Ottoman and Habsburg Legacies and Judicial Performance in Romania	2011
174.	Kostka, Genia Environmental Protection Bureau Leadership at the Provincial Level in China: Examining Diverging Career Backgrounds and Appointment Patterns	2011
173.	Durst, Susanne / Leyer, Michael Bedürfnisse von Existenzgründern in der Gründungsphase	2011
172.	Klein, Michael Enrichment with Growth	2011

171.	Yu, Xiaofan A Spatial Interpretation of the Persistency of China's Provincial Inequality	2011
170.	Leyer, Michael Stand der Literatur zur operativen Steuerung von Dienstleistungsprozessen	2011
169.	Libman, Alexander / Schultz, André Tax Return as a Political Statement	2011
168.	Kostka, Genia / Shin, Kyoung Energy Service Companies in China: The Role of Social Networks and Trust	2011
167.	Andriani, Pierpaolo / Herrmann-Pillath, Carsten Performing Comparative Advantage: The Case of the Global Coffee Business	2011
166.	Klein, Michael / Mayer, Colin Mobile Banking and Financial Inclusion: The Regulatory Lessons	2011
165.	Cremers, Heinz / Hewicker, Harald Modellierung von Zinsstrukturkurven	2011
164.	Roßbach, Peter / Karlow, Denis The Stability of Traditional Measures of Index Tracking Quality	2011
163.	Libman, Alexander / Herrmann-Pillath, Carsten / Yarav, Gaudav Are Human Rights and Economic Well-Being Substitutes? Evidence from Migration Patterns across the Indian States	2011
162.	Herrmann-Pillath, Carsten / Andriani, Pierpaolo Transactional Innovation and the De-commoditization of the Brazilian Coffee Trade	2011
161.	Christian Büchler, Marius Buxkaemper, Christoph Schalast, Gregor Wedell Incentivierung des Managements bei Unternehmenskäufen/Buy-Outs mit Private Equity Investoren – eine empirische Untersuchung –	2011
160.	Herrmann-Pillath, Carsten Revisiting the Gaia Hypothesis: Maximum Entropy, Kauffman's "Fourth Law" and Physiosemeiosis	2011
159.	Herrmann-Pillath, Carsten A 'Third Culture' in Economics? An Essay on Smith, Confucius and the Rise of China	2011
158.	Boeing, Philipp / Sandner, Philipp The Innovative Performance of China's National Innovation System	2011
157.	Herrmann-Pillath, Carsten Institutions, Distributed Cognition and Agency: Rule-following as Performative Action	2011
156.	Wagner, Charlotte From Boom to Bust: How different has microfinance been from traditional banking?	2010
155.	Libman Alexander / Vinokurov, Evgeny Is it really different? Patterns of Regionalisation in the Post-Soviet Central Asia	2010
154.	Libman, Alexander Subnational Resource Curse: Do Economic or Political Institutions Matter?	2010
153.	Herrmann-Pillath, Carsten Meaning and Function in the Theory of Consumer Choice: Dual Selves in Evolving Networks	2010
152.	Kostka, Genia / Hobbs, William Embedded Interests and the Managerial Local State: Methanol Fuel-Switching in China	2010
151.	Kostka, Genia / Hobbs, William Energy Efficiency in China: The Local Bundling of Interests and Policies	2010
150.	Umber, Marc P. / Grote, Michael H. / Frey, Rainer Europe Integrates Less Than You Think. Evidence from the Market for Corporate Control in Europe and the US	2010
149.	Vogel, Ursula / Winkler, Adalbert Foreign banks and financial stability in emerging markets: evidence from the global financial crisis	2010
148.	Libman, Alexander Words or Deeds – What Matters? Experience of Decentralization in Russian Security Agencies	2010
147.	Kostka, Genia / Zhou, Jianghua Chinese firms entering China's low-income market: Gaining competitive advantage by partnering governments	2010
146.	Herrmann-Pillath, Carsten Rethinking Evolution, Entropy and Economics: A triadic conceptual framework for the Maximum Entropy Principle as applied to the growth of knowledge	2010
145.	Heidorn, Thomas / Kahlert, Dennis Implied Correlations of iTraxx Tranches during the Financial Crisis	2010
144.	Fritz-Morgenthal, Sebastian G. / Hach, Sebastian T. / Schalast, Christoph M&A im Bereich Erneuerbarer Energien	2010
143.	Birkmeyer, Jörg / Heidorn, Thomas / Rogalski, André Determinanten von Banken-Spreads während der Finanzmarktkrise	2010
142.	Bannier, Christina E. / Metz, Sabrina Are SMEs large firms en miniature? Evidence from a growth analysis	2010

