Bewertung und Risikoanalyse variabel verzinslicher Kundengeschäfte

---

Ein kapitalmarktkonsistenter Bewertungsansatz und dessen Analyse

Arne Krombach

Doktorarbeit zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften (doctor rerum politicarum) an der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät Ingolstadt der
Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt

Datum der mündlichen Prüfung: 9. Mai 2011

Erstgutachter:
Prof. Dr. Marco Wilkens
Universität Augsburg

Zweitgutachter:
Prof. Dr. Ulrich Küsters
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Herrn Professor Dr. Marco Wilkens am Lehrstuhl für ABWL, Finanzierung und Bankbetriebslehre der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt in der Zeit zwischen Oktober 2006 und August 2010 und wurde im März 2011 von der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät als Dissertation angenommen.

Ganz besonders danken möchte ich hiermit meinem Doktorvater Professor Dr. Marco Wilkens für die ausgesprochen gute Betreuung am Lehrstuhl und den regen fachlichen Austausch. Die intensiven und engagierten Diskussionen haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Dank gebührt im Rahmen dessen insbesondere auch Herrn Prof. Dr. Oliver Entrop für seine unverzichtbaren ideenreichen Anregungen. Herrn Prof. Dr. Ulrich Küsters danke ich für die Übernahme des Koreferats.

Entscheidende Teile dieser Arbeit sind das Ergebnis eines Forschungsprojekts mit der Deutschen Bundesbank, der ich für die Bereitstellung der Datenquellen und Rechenkapazitäten sowie der finanziellen Unterstützung danken möchte. Mein Dank geht dabei gleichfalls an Herrn Dr. Christoph Memmel für den angenehmen und konstruktiven Austausch, der maßgeblich zum Erfolg des Forschungsaufenthalts beigetragen hat.

Dem Lehrstuhlteam danke ich für die ausgezeichnete Atmosphäre, die umfassende Zusammenarbeit am Lehrstuhl und die intensiven Diskussionen sowohl während unserer Doktorandenseminare und Konferenzaufenthalte als auch bei dem gemeinsam genossenem Bier danach. Besonderen Dank gilt dabei meinen Kollegen und Freun-

den Sebastian Krimm und Martin Rohleder. Letzterem danke ich darüber hinaus für das aufmerksame Korrekturlesen.

Ich möchte meinem Freundeskreis aus dem Studium für die unvergessliche Zeit danken, die ich mit ihnen in Ingolstadt erleben durfte. Dr. Philipp Seidel danke ich für den fortwährenden Austausch zu allen nicht-fachlichen Themen und dem guten Zusammenleben in der Turm-WG. Diese Arbeit ist meinen Eltern und meinen Großeltern gewidmet, durch deren familiären Rückhalt und motivierende Unterstützung die Dissertation erst entstehen konnte.

Frankfurt am Main, im Mai 2011 Arne Krombach

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **I**

Abbildungsverzeichnis **V**

Tabellenverzeichnis **VI**

Abkürzungsverzeichnis **VIII**

Symbolverzeichnis **XI**

1 Einleitung **1**

1.1 Motivation 1

1.2 Ziele der Arbeit 7

1.3 Gang der Untersuchung 9

2 Literaturüberblick **11**

3 Datengrundlage **19**

4 Modellwelt **25**

4.1 Risikoneutraler Bewertungsansatz 25

4.2 Modellspezifizierung und -schätzung 27

4.2.1 Klasse der affinen Zinsstrukturkurvenmodelle 28

4.2.2 Pass-Through Modellklassen 33

4.2.2.1 Asymmetrisches Pass-Through Modell (APTM) . . . 33

4.2.2.2 Moving-Averages Pass-Through Modell (MAPTM) . 36

4.2.2.3 Error-Correction Pass-Through Modell (ECPTM) . . 40
4.2.2.4 Stepwise Pass-Through Modell (SPTM) 41
4.2.3 Einbettung in eine Modellbank 46
4.2.3.1 Exemplarische Modellspezifizierung 47
4.2.3.2 Bewertung der Modellbank 49
4.3 Simulation 51
4.4 Zinsrisikobestimmung 53
4.4.1 Zinselastizität 53
4.4.2 Downside Risk Measures 55

5 Modellanalyse **59**
5.1 Analyse der Modellspezifikationen 59
5.1.1 Bewertung 61
5.1.2 Zinsrisiko 67
5.1.2.1 Zinselastizität 67
5.1.2.2 Downside Risk Measures 76
5.1.3 Zwischenfazit und Implikationen 79
5.2 Geschäftssteuerungsszenarien einer exemplarischen Retail-Bank . . . 82
5.2.1 Aufbau der exemplarischen Retail-Bank 82
5.2.2 Preissetzungsverhalten, Wert und Zinsrisiko der Modellbank . 83
5.2.3 Geschäftssteuerungsszenarien 89
5.2.3.1 Aktiv-/Passiv-Steuerung 89
5.2.3.2 Preissetzungsverhalten 94
5.2.3.3 Wertneutrales Preissetzungsverhalten 100
5.2.4 Zwischenfazit und Implikationen 106

6 Schlussbetrachtung **109**

Abbildungsverzeichnis

1.1 Historischer Verlauf täglich fälliger Zinssätze 3

5.1 Pass-Through Prozesse 60
5.2 Aktiva-Szenarien 91
5.3 Passiva-Szenarien 93
5.4 Veränderung im langfristigen Gleichgewicht - Basisverzinsung p . . . 95
5.5 Veränderung im langfristigen Gleichgewicht - Zinssatzsensitivität h . 97
5.6 Veränderung der Asymmetrie im Anpassungsprozess 99
5.7 Barwertneutrale Veränderung des langfristigen Gleichgewichts 103
5.8 Barwertneutrale Veränderung der Asymmetrie 105

Tabellenverzeichnis

3.1 Produktzinssätze auf Einzelbankebene 21

4.1 Parameterschätzung der Zinsstrukturkurvenmodelle 32
4.2 APTM Parameterschätzung 35
4.3 MAPTM Parameterschätzung 38
4.4 ECPTM Parameterschätzung 42
4.5 SPTM Parameterschätzung 45

5.1 Zusammenfassung der Barwertberechnung 62
5.2 Mean Absolute Differences für Barwerte 65
5.3 Auszug: Barwerte je Bankengruppe unter $EA_1(3)$ 68
5.4 Ergebnisse zur Kalkulation der Zinselastizitäten 70
5.5 Mean Absolute Differences für Zinselastizitäten 72
5.6 Auszug: Zinselastizitäten je Bankengruppe unter $EA_1(3)$ 75
5.7 Value at Risk Ergebnisse 78
5.8 Expected Shortfall Ergebnisse 80
5.9 Bilanzpositionen der exemplarischen Retail-Bank 84
5.10 Schätz- und Berechnungsergebnisse zur exemplarischen Retail-Bank . 85
5.11 Barwertneutrale Pass-Through Parameteränderung 102

Abkürzungsverzeichnis

APTM	Asymmetrisches Pass-Through Modell
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BP	Basispunkte
CIR	Cox, Ingersoll, Ross Zinsstrukturkurvenmodell
EA	Essentiell affin
ECPTM	Error-Correction Pass-Through Modell
EWU	Europäische Währungsunion
FDIC	Federal Deposit Insurance Corporation
Geno	Genossenschaftsbanken
HGB	Handelsgesetzbuch
HJM	Heath, Jarrow, Morton Zinsstrukturkurvenmodell
IFRS	International Financial Reporting Standards
MAPTM	Moving-Averages Pass-Through Modell
MMDA	Money Market Deposit Account
NOW	Negotiable Order of Withdrawal
ODE	System gewöhnlicher Differentialgleichungen
P&G	Privat- und Geschäftsbanken
RAROC	Risk-adjusted Return on Capital
RARORAC	Risk-adjusted Return on Risk-adjusted Capital
RechKredV	Verordnung über die Rechnungslegung der Kreditinstitute und Finanzdienstleistungsinstitute
SPTM	Stepwise Pass-Through Modell
Spk	Sparkassen

US-GAAP	United States Generally Accepted Accounting Principles
ZinsVO	Zinsverordnung

Symbolverzeichnis

a	Aktivposten Nummer a der exemplarischen Retail-Bank
A	Parametermatrix zur Bestimmung des Preises P einer Nullkuponanleihe
	Anzahl an Aktivposten der exemplarischen Retail-Bank
$Adj.R^2$	Adjustiertes R^2
b	Bank Nummer b
B	Parametermatrix zur Bestimmung des Preises P einer Nullkuponanleihe
BIC	Baysianisches Informationskriterium
c	Konfidenzniveau
$CIR(N)$	CIR Zinsstrukturkurvenmodell mit N Zustandsvariablen
d	Differenziert; Grad der Asymmetrie
D	Volumina
D^b_{BG}	Dummyvariable einer Bankengruppe BG im SPTM
E	Erwartungswert
$EA_m(N)$	Essentiell affines Zinsstrukturkurvenmodell mit N Zustandsvariablen,
	von denen m die Varianzmatrix bedingen
ES	Expected Shortfall
EVE	Economic Value of Equity
f	Faktor zur Bestimmung der Anpassungsgeschwindigkeit g^-/g^+
F	Kumulative Verteilung; F-Statistik
g^+	Anpassungsgeschwindigkeit bei steigenden Zinsen
g^-	Anpassungsgeschwindigkeit bei fallenden Zinsen
h	Long-run Multiplier im APTM und ECPTM
i	Laufvariable

I	Matrix von Indikatorvariablen
IRE	Interest Rate Elasticity
j	Laufvariable
J	Maximum der Laufvariable j
k	Laufvariable
K	Maximum der Laufvariable k
l	Passivposten Nummer l der exemplarischen Retail-Bank
L	Anzahl Passivposten der exemplarischen Retail-Bank
L^*	Latente Variable im SPTM
LL	Log Likelihood
LR	Likelihood Ratio
m	Restlaufzeit
ms	Modellspezifikation Nummer ms
MS	Menge aller Modellspezifikationen ms
$MADIF$	Mittlere Absolute Differenz
MAE	Mean Absolute Error
$MAPE$	Mean Absolute Percentage Error
N	Anzahl
N_T	Anzahl aller verfügbaren Zeitreihen
N_T	Anzahl aller vollständigen und nahezu vollständigen Zeitreihen
NPV	Nettobarwert
$\mathcal{P}$	Reales Wahrscheinlichkeitsmaß
p	Langfristige Basisverzinsung im APTM
P	Preis einer Nullkuponanleihe
PV	Barwert
Q	Quantil
$\mathcal{Q}$	Risikoneutrales Wahrscheinlichkeitsmaß
r	Instantaneous Short Rate
R	Kontinuierliche Spot Rate
R^2	Bestimmtheitsmaß
R_p	Produktzinssatz

R_p^e	Gleichgewichtszinssatz
R_y	Jahresrendite
$\overline{R_y}$	Gleitender Durchschnitt
S	Diagonale Parametermatrix aus bedingten Varianzen S_{jj} zur Bestimmung der latenten Zustandsvariablen Y
t_i	Zeitpunkt zur Laufvariable i
t_M	Ende des Zeithorizonts
VaR	Value at Risk
W	Brownsche Bewegung
Y	Vektor von Zustandsvariablen zur Bestimmung der Short Rate r
α	Parameter zur Bestimmung der bedingten Varianz S_{jj}
β	Parametervektor zur Bestimmung der bedingten Varianz S_{jj}
B	Parametermatrix bestehend aus Spalten β
γ	Faktorladung im SPTM
δ_0	Konstante zur Bestimmung der Short Rate r
δ	Parametervektor zur Bestimmung der Short Rate r
δ_{BG}	Faktorladung zur Dummyvariable D_{BG}^b im SPTM
Δ	Differenz bzw. Veränderung
$\Delta_{\Delta R}$	Veränderung auf Grund einer Parallelverschiebung der Zinsstrukturkurve in Höhe von ΔR
ϵ	Residuum
ζ	Intervallkategorie im SPTM
η	Schranken-Parameter im SPTM
θ	Parametervektor zur Bestimmung der latenten Zustandsvariablen Y
K	Parametermatrix zur Bestimmung der latenten Zustandsvariablen Y
λ	Preis des Risikos
λ_1	Parametervektor zur Bestimmung des Preis des Risikos λ
λ_2	Parametermatrix zur Bestimmung des Preis des Risikos λ
μ	Konstante im MAPTM und ECPTM
ξ	Faktorladung im MAPTM

ρ	Parameter im ECPTM zur Bestimmung der autokorrelierten Residuen ϵ
Σ	Identitätsmatrix zur Bestimmung der latenten Zustandsvariablen Y
	Summe
τ	Laufzeit
ϕ	Parametermatrix zur Bestimmung von K aus $K^{\mathbb{Q}}$
φ	Faktorladung zum Produktzinssatz R_p im ECPTM
ψ	Parametermatrix zur Bestimmung von θ aus $\theta^{\mathbb{Q}}$
ω	Faktorladung zum Marktzinssatz R_m im ECPTM
	Gewichtungsfaktor der Bilanzpositionen der exemplarischen Retail-Bank
$\varnothing$	Mittelwert

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

Zinsrisiken gehören neben Kreditrisiken zu den bedeutendsten Risiken, denen Banken ausgesetzt sind. Sie können als systemisches Risiko angesehen werden, da sie indirekt die Stabilität des gesamten Finanzsystems beeinflussen. Die US-amerikanische „Savings and Loan Crisis" in den achtziger Jahren ist ein dafür gerne herangezogenes Beispiel einer Krise, deren Ursprung vor allem in einer gleichzeitigen Erhöhung des Zinsrisikos bei einer größeren Anzahl von Instituten und einer darin begründeten Kettenreaktion zu sehen ist.

Eine Veröffentlichung von Mitarbeitern der amerikanischen Einlagensicherungsinstitution FDIC legt dar, dass in der Zeit zwischen 1986 und 1995 insgesamt 1.043 vorwiegend kleinere Banken geschlossen werden mussten (Curry und Shibut, 2000). Den in dem Artikel aufgeführten Berechnungen zufolge kostete dies den amerikanischen Steuerzahler 124 Mrd. US-$ und die Finanzindustrie 29 Mrd. US-$. Sie umfasste Banken mit einer Bilanzsumme von insgesamt über 500 Mrd. US-$. Obwohl in der gegenwärtigen weltweiten Finanzkrise primär das Kreditrisiko eine Rolle spielt, wäre auch diese bei Nichteingehen von Zinsrisiken nicht so dramatisch für einige der betroffenen Banken ausgefallen. Jene waren gezwungen, ihre kurzfristigen Verbind-

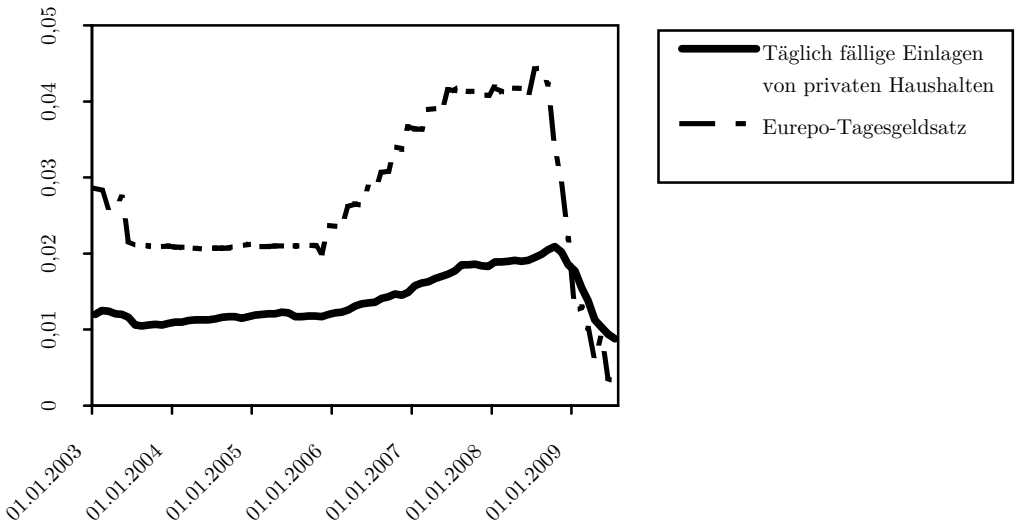
lichkeiten zu deutlich ungünstigeren Bedingungen in einer Zeit zu prolongieren, in der der Refinanzierungsmarkt zusammengebrochen war.

Als Konsequenz fordern sowohl das Basel Committee (Basel Committee on Banking Supervision, 2009a, S. 7; Basel Committee on Banking Supervision, 2009b, S. 48–49) als auch viele andere führende Bankenüberwachungsinstitutionen zum Ausbau der Berichts- und Controllingsysteme für Zinsrisiken in Banken auf, insbesondere auf der Basis von Stresstests. Zinsrisiken werden zwar gegenwärtig schon bei Handelsbuchpositionen als Teil der Marktpreisrisiken erfasst, rechtlich vorgeschriebene Verfahren für Positionen des Anlagebuchs sind aber nach wie vor in der Diskussion.

Festgelegt in Basel II ist lediglich die Definition einer sogenannten Ausreißer-Bank. In den zentralen Grundsätzen des aufsichtlichen Überprüfungsverfahrens (Säule 2 von Basel II) werden Aufsichtsinstanzen angehalten, insbesondere die Banken zu identifizieren, deren ökonomischer Wert sich als Reaktion auf einen parallelen Zinsschock von 200 BP um mehr als 20% des Eigenkapitals verringert (Basel Committee on Banking Supervision, 2004a, S. 166; Basel Committee on Banking Supervision, 2004b, S. 25). Da die bankinternen Modelle die Grundlage für die von der Bankenaufsicht verlangten Stresstests bilden sollen und es von Seiten der Aufsicht auch keine konkreten Vorschriften hinsichtlich der zu verwendenden Methoden gibt, ist es essentiell zu wissen, in welchem Umfang Modellunterschiede den ausgewiesenen Wert und das Zinsrisiko beeinflussen. Andernfalls könnten sowohl Banken als auch die Bankenaufsicht in einer ernstzunehmenden Weise das Zinsrisiko eines Produkts und damit auch das Zinsrisiko der kompletten Bank falsch einschätzen und unangemessen darauf reagieren (siehe Entrop et al., 2009a, für den Fall von Spareinlagen).

Im Falle von Zinsrisiken bei nicht marktgehandelten Produkten, also klassischen Zinsprodukten für private Kunden und Unternehmen, liegt eine besondere Herausforderung in der Bewertung und Risikoanalyse von variabel verzinslichen Produkten ohne vertraglich fest vereinbarte Laufzeit. Klassische Beispiele dafür sind Überziehungskredite oder Spareinlagen. Die Komplexität bei diesen Produkten entsteht vor allem dadurch, dass die Bank die Freiheit hat, jederzeit die Zinssätze zu ändern, der Kunde jedoch die Option hat, jederzeit seine Gelder abzuziehen bzw. den Kredit

Abbildung 1.1: Historischer Verlauf täglich fälliger Zinssätze



Diese Abbildung zeigt den Verlauf der Durchschnittszinssätze von täglich fälligen Einlagen, die monatlich im Rahmen der EWU-Zinsstatistik erhoben werden. Als Referenzzinssatz fungiert der Eurepo-Tagesgeldsatz.

zurückzuzahlen. Darüber hinaus gibt es weder vergleichbare Produkte, die frei an der Börse gehandelt werden und für die dementsprechend ein Marktpreis bestünde, noch muss der Zinssatz solcher Produkte in der Regel an einen fest vorgegebenen Index angepasst werden[1].

In Abbildung 1.1 sind als Beispiel der Durchschnittszinssatz für täglich fällige Einlagen und als korrespondierender Referenzzinssatz der ausfallrisikofreie Eurepo-Tagesgeldsatz[2] angeführt. Wie man dem Verlauf entnehmen kann, zeichnen sich Kundenzinssätze insbesondere dadurch aus, dass sie nur sporadisch, verzögert, asymmetrisch und nicht im selben Umfang wie Marktzinssätze angepasst werden (siehe z.B. Kleimeier und Sander, 2006, S. 1840). Die Konsequenz dieses nicht-perfekten Zins-Pass-Through ist eine fluktuierende Marge über die Zeit und damit auch ein schwankendes Eigenkapital der Bank. Zum Zinsrisiko einer Bank trägt dementsprechend maßgeblich das Preissetzungsverhalten bei.

---

[1] Davon abweichend hat der Bundesgerichtshof in einem Urteil vom 13. April 2010 (XI ZR 197/09) für den Fall von langfristigen Prämiensparverträgen entschieden, dass einseitige Zinsänderungsklauseln in den AGB nichtig sind. In diesem Fall muss ein Referenzzinssatz vertraglich vereinbart werden (Pressestelle des Bundesgerichtshofs, 2010).

[2] Zinssatz für mit erstklassigen festverzinslichen Wertpapieren besicherte Interbankengeschäfte.

Als Gründe für dieses Verhalten können beispielsweise die oligopolistische Marktmacht von Banken (Klein, 1971, S. 217; Hutchison und Pennacchi, 1996, S. 399), eine Marktsegmentierung zwischen Kapitalmarktprodukten und Bankprodukten (Fama, 1985, S. 29; Jarrow und van Deventer, 1998, S. 250–251) oder eine asymmetrische Informationsverteilung zwischen Bank und Kunde (Ho und Saunders, 1981, S. 583; Ausubel, 1991, S. 70–71) angeführt werden.

Variabel verzinsliche Kundengeschäfte bedürfen nicht nur auf Grund ihrer Komplexität und Nichtexistenz am Kapitalmarkt einer besonderen Behandlung, sie haben darüber hinaus auch eine hohe Relevanz für viele Banken. So bilden beispielsweise bei amerikanischen Spar- und Bausparkassen, sogenannten Thrifts, variabel verzinsliche Einlagen im Durchschnitt ca. 37% der Verbindlichkeiten. Für alle durch die FDIC versicherten Finanzinstitutionen und somit nahezu jeder Bank in den Vereinigten Staaten sind dies ca. 34%. Im Falle von Deutschland machen Sicht- und Spareinlagen im Durchschnitt ca. 19% aller Verbindlichkeiten aus. Betrachtet man nur die Sparkassen und die Genossenschaftsbanken, dann sind es sogar rund 50% (alle Daten beziehen sich auf den Dezember 2008, siehe Office of Thrift Supervision, 2008; Federal Deposit Insurance Corporation, 2008; Deutsche Bundesbank, 2009).

Eng mit der Zinsrisikomessung verbunden sind Bewertungsverfahren zur Bestimmung des fairen Wertes von Zinsprodukten. Insbesondere bei variabel verzinslichen Produkten führt die Ausgestaltung dieser regelmäßig zu Diskussionen. Dies betrifft vor allem die interne Profitabilitätsmessung und Geschäftssteuerung, aber auch Verhandlungen zu Fusionen und Übernahmen von Banken. Da in der Regel der Kreditzins über und der Einlagenzins unter dem relevanten Marktzins liegt, ist der faire Wert von Krediten größer und der von Einlagen kleiner als deren nomineller Wert. Das Ergebnis ist in beiden Fällen ein positiver Nettobarwert, der auch als Premium oder Konditionsbeitragsbarwert bezeichnet werden kann (siehe z.B. Jarrow und van Deventer, 1998; Dewachter et al., 2006).[3] Dieser kann beispielsweise nach einer M&A Transaktion separat vom Goodwill gemäß IFRS (IAS 38)

[3] Dies gilt auch, wenn bei Aktivposten das Kreditrisiko mit eingerechnet wird, da die jeweiligen Kreditzinsen zusätzlich zur Marge eine Kompensation für das Kreditrisiko beinhalten.

oder US-GAAP (FAS141R) als immaterieller Vermögenswert angesetzt werden. Das International Accounting Standards Board (2009, S. 2246) stellt klar, dass diese sogenannten „Deposit Intangibles" nur erfasst werden können, wenn ihr Barwert nach einem verlässlichen Verfahren bestimmt worden ist. Dementsprechend ist es auch bei der Bestimmung des fairen Wertes entscheidend zu wissen, welchen Einfluss unterschiedliche Modellspezifikationen auf das Berechnungsergebnis haben.

Die meisten Veröffentlichungen der letzten Jahre, die bestimmte Arten von variabel verzinslichen Kundenprodukten untersuchen, verwenden dafür den risikoneutralen Bewertungsansatz von Jarrow und van Deventer (1998). Die grundlegende Idee des Ansatzes besteht darin, die Cash Flows vom jeweiligen variabel verzinslichen Kundenprodukt als Derivate der Zinsstrukturkurve bzw. von damit zusammenhängenden Zustandsvariablen zu interpretieren und zur Bewertung Methoden anzuwenden, die bereits aus der Derivatetheorie bekannt sind. Dabei stimmen die relevanten Publikationen darin überein, dass drei Elemente die wesentlichen Einflussfaktoren darstellen: i) Ein stochastischer Prozess zur Umschreibung der Zinsstrukturkurvendynamiken, ii) ein Zins-Pass-Through Prozess, d.h. eine funktionale Beschreibung der Verbindung zwischen Zinsstrukturkurven- und Kundenzinsdynamiken, und iii) ein Prozess für die Entwicklung der Produkt-Volumina.

Darüber hinaus unterscheiden sich die relevanten Veröffentlichungen aber hinsichtlich der konkreten Spezifizierung der drei Prozesse deutlich, so dass sich insbesondere für Banken, die Bankenaufsicht und für Wirtschaftsprüfer die bisher nicht beantwortete Frage stellt:

Frage 1: Inwiefern beeinflusst die Modellwahl die Ergebnisse zur Bewertung und zur Zinsrisikoanalyse von variabel verzinslichen Kundenprodukten?

Bereits aus diesen einführenden Erläuterungen wird deutlich, dass ein sicherer Umgang mit Evaluierungsmethoden für einzelne Produkte das Fundament zur angemessenen Bewertung und Zinsrisikoanalyse einer Bank bilden. Entscheidend ist schlussendlich aber die Lage des gesamten Instituts. Diese ist neben einer angemessenen Methodenanwendung maßgeblich abhängig von der eigentlichen Zinsrisikostrategie

und damit der *Laufzeitenstruktur* in der Bilanz und den *Eigenschaften* der angebotenen Produkte.

Hinsichtlich der Laufzeitenstruktur besteht eine Bank typischerweise aus einer im Durchschnitt längeren aktivischen als passivischen Laufzeit, welches als aktivische Fristentransformation bezeichnet wird. Kommt es in diesem Fall zu einer starken und plötzlichen positiven Marktzinssatzveränderung, dann sinkt der Wert der Aktiva stärker als der Wert der Passiva, so dass das Eigenkapital reduziert wird.

In vergleichbarer Art kann aber auch die Eigenschaft eines jeden angeboteten Zinsprodukts das Risiko der Bank beeinflussen. Je nach dem, in welchem Umfang und in welcher Geschwindigkeit eine Bank die Produktzinsen an Marktzinsveränderungen anpasst, verändert sich deren Zinsrisiko. Da sie aus Gewinnerzielungsabsicht Marktzinssatzveränderungen nicht sofort und in vollem Umfang an den Kunden weitergibt, ist die daraus generierte Marge abhängig von den Bewegungen am Zinsmarkt.

Für das Risikocontrolling der Bank und die Bankenaufsicht spielt es daher eine entscheidende Rolle zu wissen, wie verschiedene variabel und fest verzinsliche Produkte zusammen im Kontext einer Bank und deren Bilanz- und Produktstrategie wirken. Trotz zahlreicher Veröffentlichungen zu Bewertungs- und Analysemethoden des Status Quo einzelner zinstragender Positionen wurde bisher noch nicht auf die folgende Frage eingegangen:

Frage 2: Welchen Einfluss haben unterschiedliche Strategien hinsichtlich der Fristentransformation und des Preissetzungsverhaltens auf das Zinsrisiko von Banken?

Die Beantwortung der beiden zuvor aufgestellten Fragen ist das zentrale Ziel dieser Arbeit. Dabei basiert sie nach Absprache mit dem Betreuer der Dissertation und den jeweiligen Koautoren in wesentlichen Teilen auf den gemeinsamen Papern Entrop et al. (2009b) und Entrop et al. (2010).

1.2 Ziele der Arbeit

Wesentliches Ziel dieser Arbeit ist es erstmalig die Effekte zu vergleichen, die sich auf Grund unterschiedlicher Modelle auf Grundlage des Jarrow und van Deventer (1998)-Ansatzes zur Bewertung und Risikoanalyse von variabel verzinslichen Kundenprodukten ergeben. Dabei basiert die empirische Analyse auf einer sehr umfangreichen, öffentlich nicht verfügbaren Datengrundlage, die von der Deutschen Bundesbank zur Verfügung gestellt worden ist. Der Umfang dieser Datenbasis ermöglicht es Rückschlüsse zu ziehen, die bisher so eindeutig nicht möglich waren.

Es werden im Rahmen der Analyse sechs unterschiedliche Zinsstrukturkurvenmodelle und vier Pass-Through Modelle verglichen. Zu den untersuchten Zinsstrukturkurvenmodellen gehören auf der einen Seite drei gängige Cox et al. (1985)(CIR) Modelle und auf der anderen Seite drei essentiell affine Zinsstrukturkurvenmodelle nach Duffee (2002) um einen Vergleich zwischen einfacheren und komplexeren Modellen zu ermöglichen. Die Pass-Through Modelle wurden hingegen ausgewählt, um typische in der Literatur verwendete Modellklassen für die Umschreibung des funktionalen Zusammenhangs zwischen Markt- und Kundenzinsen abzubilden: i) ein asymmetrisches partielles Anpassungsmodell, welches explizit in der Lage ist, unterschiedliche Anpassungsgeschwindigkeiten während steigender und fallender Marktphasen darzustellen; ii) ein Modell, welches sich an dem vielfach von Banken angewandtem „Replicating Portfolio Approach" orientiert; iii) ein Fehlerkorrekturmodell, welches kurzfristig eine losgelöste, langfristig aber eine Gleichgewichtsbeziehung zwischen Markt- und Kundenzins unterstellt; und iv) ein stufenweises Pass-Through Modell, welches nur vordefinierte Zinssatzsprünge zulässt und damit die Tendenz der Banken widerspiegelt, ihre Zinssätze beispielsweise nur in 10 oder 25 BP-Schritten anzupassen. Zusammengenommen werden dementsprechend 24 Modellspezifikationen geschätzt.

Die beschriebenen Modellspezifikationen finden Anwendung auf jeweils 13 unterschiedliche Produktkategorien von variabel verzinslichen Kundenprodukten, die im Grunde drei Produkttypen (Überziehungskredite, Sichteinlagen und Spareinlagen)

von rund 400 deutschen Banken repräsentieren. Auf Basis dieses Untersuchungsaufbaus werden der Barwert und das Zinsrisiko aller Produkte für jede einzelne Bank berechnet und anschließend im Hinblick auf die Auswirkungen unterschiedlicher Modellspezifikationen umfassend untersucht, um so insbesondere für Banken und die Bankenaufsicht wichtige Implikationen liefern zu können.

Neben der Modellanalyse lässt sich als *Nebenziel* ein kurzer Überblick über den deutschen Markt nennen. Der große Datenumfang erlaubt es, zu den drei Bankengruppen der Privat- und Geschäftsbanken, der Sparkassen und der Genossenschaftsbanken grundlegende Indikationen hinsichtlich des Wertes und des Zinsrisikos ihrer Produkte geben zu können.

Ein *weiteres wesentliches Ziel* dieser Arbeit besteht darin, erstmalig die Zinsrisiko-Effekte auf Gesamtbankebene aufzuzeigen, die sich aus unterschiedlichen Bilanz- und Produktstrategien bei Banken ergeben. Alle bisher bekannten Arbeiten untersuchen einzelne zinstragende Produkte isoliert. Am Ende entscheidend für die Bank und die Bankenaufsicht ist allerdings die Frage, wie unterschiedliche Produktarten zusammen innerhalb einer Bank auf deren ökonomischen Wert und Zinsrisiko wirken. Aus diesem Grund werden sowohl verschiedene Fristentransformations- als auch unterschiedliche Preissetzungsstrategien und ihr Einfluss auf den „Economic Value of Equity" (*EVE*) und die „Interest Rate Elasticity" (*IRE*) untersucht. Der Fokus liegt auf diesen beiden Maßen, da sie mehr und mehr bei Banken Anwendung finden und konsistent sind mit den Basel Standards (siehe Basel Committee on Banking Supervision, 2009a, S. 54).

Basis dieser Untersuchung ist erneut der Ansatz von Jarrow und van Deventer (1998). Anwendung findet dabei eine aus obigen Modellen abgeleitete Spezifikation um eine exemplarische Modellbank aufzusetzen. Diese besteht aus einigen wenigen Zinsprodukten, die sich gegenseitig nahezu ausschließen und gemeinsam repräsentativ für eine exemplarische Retail-Bank stehen, die nur das klassische Zinsgeschäft betreibt. Ausgangsszenario sind die Bilanzstruktur und die Pass-Through Modellparameter einer durchschnittlichen deutschen Bank. Diese Grundstruktur wird in verschiedenen Szenarien so verändert, dass sie unterschiedliche Unternehmensstrate-

gien und Banktypen repräsentieren kann. Dies ermöglicht die Ableitung einer Reihe wichtiger Implikationen zum Wert und der Stabilität einer Bank, die sowohl für die Bankenaufsicht als auch für das bankinterne Risikocontrolling von großer Bedeutung sein können.

1.3 Gang der Untersuchung

In *Kapitel 2* wird mit einem Literaturüberblick ein Einstieg in die für diese Arbeit relevanten Veröffentlichungen gegeben. Dazu gehören auf der einen Seite Beiträge zum monetären Transmissionsmechanismus, insbesondere zum Pass-through-Verhalten von Banken, und auf der anderen Seite Aufsätze zur Bewertung und Risikoanalyse von variabel verzinslichen Produkten.

Daran anschließend folgt *Kapitel 3* mit einer Beschreibung der Datenbasis. Diese gliedert sich auf in zwei Datensätze, i) die auf Einzelbankebene monatlich durchgeführte Erhebung über Soll- und Habensätze der Deutschen Bundesbank und ii) die danach folgende und im Rahmen der europäischen Harmonisierung eingeführte EWU-Zinsstatistik.

Der Einstieg in die Modellwelt erfolgt in *Kapitel 4*. In Abschnitt 4.1 wird der risikoneutrale Bewertungsansatz für variabel verzinsliche Kundenprodukte nach Jarrow und van Deventer (1998) vorgestellt. Die auf Basis dieses Ansatzes zur Anwendung und Analyse kommenden Modellspezifikationen und deren Parameterschätzergebnisse werden in Abschnitt 4.2 behandelt. Dazu zählen die für die Darstellung aller Zinsstrukturkurvenmodelle herangezogene kanonische Form in Abschnitt 4.2.1 und die vier Pass-Through Modelle in den jeweiligen Unterabschnitten von 4.2.2. Weiterhin wird für die Untersuchung zu den Gesamtbankeffekten eine Modellbank und eine dazu gehörige exemplarische Modellspezifizierung benötigt. Sowohl deren Vorstellung als auch die Vorgehensweise zur Bewertung der Modellbank erfolgt in Abschnitt 4.2.3.

Die technische Umsetzung der Bewertung erfolgt mittels einer Monte Carlo Simulation. Deren Umfang und Ausgestaltung ist Gegenstand von Abschnitt 4.3. Sie wird darüber hinaus auch für die Bestimmung der Zinsrisikomaße herangezogen. Hier kommt primär die Zinselastizität zur Anwendung, vorgestellt in Abschnitt 4.4.1. Darüber hinaus können beispielsweise aber auch Downside Risk Measures verwendet werden, die in Form des Value at Risk und des Expected Shortfall in Abschnitt 4.4.2 angesprochen werden.

Sowohl die Ergebnisse als auch deren Analyse werden in *Kapitel 5* präsentiert. Dazu gehört in Abschnitt 5.1 die erste zentrale Frage nach den Effekten auf die Bewertung (Abschnitt 5.1.1) und das ausgewiesene Zinsrisiko (Abschnitt 5.1.2) von variabel verzinslichen Produkten, die sich auf Grund unterschiedlicher Modellspezifikationen ergeben. Neben der Modellauswertung enthalten die jeweiligen Abschnitte kurze Indikationen zum deutschen Markt.

Die zweite zentrale Frage beschäftigt sich mit den Wert- und Zinsrisikoeffekten, die sich durch unterschiedliche Geschäftssteuerungsszenarien auf Gesamtbankebene ergeben. Diese Effekte werden in Abschnitt 5.2 näher vorgestellt. Vor der eigentlichen Auswertung erfolgt in Abschnitt 5.2.1 zunächst die Vorstellung der Vorgehensweise zum konkreten Aufbau der hier verwendeten exemplarischen Retail-Bank. Das Ergebnis dessen, d.h. die Bank an sich, ihre Struktur, ihre barwertige Bilanz und ihr Zinsrisiko sind Gegenstand von Abschnitt 5.2.2. Die darauf aufbauenden unterschiedlichen Fristentransformations- und Preissetzungsstrategien und deren Auswertung ergeben sich aus den Ausführungen in Abschnitt 5.2.3.

Die beiden Untersuchungen enden jeweils mit einer Zusammenfassung der grundsätzlichen Ergebnisse in den Abschnitten 5.1.3 und 5.2.4. Es werden dabei insbesondere Implikationen für Banken und die Bankenaufsicht aufgezeigt. Die Arbeit schließt in *Kapitel 6* mit einem Resümee zum Management und der Überwachung von Zinsrisiken im Rahmen von Basel II und sich zukünftig daraus ergebenden Fragestellungen ab.

Kapitel 2

Literaturüberblick

Zinstragende Produkte sind Gegenstand einer Vielzahl von Untersuchungen der letzten Jahrzehnte, wobei für die hier im Fokus stehenden variabel verzinslichen Kundengeschäfte mit unbestimmter Laufzeit insbesondere zwei Forschungsbereiche von besonderer Bedeutung sind. Zum einen sind dies Veröffentlichungen aus der Volkswirtschaftslehre, die der Fragestellung nachgehen, welche Einflussgrößen wie auf den *monetären Transmissionsmechanismus* wirken, insbesondere in welchem Umfang und innerhalb welcher Frist Leitzinsentscheidungen der Zentralbanken durch Banken an den Markt weitergegeben werden. Zum anderen ist die Forschung im Bereich Finanzierung und Banken über Verfahren zur *Bewertung und Risikoanalyse von Zinsprodukten* für diese Arbeit relevant. Letztere kann dabei partiell auf Modelle zurückgreifen, die auch in der Volkswirtschaftslehre vergleichbar zum Einsatz kommen.

Monetärer Transmissionsmechanismus

Eine sehr umfassende Einführung in die aktuellen Forschungsergebnisse zum europäischen Bankenmarkt, dessen Wettbewerb und Konsolidierungsprozess, aber auch zum monetären Transmissionsmechanismus und Pass-Through-Verhalten der Banken in Europa gibt der Literaturüberblick von Goddard et al. (2007). Handelt es sich im Speziellen um Veröffentlichungen zum Pass-Through Verhalten, dann basieren diese grundsätzlich auf der Arbeit von Cottarelli und Kourelis (1994). De-

ren Aufsatz behandelt die Frage, wie stark die Banken zahlreicher entwickelter und weniger entwickelter Länder auf die Geldpolitik der jeweiligen Zentralbanken reagieren. Speziell für kurzfristige Kreditzinsen untersuchen Borio und Fritz (1995) für führende Wirtschaftsnationen den Pass-Through anhand eines simulierten 100 BP Schocks der Zinsstrukturkurve und fokusieren insbesondere auf den Unterschied zwischen den Auswirkungen von Leitzinssveränderungen und Marktzinsveränderungen auf das Preissetzungsverhalten. Die Rigidität von Verbraucherzinssätzen ist ebenfalls Gegenstand der Untersuchungen von Scholnick (1996) und Heffernan (1997). Scholnick konzentriert sich insbesondere auf die Asymmetrie in der Kundenzinsanpassung, exemplarisch anhand von Daten für Malaysia und Singapur. Für Heffernan stehen die Unterschiede im Pass-Through zwischen einer großen Anzahl von Produkttypen auf Basis des britischen Marktes im Vordergrund.

Der Transmissionsmechanismus in der Euro-Zone ist ein vielfach aufgegriffener Untersuchungsgegenstand, sei es der Pass-Through vor (Mojon, 2000; Kleimeier und Sander, 2000) oder nach der Euro-Einführung (de Bondt, 2005). Letztere Veröffentlichung kann dabei aufzeigen, dass der Transmissionsmechanismus nach der Euro-Einführung schneller geworden ist. Festgestellt wird außerdem, dass sowohl Tagesgelder als auch Einlagen mit einer Kündigungsfrist bis drei Monate die Produkte mit der geringsten Marktanbindung sind und damit die höchste Rigidität aufweisen. Sie folgen auf lange Frist nur zu rund 40% der Geldpolitik. Kleimeier und Sander (2006) untersuchen ebenfalls die Euro-Zone, allerdings unter der Fragestellung, wie sich antizipierte und nicht-antizipierte geldpolitische Entscheidungen im Hinblick auf den Grad des Pass-Through unterscheiden. Sie können zeigen, dass eine offene Kommunikation der Geldpolitik nötig ist, um einen schnellen und homogenen Pass-Through zu erreichen. Sie können außerdem ein im Vergleich zu Einlagenzinsen schnelleren Pass-Through bei Kreditzinsen nachweisen.

Die Heterogenität des Pass-Throughs zwischen verschiedenen Ländern der Euro-Zone ist Gegenstand der Untersuchungen von Sørensen und Werner (2006) und von Hofmann (2006). Beide Veröffentlichungen können Heterogenität zwischen den Ländern bestätigen. Sørensen und Werner (2006) stellen stark unterschiedliche An-

passungsgeschwindigkeiten heraus und führen als Erklärung dafür den unterschiedlichen Wettbewerb im Bankenmarkt der einzelnen Länder an. Hofmann (2006) kann insbesondere schnellere und weniger heterogene Anpassungen nach Einführung der europäischen Währungsunion nachweisen.

Gambacorta (2008) erweitert die bis dahin weitestgehend auf Basis von Leit- oder Marktzinssätzen durchgeführten Analysen um zahlreiche mikro- und makroökonomische Faktoren und deren Einfluss auf den Pass-Through Mechanismus. Er kann am Beispiel Italien u.a. zeigen, dass sowohl Banken mit einer guten Kapitalbasis als auch jene, die vor allem langfristiges Kreditgeschäft betreiben, am wenigsten stark geldpolitische Entscheidungen an Kunden weitergeben. Verfügt das Bankensystem insgesamt über eine geringe Liquidität, dann geschieht der Pass-Through deutlich schneller.

Die meisten der zuvor aufgeführten Artikel und der überwiegende Teil der bekannten Literatur weisen unabhängig von dem konkreten Untersuchungsgegenstand und dessen Ergebnis nach, dass sich Markt- und Kundenzinsen im kurzfristigen Bereich zwar losgelöst, langfristig aber hin zu einer gemeinsamen Gleichgewichtsbeziehung entwickeln. Dies ist auch die Grundannahme einiger der nachfolgend verwendeten und untersuchten Modelle zur Beschreibung von Kundenzinsdynamiken.

Bewertung und Risikoanalyse von Zinsprodukten

Weitaus zentraler für diese Arbeit, jedoch in der Literatur bisher nicht in so starkem Umfang behandelt wie das Pass-Through Verhalten, ist die generelle Frage nach angemessenen Verfahren zur Bewertung und Risikoanalyse von Zinsprodukten. Dabei spielt nicht der triviale Fall von Festzinsprodukten mit vertraglich bestimmter Laufzeit den Kern der Forschung, sondern Produkte mit unbestimmter Laufzeit und variabler Verzinsung. Wie auch das Basel Committee on Banking Supervision (2004b,

S. 31) bekräftigt, liegt gerade in Produkten wie Spareinlagen[4], Sichteinlagen[5] und Überziehungskrediten[6] die größte Herausforderung, da sie sowohl die zusätzliche Option für die Bank enthalten, jederzeit den Kundenzinssatz anpassen zu können, als auch die Option für den Kunden, jederzeit sein Geld abziehen bzw. zurückzahlen zu können.

Es lassen sich dabei grundsätzlich zwei Herangehensweisen zur Bewertung ausmachen, die beide seit Mitte der neunziger Jahre Gegenstand von theoretischer und empirischer Forschung sind. Das erste Verfahren entspricht einem klassischen Discounted Cash-Flow Verfahren, in dem zukünftig erwartete Zahlungsströme unter Verwendung einer näher zu spezifizierenden Risikoprämie unter der realen Wahrscheinlichkeitsverteilung abgezinst werden. Das zweite Verfahren nimmt an, dass variable Zinsprodukte Derivate auf die Zinsstrukturkurve sind. Dieser Ansatz nutzt Standard-Derivatetheorie, in der die zukünftig erwarteten Cash-Flows unter dem risikoneutralen Martingalmaß bewertet werden. Aus theoretischer Sicht sind beide Ansätze gleichwertig, allerdings ist es schwer im Falle des ersten Ansatzes eine angemessene Risikoprämie zu spezifizieren.

Der Ansatz unter dem *realen Wahrscheinlichtkeitsmaß* wird zuerst von Selvaggio (1996) zur Analyse von Sichteinlagen einer amerikanischen Geschäftsbank verwendet. Er kann für diese Produkte ein Premium nachweisen, d.h. er kann zeigen dass

---

[4] Spareinlagen sind in Deutschland dadurch gekennzeichnet, dass sie eine unbefristete Einlageform mit mindestens dreimonatiger Kündigungsfrist darstellen und nicht für den Zahlungsverkehr bestimmt sind. Sie sind nur für Privatpersonen und gemeinnützige, mildtätige oder kirchliche Organisationen vorgesehen. Siehe für eine rechtliche Definition § 21 Abs. 4 RechKredV.

