

ANALYSE VON CONTINGENT CONVERTIBLE BONDS

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard Karls Universität Tübingen



vorgelegt von
Sebastian Georg Weitz, M.Sc.
aus Berchtesgaden

Tübingen
2020

1. Betreuer: Professor Dr. rer. pol. Christian Koziol

2. Betreuer: Professor Dr. rer. pol. Joachim Grammig

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Juli 2020

Dekan: Professor Dr. rer. soc. Josef Schmid

1. Gutachter: Professor Dr. rer. pol. Christian Koziol

2. Gutachter: Professor Dr. rer. pol. Joachim Grammig

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Finance der Eberhard Karls Universität Tübingen von Prof. Dr. Christian Koziol und wurde im Wintersemester 2019/2020 von der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät als Dissertation angenommen.

Ohne die Unterstützung vieler Menschen, denen ich an dieser Stelle herzlich danken möchte, wäre dies nicht möglich gewesen. Ein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. Christian Koziol, meinem akademischen Lehrer und Doktorvater. Schon während meines Studiums und noch weit vor Beginn des konkreten Promotionsvorhabens, weckte er mein Interesse für finanzwirtschaftliche Fragestellungen und prägt bis heute mein Verständnis davon. Geteiltes Wissen und zahlreiche Anregungen in vielen intensiven Diskussionen schärften mein Verständnis für Wissenschaft im Allgemeinen sowie Finanzwirtschaft im Besonderen. Hierdurch erhielt meine Arbeit entscheidende Impulse, die maßgeblich zu ihrem Gelingen beigetragen haben. Ausdrücklich möchte ich mich auch herzlich dafür bedanken, dass er mir die Teilnahme an mehreren Konferenzen und Seminaren ermöglicht hat.

Prof. Dr. Joachim Grammig danke ich herzlich für die Übernahme und Erstellung des Zweitgutachtens sowie Herrn Prof. Dr. Werner Neus für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes im Rahmen der Disputation.

Ein außerordentlicher Dank geht auch an meine Kolleginnen und Kollegen am Fachbereich, die im Rahmen unzähliger Gespräche und Diskussionen während Mittagspausen, Kaffeerrunden und Doktorandenstammtischen für eine angenehme Zeit an der Universität Tübingen gesorgt haben. Stellvertretend möchte ich hierfür danken: Markus Merz, für zahlreiche Fußballabende und dem Feedback zu Zwischenständen des Manuskripts, mit dem er mir unter hohem Zeitdruck zur Seite stand, sowie Philipp Roßmann und Vera Klöckner, auf deren Unterstützung ich stets bauen konnte.

Meine Freundin Sabrina Fleißner hat das gesamte Promotionsvorhaben aus allernächster Nähe mit unendlicher Geduld und großem Verständnis begleitet. Ihre Liebe und Zuneigung gaben mir die Kraft und Zuversicht, diesen Meilenstein erfolgreich beenden zu können. Ihre enorme Akribie während unzähliger Stunden des Korrekturlesens (verbleibende Fehler sind meine) haben maßgeblich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen. Für all dies möchte

ich ihr besonders herzlich danken. Gerade in der Endphase dieser Arbeit war sie mir damit eine entscheidende Unterstützung.

Besonders großer Dank gebührt auch meiner Familie. Sie war und ist bedingungsloser Rückhalt in allen Lebenslagen und hat mich stets liebevoll und umsichtig gefördert – allen voran meine Großmutter, Anna Köppl. Ihr widme ich diese Arbeit.