141.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Voinea, André The Value-Added of Investable Hedge Fund Indices	2010
140.	Herrmann-Pillath, Carsten The Evolutionary Approach to Entropy: Reconciling Georgescu-Roegen's Natural Philosophy with the Maximum Entropy Framework	2010
139.	Heidorn, Thomas / Löw, Christian / Winker, Michael Funktionsweise und Replikationstil europäischer Exchange Traded Funds auf Aktienindices	2010
138.	Libman, Alexander Constitutions, Regulations, and Taxes: Contradictions of Different Aspects of Decentralization	2010
137.	Herrmann-Pillath, Carsten / Libman, Alexander / Yu, Xiaofan State and market integration in China: A spatial econometrics approach to 'local protectionism'	2010
136.	Lang, Michael / Cremers, Heinz / Hentze, Rainald Ratingmodell zur Quantifizierung des Ausfallrisikos von LBO-Finanzierungen	2010
135.	Bannier, Christina / Feess, Eberhard When high-powered incentive contracts reduce performance: Choking under pressure as a screening device	2010
134.	Herrmann-Pillath, Carsten Entropy, Function and Evolution: Naturalizing Peircian Semiosis	2010
133.	Bannier, Christina E. / Behr, Patrick / Güttler, Andre Rating opaque borrowers: why are unsolicited ratings lower?	2009
132.	Herrmann-Pillath, Carsten Social Capital, Chinese Style: Individualism, Relational Collectivism and the Cultural Embeddedness of the Institutions-Performance Link	2009
131.	Schäffler, Christian / Schmaltz, Christian Market Liquidity: An Introduction for Practitioners	2009
130.	Herrmann-Pillath, Carsten Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“	2009
129.	Hankir, Yassin / Rauch, Christian / Umber, Marc It's the Market Power, Stupid! – Stock Return Patterns in International Bank M&A	2009
128.	Herrmann-Pillath, Carsten Outline of a Darwinian Theory of Money	2009
127.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Modellierung des Kreditrisikos im Portfoliofall	2009
126.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Modellierung des Kreditrisikos im Einwertpapierfall	2009
125.	Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian Interne Transferpreise für Liquidität	2009
124.	Bannier, Christina E. / Hirsch, Christian The economic function of credit rating agencies - What does the watchlist tell us?	2009
123.	Herrmann-Pillath, Carsten A Neurolinguistic Approach to Performativity in Economics	2009
122.	Winkler, Adalbert / Vogel, Ursula Finanzierungsstrukturen und makroökonomische Stabilität in den Ländern Südosteuropas, der Türkei und in den GUS-Staaten	2009
121.	Heidorn, Thomas / Rupprecht, Stephan Einführung in das Kapitalstrukturmanagement bei Banken	2009
120.	Roszbach, Peter Die Rolle des Internets als Informationsbeschaffungsmedium in Banken	2009
119.	Herrmann-Pillath, Carsten Diversity Management und diversitätsbasiertes Controlling: Von der „Diversity Scorecard“ zur „Open Balanced Scorecard“	2009
118.	Hölscher, Luise / Clasen, Sven Erfolgsfaktoren von Private Equity Fonds	2009
117.	Bannier, Christina E. Is there a hold-up benefit in heterogeneous multiple bank financing?	2009
116.	Roßbach, Peter / Gießbamer, Dirk Ein eLearning-System zur Unterstützung der Wissensvermittlung von Web-Entwicklern in Sicherheitsthemen	2009
115.	Herrmann-Pillath, Carsten Kulturelle Hybridisierung und Wirtschaftstransformation in China	2009
114.	Schalast, Christoph: Staatsfonds – „neue“ Akteure an den Finanzmärkten?	2009