[5] Sichteinlagen sind täglich fällige Einlagen mit einer Kündigungsfrist unter 30 Tagen. Eine Legaldefinition besteht heute nicht mehr. Es wird sich jedoch in der Regel am § 13 Abs. 1 und 2 ZinsVO vom 05.02.1965 orientiert (Batereau, 2009, S. 1188). Zu den Sichteinlagen zählen insbesondere die positiven Bestände von Kontokorrentkonten nach § 355 HGB.

[6] Überziehungskredite bezeichnen Darlehensverträge mit jederzeitiger Kündbarkeit, die das Recht einräumen, ein Girokonto entgeltlich in einer bestimmten Höhe zu überziehen. Sie spiegeln die negativen Bestände eines Kontokorrentkontos wider. Für eine Legaldefinition siehe § 493 BGB und § 355 HGB.

der aktuelle Barwert dieser Verbindlichkeit weniger als den Nominalwert ausmacht. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass Sichteinlagen über einen positiven Nettobarwert bzw. Konditionsbeitragsbarwert verfügen. Er zeigt darüber hinaus, dass Sichteinlagen im Vergleich zur vertraglichen Mindestlaufzeit eine deutlich längere Duration aufweisen. Der gleiche Ansatz ist auch die Basis für die Office of Thrift Supervision (2001) und deren Überwachung von amerikanischen (Bau-) Sparkassen. Sie nutzen ein asymmetrisches Anpassungsmodell zur Umschreibung der Kundenzinsdynamik und eine aktuell am Markt herrschende Zinsstrukturkurve nebst Risikoprämie zur Diskontierung. Ein vergleichbarer Ansatz wird auch von de Jong und Wielhouwer (2003) verfolgt, die darüber hinaus vorschlagen, zum Hedging eine Durationszerlegung der eingebetteten Optionen heranzuziehen.

Grundlage für den Ansatz unter dem *risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß* ist der Aufsatz von Jarrow und van Deventer (1998) zur Bewertung und Risikoanalyse von Spar- und Sichteinlagen, sowie von Kreditkartenkonten. Sie vergleichen in ihrer theoretischen Arbeit diese Produkte mit einem exotischen Zinsswap mit schwankender Basis, der beispielsweise bei Spareinlagen dem Kunden einen variablen Zinssatz zahlt und vom Markt einen variablen Marktzinssatz erhält. Sie schlagen ein 1-Faktor Heath et al. (1992) (HJM) Modell zur Abbildung der Short Rate-Dynamiken vor, der Kundenzins wird in Abhängigkeit des aktuellen Marktzinsniveaus und dessen Veränderung modelliert. Eine empirische Überprüfung des Ansatzes wird von Janosi et al. (1999) anhand einer amerikanischen Geschäftsbank durchgeführt. Darauf folgt O'Brien (2000) mit einer deutlich umfassenderen Untersuchung für rund 100 amerikanische Banken und deren MMDA[7] und NOW[8] Accounts. Die Arbeit integriert als erste die empirisch nachgewiesene asymmetrische Anpassung der Kundenzins-

[7] Money Market Deposit Account: Variabel verzinsliche Spareinlagen in den Vereinigten Staaten, welche für jeden zugänglich sind, also z.B. Privatpersonen, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen. Es können damit im Gegensatz zu Spareinlagen in Deutschland auch in geringer Häufigkeit Transaktionen mit anderen Personen als dem Kontoinhaber durchgeführt werden. Für die genaue rechtliche Definition siehe Federal Government of the United States (aktuelle Fassung, § 561.28).

[8] Negotiable Order of Withdrawal: Variabel verzinsliche Spareinlagen in den Vereinigten Staaten, welche nur Privatpersonen und nicht-kommerziellen juristischen Personen zur Verfügung

sätze in ihrem Bewertungsmodell; darüber hinaus kommt ein 1-Faktor Cox et al. (1985)(CIR)-Modell zur Darstellung der Zinsstrukturkurvendynamiken zur Anwendung. Zu den weiteren Veröffentlichungen auf Basis des Ansatzes von Jarrow und van Deventer gehören beispielsweise Kalkbrener und Willing (2004) und Dewachter et al. (2006). Erstere nutzen ein 2-Faktor-HJM-Modell für die Marktzinsdynamiken und eine stufenweise Linearfunktion für die Kundenzinsen. Letztere ziehen ein essentiell-affines 3-Faktor-Modell für die Short Rate heran und ergänzen es um einen vierten latenten Faktor zur Beschreibung der Kundenzinsspreadveränderungen.

Neben den beiden Standardansätzen auf Basis der Diskontierung zukünftig erwarteter Cash-Flows seien noch zwei weitere Ansätze im Rahmen des Managements von Zinsprodukten erwähnt: Hutchison und Pennacchi (1996) nutzen ein Gleichgewichtsmodell unter Annahme nicht-perfekten Wettbewerbs von Hutchison (1995), nach welchem Produktzinssätze in Abhängigkeit von Volumen und Spread so gesetzt werden, dass sie den Bankgewinn maximieren. Insbesondere in der Praxis verbreitet ist der sog. Replicating Portfolio Approach (Comptroller of the Currency, 1998, S. 68) bzw. das damit verbundene, überwiegend in Deutschland und Europa zur Anwendung kommende Verfahren der Gleitenden Durchschnitte. Hier versucht man Produkte mit unbestimmter Laufzeit durch ein Portfolio aus Geld- und Kapitalmarktprodukten so nachzubilden, dass die Cash-Flows des Duplikationsportfolios approximativ denen des Produkts zuzüglich einer konstanten Marge entsprechen (Wilson, 1994, S. 15). Eine Einführung zum Verfahren der Gleitenden Durchschnitte bietet Sievi und Wegner (2005). Erweiterungen, wie z.B. für den Fall von nicht konstantem Volumen oder eine Implementation mittels mehrstufiger stochastischer Programmierung präsentieren Wielhouwer (2003) bzw. Frauendorfer und Schürle (2003).

Die Basis für diese Arbeit bildet der risikoneutrale Bewertungsansatz von Jarrow und van Deventer (1998). Dies lässt sich vor allem damit begründen, dass der Grundsatz der Arbitragefreiheit eingehalten wird und damit die (zumindest) theoretisch

stehen. Für die genaue rechtliche Definition siehe Federal Government of the United States (aktuelle Fassung, § 561.29).

mögliche Duplizierbarkeit gegeben ist. Des weiteren kann die vor allem technische Problematik, eine „richtige" Risikoprämie spezifizieren zu müssen, umgangen werden und es können Methoden angewendet werden, die in der Optionspreisbewertung weit verbreitet und anerkannt sind.

Kapitel 3

Datengrundlage

Für die Schätzung, Kalibrierung und Analyse der in dieser Arbeit untersuchten Modelle bzw. deren Spezifikation und Parametrisierung wird auf eine Auswahl von Daten der Deutschen Bundesbank zurückgegriffen, die nachfolgend kurz vorgestellt werden und zu den Bereichen Kundenzinssätze, Marktzinssätze und Bankbilanzdaten gehören. Die Unterteilung der Arbeit in die Analyse verschiedener Modellspezifikationen zur Bewertung und Risikoanalyse von variabel verzinslichen Produkten und die Analyse von Modellparametrisierungen zur Darstellung unterschiedlicher Strategien einer exemplarischen Retail-Bank hat darüber hinaus Konsequenzen für die Auswahl der jeweils zugrunde liegenden Datenbasis.

Kundenzinssätze

Der *erste Teil* dieser Arbeit analysiert unterschiedliche Modellspezifikationen zur Bewertung und Risikoanalyse von variabel verzinslichen Produkten und bedient sich dafür zweier umfangreicher Datensätze der Deutschen Bundesbank. Diese enthalten öffentlich nicht verfügbare Daten zu monatlichen Einlagen- und Kreditzinssätzen unterschiedlicher Produkttypen und spiegeln als Einzelbankdaten auch die Vielfältigkeit des deutschen Bankenmarktes wider.

Der erste Datensatz bezieht sich auf die monatlich bis zum Jahr 2002 stattgefundene Erhebung über Soll- und Habenzinsen der Deutschen Bundesbank und umfasst den

Zeitraum April 1993 bzw. November 1996 bis Dezember 2002. Der zweite Datensatz entspricht der EWU-Zinsstatistik, welche die vormals nationale Erhebung im Zuge der europäischen Harmonisierung ersetzt hat; sie liegt für die Untersuchungen auf Einzelbankebene für den Zeitraum Januar 2003 bis Dezember 2007 vor. Beide Statistiken sind nicht direkt miteinander zu vergleichen, da sie sich hinsichtlich der Produkte, der Erhebungsmethode für die Zinssätze und der Auswahl der Banken deutlich unterscheiden.

Die Tabelle 3.1 enthält eine genauere Beschreibung der untersuchten Produkte. Spar- und Sichteinlagen (SU0022, SUD105, SU0512, SUD101[9]) sind gemessen am Volumen dabei die wichtigsten Produkte, gefolgt von Überziehungskredite an Unternehmen (SU0001+SU0004, SUD123).

Die Unterschiede zwischen den beiden Datensätzen ergeben sich für jeweils vergleichbare Produkte vor allem auf Grund von abweichenden Vorgehensweisen bei der Aggregation der Daten. Im Falle der ersten Statistik entsprechen die erhobenen Zinssätze denen, die am häufigsten während des mittleren Zwei-Wochen Fensters eines Monats für Neugeschäfte, Prolongationen und im Rahmen von Änderungen vereinbart worden sind.[10] Die EWU-Zinsstatistik erfragt hingegen den volumengewichteten Durchschnittszinssatz für das Neugeschäft am Monatsende. Sie basiert zwar auf einer kleineren Anzahl von Banken, repräsentiert aber eine größere Bandbreite unterschiedlicher Finanzinstitutionen. So gehören nicht nur Privat- und Geschäftsbanken, Genossenschaftsbanken und Sparkassen zu den Teilnehmern der Erhebung, sondern auch beispielsweise Bausparkassen und Realkreditinstitute. Siehe für eine genauere Beschreibung der Erhebungsmethode Deutsche Bundesbank (2004b) und für einen detaillierten Vergleich der beiden Statistiken Deutsche Bundesbank (2004a).

---

[9] Bei den hier verwendeten Codes handelt es sich um die offiziellen Zeitreihenbezeichner der Deutschen Bundesbank.

[10] Für einige Großbanken haben auch regionale Niederlassungen separat an der Erhebung teilgenommen. In diesem Fall wird der Median aller Niederlassungen als repräsentativen Zinssatz für diese Bank herangenommen.

Tabelle 3.1: Produktzinssätze auf Einzelbankebene

	Code	Beschreibung	Zeitraum	N_T/N_C				Min	Mittel	Max	Letzter
				Gesamt	P&G	Spk	Geno				
Erhebung über Soll- und Habenzinsen											
Kredite	SU0001	Kontokorrentkredite von 100.000 EUR bis unter 500.000 EUR	04.1993 – 12.2002	508/153	81/35	183/79	243/39	8,71	10,05	13,22	9,48
Kredite	SU0004	Kontokorrentkredite von 500.000 EUR bis unter 2,5 Mio EUR	04.1993 – 12.2002	369/66	63/25	145/31	160/10	7,34	8,52	11,56	8,27
Kredite	SU0503	Dispositionskredite an Privatkunden (eingeräumte Überziehungskredite)	11.1996 – 12.2002	453/184	58/32	168/105	226/47	11,07	11,80	12,70	12,31
Einlagen	SU0512	Sichteinlagen von Privatkunden mit höherer Verzinsung	11.1996 – 12.2002	312/94	41/20	131/55	139/19	1,26	1,96	2,50	1,26
Einlagen	SU0022	Spareinlagen mit Mindest-/Grundverzinsung mit dreimonatiger Kündigungsfrist	04.1993 – 12.2002	527/176	81/36	188/98	253/44	0,71	1,61	2,72	0,71
Einlagen	SU0521	Spareinlagen mit höherer Verzinsung bei vereinbarter Kündigungsfrist von 3 Monaten ohne Vereinbarung einer Vertragsdauer 5.000 EUR bis unter 10.000 EUR	11.1996 – 12.2002	395/130	42/17	142/80	210/33	1,48	2,44	2,99	1,48
Einlagen	SU0524	Spareinlagen mit höherer Verzinsung bei vereinbarter Kündigungsfrist von 3 Monaten ohne Vereinbarung einer Vertragsdauer 10.000 EUR bis unter 25.000 EUR	11.1996 – 12.2002	396/132	42/19	144/80	209/33	1,69	2,63	3,22	1,69
EWU Zinsstatistik											
Kredite	SUD112	Überziehungskredite an private Haushalte einschl. privater Organisationen ohne Erwerbszweck	01.2003 – 12.2007	208/125	31/17	102/68	60/31	10,22	10,76	11,94	11,88
Kredite	SUD123	Überziehungskredite an nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften	01.2003 – 12.2007	209/121	26/12	100/65	60/29	5,79	6,37	7,15	7,15
Einlagen	SUD101	Täglich fällige Einlagen von privaten Haushalten einschl. privater Organisationen ohne Erwerbszweck	01.2003 – 12.2007	212/129	26/11	99/64	59/29	1,05	1,31	1,86	1,83
Einlagen	SUD105	Einlagen v. priv. Haushalten mit vereinbarter Kündigungsfrist bis 3 Monate einschl. Einlagen nichtfinanzieller Kapitalgesellschaften einschl. privater Organisationen ohne Erwerbszweck	01.2003 – 12.2007	192/109	33/19	102/68	60/30	1,94	2,16	2,46	2,46
Einlagen	SUD106	Einlagen v. priv. Haushalten mit vereinbarter Kündigungsfrist über 3 Monate einschl. Einlagen nichtfinanzieller Kapitalgesellschaften einschl. privater Organisationen ohne Erwerbszweck	01.2003 – 12.2007	187/106	30/17	101/67	60/31	2,28	2,78	3,68	3,68
Einlagen	SUD107	Täglich fällige Einlagen von nichtfinanziellen Kapitalgesellschaften	01.2003 – 12.2007	214/128	32/17	102/67	57/26	1,05	1,49	2,35	2,20

Diese Tabelle enthält die offiziellen Codes und Beschreibungen zu den für die empirische Analyse verwendeten Zeitreihen der Deutsche Bundesbank. Ausgewählt wurden alle in den Datensätzen verfügbaren Zeitreihen zu variabel verzinslichen Produkten. Eine Ausnahme bilden variabel verzinsliche Hypothekarkredite, die keine nennenswerte Rolle auf dem deutschen Markt spielen. Zusätzlich wurden aus der Erhebung über Soll- und Habenzinsen die Spareinlagen mit höherer Verzinsung bei vereinbarter Kündigungsfrist von 3 Monaten und unter 5.000 EUR (SU0518) ausgeschlossen, da die dazu vorliegende Datenbasis einen zu geringen Umfang aufweist.
Im Bezug auf Übernahmen und Fusionen wird eine übernehmende Bank als neue Bank definiert, wenn die Bilanzsumme der übernommenen Bank 10% der Bilanzsumme der übernehmenden Bank übersteigt. N_T ist dann die Anzahl aller verfügbaren Zeitreihen, N_C die Anzahl aller vollständigen und nahezu vollständigen Zeitreihen. Gegeben ist jeweils die Anzahl der gesamt zur Verfügung stehenden Zeitreihen und separat diejenigen Banken, die zu der Bankgruppe der Privat- und Geschäftsbanken (P&G), der Sparkassen (Spk) und der Genossenschaftsbanken (Geno) gehören. Nahezu vollständige Zeitreihen sind Reihen, die 90% oder mehr Datenpunkte enthalten. Dabei müssen Daten in mindestens einem der beiden ersten Monate und in einem der beiden letzten Monate zur Verfügung stehen um sicherzustellen, dass die betroffene Bank das jeweilige Geschäft über den kompletten Zeitraum betrieben hat. Die fehlenden Werte werden über eine best-fit Regression approximiert. Eine best-fit Regression wird definiert als eine Regression der nahezu vollständigen Zeitreihe durch drei andere vollständige Zeitreihen, die zum höchsten R^2 unter allen möglichen Regressionen führt. Min, Mittel, Max und Letzter entsprechen dem kleinsten, mittleren, höchsten und letzten Wert (in Prozentpunkten) einer Zeitreihe, welche aus den über alle Banken gemittelten Zinssätzen für alle Kategorien und Zeitpunkten besteht. Alle Zeitreihen sind auf Stationarität mittels eines Augmented Dickey-Fuller Tests und auf Kointegration mit dem korrespondierenden Marktzinssatz mittels eines Engle-Granger Tests untersucht worden. Für beide Datensätze und für alle Produktkategorien kann größtenteils die Hypothese, dass keine Stationarität vorliegt, nicht zurückgewiesen werden und in weniger als der Hälfte aller Fälle kann die Hypothese, dass keine Kointegration vorliegt, abgelehnt werden (jeweils zu einem 5% Signifikanzniveau).

Der erste Datensatz enthält Daten von insgesamt 402 Banken, der zweite von insgesamt 198 Banken. Da bedeutende Fusionen und Übernahmen[11] von Banken zu einen Strukturbruch in den Zeitreihen geführt haben könnte, wird analog zu Weth (2002) verfahren: Eine übernehmende Bank wird zum Monat der rechtmäßigen Verschmelzung als eine neue Bank definiert, wenn die Bilanzsumme der zu übernehmenden Bank 10% der Bilanzsumme der übernehmenden Bank übersteigt. Es ergeben sich so über alle Zeitreihen hinweg 558 synthetische Banken im ersten Datensatz und 232 in zweiten Datensatz. Die Tabelle 3.1 gibt näher Auskunft über die jeweils für die einzelne Produktkategorie zur Verfügung stehende Anzahl an (synthetischen) Banken und die Anzahl an Banken mit vollständig und nahezu vollständigen Zeitreihen[12]. Da die Datensätze aus vollständigen und nicht vollständigen Zeitreihen bestehen, also sog. unbalanced Paneldaten vorliegen, können alle verfügbaren Daten nur für Panelregressionen herangezogen werden. Im Falle von bankindividuellen Einzelregression können diese nur für die vollständigen und nahezu vollständigen Zeitreihen durchgeführt werden.

Der *zweite Teil* dieser Arbeit befasst sich mit der Frage, wie variabel verzinsliche Produkte im Gesamtkontext einer repräsentativen Retail-Modellbank wirken und welche Konsequenzen sich auf Grund unterschiedlicher Parameterisierungen, gegeben einer Modellspezifikation, ergeben. Um dies untersuchen zu können, wird von einer deutschen Durchschnittsbank und deren Kundenzinssätze als Ausgangspunkt der Untersuchung ausgegangen. Diese werden repräsentiert durch die Durchschnittszinssätze der EWU-Zinsstatistik. Auf Grund der öffentlichen Zugänglichkeit der aggregierten Daten kann der Beobachtungszeitraum auf Januar 2003 bis Juli 2009 erweitert werden. Die genaue Auswahl der dafür verwendeten Zeitreihen wird im Rahmen des Aufbaus der exemplarischen Retail-Bank in Abschnitt 5.2.1 näher vorgestellt.

---

[11] Es gab während des jeweils betrachteten Zeitraums 274 Fusionen und Übernahmen zwischen den Banken des ersten Datensatzes und 66 zwischen den Banken des zweiten Datensatzes.

[12] Zur Definition von nahezu vollständigen Zeitreihen, siehe Erklärungstext zur Tabelle 3.1.

Marktzinssätze

Zur Kalibrierung der hier verwendeten und analysierten Zinsstrukturkurvenmodelle werden die Zinsstrukturdaten der Deutschen Bundesbank vom September 1972 bis Dezember 2007 herangezogen. Der lange Zeitraum wurde gewählt um möglichst viele unterschiedliche Zinsstrukturszenarien abdecken zu können. Basis der Zinsstrukturdaten der Deutschen Bundesbank sind börsennotierte Bundeswertpapiere, welche unter Verwendung des Verfahrens nach Svensson (1994) bzw. dessen Erweiterung nach Nelson und Siegel (1987) zur Beschreibung einer stilisierten Zinsstrukturkurve herangezogen werden (Deutsche Bundesbank, 1997). Kurzfristige Marktzinssätze als Erklärende für die Pass-Through Modellschätzung sind gegeben durch den öffentlich verfügbaren Datensatz zu den Geldmarktsätzen am Frankfurter Bankplatz. Diese sind als vergleichbar zu Fibor- und Euribor-Sätzen anzusehen, stehen darüber hinaus aber für den kompletten jeweils benötigten Zeitraum zur Verfügung.

Für die Analyse der Modellparametrisierungen im Rahmen der Analysen zur exemplarischen Retail-Bank und der damit verbundenen Erweiterung der Untersuchungsperiode bis Juli 2009 wird auf Eurepo-Sätze zurückgegriffen. Für die Zeit der Weltfinanzkrise sind deutlich höhere Interbank-Creditspreads zu beobachten, so dass die gängigen Interbankensätze keinen risikofreien Marktzinssatz mehr repräsentieren. Eurepo-Sätze sind dabei kurzfristige Referenzzinssätze, zu dem eine so genannte Prime Bank bereit ist, auf Euro denominierte Gelder im Austausch gegen erstklassige Sicherheiten, hauptsächlich von europäischen Staaten garantierte Schuldverschreibungen, zu tauschen. Zu den Prime Banks gehören 36 Banken aus Europa, den USA und Japan, die einen hohen Marktanteil am Euro-Repomarkt haben[13].

Bankbilanzdaten

Im Rahmen des zweiten Teils dieser Analyse wird zum Aufbau der exemplarischen Retail-Bank die Bilanzstruktur einer typischen deutschen Durchschnittsbank herangezogen. Diese basiert auf zwei Datengrundlagen: Die Grundstruktur, d.h. die

[13] Detaillierte Informationen sind unter www.eurepo.org zu finden.

Aufteilung zwischen Kundengeschäft und Interbankengeschäft ergibt sich aus der monatlichen Bilanzstatistik der Deutschen Bundesbank. Diese Statistik erhebt monatlich von allen deutschen Finanzinstitutionen Informationen über ihre Aktiva und Passiva und ist auf aggregierter Ebene öffentlich verfügbar. Wichtiger für diese Untersuchung ist allerdings das Kundengeschäft und deren volumenmäßige Aufteilung. Dazu wird die Volumina-Erhebung der EWU-Zinsstatistik verwendet, welches ein exaktes Übereinstimmen zwischen Produktzins und -volumen ermöglicht und in dieser Ausführlichkeit nicht durch die monatliche Bilanzstatistik gegeben ist. Der konkrete Aufbau der Modellbank ist den Ausführungen in Abschnitt 5.2.1 zu entnehmen.

Kapitel 4

Modellwelt

4.1 Risikoneutraler Bewertungsansatz

Im Literaturüberblick in Kapitel 2 wurden bereits die grundsätzlich möglichen Konzepte zur Bewertung von variabel verzinslichen Kundenprodukten angesprochen. Wie dargelegt wird in dieser Arbeit der weit verbreiteten und anerkannten Derivatetheorie gefolgt und auf den risikoneutralen und damit arbitragefreien Bewertungsansatz von Jarrow und van Deventer (1998) zurückgegriffen.

Gegeben sei eine kontinuierlich vorliegende Zeit mit endlichem Zeithorizont. Es wird angenommen, dass alle verzinslichen Kundenprodukte bzw. die Produktgruppen als ganzes ausfallrisikofrei sind und diskrete äquidistante Zinszahlungszeitpunkte $t_i,\ i = 0, ..., M$, haben, wobei gilt dass $t_0 = 0$ ist und $t_i - t_{i-1} = \Delta t = 1/12$ Jahre entspricht.

Der Barwert $PV(0)$ eines verzinslichen Produkts entspricht dann der Summe aller erwarteten und diskontierten Cash Flows wobei bei der Erwartungswertbildung ein zum realen Wahrscheinlichkeitsmaß $\mathcal{P}$ äquivalentes risikoneutrales Martingalmaß $\mathcal{Q}$ zur Anwendung kommt:[14]

[14] Zur Theorie der arbitragefreien Bewertung und der Existenz eines risikoneutralen Martingalmaß $\mathcal{Q}$ siehe exemplarisch Musiela und Rutkowski (2004, S. 280–297).

$$PV(0) = \sum_{i=1}^{M-1} E_0^{\mathcal{Q}} \left[\frac{D(t_{i-1}) - D(t_i)}{\exp\left(\int_0^{t_i} r(s)ds\right)} \right] + \sum_{i=1}^{M} E_0^{\mathcal{Q}} \left[\frac{R_p(t_{i-1})\ \Delta t\ D(t_{i-1})}{\exp\left(\int_0^{t_i} r(s)ds\right)} \right] \quad (4.1)$$
$$+ E_0^{\mathcal{Q}} \left[\frac{D(t_{M-1})}{\exp\left(\int_0^{t_M} r(s)ds\right)} \right].$$

Dabei bezeichnet $r(t)$ die (Instantaneous) Short Rate[15] in t und $D(t_{i-1})$ die Volumina zu Beginn der Periode $[t_{i-1}, t_i)$. $R_p(t_{i-1})$ ist der lineare Produktzinssatz für die Periode $[t_{i-1}, t_i)$, welcher in t_{i-1} festgelegt wird, in t_i gezahlt wird und sich annahmegemäß nach Abzug von Servicekosten und Gebühren ergibt. Die Dynamik von R_p wird in der hier unterstellten Modellwelt durch eines der nachfolgend in Abschnitt 4.2.2 vorgestellten Pass-Through Modellklassen konkretisiert.

Die erste Summe in Gleichung (4.1) entspricht dem Barwert, der sich aus den Veränderungen der Volumina über die Zeit ergibt. Die zweite Summe repräsentiert den Barwert der Zinszahlungen und die dritte Summe steht für den Barwert der Rückzahlung am Ende des untersuchten Zeithorizonts $[0, t_M]$.

Sowohl Aktiv-Volumina als auch Passiv-Volumina (D_{t_i}) werden aus Vereinfachungsgründen als positive Werte definiert. In diesem Fall repräsentieren die Barwerte der Zinsaktiva den Maximalpreis zu dem eine andere Bank bereit wäre die Kredite zu übernehmen. Die Barwerte der Zinspassiva sind im Gegenzug als der Minimalpreis zu verstehen, den eine andere Bank noch akzeptieren würde dafür, dass sie für diese Verbindlichkeiten einsteht.

Dementsprechend ergibt sich der Nettobarwert bzw. der Konditionsbeitragsbarwert für Kredite nach $NPV(0) = PV(0) - D(0)$ und für Einlagen nach $NPV(0) = D(0) - PV(0)$. Da Zinsen auf Einlagen in der Regel unterhalb und Zinsen für Kredite in der Regel oberhalb der Marktzinssätze liegen, folgt daraus grundsätzlich ein positiver Nettobarwert.

[15] Short Rates sind Zinssätze für einen infinitesimal (unendlich) kleinen Zeitraum. Diese so genannten Short Rates sind nicht beobachtbar und bilden die Grundlage für ein sich kontinuierlich verzinsendes (theoretisches) Geldmarktkonto.

Wie aus der Gleichung (4.1) hervorgeht, hängt die Bewertung von verzinslichen Produkten primär von drei Bausteinen ab, der Short Rate, dem Kundenzinssatz und der Volumina. Obwohl es zu Abhängigkeiten zwischen allen drei Bausteinen kommt bzw. kommen kann, konzentriert sich diese Arbeit auf die Effekte, die sich in Verbindung der beiden ersten Bausteine ergeben. Die Volumina werden dementsprechend als konstant definiert.

Dies wird insbesondere mit der Tatsache begründet, dass es nahezu unmöglich ist, die empirisch zu beobachtenden erratischen, saisonalen und über eine Auswahl von Banken gänzlich unterschiedlichen Bestandsdynamiken im Rahmen einer seriösen allgemein gültigen funktionalen Abhängigkeit darzustellen. Dies ist das Ergebnis einer Stichprobe von internen Daten der Deutschen Bundesbank und wird so z.B. auch von O'Brien (2000, S. 6) für einen Teil der untersuchten US-amerikanischen Banken bestätigt. Insbesondere die bisher verwendeten Annahmen auf Basis von linearen Aufwärts- und Abwärtstrends entsprechen in keiner Weise den tatsächlichen Dynamiken. Die Frage nach geeigneten Verfahren zur Darstellung von Volumeneffekten sollte in einer separaten Arbeit aufgegriffen werden.[16]

4.2 Modellspezifizierung und -schätzung

Der Ansatz von Jarrow und van Deventer (1998) vereint viele bereits in Kapitel 2 vorgestellten Vorteile und dient demzufolge auch im Rahmen anderer Analysen als Bewertungsansatz für variabel verzinsliche Kundenprodukte. Trotz der Gemeinsam-

[16] Es gibt darüber hinaus weitere Gründe, die dafür sprechen, die Volumina als konstant anzunehmen: Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der Effekte verschiedener Modellspezifikationen. Es wäre nicht möglich, die Effekte unterschiedlicher Zinsstrukturkurvenmodelle und Pass-Through-Modelle so klar zu isolieren, da es auf Grund der volumenbedingten (Gegen-)Effekte zu sehr starken Schwankungen und damit wenig präzisen Ergebnissen in den Barwerten und Zinsrisikowerten kommt, welches zu sehr ungenauen Ergebnissen führt (Hutchison und Pennacchi, 1996, S. 414). Daneben ergibt sich rein technisch immer dann ein Konvergenzproblem, wenn die Wachstumsrate des Volumens größer wird als die Diskontierungsrate (Hutchison und Pennacchi, 1996, S. 409; Dewachter et al., 2006, S. 8).

keit des selben Bewertungsansatzes unterschieden sich die jeweiligen Aufsätze hinsichtlich der konkreten Spezifizierung, welches sich insbesondere auf die Wahl des Zinsstrukturkurvenmodells und die Wahl des Pass-Through-Modells bezieht. Darüber hinaus beziehen sich die empirischen Untersuchungen zum Teil auf kleine und ausnahmslos unterschiedliche Datensätze. Diese Arbeit unterscheidet sich dahingehend von bisherigen Veröffentlichungen, dass sie anhand eines sehr umfangreichen Datensatzes unterschiedliche Modellspezifikationen systematisch hinsichtlich ihrer Effekte auf die Bewertung und die Zinsrisikoanalyse untersucht. Die dafür herangezogenen sechs Zinsstrukturkurvenmodelle und vier Pass-Through Modelle werden nachfolgend vorgestellt.

4.2.1 Klasse der affinen Zinsstrukturkurvenmodelle

Für die Analyse von Zinsstrukturkurvenmodellen im Kontext der Bewertung variabel verzinslicher Produkte wird auf insgesamt sechs Modelle zurückgegriffen, drei Cox et al. (1985) (CIR) Modelle und drei essentiell affine Modelle. Beide Modellgruppen, wie auch viele weitere, lassen sich durch die von Dai und Singleton (2000) vorgestellte kanonische Form darstellen. Dazu gehört z.B. auch die Gruppe der Gauss'schen Modelle (Vasicek, 1977), welche sich aber auf Grund der Normalverteilungsannahme der Short Rates nicht als sehr realistisch darstellen. Die CIR Modelle, die im Gegensatz zu den Gauss'schen Modellen keine negativen Short Rates zulassen, gehören dabei zu den Modellen, die vielfach Gegenstand der Forschung sind und eine einfache Implementierung ermöglichen. Sie werden als Teil vieler Risiko Management Systeme für die Simulation der Zinsdynamiken herangezogen. Wenn es jedoch darum geht, flexibel über die Zeit die Zinssatzvolatilität oder den Marktpreis des Risikos zu modellieren, sind sie sehr limitiert. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieser Arbeit auch auf die anspruchsvolleren essentiell affinen Modelle nach Duffee (2002) zurückgegriffen, die deutlich mehr Flexibilität in der Spezifizierung erlauben und nachweislich eine bessere in-sample und out-of-sample Qualität aufweisen (Egorov et al., 2006, S. 277; Tang und Xia, 2007, S. 73). Für eine hierüber hinausgehende umfassendere Behandlung von Zinsstrukturkurvenmodellen im Rah-

men der risikoneutralen Bewertung von Derivaten siehe beispielsweise Duffie (2001), Brigo und Mercurio (2006) oder Nawalkha et al. (2007).

Der kanonischen Form von Dai und Singleton (2000) folgend, ergibt sich die Instantaneous Short Rate $r(t)$ als eine affine Funktion eines $N-$dimensionalen latenten Zustandsvektors $Y(t)$:

$$r(t) = \delta_0 + \delta' Y(t), \tag{4.2}$$

wobei δ_0 eine Konstante und δ ein $N-$dimensionaler Parameter-Vektor ist. Die Dynamiken der latenten Zustandsvariablen unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß sind gegeben durch

$$dY(t) = K^{\mathcal{Q}} \left[\theta^{\mathcal{Q}} - Y(t_i)\right] dt + \Sigma \sqrt{S(t)} d\widetilde{W}(t), \tag{4.3}$$

wobei $K^{\mathcal{Q}}$ eine $N \times N$ Matrix, Σ eine $N-$dimensionale Identitätsmatrix, $\theta^{\mathcal{Q}}$ ein Vektor der Länge N und $\widetilde{W}(t)$ ein Vektor von N unabhängigen Brownschen Bewegungen unter $\mathcal{Q}$ ist. S steht für eine $N-$dimensionale Diagonalmatrix, dessen $j$tes Element durch die folgende bedingte Varianz gegeben ist:

$$S_{jj}(t) = \alpha_j + \beta_j' Y(t). \tag{4.4}$$

Dabei bezeichnet α_j einen Skalar und β_j die Spalte j einer $N \times N$ Parameter-Matrix B.

Der Preis $P(t, \tau)$ einer Nullkuponanleihe mit Laufzeit τ ist gegeben durch eine exponentiell-affine Funktion von $Y(t)$:

$$P(t, \tau) = e^{A(\tau) - B(\tau)' Y(t)}. \tag{4.5}$$

Die dazu korrespondierenden kontinuierlichen Spot Rates entsprechen $R(t, \tau) = [1/\tau][-A(\tau) + B(\tau)' Y(t)]$. Dabei sind $A(\tau)$ und $B(\tau)$ Lösungen eines Systems von gewöhnlichen Differenzialgleichungen (ODE) welches z.B. in Dai und Singleton (2000, S. 1947) detaillierter beschrieben wird.

Für den Übergang vom risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß $\mathcal{Q}$ zum realen Wahrscheinlichkeitsmaß $\mathcal{P}$ muss der Preis des Risikos $\lambda(t)$ definiert werden. Nach Duffee (2002) ergibt sich dafür:

$$\lambda(t) = \sqrt{S(t)} \lambda_1 + \sqrt{S^-(t)} \lambda_2 Y(t), \tag{4.6}$$

wobei λ_1 für einen Vektor der Länge N und λ_2 für eine $N \times N$ Matrix steht. $S^-(t)$ ist definiert als eine Diagonalmatrix deren Diagonalelemente gegeben sind durch:

$$S^-_{jj}(t) = \begin{cases} \left[\alpha_j + \beta_j' Y(t)\right]^{-1} & \text{wenn } \inf(\alpha_j + \beta_j' Y(t)) > 0 \\ 0 & \text{andernfalls.} \end{cases}$$

Die Dynamiken von $Y(t)$ unter dem realen Wahrscheinlichkeitsmaß $\mathcal{P}$, in Verbindung mit (4.3) und (4.6), ergeben sich dann zu:

$$\begin{aligned} dY(t) &= K^{\mathcal{Q}}\left[\theta^{\mathcal{Q}} - Y(t)\right]dt + \Sigma\sqrt{S(t)}\lambda(t)dt + \Sigma\sqrt{S(t)}dW(t) \\ &= K\left[\theta - Y(t)\right]dt + \Sigma\sqrt{S(t)}dW(t), \end{aligned} \tag{4.7}$$

wobei W einem Vektor von N unabhängigen Brownschen Bewegungen unter $\mathcal{P}$ entspricht,

$$K = K^{\mathcal{Q}} - \Sigma\phi + \Sigma I^- \lambda_2 \tag{4.8}$$

und

$$\theta = K^{-1}[K^{\mathcal{Q}}\theta^{\mathcal{Q}} + \Sigma\psi]. \tag{4.9}$$

Dabei ergibt sich die $j$te Reihe von ϕ aus $\lambda_{1j}\beta_j'$, das $j$te Element von ψ entspricht $\lambda_{1j}\alpha_j$. I^- ist eine Diagonalmatrix von Indikatorvariablen, für die $I^-_{jj}(t) = 1$ gilt, wenn $S^-_{jj}(t) \neq 0$, bzw. $I^-_{jj}(t) = 0$ wenn $S^-_{jj}(t) = 0$.

Um sicherstellen zu können, dass die bedingte Varianz (4.4) streng positiv ist, sind weitere Parameterrestriktionen für $K, \theta, \Sigma, \mathrm{B}$ und α nötig, welche in Dai und Singleton (2000, S. 1948–1949) aufgeführt sind. Siehe darüber hinaus auch Duffee (2002, S. 439–442) und Duarte (2004, S. 401–402) für die geschlossene Form des bedingten Erwartungswerts und der bedingten Varianz des Vektors der latenten Zustandsvariablen.

Für die essentiell affinen Modelle wird die Bezeichnung $EA_m(N)$ verwendet, wobei $N = 1, 2, 3$ wiederum die Anzahl der latenten Zustandsvariablen Y vorgibt und $m = 1, 2, 3$ die Anzahl der latenten Zustandsvariablen definiert, die die bedingte Varianzmatrix determiniert (4.4). Während bei CIR-Modellen alle latenten Zustandsvariablen die Varianzmatrix beeinflussen, kann im Rahmen der kanonischen

From nach Dai und Singleton (2000) über die im vorherigen Absatz angesprochenen Parameterrestriktionen das Modell so determiniert werden, dass nicht alle latenten Zustandsvariablen die Varianz bedingen.

Für die N-Faktor CIR Modelle $CIR(N)$ gilt, dass sie $EA_N(N)$ Modellen mit weiteren Restriktionen entsprechen. Dazu zählt, dass α null gesetzt wird, B eine Identitätsmatrix ist, K nur in der Diagonalen besetzt ist und λ_2 null entspricht. Die für CIR-Modelle geltende Nullrestriktion für δ_0 wird zugunsten einer besseren Anpassungsgüte im Rahmen dieser Arbeit zurückgenommen.

Geschätzt werden $CIR(1)$, $CIR(2)$, $CIR(3)$, $EA_1(2)$, $EA_1(3)$, und $EA_2(3)$ Modelle. Im Falle der letzten drei Modelle wird die volle Spezifikation nach Duffee (2002) zugelassen. Die Kalibrierung der Modelle erfolgt auf Basis der monatlichen deutschen Zinsstrukturkurve über den Zeitraum September 1972 bis Dezember 2007. Dabei findet die Schätzung der Parameter über einen Kalman-Filter Algorithmus mittels Quasi-maximum Likelihood und unter der Annahme statt, dass die Marktzinssätze aller Laufzeiten $\tau = 1, .., 10$ Jahren[17] nicht perfekt beobachtbar sind. Dies entspricht der Vorgehensweise, wie sie beispielsweise bei Hördahl und Vestin (2005) angewendet wird.

Die geschätzten Parameter nebst der gängigen Anpassungsgütemaße sind in Tabelle 4.1 zu finden. Demnach verbessert sich die Anpassungsgüte mit der Anzahl der latenten Zustandsvariablen und mit der höheren Flexibilität für den Marktpreis des Risikos im Falle der EA Modelle. Die schlechteste Anpassung ergibt sich für das $CIR(1)$ Modell während das $EA_1(3)$ Modell das beste Ergebnis liefert. Dies gilt sowohl für das *BIC* mit 19,039 bzw. 27,415 als auch für den *MAPE* mit 4,8893% bzw. 0,8864%. Dies entspricht den Ergebnissen bisheriger Untersuchungen für ande-

[17] Das Ziel der Zinstrukturkurven-Parameterschätzung ist, anhand eines möglichst langen Zeitraums die Modellkalibrierung durchzuführen, so dass die Dynamiken möglichst vieler unterschiedlicher Zinszyklen in die Schätzung eingehen. Für diesen langen Zeitraum stehen allerdings im Fall des deutschen Marktes keine Marktzinssätze unter einem Jahr Laufzeit zur Verfügung.

Tabelle 4.1: Parameterschätzung der Zinsstrukturkurvenmodelle

	$CIR(1)$	$CIR(2)$		$CIR(3)$			$EA_1(2)$		$EA_1(3)$			$EA_2(3)$		
K	0,09241	0,07799	0	0,34544	0	0	0,00237	0	0,00192	0	0	0,23053	−0,00184	0
	(0,0060)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0001)		(0,0006)			(0,0172)	(0,0178)	
		0	0,80638	0	1,32943	0	−0,00222	0,02821	0,02507	0,39731	−0,42453	−0,35908	0,26479	0
			(0,0000)		(0,0000)		(0,0002)	(0,0039)	(0,0013)	(0,0037)	(0,0035)	(0,0124)	(0,0070)	
				0	0	0,03412			0,09343	−0,04895	0,42827	−0,75071	1,34025	0,30523
						(0,0000)			(0,0030)	(0,0080)	(0,0073)	(0,0050)	(0,0058)	(0,0009)
θ'	29,76728	0,57715	0,21499	1,17302	0,00839	0,23674	136,24780	0	30,05249	0	0	18,11134	11,62759	0
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0005)	(0,0007)	
λ'_1	−0,05278	−0,17414	−0,65318	−0,09896	−1,62790	−0,18076	0,02848	−0,91867	−0,02984	−0,89238	−0,50097	0,06193	0,00447	−0,00277
	(0,0018)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0033)	(0,0007)	(0,0035)	(0,0030)	(0,0045)	(0,0075)	(0,0065)	(0,0014)
λ'_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	−0,10422	−0,25718	−1,36890	0,44579	−0,63436	0	0	0
							(0,0020)	(0,0039)	(0,0018)	(0,0037)	(0,0030)			
				0	0	0			−2,41107	0,55664	−0,15708	−0,53246	0,58109	0,32183
									(0,0013)	(0,0085)	(0,0070)	(0,0064)	(0,0006)	(0,0009)
α	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
B	1	1	0	1	0	0	1	0,32723	1	1,63938	3,48590	1	0	0,86979
								(0,0018)		(0,0015)	(0,0007)			(0,0000)
		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12,37011
														(0,0000)
				0	0	1			0	0	0	0	0	0
δ_0	−0,00394	0,00000		0,00000			0,01691		0,00103			0,03854		
	(0,0013)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0004)		(0,0005)			(0,0022)		
δ'	0,00191	0,01043	0,04833	0,02112	0,05847	0,00653	−0,00079	0,00759	0,00343	0,00057	0,00419	−0,00337	0,00701	0,00107
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0002)	(0,0000)
ϵ_1	$1,12e-02$	$6,24e-03$		$4,57e-03$			$5,55e-03$		$4,67e-03$			$4,73e-03$		
	(0,0004)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0002)		(0,0002)			(0,0002)		
ϵ_2	$7,93e-03$	$3,48e-03$		$1,62e-03$			$2,73e-03$		$1,51e-03$			$1,53e-03$		
	(0,0003)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0001)		(0,0001)			(0,0001)		
ϵ_3	$5,42e-03$	$1,81e-03$		$4,05e-04$			$1,22e-03$		$3,58e-04$			$3,62e-04$		
	(0,0002)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0001)		(0,0000)			(0,0000)		
ϵ_4	$3,53e-03$	$8,12e-04$		$4,95e-05$			$4,17e-04$		$2,57e-07$			$1,80e-08$		
	(0,0001)	(0,0001)		(0,0000)			(0,0000)		(0,0010)			(0,0002)		
ϵ_5	$2,07e-03$	$2,64e-04$		$6,14e-05$			$5,03e-05$		$5,79e-05$			$5,80e-05$		
	(0,0001)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0001)		(0,0000)			(0,0000)		
ϵ_6	$9,30e-04$	$3,42e-05$		$2,68e-05$			$1,52e-04$		$3,56e-08$			$2,83e-06$		
	(0,0000)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0000)		(0,0011)			(0,0000)		
ϵ_7	0	$7,51e-05$		$5,56e-05$			$1,33e-04$		$5,97e-05$			$6,02e-05$		
		(0,0000)		(0,0000)			(0,0000)		(0,0000)			(0,0000)		
ϵ_8	$7,87e-04$	0		$5,72e-05$			$2,75e-06$		$5,96e-05$			$6,02e-05$		
	(0,0000)			(0,0000)			(0,0007)		(0,0000)			(0,0000)		
ϵ_9	$1,48e-03$	$1,65e-04$		$2,12e-09$			$2,12e-04$		$4,88e-08$			$9,77e-07$		
	(0,0001)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0000)		(0,0023)			(0,0003)		
ϵ_{10}	$2,11e-03$	$3,89e-04$		$1,02e-04$			$4,71e-04$		$1,05e-04$			$1,07e-04$		
	(0,0001)	(0,0000)		(0,0000)			(0,0000)		(0,0000)			(0,0000)		
LL	19.085	24.126		26.895			24.725		27.515			27.343		
BIC	19.039	24.069		26.825			24.658		27.415			27.249		
$MAPE$	4,8893	1,8114		0,9976			1,4945		0,8864			1,0435		
MAE	28,7056	10,1834		5,4256			8,2151		4,8280			5,2349		

Diese Tabelle zeigt die Schätzergebnisse zu den 6 affinen Zinsstrukturkurvenmodellen. Die Schätzung ist mittels eines Kalman Filters und Quasi-Maximum Likelihood unter der Annahme erfolgt, dass alle Marktzinssätze der Restlaufzeiten $\tau = 1, .., 10$ Jahre unter Fehler beobachtet werden. LL gibt die Log Likelihood der jeweiligen Schätzung an, BIC bezieht sich auf das Schwarz-Kriterium mit $BIC = LL - \frac{1}{2} N_\Phi ln(T)$, wobei N_Φ die Anzahl an Parametern und T die Anzahl an Perioden angibt. Je höher das BIC, desto besser ist das Modell. $MAPE$ steht für den Mittleren Absoluten Prozentualen Fehler (in %) und MAE ist der Mittlere Absolute Fehler (in BP). Die asymptotischen Standardfehler nach Bollerslev und Wooldridge (1992) sind in Klammern gegeben.
Der Schätzalgorithmus ist mittels der Software R, Version 2.7.2, programmiert worden. Die Schätzung basiert auf der Anwendung sog. PORT-Routines.

re Zeiträume und andere Länder, siehe dazu beispielsweise Egorov et al. (2006) und Tang und Xia (2007).