Tübingen, im Juli 2020

Sebastian Weitz

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vii
Abkürzungsverzeichnis	viii
Symbolverzeichnis	x
1 Einleitung	1
2 Contingent Convertible Bonds im Detail	7
2.1 Funktionsweise	7
2.2 Indikator	9
2.2.1 Buchwerte	9
2.2.2 Marktwerte	11
2.2.3 Ermessen der Aufsichtsbehörde	12
2.2.4 Systembezogene Messgrößen	12
2.2.5 Kombination von Kennzahlen	13
2.3 Wandlungsmechanismus	15
2.3.1 Trigger Schwelle	15
2.3.2 Wandlungstyp	17
2.3.2.1 Wandlung in Aktien	17
2.3.2.2 Abschreibung des Nennwerts	19
2.4 Kuponzahlungen	22

2.4.1	Einfluss des Wandlungsmechanismus	22
2.4.2	Kuponstopp	23
2.5	Laufzeitstruktur	23
2.5.1	Ordentliches Kündigungsrecht des Emittenten	24
2.5.2	Außerordentliches Kündigungsrecht des Emittenten	24
3	Der Contingent Convertible Bond Markt	27
3.1	Institutioneller Rahmen	27
3.2	Deskriptive Analyse des CoCo Bond Marktes	32
3.2.1	Zeitliche Marktentwicklung	33
3.2.2	Regionale Marktaufteilung	36
3.2.3	Verteilung nach Emissionswährung	37
3.2.4	Produktcharakteristika gehandelter CoCo Bonds	38
3.2.4.1	Emissionsvolumen	40
3.2.4.2	Kupon	40
3.2.4.3	Wandlungsmechanismus	42
3.2.4.4	Laufzeitstruktur	47
3.3	Besondere Ereignisse	49
3.3.1	Banco Popular Español: Zwangswandlung durch EZB	49
3.3.2	Deutsche Bank: Risiko eines Kuponstopps	51
3.3.3	Santander: Keine vorzeitige Kündigung	53
4	Literaturüberblick	57
4.1	Emissionsverhalten	58
4.1.1	Emissionsverhalten im Modell von Albul et al. (2015)	59
4.1.2	Emissionsverhalten im Modell von Chen et al. (2017)	61
4.2	Risikowahl	63
4.2.1	Risikowahl im Modell von Koziol und Lawrenz (2012)	64
4.2.2	Risikowahl im Modell von Chen et al. (2017)	66
4.3	Kreditvergabeverhalten	68

4.4	Gleichgewicht bei marktwertbasiertem Indikator	72
5	Bewertung von Contingent Convertible Bonds	77
5.1	Stand der Forschung	78
5.2	Standardmodell	82
5.2.1	Konstruktion des Duplikationsportfolios	84
5.2.1.1	Anleihekomponekte	84
5.2.1.2	Wandlungskomponente	84
5.2.1.3	Kuponkorrekturkomponente	90
5.2.2	Berücksichtigung von write-down CoCo Bonds	92
5.3	Standardmodell mit Kreditrisiko	95
5.4	Erweitertes Modell	99
5.4.1	CoCo Bond nach Ablauf der Kündigungssperrfrist	101
5.4.1.1	Allgemeine Herleitung der Zustandspreise	102
5.4.1.2	Optimale Kündigungsentscheidung des Emittenten	107
5.4.2	CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist	108
5.5	Erweitertes Modell mit Kuponstopp	112
5.5.1	CoCo Bond nach Ablauf der Kündigungssperrfrist	114
5.5.1.1	Kündbarer CoCo Bond	114
5.5.1.2	Kuponloser CoCo Bond	116
5.5.2	CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist	122
6	Sensitivitätsanalyse des erweiterten Modells	127
6.1	Aktienkursparameter	128
6.1.1	Aktienkurs	128
6.1.2	Volatilität	131
6.1.3	Sprungintensität	133
6.1.4	Dividendenrendite	135
6.2	Produktparameter	136
6.2.1	Rendite der risikolosen Anlage	136