113.	Schalast, Christoph / Alram, Johannes Konstruktion einer Anleihe mit hypothekarischer Besicherung	2009
112.	Schalast, Christoph / Bolder, Markus / Radünz, Claus / Siepmann, Stephanie / Weber, Thorsten Transaktionen und Servicing in der Finanzkrise: Berichte und Referate des Frankfurt School NPL Forums 2008	2009
111.	Werner, Karl / Moormann, Jürgen Efficiency and Profitability of European Banks – How Important Is Operational Efficiency?	2009
110.	Herrmann-Pillath, Carsten Moralische Gefühle als Grundlage einer wohlstandschaffenden Wettbewerbsordnung: Ein neuer Ansatz zur erforschung von Sozialkapital und seine Anwendung auf China	2009
109.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Roder, Christoph Empirische Analyse der Drawdowns von Dach-Hedgefonds	2009
108.	Herrmann-Pillath, Carsten Neuroeconomics, Naturalism and Language	2008
107.	Schalast, Christoph / Benita, Barten Private Equity und Familienunternehmen – eine Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung deutscher Maschinen- und Anlagenbauunternehmen	2008
106.	Bannier, Christina E. / Grote, Michael H. Equity Gap? – Which Equity Gap? On the Financing Structure of Germany’s Mittelstand	2008
105.	Herrmann-Pillath, Carsten The Naturalistic Turn in Economics: Implications for the Theory of Finance	2008
104.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael / Scholl, Wolfgang Aktionärsschutz in der AG falsch verstanden? Die Leica-Entscheidung des LG Frankfurt am Main	2008
103.	Bannier, Christina E./ Müsch, Stefan Die Auswirkungen der Subprime-Krise auf den deutschen LBO-Markt für Small- und MidCaps	2008
102.	Cremers, Heinz / Vetter, Michael Das IRB-Modell des Kreditrisikos im Vergleich zum Modell einer logarithmisch normalverteilten Verlustfunktion	2008
101.	Heidorn, Thomas / Pleißner, Mathias Determinanten Europäischer CMBS Spreads. Ein empirisches Modell zur Bestimmung der Risikoaufschläge von Commercial Mortgage-Backed Securities (CMBS)	2008
100.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael Schaeffler KG/Continental AG im Lichte der CSX Corp.-Entscheidung des US District Court for the Southern District of New York	2008
99.	Hölscher, Luise / Haug, Michael / Schweinberger, Andreas Analyse von Steueramnestiedaten	2008
98.	Heimer, Thomas / Arend, Sebastian The Genesis of the Black-Scholes Option Pricing Formula	2008
97.	Heimer, Thomas / Hölscher, Luise / Werner, Matthias Ralf Access to Finance and Venture Capital for Industrial SMEs	2008
96.	Böttger, Marc / Guthoff, Anja / Heidorn, Thomas Loss Given Default Modelle zur Schätzung von Recovery Rates	2008
95.	Almer, Thomas / Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian The Dynamics of Short- and Long-Term CDS-spreads of Banks	2008
94.	Barthel, Erich / Wollersheim, Jutta Kulturunterschiede bei Mergers & Acquisitions: Entwicklung eines Konzeptes zur Durchführung einer Cultural Due Diligence	2008
93.	Heidorn, Thomas / Kunze, Wolfgang / Schmaltz, Christian Liquiditätsmodellierung von Kreditzusagen (Term Facilities and Revolver)	2008
92.	Burger, Andreas Produktivität und Effizienz in Banken – Terminologie, Methoden und Status quo	2008
91.	Löchel, Horst / Pecher, Florian The Strategic Value of Investments in Chinese Banks by Foreign Financial Insitutions	2008
90.	Schalast, Christoph / Morgenschweis, Bernd / Sprengel, Hans Otto / Ockens, Klaas / Stachuletz, Rainer / Safran, Robert Der deutsche NPL Markt 2007: Aktuelle Entwicklungen, Verkauf und Bewertung – Berichte und Referate des NPL Forums 2007	2008
89.	Schalast, Christoph / Stralkowski, Ingo 10 Jahre deutsche Buyouts	2008
88.	Bannier, Christina E./ Hirsch, Christian The Economics of Rating Watchlists: Evidence from Rating Changes	2007
87.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Gold in the Investment Portfolio	2007
86.	Hölscher, Luise / Rosenthal, Johannes Leistungsmessung der Internen Revision	2007