4.2.2 Pass-Through Modellklassen

Die vier nachfolgend vorgestellten, geschätzten und untersuchten Pass-Through Modelle sind jeweils in der Lage, bestimmte Charakteristika in der Kundenzinsanpassung widerzuspiegeln. Sie gehören einerseits zu Modellen, die bereits zahlreich in der Literatur zur Anwendung kommen, und andererseits, die abgeleitet von bestehenden Modellen neu oder angepasst aufgesetzt sind.

4.2.2.1 Asymmetrisches Pass-Through Modell (APTM)

Bei dem ersten hier vorgestellten Pass-Through Modell handelt es sich um ein asymmetrisches partielles Anpassungsmodell, welches unterstellt, dass sich eine langfristige Gleichgewichtsbeziehung zwischen Produkt- und Marktzinsen einstellt, so wie es auch die in Kapitel 2 vorgestellte Literatur vielfach bestätigt. Obwohl es durchaus kurzfristig zu starken Abweichungen kommen kann, wird sich der temporär abgewichene Kundenzinssatz im Laufe der Zeit langsam in Richtung der Gleichgewichtsbeziehung anpassen. Diese Anpassung erfolgt bei dem hier verwendeten asymmetrischen Modell in unterschiedlichen Geschwindigkeiten, je nachdem ob eine Anpassung hin zu einem niedrigeren oder zu einem höheren Gleichgewicht erfolgt. Dies basiert auf dem empirisch z.B. durch Hannan und Berger (1991) oder Neumark und Sharpe (1992) nachgewiesenen Verhalten, wonach Banken dazu neigen, ihre Zinssätze für beispielsweise Spareinlagen langsamer anpassen, wenn Marktzinssätze steigen als zu Zeiten, wenn sie fallen. Dies ermöglicht ihnen temporär höhere Margen zu erzielen.

Das hier verwendete Modell wird als asymmetrisches Pass-Through Modell (APTM) bezeichnet und folgt den Aufsätzen von Neumark und Sharpe (1992) sowie O'Brien

(2000) und modelliert die Produktzinssatzänderungsdynamiken $\Delta R_p(t_i)$ wie folgt:

$$\begin{aligned} \Delta R_p(t_i) &= \left[g^+ I(t_i) + g^-(1 - I(t_i))\right]\left(R_p^e(t_i) - R_p(t_{i-1})\right) + \epsilon(t_i) \quad (4.10) \\ \text{mit } R_p^e(t_i) &= hR_m(t_i) - p, \quad I(t_i) = I_{\{R_p^e(t_i) - R_p(t_{i-1}) > 0\}}. \end{aligned}$$

Dabei ist $R_p^e(t_i)$ der Gleichgewichtszinssatz in t_i, welcher vom relevanten Marktzinssatz $R_m(t_i)$, der Konstanten p und dem als Long-run Multiplier bezeichneten h abhängt. Der Parameter p kann als Basisverzinsung, h als eine Kennziffer für die Marktzinssatzsensitivität des Produkts interpretiert werden. $I(t_i)$ bezeichnet eine Indikatorfunktion welche 1 ergibt, sofern der Gleichgewichtszinssatz in t_i oberhalb des Produktzinssatzes in t_{i-1} ist. Anderfalls entspricht sie 0. Demnach entspricht die Anpassungsgeschwindigkeit g^+ oder g^-, je nachdem ob der Produktzinssatz R_p oberhalb oder unterhalb des Gleichgewichtszinssatzes ist. $\epsilon(t_i)$ ist ein normalverteilter Fehlerterm.

Die Parameterschätzung erfolgt unter der Nebenbedingung, dass $g^+, g^- \geq 0$ sind um ökonomisch sinnvolle Ergebnisse sicherstellen zu können. Für die praktische Durchführung wird auf ein nichtlineares Kleinste-Quadrate Schätzverfahren auf Einzelbankebene zurückgegriffen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 4.2 vorgestellt. Demnach werden die grundsätzlichen Erwartungen über das Preissetzungsverhalten von Banken bestätigt. Der durchschnittliche, d.h. über alle untersuchten Banken gemittelte, Long-run Multiplier h hat für alle Produkte ein positives Vorzeichen und bestätigt als Kennziffer die Marktpreissensitivität der Produkte. So ergibt sich z.B. für Spareinlagen mit Grundverzinsung (SU0022, $h = 0,15$), dass die Anleger in diesem Fall eine eher schwache Preissensibilität aufweisen. Bei Produkten, die näher am Markt sind, wie z.B. Spareinlagen mit höherer Verzinsung für Anlagebeträge über EUR 10.000 (SU0524, $h = 0,692$) stellt sich schon ein deutlich höheres h heraus. Im Falle von Krediten ist die durchschnittliche Anpassungsgeschwindigkeit g^+, relevant während steigenden Marktzinsen, höher als g^-, der relevante Faktor während fallenden Marktzinsen. Dies bestätigt auch die grundsätzlichen Erwartungen hinsichtlich der asymmetrischen Kundenzinssatzanpassung. Die entgegengesetzte Relation, d.h. $g^+ < g^-$, würde man generell für Einlagen annehmen. Dies ist bei der Betrachtung der Durchschnittswerte allerdings nicht in allen Fällen zutreffend.

Tabelle 4.2: APTM Parameterschätzung

	Erhebung über Soll- und Habenzinsen							*EWU Zinsstatistik*					
	Kredite			*Einlagen*				*Kredite*		*Einlagen*			
	SU0001	SU0004	SU0503	SU0512	SU0022	SU0521	SU0524	SUD112	SUD123	SUD101	SUD105	SUD106	SUD107
g^+	1,827	1,362	2,998	3,083	0,205	2,229	1,831	1,052	1,344	0,715	1,207	0,918	1,027
	(3,443)	(44,467)	(12,374)	(85,286)	(4,930)	(69,980)	(35,018)	(3,816)	(3,419)	(0,191)	(0,765)	(11,211)	(0,259)
N sig. 0,10	56	31	133	37	4	64	72	95	88	95	55	64	108
N sig. 0,05	52	30	123	29	2	60	62	79	78	87	49	55	100
N sig. 0,01	41	21	115	26	2	51	51	55	47	63	36	37	73
g^-	1,244	0,864	0,641	0,842	2,210	1,663	1,002	0,934	0,811	1,466	0,986	0,424	0,908
	(0,753)	(0,391)	(4,942)	(0,248)	(7,789)	(1,218)	(0,215)	(0,493)	(0,259)	(2,346)	(26,388)	(2,287)	(0,286)
N sig. 0,10	115	53	35	44	73	94	100	77	91	74	70	73	88
N sig. 0,05	102	46	29	41	56	83	90	63	66	65	63	70	76
N sig. 0,01	72	33	25	23	45	58	62	38	40	52	55	59	55
h	0,580	0,481	1,143	0,528	0,150	0,652	0,692	0,783	0,662	0,511	0,463	1,179	0,600
	(0,133)	(0,124)	(0,196)	(0,540)	(0,160)	(0,321)	(0,149)	(0,210)	(0,338)	(0,147)	(0,514)	(6,640)	(0,054)
N sig. 0,10	117	56	155	49	99	95	106	99	94	107	81	84	114
N sig. 0,05	115	54	154	46	91	93	106	97	88	104	79	80	113
N sig. 0,01	112	53	152	44	84	93	105	91	81	99	77	78	113
p	−0,079	−0,065	−0,071	−0,002	−0,016	−0,001	−0,002	−0,080	−0,054	0,001	−0,009	0,006	0,001
	(0,007)	(0,005)	(0,012)	(0,019)	(0,007)	(0,014)	(0,005)	(0,005)	(0,010)	(0,002)	(0,006)	(0,153)	(0,001)
N sig. 0,10	139	62	155	46	147	74	78	113	104	97	80	55	87
N sig. 0,05	138	62	152	44	142	69	76	113	103	93	75	51	81
N sig. 0,01	137	62	151	39	136	64	74	110	101	85	73	44	72
R^2 (⌀)	0,226	0,258	0,440	0,344	0,156	0,340	0,347	0,312	0,297	0,417	0,436	0,482	0,357
$adj.R^2$ (⌀)	0,199	0,232	0,407	0,306	0,126	0,302	0,309	0,262	0,246	0,374	0,395	0,444	0,311
MAPE	1,64	2,12	0,45	2,18	4,17	2,51	2,39	5,46	4,28	6,02	1,73	1,44	7,82
MAE	15,05	16,09	4,87	3,96	6,43	6,16	6,25	22,21	28,15	5,48	3,38	3,73	9,46
N	143	63	169	72	170	119	121	119	114	117	93	102	120

Diese Tabelle fasst die bankindividuellen Regressionen $\Delta R_p(t_i) = \left(g^+ I(t_i) + g^-(1 - I(t_i))\right)\left(R_p^e(t_i) - R_p(t_{i-1})\right) + \epsilon(t_i)$ mit $R_p^e(t_i) = hR_m(t_i) - p$, $I(t_i) = I_{\{R_p^e(t_i) - R_p(t_{i-1}) > 0\}}$ und $g^+, g^- \geq 0$ zusammen. Alle hier gezeigten Parameter repräsentieren Mittelwerte über alle Banken und beziehen sich auf die Ergebnisse, die sich nach einer Bereinigung der unteren und oberen 2,5% (Ausreißer) ergeben. Die jeweiligen Werte in Klammern spiegeln die durchschnittlichen Standardfehler wider. Diese sind bereinigt für heteroskedastische und autokorrelierte Residuen nach der Methode von Newey-West unter der Annahme von 3 Lags. Die nichtlineare Kleinste-Quadrate Schätzung wurde 100 mal unter Zuhilfenahme von unterschiedlichen Startwerten für jede Zeitreihe und Bank durchgeführt. Es findet der Parametervektor Anwendung, der im höchsten R^2 resultiert. Bei einigen wenigen Banken kann keine Konvergenz erzielt werden, so dass in diesem Fall die jeweilige Zeitreihe ausgeschlossen wird. N sig. 0,10/0,05/0,01 steht für die Anzahl an Banken, für die der jeweilige Parameter signifikant bei einem 10%/5%/1% Konfidenzlevel ist. *MAPE* steht für den mittleren absoluten prozentualen Fehler in %, *MAE* ist der mittlere absolute Fehler in BP und N gibt die Anzahl der Banken an.
Die Schätzung ist mittels der Software Stata, Version 10, durchgeführt worden.

4.2.2.2 Moving-Averages Pass-Through Modell (MAPTM)

Das zweite Pass-Through Modell basiert auf dem Grundgedanken des „Replicating Portfolio Approach" (Comptroller of the Currency, 1998, S. 68; Matz und Neu, 2007, S. 225–230) welches versucht, variabel verzinsliche Produkte mit unbestimmter Laufzeit durch eine einfache Portfoliostrategie nachzubilden, die in Geldmarktpapiere und Staatsanleihen investiert. Dabei sollen die vom Portfolio generierten Cash Flows in etwa den Cash Flows des Produkts plus/minus einer konstanten Marge entsprechen. Der Ansatz der Gleitenden Durchschnitte (Moving Averages) ist ein Sonderfall dieser Strategie und wird vielfach von Beratungsunternehmen und Bankenverbänden für die Aktiv-/Passivsteuerung von Banken favorisiert.

Die Grundidee des Verfahrens der Gleitenden Durchschnitte ist es, dass der derzeitige variable Kundenzinssatz nicht nur von einem kurzfristigen Marktzins abhängt, sondern auch von Renditen langfristiger Staatsanleihen. Dies wird begründet mit der empirisch nachgewiesenen Tatsache, dass nur ein kleiner Teil der Volumina von variabel verzinslichen Produkten innerhalb einer relativ kurzen Zeit abgehoben bzw. zurückgezahlt wird und dass der größere Teil langfristig als Bodensatz verbleibt. Wenn dem so ist, dann kann für ein Teil der Volumina angenommen werden, dass sie eine deutlich längere tatsächliche Laufzeit aufweisen. Demzufolge kann ein Referenzzinssatz für diese Produkte auch teilweise durch langfristige Marktzinssätze gegeben sein.

Das Portfolio besteht in diesem Fall aus festen Anteilen von Tranchen gleicher Laufzeit (Wilson, 1994, S. 15; Sievi und Wegner, 2005, S. 58–61).[18] Jede dieser Tranchen bzw. Unterportfolios enthält eine gleichgewichtete Anzahl von Anleihen der gleichen anfänglichen Laufzeit τ (in Jahren). Diese Tranche bleibt erhalten, da jeden Monat ein proportionaler Anteil der Anleihen endfällig wird und mit einer Kuponanleihe der gleichen anfänglichen Laufzeit τ und einem Nominalvolumen in Höhe von $1/(12 \cdot \tau)$ des Gesamtvolumens der Tranche ersetzt wird. Als Resultat erhält man ein revolvierendes Teilportfolio, dessen Rendite dem Gleitenden Durchschnitt der

[18] Darauf aufbauende Ansätze liefern Frauendorfer und Schürle (2003) und Wielhouwer (2003).

aktuellen und der vergangenen Renditen von Anleihen mit anfänglicher Laufzeit τ_k entspricht.

Sei $R_y(t_i, \tau)$ die Jahresrendite eines festverzinslichen Wertpapiers mit anfänglicher Laufzeit τ zum Zeitpunkt t_i. $\overline{R_y}(t_i, \tau)$ entspricht dann zum Zeitpunkt t_i dem Gleitenden Durchschnitt der letzten $12 \cdot \tau$ Jahresrenditen der jeweiligen anfänglichen Laufzeit τ, wobei $12 \cdot \tau$ ganzzahlig ist:

$$\overline{R_y}(t_i, \tau) = \frac{1}{12 \cdot \tau} \sum_{j=0}^{12 \cdot \tau - 1} R_y(t_{i-j}, \tau). \tag{4.11}$$

Der Produktzinssatz $R_p(t_i)$ ergibt sich dann aus K gewichteten Gleitenden Durchschnitten der anfänglichen Laufzeiten τ_k und einer konstanten Marge μ:

$$R_p(t_i) = \mu + \sum_{k=1}^{K} \xi_k \overline{R_y}(t_i, \tau_k) + \epsilon(t_i) \quad \text{mit } \textstyle\sum_{k=1}^{K} \xi_k = 1, \tag{4.12}$$

wobei ξ_k für die jeweiligen Faktorladungen und $\epsilon(t_i)$ für einen normalverteilten Fehlerterm stehen. Zur Abbildung des Portfolioansatzes müssen die Summe der Gewichte ξ_k 1 ergeben, Shortpositionen in den einzelnen Tranchen sind zulässig.

Demzufolge repräsentiert $\overline{R_y}(t_i, \tau_k)$ die Rendite einer Laufzeit-Tranche mit nominalgleichgewichteten festverzinslichen Wertpapieren mit anfänglicher Laufzeit τ_k und verbleibenden Laufzeiten von einem Monat bis τ_k Jahren. $R_p(t_i)$ entspricht der Rendite des kompletten Portfolios, bestehend aus K mit ξ_k gewichteten Laufzeit-Tranchen, plus der konstanten Marge μ.

Für die Schätzung wird zu Gunsten einer standardisierten Implementierung für alle Banken und untersuchten Zeitreihen von $K = 4$ Gleitenden Durchschnitten $\overline{R_y}(t_i, \tau_k)$ der Laufzeiten $\tau_1 = 0,25$, $\tau_2 = 1$, $\tau_3 = 5$, und $\tau_4 = 10$ Jahre ausgegangen. Die Gewichte ξ_k werden auf Einzelbankebene über einen einstufigen Regressionansatz (Kempf und Memmel, 2006, S. 336) ermittelt.

Die Zusammenfassung der Schätzergebnisse ist in Tabelle 4.3 zu finden. Dabei ist der durchschnittliche Wert der Konstanten μ, welche als (Brutto-)Marge zwischen der Rendite des Portfolios und des Produktzinssatzes aufgefasst werden kann, für alle Kredite positiv bzw. alle Einlagen negativ. Dies bestätigt die Erwartung, dass Kreditzinsen in der Regel höher und Zinsen auf Einlagen in der Regel niedriger

Tabelle 4.3: MAPTM Parameterschätzung

	Erhebung über Soll- und Habenzinsen							*EWU Zinsstatistik*					
	Kredite			*Einlagen*				*Kredite*		*Einlagen*			
	SU0001	SU0004	SU0503	SU0512	SU0022	SU0521	SU0524	SUD112	SUD123	SUD101	SUD105	SUD106	SUD107
ξ_1	−0,004	0,179	−0,243	0,061	−0,038	0,409	0,400	1,034	0,249	0,967	0,628	0,044	1,044
	(0,297)	(0,293)	(0,219)	(0,156)	(0,175)	(0,107)	(0,104)	(0,608)	(0,711)	(0,219)	(0,174)	(0,198)	(0,265)
N sig. 0,10	34	30	78	48	14	89	87	75	54	114	85	69	108
N sig. 0,05	25	22	58	42	7	83	82	64	50	111	77	63	105
N sig. 0,01	14	14	41	38	3	71	71	55	36	102	74	51	96
ξ_2	0,913	0,789	1,440	0,516	0,178	0,167	0,195	−0,436	0,348	−0,570	−0,355	0,464	−0,537
	(0,329)	(0,329)	(0,256)	(0,162)	(0,199)	(0,110)	(0,109)	(0,638)	(0,785)	(0,243)	(0,198)	(0,220)	(0,299)
N sig. 0,10	119	47	175	72	47	73	79	69	51	94	72	79	77
N sig. 0,05	112	44	174	69	33	67	72	56	46	87	63	73	67
N sig. 0,01	92	36	173	57	12	54	51	41	27	72	52	60	50
ξ_3	0,021	−0,174	0,350	0,111	−0,050	0,210	0,213	−0,156	0,255	0,375	0,594	0,070	0,421
	(0,128)	(0,130)	(0,337)	(0,195)	(0,056)	(0,127)	(0,123)	(1,417)	(1,690)	(0,539)	(0,475)	(0,498)	(0,621)
N sig. 0,10	126	42	42	46	64	63	73	58	43	28	47	41	38
N sig. 0,05	119	40	30	36	48	55	60	49	32	18	42	33	31
N sig. 0,01	103	38	15	25	27	40	45	25	24	12	33	27	17
ξ_4	0,072	0,218	−0,542	0,314	0,909	0,217	0,185	0,569	0,142	0,220	0,141	0,422	0,073
	(0,113)	(0,108)	(0,423)	(0,231)	(0,051)	(0,150)	(0,142)	(1,419)	(1,701)	(0,538)	(0,474)	(0,504)	(0,629)
N sig. 0,10	123	45	64	48	170	70	62	57	38	29	46	37	26
N sig. 0,05	117	41	46	40	170	62	51	41	31	24	31	28	17
N sig. 0,01	106	33	19	23	170	41	39	22	24	15	20	22	9
μ	0,056	0,038	0,089	−0,027	−0,048	−0,021	−0,018	0,064	0,038	−0,024	−0,016	−0,012	−0,018
	(0,002)	(0,002)	(0,008)	(0,004)	(0,001)	(0,003)	(0,002)	(0,016)	(0,019)	(0,006)	(0,005)	(0,005)	(0,007)
N sig. 0,10	145	64	176	85	170	123	120	92	77	108	73	61	91
N sig. 0,05	145	64	176	83	170	121	119	91	73	104	71	56	83
N sig. 0,01	145	64	176	77	170	115	114	84	58	94	65	43	69
R^2 (⌀)	0,547	0,427	0,580	0,747	0,932	0,811	0,801	0,620	0,621	0,884	0,958	0,951	0,808
$adj.R^2$ (⌀)	0,535	0,412	0,562	0,736	0,930	0,803	0,792	0,599	0,601	0,878	0,956	0,948	0,798
$MAPE$	4,30	4,93	2,73	14,02	12,11	5,18	4,67	11,91	10,67	17,26	4,89	3,95	22,53
MAE	41,26	39,86	31,73	18,87	19,22	12,37	12,03	31,27	38,67	12,68	9,47	9,94	15,34
N	145	64	176	90	170	125	126	119	115	123	103	102	122

Diese Tabelle fasst die bankindividuellen Regressionen $R_p(t_i) = \mu + \sum_{k=1}^{4} \xi_k \overline{R_y}(t_i, \tau_k) + \epsilon(t_i)$ mit $\sum_{k=1}^{4} \xi_k = 1$ und $\overline{R_y}(t_i, \tau_k) = \frac{1}{12 \cdot \tau_k} \sum_{j=0}^{12 \cdot \tau_k - 1} R_y(t_{i-j}, \tau_k)$ zusammen, wobei $R_y(t_i, \tau)$ die Jahresrendite der anfänglichen Restlaufzeit τ zum Zeitpunkt t_i bezeichnet. Die anfänglichen Laufzeiten τ_k entsprechen $\tau_1 = 0,25$, $\tau_2 = 1$, $\tau_3 = 5$ und $\tau_4 = 10$ Jahren. Alle hier gezeigten Parameter repräsentieren Mittelwerte über alle Banken und beziehen sich auf die Ergebnisse, die sich nach einer Bereinigung der unteren und oberen 2,5% (Ausreißer) ergeben. Die jeweiligen Werte in Klammern spiegeln die durchschnittlichen Standardfehler wider. Diese sind bereinigt für heteroskedastische und autokorrelierte Residuen nach der Methode von Newey-West unter der Annahme von 4 Lags. N sig. 0,10/0,05/0,01 steht für die Anzahl an Banken, für die der jeweilige Parameter signifikant bei einem 10%/5%/1% Konfidenzlevel ist. $MAPE$ steht für den mittleren absoluten prozentualen Fehler in %, MAE ist der mittlere absolute Fehler in BP und N gibt die Anzahl der Banken an.
Die Schätzung ist mittels der Software Stata, Version 10, durchgeführt worden.

als die relevanten Marktzinssätze festgelegt werden und die untersuchten Produkte dadurch grundsätzlich profitabel für die Banken sein sollten. Gemessen an μ sind auch die Produkte profitabler, bei denen die Kunden weniger preissensibel sind. So wird beispielsweise für Spareinlagen mit Grundverzinsung (SU0022) im Durchschnitt ein μ von $-0,048$ geschätzt, während für Spareinlagen mit höherer Verzinsung für Anlagebeträge über EUR 10.000 (SU0524) im Durchschnitt ein μ von nur $-0,018$ ausgewiesen werden kann. Im Falle von Krediten sind als Beispiel die Dispositionskredite an Privatkunden (SU0503) zu nennen, für welche im Durchschnitt ein μ von $0,089$ geschätzt wird. Für Kontokorrentkredite über EUR 500.000 (SU0004) wird dahingegen im Durchschnitt ein deutlich niedrigerer Wert von $0,038$ festgestellt. Dies ist nachvollziehbar, da es sich bei letzterem primär um das Geschäft mit Unternehmenskunden handelt.

Die Faktorladungen bzw. Gewichte der Laufzeit-Tranchen erfüllen ebenfalls gut die grundsätzlichen Erwartungen. Es werden höhere Gewichte für Tranchen mit langer Laufzeit bei den Produkten festgestellt, bei denen von einem höheren Bodensatzanteil ausgegangen werden kann. Das gleiche gilt für Tranchen mit kurzer Laufzeit bei Produkten mit einem erwarteten niedrigen Bodensatz.

So besteht das Replicating Portfolio für die Standard-Spareinlagen (SU0022) zu einem großen Teil aus der 10-Jahres-Tranche mit einem Wert von $\xi_4 = 0,909$ im Durchschnitt, während die 3-Monats-Tranche sogar mit einen negativen Anteil von $\xi_1 = -0,038$ eingeht. Im Gegensatz dazu werden für Spareinlagen mit höherer Verzinsung und für Anlagebeträge über EUR 10.000 (SU0524) – Produkte deren Volumina auf Grund der höheren Preissensibilität deutlich flexibler reagieren – jeweils Gewichte von $\xi_4 = 0,185$ für die 10-Jahres-Tranche und $\xi_1 = 0,400$ für die 3-Monats-Tranche geschätzt. Neben den Schätzparametern selbst lässt die über alle Zeitreihen hinweg gute durchschnittliche Anpassungsgüte dieses Modells vermuten, dass der Replicating Portfolio Approach und seine Varianten eine bedeutende Rolle in der Aktiv-/Passiv-Steuerung deutscher Banken spielt.

4.2.2.3 Error-Correction Pass-Through Modell (ECPTM)

Für das dritte zu untersuchende Pass-Through Modell wird auf die weit verbreitete Klasse der Fehlerkorrekturmodelle (Error-Correction Models) zurückgegriffen, auf die bereits im Literaturüberblick in Kapitel 2 eingegangen wurde. Sie werden oft gewählt um zu untersuchen, wie der Pass-Through von Leitzinsentscheidungen auf Produktzinsen ausgestaltet ist. Wie auch bei APTM wird bei den Fehlerkorrekturmodellen unterstellt, dass eine langfristige Gleichgewichtsbeziehung zwischen Produkt- und Marktzinsen vorherrscht. Die hier verwendete Spezifikation wird in Anlehnung an Weth (2002) aufgesetzt und beschreibt die Dynamik von Produktzinsveränderungen $\Delta R_p(t_i)$:[19]

$$\Delta R_p(t_i) = \mu + \sum_{k=1}^{K} \varphi_k \Delta R_p(t_{i-k}) + \sum_{j=0}^{J} \omega_j \Delta R_m(t_{i-j}) + g[hR_m(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1})] + \epsilon(t_i). \tag{4.13}$$

Der vierte Summand repräsentiert dabei die langfristige Gleichgewichtsbeziehung zwischen dem Marktzinssatz R_m und dem Produktzinssatz R_p wobei h wiederum der Long-run Multiplier ist. Sofern der Produktzinssatz in t_{i-1} von hR_m abweicht, wird er zum Zeitpunkt t_i in Richtung der Gleichgewichtsbeziehung mit der Anpassungsgeschwindigkeit g zurückgezogen, sofern $g > 0$ ist. Neben diesem Fehlerkorrekturterm und der Konstanten μ beeinflussen noch K verzögerte endogene Produktzinssatzveränderungen $\Delta R_p(t_{i-k})$, und ein gegenwärtiger nebst J verzögerten Marktzinssatzveränderungen $\Delta R_m(t_{i-j})$ mit den jeweils zugehörigen Faktorladungen φ_k und ω_j die aktuelle Produktzinssatzveränderung. $\epsilon(t_i)$ ist erneut ein normalverteilter Fehlerterm. Der Faktor ω_0 kann im Rahmen des Modells als Kennzahl für den kurzfristigen Pass-Through interpretiert werden. Darüber hinaus bietet sich das Verhältnis zwischen ω_0 und h als Kennziffer an um einschätzen zu können, wie viel des finalen Pass-Through bereits im Monat des Marktzinssatzschocks an den

[19] Ein vergleichbarer Modellaufbau wird beispielsweise von Mojon (2000); Toolsema et al. (2001); de Bondt (2005) angewandt. Darauf aufbauende und weiter spezialisierte Ansätze werden beispielsweise von Kleimeier und Sander (2006) und Sørensen und Werner (2006) präsentiert.

Kunden weitergegeben wird (Cottarelli und Kourelis, 1994, S. 9; Toolsema et al., 2001, S. 7).

Das ECTPM wird hier für alle Zeitreihen außer SU0022 mit $K = J = 3$ Verzögerungen analog zu Weth (2002) spezifiziert. Nur im Falle der Spareinlagen SU0022 wird diese Spezifikation durch ein F-Test zurückgewiesen und auf Grund dessen gegen $K = J = 2$ Verzögerungen ersetzt. Das Modell wird geschätzt unter Anwendung einer Fixed-Effect Paneldatenregression und unter der Annahme von autokorrelierten Residuen erster Ordnung. Damit wird grundsätzlich den zuvor aufgeführten Publikationen gefolgt. Eine Paneldatenregression ist dabei auf Grund der Vielzahl von zu schätzenden Parametern erforderlich. Es ermöglicht im Gegensatz zu den zuvor vorgestellten Modellen einen makroökonomischen Blick auf das gesamte Bankensystem wie es von besonderer Bedeutung für die Bankenaufsicht und die Zentralbanken ist.

Die Schätzergebnisse sind in Tabelle 4.4 zu finden. Die geschätzten Parameter haben die erwarteten Vorzeichen und befinden sich im erwarteten Wertebereich. Das positive Vorzeichen der Anpassungsgeschwindigkeit g für alle Zeitreihen ist konsistent mit der Annahme einer Gleichgewichtsbeziehung zwischen Produkt- und Marktzinssatz. Während g die Anpassungsgeschwindikeit misst, trifft ω_0 eine Aussage über den kurzfristigen Pass-Through. Beide Parameter sind relativ hoch für eher marktorientierte Produkte, wie beispielsweise Spareinlagen mit höherer Verzinsung für Anlagebeträge über EUR 10.000 (SU0524, $g = 0,137, \omega_0 = 0,196$) und eher niedriger für Produkte wie z.B. standardmäßige Spareinlagen (SU0022, $g = 0,087, \omega_0 = 0,046$), welches die Marktferne der Letztgenannten widerspiegelt. Das Vorzeichen des Long-run Multiplier h fällt ebenfalls erwartungsgemäß aus, wie man beispielsweise an dem höheren Wert von $h = 0,556$ für SU0524 und dem niedrigeren Wert für h=0,156 für SU0022 erkennen kann.

4.2.2.4 Stepwise Pass-Through Modell (SPTM)

Die bisher vorgestellten Pass-Through Modelle basieren alle auf der Annahme, dass die Anpassunghöhe der Produktzinssätze aus einer kontinuierlichen Verteilung ge-

Tabelle 4.4: ECPTM Parameterschätzung

	Erhebung über Soll- und Habenzinsen							*EWU Zinsstatistik*					
	Kredite			*Einlagen*				*Kredite*		*Einlagen*			
	SU0001	SU0004	SU0503	SU0512	SU0022	SU0521	SU0524	SUD112	SUD123	SUD101	SUD105	SUD106	SUD107
φ_1	$-0{,}625^{***}$	$-0{,}638^{***}$	$-0{,}615^{***}$	$-0{,}462^{***}$	$-0{,}361^{***}$	$-0{,}132^{***}$	$-0{,}422^{***}$	$-0{,}403^{***}$	$-0{,}447^{***}$	$-0{,}202^{***}$	$-0{,}531^{***}$	$-0{,}054^{***}$	$-0{,}406^{***}$
	(0,006)	(0,009)	(0,007)	(0,010)	(0,006)	(0,008)	(0,009)	(0,012)	(0,014)	(0,012)	(0,012)	(0,011)	(0,014)
φ_2	$-0{,}328^{***}$	$-0{,}361^{***}$	$-0{,}329^{***}$	$-0{,}199^{***}$	$-0{,}097^{***}$	$-0{,}054^{***}$	$-0{,}191^{***}$	$-0{,}154^{***}$	$-0{,}230^{***}$	$-0{,}049^{***}$	$-0{,}258^{***}$	$0{,}064^{***}$	$-0{,}225^{***}$
	(0,007)	(0,009)	(0,008)	(0,011)	(0,005)	(0,008)	(0,009)	(0,012)	(0,013)	(0,012)	(0,013)	(0,011)	(0,013)
φ_3	$-0{,}124^{***}$	$-0{,}114^{***}$	$-0{,}180^{***}$	$-0{,}035^{***}$		$0{,}015^{**}$	$-0{,}045^{***}$	$-0{,}013$	$-0{,}071^{***}$	$-0{,}025^{**}$	$-0{,}105^{***}$	$0{,}051^{***}$	$-0{,}129^{***}$
	(0,006)	(0,008)	(0,007)	(0,009)		(0,008)	(0,008)	(0,010)	(0,011)	(0,011)	(0,011)	(0,011)	(0,011)
ω_0	$0{,}223^{***}$	$0{,}224^{***}$	$0{,}154^{***}$	$0{,}177^{***}$	$0{,}046^{***}$	$0{,}185^{***}$	$0{,}196^{***}$	$0{,}123^{*}$	$0{,}045$	$0{,}191^{***}$	$0{,}091^{***}$	$-0{,}008$	$0{,}285^{***}$
	(0,014)	(0,018)	(0,010)	(0,010)	(0,005)	(0,008)	(0,007)	(0,069)	(0,088)	(0,022)	(0,018)	(0,016)	(0,028)
ω_1	$0{,}249^{***}$	$0{,}308^{***}$	$0{,}221^{***}$	$0{,}176^{***}$	$0{,}014^{***}$	$0{,}198^{***}$	$0{,}244^{***}$	$0{,}381^{***}$	$0{,}047$	$0{,}056^{***}$	$0{,}198^{***}$	$0{,}110^{***}$	$0{,}170^{***}$
	(0,014)	(0,018)	(0,010)	(0,011)	(0,005)	(0,008)	(0,008)	(0,066)	(0,089)	(0,021)	(0,018)	(0,017)	(0,029)
ω_2	$0{,}205^{***}$	$0{,}271^{***}$	$0{,}171^{***}$	$0{,}118^{***}$	$0{,}024^{***}$	$0{,}069^{***}$	$0{,}144^{***}$	$0{,}083$	$0{,}054$	$0{,}049^{**}$	$0{,}085^{***}$	$-0{,}092^{***}$	$0{,}040$
	(0,014)	(0,017)	(0,010)	(0,011)	(0,005)	(0,008)	(0,008)	(0,066)	(0,088)	(0,021)	(0,020)	(0,017)	(0,029)
ω_3	$0{,}144^{***}$	$0{,}102^{***}$	$0{,}079^{***}$	$0{,}032^{***}$		$0{,}062^{***}$	$0{,}101^{***}$	$-0{,}010$	$0{,}071$	$-0{,}002$	$0{,}185^{***}$	$0{,}031^{*}$	$0{,}111^{***}$
	(0,013)	(0,017)	(0,010)	(0,010)		(0,008)	(0,008)	(0,073)	(0,093)	(0,023)	(0,020)	(0,016)	(0,030)
g	$0{,}116^{***}$	$0{,}141^{***}$	$0{,}057^{***}$	$0{,}141^{***}$	$0{,}087^{***}$	$0{,}084^{***}$	$0{,}137^{***}$	$0{,}167^{***}$	$0{,}330^{***}$	$0{,}109^{***}$	$0{,}102^{***}$	$0{,}064^{***}$	$0{,}321^{***}$
	(0,004)	(0,006)	(0,004)	(0,007)	(0,003)	(0,004)	(0,006)	(0,008)	(0,013)	(0,007)	(0,008)	(0,004)	(0,012)
h	$0{,}749^{***}$	$0{,}594^{***}$	$1{,}466^{***}$	$0{,}344^{***}$	$0{,}156^{***}$	$0{,}478^{***}$	$0{,}556^{***}$	$0{,}755^{***}$	$0{,}625^{***}$	$0{,}441^{***}$	$0{,}025$	$0{,}600^{***}$	$0{,}529^{***}$
	(0,028)	(0,033)	(0,076)	(0,028)	(0,013)	(0,023)	(0,021)	(0,055)	(0,052)	(0,027)	(0,036)	(0,037)	(0,017)
μ	$0{,}008^{***}$	$0{,}009^{***}$	$0{,}004^{***}$	$0{,}001^{***}$	$0{,}001^{***}$	$0{,}001^{***}$	$0{,}001^{***}$	$0{,}014^{***}$	$0{,}019^{***}$	$0{,}000$	$0{,}002^{***}$	$0{,}001^{***}$	$0{,}001^{***}$
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,001)	(0,001)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
ρ	0,323	0,361	0,333	0,412	0,344	0,022	0,365	0,015	0,350	0,010	0,579	0,027	0,373
σ_ν	0,002	0,003	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001	0,001	0,002
σ_υ	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,005	0,006	0,002	0,001	0,001	0,002
N	31.544	17.748	19.708	12.119	34.134	16.072	16.240	8.702	8.492	8.882	7.748	7.568	8.907
N_B	493	328	441	293	518	377	383	203	204	207	186	182	207
R^2_w	0,363	0,388	0,330	0,286	0,179	0,204	0,301	0,260	0,374	0,116	0,309	0,105	0,358
R^2_b	0,046	0,022	0,041	0,007	0,053	0,000	0,001	0,016	0,000	0,000	0,037	0,002	0,000
R^2_o	0,125	0,108	0,123	0,046	0,025	0,153	0,125	0,074	0,061	0,046	0,006	0,043	0,065
$MAPE$	1,94	2,36	0,88	4,59	6,33	3,17	3,48	6,81	5,64	7,64	3,28	1,88	12,11
MAE	18,43	19,07	10,07	7,62	10,16	7,73	9,14	24,88	36,11	6,69	6,58	4,67	12,31
F	2,138	2,592	0,973	1,741	0,973	1,678	1,602	2,835	3,490	1,755	1,887	3,147	3,112
LR	$209{,}29^{***}$	$75{,}18^{***}$	$63{,}00^{***}$	$53{,}86^{***}$	$93{,}26^{***}$	1,99	$52{,}83^{***}$	0,10	$19{,}67^{***}$	0,02	$69{,}26^{***}$	0,98	$14{,}47^{***}$

Diese Tabelle zeigt die Ergebnisse der folgenden Fixed-Effect Panelregression unter Annahme von autokorrelierten Fehlern erster Ordnung: $\Delta R_p(b,t_i) = \mu + \sum_{k=1}^{K} \varphi_k \Delta R_p(b,t_{i-k}) + \sum_{j=0}^{J} \omega_j \Delta R_m(t_{i-j}) + g[hR_m(t_{i-1}) - R_p(b,t_{i-1})] + \nu(b) + \epsilon(b,t_i)$ mit $\epsilon(b,t_i) = \rho\,\epsilon(b,t_{i-1}) + \upsilon(b,t_i)$. b bezeichnet bankspezifische Daten/Variablen. Für SU0022 werden K und J auf 2 gesetzt, für alle übrigen Zeitreihen auf 3. N gibt die Anzahl aller Beobachtungen und N_B die Anzahl der Banken an. R^2_w, R^2_b und R^2_o stehen für das jeweilige Within-, Between- und Overall-R^2. F gibt die F-Statistik an und LR steht für die Likelihood-Ratio Teststatistik. Sie basiert auf dem Vergleich einer Standardmodellspezifikation mit der Bedingung, dass $\rho = 0$ ist, und der hier verwendeten Spezifikation. Die Werte in Klammern repräsentieren die jeweiligen Standardfehler. Die Signifikanz zum 10%/5%/1%-Konfidenzlevel ist gegeben durch */**/***. $MAPE$ steht für den mittleren absoluten prozentualen Fehler in %, MAE ist der mittlere absolute Fehler in BP.
Die Schätzung ist mittels der Software Stata, Version 10, durchgeführt worden.

zogen wird. Tatsächlich finden die Produktzinssatzänderungen jedoch in diskreten Stufen statt, beispielsweise in 10 oder 25 BP-Stufen. Indem die Banken die marginal möglichen Anpassungen in Stufen gruppieren, können sie Informations- und Anpassungskosten reduzieren, das beschränkte Erinnerungsvermögen der Kunden ausnutzen und dadurch zumindest teilweise eine oligopolistische Marktmacht aufbauen (siehe dazu die Arbeit von Kahn et al., 1999).

Die letzt genannte Veröffentlichung untersucht anhand eines amerikanischen Datensatzes von gut 600 Banken die Neigung der Banken, Produktzinssätze zu senken, unverändert zu belassen oder zu erhöhen. Als Modellgrundlage verwenden sie ein Ordered Probit Modell mit drei Kategorien. Diese Idee wird hier aufgegriffen und um zusätzliche Kategorien erweitert. Das Resultat ist ein Ordered Logit Modell, welches nicht nur nach fallenden, unveränderten und steigenen Produktzinssätzen differenziert, sondern auch die Sprunghöhe integriert. Dazu werden die Produktzinssatzveränderungen $\Delta R_p(t_i)$ gemäß vordefinierten Stufen $\Delta_c R_p(t_i)$ in Intervalle ζ_j eingeteilt, so dass insgesamt J geordnete Kategorien j entstehen. Die Neigung der Banken, den Produktzinssatz beizubehalten oder stufenweise gemäß den vordefinierten Kategorien j zu verändern, wird getrieben von der latenten Variablen L^*:

$$\begin{aligned} L^*(t_i) &= Z(t_i) + \epsilon(t_i) \\ \text{mit } Z(t_i) &= \gamma_1 \Delta R_m(t_i) + \gamma_2 [R_p(t_{i-1}) - R_m(t_{i-1})] + \gamma_3 R_m(t_i), \end{aligned} \tag{4.14}$$

wobei γ_l die jeweiligen Faktorladungen bezeichnet. Im Falle des Logit-Modells, welches für den Fehlerterm $\epsilon(t_i)$ eine logistische Verteilung unterstellt, ergeben sich die bedingten Wahrscheinlichkeiten, dass der Produktzinssatz sich entsprechend der Intervall-Kategorien ζ_j verändert, in t_i über:

$$Prob(\Delta R_p(t_i) \in \zeta_j | Z(t_i)) = F\left[\eta_j - Z(t_i)\right] - F\left[\eta_{j-1} - Z(t_i)\right], \tag{4.15}$$

wobei sich η_j auf eine der $J-1$ unbekannten Schranken bezieht, die gemeinsam mit γ_i geschätzt werden. $F[\cdot]$ steht für die kumulative logistische Verteilung.

Die Intervalle ζ_j für die Kategorien j werden entsprechend der beobachteten Produktzinssätze im Datensatz so gesetzt, dass sich der überwiegende Teil der Beob-

achtungen an den Enden der jeweiligen Intervalle befindet. Im Rahmen dessen kann zwischen zwei Klassen unterschieden werden, wobei die erste Klasse aus 5 und die zweite Klasse aus 13 Kategorien von Basispunktveränderungsintervallen bestehen:

$$\begin{aligned} \text{Klasse 1} &= \{\zeta_1, \ldots, \zeta_5\} = \{(-\infty, -25), [-25, 0), 0, (0, 25], (25, \infty)\} \qquad (4.16) \\ \text{Klasse 2} &= \{\zeta_1, \ldots, \zeta_{13}\} \\ &= \{(-\infty, -25), [-25, -20), \ldots, [-5, 0), 0, (0, 5], \ldots, (20, 25], (25, \infty)\}. \end{aligned}$$

Als Folge einer detaillierten Inspektion werden die Zeitreihen SU0001, SU0004, SU0503 und SU0022 der ersten Klasse und SU0512, SU0521 und SU0524 der zweiten Klasse zugeordnet. Für die Schätzung des SPTMs wird lediglich auf den ersten Datensatz, der Erhebung über Soll- und Habenzinsen, zurückgegriffen. Die EWU-Zinsstatistik veröffentlicht nur Monatsenddurchschnitte – anstelle von tatsächlich vorkommenden (Modus-) Zinssätzen mit klar unterscheidbaren Sprüngen (vergleiche Kapitel 3) – so dass in diesem Fall das Ordered Logit Modell nicht seriös anwendbar wäre. Wie im Falle des ECPTM wird für die Schätzung eine Paneldatenregression angewendet und zusätzlich um Bankengruppendummies für die Gruppe der Privat- und Geschäftsbanken, die Gruppe der Sparkassen und die Gruppe der Genossenschaftsbanken ergänzt. Um auf ein technisch durchführbares Verfahren zurückggreifen zu können, wird von bankindividuellen Random Effects ausgegangen und das Schätzverfahren nach Rabe-Hesketh et al. (2005) angewendet.

In der in Abschnitt 4.3 angesprochenen Simulation stehen die Kategorien j stellvertretend für $-50, -25, 0, 25, 50$ $\Delta_c R_p$ BP-Stufen im Falle der Klasse 1 und für $-50, -25, -20, \ldots, -5, 0, 5, \ldots, 20, 25, 50$ $\Delta_c R_p$ BP-Stufen im Falle von Klasse 2. Dies spiegelt den empirisch zu beobachtenden Modus des jeweiligen Intervalls wider.