6.2.2	Trigger Schwelle	139
6.2.3	Wert bei Wandlung	141
7	Empirische Analyse und Modellvergleich	145
7.1	Datensatz	146
7.2	Handelsmodell	149
7.3	Kalibrierung und Bewertung	150
7.4	Modellvergleich	154
7.4.1	Gesamter Beobachtungszeitraum	154
7.4.2	Stressphasen	159
8	Schlussbetrachtung	167
A	Lösung der gewöhnlichen Differentialgleichung	171
B	Herleitung der Zustandspreise	173
C	Herleitung der Bewertungsformel einer riskanten Kuponanleihe	175
D	Deskriptive Statistik	179
	Literaturverzeichnis	181

Abbildungsverzeichnis

2.1	Zeitstruktur bei Wandlung	8
2.2	Messgrößen als Kandidaten des Indikators	14
2.3	Niveaustufen der Trigger Schwelle	16
2.4	Zeitstruktur eines temporären write-down CoCo Bonds	21
2.5	Produktcharakteristika eines CoCo Bonds	25
3.1	Übersicht der Eigenkapitalanforderungen nach CRR	29
3.2	Anzahl an Emissionen von AT1 CoCo Bonds pro Jahr	33
3.3	Kumuliertes Emissionsvolumen an AT1 CoCo Bonds	34
3.4	Verteilung der Emissionen nach Region	36
3.5	Verteilung der Emissionen nach Währung	37
3.6	Kumulierte Emissionen nach Wandlungstyp	47
5.1	Standardmodell	83
5.2	Down-and-in Call Option	86
5.3	Down-and-in Put Option	87
5.4	Knock-in Forward	89
5.5	Binäre Knock-in Option	91
5.6	Standardmodell mit Kreditrisiko	96
5.7	Erweitertes Modell	100
5.8	Zustandspreis für Wandlung	104
5.9	Zustandspreis für Kündigung	106
5.10	CoCo Bond im erweiterten Modell	108
5.11	Erweitertes Modell mit Kuponstopp	113

5.12	CoCo Bond im Modell mit Kuponstopp	121
5.13	Szenarien während der Kündigungssperrfrist im Modell mit Kuponstopp	122
6.1	Einfluss des Aktienkurses auf den Wert des CoCo Bonds	128
6.2	Delta eines CoCo Bonds	130
6.3	Einfluss der Volatilität auf den Wert des CoCo Bonds	131
6.4	Vega eines CoCo Bonds	133
6.5	Einfluss der Sprungintensität auf den Wert des CoCo Bonds	134
6.6	Einfluss der Dividendenrendite auf den Wert des CoCo Bonds	135
6.7	Einfluss der Rendite der risikolosen Anlage auf den Wert des CoCo Bonds	136
6.8	Rho eines CoCo Bonds	137
6.9	Einfluss der Trigger Schwelle auf den Wert des CoCo Bonds	140
6.10	Einfluss des Werts bei Wandlung auf den Wert des CoCo Bonds	141
7.1	Zeitstruktur der theoretischen Bewertungsmodelle	152
7.2	Zeitstruktur des Handelsmodells	153
7.3	Beispielhafter Kursverlauf des CoCo Bonds Ba. Popular (1)	160

Tabellenverzeichnis

3.1	Deskriptive Statistik – AT1 CoCo Bonds	39
3.2	Deskriptive Statistik – AT1 CoCo Bonds nach Trigger Schwelle	43
3.3	Deskriptive Statistik – AT1 CoCo Bonds nach Wandlungstyp	45
6.1	Übersicht der Sensitivitäten im erweiterten Modell	142
7.1	CoCo Bond Datensatz der empirischen Analyse	147
7.2	Modellvergleich – Querschnitt	154
7.3	RMSE – Produktebene	158
7.4	Modellvergleich in Stressphasen – Querschnitt	161
7.5	RMSE in Stressphasen – Produktebene	163
D.1	Deskriptive Statistik – (clean) Kurse der Coco Bonds	179