85.	Bannier, Christina / Hänsel, Dennis Determinants of banks' engagement in loan securitization	2007
84.	Bannier, Christina "Smoothing" versus "Timeliness" - Wann sind stabile Ratings optimal und welche Anforderungen sind an optimale Berichtsregeln zu stellen?	2007
83.	Bannier, Christina E. Heterogeneous Multiple Bank Financing: Does it Reduce Inefficient Credit-Renegotiation Incidences?	2007
82.	Cremers, Heinz / Löhner, Andreas Deskription und Bewertung strukturierter Produkte unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Marktszenarien	2007
81.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Commodities in Asset Management	2007
80.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Risikosteuerung mit Kreditderivaten unter besonderer Berücksichtigung von Credit Default Swaps	2007
79.	Cremers, Heinz / Traugber, Patrick Handlungsalternativen einer Genossenschaftsbank im Investmentprozess unter Berücksichtigung der Risikotragfähigkeit	2007
78.	Gerdemesmeier, Dieter / Roffia, Barbara Monetary Analysis: A VAR Perspective	2007
77.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Muschiol, Andrea Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Momente der Verteilung	2007
76.	Jobe, Clemens J. / Ockens, Klaas / Safran, Robert / Schalast, Christoph Work-Out und Servicing von notleidenden Krediten – Berichte und Referate des HfB-NPL Servicing Forums 2006	2006
75.	Abrar, Kamyar / Schalast, Christoph Fusionskontrolle in dynamischen Netzsektoren am Beispiel des Breitbandkabelsektors	2006
74.	Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Wertpapierprospekte: Markteinführungspublizität nach EU-Prospektverordnung und Wertpapierprospektgesetz 2005	2006
73.	Dickler, Robert A. / Schalast, Christoph Distressed Debt in Germany: What's Next? Possible Innovative Exit Strategies	2006
72.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten How the ECB and the US Fed set interest rates	2006
71.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Heterogenität von Hedgefondsindizes	2006
70.	Baumann, Stefan / Löchel, Horst The Endogeneity Approach of the Theory of Optimum Currency Areas - What does it mean for ASEAN + 3?	2006
69.	Heidorn, Thomas / Trautmann, Alexandra Niederschlagsderivate	2005
68.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Möglichkeiten der Strukturierung von Hedgefondsportfolios	2005
67.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten (How) Do Stock Market Returns React to Monetary Policy ? An ARDL Cointegration Analysis for Germany	2005
66.	Daynes, Christian / Schalast, Christoph Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktsrechts II: Distressed Debt - Investing in Deutschland	2005
65.	Gerdemesmeier, Dieter / Polleit, Thorsten Measures of excess liquidity	2005
64.	Becker, Gernot M. / Harding, Perham / Holscher, Luise Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios	2005
63.	Schalast, Christoph Modernisierung der Wasserwirtschaft im Spannungsfeld von Umweltschutz und Wettbewerb – Braucht Deutschland eine Rechtsgrundlage für die Vergabe von Wasserversorgungskonzessionen? –	2005
62.	Bayer, Marcus / Cremers, Heinz / Kluß, Norbert Wertsicherungsstrategien für das Asset Management	2005
61.	Löchel, Horst / Polleit, Thorsten A case for money in the ECB monetary policy strategy	2005
60.	Richard, Jörg / Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Unternehmen im Prime Standard - „Staying Public“ oder „Going Private“? - Nutzenanalyse der Börsennotiz -	2004
59.	Heun, Michael / Schlink, Torsten Early Warning Systems of Financial Crises - Implementation of a currency crisis model for Uganda	2004
58.	Heimer, Thomas / Köhler, Thomas Auswirkungen des Basel II Akkords auf österreichische KMU	2004