Die Ergebnisse der Schätzung ergeben sich aus Tabelle 4.5 und zeichnen sich durch plausible Werte aus. So implizieren beispielsweise die ausnahmslos positiv ausgefallenen γ_1's, dass der jeweilige Produktzinssatz die Tendenz hat sich entsprechend, d.h. in die selbe Richtung wie der Marktzinssatz, zu verändern. Alle γ_2 haben ein negatives Vorzeichen. Dies zeigt, dass bei einem sich weitenden Spread zwischen dem

Tabelle 4.5: SPTM Parameterschätzung

	Erhebung über Soll- und Habenzinsen						
	Kredite			*Einlagen*			
	SU0001	SU0004	SU0503	SU0512	SU0022	SU0521	SU0524
γ_1	$3,089^{***}$	$2,811^{***}$	$4,772^{***}$	$4,194^{***}$	$3,180^{***}$	$5,045^{***}$	$5,046^{***}$
	$(0,150)$	$(0,173)$	$(0,242)$	$(0,214)$	$(0,136)$	$(0,175)$	$(0,184)$
γ_2	$-0,422^{***}$	$-0,393^{***}$	$-0,537^{***}$	$-0,366^{***}$	$-0,916^{***}$	$-0,454^{***}$	$-0,557^{***}$
	$(0,035)$	$(0,066)$	$(0,091)$	$(0,072)$	$(0,053)$	$(0,051)$	$(0,118)$
γ_3	$-0,234^{***}$	$-0,224^{***}$	$0,556^{***}$	$-0,071$	$-0,698^{***}$	$0,092^{**}$	$0,062$
	$(0,016)$	$(0,024)$	$(0,047)$	$(0,056)$	$(0,049)$	$(0,038)$	$(0,067)$
δ_{BG2}	$0,750^{***}$	$0,693^{***}$	$0,378^{**}$	$0,029$	$-0,546^{***}$	$-0,124^{**}$	$-0,147^{***}$
	$(0,112)$	$(0,105)$	$(0,152)$	$(0,073)$	$(0,086)$	$(0,055)$	$(0,051)$
δ_{BG3}	$0,838^{***}$	$0,600^{***}$	$0,415^{***}$	$-0,123$	$-0,546^{***}$	$-0,134^{**}$	$-0,156^{***}$
	$(0,123)$	$(0,102)$	$(0,156)$	$(0,075)$	$(0,085)$	$(0,054)$	$(0,051)$
δ_{BG4}	$-0,632^{***}$	$-0,721^{***}$	$-1,099^{***}$	$0,040$	$0,002$	$-1,168^{***}$	$-1,247^{***}$
	$(0,095)$	$(0,109)$	$(0,195)$	$(0,083)$	$(0,195)$	$(0,052)$	$(0,059)$
η_1	$-5,706^{***}$	$-4,962^{***}$	$-6,809^{***}$	$-3,360^{***}$	$-5,114^{***}$	$-2,992^{***}$	$-3,088^{***}$
	$(0,236)$	$(0,381)$	$(0,818)$	$(0,146)$	$(0,136)$	$(0,121)$	$(0,177)$
η_2	$-5,080^{***}$	$-4,205^{***}$	$-6,248^{***}$	$-2,695^{***}$	$-4,388^{***}$	$-2,035^{***}$	$-2,106^{***}$
	$(0,246)$	$(0,389)$	$(0,838)$	$(0,141)$	$(0,139)$	$(0,112)$	$(0,167)$
η_3	$-0,487^{**}$	$-0,234$	$1,142$	$-2,603^{***}$	$3,503^{***}$	$-1,856^{***}$	$-1,935^{***}$
	$(0,222)$	$(0,404)$	$(0,836)$	$(0,140)$	$(0,121)$	$(0,110)$	$(0,166)$
η_4	$0,086$	$0,436$	$1,735^{**}$	$-2,453^{***}$	$4,001^{***}$	$-1,632^{***}$	$-1,714^{***}$
	$(0,237)$	$(0,421)$	$(0,840)$	$(0,142)$	$(0,134)$	$(0,111)$	$(0,167)$
η_5				$-2,286^{***}$		$-1,431^{***}$	$-1,499^{***}$
				$(0,143)$		$(0,111)$	$(0,167)$
η_6				$-2,100^{***}$		$-1,292^{***}$	$-1,354^{***}$
				$(0,152)$		$(0,116)$	$(0,174)$
η_7				$2,972^{***}$		$3,113^{***}$	$2,927^{***}$
				$(0,174)$		$(0,137)$	$(0,164)$
η_8				$3,229^{***}$		$3,285^{***}$	$3,099^{***}$
				$(0,162)$		$(0,133)$	$(0,162)$
η_9				$3,402^{***}$		$3,523^{***}$	$3,324^{***}$
				$(0,157)$		$(0,131)$	$(0,162)$
η_{10}				$3,545^{***}$		$3,752^{***}$	$3,574^{***}$
				$(0,160)$		$(0,130)$	$(0,163)$
η_{11}				$3,657^{***}$		$3,922^{***}$	$3,720^{***}$
				$(0,161)$		$(0,128)$	$(0,163)$
η_{12}				$4,327^{***}$		$4,744^{***}$	$4,541^{***}$
				$(0,179)$		$(0,141)$	$(0,167)$
N	34.215	19.970	21.933	13.544	36.269	17.763	17.965
N_B	508	369	453	312	527	395	396
LL	-27.449	-18.781	-8.038	-11.451	-10.340	-19.319	-20.278
BIC	55.012	37.670	16.186	23.083	20.796	38.824	40.741

Diese Tabelle zeigt die Ergebnisse der Random-Effects Ordered Logit Panelregression, bei der die latente Variable wie folgt gegeben ist: $L^*(b,t_i) = \gamma_1 \Delta R_m(t_i) + \gamma_2[R_p(b,t_i) - R_m(t_i)] + \gamma_3 R_m(t_i) + \delta_{BG2} D^b_{BG2} + \delta_{BG3} D^b_{BG3} + \delta_{BG4} D^b_{BG4} + \nu(b) + \epsilon(b,t_i)$. Die Regression wird je nach Charakteristik der Zeitreihe mit unterschiedlichen Klassen von geordneten Kategorien durchgeführt. Diese sind gegeben durch die Intervallkategorieklasse 1 $\{\zeta_1,\ldots,\zeta_5\} = \{(\infty,-25),[-25,0),0,(0,25],(25,\infty)\}$ BP und die Intervallkategorieklasse 2 $\{\zeta_1,\ldots,\zeta_{13}\} = \{(\infty,-25),[-25,-20),\ldots,[-5,0),0,(0,5],\ldots,(20,25],(25,\infty)\}$ BP. η_j bezieht sich auf die geschätzten Schwellenwerte zwischen den Intervallen ζ_j und ζ_{j+1}. D^b sind Dummyvariablen, die für die Bankengruppe der Privat- und Geschäftsbanken ($BG1$), der Sparkassen ($BG2$), der Genossenschaftsbanken ($BG3$) und die der übrigen Banken ($BG4$) stehen, wobei der Dummy D^b_{BG1} für Privat- und Geschäftsbanken im Rahmen dieser Regressionen jeweils ausgelassen wird. $\nu(b)$ repräsentiert ein bankspezifisches Residuum mit $\nu(b) \sim N(0,\sigma_\nu)$. N gibt die Anzahl aller Beobachtungen an und N_B die Anzahl der Banken. Das Bayesianische Informationkriterium ist gegeben durch $BIC = -2LL + df\ln(N)$, wobei df für die Modellfreiheitsgrade steht. Die Werte in Klammern repräsentieren die jeweiligen Standardfehler. Die Signifikanz zum 10%/5%/1%-Konfidenzlevel ist gegeben durch */**/***.
Die Schätzung ist mittels der Software Stata, Version 10, durchgeführt worden.

jeweiligen Produkt- und Marktzinssatz es bei einer stetig steigenden Wahrscheinlichkeit zu einer Produktzinsanpassung in Richtung des Marktzinssatzes kommt.

Bei Betrachtung der geschätzten Schranken η_j fällt auf, dass die Differenz der benachbarten Schranken η_2 und η_3 im Falle von Klasse 1 Produkten und η_6 und η_7 bei Klasse 2 Produkten deutlich am größten ist. Sie begrenzen das Intervall innerhalb dessen eine Wertschwankung von L^* zu keiner Veränderung des Produktzinssatzes führt. Diese großen Bandbreiten zeigen, dass Produktzinsen sehr lange konstant bleiben und sich erst auf Grund eines großen Marktdrucks verändern. Für Spareinlagen mit Grundverzinsung (SU0022) wird beispielsweise ein η_2 in Höhe von $-4,388$ und ein η_3 in Höhe von $= 3,503$ geschätzt, welches einer Differenz von $7,891$ entspricht. Mit $\eta_1 = -5,114$ und $\eta_4 = 4,001$ liegen die jeweils anderen Nachbarschranken deutlich näher an η_2 bzw. η_3. Ist der Druck also so groß, dass es zu Änderungen im Produktzinssatz kommt, dann kann dieser vergleichsweise leicht im Umfang der nächst höheren Stufe erfolgen. Vergleichbare Aussagen lassen sich auch für alle weiteren Produkte treffen.

4.2.3 Einbettung in eine Modellbank

Der bisher vorgestellte modelltheoretische Rahmen und dessen mögliche Ausgestaltungen zielen insbesondere auf die Analyse ab, welche Auswirkung unterschiedliche Modellspezifikationen auf den Wert und das Zinsrisiko eines variabel verzinslichen Produkts ohne vertraglich vereinbarte Laufzeit hat. Untersuchungsgegenstand des zweiten Teils dieser Arbeit ist, wie ausgesuchte zinstragende Bilanzpositionen im Kontext einer Modellbank deren Wert und Zinsrisiko beeinflussen. Dieser Frage wird nicht mehr unter einer Auswahl von verschiedenen Spezifikationen oder auf Basis einer großen Auswahl an Banken nachgegangen, sondern stattdessen wird eine Spezifikation als gegeben angenommen und verschiedene Parametrisierungen dieses einen Modells auf Basis einer hypothetischen Bank untersucht. Es wird dafür aus den bereits vorgestellten Modellen eine exemplarische Spezifikation ausgewählt und für die Modellbank leicht modifiziert. Die Modellbank selbst basiert auf einer Aus-

wahl von ausschließlich zinstragenden Bilanzpositionen und ähnelt demzufolge einer klassischen Retail-Bank. Es ist damit die erste Arbeit, die für eine komplette Bank untersucht, wie unterschiedliche Richtlinien und Strategien zur Firstentransformation und zum Preissetzungsverhalten den Wert und das Risiko der Bank beeinflussen um wichtige Implikationen für die Bankenaufsicht und das Bankenmanagement ableiten zu können.

4.2.3.1 Exemplarische Modellspezifizierung

Exemplarisches Pass-Through Modell

Im Rahmen der exemplarischen Modellspezifizierung werden die Gemeinsamkeiten zweier zuvor vorgestellten Pass-Through Modelle, dem APTM und dem ECPTM, so zusammengeführt, dass sowohl deren Vorteile beibehalten werden als auch dass die Schätzung technisch gut umsetzbar ist. Wie bereits angesprochen gehören beide Modelle zu den partiellen Anpassungsmodellen, welche die verzögerte Anpassung des aktuellen Produktzinssatzes zu einem langfristigen Gleichgewichtszins zwischen Markt- und Produktzinssatz vorsehen. Es wird damit die Tatsache hervorgehoben, dass es sich sowohl beim Geld- und Kapitalmarkt als auch beim Bankenmarkt um zwei langfristig verbundene Märkte handelt, die aber kurzfristig voneinander abweichen. Wie bereits in der Literaturübersicht erwähnt, wurde die Interdependenz dieser beiden Märkte vielfach untersucht und bestätigt.

So wie beispielsweise von Scholnick (1996) oder Kleimeier und Sander (2006) bei der Untersuchung des monetären Transmissionsmechanismus, aber auch von O'Brien (2000) oder der Office of Thrift Supervision (2001) im Rahmen der Bewertung angewendet, wird auch für die exemplarische Modellspezifizierung von einer asymmetrischen Produktzinsanpassung ausgegangen. Grundlage ist das ECPTM (vgl. Gleichung 4.13), erweitert um die Möglichkeit einer asymmetrischen Zinsanpassung und reduziert in der Anzahl der Lags, so dass eine hinreichend große Anzahl an Freiheitsgraden für eine stabile Schätzung gewährleistet werden kann.

Die Dynamiken der Produktzinssatzveränderungen $\Delta R_p(t_i)$ stellen sich dann wie folgt dar:

$$\begin{aligned} \Delta R_p(t_i) &= \varphi \Delta R_p(t_{i-1}) + \omega_0 \Delta R_m(t_i) + \omega_1 \Delta R_m(t_{i-1}) \\ &\quad + \left[g^+ I(t_i) + g^-(1 - I(t_i)) \right] \left(R_p^e(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1}) \right) + \epsilon(t_i) \\ \text{mit } R_p^e(t_{i-1}) &= p + h R_m(t_{i-1}), \quad I(t_i) = I_{[R_p^e(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1}) > 0]}, \end{aligned} \tag{4.17}$$

wobei $R_p^e(t_i)$ wiederum den langfristigen Gleichgewichtszinssatz repräsentiert, welcher vom Marktzinssatz R_m abhängt. Innerhalb der Gleichgewichtsbeziehung kann die Konstante p als eine langfristige Grundverzinsung aufgefasst werden, während h die Zinssatzsensibilität widerspiegelt. $I(t_i)$ als Indikatorfunktion entspricht 1 sofern der Gleichgewichtszinssatz in t_{i-1} oberhalb des Produktzinssatzes in t_{i-1} ist und 0 sofern er unterhalb ist. So passt sich der Produktzinssatz R_p mit der Geschwindigkeit g^+ Richtung Gleichgewicht an, sofern er unterhalb, und mit g^-, sofern er oberhalb liegt. $\epsilon(t_i)$ fungiert als normalverteilter Fehlerterm.

Die zusätzlichen Regressoren bestehen auf der einen Seite aus der verzögerten Produktzinssatzveränderung $\Delta R_p(t_{i-1})$ und auf der anderen Seite aus der aktuellen und den verzögerten Marktzinssatzveränderungen $\Delta R_m(t_i)$ und $\Delta R_m(t_{i-1})$ mit den jeweiligen Faktorladungen φ_1, ω_0, und ω_1, welche insbesondere die Kurzfristdynamik beeinflussen. Da insbesondere der Gleichgewichtsmechanismus und die asymmetrische Anpassung Gegenstand der Parameteruntersuchung sind, spielen die verzögert einfließenden exogenen und endogenen Variablen für die nachfolgende Analyse keine primäre Rolle und können in ihrer Anzahl im Vergleich zum ECPTM reduziert werden. Die Parameterschätzung für alle Produkte der Modellbank erfolgt simultan über ein System nichtlinearer Gleichungen (siehe z.B. Davidson und MacKinnon, 2004, S. 540–543) um korrelierte Fehlerterme der $i$ten Beobachtung aller Zeitreihen zu ermöglichen, was zu effizienteren Schätzern führen kann.

Exemplarisches Zinsstrukturkurvenmodell

Für alle Analysen im Rahmen der Modellbank-Untersuchungen wird auf das $EA_1(3)$ Modell zurückgegriffen, da dieses sich sowohl nach der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Schätzung als auch nach beispielsweise Egorov et al. (2006) und

Tang und Xia (2007) als das flexibelste Modell herausgestellt hat. Da kein Grund für weitere Anpassungen besteht, werden die Schätzparameter unverändert aus dem ersten Teil für die Modellbank übernommen.

4.2.3.2 Bewertung der Modellbank

Der Aufbau der Modellbank geschieht so, wie es durch das Basel Committee on Banking Supervision (2004a, 2009a) impliziert wird oder vergleichbar im Rahmen des Portfolio Value Models der Office of Thrift Supervision (2001) oder dem Verfahren von Entrop et al. (2009a) zum Einsatz kommt. Basis ist eine Barwert-Bilanz, d.h. die Barwerte sämtlicher Bilanzpositionen werden zusammengefasst, so dass die Summe aller Aktiva minus der Summe aller Passiva den Nettobarwert bzw. den Barwert des Eigenkapitals – den Economic Value of Equity (EVE) – der Bank ergibt.

Der relative EVE der Modellbank stellt sich wie folgt dar:

$$EVE(0) = \omega_{Eq} PV_{Eq}(0) = \sum_{a=1}^{A} \omega_a PV_a(0) - \sum_{l=1}^{L} \omega_l PV_l(0) \tag{4.18}$$

wobei $PV_{Eq}(0)$ den Barwert von Nominal 1 € Eigenkapital, $PV_a(0)$ der Barwert von Nominal 1 € Aktiva $a \in [1, ..., A]$ und $PV_l(0)$ den Barwert von Nominal 1 € Verbindlichkeit $l \in [1, ..., L]$ repräsentiert. Die Gewichte der Nominalwerte sind gegeben durch ω_a im Falle der Aktivposten a und ω_l im Falle der Passivposition l, beide jeweils bezogen auf die nominelle Bilanzsumme. Es ergibt sich daraus das Gewicht des nominellen Eigenkapitals $\omega_{Eq} = \sum_{a=1}^{A} \omega_a - \sum_{l=1}^{L} \omega_l$ wie aus den Grundsätzen der Bilanzierung bekannt.

Zusätzlich zu den bereits vorgestellten Annahmen im Rahmen der Bewertung von variabel verzinslichen Produkten werden weitere *vereinfachende Annahmen* für die Szenarioanalyse der Modellbank festgelegt um grundlegende Tendenzen besser isolieren und ablesen zu können.

(1) Im Falle von Produkten mit einem Festzinssatz und einer festen Laufzeit wird von gleichgewichteten Tranchen aller verbleibenden Restlaufzeiten ausgegangen. Es handelt sich dabei um revolvierende Tranchen, für die angenommen wird, dass sie bei

Laufzeitende durch das gleiche Produkt mit der gleichen anfänglichen Laufzeit ersetzt werden. Gegeben τ ist die vertragliche Laufzeit des Produktes in Jahren, dann wird der gleitende Durchschnitt des aktuellen und aller $12 \cdot \tau - 1$ vorangegangenen Produktzinssätze herangenommen, um als (durchschnittlicher) Kundenzinssatz des Bestands zu fungieren. Dieser Bestandszinssatz wird, wie zuvor die variablen Zinssätze im Rahmen der in Abschnitt 4.1 vorgestellten Bewertung, durch $R_p(t_{i-1})$ repräsentiert. Der Barwert dieser Bilanzposition spiegelt also die Annahme wider, dass das jeweilige Produkt unverändert bis zum Ende des Betrachtungszeitraums von der Bank angeboten und in Anspruch genommen wird.

(2) Für die Rückzahlung zum Ende des Betrachtungszeitraums $D(t_{M-1})$ wird im Falle der Kundenprodukte ohne feste Laufzeit angenommen, dass sie dem kompletten Bestand entspricht, also vollständig zurückgezahlt wird. In allen anderen Fällen wird von einem Portfolio des jeweiligen Produktes ausgegangen, welches aus gleichgewichteten Beständen $D(t_M)$ und verbleibenden Restlaufzeiten $m = [0, 1, ..., \tau - 1]$ besteht, die nicht revolvieren. $D(t_{M-1})$ ist dann gegeben durch:

$$D(t_{M-1}) = \left(1 + \sum_{m=1}^{12\cdot\tau-1} \left[\sum_{j=1}^{m} \frac{R_p(t_{M-1-12\cdot\tau+m})\ \Delta t}{(1 + R(t_M, \tau_j))^{j\ \Delta t}} + \frac{1}{(1 + R(t_M, \tau_m))^{m\ \Delta t}} \right] \right) \cdot \frac{D(t_M)}{12 \cdot \tau}, \tag{4.19}$$

wobei $R(t_M, \tau_j)$ die Spot Rate zum Zeitpunkt t_M mit Restlaufzeit $\tau_j = j\Delta t$ Jahren entspricht.

(3) Wie auch bei der Bewertung im Rahmen des ersten Teils dieser Arbeit werden Bestandsdynamiken für die Modellbank ausgeschlossen. Dies spiegelt die Tatsache wider, dass die tatsächlichen Bestände jeder Produktkategorie zu jedem Zeitpunkt und über die Zeit zum gleichen relativen *EVE* führen wie wenn mit einem konstanten Volumen kalkuliert worden wäre. Es werden demzufolge auch die Gewichte der einzelnen Bilanzpositionen untereinander als konstant über die Zeit angenommen.

4.3 Simulation

Die Bewertung sowohl der Einzelpositionen als auch der Modellbank geschieht auf Basis einer Monte Carlo Simulation der Zinsstrukturkurve und davon mittels der Pass-Through Modelle abgeleiteten Produktzinsdynamiken.[20] Im Falle der Analyse der Modellspezifikationen wird der Barwert gemäß der Gleichung (4.1) für jede Bank, jede Zeitreihe und jede Modellkombination aus Zinsstrukturkurvenmodell und Pass-Through Modell bestimmt. Die Strategie-Analysen zur Modellbank erfolgen auf Basis ein und derselben exemplarischen Retail-Bank und der zuvor in Abschnitt 4.2.3 festgelegten Spezifikation jeweils mittels einer Neubewertung über die Monte Carlo Simulation.

Dafür wird jeweils die Short Rate (4.2) unter $\mathcal{Q}$ unter Anwendung der Euler-Diskretisierung der Dynamiken der Zustandsvariablen (4.3) mit einer Schrittweite von 1/12, 50.000 Durchläufen, einem 10-Jahres Betrachtungshorizont ($t_M = 10$),[21] und einem konstanten Volumen von 1 ($D(t_i) = 1$) simuliert. Um den Charakter von variabel verzinslichen Produkten besser widerspiegeln zu können, wird für die Analyse der Modellspezifikationen von einer quartalsweisen Zinszahlung ausgegangen ($\Delta t = 3/12$). Dies bedeutet, dass nach jedem dritten Schritt in Abhängigkeit der relevanten Marktzinssätze ein neuer Produktzins über das jeweilige Pass-Through Modell bestimmt wird (siehe Abschnitt 4.2.2). Es wird dabei exakt der selben Spezi-

[20] Sämtliche Monte Carlo Simulationen sind mit der Software R, Version 2.7.2, durchgeführt worden.

[21] Bedingt durch den hohen Simulationsaufwand wird für die Analysen auf Einzelbankebene darauf verzichtet, einen noch längeren Betrachungshorizont zu unterstellen. Es werden jedoch mehrere Robustheitstests zum Einfluss des Betrachtungshorizonts auf die Ergebnisse durchgeführt, welche in Abschnitt 5.1 vorgestellt werden. Ein längerer Betrachtungshorizont führt bei Aktivpositionen zu höheren Barwerten, bei Passivpositionen zu niedrigeren Barwerten. Allerdings ändern sich die grundsätzlichen Aussagen, insbesondere über die Beziehungen zwischen den jeweiligen Modellergebnissen, nicht. Das gleiche gilt für das ausgewiesene Zinsrisiko. Die Diskrepanzen werden vielmehr mit längerem Betrachtungshorizont noch größer.

fikation gefolgt, wie sie auch für die Schätzung herangezogen wird.[22] Dies bedeutet auch, dass jeweils die bankindividuellen Fixed Effects oder Random Effects integriert werden, sofern es sich bei der Schätzung um eine Panelregression handelt. Zur Abbildung der vollständigen Variabilität der Produktzinsen werden zusätzlich die Fehlerterme simuliert, indem sie jeweils aus der geschätzten Verteilung gezogen werden.[23]

Für die Simulationen zur Parameteranalyse im Rahmen der Modellbank werden die obigen Annahmen aufbaubedingt etwas angepasst. Aus Vereinfachungsgründen wird generell für jede Produktart von einem monatlich zahlenden Produktzins ausgegangen und auf das Ziehen des in der Schätzung berücksichtigten (siehe Abschnitt 4.2.3.1) jeweils mit den anderen Zeitreihen korrelierten Fehlerterms verzichtet. Da aber nur eine Bank anhand einer Spezifikation bewertet werden muss, kann der Betrachtungshorizont auf ($t_M = 30$) und die Anzahl der Simulationsdurchläufe auf 10.000 gesetzt werden.

Die Simulation startet jeweils zum Ende der entsprechenden Zeitreihe, d.h. im Dezember 2002 im Falle der Erhebung über Soll- und Habenzinsen und im Dezember 2007 im Falle der EWU-Zinsstatistik. Dabei ist zum Dezember 2002 die Zinsstrukturkurve normal mit einer einjährigen Spot Rate von 2,6% und einer zehnjährigen von 4,4%. Im Dezember 2007 ist die Zinsstrukturkurve etwas flacher mit jeweils Spot Rates von 4,1% und 4,4%. Die Startwerte für die Simulation der Short Rate beziehen sich auf die geschätzten Zustandsvariablen zum jeweiligen Datum, die Startwerte für

[22] Die einzige Ausnahme bildet das SPTM, für welches jeweils der Produktzins herangezogen wird, der der Kategorie entspricht, für die die höchste Wahrscheinlichkeit ausgewiesen wird, so dass die technische Belastung im Rahmen der Kalkulation reduziert werden kann.

[23] Da die Fehlerterme schon auf Grund ihrer Definition nicht im Bezug auf die durch die Zustandsvariablen Y generierte σ-Algebra messbar sind, befindet man sich in der Situation eines unvollständigen Marktes. Um die reale Verteilung der Fehlerterme in der risikoneutralen Welt anwenden zu können, wird hierfür der Marktpreis des Risikos auf null festgesetzt. Dieses Verfahren kann begründet werden über die Theorie der Varianz-minimierenden Martingalmaße (siehe z.B., Schweizer, 1995; Delbaen und Schachermayer, 1996). Dies wird beispielsweise so auch von Kalkbrener und Willing (2004) und Dewachter et al. (2006) angewandt um eine zusätzliche Zustandsvariable integrieren zu können, die nicht von Marktzinssätzen abhängt.

den Pass-Through Process sind jeweils gegeben durch die Produkt- und Marktzinssätze zum entsprechenden Datum, und, sofern benötigt, zu den jeweils zeitlich davor liegenden Monaten. Der Simulationsstart für die Modellbank ist ebenfalls durch das Szenario zum Dezember 2007 gegeben.

4.4 Zinsrisikobestimmung

4.4.1 Zinselastizität

Als grundlegenden Standard-Stresstest zur Bestimmung des Zinsrisikos von Banken zählt ein sofortiger oder gradueller, d.h. z.B. über ein Jahr sich entwickelnder, Parallelschock der Zinsstrukturkurve und die Analyse der dadurch verursachten Veränderung der Barwerte von zinstragenden Bilanzpositionen. Dieses Verfahren wird sowohl vom Basel Commitee on Banking Supervision („easy to communicate, easy to compare", Basel Committee on Banking Supervision, 2009a) als auch von Bankenaufsichtsinstitutionen wie der FDIC, dem Office of Thrift Supervision oder dem Comptroller of the Currency im Falle der USA sowie von Nationalbanken in Europa, wie beispielsweise der Deutschen Bundesbank, empfohlen.

Diese Arbeit konzentriert sich auf den weitläufig akzeptierten Ansatz des Basel Committee on Banking Supervision. Dieser Standard erfordert von den Banken, dass sie die Veränderung in ihrem EVE als Ergebnis eines sofortigen sowohl positiven als auch negativen parallelen 200 bp Schock der Zinsstrukturkurve bestimmen (Basel Committee on Banking Supervision, 2004a, S. 166; Basel Committee on Banking Supervision, 2004b, S. 25; Basel Committee on Banking Supervision, 2009a, S. 54). Im Gegensatz zum Basel Committee wird hier ein verallgemeinerter Ansatz in Form der Zinselastizität (Interest Rate Elasticity, IRE; Dewachter et al., 2006, S. 16) angewendet, welcher unterschiedliche Höhen des Schocks erlaubt:

$$IRE_{\Delta R} = -\frac{\Delta_{\Delta R} PV(0)}{\Delta R} \frac{1}{PV(0)}, \tag{4.20}$$

wobei $\Delta_{\Delta R} PV(0)$ die Veränderung im Barwert des Zinsproduktes auf Grund einer Parallelverschiebung der Zinsstrukturkurve in Höhe von ΔR bezeichnet. Für kleine Veränderungen von ΔR entspricht $IRE_{\Delta R}$ approximativ der Modified Duration (siehe z.B. Fabozzi, 2007, S. 65) des Produkts.

Die Bestimmung der Barwertveränderung $\Delta_{\Delta R} PV(0)$ erfolgt auf der einen Seite auf Basis des Barwerts, wie er nach Abschnitt 4.1 und 4.3 bestimmt wird. Auf der anderen Seite wird ein Nach-Schock Barwert auf die selbe Art und Weise festgesetzt, allerdings diesmal mit Startwerten für die latenten Zustandsvariablen Y (siehe Abschnitt 4.2.1 und 4.3) die eine parallele Zinsstrukturkurvenverschiebung in Höhe von ΔR widerspiegeln.

Die Kalkulation des Zinsrisikos einer ganzen Bank, d.h. des *IRE* zum *EVE* der Bank, ergibt sich aus den *IRE*s aller Einzelpositionen wie folgt:

$$\begin{aligned} IRE_{EVE_{\Delta R}} &= -\frac{\Delta_{\Delta R} PV_{Eq}(0)}{\Delta R} \frac{1}{PV_{Eq}(0)} \\ &= \frac{\sum_{a=1}^{A} \omega_a PV_a(0) IRE_{a_{\Delta R}} - \sum_{l=1}^{L} \omega_l PV_l(0) IRE_{l_{\Delta R}}}{\sum_{a=1}^{A} \omega_a PV_a(0) - \sum_{l=1}^{L} \omega_l PV_l(0)}, \end{aligned} \tag{4.21}$$

wobei IRE_a und IRE_l sich jeweils auf die *IRE* der Aktiva a bzw. der Verbindlichkeiten l bezieht.

Für die Modellanalyse erfolgt die Bestimmung der *IRE*s nicht nur auf Grund eines Schocks. In Anlehnung an das Office of Thrift Supervision (2001, Kapitel 1, S. 2) wird für die Spezifikationsanalyse acht parallele Zinsstrukturkurvenschocks ΔR in Höhe von -300, -200, -100, -50, $+50$, $+100$, $+200$ und $+300$ bp durchgeführt, so dass ein vielfältiger Blick auf die spezifikationsbedingte Zinsrisikodetermination ermöglicht wird. Da die Analyse der Modellbank nur auf einer Spezifikation beruht, kann die Anzahl der Schocks im zweiten Teil der Analyse auf vier Parallelverschiebungen in Höhe von -200, -50, $+50$ und $+200$ bp reduziert werden.

4.4.2 Downside Risk Measures

Der im vorherigen Abschnitt vorgestellte statische Ansatz auf Basis des Economic Value of Equity zur Bestimmung des Zinsrisikos (*IRE*) kann erweitert werden um Maße, welche auf der zukünftig erwarteten Wertverteilung der Zinsprodukte beruhen. Es steht damit nicht nur ein einziger Erwartungswert für die Verlusthöhe auf Grund eines Schockszenarios zur Verfügung, sondern eine vollständige Wahrscheinlichkeitsverteilung für die zu einem zukünftigen Zeitpunkt zu erwartenden negativen und positiven Wertveränderungen des *EVE* (Basel Committee on Banking Supervision, 2009a, S. 54–55).

Dabei besteht insbesondere Interesse an der erwarteten Verlustverteilung. Zinssätze selbst sowie der Wert von Zinsprodukten, seien es marktgehandelte Produkte im Handelsbuch oder Kundenprodukte im Anlagebuch, folgen in der Regel keiner Normalverteilung oder einer anderen symmetrischen Verteilung. Sie sind charakterisiert durch eine schiefe Verteilung, so dass Risikomaße auf Basis der Varianz nur bedingt zur tatsächlichen Risikoeinschätzung geeignet sind. In diesem Fall können Downside Risk Measures bzw. Lower Partial Moments Verwendung finden, wie z.B. der Value at Risk (*VaR*) und der Expected Shortfall (*ES*), die das negative Ende der Verteilung umschreiben.

Analog zu Abschnitt 4.1 wird von verzinslichen Kundenprodukten ausgegangen, die als ganzes ausfallrisikofrei sind und diskrete Zinszahlungszeitpunkte $t_i,\ i = 0, ..., M$, haben. Dabei wird festgelegt, dass $t_0 = 0$ ist, $i < h < M$ und $t_i - t_{i-1} = \Delta t = 1/12$ Jahren entspricht. Der Barwert PV zum Zeitpunkt t_h ergibt sich aus der Summe aller erwarteten und auf t_h diskontierten Cash Flows unter Anwendung des risikoneutrales Martingalmaßes $\mathcal{Q}$:

$$PV(t_h) = \sum_{i=h+1}^{M-1} E_{t_h}^{\mathcal{Q}} \left[\frac{D(t_{i-1}) - D(t_i)}{\exp\left(\int_{t_h}^{t_i} r(s)ds\right)} \right] + \sum_{i=h+1}^{M} E_{t_h}^{\mathcal{Q}} \left[\frac{R_p(t_{i-1})\ \Delta t\ D(t_{i-1})}{\exp\left(\int_{t_h}^{t_i} r(s)ds\right)} \right] + E_{t_h}^{\mathcal{Q}} \left[\frac{D(t_{M-1})}{\exp\left(\int_{t_h}^{t_M} r(s)ds\right)} \right]. \quad (4.22)$$

Der *VaR* auf Basis des heute für t_h erwarteten Wertes zum Konfidenzniveau von c entspricht dann:

$$VaR(PV, c, t_h) = E_0^{\mathcal{Q}}\left[PV(t_h)\right] - Q\left[PV(t_h), c\right], \tag{4.23}$$

wobei Q das Quantil zum Konfidenzniveau c repräsentiert. Der *VaR* gibt demzufolge aus heutiger Sicht den Verlust an, von welchem erwartet wird, dass er in $100 - c$ Prozent der Fälle zum Zeitpunkt t_h nicht überschritten wird (Jorion, 2007, S. 17).

Sei $\Delta PV(t_h) = E_0^{\mathcal{Q}}\left[PV(t_h)\right] - PV(t_h)$ der sich in t_h ergebene Verlust gegenüber dem Erwartungswert, dann ergibt sich der *ES* gemäß:

$$ES(PV, c, t_h) = E_0^{\mathcal{Q}}\left[\Delta PV(t_h) | \Delta PV(t_h) > VaR(PV, c, h)\right]. \tag{4.24}$$

Der *ES* spiegelt somit den aus heutiger Sicht in t_h erwarteten Verlust bei gegebener Überschreitung des *VaR* wider (Jorion, 2007, S. 91). Er wird auch als Conditional Value at Risk (*CVaR*) bezeichnet.

Der *VaR* ist das am weitesten verbreitete Maß zur Risikomessung und -steuerung und in nahezu allen Bereichen einer Bank etabliert, sei es bei der Bewertung von Ausfallrisiken von Krediten oder in der Handelsbuchsteuerung aller marktgängigen Assetklassen; er ist darüber hinaus Basis vieler regulatorischer Standards zur Eigenmittelunterlegung (siehe z.B. Hull, 2010, S.157–158). Der *VaR* ist Grundlage für darauf aufbauende risikoadjustierte interne Steuerungsgrößen wie z.B. den RAROC und den RARORAC (siehe z.B. Saita, 2007, S. 195–216).

Der *VaR* wird vor allem als Risikomaß verwendet, da er intuitiv gut und einfach zu verstehen ist. Er gibt allerdings keine Informationen darüber, wie groß der Verlust sein wird, wenn einmalige und bedeutende Marktereignisse auftreten, sprich wenn der *VaR* einmal überschritten wird. Genau darin liegt der Vorteil des *ES*, für welchen darüber hinaus im Gegensatz zum *VaR* auch Subadditivität von Teilrisiken zum Gesamtrisiko gegeben ist (siehe z.B. Saita, 2007, S. 57–59).

Kern dieser Arbeit ist der Vergleich unterschiedlicher Bewertungsmodelle für verzinsliche Kundenprodukte. Primär dafür verwendetes Maß ist die *IRE*, da sie technisch einfacher zu handhaben ist. Nichtsdestotrotz werden die hier angesproche-

nen Downside Risk Measures exemplarisch für alle in Abschnitt 4.2.2 vorgestellten Pass-Through Spezifikationen und für das $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell auf der Basis von über drei Bankengruppen gemittelten Zinssätzen und unter Anwendung eines 1-Jahres-Horizont ($t_h = 12$) und eines $c = 1\%$ Quantils in Abschnitt 5.1.2.2 präsentiert.

Kapitel 5

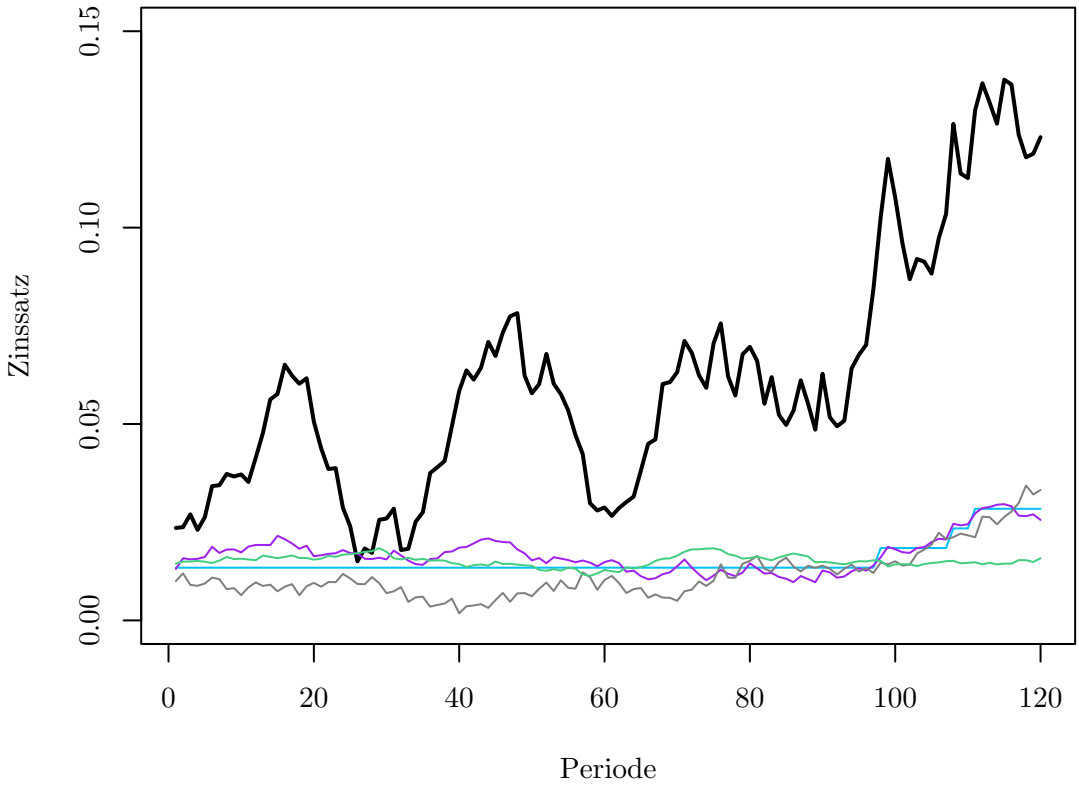
Modellanalyse

5.1 Analyse der Modellspezifikationen

Der nachfolgende Abschnitt wertet die Ergebnisse der unterschiedlichen Modellspezifikationen im Hinblick auf die Bewertung (Abschnitt 5.1.1) und im Hinblick auf die Ergebnisse zur Zinselastizität (Abschnitt 5.1.2.1) aus. Die Unterschiede zwischen den Pass-Through Dynamiken können exemplarisch anhand der Abbildung 5.1 deutlich gemacht werden. Diese zeigt den Verlauf eines typischen Short Rate-Pfades und die dazu korrespondierenden Pass-Through Prozesse, welche alle anhand der selben Zinssätze auf Spareinlagen (SU0022) kalibriert wurden.

Die asymmetrische Anpassung des APTM führt zu nur langsam ansteigenden Zinssätzen, die aber bei fallenden Märkten relativ schnell wieder sinken, selbst wenn der Umfang der positiven und negativen Marktveränderung gleich ausfällt. Das MAPTM lässt sich durch die verzögerte Reaktion charakterisieren, deren Ursprung in den gleitenden Durchschnitten liegt. Das ECPTM folgt gedämpft den Entwicklungen der Short Rate entlang der langfristigen Gleichgewichtsbeziehung. Das SPTM zeigt einen für lange Zeit ohne Veränderung konstant verlaufenden Zinssatz, welcher nur hin- und wieder durch scharfe Sprünge unterbrochen wird. Dies impliziert, dass das SPTM nur auf relativ große Marktveränderungen reagiert.

Abbildung 5.1: Pass-Through Prozesse



Diese Abbildung bezieht sich auf eine Zeitreihe zu Spareinlagen (SU0022) und zeigt einen typischen Short Rate-Pfad eines $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodells und die dazu korrespondierenden Pass-Through Prozesse. Die Dynamiken spiegeln das APTM (grün), MAPTM (grau), ECPTM (violett) und SPTM (blau) wider. Der Short Rate-Pfad ist in schwarz gegeben.

5.1.1 Bewertung

Die große Anzahl an Banken, Zeitreihen und Modellspezifikationen gewährt einen breit gefächerten Blick auf die hier vorgestellten Bewertungsmethoden für variabel verzinsliche Kundengeschäfte und ermöglicht so eindeutige von zufälligen Ergebnissen differenzieren zu können. Der erste Teil dieser Analyse stellt einführend die Bewertungsergebnisse vor, der zweite Teil geht detailliert auf die aus den unterschiedlichen Spezifikationen resultierenden Bewertungsunterschieden ein.

Die Bewertungsergebnisse werden als Zusammenfassung über alle Banken in Tabelle 5.1 vorgestellt. Sie zeigt für jede untersuchte Zeitreihe und jedes Pass-Through Modell gruppiert nach Zinsstrukturkurvenmodell den über alle Banken ermittelten Durchschnittsbarwert und die dazugehörige Standardabweichung (in Klammern). Grundlegend lässt sich feststellen, dass sich der Barwert je ein Euro Nominalwert für Aktivpositionen auf über einen Euro beläuft, für Passivpositionen auf unter einen Euro. Dies führt wie erwartet in beiden Fällen zu einem positiven Nettobarwert (siehe dazu Abschnitt 4.1). Beispielsweise angeführt sei die Bewertung der Spareinlagen SU0022. Auf Basis des $CIR(1)$ Zinsstrukturkurvenmodells und in Kombination mit dem ECPTM ergibt sich für die Barwerte ein Durchschnitt von $0,760$ und eine Standardabweichung von $0,031$ über alle Banken. Da es sich hierbei um eine Verbindlichkeit handelt, entspricht dies einem durchschnittlichen Nettobarwert von $0,240$.

Für eine erste Indikation wird sich nachfolgend auf die Ergebnisse zum $EA_1(3)$ Modell beschränkt, da sich für dieses, wie in Abschnitt 4.2.1 bereits angesprochen, die besten Anpassungsergebnisse ergeben. Für Spareinlagen mit Grundverzinsung SU0022 wird ein durchschnittlicher Nettobarwert von ca. $0,30$ bestimmt, Spareinlagen mit höherer Verzinsung (SU0521, SU0524) kommen auf deutlich niedrigere Werte von ca. $0,15$. Ebenfalls relativ niedrige Werte (ca. $0,20$) ergeben sich für Sichteinlagen von Privatkunden mit höherer Verzinsung (SU0512). Die Unterschiede, die sich zwischen den zuvor genannten Positionen auftun, bestätigen die grundsätzlichen Erwartungen im Bezug auf den unterschiedlichen Wettbewerbsgrad und

Tabelle 5.1: Zusammenfassung der Barwertberechnung

		$CIR(1)$				$CIR(2)$				$CIR(3)$			
		APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	1,463	1,461	1,498	1,473	1,428	1,445	1,471	1,443	1,348	1,409	1,409	1,347
		(0,115)	(0,092)	(0,121)	(0,107)	(0,151)	(0,088)	(0,119)	(0,096)	(0,149)	(0,080)	(0,114)	(0,092)
	SU0004	1,346	1,319	1,389	1,366	1,503	1,305	1,362	1,338	1,395	1,272	1,298	1,246
		(0,226)	(0,102)	(0,147)	(0,107)	(1,676)	(0,100)	(0,145)	(0,103)	(1,407)	(0,094)	(0,139)	(0,099)
	SU0503	1,721	1,700	1,718	1,741	1,942	1,691	1,687	1,696	1,860	1,668	1,626	1,622
		(0,116)	(0,086)	(0,083)	(0,048)	(0,364)	(0,091)	(0,082)	(0,042)	(0,361)	(0,104)	(0,078)	(0,040)
Einlagen	SU0512	0,846	0,803	0,816	0,797	0,884	0,803	0,795	0,780	0,820	0,774	0,735	0,717
		(0,081)	(0,081)	(0,060)	(0,038)	(0,209)	(0,079)	(0,056)	(0,028)	(0,205)	(0,093)	(0,055)	(0,027)
	SU0022	0,740	0,686	0,760	0,726	0,705	0,680	0,731	0,710	0,622	0,628	0,655	0,639
		(0,034)	(0,031)	(0,031)	(0,022)	(0,045)	(0,029)	(0,031)	(0,016)	(0,047)	(0,033)	(0,029)	(0,015)
	SU0521	0,869	0,849	0,862	0,859	0,875	0,842	0,845	0,827	0,827	0,818	0,796	0,773
		(0,062)	(0,058)	(0,045)	(0,018)	(0,145)	(0,060)	(0,042)	(0,013)	(0,159)	(0,069)	(0,041)	(0,012)
	SU0524	0,885	0,867	0,880	0,880	0,888	0,859	0,863	0,849	0,842	0,836	0,819	0,796
		(0,059)	(0,055)	(0,044)	(0,016)	(0,142)	(0,058)	(0,041)	(0,012)	(0,155)	(0,067)	(0,040)	(0,012)
Kredite	SUD112	1,576	1,521	1,580		1,621	1,515	1,559		1,542	1,465	1,498	
		(0,263)	(0,321)	(0,206)		(0,385)	(0,302)	(0,201)		(0,356)	(0,349)	(0,194)	
	SUD123	1,334	1,342	1,336		1,403	1,339	1,318		1,333	1,309	1,257	
		(0,239)	(0,392)	(0,189)		(0,611)	(0,404)	(0,185)		(0,600)	(0,485)	(0,178)	
Einlagen	SUD101	0,811	0,805	0,794		0,858	0,812	0,785		0,797	0,780	0,730	
		(0,152)	(0,102)	(0,056)		(0,426)	(0,098)	(0,052)		(0,424)	(0,121)	(0,051)	
	SUD105	0,834	0,872	0,791		0,820	0,861	0,780		0,753	0,831	0,704	
		(0,067)	(0,096)	(0,060)		(0,103)	(0,097)	(0,057)		(0,101)	(0,119)	(0,055)	
	SUD106	0,927	0,911	0,927		0,921	0,898	0,913		0,878	0,865	0,862	
		(0,098)	(0,102)	(0,094)		(0,168)	(0,101)	(0,091)		(0,177)	(0,122)	(0,087)	
	SUD107	0,864	0,847	0,834		0,935	0,853	0,827		0,884	0,827	0,780	
		(0,311)	(0,086)	(0,052)		(0,983)	(0,080)	(0,049)		(0,988)	(0,103)	(0,048)	
		$EA_1(2)$				$EA_1(3)$				$EA_2(3)$			
		APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	1,449	1,461	1,494	1,455	1,444	1,455	1,490	1,442	1,423	1,451	1,478	1,447
		(0,119)	(0,090)	(0,121)	(0,100)	(0,118)	(0,089)	(0,120)	(0,099)	(0,129)	(0,087)	(0,119)	(0,096)
	SU0004	1,493	1,318	1,384	1,350	1,468	1,314	1,380	1,337	1,501	1,309	1,367	1,342
		(1,435)	(0,102)	(0,147)	(0,104)	(1,281)	(0,101)	(0,146)	(0,104)	(1,672)	(0,100)	(0,145)	(0,103)
	SU0503	1,724	1,707	1,718	1,734	1,724	1,702	1,714	1,713	1,780	1,701	1,703	1,745
		(0,164)	(0,089)	(0,083)	(0,044)	(0,165)	(0,090)	(0,083)	(0,044)	(0,223)	(0,093)	(0,082)	(0,042)
Einlagen	SU0512	0,853	0,800	0,812	0,784	0,849	0,795	0,806	0,769	0,857	0,793	0,793	0,789
		(0,118)	(0,084)	(0,060)	(0,032)	(0,120)	(0,086)	(0,060)	(0,032)	(0,174)	(0,088)	(0,059)	(0,028)
	SU0022	0,731	0,678	0,754	0,719	0,725	0,671	0,747	0,713	0,704	0,662	0,730	0,699
		(0,035)	(0,032)	(0,031)	(0,020)	(0,035)	(0,032)	(0,031)	(0,020)	(0,038)	(0,033)	(0,031)	(0,017)
	SU0521	0,864	0,848	0,859	0,858	0,861	0,844	0,854	0,832	0,857	0,841	0,843	0,859
		(0,074)	(0,061)	(0,045)	(0,014)	(0,075)	(0,062)	(0,045)	(0,015)	(0,099)	(0,063)	(0,044)	(0,012)
	SU0524	0,879	0,866	0,877	0,881	0,876	0,862	0,873	0,854	0,871	0,859	0,863	0,880
		(0,073)	(0,057)	(0,044)	(0,013)	(0,074)	(0,058)	(0,044)	(0,014)	(0,099)	(0,060)	(0,043)	(0,012)
Kredite	SUD112	1,582	1,517	1,584		1,575	1,510	1,576		1,566	1,495	1,550	
		(0,261)	(0,321)	(0,205)		(0,266)	(0,322)	(0,204)		(0,299)	(0,329)	(0,201)	
	SUD123	1,341	1,335	1,342		1,337	1,328	1,334		1,337	1,321	1,308	
		(0,238)	(0,390)	(0,188)		(0,253)	(0,391)	(0,187)		(0,391)	(0,416)	(0,184)	
Einlagen	SUD101	0,821	0,801	0,804		0,816	0,797	0,796		0,810	0,793	0,773	
		(0,148)	(0,102)	(0,056)		(0,159)	(0,104)	(0,055)		(0,272)	(0,109)	(0,054)	
	SUD105	0,846	0,867	0,803		0,837	0,861	0,792		0,803	0,852	0,757	
		(0,065)	(0,095)	(0,060)		(0,067)	(0,096)	(0,060)		(0,078)	(0,103)	(0,058)	
	SUD106	0,932	0,905	0,934		0,925	0,899	0,926		0,907	0,888	0,904	
		(0,094)	(0,101)	(0,093)		(0,097)	(0,102)	(0,093)		(0,117)	(0,108)	(0,091)	
	SUD107	0,872	0,845	0,842		0,869	0,842	0,835		0,878	0,838	0,816	
		(0,304)	(0,085)	(0,052)		(0,329)	(0,086)	(0,052)		(0,608)	(0,091)	(0,050)	

Diese Tabelle zeigt die durchschnittlichen Barwerte je Zeitreihe und Modellspezifikation. Die Standardabweichungen über die Barwerte aller Banken sind in Klammern gegeben. Für jede Bank wird eine Bewertung mittels einer Monte Carlo Simulation mit 50.000 Pfaden durchgeführt. Sofern benötigt sind die Startwerte jeweils gegeben durch den letzten verfügbaren Wert einer Zeitreihe. Die Zeitspanne der Simulation wird auf 10 Jahre oder 120 Perioden festgelegt, die Zinszahlungen erfolgen am Ende eines jeden Quartals. Um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Ausreißer zu vermeiden, werden vor der Zusammenfassung die unteren und oberen $2,5\%$ der Ergebnisse ausgeschlossen.

die Nähe zum Kapitalmarkt, wobei Spareinlagen in beiden Disziplinen als am niedrigsten einzustufen wären und dementsprechend auch den höchsten Nettobarwert ermöglichen.

Für Aktivpositionen ergeben sich deutlich höhere Nettobarwerte. Sie betragen für Dispositionskredite (SU0503) ca. $0,70$ und $0,30$ bis $0,50$ im Falle von Kontokorrentkonten ab 100.000 bzw. 500.000 Euro (SU0001, SU0004). Dies ist eingängig, da es sich bei ersteren in der Regel um kurzfristige unbesicherte Kredite an Privatpersonen handelt. Die Kunden zeichnen sich durch eine schwache Preissensitivität aus und die Kredite werden von ihnen vordergründig als eine schnelle und unbürokratische Möglichkeit aufgefasst, die eigene Liquiditätssituation kurzfristig zu verbessern. Bei letzteren handelt es sich allerdings hauptsächlich um das Unternehmenskreditgeschäft, welches schon auf Grund der höheren Mindestbeträge eine geringere relative Marge erwarten lässt.

Grundsätzlich ergibt sich ein vergleichbarer Zusammenhang auch für die anderen Zinsstrukturkurvenmodelle sowie für die Zeitreihen der EWU Zinsstatistik. Einige Modellspezifikationen resultieren nichtsdestotrotz mit der Wahl eines anderen Zinsstrukturkurven- oder Pass-Through Modells in leicht nach oben oder leicht nach unten verschobenen Werten.

Neben dem überzeugenden Gesamtbild soll eine genauere Untersuchung einen noch detaillierteren Überblick ermöglichen. Da ein Vergleich der Durchschnitte nicht umfassend genug ist, werden nachfolgend die modellinduzierten Differenzen noch genauer betrachtet. Dabei macht der immense Umfang der empirischen Untersuchung eine weitere Konsolidierung der Ergebnisse zwingend erforderlich. Dies erfolgt über eine Kennzahl, der die Bezeichnung „Mittlere Absolute Differenz" ($MADIF$) gegeben wird. Sie repräsentiert den über alle Banken bestimmten Durchschnitt der bankindividuell gebildeten größten Differenz zweier Modellspezifikationen. Gegeben $PV_b(0)$ steht für den Barwert eines durch die Bank b angebotenen Produktes, dann kann bezogen auf die Menge MS aller möglichen Modellspezifikationen ms die $MADIF$ über alle durch N Banken angebotenen gleichartigen Produkte beschrieben werden

als:

$$MADIF = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^{N} \left[\max_{ms_1, ms_2 \in MS} |PV_b^{ms_1}(0) - PV_b^{ms_2}(0)| \right]. \tag{5.1}$$

Demnach gibt die Höhe der $MADIF$ an, wie stark die Spezifikationen voneinander abweichen und kann folglich als ein Indikator für die Wichtigkeit einer angemessenen Modellwahl aufgefasst werden.

Grundsätzlich ist festzustellen, das die $MADIF$ im Falle von Aktivpositionen höher ausfällt als bei Passivpositionen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass es sich dabei um ein absolutes und nicht um ein relatives Maß handelt. So ergibt sich beispielsweise für die $MADIF$ über alle Modellspezifikationen (Abschnitt A der Tabelle 5.2) zu den Spareinlagen SU0022 ein Wert von $0,153$. Dies bedeutet, dass sich der niedrigste und der höchste berechnete Barwert je Bank im Durchschnitt um 15 Euro-Cent je Euro Nominalwert unterscheidet. Schaut man sich auch alle anderen Produktgruppen an, dann kann man feststellen, dass der Wert der $MADIF$ zwischen $0,153$ und $0,385$ schwankt. Dies zeigt, dass eine falsche Modellauswahl zu einer deutlichen Abweichung im kalkulierten Barwert führen kann.

Die folgende, auf Basis einer reduzierten Auswahl von Modellen durchgeführte *MADIF*-Analyse zeigt, dass die Abweichungen in den Ergebnissen nicht zufällig sind. Abschnitt B der Tabelle 5.2 vergleicht die Ergebnisse zu verschiedenen Pass-Through Modellen, gegeben man verwendet das selbe Zinsstrukturkurvenmodell. Die Höhe der $MADIF$ ist nach wie vor nicht vernachlässigbar, aber doch deutlich niedriger als in Abschnitt A. So ergibt sich beispielsweise für die $MADIF$ zu den Spareinlagen SU0022, gegeben man verwendet das $CIR(1)$ Modell, dass sich deren Höhe von $0,153$ auf $0,082$ verringert. Dies bedeutet, dass bei Gewissheit über das zu wählende Zinsstrukturkurvenmodell, beispielsweise auf Grund von Ergebnissen im Rahmen von anderen Untersuchungen, die Abweichungen die in einer Misspezifikation begründet liegen, relativ klein sind. Dies könnte relevant für die Bankenaufsicht sein, da diese sich sehr gut eine Meinung über das geeignete Zinsstrukturkurvenmodell bilden kann, jedoch nur einen begrenzen Einblick in die Preissetzungspolitik einer spezifischen Bank hat.

Tabelle 5.2: Mean Absolute Differences für Barwerte

	Erhebung über Soll- und Habenzinsen							*EWU Zinsstatistik*					
	Kredite			*Einlagen*				*Kredite*		*Einlagen*			
	SU0001	SU0004	SU0503	SU0512	SU0022	SU0521	SU0524	SUD112	SUD123	SUD101	SUD105	SUD106	SUD107
Abschnitt A: Vergleich aller Modellspezifikationen													
$MADIF$	0,223	0,198	0,385	0,205	0,153	0,168	0,161	0,341	0,358	0,171	0,185	0,160	0,138
	(0,061)	(0,055)	(0,181)	(0,111)	(0,011)	(0,057)	(0,059)	(0,196)	(0,207)	(0,085)	(0,044)	(0,075)	(0,065)
Abschnitt B: Vergleich aller Modellspezifikationen bei einem gegebenen Zinstrukturkurvenmodell													
$MADIF\|CIR(1)$	0,071	0,060	0,076	0,087	0,082	0,050	0,048	0,197	0,215	0,063	0,086	0,078	0,062
	(0,037)	(0,035)	(0,046)	(0,055)	(0,012)	(0,026)	(0,026)	(0,160)	(0,165)	(0,043)	(0,041)	(0,063)	(0,038)
$MADIF\|CIR(2)$	0,113	0,092	0,325	0,152	0,060	0,106	0,096	0,252	0,249	0,102	0,093	0,085	0,085
	(0,068)	(0,062)	(0,191)	(0,150)	(0,013)	(0,064)	(0,058)	(0,212)	(0,185)	(0,087)	(0,054)	(0,064)	(0,071)
$MADIF\|CIR(3)$	0,151	0,131	0,306	0,179	0,049	0,125	0,115	0,279	0,309	0,117	0,132	0,109	0,100
	(0,073)	(0,067)	(0,188)	(0,139)	(0,015)	(0,062)	(0,058)	(0,186)	(0,217)	(0,079)	(0,069)	(0,075)	(0,066)
$MADIF\|EA_1(2)$	0,079	0,067	0,093	0,109	0,084	0,059	0,056	0,196	0,212	0,060	0,076	0,074	0,059
	(0,048)	(0,037)	(0,076)	(0,082)	(0,012)	(0,034)	(0,033)	(0,164)	(0,164)	(0,041)	(0,042)	(0,055)	(0,037)
$MADIF\|EA_1(3)$	0,082	0,071	0,094	0,116	0,084	0,067	0,063	0,201	0,218	0,063	0,077	0,077	0,061
	(0,046)	(0,038)	(0,075)	(0,082)	(0,013)	(0,029)	(0,030)	(0,164)	(0,166)	(0,043)	(0,038)	(0,057)	(0,038)
$MADIF\|EA_2(3)$	0,095	0,080	0,159	0,127	0,077	0,076	0,073	0,224	0,250	0,080	0,100	0,088	0,074
	(0,059)	(0,059)	(0,101)	(0,124)	(0,014)	(0,046)	(0,044)	(0,163)	(0,180)	(0,053)	(0,052)	(0,063)	(0,047)
Abschnitt C: Vergleich aller Modellspezifikationen bei einem gegebenen Pass-Through Modell und unter Anwendung essentiell affiner Zinstrukturkurvenmodelle													
$MADIF\|(EA\cap\text{APTM})$	0,010	0,009	0,007	0,008	0,016	0,007	0,007	0,030	0,026	0,010	0,016	0,018	0,009
	(0,004)	(0,004)	(0,004)	(0,004)	(0,002)	(0,003)	(0,003)	(0,020)	(0,016)	(0,006)	(0,007)	(0,008)	(0,006)
$MADIF\|(EA\cap\text{MAPTM})$	0,024	0,024	0,032	0,022	0,020	0,028	0,027	0,034	0,021	0,125	0,032	0,025	0,022
	(0,013)	(0,013)	(0,006)	(0,008)	(0,004)	(0,003)	(0,002)	(0,002)	(0,006)	(0,051)	(0,017)	(0,006)	(0,001)
$MADIF\|(EA\cap\text{ECPTM})$	0,017	0,018	0,015	0,018	0,024	0,015	0,014	0,034	0,034	0,031	0,046	0,030	0,026
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,000)	(0,001)	(0,000)	(0,004)	(0,003)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
$MADIF\|(EA\cap\text{SPTM})$	0,034	0,032	0,063	0,030	0,028	0,022	0,021						
	(0,021)	(0,026)	(0,043)	(0,032)	(0,004)	(0,014)	(0,016)						

Diese Tabelle zeigt die Mean Absolute Differences ($MADIF$s) zu den berechneten Barwerten. Sie sind wie folgt definiert:
$MADIF = \frac{1}{N}\sum_{b=1}^{N}\left[\max_{ms_b^1, ms_b^2 \in MS_b}\left|PV_b^{ms_b^1}(0) - PV_b^{ms_b^2}(0)\right|\right]$, wobei $ms_b^1 \neq ms_b^2$. b repräsentiert jeweils eine individuelle Bank, MS_b ist die Menge aller untersuchten Modellspezifikationen und ms_b steht für ein Element von MS_b. N bezeichnet die Anzahl an Banken, die in die $MADIF$ Kalkulation einfließen. Die Standardabweichungen über die absoluten Differenzen für jede Bank sind in Klammern gegeben. Vor der Zusammenfassung werden zur Bereinigung von Ausreißern die unteren und oberen 2,5% der Werte ausgeschlossen.

Der dritte Teil der Tabelle 5.2, Abschnitt C, beinhaltet einen Modellvergleich aller essentiell affinen Zinsstrukturkurvenmodelle auf Basis eines Pass-Through Modells. Dies steht unter der Annahme, dass das Pass-Through Modell ausgewählt worden ist, welches die beste Anpassungsgüte besitzt, z.B. da man Kenntnis der internen Vorgänge hat. Des weiteren wird angenommen, dass auf Grund der gebotenen Modellflexibilität die Wahl auf ein anspruchsvolles EA-Modell gefallen ist. In diesem Fall sind die Werte der $MADIF$ nahezu vernachlässigbar klein, wie beispielsweise anhand der Spareinlagen SU0022 und dem asymmetrischen Pass-Through Modell mit einem Wert von 0,016 zu sehen ist.[24]

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass man auf Basis eines adäquaten Pass-Through Modells und unter Verwendung eines essentiell affinen Zinsstrukturkurvenmodells zu vergleichbaren Bewertungen von variabel verzinslichen Kundenprodukten gelangt.

Exkurs: Der deutsche Bankenmarkt

Neben der eigentlichen Modellanalyse bieten die sehr umfangreichen Datensätze auch die Möglichkeit, grundsätzliche Aussagen über die drei wichtigsten Bankengruppen in Deutschland treffen zu können. Dazu gehört die Gruppe der Privat- und Geschäftsbanken, die Gruppe der Sparkassen und Landesbanken und die Gruppe der Genossenschaftsbanken, insbesondere der Volks- und Raiffeisenbanken. Die An-

[24] Untersucht wurden ebenfalls die Unterschiede zwischen den einzelnen Banken, die sich auf Grund von unterschiedlichen Modellspezifikationen ergeben. Basis dafür ist ein paarweiser Rangkorrelationstest. Ziel ist festzustellen, ob ein Ranking der Banken nach deren Barwerten immer zum selben Ergebnis führt, egal welches Modell gewählt wurde. Dabei wurde für alle möglichen Modellkombinationen festgestellt, dass ein höherer Rang einer Bank bei Spezifikation (i) auch mit einem höheren Rang bei Spezifikation (ii) korrespondiert. Grundlage ist Spearman's Rangkorrelationstest (Spearman's Rho) dessen Nullhypothese eines nicht-positiven Zusammenhangs zwischen zwei Modellspezifikationen signifikant auf einem 1% Niveau ohne Ausnahmen für alle möglichen paarweisen Vergleichskombinationen abgelehnt werden kann. Das gleiche gilt für Kendall's Tau. Inbesondere ergeben sich Rangkorrelationen nahe 1 bei Paaren des selben Pass-Through, aber unterschiedlicher Zinsstrukturkurvenmodelle, was die Ergebnisse in Abschnitt C der Tabelle 5.2 bestätigt.

zahl und die Auswahl der Banken in der jeweiligen Gruppe sind zwar nicht immer repräsentativ für die ganze Gruppe, grundsätzliche Tendenzen lassen sich dennoch gut ablesen. Einen Auszug der Ergebnisse für das $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell sind in Tabelle 5.3 zu finden.

Dabei können die oben grundsätzlich getroffenen Aussagen über die Produktklassen anhand der Barwert-Durchschnitte über das gesamte deutsche Bankensystem auch anhand der Bankengruppen bestätigt werden. So führen z.B. Spareinlagen (SU0022) bei jeder Bankengruppe zu einem höheren Nettobarwert als Sichteinlagen (SU0512). Das gleiche gilt für das Verhältnis zwischen Dispositionskrediten (SU0503) und Kontokorentkrediten (SU0001, SU0004), ebenso wie für die übrigen Produktklassen.

Darüber hinaus lässt sich aber auch feststellen, dass bis auf wenige Ausnahmen die Nettobarwerte bei den Privat- und Geschäftsbanken niederiger ausfallen als die der Sparkassen oder der Genossenschaftsbanken. So beträgt beispielsweise der Barwert nach dem APTM bei Spareinlagen (SU0022) von Privat- und Geschäftsbanken $0,740$ Euro je 1 Euro Nominalwert. Für Sparkassen ergibt sich nur ein Wert von $0,720$ Euro, ähnlich wie bei Genossenschaftsbanken mit $0,716$ Euro. Letztere generieren somit einen höheren Konditionsbeitragsbarwert. Das gleiche gilt z.B. für Kontokorrentkredite mit $1,355$ Euro bei Privat- und Geschäftsbanken im Vergleich zu $1,482$ Euro bzw. $1,450$ Euro für die beiden anderen Gruppen. Ähnliche Relationen können grundsätzlich auch für die EWU Zinsstatistik und bei Anwendung der anderen Zinsstrukturkurvenmodelle gefunden werden. Dieses Verhalten entspricht den Erwartungen von einem geringeren Wettbewerbsdruck in ländlichen Gegenden, wo insbesondere die Sparkassen und Genossenschaftsbanken stark vertreten sind.

5.1.2 Zinsrisiko

5.1.2.1 Zinselastizität

Für die Zinsrisikobestimmung wird eine sofortige Parallelverschiebung der Zinsstrukturkurve unterstellt, so wie bereits in Abschnitt 4.4.1 beschrieben. Es werden die

Tabelle 5.3: Auszug: Barwerte je Bankengruppe unter $EA_1(3)$

		BG	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM		BG	APTM	MAPTM	ECPTM
Kredite	SU0001	P&G	1,355	1,395	1,399	1,370	SUD112	P&G	1,386	1,438	1,460
			(0,096)	(0,069)	(0,095)	(0,070)			(0,296)	(0,315)	(0,196)
	SU0001	Spk	1,482	1,478	1,508	1,459	SUD112	Spk	1,669	1,585	1,654
			(0,091)	(0,064)	(0,089)	(0,076)			(0,170)	(0,244)	(0,126)
	SU0001	Geno	1,450	1,469	1,509	1,456	SUD112	Geno	1,582	1,513	1,582
			(0,085)	(0,069)	(0,093)	(0,070)			(0,153)	(0,244)	(0,116)
	SU0004	P&G	1,267	1,284	1,301	1,267	SUD123	P&G	1,264	1,298	1,242
			(0,057)	(0,048)	(0,078)	(0,049)			(0,152)	(0,261)	(0,154)
	SU0004	Spk	1,355	1,336	1,410	1,360	SUD123	Spk	1,334	1,316	1,351
			(0,106)	(0,090)	(0,120)	(0,089)			(0,147)	(0,267)	(0,123)
	SU0004	Geno	1,295	1,334	1,382	1,342	SUD123	Geno	1,334	1,293	1,374
			(0,093)	(0,093)	(0,115)	(0,074)			(0,176)	(0,248)	(0,116)
	SU0503	P&G	1,718	1,707	1,705	1,697					
			(0,158)	(0,103)	(0,061)	(0,038)					
	SU0503	Spk	1,723	1,702	1,713	1,712					
			(0,120)	(0,064)	(0,051)	(0,031)					
	SU0503	Geno	1,761	1,711	1,720	1,721					
			(0,090)	(0,071)	(0,056)	(0,026)					
Einlagen	SU0512	P&G	0,846	0,784	0,815	0,767	SUD001	P&G	0,844	0,834	0,821
			(0,072)	(0,090)	(0,052)	(0,033)			(0,093)	(0,108)	(0,058)
	SU0512	Spk	0,865	0,796	0,819	0,776	SUD001	Spk	0,781	0,770	0,784
			(0,115)	(0,079)	(0,049)	(0,029)			(0,070)	(0,071)	(0,036)
	SU0512	Geno	0,799	0,802	0,793	0,762	SUD001	Geno	0,818	0,797	0,792
			(0,104)	(0,067)	(0,051)	(0,022)			(0,085)	(0,086)	(0,035)
	SU0022	P&G	0,740	0,690	0,768	0,717	SUD005	P&G	0,818	0,883	0,787
			(0,036)	(0,037)	(0,030)	(0,013)			(0,072)	(0,097)	(0,060)
	SU0022	Spk	0,720	0,663	0,746	0,710	SUD005	Spk	0,841	0,856	0,799
			(0,022)	(0,009)	(0,017)	(0,011)			(0,051)	(0,084)	(0,043)
	SU0022	Geno	0,716	0,662	0,740	0,710	SUD005	Geno	0,841	0,860	0,779
			(0,019)	(0,013)	(0,021)	(0,006)			(0,056)	(0,072)	(0,049)
	SU0521	P&G	0,875	0,857	0,867	0,845	SUD006	P&G	0,869	0,861	0,909
			(0,060)	(0,064)	(0,031)	(0,011)			(0,091)	(0,083)	(0,065)
	SU0521	Spk	0,865	0,847	0,854	0,830	SUD006	Spk	0,935	0,894	0,913
			(0,058)	(0,049)	(0,030)	(0,010)			(0,083)	(0,086)	(0,039)
	SU0521	Geno	0,841	0,822	0,852	0,830	SUD006	Geno	0,921	0,921	0,940
			(0,061)	(0,049)	(0,033)	(0,009)			(0,054)	(0,080)	(0,040)
	SU0524	P&G	0,883	0,877	0,890	0,869	SUD007	P&G	0,877	0,853	0,852
			(0,049)	(0,054)	(0,022)	(0,008)			(0,067)	(0,088)	(0,037)
	SU0524	Spk	0,884	0,863	0,872	0,853	SUD007	Spk	0,838	0,838	0,828
			(0,055)	(0,045)	(0,027)	(0,008)			(0,055)	(0,062)	(0,028)
	SU0524	Geno	0,854	0,850	0,871	0,852	SUD007	Geno	0,835	0,844	0,832
			(0,072)	(0,055)	(0,031)	(0,008)			(0,054)	(0,075)	(0,029)

Diese Tabelle zeigt die durchschnittlichen Barwerte je Zeitreihe und Modellspezifikation für die drei Bankengruppen der Privat- und Geschäftsbanken (P&G), der Sparkassen (Spk) und der Genossenschaftsbanken (Geno). Die Ergebnisse hier spiegeln nur die Ergebnisse für das $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell wider. Die Ergebnisse für alle anderen Zinsstrukturkurvenmodelle können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.
Die Standardabweichungen über die Barwerte aller Banken sind in Klammern gegeben. Für jede Bank wird eine Bewertung mittels einer Monte Carlo Simulation mit 50.000 Pfaden durchgeführt. Sofern benötigt sind die Startwerte jeweils gegeben durch den letzten verfügbaren Wert einer Zeitreihe. Die Zeitspanne der Simulation wird auf 10 Jahre oder 120 Perioden festgelegt, die Zinszahlungen erfolgen am Ende eines jeden Quartals. Um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Ausreißer zu vermeiden, werden vor der Zusammenfassung die unteren und oberen 2,5% der Ergebnisse ausgeschlossen.

Zinselastizitäten (IRE) für insgesamt acht unterschiedliche Schocks ΔR bestimmt. Sie umfassen eine Verschiebung um -300, -200, -100, -50, $+50$, $+100$, $+200$ und $+300$ BP. Die Ergebnisse dazu werden in Tabelle 5.4 zusammengefasst vorgestellt. Die Struktur der Tabelle ist vergleichbar mit der von Tabelle 5.1. Sie listet für jede Zeitreihe und für jedes Pass-Through Modell gegliedert nach Zinsstrukturkurvenmodell jeweils drei IRE. Dabei entspricht der erste und der dritte Wert dem Durchschnitt der IRE aller Banken für einen positiven 200 BP und für einen negativen 200 BP Schock. Der Wert in der Mitte spiegelt den Durchschnitt über alle acht Schocks wider. So ergeben sich beispielsweise für die Spareinlagen SU0022 mit Hilfe des ECPTM und des $CIR(1)$ Modells durchschnittliche IREs von 7,50 und 6,35 auf Grund eines $+200$ BP bzw. -200 BP Schocks. Die durchschnittliche IRE über alle Banken und Schocks beläuft sich auf 6,87.

Im Gegensatz zu den Barwertergebnissen in Tabelle 5.1 sind die Differenzen zwischen den ermittelten IRE aller Modellspezifikationen beachtlich. Bei einem detaillierten Blick auf die Ergebnisse zu den Pass-Through Modellen zeigt sich, dass je nach untersuchter Zeitreihe die höchste IRE das zwei- bis mehrfache der niedrigsten IRE ausmachen kann. So betragen beispielsweise die durchschnittlichen IRE von Kontokorrentkrediten (SU0001) und dem $CIR(1)$ Modell zwischen $2,08$ (MAPTM) und $4,78$ (SPTM), im Falle von Sichteinlagen (SU0512) $2,17$ (MAPTM) bis $5,02$ (ECPTM), oder bei Spareinlagen (SU0022) zwischen $5,46$ (MAPTM) und $7,89$ (APTM). Diese großen Differenzen können auch für andere Zeitreihen und für andere Zinsstrukturkurvenmodelle festgestellt werden. Obwohl alle Pass-Through Modelle anhand der selben Zeitreihe kalibriert werden, können offensichtlich die Unterschiede in den unterstellten Produktzinsdynamiken die ausgewiesene IRE sehr deutlich beeinflussen.

Die Unterschiede zwischen den Zinsstrukturkurvenmodellen fallen hingegen nicht ganz so dramatisch wie bei den Pass-Through Modellen aus, die Bandbreite zwischen den verschiedenen Spezifikationen ist trotz allem relativ groß. Exemplarisch auf Basis des APTM schwanken die IRE für Kontokorrentkredite (SU0001) zwischen $2,09$ ($EA_2(3)$) und $3,63$ ($CIR(1)$), für Sichteinlagen (SU0512) bewegen sie sich zwischen $3,53$ ($EA_2(3)$) und $4,86$ ($CIR(1)$) und für Spareinlagen (SU0022)

Tabelle 5.4: Ergebnisse zur Kalkulation der Zinselastizitäten

		$CIR(1)$				$CIR(2)$				$CIR(3)$			
		APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	3,47 3,63 3,80	2,18 2,08 2,00	3,27 3,05 2,89	5,28 4,78 4,42	3,33 3,46 3,74	1,94 1,89 1,95	3,08 2,98 3,02	4,89 4,37 4,27	3,33 3,33 3,61	1,90 1,82 1,88	2,99 2,85 2,87	4,85 4,23 4,14
	SU0004	3,96 3,86 3,82	1,99 1,87 1,79	3,86 3,58 3,36	5,31 4,75 4,38	3,78 3,72 3,87	1,76 1,72 1,77	3,56 3,41 3,44	4,95 4,42 4,34	3,70 3,58 3,70	1,68 1,62 1,66	3,43 3,26 3,27	4,86 4,28 4,16
	SU0503	3,30 2,34 1,73	1,60 1,53 1,50	1,55 1,55 1,56	3,00 1,83 1,08	1,91 1,60 1,52	1,52 1,47 1,53	1,70 1,73 1,83	1,75 1,22 1,05	1,80 1,53 1,39	1,53 1,51 1,54	1,81 1,76 1,83	1,82 1,33 1,05
Einlagen	SU0512	5,77 4,86 4,09	2,75 2,17 1,71	5,54 5,02 4,60	5,18 3,87 3,49	5,08 4,67 4,58	2,24 1,92 1,82	5,19 4,87 4,84	4,31 3,22 2,80	4,98 4,56 4,41	1,76 1,58 1,51	4,99 4,63 4,57	4,17 3,09 2,61
	SU0022	8,52 7,89 7,39	6,95 5,46 4,22	7,50 6,87 6,35	6,00 7,19 5,56	8,18 7,81 7,81	5,20 4,52 4,20	7,07 6,74 6,73	5,66 5,88 6,37	8,43 7,89 7,69	4,50 3,90 3,51	7,18 6,71 6,51	5,48 5,82 6,23
	SU0521	3,25 2,90 2,55	1,54 1,37 1,22	4,21 3,85 3,56	3,29 1,34 0,69	3,47 3,13 3,09	1,45 1,26 1,25	3,87 3,68 3,69	2,23 1,22 0,85	3,30 2,97 2,87	1,09 1,03 1,03	3,75 3,50 3,44	2,16 1,17 0,75
	SU0524	2,91 2,65 2,46	1,35 1,26 1,16	3,62 3,32 3,08	3,03 1,29 0,71	3,25 2,92 2,85	1,23 1,13 1,14	3,36 3,20 3,21	2,17 1,34 1,01	3,03 2,68 2,63	0,97 0,93 0,95	3,22 3,02 2,98	2,07 1,24 0,93
Kredite	SUD112	3,38 3,06 2,67	3,57 3,26 2,88	3,24 3,04 2,86		2,52 2,81 2,87	2,59 2,71 2,72	2,64 2,86 2,95		2,51 2,86 2,85	2,55 2,73 2,73	2,49 2,88 2,97	
	SUD123	3,61 3,33 3,03	3,11 2,78 2,42	3,61 3,38 3,15		2,76 3,07 3,15	2,26 2,29 2,30	2,90 3,17 3,27		2,72 3,18 3,19	2,31 2,43 2,37	2,69 3,19 3,30	
Einlagen	SUD101	4,68 4,17 3,69	2,36 1,84 1,34	4,68 4,28 3,89		3,50 4,02 4,14	1,99 1,90 1,74	3,79 4,21 4,34		3,22 4,03 4,09	1,69 1,58 1,39	3,28 4,02 4,15	
	SUD105	5,46 5,32 5,14	2,14 1,98 1,82	8,04 7,37 6,71		4,39 4,99 5,20	1,82 1,73 1,72	5,91 6,63 6,82		4,06 5,08 5,33	1,64 1,62 1,62	5,87 6,90 6,98	
	SUD106	2,55 2,88 2,95	2,46 2,31 2,15	3,77 3,53 3,29		2,32 2,69 2,83	1,95 1,98 1,99	2,95 3,31 3,45		2,15 2,80 2,99	1,87 1,93 1,93	2,79 3,36 3,48	
	SUD107	3,53 3,13 2,80	1,40 1,11 0,84	3,67 3,37 3,08		2,60 2,99 3,08	1,31 1,23 1,12	2,79 3,18 3,30		2,42 2,93 2,99	1,13 1,02 0,90	2,52 3,10 3,21	
		$EA_1(2)$				$EA_1(3)$				$EA_2(3)$			
		APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	2,76 3,29 3,61	0,97 1,53 1,90	1,97 2,61 2,91	3,08 3,57 3,90	1,89 3,43 3,87	1,42 1,88 2,11	2,00 2,86 3,12	3,07 3,93 4,13	−0,53 2,09 3,14	0,87 1,43 1,73	0,82 2,11 2,65	1,64 3,16 3,83
	SU0004	2,78 3,44 3,77	0,94 1,42 1,72	2,32 3,05 3,38	3,11 3,62 3,94	2,38 3,69 4,03	1,25 1,70 1,90	2,34 3,34 3,62	3,08 3,96 4,14	0,30 2,42 3,32	0,70 1,26 1,54	0,93 2,45 3,07	1,65 3,18 3,86
	SU0503	1,16 1,19 1,20	0,60 1,07 1,42	1,05 1,42 1,61	0,89 0,41 −0,14	0,97 0,93 0,81	1,19 1,48 1,68	1,07 1,58 1,76	1,21 0,35 −0,51	1,34 1,39 1,60	0,99 1,15 1,38	0,38 1,08 1,43	0,50 0,13 0,00
Einlagen	SU0512	3,29 4,19 4,41	1,01 1,35 1,52	3,65 4,49 4,73	2,76 2,24 1,71	3,42 4,51 4,63	1,40 1,69 1,71	3,39 4,85 5,08	2,89 2,53 1,59	1,97 3,53 4,09	0,68 1,07 1,21	1,04 3,36 4,26	1,67 2,12 1,92
	SU0022	5,88 7,20 7,61	4,08 4,29 4,00	5,06 6,22 6,56	6,07 7,24 7,61	5,38 7,82 8,20	3,76 4,70 4,22	4,69 6,75 7,06	2,53 6,95 7,70	1,40 7,23 11,83	0,79 3,25 4,09	1,32 6,30 10,23	−0,20 5,31 9,66
	SU0521	2,43 2,76 2,87	0,46 0,81 1,08	2,74 3,41 3,63	0,33 −0,25 −0,76	1,95 2,91 3,05	0,90 1,12 1,27	2,61 3,73 3,92	0,96 −0,38 −1,44	0,64 1,91 2,51	0,48 0,74 0,85	0,86 2,56 3,24	0,99 0,03 −0,41
	SU0524	2,29 2,55 2,63	0,42 0,77 1,03	2,37 2,95 3,14	0,21 −0,09 −0,40	1,78 2,66 2,79	0,85 1,07 1,20	2,27 3,23 3,40	0,70 −0,38 −1,09	0,61 1,72 2,26	0,48 0,70 0,81	0,72 2,20 2,79	0,90 0,21 −0,10
Kredite	SUD112	2,21 2,61 2,64	2,32 2,77 2,91	2,21 2,78 3,01		2,18 2,61 2,65	2,24 2,74 2,88	2,26 2,88 3,09		2,87 2,15 2,15	3,73 2,39 2,29	2,89 2,19 2,39	
	SUD123	2,34 2,93 3,09	2,00 2,30 2,39	2,45 3,10 3,35		2,29 3,00 3,14	2,07 2,40 2,46	2,48 3,21 3,46		3,14 2,29 2,44	3,19 1,98 1,92	3,17 2,40 2,63	
Einlagen	SUD101	2,86 3,73 3,96	1,28 1,32 1,29	3,19 4,06 4,37		2,82 3,86 4,08	1,32 1,34 1,26	3,05 4,09 4,42		3,65 2,75 3,00	2,20 1,10 0,91	3,94 3,06 3,37	
	SUD105	3,77 5,04 5,49	1,35 1,62 1,77	5,27 6,71 7,17		3,78 5,25 5,73	1,59 1,79 1,86	5,30 6,95 7,42		4,78 3,65 4,02	2,42 1,29 1,19	6,94 5,21 5,66	
	SUD106	1,97 2,82 3,13	1,61 1,96 2,12	2,51 3,24 3,52		2,15 3,06 3,36	1,81 2,11 2,20	2,69 3,47 3,72		2,20 1,85 2,21	2,75 1,55 1,47	3,10 2,38 2,66	
	SUD107	2,21 2,82 2,99	0,72 0,77 0,79	2,38 3,11 3,35		2,19 2,94 3,13	0,84 0,87 0,84	2,41 3,24 3,49		2,71 2,04 2,23	1,32 0,64 0,54	3,01 2,30 2,53	

Diese Tabelle zeigt eine Zusammenfassung zur Kalkulation der Zinselastizitäten $IRE_{\Delta R} = -\Delta_{\Delta R} PV(0)/\Delta R \cdot 1/PV(0)$ für jede untersuchte Zeitreihe, gegliedert nach verwendetem Zinsstrukturkurven- und Pass-Through Modell. Grundlage sind 8 parallele Schocks der Zinsstrukturkurve mit $\Delta R = -300, -200, -100, -50, +50, +100, +200, +300$ BP. Jede bankspezifische Berechnung basiert auf einer Monte Carlo Simulation mit 50.000 Pfaden. Die Zeitspanne der Simulation wird auf 10 Jahre oder 120 Perioden festgelegt, die Zinszahlungen erfolgen am Ende eines jeden Quartals. Um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Ausreißer zu vermeiden, werden vor der Zusammenfassung die unteren und oberen 2,5% der Ergebnisse ausgeschlossen. Für jede Zeitreihe und Modellspezifikation spiegeln die hier gezeigten Werte die IRE zu einem −200 BP Schock (erster Wert), zum IRE-Durchschnitt über alle 8 Schocks (zweiter Wert) und zu einem +200 BP Schock (dritter Wert) wider.

ergeben sich Werte zwischen $7,20$ ($EA_1(2)$) und $7,89$ ($CIR(1)$). Erneut lassen sich vergleichbare Muster für alle anderen Pass-Through Modelle finden, wozu beispielsweise auch ein klarer Abwärtstrend vom $CIR(1)$ zum $CIR(3)$ Modell gehört.

Trotz dieser starken Unterschiede in den Ergebnissen lässt sich feststellen, welche Produkte ein relativ geringes Zinsrisiko beinhalten, welche für ein hohes Zinsrisiko stehen und welche als vergleichbar eingeschätzt werden können. Am Beispiel des Zinsstrukturkurvenmodells mit der höchsten Anpassungsgüte, dem $EA_1(3)$ Modell, zeigt sich, dass Spareinlagen (SU0022) das höchste durchschnittliche Zinsrisiko inne haben (IRE von 4,70 bis 7,82), während Dispositionskredite (SU0503) für das geringste Zinsrisiko stehen (0,35 bis 1,58). Dies lässt sich damit begründen, dass Produktzinsen für Dispositionskredite wesentlich schneller auf Marktzinssatzveränderungen reagieren als dies für Spareinlagen der Fall ist.

Für eine weitere Perspektive auf die umfangreichen Ergebnisse werden erneut die modellbezogenen Unterschiede für jede Bank näher betrachtet und es wird die bereits im letzten Abschnitt vorgestellte Kennzahl $MADIF$ für die Analyse der IRE adaptiert. Folglich lässt sich auf Basis der bankindividuellen IRE_b, N Banken, einer Menge MS aller möglichen Modellspezifikationen ms die $MADIF$ wie folgt darstellen:

$$MADIF_{IRE} = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^{N} \left[\max_{ms_1, ms_2 \in MS} |IRE_b^{ms_1} - IRE_b^{ms_2}| \right]. \tag{5.2}$$

Demzufolge liefert die Höhe der Kennzahl $MADIF_{IRE}$ eine Indikation für die Unsicherheit, ein falsche Modellspezifikation gewählt zu haben. Die nachfolgende Tabelle 5.5 listet jeweils die $MADIF_{IRE}$ eines -200 BP Schock (erste Reihe), des Durchschnitts aller acht Schocks (zweite Reihe) und für einen $+200$ BP Schock (dritte Reihe) auf.

Im Falle des Abschnitts A, welcher für den Vergleich aller Modellspezifikationen steht, ergibt sich beispielsweise für Kontokorrentkredite eine $MADIF$ im Falle eines -200 BP IRE in Höhe von $6,350$. Dies zeigt, dass sich die am niedrigsten und die am höchsten berechneten -200 BP IRE im Durchschnitt um gut 6 unterscheiden, welches insbesondere unter Beachtung der durchschnittlichen IRE Werte (siehe Ta-

Tabelle 5.5: Mean Absolute Differences für Zinselastizitäten

	Erhebung über Soll- und Habenzinsen							*EWU Zinsstatistik*					
	Kredite			*Einlagen*				*Kredite*		*Einlagen*			
	SU0001	SU0004	SU0503	SU0512	SU0022	SU0521	SU0524	SUD112	SUD123	SUD101	SUD105	SUD106	SUD107
Abschnitt A: Vergleich aller Modellspezifikationen													
	6,350	5,567	4,049	7,327	8,966	4,777	4,587	4,604	6,303	4,984	7,031	4,790	3,999
MADIF	4,043	4,027	3,307	5,445	4,832	4,728	4,468	3,926	5,274	4,459	6,238	4,113	3,537
	3,341	3,541	3,490	5,738	8,440	6,029	5,253	3,717	4,974	4,740	6,463	4,109	3,826
Abschnitt B: Vergleich aller Modellspezifikationen bei einem gegebenen Zinstrukturkurvenmodell													
	3,787	3,821	2,998	5,907	2,801	3,398	3,040	4,005	5,613	3,861	6,372	4,440	3,346
$MADIF\|CIR(1)$	3,157	3,358	2,022	5,226	2,533	3,542	3,088	3,684	4,996	3,740	5,705	3,599	3,102
	2,861	3,068	1,822	5,002	3,217	3,853	3,404	3,316	4,283	3,681	5,081	3,024	3,008
	3,517	3,632	1,398	4,843	3,033	3,225	3,040	2,774	3,703	2,769	4,267	2,828	2,194
$MADIF\|CIR(2)$	2,949	3,174	1,536	4,689	3,331	3,314	2,954	2,979	4,060	3,312	5,043	3,208	2,665
	2,791	3,013	1,710	4,804	3,670	3,643	3,082	3,044	4,160	3,598	5,315	3,268	2,920
	3,531	3,650	1,290	5,094	3,970	3,416	3,037	2,596	3,456	2,670	4,548	2,862	2,124
$MADIF\|CIR(3)$	2,908	3,134	1,445	4,789	4,051	3,263	2,841	2,980	3,982	3,649	5,548	3,265	2,834
	2,751	2,938	1,619	4,843	4,244	3,489	2,932	3,085	4,070	3,966	5,618	3,265	3,024
	2,587	2,750	1,292	3,999	1,904	3,250	3,039	2,524	3,553	2,851	4,125	2,662	2,323
$MADIF\|EA_1(2)$	2,711	2,891	2,057	4,958	3,017	4,246	3,732	3,266	4,423	3,830	5,288	3,147	3,100
	2,674	2,865	2,750	5,314	3,788	4,974	4,181	3,653	4,673	4,237	5,561	3,321	3,400
	2,502	2,439	1,141	3,860	2,940	2,432	2,226	2,261	3,156	2,708	4,041	2,414	2,164
$MADIF\|EA_1(3)$	2,852	3,105	2,353	5,330	3,153	4,665	4,242	3,198	4,213	3,943	5,362	3,108	3,159
	2,784	3,009	3,268	5,816	4,112	5,999	5,149	3,660	4,595	4,440	5,747	3,348	3,466
	2,580	1,573	1,316	2,266	1,751	0,852	0,803	4,310	5,711	3,193	5,028	3,743	2,870
$MADIF\|EA_2(3)$	2,253	2,199	1,901	3,550	4,102	2,854	2,368	2,752	3,650	2,814	4,158	2,572	2,299
	2,549	2,717	2,391	4,497	7,860	4,124	3,433	2,797	3,702	3,346	4,679	2,729	2,636
Abschnitt C: Vergleich aller Modellspezifikationen bei einem gegebenen Pass-Through Modell und unter Anwendung essentiell affiner Zinstrukturkurvenmodelle													
	0,778	0,633	0,691	1,137	3,323	0,650	0,626	1,991	2,494	1,234	1,338	1,329	0,955
$MADIF\|(EA \cap \text{APTM})$	0,504	0,450	0,446	0,705	1,462	0,424	0,407	0,699	0,799	0,392	0,566	0,633	0,351
	0,395	0,359	0,327	0,506	0,289	0,420	0,395	0,847	0,921	0,510	0,742	0,789	0,437
	1,490	1,545	0,737	1,292	6,276	0,847	0,778	0,800	1,340	7,309	1,318	1,665	0,216
$MADIF\|(EA \cap \text{MAPTM})$	0,883	0,927	0,332	0,711	1,943	0,481	0,624	1,848	0,620	1,787	1,950	0,522	0,629
	0,484	0,482	0,525	0,434	2,053	1,024	0,985	1,149	0,635	2,842	1,482	0,958	0,665
	1,182	1,407	0,685	2,613	3,734	1,883	1,653	0,681	0,721	0,888	1,672	0,587	0,623
$MADIF\|(EA \cap \text{ECPTM})$	0,757	0,892	0,495	1,491	0,537	1,172	1,037	0,687	0,806	1,028	1,738	1,087	0,942
	0,471	0,542	0,338	0,823	3,663	0,689	0,610	0,700	0,823	1,049	1,754	1,064	0,962
	3,288	2,400	1,059	3,287	4,493	2,001	1,885						
$MADIF\|(EA \cap \text{SPTM})$	1,474	1,289	0,894	1,642	0,682	1,263	1,173						
	0,837	0,777	1,013	1,125	4,218	0,890	0,818						

Diese Tabelle zeigt die Mean Absolute Differences (*MADIF*s) der Zinselastizitäten (*IRE*). Sie sind wie folgt definiert:
$MADIF_{IRE} = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^{N} \left[\max_{ms_1, ms_2 \in MS} \left| IRE_b^{ms_1} - IRE_b^{ms_2} \right| \right]$, wobei $ms_b^1 \neq ms_b^2$. b repräsentiert jeweils eine individuelle Bank, MS_b ist die Menge aller untersuchten Modellspezifikationen und ms_b steht für ein Element von MS_b. N bezeichnet die Anzahl an Banken, die in die *MADIF* Kalkulation einfließen. Vor der Zusammenfassung werden zur Bereinigung von Ausreißern die unteren und oberen 2,5% der Werte ausgeschlossen. Die hier für jede Zeitreihe dargestellten Werte zu den *MADIF*s beziehen sich auf die *IRE* eines −200 BP Schocks (erster Wert), des Durchschnitts zu allen 8 Schocks (zweiter Wert) und eines +200 BP Schocks (dritter Wert).

belle 5.4) als enorm hoch bewertet werden muss. Vergleichbar hohe $MADIF$ lassen sich darüber hinaus auch für alle anderen hier verglichenen Produkte nachweisen.