57.	Heidorn, Thomas / Meyer, Bernd / Pietrowiak, Alexander Performanceeffekte nach Directors' Dealings in Deutschland, Italien und den Niederlanden	2004
56.	Gerdemesmeier, Dieter / Roffia, Barbara The Relevance of real-time data in estimating reaction functions for the euro area	2004
55.	Barthel, Erich / Gierig, Rauno / Kühn, Ilmhart-Wolfram Unterschiedliche Ansätze zur Messung des Humankapitals	2004
54.	Anders, Dietmar / Binder, Andreas / Hesdahl, Ralf / Schalast, Christoph / Thöne, Thomas Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktrechts I : Non-Performing-Loans / Faule Kredite - Handel, Work-Out, Outsourcing und Securitisation	2004
53.	Polleit, Thorsten The Slowdown in German Bank Lending – Revisited	2004
52.	Heidorn, Thomas / Siragusano, Tindaro Die Anwendbarkeit der Behavioral Finance im Devisenmarkt	2004
51.	Schütze, Daniel / Schalast, Christoph (Hrsg.) Wider die Verschleuderung von Unternehmen durch Pfandversteigerung	2004
50.	Gerhold, Mirko / Heidorn, Thomas Investitionen und Emissionen von Convertible Bonds (Wandelanleihen)	2004
49.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Krieger, Christian Temperaturderivate zur strategischen Absicherung von Beschaffungs- und Absatzrisiken	2003
48.	Becker, Gernot M. / Seeger, Norbert Internationale Cash Flow-Rechnungen aus Eigner- und Gläubigersicht	2003
47.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Notes on convexity and quanto adjustments for interest rates and related options	2003
46.	Hess, Dieter Determinants of the relative price impact of unanticipated Information in U.S. macroeconomic releases	2003
45.	Cremers, Heinz / Kluß, Norbert / König, Markus Incentive Fees. Erfolgsabhängige Vergütungsmodelle deutscher Publikumsfonds	2003
44.	Heidorn, Thomas / König, Lars Investitionen in Collateralized Debt Obligations	2003
43.	Kahlert, Holger / Seeger, Norbert Bilanzierung von Unternehmenszusammenschlüssen nach US-GAAP	2003
42.	Beiträge von Studierenden des Studiengangs BBA 012 unter Begleitung von Prof. Dr. Norbert Seeger Rechnungslegung im Umbruch - HGB-Bilanzierung im Wettbewerb mit den internationalen Standards nach IAS und US-GAAP	2003
41.	Overbeck, Ludger / Schmidt, Wolfgang Modeling Default Dependence with Threshold Models	2003
40.	Balthasar, Daniel / Cremers, Heinz / Schmidt, Michael Portfoliooptimierung mit Hedge Fonds unter besonderer Berücksichtigung der Risikokomponente	2002
39.	Heidorn, Thomas / Kantwill, Jens Eine empirische Analyse der Spreadunterschiede von Festsatzanleihen zu Floatern im Euroraum und deren Zusammenhang zum Preis eines Credit Default Swaps	2002
38.	Böttcher, Henner / Seeger, Norbert Bilanzierung von Finanzderivaten nach HGB, EstG, IAS und US-GAAP	2003
37.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	2002
36.	Heidorn, Thomas Bewertung von Kreditprodukten und Credit Default Swaps	2001
35.	Heidorn, Thomas / Weier, Sven Einführung in die fundamentale Aktienanalyse	2001
34.	Seeger, Norbert International Accounting Standards (IAS)	2001
33.	Moormann, Jürgen / Stehling, Frank Strategic Positioning of E-Commerce Business Models in the Portfolio of Corporate Banking	2001
32.	Sokolovsky, Zbynek / Strohhecker, Jürgen Fit für den Euro, Simulationsbasierte Euro-Maßnahmenplanung für Dresdner-Bank-Geschäftsstellen	2001
31.	Roßbach, Peter Behavioral Finance - Eine Alternative zur vorherrschenden Kapitalmarkttheorie?	2001
30.	Heidorn, Thomas / Jaster, Oliver / Willeitner, Ulrich Event Risk Covenants	2001
29.	Biswas, Rita / Löchel, Horst Recent Trends in U.S. and German Banking: Convergence or Divergence?	2001