Im Abschnitt B wird analog zur Vorgehensweise bei den Barwerten die Auswahl der zu vergleichenden Modelle bei der Berechnung der $MADIF$ reduziert, so dass festgestellt werden kann, ob der Wert sich bei Gewissheit über das auszuwählende Zinsstrukturkurvenmodell verbessert. Wenn sich also die Unsicherheit nur auf die Wahl des Pass-Through Modells beschränkt und die möglichen Spezifikationen auf diese reduziert werden können, verbessert sich die $MADIF$ zwar, bleibt aber nach wie vor relativ hoch. Die $MADIF$ einer -200 BP IRE der zuvor erwähnten Kontokorrentkredite reduziert sich auf einen Wert von $3,787$, welches nichtsdestotrotz keinen vernachlässigbaren Wert darstellt. Dies kann auch für einen Großteil aller anderen Fälle im Abschnitt B bestätigt werden.

Wird nun wie im Abschnitt C die Modellauswahl weiter zu jeweils einem Passtrough Modell und nur einer Auswahl an essentiell affinen Zinsstrukturkurvenmodellen reduziert, verbessern sich die $MADIF$ weiter, sind aber nach wie vor nicht vernachlässigbar. Sie betragen beispielsweise im Bezug auf einen -200 BP IRE und in Verbindung mit dem APTM bei Kontokorrentkrediten $0,778$. Dieser Zusammenhang lässt sich ebenfalls für alle weiteren variabel verzinslichen Kundengeschäfte und alle anderen Pass-Through Modelle nachweisen, wobei in vielen Fällen die ausgewiesenen Werte sogar deutlich höher ausfallen als im letzten Beispiel.

Die Erkenntnisse aus den $MADIF$-Resultaten können ebenso durch eine Analyse der Interdependenzen zwischen den Banken auf Basis von Rangkorrelationen bestätigt werden. Dabei ergeben sich hohe Rangkorrelationen zwischen Paaren des selben Pass-Through Modells und unterschiedlicher Zinsstrukturkurvenmodelle. Dies zeigt im Grunde, dass bei gegebenem Pass-Through Modell die Wahl eines Zinsstrukturkurvenmodells das Ranking der Banken anhand ihres Zinsrisikos nicht stark beeinflusst. Für alle anderen möglichen Vergleichspaare von unterschiedlichen Modellspezifikationen sind die Rangkorrelationen sehr niedrig und können auch negativ ausfallen. Insbesondere hinsichtlich der Höhe oder dem Vorzeichen des Rangkorre-

lationskoeffizienten ist kein klarer Trend für die gleichen Paare von Pass-Through Modellen über verschiedene Zeitreihen hinweg ausfindig zu machen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die verschiedenen Modellspezifikationen zu stark unterschiedlichen *IRE* führen können. Neben der Wahl des Pass-Through Modells wird auch die Spezifikation des Zinstrukturmodells immer wichtiger, um eine klare Aussage über das Zinsrisiko einer Position machen zu können. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der Barwertuntersuchung zeigt sich, dass eine unpassende Modellspezifikation zu deutlich unterschiedlichen Rankings der Banken führen kann. Dies könnte demzufolge dazu führen, dass ein Ranking der Banken anhand ihres Gesamtrisikos modellabhängig vollständig umgekehrt werden könnte.

Exkurs: Der deutsche Bankenmarkt

Wie schon in Abschnitt 5.1.1 können auf Grund des Umfangs der Datensätze auch grundsätzliche Aussagen zu den drei wichtigsten Bankengruppen in Deutschland gemacht werden. Ebenso gilt aber auch hier die Einschränkung, dass dies durch die Anzahl und Auswahl der Banken nicht immer als repräsentativ für die jeweiligen Bankengruppen bezeichnet werden kann. Die durchschnittlichen *IRE* über alle acht Schocks und exemplarisch für das $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell sind aufgegliedert nach der Gruppe der Privat- und Geschäftsbanken, der Sparkassen und der Genossenschaftsbanken in Tabelle 5.6 zu finden.

So lassen sich wie oben auf Basis der gesamtdeutschen Durchschnitte auch für jede einzelne Bankengruppe die starken, durch unterschiedliche Pass-Through Modellwahl bedingten Differenzen im ausgewiesenen Zinsrisiko eines Produktes ausmachen. Darüber hinaus lassen sich vergleichbar mit den Ergebnissen zu den Barwerten erneut die Privat- und Geschäftsbanken von den Sparkassen und den Genossenschaftsbanken abgrenzen. Sehr oft findet man für die erste Gruppe unabhängig von der Modellwahl ein niedrigeres Zinsrisiko vor als bei den beiden anderen Gruppen. Der zuvor angeführte höhere Wettbewerb in städtischen Gebieten veranlasst die überwiegend dort ansässigen Privat- und Geschäftsbanken ihre Zinssätze schneller

Tabelle 5.6: Auszug: Zinselastizitäten je Bankengruppe unter $EA_1(3)$

		BG	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	P&G	2,893	1,502	2,788	4,498
		Spk	3,668	2,089	2,878	4,077
		Geno	3,429	1,749	2,886	3,718
	SU0004	P&G	3,517	1,448	3,303	4,663
		Spk	4,130	2,004	3,362	3,780
		Geno	3,618	1,719	3,351	3,837
	SU0503	P&G	1,122	1,397	1,563	0,594
		Spk	1,190	1,441	1,579	0,286
		Geno	0,985	1,628	1,584	0,368
Einlagen	SU0512	P&G	2,527	1,503	4,845	2,330
		Spk	4,909	1,733	4,833	2,347
		Geno	4,681	0,998	4,858	2,806
	SU0022	P&G	7,225	4,082	6,680	6,836
		Spk	7,932	4,801	6,748	6,972
		Geno	7,841	4,806	6,773	6,976
	SU0521	P&G	2,708	0,940	3,731	−0,514
		Spk	2,607	0,968	3,688	−0,414
		Geno	3,698	1,455	3,752	−0,341
	SU0524	P&G	2,214	0,920	3,244	−0,457
		Spk	2,309	1,001	3,229	−0,385
		Geno	3,466	1,167	3,227	−0,365
Kredite	SUD112	P&G	2,008	2,389	2,777	
		Spk	2,074	2,577	2,946	
		Geno	2,391	2,811	2,890	
	SUD123	P&G	3,069	1,415	3,147	
		Spk	3,263	2,360	3,240	
		Geno	3,408	2,484	3,259	
Einlagen	SUD001	P&G	2,451	1,055	3,973	
		Spk	4,434	1,409	4,086	
		Geno	3,082	1,219	4,082	
	SUD005	P&G	4,724	1,346	6,954	
		Spk	5,698	1,758	6,912	
		Geno	3,762	1,722	6,976	
	SUD006	P&G	4,137	2,018	3,465	
		Spk	2,105	2,175	3,460	
		Geno	3,577	1,710	3,490	
	SUD007	P&G	2,272	0,962	3,256	
		Spk	2,698	0,651	3,229	
		Geno	3,059	1,120	3,236	

Diese Tabelle zeigt eine Zusammenfassung zur Kalkulation der Zinselastizitäten $IRE_{\Delta R} = -\Delta_{\Delta R} PV(0)/\Delta R \cdot 1/PV(0)$ für jede untersuchte Zeitreihe und für die drei Bankengruppen der Privat- und Geschäftsbanken (P&G), der Sparkassen (Spk) und der Genossenschaftsbanken (Geno), gegliedert nach verwendetem Pass-Through Modell. Die Ergebnisse hier spiegeln nur die Ergebnisse für das $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell wider. Die Ergebnisse für alle anderen Zinsstrukturkurvenmodelle können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.
Grundlage sind 8 parallele Schocks der Zinsstrukturkurve mit $\Delta R = -300, -200, -100, -50, +50, +100, +200, +300$ BP. Jede bankspezifische Berechnung basiert auf einer Monte Carlo Simulation mit 50.000 Pfaden. Die Zeitspanne der Simulation wird auf 10 Jahre oder 120 Perioden festgelegt, die Zinszahlungen erfolgen am Ende eines jeden Quartals. Um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Ausreißer zu vermeiden, werden vor der Zusammenfassung die unteren und oberen 2,5% der Ergebnisse ausgeschlossen. Für jede Zeitreihe und Modellspezifikation spiegeln die hier gezeigten Werte jeweils den IRE-Durchschnitt über alle 8 Schocks wider.

anzupassen als die Sparkassen und Genossenschaftsbanken. Dies führt für die Privat- und Geschäftsbanken zu einem in der Regel niedrigeren Zinsrisiko ihrer Produkte.

5.1.2.2 Downside Risk Measures

Die Zinsrisikobestimmung kann nicht nur anhand der im vorherigen Abschnitt zur Modellanalyse herangezogenen Zinselastizität (*IRE*) erfolgen, sondern beispielsweise auch anhand von Downside Risk Measures bzw. Lower Partial Moments, die auf der erwarteten Werteverteilung beruhen. Wie in Abschnitt 4.4.2 vorgestellt, gehören zu den bekanntesten Maßen dabei der Value at Risk und der Expected Shortfall. Die *IRE* ist zwar die Grundlage für das von den nationalen Bankenaufsichten am meisten geforderte Stressszenario zur Bestimmung von Zinsrisiken im Anlagebuch, vielfach repräsentiert aber gerade der *VaR* das primäre Maß zur Steuerung aller anderen Risiken, insbesondere für Marktrisiken im Handelsbuch und für Kreditrisiken. Er informiert darüber, ab welcher Höhe von einem kritischen Verlust für die Bank ausgegangen werden muss. Er ist damit auch für die Bankenaufsicht ein wichtiges Maß für die Überwachung und Einschätzung der Systemstabilität.

Dieser Abschnitt dient als eine Ergänzung zum vorherigen Abschnitt um exemplarisch vorzustellen, dass Zinsrisiken des Anlagebuchs ebenfalls mittels *VaR* und *ES* bewertet werden können und es auch dabei zu starken modellgetriebenen Unterschieden kommen kann. Diese Analyse erfolgt allerdings nur anhand eines Zinsstrukturkurvenmodells und anhand von Durchschnitten von drei exemplarischen Bankengruppen. Der Grund dafür liegt in dem immensen technischen (Zeit-)Aufwand der zweistufigen Monte Carlo Simulation zur Bestimmung der zukünftigen Werteverteilung. Darin ist wohl auch der Grund dafür zu sehen, dass die Bestimmung des *VaR* oder des *ES* auf der Basis von Simulationen bisher für Zinsrisiken des Anlagebuchs keine zentrale Rolle spielt.

Die Ergebnisse zur *VaR* und zur *ES* Berechnung für einen 12-Monats-Horizont und ein 1%iges Signifikanzniveau sind in der Tabelle 5.7 bzw. 5.8 zu finden. Die Tabellen listen jeweils die Risikomaße, die sich auf Basis des $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmo-

dells und für die vier untersuchten Pass-Through Modelle für alle 13 Produktkategorien bei Privat- und Geschäftsbanken, Sparkassen und Genossenschaftsbanken[25] ergeben haben.

So beträgt beispielsweise der *VaR* bei Kontokorrentkrediten (SU0001) von Privat- und Geschäftsbanken auf Basis des APTM 0,0583 Euro je Euro Nominalwert. Auf Basis der durchschnittlichen Sparkassenzinssätze ergibt sich ein Wert von 0,1145 Euro und bei Genossenschaftsbanken ein Wert von 0,0719 Euro. Die Bandbreite zwischen den einzelnen Pass-Through Spezifikationen ist wie bei den Ergebnissen zur *IRE* relativ groß. Auch hier kann je nach Zeitreihe der *VaR* um das zwei- bis dreifache je nach Modellwahl schwanken. Er reicht im Falle von Privat- und Geschäftsbanken z.B. bei Kontokorrentkrediten (SU0001) von 0,0381 (MAPTM) bis 0,0835 (SPTM), bei Sichteinlagen (SU0512) von 0,0197 (MAPTM) bis 0,0674 (APTM), und bei Spareinlagen (SU0022) von 0,0340 (MAPTM) bis 0,1148 (APTM).

Der *ES* als Erweiterung dient der Einschätzung, mit welcher Verlusthöhe bei Überschreitung der kritischen Verlustgröße *VaR* gerechnet werden muss. Die Ergebnisse zum *ES* ergeben grundsätzlich ein ganz ähnliches Bild wie die zum *VaR*, d.h. auch hier sind sehr große Unterschiede zu beobachten. Da der *ES* sich auf die Verlustverteilung oberhalb des *VaR* bezieht, sind die Werte zum *ES* demzufolge immer höher als die des *VaR*. Darüber hinaus weichen sie aber je nach der Breite der Verteilung deutlicher oder weniger deutlich vom *VaR* ab, geben somit eine noch bessere Vorstellung über die zu erwartende Verlusthöhe in einem 1%igen Extremfall ab. Wird beispielsweise bei Kontokorrentkrediten (SU0001) von Privat- und Geschäftsbanken und bei Unterstellung des APTM der *VaR* in Höhe von 0,0583 Euro überschritten, dann besagt der *ES*, dass von einem zu erwarteten Verlust in Höhe von 0,0674 Euro ausgegangen werden kann. Für die im letzten Absatz angeführten *VaR* Beispiele ergibt sich bei deren Überschreitung jeweils ein *ES* von 0,0463 (MAPTM) bis 0,0948

[25] Der ungewichtete Mittelwert je Bankengruppe wird anhand aller in den jeweiligen in Kapitel 3 vorgestellten Datensätzen enthaltenen Banken bestimmt. Die Zuordnung der einzelnen Banken zu den jeweiligen Bankengruppen folgt der internen Klassifizierung der Deutschen Bundesbank.

Tabelle 5.7: Value at Risk Ergebnisse

		BG	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	P&G	0,0583	0,0381	0,0650	0,0835
		Spk	0,1145	0,0560	0,0747	0,1156
		Geno	0,0719	0,0569	0,0753	0,1087
	SU0004	P&G	0,0605	0,0323	0,1002	0,0926
		Spk	0,1185	0,0471	0,1088	0,1113
		Geno	0,1207	0,0469	0,1086	0,1056
	SU0503	P&G	0,0623	0,0527	0,0920	0,0724
		Spk	0,0461	0,0532	0,0948	0,0708
		Geno	0,0604	0,0563	0,0984	0,0696
Einlagen	SU0512	P&G	0,0674	0,0197	0,0628	0,0497
		Spk	0,0829	0,0194	0,0641	0,0505
		Geno	0,0704	0,0170	0,0624	0,0501
	SU0022	P&G	0,1148	0,0340	0,0958	0,1036
		Spk	0,1170	0,0438	0,0945	0,1001
		Geno	0,1144	0,0447	0,0936	0,0999
	SU0521	P&G	0,0556	0,0179	0,0572	0,0583
		Spk	0,0425	0,0164	0,0562	0,0602
		Geno	0,0525	0,0188	0,0562	0,0600
	SU0524	P&G	0,0528	0,0165	0,0489	0,0524
		Spk	0,0429	0,0170	0,0476	0,0544
		Geno	0,0536	0,0192	0,0479	0,0537
Kredite	SUD112	P&G	0,0887	0,0593	0,1282	
		Spk	0,0705	0,0574	0,1389	
		Geno	0,0693	0,0675	0,1351	
	SUD123	P&G	0,1082	0,1080	0,0559	
		Spk	0,0676	0,0483	0,0603	
		Geno	0,0881	0,0369	0,0619	
Einlagen	SUD101	P&G	0,0496	0,0089	0,0570	
		Spk	0,0613	0,0117	0,0549	
		Geno	0,0576	0,0113	0,0557	
	SUD105	P&G	0,0762	0,0205	0,0854	
		Spk	0,0865	0,0200	0,0872	
		Geno	0,0778	0,0217	0,0860	
	SUD106	P&G	0,0830	0,0250	0,0663	
		Spk	0,0391	0,0240	0,0652	
		Geno	0,0641	0,0246	0,0663	
	SUD107	P&G	0,0513	0,0146	0,0530	
		Spk	0,0453	0,0072	0,0520	
		Geno	0,0502	0,0097	0,0523	

Diese Tabelle zeigt den Value at Risk für die in Tabelle 3.1 vorgestellten Produktklassen zu den Durchschnittswerten der drei Bankengruppen (BG) der Privat- und Geschäftsbanken (P&G), der Sparkassen (Spk) und der Genossenschaftsbanken (Geno). Basis der Berechnung sind die vier in Abschnitt 4.2.2 vorgestellten Pass-Through Modelle in Verbindung mit dem $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell. Der Value at Risk auf Basis der Erwartungswerte ist definiert als: $VaR(PV, c, t_h) = E_0^{\mathcal{Q}}[PV(t_h)] - Q[PV(t_h), c]$, wobei $PV(t_h)$ den Barwert zum Zeitpunkt t_h bezeichnet und Q das Quantil mit Konfidenzniveau c. Siehe dazu auch Abschnitt 4.4.2. Für den hier verwendeten VaR wird der Zeitpunkt $t_h = 12$ Monate und ein Konfidenzniveau von $c = 1$ Prozent angenommen. Die Berechnung für jede Spezifikation und Produktklasse erfolgt mittels einer zweistufigen Monte Carlo Simulation mit 1.000 x 1.000 Pfaden.

(SPTM) für Kontokorrentkredite, von $0,0243$ (MAPTM) bis $0,0945$ (APTM) für Sichteinlagen, und von $0,0404$ (MAPTM) bis $0,1317$ (APTM) für Spareinlagen.

Wie die starken modellbezogenen Unterschiede in den Ergebnissen deutlich machen, können beide Maße nur dann sinnvoll angewendet und interpretiert werden, wenn der zugrundeliegende Datengenerierungsprozess zu einer möglichst realitätsnahen Werteverteilung führt. Dies ist nur möglich, wenn eine bankenindividuelle Modellspezifikation und -kalibrierung durchgeführt wird.

Für den Fall des deutschen Bankenmarktes zeigen die hier vorgestellten Downside Risk Measures wie auch schon die Ergebnisse zu den *IRE*, dass grundsätzlich mit einem niedrigeren Zinsrisiko im Anlagebuch von Privat- und Geschäftsbanken im Vergleich zu Sparkassen oder Genossenschaftsbanken zu rechnen ist. Bis auf ganz wenige Ausnahmen ist unabhängig vom gewählten Pass-Through Modell oder vom betrachteten Produkt der Wert des *VaR* oder des *ES* bei Privat- und Geschäftsbanken am niedrigsten.

5.1.3 Zwischenfazit und Implikationen

Im ersten Teil dieser Arbeit wurden die Effekte mehrerer Zinsstrukturkurvenmodelle und Pass-Through Modelle auf die Bewertung und die Zinsrisikomessung von variabel verzinslichen Produkten untersucht. Dafür wurden 24 Modellspezifikationen anhand eines umfangreichen Datensatzes kalibriert, so dass für eine große Bandbreite von Banktypen und Produkten ein ausgiebiger Ergebnisvergleich durchgeführt werden konnte.

Die Auswertungen zeigen, dass die Unterschiede zwischen den Modellspezifikationen im Rahmen der Bewertung relativ gering ausfallen. Verwendet man ein adäquates Pass-Through Modell und eines der essentiell affinen Zinsstrukturkurvenmodelle, dann gelangt man zu nahezu der gleichen Bewertung. Dem entgegen stehen die Ergebnisse zur Zinselastizität. Hier ergibt sich eine sehr große Bandbreite an Werten. Das ausgewiesene Zinsrisiko hängt dabei sowohl stark von der Wahl des Pass-Through Modells als auch von der Wahl des Zinsstrukturkurvenmodells ab. Geht es

Tabelle 5.8: Expected Shortfall Ergebnisse

		BG	APTM	MAPTM	ECPTM	SPTM
Kredite	SU0001	P&G	0,0674	0,0463	0,0756	0,0948
		Spk	0,1314	0,0672	0,0866	0,1315
		Geno	0,0824	0,0684	0,0868	0,1240
	SU0004	P&G	0,0696	0,0386	0,1160	0,1056
		Spk	0,1350	0,0557	0,1256	0,1256
		Geno	0,1375	0,0556	0,1237	0,1214
	SU0503	P&G	0,0705	0,0641	0,1078	0,0819
		Spk	0,0528	0,0647	0,1093	0,0808
		Geno	0,0683	0,0686	0,1134	0,0795
Einlagen	SU0512	P&G	0,0771	0,0243	0,0716	0,0584
		Spk	0,0945	0,0235	0,0734	0,0589
		Geno	0,0803	0,0214	0,0710	0,0580
	SU0022	P&G	0,1317	0,0404	0,1097	0,1178
		Spk	0,1326	0,0501	0,1083	0,1125
		Geno	0,1287	0,0513	0,1086	0,1120
	SU0521	P&G	0,0641	0,0223	0,0651	0,0679
		Spk	0,0488	0,0202	0,0646	0,0702
		Geno	0,0606	0,0229	0,0646	0,0701
	SU0524	P&G	0,0605	0,0208	0,0559	0,0607
		Spk	0,0494	0,0209	0,0549	0,0625
		Geno	0,0619	0,0233	0,0551	0,0623
Kredite	SUD112	P&G	0,1019	0,0677	0,1494	
		Spk	0,0812	0,0659	0,1616	
		Geno	0,0798	0,0777	0,1557	
	SUD123	P&G	0,1276	0,1238	0,0650	
		Spk	0,0791	0,0566	0,0706	
		Geno	0,1038	0,0460	0,0724	
Einlagen	SUD101	P&G	0,0572	0,0111	0,0668	
		Spk	0,0716	0,0138	0,0646	
		Geno	0,0673	0,0134	0,0652	
	SUD105	P&G	0,0882	0,0245	0,0999	
		Spk	0,0999	0,0237	0,1016	
		Geno	0,0898	0,0260	0,1001	
	SUD106	P&G	0,0947	0,0287	0,0760	
		Spk	0,0443	0,0282	0,0749	
		Geno	0,0729	0,0282	0,0760	
	SUD107	P&G	0,0582	0,0168	0,0622	
		Spk	0,0508	0,0083	0,0611	
		Geno	0,0570	0,0118	0,0612	

Diese Tabelle zeigt den Expected Shortfall für die in Tabelle 3.1 vorgestellten Produktklassen zu den Durchschnittswerten der drei Bankengruppen (BG) der Privat- und Geschäftsbanken (P&G), der Sparkassen (Spk) und der Genossenschaftsbanken (Geno). Basis der Berechnung sind die vier in Abschnitt 4.2.2 vorgestellten Pass-Through Modelle in Verbindung mit dem $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell. Der Expected Shortfall ist definiert als: $ES(PV, c, t_h) = E_0^{\mathbb{Q}}[\Delta PV(t_h)|\Delta PV(t_h) > VaR(PV, c, h)]$, wobei $\Delta PV(t_h)$ der sich in t_h ergebene Verlust zum Erwartungswert und $VaR(PV, c, h)$ den Value at Risk zum Zeitpunkt t_h und zum Konfidenzniveau c bezeichnet. Siehe dazu auch Abschnitt 4.4.2. Für den hier verwendeten ES wird der Zeitpunkt $t_h = 12$ Monate und ein Konfidenzniveau von $c = 1$ Prozent angenommen. Die Berechnung für jede Spezifikation und Produktklasse erfolgt mittels einer zweistufigen Monte Carlo Simulation mit 1.000 x 1.000 Pfaden.

weniger um die genaue Höhe des Zinsrisikos, sondern vielmehr um das relative Risiko der Banken im Vergleich untereinander, d.h. einem Ranking der Banken, dann spielt weniger das Zinsstrukturkurvenmodell sondern vielmehr die Wahl des Pass-Through Modells eine entscheidende Rolle. Der Wechsel von einem Pass-Through Modell zum anderen kann sogar zu einer Umkehrung des Risiko-Rankings führen.

Diese Ergebnisse führen zu einer Anzahl von Implikationen zum Umgang mit variabel verzinslichen Produkten: Liegt der Fokus primär auf der Bestimmung eines realistischen Barwertes, z.B. für eine intern durchzuführende Wertebestimmung, eine Bewertung im Rahmen von Fusionen und Übernahmen oder beim darauf folgenden Ansetzen des Premiums als immatriellen Vermögenswert gemäß IFRS oder US-GAAP, dann kann durchaus auch ein einfacheres Modell gewählt werden. Für eine möglichst akurate Bewertung ist es empfehlenswert, die intern angewendete Preissetzungspolitik bei der Modellierung der Kundenzinsdynamiken einzubinden und dies mit einem essentiell affinen Zinsstrukturkurvenmodell zu kombinieren.

Im Gegensatz dazu ist es für das interne Zinsrisikomanagement aber unerlässlich, eine bankindividuelle Pass-Through Modellauswahl und -kalibrierung durchzuführen und nach Möglichkeit ein $EA_1(3)$ Zinsstrukturkurvenmodell anzuwenden, da das Zinsrisiko auf Grund einer unpassenden Modellselektion deutlich über oder unterschätzt werden kann. Da variabel verzinsliche Produkte je nach Geschäftsmodell der Bank einen sehr bedeutenden Anteil an den Aktiva und den Passiva haben können, kann ein weniger aufwendiges oder pauschal angewendetes Modell dazu führen, das nicht nur das Zinsrisiko einzelner Positionen, sondern auch das der ganzen Bank falsch eingeschätzt wird. Selbstverständlich sind die essentiell affinen Zinsstrukturkurvenmodelle und speziell das $EA_1(3)$ Modell nicht die einzig zu empfehlenden Modelle, da gerade in diesem Bereich laufend Neuerungen und Erweiterungen veröffentlicht werden. Die vielfach in der Literatur zum Risikomanagement vorgeschlagenen Cox et al. (1985) oder Vasicek (1977) Standardmodelle sind hier allerdings nicht angemessen.

Für den Fall der Bankenaufsicht bekräftigen die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Ergebnisse die Vorgaben des Basel Committee on Banking Supervision

(2004a,b), wonach die Zinsrisikomessung von Positionen des Anlagebuchs auf der Basis von bankinternen Modellen zu erfolgen hat. Einheitlich von einer Aufsichtsbehörde vorgeschriebene Standardmodelle könnten zu stark verzerrten Zinsrisiko-Ergebnissen führen, insbesondere da bei einem falschen Pass-Through Prozess eine im Verhältnis zu anderen Banken risikoreichere Bank deutlich besser bewertet werden würde (und vice versa).

5.2 Geschäftssteuerungsszenarien einer exemplarischen Retail-Bank

5.2.1 Aufbau der exemplarischen Retail-Bank

Diese Analyse basiert auf einer exemplarischen Retail-Bank, welche nur Zinsprodukte anbietet und keine Handelsbankgeschäfte betreibt. Zweck dieses vereinfachten Aufbaus ist die Untersuchung unterschiedlicher Typen von Zinsprodukten und wie diese gemeinsam auf den *EVE* und das Zinsrisiko der Gesamtbank wirken. Unter unterschiedlich werden in diesem Zusammenhang Produktkategorien verstanden, welche deutlich unterschiedliche Pass-Through Dynamiken zeigen. Vereinfacht bedeutet, dass mehrere Produkte mit vergleichbarer Pass-Through Dynamik zu einer Kategorie zusammengefasst und durch das Produkt repräsentiert werden, auf welches das höchste Bestandsvolumen im Durchschnitt über den betrachteten Zeitraum Januar 2003 bis Juli 2009 entfällt.

Grundlage der exemplarischen Retail-Bank ist die deutsche Durchschnittsbank, widergespiegelt durch Durchschnittszinssätze aus der EWU Zinsstatistik der Deutschen Bundesbank. Auf Basis einer visuellen Inspektion und einem Vergleich aller in der Statistik verfügbaren Zeitreihen konnten drei charakteristische und voneinander gut unterscheidbare Kategorien von Krediten an Nichtbanken und drei gut unterscheidbare Kategorien von Einlagen von Nichtbanken ermittelt werden. Zusätzlich wird das Interbankengeschäft bzw. emittierte festverzinsliche Inhaberschuld-

verschreibungen über gleichgewichtete Portfolios revolvierender Kuponanleihen der selben anfänglichen Laufzeit repräsentiert; eines stellvertretend für die Aktiv-, eines stellvertretend für die Passivseite. Diese synthetischen Anleihen zahlen einen jährlichen Kupon, ihre Laufzeit entspricht der durchschnittlichen und auf eine Ganzzahl gerundeten anfänglichen Laufzeit der jeweiligen Seite der durchschnittlichen deutschen Bankbilanz. Die aus den obigen Annahmen resultierenden Produktkategorien, die darin enthaltenen Produkte und die Gewichte je Kategorie bezogen auf die Bilanzsumme ergeben sich aus Tabelle 5.9.

Wie man der Tabelle entnehmen kann, repräsentiert jede Produktkategorie mehrere Produkte bzw. Zeitreihen. Der Grund dafür liegt in der weiteren Differenzierung der Daten durch die Deutsche Bundesbank im Hinblick auf sektorale Unterteilungen und im Hinblick auf Unterscheidung nach Laufzeitbänder. Diese Differenzierung wird nur teilweise für die Bestandsvolumen übernommen, so dass sich weniger Zeitreihen zu den Volumen wiederfinden.

Wie bereits in Kapitel 3 angesprochen ergibt sich die Grundstruktur über das Nominalverhältnis zwischen dem Geschäft mit Banken und dem Geschäft mit Nichtbanken gemäß der monatlichen Bilanzstatistik. Die weitere Aufteilung innerhalb des Geschäfts mit Nichtbanken basiert auf den Bestandsvolumendaten der EWU Zinsstatistik. Die resultierenden Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Bilanzpositionen entsprechen dem gerundeten Durchschnitt über den Zeitraum Januar 2003 bis Juli 2009.

5.2.2 Preissetzungsverhalten, Wert und Zinsrisiko der Modellbank

Die zuvor vorgestellten Annahmen und Vereinfachungen hinsichtlich des Aufbaus einer exemplarischen Retail-Bank resultieren in einer durchschnittlichen deutschen Bank. Die Tabelle 5.10 stellt die Ergebnisse der Pass-Through Modell-Schätzung (vgl. Abschnitt 4.2.2), die Barwerte (vgl. Abschnitt 4.1) und die *IRE* (vgl. Abschnitt 4.4.1) jeder einzelnen Bilanzposition vor.

Tabelle 5.9: Bilanzpositionen der exemplarischen Retail-Bank

Bezeichnung	Repräsentiert durch	Code	Stellvertretend für	Min	Mittel	Max	12.2007	Volumencodes	Gewicht
Aktiva									
Kredite an Nichtbanken								OU0083	0,57
Überziehungskredite	Überziehungskredite an nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften	SUD123	SUD112, SUD123	5,01	6,37	7,26	7,15	SUD212+SUD223	0,06
Kredite bis 1 Jahr	Kredite an nichtfinanzielle Kapitalges. von über 1 Mio € variabel oder mit anfänglicher Zinsbindung bis 1 Jahr	SUD127	SUD116, SUD120 SUD124, SUD127 SUD113†	2,74	3,96	5,70	5,47	SUD026+SUD029+ SUD032−SUD212− SUD223	0,06
Kredite über 1 Jahr	Wohnungsbaukredite mit anfänglicher Zinsbindung von über 5 Jahren bis 10 Jahren	SUD118	SUD117, SUD118 SUD119, SUD121 SUD122, SUD125 SUD126, SUD128 SUD129 SUD114†, SUD115†	4,10	4,77	5,39	5,03	SUD027+SUD028+ SUD030+SUD031+ SUD033+SUD034	0,88
Kredite an Banken	Gleichgewichtetes rollierendes Portfolio von synthetischen 4-jährigen Staatsanleihen							OU0081	0,43
Passiva									
Einlagen von Nichtbanken								OU0191	0,41
Kontokorrentkonten	Tägl. fällige Einlagen v. priv. Haushalten	SUD101	SUD101, SUD107	0,88	1,40	2,09	1,83	SUD201+SUD207	0,37
Spareinlagen	Einlagen v. priv. Haushalten mit vereinbarter Kündigungsfrist bis 3 Monate	SUD105	SUD105, SUD106	1,79	2,20	2,64	2,46	SUD205+SUD206	0,35
Termineinlagen	Einlagen v. priv. Haushalten mit vereinbarter Laufzeit bis 1 Jahr	SUD102	SUD102, SUD103 SUD108, SUD109 SUD104‡, SUD110‡	1,29	2,65	4,51	4,22	SUD021+SUD022+ SUD023+SUD024	0,28
Einlagen von Banken	Gleichgewichtetes rollierendes Portfolio von synthetischen 4-jährigen Staatsanleihen							OU0001+OU0370	0,55
Equity									0,04

Diese Tabelle zeigt die Produktkategorien, welche zusammen die Bilanz der exemplarischen Retail-Bank bilden. Alle Produktkategorien, die das Nichtbanken-Geschäft betreffen, werden durch eine Zeitreihe aus der EWU Zinsstatistik der Deutschen Bundesbank repräsentiert. Diese stellvertretende Zeitreihe ist die Zeitreihe, die im Bezug auf das durchschnittliche Neugeschäft am wichtigsten in der jeweiligen Kategorie ist. Die übrigen Bankprodukte einer Kategorie bzw. die dazu gehörigen Zeitreihen mit vergleichbarer Dynamik sind mittels des offiziellen Bundesbank Codes angegeben. Für detaillierte Angaben zu den jeweiligen Zeitreihen, siehe Deutsche Bundesbank (2004a,b) und www.bundesbank.de/meldewesen/mw_bankenstatistik_ewustatistik.php. Min, Mittel, Max und 12.2007 stehen für den kleinsten, den mittleren, den höchsten und den zum Dezember 2007 herrschenden durchschnittlichen Produktzinssatz (in Prozentpunkte) der jeweiligen Zeitreihe über einen Zeitraum von Januar 2003 bis Juli 2009. Alle Zeitreihen, die die exemplarische Retail-Bank repräsentieren, sind mittels eines Augmented Dickey-Fuller Tests auf Stationarität getestet worden. Die Hypothese, dass keine Stationarität vorliegt, kann in allen Fällen zu einem 5% Signifikanzniveau nicht abgelehnt werden.
Das Interbanken-Geschäft wird auf der Aktivseite und auf der Passivseite jeweils über synthetische, einen jährlichen Kupon zahlende Anleihen repräsentiert. Deren Laufzeit ist gegeben durch die ganzzahlig gerundete Durchschnittslaufzeit der jeweiligen Bilanzseite. Für den Fall der Interbanken-Kredite schließt dies Geldmarktpapiere und durch andere Banken emittierte Wertpapiere ein. Bei Einlagen von anderen Banken werden auch selbst emittierte Wertpapiere mit einbezogen.
†Konsumentenkredite werden der jeweiligen Produktkategorie aus Vereinfachungsgründen zugeordnet, obwohl sie eine andere Dynamik als die übrigen Zeitreihen der Kategorie aufweisen. ‡Bedingt durch ein vernachlässigbares Neugeschäftsvolumen werden Einlagen mit Laufzeiten über 2 Jahre in der Kategorie für Termineinlagen aufgenommen, obwohl sie eine andere Dynamik als die übrigen Zeitreihen der Kategorie aufweisen.
Die Gewichtungsfaktoren für das Interbanken-Geschäft und das Nichtbanken-Geschäft sind abgeleitet von der monatlichen Bilanzstatistik der Deutschen Bundesbank (OU). Die Untergewichte für das Nichtbankengeschäft erfolgen gemäß den Daten aus der EWU Zinsstatistik (SUD). Alle Gewichte und Untergewichte repräsentieren das durchschnittliche Gewicht des Bestands an der Gesamtbilanz über den Zeitraum Januar 2003 bis Juli 2009.

Tabelle 5.10: Schätz- und Berechnungsergebnisse zur exemplarischen Retail-Bank

Pass-Through Modell	Marktzinssatz	p	h	φ	ω_0	ω_1	g^-	g^+	R^2
Aktiva									
Überziehungskredite	Eurepo-Tagesgeld	$0,0442^{***}$	$0,6619^{***}$	$-0,1257$	$0,2757^{***}$	$0,2041^{***}$	$0,0858^{***}$	$0,2924^{*}$	0,6546
		(0,002)	(0,072)	(0,082)	(0,045)	(0,053)	(0,032)	(0,159)	
Kredite bis 1 Jahr	1-monatiger Eurepo	$0,0109^{***}$	$1,0225^{***}$	$-0,0810$	0,0402	$0,5763^{***}$	$0,0946^{*}$	$0,5612^{**}$	0,6658
		(0,001)	(0,042)	(0,090)	(0,150)	(0,131)	(0,049)	(0,257)	
Kredite über 1 Jahr	10-jährige Spot Rate	$0,0115^{***}$	$0,8848^{***}$	$0,1386^{**}$	$0,0747^{***}$	$-0,0231$	$0,2845^{***}$	$0,4299^{***}$	0,7335
		(0,002)	(0,038)	(0,063)	(0,022)	(0,037)	(0,054)	(0,071)	
Passiva									
Kontokorrentkonten	Eurepo-Tagesgeld	$0,0029^{*}$	$0,4439^{***}$	0,1372	0,0377	0,0270	$0,1723^{***}$	0,0603	0,7576
		(0,002)	(0,076)	(0,113)	(0,025)	(0,029)	(0,047)	(0,040)	
Spareinlagen	2-jährige Spot Rate	$0,0084^{***}$	$0,5057^{***}$	$-0,2226^{***}$	$0,0540^{***}$	$-0,0766^{***}$	$0,2377^{***}$	$0,0500^{***}$	0,6381
		(0,002)	(0,080)	(0,072)	(0,019)	(0,023)	(0,043)	(0,013)	
Termineinlagen	1-monatiger Eurepo	$0,0081^{***}$	$0,8296^{***}$	$0,2692^{***}$	$-0,0305$	$0,3027^{***}$	$0,3553^{***}$	$0,0435^{***}$	0,8199
		(0,001)	(0,044)	(0,062)	(0,074)	(0,114)	(0,101)	(0,016)	

Bewertung	Marktzinssatz	$PV(0)$	Gewicht ω	$\omega PV(0)$	*IRE* −200 BP	*IRE* −50 BP	*IRE* 50 BP	*IRE* 200 BP
Aktiva								
Überziehungskredite	Short Rate	1,4048	0,0342	0,0480	3,95	6,20	5,80	5,22
Kredite bis 1 Jahr	1-monatige Spot Rate	1,2129	0,0342	0,0415	0,87	1,17	1,08	1,02
Kredite über 1 Jahr	10-jährige Spot Rate	1,0751	0,5016	0,5393	4,12	5,88	5,62	5,26
Kredite an Banken	4-jährige Rendite	1,0044	0,43	0,4319	1,76	1,94	1,93	1,90
Passiva								
Kontokorrentkonten	Short Rate	0,5864	0,1517	0,0890	3,50	6,01	5,51	4,82
Spareinlagen	2-jährige Spot Rate	0,7027	0,1435	0,1008	4,29	6,92	6,41	5,69
Termineinlagen	1-monatige Spot Rate	0,9417	0,1148	0,1081	1,62	3,00	2,83	2,54
Einlagen von Banken/ emittierte Wertpapiere	4-jährige Rendite	1,0044	0,55	0,5524	1,76	1,94	1,93	1,90
Net equity			**0,04**	**0,2104**	**6,25**	**8,21**	**7,98**	**7,72**

Der obere Abschnitt dieser Tabelle stellt die Ergebnisse der Pass-Through Modell-Regression $\Delta R_p(t_i) = \varphi \Delta R_p(t_{i-1}) + \omega_0 \Delta R_m(t_i) + \omega_1 \Delta R_m(t_{i-1}) + \left[g^+ I(t_i) + g^-(1 - I(t_i))\right]\left(R_p^e(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1})\right) + \epsilon(t_i)$ mit $R_p^e(t_{i-1}) = p + hR_m(t_{i-1})$ und $I(t_i) = I_{[R_p^e(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1}) > 0]}$ vor. Die Parameterschätzung für alle Produkte der Modellbank erfolgte simultan über ein System nichtlinearer Gleichungen um korrelierte Fehlerterme zu ermöglichen. Signifikanz zum 10%/5%/1%-Konfidenzlevel ist repräsentiert durch */**/***. Die Werte in Klammern spiegeln die durchschnittlichen Standardfehler wider. Diese sind bereinigt für heteroskedastische und autokorrelierte Residuen nach der Methode von Newey-West unter der Annahme von 4 Lags. Die Schätzung ist mittels der Software Stata, Version 10, durchgeführt worden.

Der untere Abschnitt der Tabelle zeigt sowohl die berechneten Barwerte und Zinselastizitäten der jeweiligen Bilanzposition als auch den resultierenden *EVE*, die sich bei Anwendung der obigen Schätzparameter des Pass-Through Modells ergeben. Die Bewertung basiert auf einer Monte Carlo Simulation mit 10.000 Pfaden. Der Zeithorizont entspricht 30 Jahren oder 360 Perioden, eine Zinszahlung erfolgt zum Ende jeder Periode. $PV(0)$ steht für den Barwert in Bezug auf 1 € Nominalwert, w.$PV(0)$ für den gewichteten Barwert. Die Monte Carlo Simulationen sind mittels der Software R, Version 2.7.2, durchgeführt worden.

Pass-through Schätzergebnisse

Der erste Teil, die Schätzergebnisse zum Pass-Through Modell, befindet sich in der oberen Hälfte der Tabelle. Alle Parameter entsprechen den grundsätzlichen Erwartungen und sind größtenteils signifikant. Das Modell zeigt bei den jeweiligen Zeitreihen eine gute Anpassungsgüte mit einem R^2 zwischen 64% im Falle von Spareinlagen und 82% bei Termineinlagen.

Der als langfristiger Basiszinssatz zu verstehende Parameter p ist höher bei Aktiv- und niedriger bei Passivpositionen wobei auf Überziehungskredite mit $0,0442$ der höchste Wert und auf Sichteinlagen mit $0,0029$ der niedrigste Wert entfällt. Dies ist im Rahmen der Erwartungen, da ersteres Produkt bekannt ist als die teuerste Möglichkeit Geld zu leihen und letzteres in der Regel nahezu keine Zinsen zahlt, insbesondere in Niedrigzinsphasen. Der Long-run Multiplier h, welcher auch als Kennziffer für die Marktzinssatzsensitivität interpretiert werden kann, ist positiv und neigt dazu, niedriger zu sein bei Produkten, für welche Kunden in der Regel eine schwache Preissensitivität aufweisen, wie z.B. bei Spareinlagen mit einem Wert von $0,5057$. Er ist höher bei Produkten, welche näher am Markt positioniert sind, wie z.B. kurzfristige Kredite mit einem Wert von $1,0225$.

Darüber hinaus lässt sich eine starke asymmetrische Anpassung für alle sechs Produkte feststellen, wobei sich alle Aktivpositionen entgegengesetzt zu den Passivpositionen anpassen. Für Aktiva ergibt sich bei der Anpassungsgeschwindigkeit g^+, welche in Zeiten von steigenden Marktzinssätzen zu tragen kommt, höhere Werte als für g^-, der relevante Faktor während sinkender Marktzinssätze. Dies erfolgt zugunsten der Produktmargen: Die schnelle Anpassung während steigender Marktzinsen verhindert bei Krediten ein Sinken der Margen, die langsame Anpassung während fallender Marktzinsen ermöglicht kurzfristig die Generierung von höheren Margen. Das entgegengesetzte Anpassungsmuster findet bei Einlagen statt, so dass ein vergleichbarer Gewinnverlauf erzielt werden kann.

Barwerte der exemplarischen Retail-Bank

Der zweite Teil der Untersuchung, die Ergebnisse zur Bestimmung der Barwerte, befindet sich im unteren linken Teil von Tabelle 5.10 und folgt ebenfalls den Erwartungen. Bezogen auf den besser interpretierbaren Konditionsbeitragsbarwert bzw. Nettobarwert (NPV, vgl. Abschnitt 4.1) lassen sich die höchsten Werte für Überziehungskredite $(0,4048)$ und Sichteinlagen $(0,4136)$, die niedrigsten Werte für Termineinlagen $(0,0583)$ und Kredite über einem Jahr Laufzeit (0,0751) feststellen. Letztere Produktgruppe, welche durch Wohnungsbaukredite bis zu 10 Jahre Laufzeit repräsentiert werden, folgen relativ schnell den Marktveränderungen, verdeutlicht durch den relativ hohen Wert des Long-run Multiplier h $(0,8848)$, und können somit nur eine vergleichsweise kleine Marge und einen niedrigen Nettobarwert generieren. Nichtsdestotrotz trägt der große Anteil an langfristigen Krediten deutlich zum Gesamtergebnis der Bank bei. Im Falle der Passiva gilt approximativ das gleiche für Termineinlagen, welche stärker am Markt orientiert sind als beispielsweise Spareinlagen.

Die Produkte mit dem höchsten Nettobarwert sind Sichteinlagen und Überziehungskredite, welche in der Regel zwei Seiten des selben Produktes darstellen. Die Kerneigenschaft hierbei besteht darin, Geldtransfer zu ermöglichen und kurzfristig Liquidität bereitzustellen. Im Gegenzug dafür werden höhere Margen im Form höherer Opportunitätskosten für den Kunden verlangt. Dies resultiert in hohen Kreditzinsen und niedrigen Einlagenzinsen und führt somit zu den hier festgestellten hohen Nettobarwerten.

Neben dem Geschäft mit Privat- und Geschäftskunden ist noch das Geschäft mit anderen Finanzinstitutionen zu erwähnen, d.h. die Interbanken-Kredite auf der einen Seite und die Einlagen von Banken auf der anderen Seite. Beides wird im Rahmen dieser Modellbank jeweils repräsentiert durch ein gleichgewichtetes, rollierendes Portfolio von Anleihen mit einheitlicher anfänglicher Laufzeit. Diese Laufzeit beträgt auf Grund der Struktur in der durchschnittlichen Bilanz deutscher Banken jeweils vier Jahre. Der Barwert der Interbanken-Kredite und der Einlagen von Ban-

ken unterscheidet sich leicht von eins, da die jeweiligen Portfolios aus Kuponanleihen mit nur jährlicher Ausschüttung bestehen.

Als Ergebnis des Modellaufbaus erhält man eine Bank mit einem Eigenkapital von 4% der nominellen Bilanzsumme, welches approximativ einer deutschen Standardbank entspricht. Ihr *EVE* beläuft sich auf $5,26$ € je Euro Nominalwert. Dies steht stellvertretend für eine Eigenkapitalrendite von rund 19% pro Jahr. Beachtet man weitere variable und fixe Kosten, so wie sie typischerweise in der Realität für z.B. Löhne und Mieten zusätzlich anfallen würden, dann ergibt sich ein realistisches Gesamtbild für die exemplarische Retail-Bank.

Zinsrisiko der exemplarischen Retail-Bank

Abschließend und am wichtigsten für die nachfolgende Analyse soll das sich für die Modellbank ergebene Zinsrisiko vorgestellt werden. Wie schon der Modellaufbau zeigt, lässt sich eine typische deutsche Bank dadurch charakterisieren, dass sie im Durchschnitt längere Laufzeiten bei Aktiva als bei Passiva eingeht und somit aktivische Fristentransformation betreibt. Dies impliziert, dass sie insbesondere sensitiv auf eine steigende Zinsstrukturkurve reagiert. Die positive *IRE* des *EVE* bestätigt, dass diese Vermutung nach wie vor zutrifft, d.h. selbst wenn man explizit das Preissetzungsverhalten bei der Bestimmung des Zinsrisikoexposures mitberücksichtigt. Beginnend mit den Kontokorrentkonten, d.h. mit eingeräumten Überziehungskrediten auf der einen Seite, sowie mit den korrespondierenden Sichteinlagen auf der anderen Seite, ergeben sich relativ hohe *IRE* zwischen 5 und 6. Dies kann anhand zweier Punkte begründet werden. Einerseits werden die Zinssätze dieser Produkte nur sporadisch verändert, so dass sich schwankende Margen über die Zeit und somit auch ein erhöhtes Zinsrisiko ergeben. Andererseits kann die *IRE* approximativ als Modified Duration interpretiert werden. Dann spiegeln die hohen Werte wider, dass diese Produkte über einen hohen Anteil an Bodensatz verfügen, so dass sich deutlich längere tatsächliche als vertragliche Laufzeiten ergeben. Beide Erklärungsansätze können analog auch für Spareinlagen herangezogen werden, da diese Produkte in der Regel von Kunden gehalten werden, die über wenig Bewusstsein für die aktuelle Marktsituation verfügen.

Zusammenfassend führt also der hohe Anteil langfristiger Kredite mit einer hohen Modified Duration (bzw. *IRE*) zu einer höheren durchschnittlichen Zinssatzsensitivität auf der Aktivseite als auf der Passivseite, so dass sich für die Gesamtbank insbesondere ein Risiko aus einer steigenden Zinsstrukturkurve ergibt. Demzufolge ist das resultierende *IRE* des *EVE* relativ hoch bei Werten von circa 7 bis 8. Dies bedeutet, dass ein positiver Parallelschock der Zinsstrukturkurve in Höhe von 200 BP, wie vom Basel Kommitee gefordert, in eine Wertreduzierung des Eigenkapitals von ungefähr 15% resultiert und damit unter der geforderten Grenze von 20% (Basel Committee on Banking Supervision, 2004b, S. 2) liegt.

5.2.3 Geschäftssteuerungsszenarien

Der nachfolgende Abschnitt stellt vor, wie sowohl das gesamte Zinsrisiko als auch der *EVE* einer Bank über das zugrunde liegende Geschäftsmodell gesteuert werden kann. Es soll damit der zweiten Frage nach den Zinsrisikoeffekten unterschiedlicher Bilanz- und Produktstrategien nachgegangen werden. Die Analyse besteht aus drei Unterabschnitten, welche sich mit einer Veränderung der Bilanzstruktur (siehe Abschnitt 5.2.3.1) und mit einer Veränderung der Preissetzungspolitik auseinandersetzen (siehe Abschnitt 5.2.3.2), letzteres ergänzt um den Sonderfall eines unverändert verbleibenden *EVE* (Abschnitt 5.2.3.3).

5.2.3.1 Aktiv-/Passiv-Steuerung

Die typische Bilanzstruktur einer Bank mit im Durchschnitt längeren Laufzeiten für Aktiva als für Passiva, so wie sie im vorherigen Abschnitt vorgestellt wurde, ist nicht notwendigerweise das Ergebnis von Marktkräften und der erhöhten Nachfrage nach langfristigen Krediten und kurzfristigen Einlagen. Es kann vielmehr auch auf die Strategie des Managements zurückgeführt werden, mehr oder weniger stabile zusätzliche Erträge aus der vorherrschenden normalen, d.h. ansteigenden, Zinsstruk-

turkurve erzielen zu wollen[26] oder im Vergleich ertragreichere Geschäfte gezielt zu präferieren.

Nachfolgend soll aufgezeigt werden, wie ein gradueller Austausch einer Bilanzpositionen gegen eine andere, jeweils getrennt für die Aktivseite und die Passivseite, zu einer Veränderung des Zinsrisikoexposures und zu einer Veränderung des *EVE* der exemplarischen Retial-Bank führen kann. Im Falle einer Bank, welche aktivische Fristentransformation betreibt, würde man ein geringeres Zinsrisiko erwarten, wenn eine Aktivposition mit einer langen Laufzeit gegen eine mit einer kurzen Laufzeit getauscht wird. Das gleiche gilt für den Austausch einer Passivposition mit kurzer Laufzeit gegen eine mit einer langen Laufzeit. Dies trifft jedoch nicht immer zu, wie die nachfolgende Analyse anschaulich zeigt. Separiert nach Aktivpositionen und Passivpositionen stellen die Abbildungen 5.2 und 5.3 vor, auf welche Weise ein paarweiser Austausch die *IRE* und den *EVE* der Bank verändern kann.

Wie in Abbildung 5.2 beispielsweise die linke, obere Grafik zeigt, geht die *IRE*[27] des *EVE* von circa 14 auf -2 zurück, während der Nominalanteil der Kredite an Banken von 0 auf circa 83% ansteigt[28] und der der Kredite über einem Jahr Laufzeit im Gegenzug von circa 83% auf 0% reduziert wird. Gleichzeitig nimmt der *EVE* von etwa 0,24 auf 0,18 ab. Im letzten Randfall, d.h. einer theoretischen Bank, welche keine Kredite über einem Jahr Laufzeit anbietet, hat sich die Modellbank zu einer Bank mit leichter passivischer Fristentransformation gewandelt, so dass sie nun insbesondere sensitiv auf einen negativen Schock in der Zinsstrukturkurve reagiert.

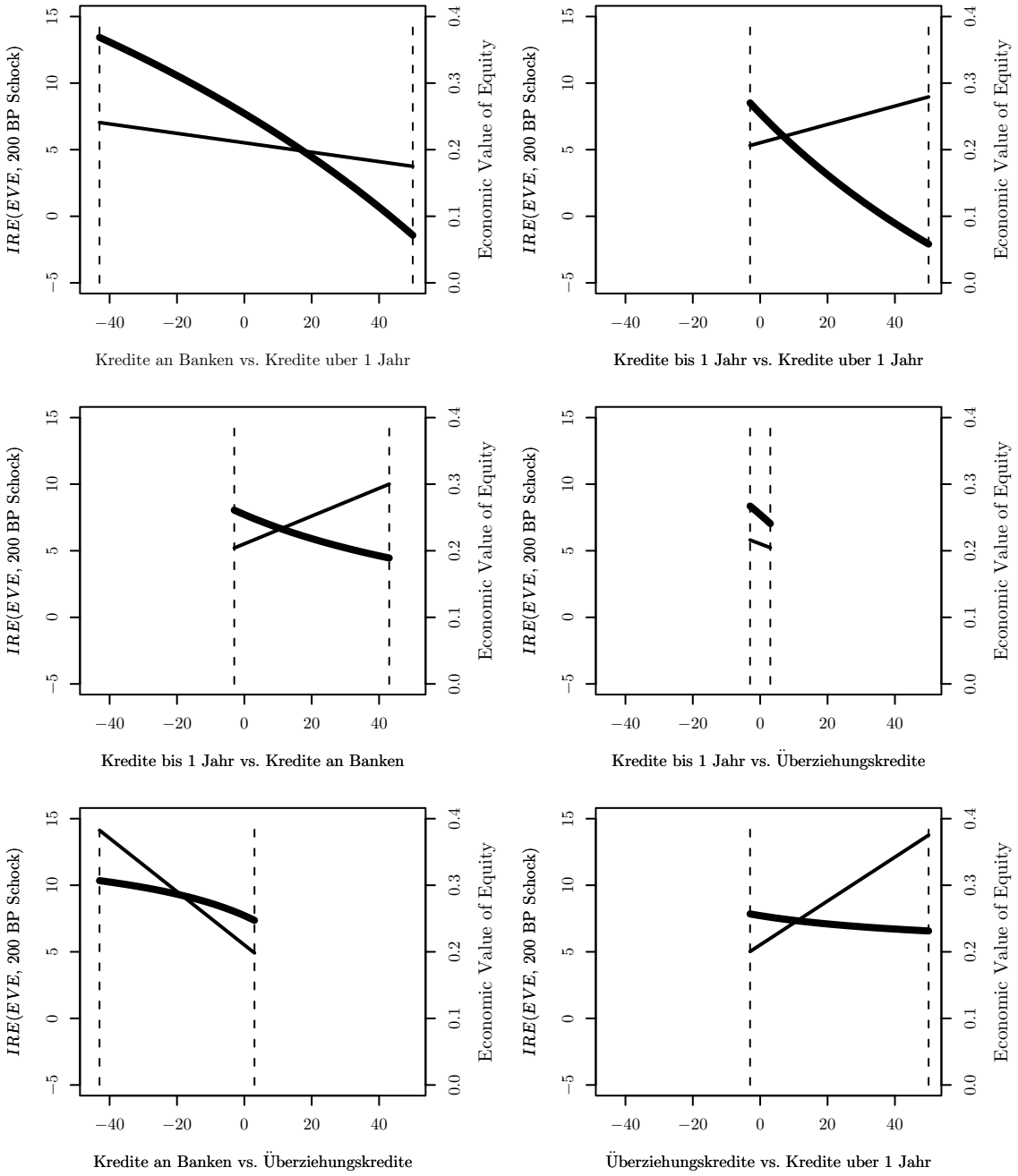
Wie bereits angedeutet kann der allgemeinen Lehrmeinung, dass weniger Risiko mit geringerem Gewinn einherzugehen hat nicht immer zugestimmt werden. In drei der

[26] Selbstverständlich kann der hier unterstellten Bilanzstruktur jederzeit über das Eingehen von Swap-Geschäften entgegen gewirkt werden. Für diese Basisszenarien wird allerdings von einer klassischen Modellbank ausgegangen, welche keine derivativen Produkte nutzt.

[27] Alle der nachfolgenden Beispiele basieren auf einer *IRE* eines positiven 200 BP Parallelschocks der Zinsstrukturkurve. Wenn nicht anders angegeben, ergeben sich vergleichbare Ergebnisse für alle anderen untersuchten Schocks.

[28] Hier dargestellt als Prozentpunkteveränderung von -43% bis $+50,16\%$ im Vergleich zum Status Quo der exemplarischen Retail-Bank.

Abbildung 5.2: Aktiva-Szenarien



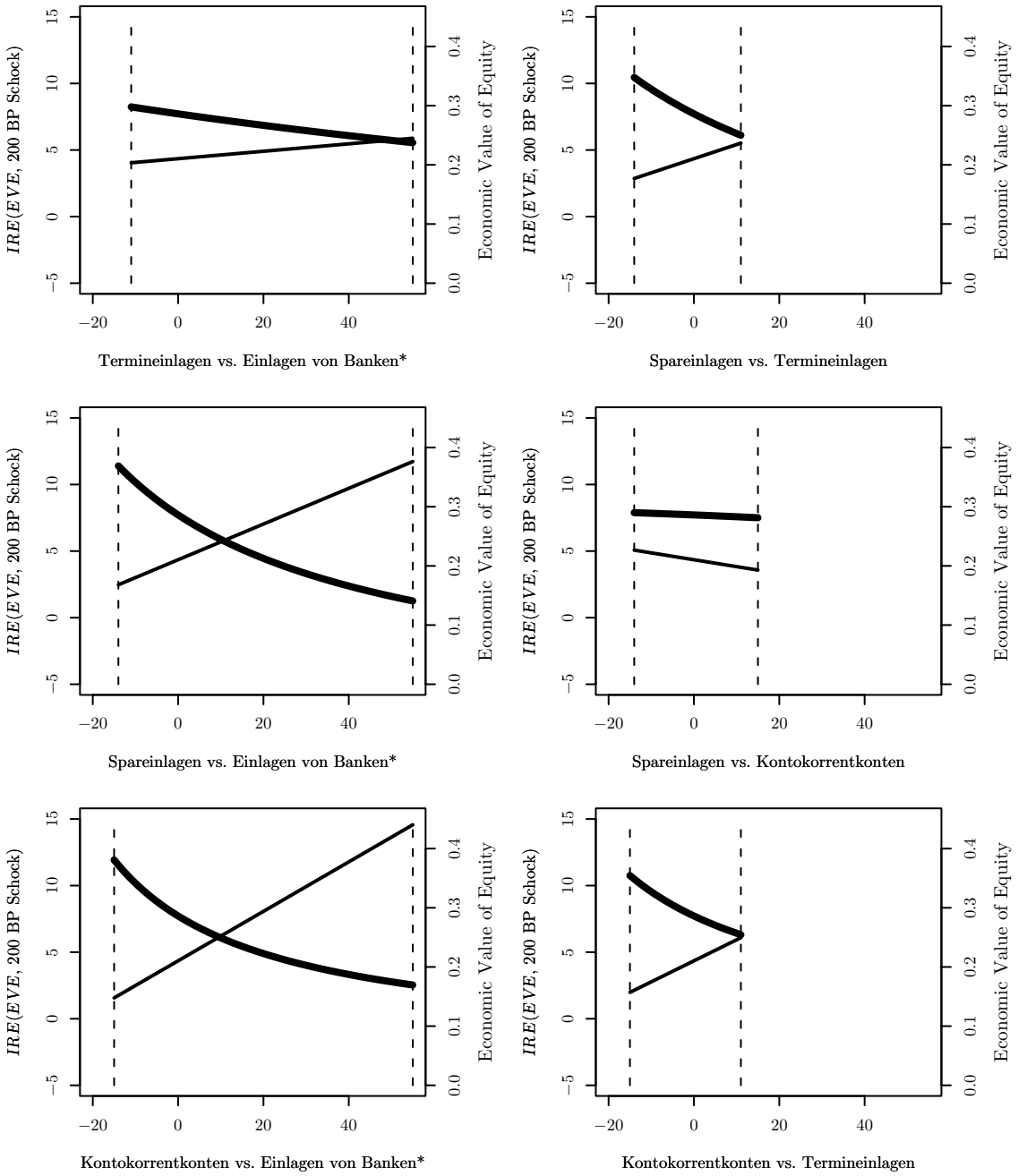
Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, dicke Linie) des Economic Value of Equity (*EVE*, dünne Linie) für einen positiven 200 BP Parellelschock der Zinsstrukturkurve als Funktion einer Prozentpunkteveränderung im Nominalwert der erstgenannten Position. Eine Erhöhung des Anteils der ersten Position geschieht dabei im Gegenzug für eine Verringerung des Anteils der zweitgenannten Position in Höhe des selben Nominalvolumens. Alle anderen Aktiva und Passiva verbleiben wie in Tabelle 5.10 vorgestellt.
Die Begrenzungslinien signalisieren den auf Grund der vorgegebenen Bilanzstruktur der exemplarischen Retail-Bank möglichen Rahmen der gegenseitigen Substitution.

sechs untersuchten Fälle führt eine Reduktion des Zinsrisikos zu einer Erhöhung des *EVE*. So resultiert beispielsweise eine Ausweitung der Kredite bis zu einem Jahr Laufzeit im Austausch für Kredite über einem Jahr Laufzeit in einer deutlich geringeren *IRE* und in einem gesteigerten *EVE*. Dies ist nachvollziehbar, da ein Produkt mit einem hohem Nettobarwert von $0,21$ und einer geringen *IRE* von $1,02$ als Ersatz für ein Produkt mit einem geringen Nettobarwert von $0,08$ und hoher *IRE* von $5,26$ dient.

Vergleichbare Abhängigkeiten können auch für den Fall der Verbindlichkeiten nachgewiesen werden, wobei sogar bei fünf von sechs Fällen ein geringere *IRE* einher geht mit einem höheren *EVE*. Allerdings hat eine Veränderung in der Struktur der Passiva nicht eine so starke Auswirkung auf die *IRE* des *EVE* wie im Fall der Aktiva. Erhöht die Bank beispielsweise ihren Nominalwert an Sichteinlagen um 11 Prozentpunkte im Gegenzug für einen geringeren Anteil an Termineinlagen, dann steigt der *EVE* von etwa 0,21 auf 0,25 gefolgt von einer Reduktion der *IRE* von 7,7 auf circa 6. Dies ist verständlich, da ein Produkt mit höherem Nettobarwert ausgetauscht wird als Ersatz für eines mit geringerem Nettobarwert. Das mit den Sichteinlagen verbundene höhere Zinsrisiko kann ausgeglichen werden durch einen stärkeren Anstieg im Nettobarwert, so dass das relative Risikomaß *IRE* sich verringert.

Die hier präsentierte Studie gibt nur einen ersten Einblick in die Abhängigkeiten zwischen zwei unterschiedlichen Produktkategorien und zeigt mögliche Szenarien auf. Für eine genauere Analyse ist es selbstverständlich unumgänglich, interne Kostenstrukturen zu integrieren. So führt zwar die Annahme von weniger Einlagen von anderen Banken im Austausch für Einlagen von Privat- oder Geschäftskunden zu einer Verbesserung des *EVE*. Dies resultiert aber auch in höheren relativen Kosten aus der Kundenbetreuung, welche hier nicht berücksichtigt wurden. Ebenso wären mehr Spareinlagen aus Sicht der Bank wünschenswert, da diese die *IRE* und das *EVE* der gesamten Bank verbessern können. Dies ist aber in einem großen Umfang nicht ohne weiteres möglich, da deren Vorteil insbesondere auf den nicht-kompetitiven Produktzinssätzen beruht.

Abbildung 5.3: Passiva-Szenarien



Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, dicke Linie) des Economic Value of Equity (*EVE*, dünne Linie) für einen positiven 200 BP Parellelschock der Zinsstrukturkurve als Funktion einer Prozentpunkteveränderung im Nominalwert der erstgenannten Position. Eine Erhöhung des Anteils der ersten Position geschieht dabei im Gegenzug für eine Verringerung des Anteils der zweitgenannten Position in Höhe des selben Nominalvolumens. Alle anderen Aktiva und Passiva verbleiben wie in Tabelle 5.10 vorgestellt.
Die Begrenzungslinien signalisieren den auf Grund der vorgegebenen Bilanzstruktur der exemplarischen Retail-Bank möglichen Rahmen der gegenseitigen Substitution.
*Inklusive eigene emittierte Wertpapiere.

5.2.3.2 Preissetzungsverhalten

Unterschiedliches Preissetzungsverhalten von Banken wird im Rahmen dieser Arbeit dadurch widergespiegelt, dass die Parameter des im Tabelle 5.10 vorgestellten Pass-Through Modells verändert werden. Die Schätzparameter spezifizieren im Grundsatz, wie eng die Bank ihre Zinssätze an den Markt koppelt und in welcher Art und Weise sie die Anpassung der Kundenzinssätze als Reaktion auf Marktzinssatzveränderungen durchführt. Die Analyse der durch unterschiedliche Anpassungsstrategien bedingten Effekte geschieht anhand der zwei wichtigsten Elemente des in Gleichung 4.10 gegebenen asymmetrischen Pass-Through Modells. Diese sind auf der einen Seite gegeben durch das langfristige Gleichgewicht und auf der anderen Seite durch die Anpassungsgeschwindigkeit zum Gleichgewicht. Es wird daher untersucht, wie sensitiv der *EVE* der exemplarischen Modellbank und das daraus resultierende Zinsrisiko auf eine Variation in diesen beiden Elementen reagieren.

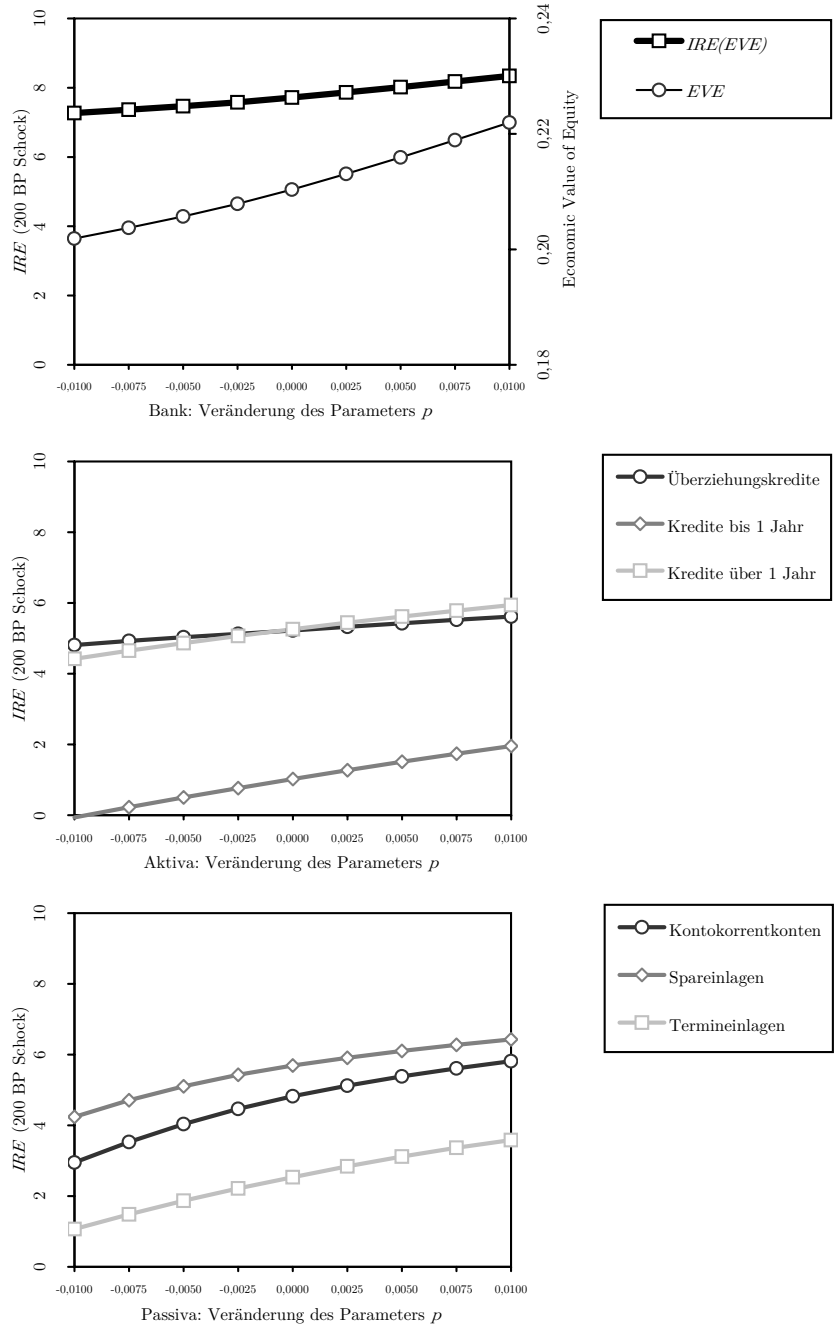
Langfristige Gleichgewichtsbeziehung

Unterschiedliche Strategien hinsichtlich des langfristigen Gleichgewichts zwischen Markt- und Kundenzinssatz werden durch Veränderungen der Parameter p und h ausgedrückt und in den Abbildungen 5.4 und 5.5 präsentiert. Dabei zeigt Abbildung 5.4 für jede Bilanzposition, wie sich auf Grund von Veränderungen des Basiszinssatzes p deren jeweiliges Zinsrisiko anpasst und zu verändertem *EVE* und Zinsrisiko auf Gesamtbankebene führt, gegeben alle anderen Parameter verbleiben unverändert bestehen. Der Parameter p kann dabei als langfristige Minimalverzinsung verstanden werden, die unabhängig von der aktuellen Marktlage besteht.

Abbildung 5.5 basiert auf dem gleichen Untersuchungsdesign, nun allerdings als Funktion des Parameters h. Dieser Parameter wird auch als long-run Multiplier bezeichnet und kann als Zinssatzsensitivität des langfristigen Gleichgewichtszinssatzes verstanden werden. Er spiegelt demzufolge wider, in welchem Umfang, d.h. wie vollständig Marktzinssatzveränderungen auf den Gleichgewichtszinssatz wirken.

Als ein Beispiel zu den durch eine Variation des Parameters p bedingten Effekten soll das sich dadurch verändernde Zinsrisiko für Überziehungskredite angeführt wer-

Abbildung 5.4: Veränderung im langfristigen Gleichgewicht - Basisverzinsung p



Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, 200 BP Schock) in Abhängigkeit einer Veränderung des Parameters p der jeweiligen Produktkategorie. Der daraus resultierende Economic Value of Equity (*EVE*) und dessen *IRE* ergeben sich aus der ersten Grafik. Die Ergebnisse für Aktivpositionen und Passivpositionen sind aus der zweiten und dritten Grafik zu ersehen. Der Parameter p bezieht sich auf das für die exemplarische Retail-Bank definierte Pass-Through Modell (Gleichung 4.17) und repräsentiert die Konstante der langfristigen Gleichgewichtsbeziehung zwischen Produkt- und Marktzinssatz. Der Parameter kann demzufolge als langfristige Basisverzinsung interpretiert werden. Der Start der komparativen Analyse ist gegeben durch die Parameterschätzwerte der exemplarischen Retail-Bank wie in Tabelle 5.10 dargestellt. Dies wird hier als eine Veränderung von 0 bezeichnet. Vergleichbare Ergebnisse lassen sich auch für alle anderen untersuchten Parallelschocks der Zinsstrukturkurve, d.h. für einen -200, -50 und $+50$ BP Schock, zeigen.

den. Erhöht sich p von $0,0342$ auf $0,0542$, dann steigt die *IRE* von $4,81$ auf $5,62$.[29] Diese Erhöhung der *IRE* bei steigendem p gilt ohne Ausnahme auch für alle anderen untersuchten Produkte. Dies ist nachvollziehbar, da es stellvertretend für einen Gleichgewichtszinssatz mit einen dann höheren fixen Anteil steht und somit stärker schwankende Margen zwischen Markt- und Kundenzinssätzen verursacht.

Für die durch den Parameter h bedingten Effekte auf das Zinsrisiko werden erneut die Überziehungskredite als Beispiel angeführt. Eine Veränderung von einer niedrigen Marktzinssatz-Sensitivität in Höhe von $h = 0,3619$ bis zu einer hohen Sensitivität von $0,9619$ führt zu einer deutlichen Verringerung der *IRE* von $7,08$ auf $3,86$. Dies ist bei allen Produkten zu beobachten und spiegelt wider, dass eine enge Anbindung an den Markt einher geht mit einem geringen Zinsrisiko.

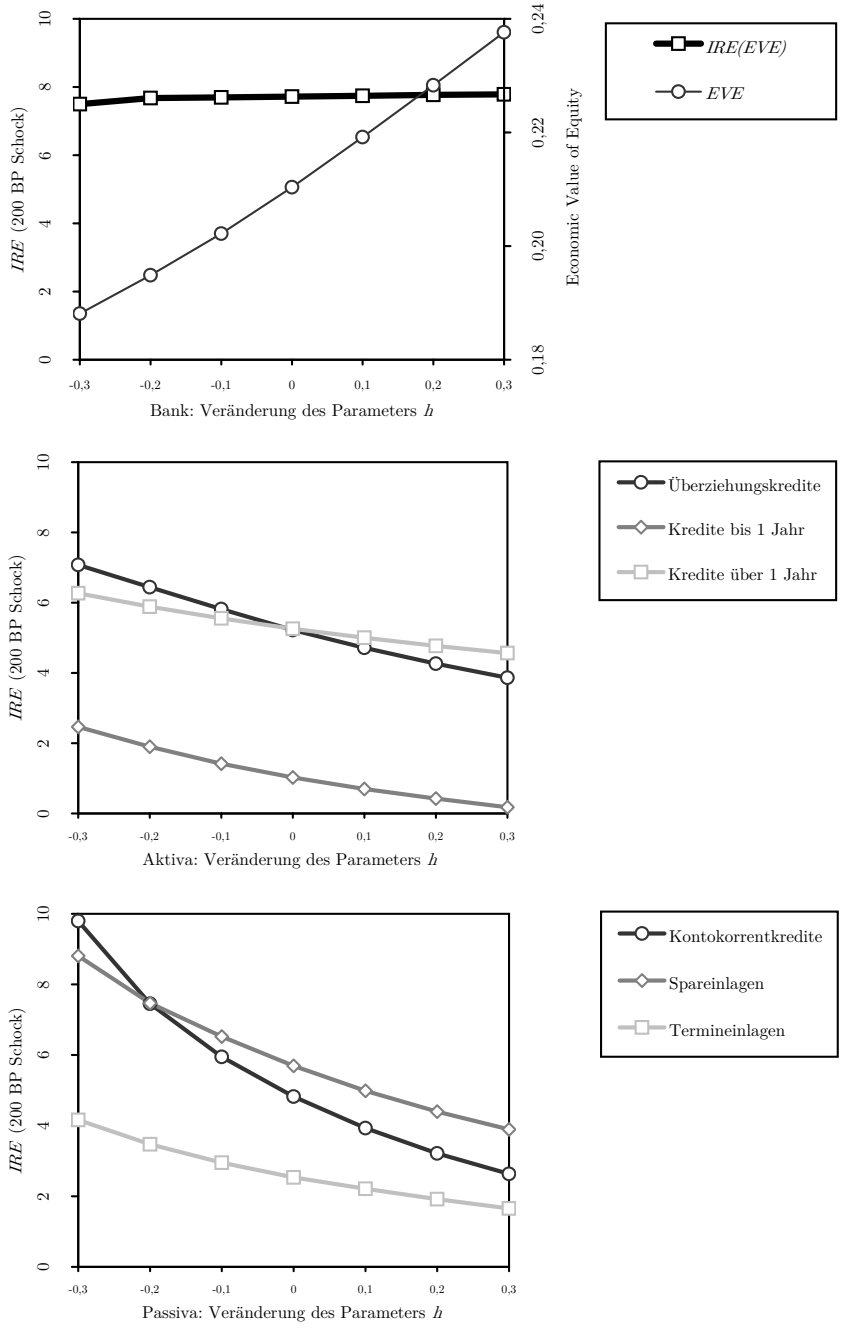
Als Konsequenz für die exemplarische Retail-Bank bedeutet dies in beiden Fällen, d.h. sowohl für die Basisverzinsung p als auch für den long-run Multiplier h, dass der *EVE* mit einer Erhöhung des jeweiligen Parameters ansteigt. Dies gilt grundsätzlich auch für alle sonstigen Banken, solange die Aktiva die Verbindlichkeiten übersteigen und solange der Einfluss auf beide Bilanzseiten vergleichbar ausfällt. Eine Erhöhung der Barwerte des Vermögens und eine Erhöhung der Barwerte der Verbindlichkeiten führt zu steigenden Nettobarwerten auf der Aktivseite und fallenden Nettobarwerten der Verbindlichkeiten. Sowohl eine positive Veränderung von p als auch eine positive Veränderung von h resultiert im Durchschnitt in einem höherem langfristigen Gleichgewichtszinssatz, was wiederum die Margen auf der Kreditseite erhöht aber die der Einlagenseite verringert.

Anpassungsgeschwindigkeit

Der zweite Teil der Analyse besteht aus der Untersuchung des Grads der asymmetrischen Anpassung, d.h. der Anpassungsgeschwindigkeit hin zur langfristigen Gleichgewichtsbeziehung. Eine mehr oder weniger asymmetrische Anpassung der Kundenzinssätze wird durch eine gleichzeitige Änderung der Parameter g^- und g^+

[29] Dies wird in den Grafiken dargestellt als eine Veränderung von p um $-0,01$ bis $+0,01$ bzw. um -100 BP bis +100 BP.

Abbildung 5.5: Veränderung im langfristigen Gleichgewicht - Zinssatzsensitivität h



Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, 200 BP Schock) in Abhängigkeit einer Veränderung des Parameters h der jeweiligen Produktkategorie. Der daraus resultierende Economic Value of Equity (*EVE*) und dessen *IRE* ergeben sich aus der ersten Grafik. Die Ergebnisse für Aktivpositionen und Passivpositionen sind aus der zweiten und dritten Grafik zu ersehen. Der Parameter h bezieht sich auf das für die exemplarische Retail-Bank definierte Pass-Through Modell (Gleichung 4.17) und repräsentiert den long-run Multiplier der langfristigen Gleichgewichtsbeziehung zwischen Produkt- und Marktzinssatz. Der Parameter kann demzufolge als langfristige Zinssatzsensitivität interpretiert werden. Der Start der komparativen Analyse ist gegeben durch die Parameterschätzwerte der exemplarischen Retail-Bank wie in Tabelle 5.10 dargestellt. Dies wird hier als eine Veränderung von 0 bezeichnet. Vergleichbare Ergebnisse lassen sich auch für alle anderen untersuchten Parallelschocks der Zinsstrukturkurve, d.h. für einen -200, -50 und $+50$ BP Schock, zeigen.

abgebildet. Diese simultane Veränderung der Parameter reflektiert unterschiedliche Preissetzungsstrategien ausgehend von einem hohen Grad an Asymmetrie über geringere Grade bis hin zu einer symmetrischen Zinsanpassung. Das Ergebnis der Analyse wird in Abbildung 5.6 präsentiert.

Diese Abbildung zeigt exemplarisch für unterschiedliche Grade d der Asymmetrie die Wert- und Risikosituation der Modellbank an. Dabei steht ein positiver Grad für eine höhere Asymmetrie und ein negativer Grad für eine geringere Asymmetrie in der Anpassung im Vergleich zur Ausgangssituation gegeben durch die exemplarische Retail-Bank. Zur Anwendung kommen sechs unterschiedliche Grade, wobei die Abstufung der Geschwindigkeiten in exponentiellen Schritten geschieht. Es werden zwei Szenarien mit höherer Asymmetrie, drei mit geringerer Asymmetrie und der Fall der symmetrischen Anpassung untersucht, analog ausgedrückt durch $d = [2, 1, 0, -1, -2, -3, -4]$.

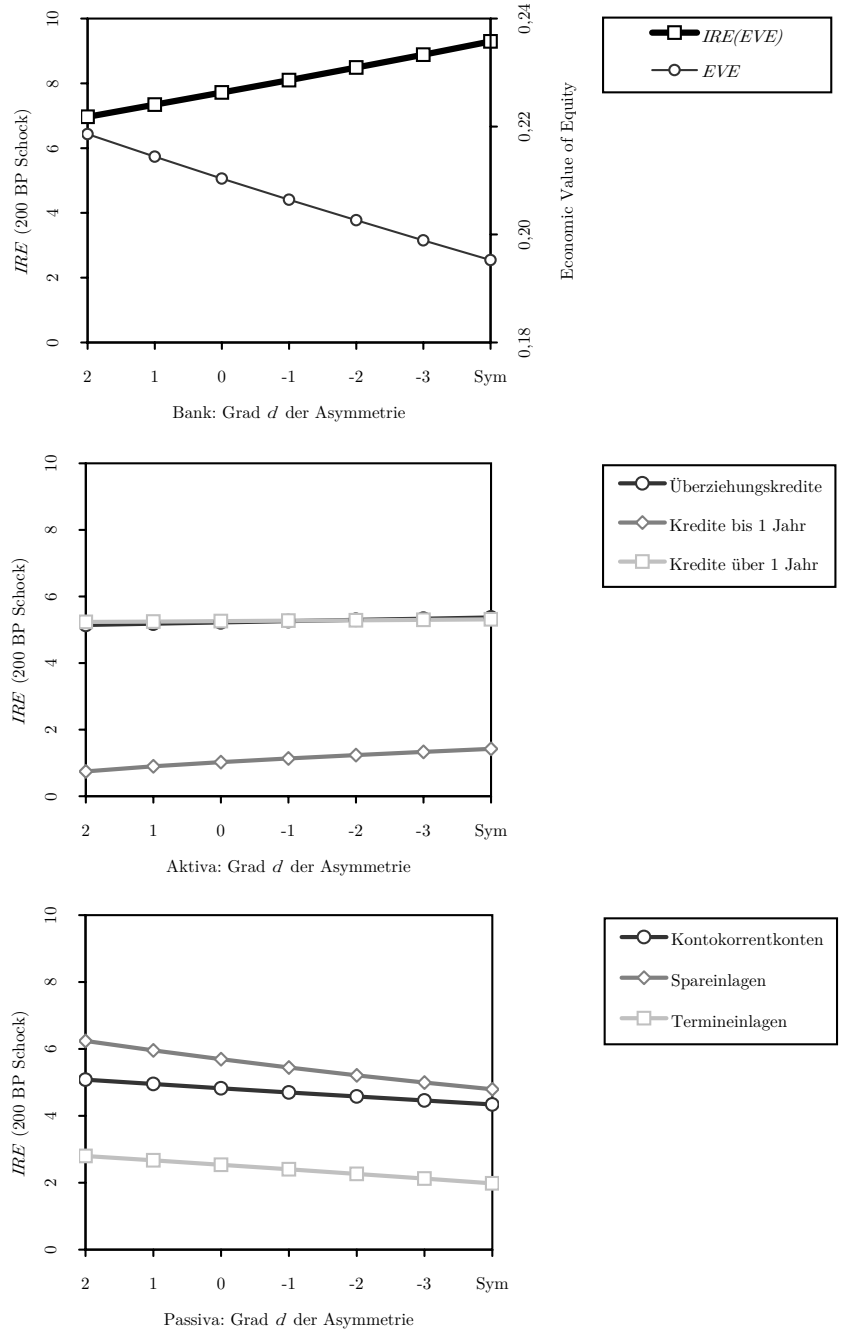
Der exponentielle Faktor f zur Bestimmung der Schrittweiten ist gegeben durch

$$f_a = \left(\frac{g^+}{g^-}\right)^{1/8} - 1 \text{ und } f_l = \left(\frac{g^-}{g^+}\right)^{1/8} - 1, \tag{5.3}$$

wobei f_a für den Faktor von Aktivpositionen und f_l für den von Passivpositionen steht. Daraus resultieren neue Anpassungsgeschwindigkeiten in Höhe von $g^-(1 + f_a)^{-d}$ und $g^+(1 + f_a)^d$ in Falle der Aktiva sowie $g^-(1 + f_l)^d$ und $g^+(1 + f_l)^{-d}$ für die Passiva.

Verändert man beispielsweise die Asymmetrie in der Anpassung von Überziehungskreditzinsen vom Grad $d = 2$ mit $g^- = 0,063$ und $g^+ = 0,397$ zu $d = -4$, d.h. hin zu einer symmetrischen Anpassung mit $g^- = g^+ = 0,158$, dann führt dies nur zu einer marginalen Veränderung des Zinsrisikos ($IRE = 5,15$ auf $IRE = 5,37$). Auf Gesamtbankebene hat eine Reduktion der Asymmetrie wie erwartet geringere Nettobarwerte für alle Produkte zur Folge und somit auch einen geringeren *EVE*. Da das nominelle Risiko nicht im gleichen Umfang reduziert wird, steigt das relative Zinsrisikomaß *IRE* für die gesamte Bank von einem Wert von circa sieben auf ungefähr neun an. Umgekehrt bedeutet dies aber auch, dass eine Bank, die eine hohe

Abbildung 5.6: Veränderung der Asymmetrie im Anpassungsprozess



Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, 200 BP Schock) in Abhängigkeit einer Veränderung des Grads d in der Asymmetrie der Anpassungsgeschwindigkeiten g^- und g^+. Der daraus resultierende Economic Value of Equity (*EVE*) und dessen *IRE* ergeben sich aus der ersten Grafik. Die Ergebnisse für Aktivpositionen und Passivpositionen sind aus der zweiten und dritten Grafik zu ersehen. Die Parameter g^- und g^+ beziehen sich auf das für die exemplarische Retail-Bank definierte Pass-Through Modell (Gleichung 4.17) und bestimmen die Anpassungsgeschwindigkeit hin zum langfristigen Gleichgewicht. Der Start der komparativen Analyse ist gegeben durch die Parameterschätzwerte der exemplarischen Retail-Bank wie in Tabelle 5.10 dargestellt und hier als $d = 0$ bezeichnet. Ein positiver Grad steht für eine höhere Asymmetrie, ein negativer Grad für eine geringere Asymmetrie im Anpassungsprozess. Gegenstand der Untersuchung sind 6 Asymmetriegrade von exponentieller Schrittweite mit zwei Szenarien höherer Asymmetrie, drei Szenarien geringerer Asymmetrie und einem symmetrischen Szenario, ausgedrückt durch $d = [2, 1, 0, -1, -2, -3, -4]$. Vergleichbare Ergebnisse lassen sich auch für alle anderen untersuchten Parallelschocks der Zinsstrukturkurve, d.h. für einen -200, -50 und $+50$ BP Schock, zeigen.

Asymmetrie durchsetzen kann, nicht nur im Bezug auf das Ergebnis gegenüber einer Durchschnittsbank im Vorteil ist. Sie ist auch einem geringeren Zinsrisiko ausgesetzt.