28.	Eberle, Günter Georg / Löchel, Horst Die Auswirkungen des Übergangs zum Kapitaldeckungsverfahren in der Rentenversicherung auf die Kapitalmärkte	2001
27.	Heidorn, Thomas / Klein, Hans-Dieter / Siebrecht, Frank Economic Value Added zur Prognose der Performance europäischer Aktien	2000
26.	Cremers, Heinz Konvergenz der binomialen Optionspreismodelle gegen das Modell von Black/Scholes/Merton	2000
25.	Löchel, Horst Die ökonomischen Dimensionen der ‚New Economy‘	2000
24.	Frank, Axel / Moormann, Jürgen Grenzen des Outsourcing: Eine Exploration am Beispiel von Direktbanken	2000
23.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Peter / Seiler, Stefan Neue Möglichkeiten durch die Namensaktie	2000
22.	Böger, Andreas / Heidorn, Thomas / Graf Waldstein, Philipp Hybrides Kernkapital für Kreditinstitute	2000
21.	Heidorn, Thomas Entscheidungsorientierte Mindestmargenkalkulation	2000
20.	Wolf, Birgit Die Eigenmittelkonzeption des § 10 KWG	2000
19.	Cremers, Heinz / Robé, Sophie / Thiele, Dirk Beta als Risikomaß - Eine Untersuchung am europäischen Aktienmarkt	2000
18.	Cremers, Heinz Optionspreisbestimmung	1999
17.	Cremers, Heinz Value at Risk-Konzepte für Marktrisiken	1999
16.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Rütze, Merle Gründung einer deutschen Strombörse für Elektrizitätsderivate	1999
15.	Deister, Daniel / Ehrlicher, Sven / Heidorn, Thomas CatBonds	1999
14.	Jochum, Eduard Hoshin Kanri / Management by Policy (MBP)	1999
13.	Heidorn, Thomas Kreditderivate	1999
12.	Heidorn, Thomas Kreditrisiko (CreditMetrics)	1999
11.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	1999
10.	Löchel, Horst The EMU and the Theory of Optimum Currency Areas	1998
09.	Löchel, Horst Die Geldpolitik im Währungsraum des Euro	1998
08.	Heidorn, Thomas / Hund, Jürgen Die Umstellung auf die Stückaktie für deutsche Aktiengesellschaften	1998
07.	Moormann, Jürgen Stand und Perspektiven der Informationsverarbeitung in Banken	1998
06.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Wolfgang LIBOR in Arrears	1998
05.	Jahresbericht 1997	1998
04.	Ecker, Thomas / Moormann, Jürgen Die Bank als Betreiberin einer elektronischen Shopping-Mall	1997
03.	Jahresbericht 1996	1997
02.	Cremers, Heinz / Schwarz, Willi Interpolation of Discount Factors	1996
01.	Moormann, Jürgen Lean Reporting und Führungsinformationssysteme bei deutschen Finanzdienstleistern	1995