Wie im vorangegangenen Abschnitt gilt auch für diesen Teil, dass eine Bank selbstverständlich nicht vollkommen unabhängig ist in ihren Zinssatzentscheidungen bzw. dass sie diese nicht ohne weiteres fällen kann, ohne auch Konsequenzen für ihren Marktanteil in Kauf nehmen zu müssen. Diese Analyse soll daher lediglich isoliert aufzeigen, welche Konsequenzen für den Wert und das Zinsrisiko der Bank als Reaktion auf bestimmte Entscheidungen zu erwarten wären.

5.2.3.3 Wertneutrales Preissetzungsverhalten

Der letzte Teil der Analyse entspricht dem voran gegangenen Abschnitt, allerdings diesmal unter der Nebenbedingung von konstanten Barwerten für jede Produktkategorie und somit auch einem konstanten *EVE*. Dies erlaubt auf der einen Seite, Zinsrisikoeffekte herauszufiltern, welche nur auf einem unterschiedlichen Pass-Through Verhalten, aber nicht auf einem sich ändernden Wert der Bank beruhen. Auf der anderen Seite zeigt es mögliche Strategien bzw. Wirkungsweisen auf, die es ermöglichen das Zinsrisiko zu steuern ohne damit sogleich eine Wertminderung der Bank bzw. eine Verringerung der langfristigen Ergebnislage herbeizuführen.

Der Fokus der Untersuchung liegt erneut auf den beiden wichtigsten Elementen des Pass-Through Modells, dem langfristigen Gleichgewicht und der Anpassungsgeschwindigkeit. Beiden liegen jeweils zwei Parameter zugrunde, die Basisverzinsung p und der long-run Multiplier h beim langfristigen Gleichgewicht und die Anpassungsgeschwindigkeiten g^- und g^+ für steigende Zinsen und für fallende Zinsen bei der asymmetrischen Kundenzinsanpassung. Untersucht wird jeweils der Trade-off zwischen den beiden Parametern der Gleichgewichtsbeziehung und den beiden Parametern des Anpassungsprozesses, d.h. unter Annahme eines neuen Wertes für den ersten Parameter wird unter der Nebenbedingung eines konstanten Barwerts ein neuer Wert für den zweiten Parameter bestimmt. Die Neubestimmung des zweiten Parameters erfolgt über einen nichtlinearen Optimierungsalgorithmus, welcher

zu den sogenannten PORT Routines gehört. Dabei wird für die Analyse von einer realistischen Bandbreite für die jeweiligen Parameter ausgegangen.

In anderen Worten lautet die Frage, ob ein barwertneutraler Trade-off der Parameter zu einer Veränderung des Zinsrisikos der Bank führt. Die Ergebnisse dazu werden in zweierlei Art präsentiert: Die nach einer Neuparameterisierung jeweils neu bestimmten korrespondierenden Parameter sind in Tabelle 5.11 zu finden. Die dadurch verursachte Veränderung in der *IRE* wird in Abbildung 5.7 für die langfristige Gleichgewichtsbeziehung und in Abbildung 5.8 für unterschiedliche Anpassungsgeschwindigkeiten dargestellt.

Langfristige Gleichgewichtsbeziehung

Die Veränderung der langfristigen Gleichgewichtsbeziehung zwischen Markt- und Kundenzinsen ist im oberen Teil von Tabelle 5.11 zu finden. Wie man an den Ergebnissen der Optimierung erkennen kann, lässt sich eine klare Trade-off Beziehung zwischen der Konstanten p und dem Faktor h identifizieren. Mit einer höheren Basisverzinsung p muss die Zinssatzsensitivität h als Kompensation geringer ausfallen um einen gleich hohen Nettobarwert erzielen zu können. So führt z.B. bei Überziehungskrediten eine Erhöhung von p um $+75$ BP zu einer Reduzierung von h von $0,6619$ auf $0,5206$, so dass das Produkt weniger marktabhängig wird. Gleichermaßen resultiert aus einem höher vorgegebenen h ein niedrigeres p wie eine entgegengesetzte (hier nicht gezeigte) zweite Analyse hervorbringt. In diesem Fall fällt beispielsweise bei Überziehungskrediten p von $0,0442$ auf $0,0279$, wenn das korrespondierende h um $+0,3$ erhöht wird.

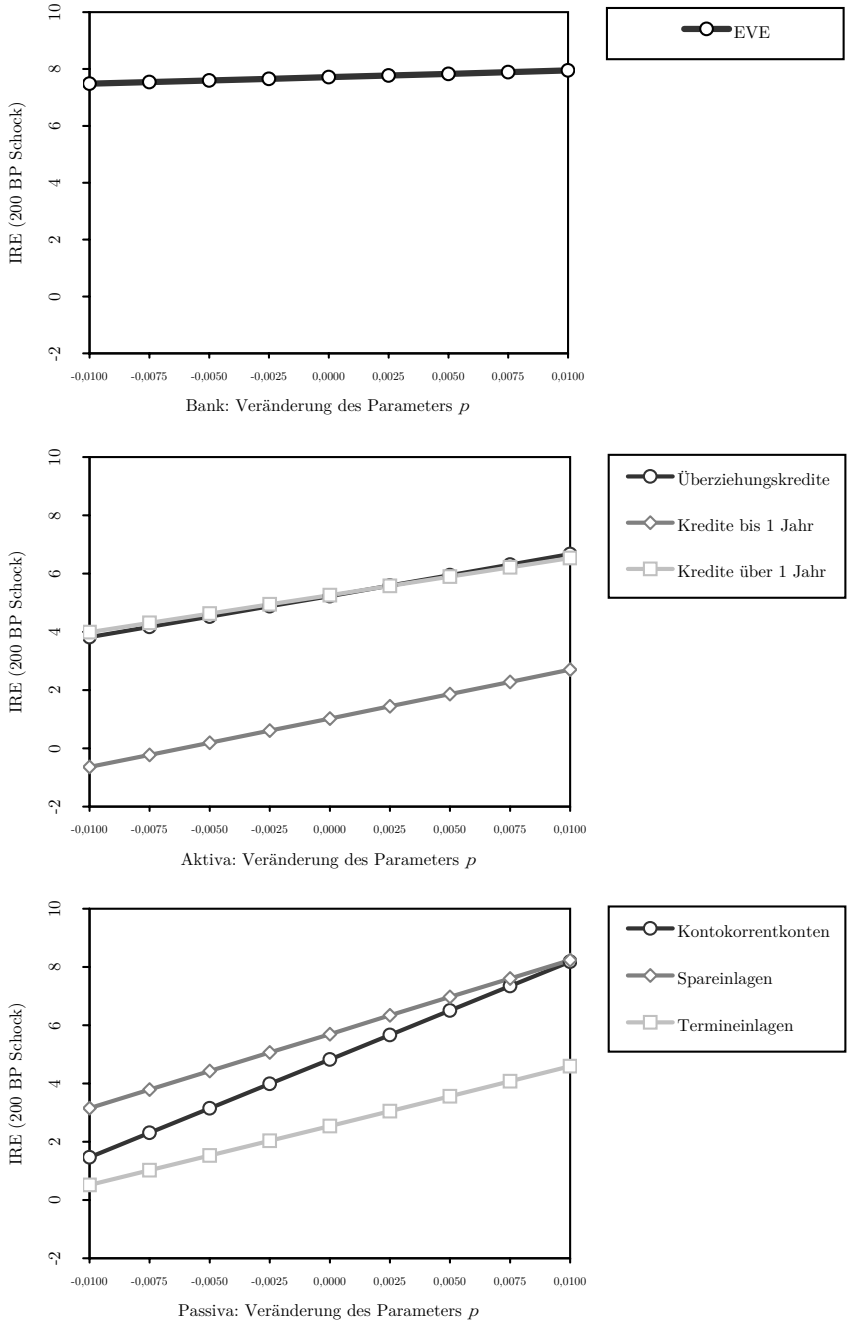
Die Konsequenz dieses Trade-offs im Bezug auf das Zinsrisiko geht aus Abbildung 5.7 hervor. Demnach führt ein höherer Basiszinssatz p und eine daraus resultierende Verringerung der Zinssatzsensitivität h zu einem Anstieg des Zinsrisikoexposures, da die Marge bzw. der Wert des Produkts dann einer höheren Volatilität ausgesetzt ist. Variiert man die Veränderung von p von -100 bis $+100$ BP und wird der Barwert entsprechend des zugrundeliegenden Untersuchungsaufbaus konstant gehalten, dann verändert sich die *IRE* von Überziehungskrediten von circa 4 zu 6. Die gleichen

Gegeben einer Änderung in Parameter p um									
	-0,01	-0,0075	-0,005	-0,0025	0	0,0025	0,005	0,0075	0,01
Unter der Nebenbedingung der Barwertneutralität optimierten Parameter h									
Überziehungskredite	0,8451	0,7989	0,7526	0,7064	0,6619	0,6137	0,5672	0,5206	0,4736
Kredite bis 1 Jahr	1,2063	1,1603	1,1143	1,0683	1,0225	0,9762	0,93	0,8838	0,8375
Kredite über 1 Jahr	1,0742	1,0268	0,9793	0,9318	0,8848	0,8369	0,7894	0,7419	0,6945
Kontokorrentkonten	0,6503	0,5986	0,5469	0,4952	0,4439	0,3921	0,3407	0,2893	0,2381
Spareinlagen	0,7115	0,6595	0,6076	0,5558	0,5057	0,4524	0,4009	0,3494	0,2981
Termineinlagen	1,0448	0,9906	0,9365	0,8824	0,8296	0,7745	0,7207	0,6671	0,6138

Gegeben einer Änderung der schnelleren Seite des Anpassungsprozesses (g^+ bei Krediten / g^- fbei Einlagen) korrespondierend zum Grad d der Asymmetrie														
	2		1		0		−1		−2		−3		−4	
	g^-	g^+	g^-	g^+	g^-	g^+	g^-	g^+	g^-	g^+	g^-	g^+	g^-	g^+
Überziehungskredite	0,1334	0,3973	0,1151	0,3408	0,0858	0,2924	0,0852	0,2509	0,073	0,2152	0,0623	0,1846	0,0528	0,1584
Kredite bis 1 Jahr	0,1474	0,8759	0,1178	0,7012	0,0946	0,5612	0,0774	0,4492	0,063	0,3596	0,0513	0,2878	0,0416	0,2304
Kredite über 1 Jahr	0,3315	0,4767	0,3127	0,4527	0,2845	0,4299	0,2781	0,4083	0,2622	0,3878	0,2472	0,3682	0,2329	0,3497
Kontokorrentkonten	0,224	0,0672	0,1964	0,0634	0,1723	0,0603	0,1511	0,0564	0,1325	0,0531	0,1162	0,05	0,1019	0,0471
Spareinlagen	0,3511	0,0525	0,2889	0,0504	0,2377	0,05	0,1956	0,0462	0,1609	0,0441	0,1324	0,0419	0,109	0,0398
Termineinlagen	0,6005	0,0579	0,4619	0,0492	0,3553	0,0435	0,2733	0,0365	0,2102	0,0316	0,1617	0,0275	0,1243	0,0238

Der obere Teil dieser Tabelle stellt die optimierten Parameter h vor, die sich auf Grund einer vorgegebenen Veränderung in p unter der Nebenbedingung konstanter Barwerte für alle Bilanzpositionen ergeben.
Der untere Teil listet die optimierte langsamere Seite des Anpassungsprozesses auf, die sich auf Grund einer Veränderung der schnelleren Seite unter der Nebenbedingung konstanter Barwerte für alle Bilanzpositionen ergeben. Die schnellere Seite steht für g^+ im Fall von Krediten und g^- im Fall von Einlagen.
Die Parameter p, h, g^- und g^+ beziehen sich auf das Pass-Through Modell, welches in Abschnitt 4.2.3.1 vorgestellt wird: $\Delta R_p(t_i) = \varphi \Delta R_p(t_{i-1}) + \omega_0 \Delta R_m(t_i) + \omega_1 \Delta R_m(t_{i-1}) + \left[g^+ I(t_i) + g^-(1 - I(t_i))\right] \left(R_p^e(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1})\right)$ mit $R_p^e(t_{i-1}) = p + hR_m(t_{i-1})$ und $I(t_i) = I_{[R_p^e(t_{i-1}) - R_p(t_{i-1}) > 0]}$.
Der Start der komparativen Analyse wird mit $d = 0$ bezeichnet und ist gegeben durch die exemplarische Retail-Bank, wie sie in Tabelle 5.10 präsentiert wird.
Die vorgegebenen Parameter der schnelleren Seite entsprechen den Werten zu den 6 Asymmetrie-Szenarien wie sie in Abschnitt 5.2.3.2 vorgestellt werden.
Die Analyse wird mittels eines nichtlinearen Optimierungsalgorithmus (PORT Routine) auf Basis einer 500-Pfade Simulation durchgeführt.

Abbildung 5.7: Barwertneutrale Veränderung des langfristigen Gleichgewichts



Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, 200 BP Schock) in Abhängigkeit einer Veränderung des Parameters p der jeweiligen Produktkategorie unter der Nebenbedingung von konstanten Barwerten bei allen Produkten. Die *IRE* des Economic Value of Equity (*EVE*) ergibt sich aus der ersten Grafik. Die Ergebnisse für Aktivpositionen und Passivpositionen sind aus der zweiten und dritten Grafik zu ersehen. Der Parameter p bezieht sich auf das für die exemplarische Retail-Bank definierte Pass-Through Modell (Gleichung 4.17) und repräsentiert die Konstante der langfristigen Gleichgewichtsbeziehung zwischen Produkt- und Marktzinssatz. Der Start der komparativen Analyse ist gegeben durch die Parameterschätzwerte der exemplarischen Retail-Bank wie in Tabelle 5.10 dargestellt. Dies wird hier als eine Veränderung von 0 bezeichnet. Auf Basis eines neu definierten p wird ein neuer Wert für den long-run Multiplier h unter Zuhilfenahme eines nichtlinearen Optimierungsalgorithmus und der Nebenbedingung konstanter Barwerte für alle Bilanzpositionen (auf Basis einer 500-Pfade-Simulation) bestimmt. Die finale Neubewertung erfolgt mittels 10.000 Pfade. Mit einer Änderung von p wird die langfristige Basisverzinsung verändert, eine Änderung von h resultiert in einer veränderten langfristigen Marktzinssatzsensitivität.
Vergleichbare Ergebnisse lassen sich auch für alle anderen untersuchten Parallelschocks der Zinsstrukturkurve, d.h. für einen -200, -50 und $+50$ BP Schock, zeigen. Das gleiche gilt für eine entgegengesetzt aufgebaute Analyse, d.h. für vordefinierte h und daraufhin optimierte p.

Abhängigkeiten lassen sich für die entgegengesetzte Analyse feststellen. Verändert man bei Überziehungskrediten beispielsweise den ursprünglichen Wert von h um $-0,3$ bis zu $+0,3$ und p hat entsprechend zu reagieren, dann verringert sich die *IRE* von etwa $7,5$ auf $3,5$.

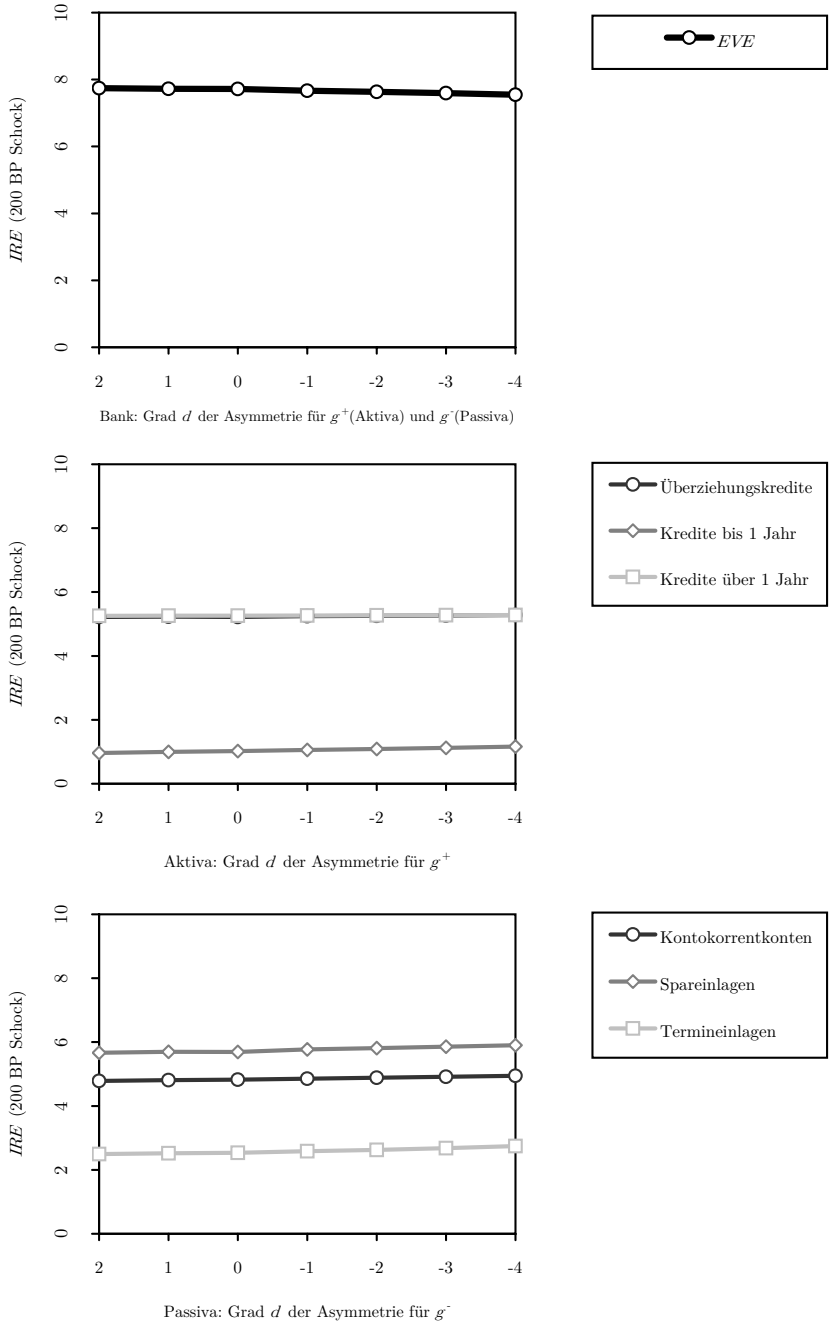
Anpassungsgeschwindigkeit

Die Untersuchung der Abhängigkeiten innerhalb des Anpassungsmechanismus basiert auf der Analyse des Grades der Asymmetrie in Abschnitt 5.2.3.2. Es wird jeweils die schnellere Seite des Anpassungsprozesses als neu gegeben angenommen, d.h. die zum jeweiligen Grad der Asymmetrie korrespondierenden g^+ im Falle von Krediten und g^- im Falle von Einlagen. Der jeweils gegensätzliche Parameter des Anpassungsmechanismus wird wiederum über den zuvor angeführten Optimierungsalgorithmus unter der Nebenbedingung konstanter Barwerte bestimmt.

Im Gegensatz zu Abschnitt 5.2.3.2 ist das Ergebnis der Optimierung nicht eine niedrigere oder höhere Asymmetrie per se. Die Beschränkung auf unverändert verbleibende Barwerte führt dazu, dass sich der neu bestimmte Parameter in die gleiche Richtung verändert wie auch der neu vorgegebene Parameter. Im Grundsatz bedeutet dies, dass der Anpassungsprozess als ganzes schneller oder langsamer wird, so dass das Produkt stärker oder schwächer an den Markt gebunden wird, ohne dass die Asymmetrie der Anpassung selbst nennenswert variiert. Verändert man beispielsweise g^+ von Überziehungskrediten entsprechend einem zusätzlichen Grad in der Asymmetrie, d.h. von einem Wert von $0,2924$ auf $0,3408$, dann ändert sich g^- in die gleiche Richtung von $0,0858$ auf $0,1151$. Die gleiche Reaktion kann auch für alle anderen Produkte identifiziert werden.

Überraschenderweise reagiert die *IRE* nur marginal auf eine Verlangsamung oder Beschleunigung des Anpassungsprozesses. Die Nebenbedingung konstanter Barwerte führt offensichtlich zu sich ausgleichenden Effekten im Bezug auf das Zinsrisikoexposure. Während beispielsweise g^- und g^+ von Überziehungskrediten von $0,1334$ bzw. $0,3973$ auf $0,0528$ bzw. $0,1584$ angepasst werden, bleibt die *IRE* nahezu konstant und fällt lediglich von $7,74$ auf $7,55$. Eine gleichgerichtete Verschiebung der Anpas-

Abbildung 5.8: Barwertneutrale Veränderung der Asymmetrie



Diese Grafiken zeigen die Zinselastizität (*IRE*, 200 BP Schock) in Abhängigkeit einer Veränderung der schnelleren Seite des Anpassungsprozesses und einer Optimierung der langsameren Seite unter der Nebenbedingung eines konstanten Barwerts. Die *IRE* des Economic Value of Equity (*EVE*) ergibt sich aus der ersten Grafik. Die Ergebnisse für Aktivpositionen und Passivpositionen sind aus der zweiten und dritten Grafik zu ersehen. Die Analyse bezieht sich auf das für die exemplarische Retail-Bank definierte Pass-Through Modell (Gleichung 4.17) und unterstellt unterschiedliche Szenarien für den Anpassungsprozess hin zum langfristigen Gleichgewicht gegeben durch die Parameter g^- und g^+. Die schnellere Seite steht für g^+ im Fall von Krediten und g^- im Fall von Einlagen. Der Start der komparativen Analyse ist gegeben durch die Parameterschätzwerte der exemplarischen Retail-Bank wie in Tabelle 5.10 dargestellt und hier als $d = 0$ bezeichnet. Auf Basis der zu den Asymmetriegraden korrespondierenden Werten für die schnellere Seite des Anpassungsprozesses (siehe Tabelle 5.11) wird ein neuer Wert für die langsamere Seite unter Zuhilfenahme eines nichtlinearen Optimierungsalgorithmus und der Nebenbedingung konstanter Barwerte für alle Bilanzpositionen (auf Basis einer 500-Pfade-Simulation) bestimmt. Die finale Neubewertung erfolgt mittels 10.000 Pfade.
Vergleichbare Ergebnisse lassen sich auch für alle anderen untersuchten Parallelschocks der Zinsstrukturkurve, d.h. für einen -200, -50 und $+50$ BP Schock, zeigen. Das gleiche gilt für eine entgegengesetzt aufgebaute Analyse, d.h. für vordefinierte Werte der langsameren Seite und daraufhin optimierten Werten für die schnellere Seite.

sungsgeschwindigkeiten g^- und g^+ unter der Intention, die langfristige Ergebnissituation beizubehalten, ermöglicht daher keine Modifizierung des Zinsrisikoexposures eines Produktes bzw. der ganzen Bank.

5.2.4 Zwischenfazit und Implikationen

Im zweiten Teil dieser Arbeit wurde sich mit der Frage beschäftigt, welche Auswirkungen auf das gesamte Zinsrisiko einer Bank zu erwarten sind, wenn unterschiedliche Strategien hinsichtlich der Fristentransformation und des Preissetzungsverhaltens bei zinstragenden Produkten angewendet werden. Es kann gezeigt werden, dass es nicht nur wichtig ist, ein einzelnes zinstragendes Produkt richtig hinsichtlich seines Wertes und Zinsrisikos zu beurteilen, es ist auch entscheidend einen all-umfassenden Blick auf die ganze Bank zu werfen. Die relevanten Ergebnisse können folgendermaßen zusammengefasst werden: Die Fokussierung auf den Grad der Fristentransformation als Proxy für die Höhe des eingegangenen Zinsrisikos einer Bank, wie vielfach üblich, ist bei weitem nicht ausreichend. Eine unterschiedliche Preissetzungspolitik kann ebenfalls deutlich das Zinsrisiko einer Bank beeinflussen. Banken, die eine vergleichbare Bilanzstruktur und einen vergleichbaren ökonomischen Wert haben, aber einer unterschiedlichen Preissetzungspolitik folgen, können auch einem deutlich anderen Zinsrisiko ausgesetzt sein. Darüber hinaus zeigt sich, dass sehr allgemein gehaltene Regularien zur Bewertung des eingegangenen Zinsrisikos es den Banken erlauben, ihr ausgewiesenes Zinsrisiko über leichte Änderungen der Model- oder Parameterannahmen stark zu verändern.

Geht man von einer durchschnittlichen Bank mit aktivischer Fristentransformation als Referenz aus, dann können Bilanzszenarien die eine Ausweitung von Kreditvolumina mit kürzerer Laufzeit oder von Einlagenvolumina mit längerer Laufzeit darstellen, ein im Vergleich niedrigeres Zinsrisiko bewirken. Der gleiche Effekt würde sich für das ausgewiesene Zinsrisiko ergeben, wenn die Annahmen über die Laufzeiten dort modifiziert werden, wo Basel II keine klaren Vorgaben definiert, wie beispielsweise bei Wahlmöglichkeiten zu Laufzeitbändern. Beide Zinsrisikoeffekte, seien es

die realen oder nur die, die sich für ein Risikoreport ergeben, sind soweit bekannt und auch so erwartet.

Da jedoch die von einer Bank angebotenen Zinsprodukte unterschiedliche Cash Flow Eigenschaften haben, können Geschäftsmodelle, die für eine unterschiedliche Allokation der angebotenen Produkte stehen, ebenso zu gänzlich unterschiedlichen Ergebnissen führen; sei es in Bezug auf das Zinsrisiko oder in Bezug auf den ökonomischen Wert. Das Gleiche gilt für den Pass-Through eines jeden Bankprodukts. Es kann gezeigt werden, dass Preisstrategien, die eine höhere Asymmetrie im Anpassungsprozess der Kundenzinsen beinhalten, nicht nur zu einem höheren ökonomischen Wert sondern auch zu einer besseren Zinsrisikosituation einer Bank beitragen können. Darüber hinaus kann eine Bank einem geringeren Zinsrisiko ausgesetzt sein, wenn sie ihre Kundenzinssätze näher am Marktgeschehen orientiert als andere Banken, und trotz allem über den gleichen ökonomischen Wert verfügen.

Daraus ergeben sich mehrere Implikationen für Banken und die Bankenaufsicht. Das weit verbreitete und auch geforderte Management über Laufzeit- oder Durations-Bänder ist nach wie vor eines der wichtigsten Faktoren für das Controlling von Zinsrisiken. Nichtsdestotrotz zeigt diese Arbeit, dass auch die Werteigenschaften eines jeden Produktes beachtet werden müssen, um über die Zinsrisikohöhe einer Bank eine Aussage treffen zu können. In Abhängigkeit von den gegebenen Wahlmöglichkeiten bei einem Risikomanagementsystem kann eine Bank das ausgewiesene Zinsrisiko deutlich verändern, ohne dass sich am zugrundliegenden Geschäftsmodell etwas geändert hätte. Als Beispiele dienen unterschiedliche Annahmen hinsichtlich der unterstellten Laufzeiten oder des verwendenten Preissetzungsmodells. Demzufolge mag zwar ein Standardmodell ein guter Startpunkt sein, der aber nicht ausreichend ist um eine verlässliche Einschätzung des tatsächlich eingegangenen Zinsrisikos liefern zu können. Darüber hinaus gibt diese Arbeit eine weitere wichtige Implikation für das Banken-Management: die Entscheidung für oder gegen Fristentransformation ist nicht die einzige Frage, die im Rahmen des Managements von Zinsrisiken getroffen werden muss. Es ist auch wichtig einschätzen zu können, welche Zinsrisikoeffekte sich auf Grund der eigenen Preis- und Marktpolitik ergeben.

Kapitel 6

Schlussbetrachtung

Die Überwachung von Zinsrisiken im Anlagebuch einer Bank bildet in den Eigenkapitalvorschriften von Basel II bisher eine untergeordnete Rolle. In welchem Umfang diese überwacht und gesteuert werden hängt weitestgehend von der jeweiligen Bank selbst ab. In dieser Arbeit wird deutlich, dass Veränderungen in der Zinsstrukturkurve gerade bei variabel verzinslichen Produkten direkt zu einer Veränderung der heutigen und zukünftigen Gewinne führt und so nicht nur die Wert- sondern auch die Risikosituation der Bank unmittelbar beeinflusst. Es wird darüber hinaus deutlich, dass es unabdingbar ist, die sich zusammen ergebenden Zinsrisikoeffekte aller Produkte einer Bank anzuschauen und bei deren Management nicht nur über das Eingehen oder Nicht-Eingehen von Fristentransformation zu entscheiden, sondern sich auch der Wirkung der eigenen Kundenzinspolitik bewusst zu sein.

Das Basel Committee on Banking Supervision (2009a) macht deutlich, dass diesem Thema zur Zeit ein sehr hoher Stellenwert beigemessen und durch viele Banken bereits umfangreich gemanagt wird. Das Consultative Document zur Stärkung der Beruhigungsentwicklungen an den Finanzmärkten (Basel Committee on Banking Supervision, 2009b) zeigt darüber hinaus, dass Zinsrisiken als systemisches Risiko erkannt worden sind und in Zukunft auch stärker reguliert und überwacht werden sollen. Eine der wichtigsten Aufgaben besteht dabei, die sich aus variabel verzinslichen Produkten ergebenden Optionalitäten im Bank- und Kundenverhalten an-

gemessen zu beurteilen (Basel Committee on Banking Supervision, 2009a, S. 7, S. 53–54). Der Beitrag der bankindividuellen Zinssetzungspolitik für variabel aber auch festverzinsliche Produkte zum Zinsrisiko der gesamten Bank wurde bisher höchstens indirekt erwähnt und sollte auf Grund der hier festgestellten Effekte noch stärker in die Regularien eingebunden werden.

Der Fokus dieser Arbeit sind Zinsrisiken, die Analysen erfolgen unter ceteris paribus Annahmen um die rein aus Zinsveränderungen resultierenden Effekte isoliert betrachten zu können. Das Basel Committee on Banking Supervision (2009a, S. 58) macht aber zu Recht auf viele weitere Faktoren aufmerksam, die indirekt das Zinsrisiko einer Bank beeinflussen können. Zu den wichtigsten Risiken dabei gehört sicherlich das Volumenrisiko, welches jedoch nicht handelbar ist und dementsprechend auch nicht in Form eines Derivats über einen kapitalmarkttheoretischen Ansatz angemessen bewertet werden kann. Volumenrisiken werden in den bisherigen Arbeiten zu Zinsrisiken, wenn überhaupt, in der Regel nur sehr rudimentär in Form von linearen oder exponentiellen Verläufen berücksichtigt. Die Voruntersuchungen für diese Arbeit anhand umfangreicher, auf Einzelbanken beruhender monatlicher Bestandsdaten der Deutschen Bundesbank zeigen jedoch, dass das Volumenrisiko nur zu einem Teil durch Zinsveränderungen hervorgerufen wird und vielmehr auch beispielsweise saisonal und konjunkturell getrieben ist. Dies bedarf einer eigenen dedizierten Untersuchung da insbesondere zu erwartende Wachstumsraten für die zukünftigen Volumen eine besondere Herausforderung darstellen.

Zu den weiteren Treibern von Zins- und Volumenrisiken gehören, wie vom Basel Committee angesprochen, beispielsweise die allgemeine Marktlage, die Kundenbeziehungen, die Marktmacht der jeweiligen Banken oder sonstige kommerzielle Rahmenbedingungen. Darüber hinaus ergeben sich selbstverständlich Abhängigkeiten zwischen Kredit- und Zinsrisiken sowie zwischen Positionen des Handelsbuchs und des Anlagebuchs.

Der hier verwendete Modellaufbau, die aus den einzelnen Untersuchungen resultierten Ergebnisse und die zuvor kurz angesprochenen weiteren Abhängigkeiten machen die enorme Komplexität von Risikomanagementsystemen in Banken deutlich. Es

kann, wie auch hier geschehen, auf vielfältige Art gezeigt werden, dass es nicht nur wichtig ist, diese Systeme auf- und auszubauen, sondern dass es ganz entscheidend ist, ein adäquates, auf die spezifische Bank zugeschnittenes Modell zu verwenden. Letztendlich funktioniert ein Modell aber nur dann verlässlich, wenn das für die Modellkalibrierung unterstellte Verhalten sich auch zukünftig vergleichbar einstellt. Da der Markt für Finanz- und Bankprodukte keinen allgemeingültigen Naturgesetzen folgt, ist selbst nach einer erfolgreichen Einführung ein ständiger Backtest unerlässlich.

Literaturverzeichnis

Ausubel, L. M., 1991. The failure of competition in the credit card market. American Economic Review 81 (1), 50–81.

Basel Committee on Banking Supervision, 2004a. International convergence of capital measurement and capital standards – a revised framework. Bank for International Settlements.

Basel Committee on Banking Supervision, 2004b. Principles for the management and supervision of interest rate risk. Bank for International Settlements.

Basel Committee on Banking Supervision, 2009a. Range of practices and issues in economic capital frameworks. Bank for International Settlements.

Basel Committee on Banking Supervision, 2009b. Strengthening the resilience of the banking sector. Bank for International Settlements, Consultative Document.

Batereau, L., 2009. Termingeldkonto (Fest- und Kündigungsgeld). In: Derleder, P., Knops, K.-O., Bamberger, H. G. (Hrsg.), Handbuch zum deutschen und europäischen Bankrecht. Springer, Berlin, S. 1185–1201.

Bollerslev, T., Wooldridge, J. M., 1992. Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time-varying covariances. Econometric Reviews 11 (2), 143–172.

Borio, C. E. V., Fritz, W., 1995. The response of short-term bank lending rates to policy rates: A cross-country perspective. Bank for International Settlements, Working Paper No. 27.

Brigo, D., Mercurio, F., 2006. Interest Rate Models - Theory and Practice, 2. Aufl. Springer Verlag, Berlin and Heidelberg.

Comptroller of the Currency, 1998. Interest Rate Risk: Comptroller's Handbook.

Cottarelli, C., Kourelis, A., 1994. Financial structure, bank lending rates, and the transmission mechanism of monetary policy. IMF Staff Papers.

Cox, J. C., Ingersoll, J. E., Ross, S. A., 1985. A theory of the term structure of interest rates. Econometrica 53 (2), 385–407.

Curry, T., Shibut, L., 2000. The cost of the savings and loan crisis: Truth and consequences. FDIC Banking Review 13 (2), 26–35.

Dai, Q., Singleton, K. J., 2000. Specification analysis of affine term structure models. Journal of Finance 55 (5), 1943–1978.

Davidson, R., MacKinnon, J. G., 2004. Econometric Theory and Methods. Oxford University Press, New York.

de Bondt, G. J., 2005. Interest rate pass-through: Empirical results for the euro area. German Economic Review 6 (1), 37–78.

de Jong, F., Wielhouwer, J., 2003. The valuation and hedging of variable rate savings accounts. Astin Bulletin 33 (2), 383–397.

Delbaen, F., Schachermayer, W., 1996. The variance-optimal martingale measure for continuous processes. Bernoulli 2 (1), 81–105.

Deutsche Bundesbank, 1997. Schätzung von zinsstrukturkurven. Monatsbericht Oktober.

Deutsche Bundesbank, 2004a. Comparison of the bundesbank´s earlier survey of lending and deposit rates with the German MFI interest rate statistics.

Deutsche Bundesbank, 2004b. The new MFI interest rate statistics - methodology for collecting the German data. Moantsbericht Januar.

Deutsche Bundesbank, 2009. Statistical supplement to the monthly report 1. Monthly Report February.

Dewachter, H., Lyrio, M., Maes, K., 2006. A multi-factor model for the valuation and risk management of demand deposits. Working Paper Research No 83, National Bank of Belgium.

Duarte, J., 2004. Evaluating an alternative risk preference in affine term structure models. Review of Financial Studies 17 (2), 379–404.

Duffee, G. R., 2002. Term premia and interest rate forecasts in affine models. Journal of Finance 57 (1), 405–443.

Duffie, D., 2001. Dynamic Asset Pricing Theory, 3. Aufl. Princeton University Press, Princeton and Oxford.

Egorov, A. V., Hong, Y., Li, H., 2006. Validating forecasts of the joint probability density of bond yields: Can affine models beat random walk? Journal of Econometrics 135 (1/2), 255–284.

Entrop, O., Krombach, A., Memmel, C., Wilkens, M., 2009a. Non-maturing assets and liabilities of banks: Valuation and risk measurement, Working Paper. Catholic University of Eichstaett-Ingolstadt.

Entrop, O., Krombach, A., Wilkens, M., 2010. Interest rate risk of retail banks: The relevance of maturity transformation and price-setting policy, Working Paper. Catholic University of Eichstaett-Ingolstadt.

Entrop, O., Wilkens, M., Zeisler, A., 2009b. Quantifying the interest rate risk of banks: Assumptions do matter. European Financial Management 15 (5), 1001–1018.

Fabozzi, F. J., 2007. Bond Markets, Analysis and Strategies, 6. Aufl. Prentice Hall, Upper Saddle River.

Fama, E. F., 1985. What's different about banks? Journal of Monetary Economics 15 (1), 29–39.

Federal Deposit Insurance Corporation, 2008. Statistics on depository institutions report, http://www2.fdic.gov/SDI/SOB/index.asp, December 2008.

Federal Government of the United States, aktuelle Fassung. Title 12, Chapter V – Office of Thrift Supervision, Department of the Treasury, Part 561 – Definitions for Regulations Affecting all Savings Associations.

Frauendorfer, K., Schürle, M., 2003. Management of non-maturing deposits by multistage stochastic programming. European Journal of Operational Research 151 (3), 602–616.

Gambacorta, L., 2008. How do banks set interest rates? European Economic Review 52 (5), 792–819.

Goddard, J., Molyneux, P., Wilson, J. O., Tavakoli, M., 2007. European banking: An overview. Journal of Banking and Finance 31 (7), 1911–1935.

Hannan, T. H., Berger, A. N., 1991. The rigidity of prices: Evidence from the banking industry. American Economic Review 81 (4), 938–945.

Heath, D., Jarrow, R. A., Morton, A., 1992. Bond pricing and the term structure of interest rates: A new methodology for contingent claims valuation. Econometrica 60 (1), 77–105.

Heffernan, S. A., 1997. Modelling british interest rate adjustment: An error correction approach. Economica 64 (254), 211–231.

Ho, T. S. Y., Saunders, A., 1981. The determinants of bank interest margins: Theory and empirical evidence. Journal of Financial and Quantitative Analysis 16 (4), 581–600.

Hofmann, B., 2006. EMU and the transmission of monetary policy: Evidence from business lending rates. Empirica 33 (4), 209–229.

Hördahl, P., Vestin, D., 2005. Interpreting implied risk-neutral densities: The role of risk premia. Review of Finance 9 (1), 97–137.

Hull, J., 2010. Risk Management and Financial Institutions, 2. Aufl. Pearson Education, Upper Saddle River.

Hutchison, D. E., 1995. Retail bank deposit pricing: An intertemporal asset pricing approach. Journal of Money, Credit and Banking 27 (1), 217–231.

Hutchison, D. E., Pennacchi, G. G., 1996. Measuring rents and interest rate risk in imperfect financial markets: The case of retail bank deposits. Journal of Financial and Quantitative Analysis 31 (3), 399–417.

International Accounting Standards Board, 2009. A Guide Through International Financial Reporting Standards (IFRSs) 2009, Januar Aufl. International Accounting Standards Committee Foundation, London.

Janosi, T., Jarrow, R., Zullo, F., 1999. An empirical analysis of the Jarrow-van Deventer model for valuing non-maturity demand deposits. Journal of Derivatives 7 (1), 8–31.

Jarrow, R. A., van Deventer, D. R., 1998. The arbitrage-free valuation and hedging of demand deposits and credit card loans. Journal of Banking and Finance 22 (3), 249–272.

Jorion, P., 2007. Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk, 3. Aufl. McGraw-Hill, New York.

Kahn, C., Pennacchi, G., Sopranzetti, B., 1999. Bank deposit rate clustering: Theory and empirical evidence. Journal of Finance 65 (6), 2185–2214.

Kalkbrener, M., Willing, J., 2004. Risk management of non-maturing liabilities. Journal of Banking and Finance 28 (7), 1547–1568.

Kempf, A., Memmel, C., 2006. Estimating the global minimum variance portfolio. Schmalenbach Business Review 58 (4), 332–348.

Kleimeier, S., Sander, H., 2000. Regionalisation versus globalisation in european financial market integration: Evidence from co-integration analyses. Journal of Banking and Finance 24 (6), 1005–1043.

Kleimeier, S., Sander, H., 2006. Expected versus unexpected monetary policy impulses and interest rate pass-through in euro-zone retail banking markets. Journal of Banking and Finance 30 (7), 1839–1870.

Klein, M. A., 1971. A theory of the banking firm. Journal of Money, Credit, and Banking 3 (2), 205–218.

Matz, L., Neu, P., 2007. Liquidity Risk Measurement and Management : A Practitioner's Guide to Global Best Practices. John Wiley & Sons (Asia), Singapur.

Mojon, B., 2000. Financial structure and the interest rate channel of ECB monetary policy. Working Paper No. 40, European Central Bank Working Paper Series.

Musiela, M., Rutkowski, M., 2004. Martingale Methods in Financial Modelling, 2. Aufl. Springer, Berlin.

Nawalkha, S. K., Beliaeva, N. A., Soto, G. M., 2007. Dynamic Term Structure Modelling. John Wiley & Sons, Hoboken.

Nelson, C. R., Siegel, A. F., 1987. Parsimonous modeling of yield curves. Journal of Business 60 (4), 473–489.

Neumark, D., Sharpe, S. A., 1992. Market structure and the nature of price rigidity: Evidence from the market for consumer deposits. Quarterly Journal of Economics 107 (2), 657–680.

O'Brien, J. M., 2000. Estimating the value and interest rate risk of interest-bearing transaction deposits, Division of Research and Statistics, Board of Governors, Federal Reserve System.

Office of Thrift Supervision, 2001. The OTS Net Portfolio Value Model Manual.

Office of Thrift Supervision, 2008. Interest rate risk exposure report. Aggregate Exposure and CMR Report - U.S. Total - Q4 2008, http://www.ots.gov/?p=StatisticalReleases.

Pressestelle des Bundesgerichtshofs, 2010. Bundesgerichtshof entscheidet zur Zinsberechnung in Prämiensparverträgen bei unwirksamer Zinsänderungsklausel, Mitteilung der Pressestelle Nr. 76/2010.

Rabe-Hesketh, S., Skrondal, A., Pickles, A., 2005. Maximum likelihood estimation of limited and discrete dependent variable models with nested random effects. Journal of Econometrics 128 (2), 301–323.

Saita, F., 2007. Value at Risk and Bank Capital Management. Elsevier, Amsterdam.

Scholnick, B., 1996. Asymmetric adjustment of commercial bank interest rates: Evidence from Malaysia and Singapore. Journal of International Money and Finance 15 (3), 485–496.

Schweizer, M., 1995. Variance-optimal hedging in discrete time. Mathematics of Operational Research 20 (1), 1–32.

Selvaggio, R. D., 1996. Using the OAS methodology to value and hedge commercial bank retail demand deposit premiums. In: Fabozzi, F. J., Konishi, A. (Hrsg.), The Handbook of Asset/Liability Management: State-of-the-art Investment Strategies, Risk Controls and Regulatory Requirements. Irwin McGraw-Hill, Boston, S. 363–373.

Sievi, C. R., Wegner, O., 2005. Variable Produkte im Kundengeschäft. Deutscher Sparkassenverlag, Stuttgart.

Sørensen, C. K., Werner, T., 2006. Bank interest rate pass-through in the euro area: A cross country comparison. ECB Working Paper Series No. 580.

Svensson, L. E. O., 1994. Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992 - 1994. NBER Working Paper Series, Working Paper No. 4871.

Tang, H., Xia, Y., 2007. An international examination of affine term structure models and the expectations hypothesis. Journal of Financial and Quantitative Analysis 42 (1), 41–80.

Toolsema, L. A., Sturm, J.-E., de Haan, J., 2001. Convergence of pass-through from money market to lending rates in EMU countries: New evidence. CESifo Working Paper No. 465.

Vasicek, O., 1977. An equilibrium characterization of the term structure. Journal of Financial Economics 5 (2), 177–188.

Weth, M. A., 2002. The pass-through from market interest rates to bank lending rates in Germany. Discussion Paper 11/02, Economic Research Centre of the Deutsche Bundesbank.

Wielhouwer, J. L., 2003. On the steady state of the replicating portfolio: Accounting for a growth rate. OR Spectrum 25 (3), 329–343.

Wilson, T., 1994. Optimal values. Balance Sheet 3 (3), 13–20.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Arne Krombach
Geburtstag	1. Juni 1979
Geburtsort	Gießen

Beruflicher Werdegang

Seit 09/2010	DZ Bank AG, Frankfurt am Main *Referent Risikocontrolling* *Gruppe Liquiditätsrisikocontrolling*
05/2007 - 08/2010	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt *Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für ABWL, Finanzierung und Bankbetriebslehre und freier Mitarbeiter der WFI Ingolstadt School of Management e.V.*
02/2008 - 07/2008	Deutsche Bundesbank, Frankfurt am Main *Forschungsaufenthalt in der Abteilung Mikro- und Makroprudenzielle Analysen des Bankensektors*
08/1999 - 06/2001	BHF-Bank Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main *Ausbildung zum Bankkaufmann*

Bildungsweg

10/2006 - 09/2009	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt *Promotionsstudium*
10/2001 - 08/2006	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt *Diplomstudiengang Betriebswirtschaftslehre*
09/2003 - 06/2004	Sogang University, Seoul, Süd-Korea *Graduate School of International Studies*
08/1990 - 06/1999	Landgraf-Ludwig-Schule Gießen *Abitur*