**FRANKFURT SCHOOL / HFB – WORKING PAPER SERIES**  
**CENTRE FOR PRACTICAL QUANTITATIVE FINANCE**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
33.	Schmidt, Wolfgang Das Geschäft mit Derivaten und strukturierten Produkten: Welche Rolle spielt die Bank?	2012
32.	Hübsch, Arnd / Walther, Ursula The impact of network inhomogeneities on contagion and system stability	2012
31.	Scholz, Peter Size Matters! How Position Sizing Determines Risk and Return of Technical Timing Strategies	2012
30.	Detering, Nils / Zhou, Qixiang / Wystup, Uwe Volatilität als Investment. Diversifikationseigenschaften von Volatilitätsstrategien	2012
29.	Scholz, Peter / Walther, Ursula The Trend is not Your Friend! Why Empirical Timing Success is Determined by the Underlying's Price Characteristics and Market Efficiency is Irrelevant	2011
28.	Beyna, Ingo / Wystup, Uwe Characteristic Functions in the Cheyette Interest Rate Model	2011
27.	Detering, Nils / Weber, Andreas / Wystup, Uwe Return distributions of equity-linked retirement plans	2010
26.	Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Ratings of Structured Products and Issuers' Commitments	2010
25.	Beyna, Ingo / Wystup, Uwe On the Calibration of the Cheyette. Interest Rate Model	2010
24.	Scholz, Peter / Walther, Ursula Investment Certificates under German Taxation. Benefit or Burden for Structured Products' Performance	2010
23.	Esquivel, Manuel L. / Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Unifying Exotic Option Closed Formulas	2010
22.	Packham, Natalie / Schlögl, Lutz / Schmidt, Wolfgang M. Credit gap risk in a first passage time model with jumps	2009
21.	Packham, Natalie / Schlögl, Lutz / Schmidt, Wolfgang M. Credit dynamics in a first passage time model with jumps	2009
20.	Reiswich, Dimitri / Wystup, Uwe FX Volatility Smile Construction	2009
19.	Reiswich, Dimitri / Tompkins, Robert Potential PCA Interpretation Problems for Volatility Smile Dynamics	2009
18.	Keller-Ressel, Martin / Kilin, Fiodar Forward-Start Options in the Barndorff-Nielsen-Shephard Model	2008
17.	Gribsch, Susanne / Wystup, Uwe On the Valuation of Fader and Discrete Barrier Options in Heston's Stochastic Volatility Model	2008
16.	Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Closed Formula for Options with Discrete Dividends and its Derivatives	2008
15.	Packham, Natalie / Schmidt, Wolfgang Latin hypercube sampling with dependence and applications in finance	2008
14.	Hakala, Jürgen / Wystup, Uwe FX Basket Options	2008
13.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Vergleich von Anlagestrategien bei Riesterrenten ohne Berücksichtigung von Gebühren. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
12.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Riesterrente im Vergleich. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
11.	Wystup, Uwe Vanna-Volga Pricing	2008
10.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Quanto Options	2008
09.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Symmetries	2008
08.	Becker, Christoph / Wystup, Uwe Was kostet eine Garantie? Ein statistischer Vergleich der Rendite von langfristigen Anlagen	2008
07.	Schmidt, Wolfgang Default Swaps and Hedging Credit Baskets	2007

06.	Kilin, Fiodar Accelerating the Calibration of Stochastic Volatility Models	2007
05.	Griebsch, Susanne/ Kühn, Christoph / Wystup, Uwe Instalment Options: A Closed-Form Solution and the Limiting Case	2007
04.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Interest Rate Convexity and the Volatility Smile	2006
03.	Becker, Christoph/ Wystup, Uwe On the Cost of Delayed Currency Fixing Announcements	2005
02.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Cross currency swap valuation	2004
01.	Wallner, Christian / Wystup, Uwe Efficient Computation of Option Price Sensitivities for Options of American Style	2004

## **HFB – SONDERARBEITSBERICHTE DER HFB - BUSINESS SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
01.	Nicole Kahmer / Jürgen Moormann Studie zur Ausrichtung von Banken an Kundenprozessen am Beispiel des Internet (Preis: € 120,-)	2003

Printed edition: € 25.00 + € 2.50 shipping

Download working paper:

<http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/workingpapers.html>

### **Order address / contact**

Frankfurt School of Finance & Management

Sonnemannstr. 9–11 ▪ D–60314 Frankfurt/M. ▪ Germany

Phone: +49 (0) 69 154 008–734 ▪ Fax: +49 (0) 69 154 008–4734

eMail: [e.lahdensuu@fs.de](mailto:e.lahdensuu@fs.de)

Further information about Frankfurt School of Finance & Management

may be obtained at: <http://www.fs.de>