Abkürzungsverzeichnis

A-SRI	Anderweitig systemrelevante Institute
ADI	Ausschüttungsfähige Posten (Available Distributable Items)
AT1	Zusätzliches Kernkapital (Additional Tier 1 Capital)
BaFin	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
BCBS	Basler Ausschuss für Bankenaufsicht
BMF	Bundesministerium für Finanzen
BRRD	Bank Recovery and Resolution Directive
CBR	Kombinierte Kapitalpufferanforderungen (Combined Buffer Requirements)
CET1	Hartes Kernkapital (Common Equity Tier 1 Capital)
CDS	Kreditausfallversicherung (Credit Default Swap)
CRD	Capital Requirements Directives
CRR	Capital Requirements Regulation
DM	Standardmodell mit Kreditrisiko
EBA	Europäische Bankenaufsicht
EBIT	Gewinn vor Zinsen und Steuern
EC	CoCo Bond mit Aktienwandlung
EM	Erweitertes Modell
EU	Europäische Union
EUR	Euro
EV	Standardabweichung des RPE (Error Variation)
EZB	Europäische Zentralbank
FINMA	Eidgenössische Finanzmarktaufsicht
FSOC	Financial Stability Oversight Council
G-SRI	Global systemrelevante Institute

JPY	Japanischer Yen
KM	Erweitertes Modell mit Kuponstopp
ME	Arithmetisches Mittel des RPE (Mean Error)
ODE	Gewöhnliche Differentialgleichung
OSFI	Office of the Superintendent of Financial Institutions
PONV	Point of non-viability
QE	99 %-Quantil des Betrags des RPE (Quantile Error)
RMSE	Wurzel des durchschnittlichen quadrierten RPE (Root Mean Squared Error)
RWA	Risikogewichtete Aktiva
SM	Standardmodell
SRMR	Single Resolution Mechanism Regulation
Stabw	Standardabweichung
T2	Ergänzungskapital (Tier 2 Capital)
USD	US amerikanischer Dollar
WD	CoCo Bond mit Abschreibung des Nennwerts

Symbolverzeichnis

α	Abschreibungssatz eines write-down CoCo Bonds
β_i	Regressionskoeffizient im Handelsmodell für Risikofaktor i
$\hat{\beta}_i$	Schätzer des Regressionskoeffizienten im Handelsmodell für Risikofaktor i
γ_i	Exponent i der Lösung der ODE
Δcds_t	Erste Differenz der CDS Prämie im Zeitpunkt t
ΔP_t^{HM}	Preisänderung im Handelsmodell im Zeitpunkt t
Δr_t	Erste Differenz der Rendite der risikolosen Anlage im Zeitpunkt t
ΔS_t	Erste Differenz des Aktienkurses im Zeitpunkt t
Δt	Diskrete Zeitänderung
θ	Wiedergewinnungsquote einer riskanten Anleihe im Insolvenzfall
Θ	Vektor an unbeobachtbaren Parametern
$\hat{\Theta}$	Schätzer des Vektors an unbeobachtbaren Parametern
λ	Sprungintensität eines Poisson-Prozesses
σ	Volatilität der Aktienkursrendite
τ_C	Zeitpunkt des Trigger Events
τ_D	Insolvenzzeitpunkt des Emittenten
τ_K	Zeitpunkt des Kuponstopps
$\tau_{\bar{K}}$	Zeitpunkt der Kuponreaktivierung
Ω_t	Vektor an beobachtbaren Parametern im Zeitpunkt t
c_i	Wert einer Konstante i der Lösung der ODE
c	Stetiger Kupon des CoCo Bonds
C	Diskreter Kupon des CoCo Bonds
C_t^{vor}	Marktwert des CoCo Bonds im Zeitpunkt t unmittelbar vor Wandlung

C_t^{nach}	Marktwert des CoCo Bonds im Zeitpunkt t unmittelbar nach Wandlung
$\bar{C}(S_t)$	Zustandspreis für Kündigung $\bar{C}(S_t)$ im erweiterten Modell im Zeitpunkt t
$\underline{C}(S_t)$	Zustandspreis für Wandlung $\bar{C}(S_t)$ im erweiterten Modell im Zeitpunkt t
$\bar{C}'(S_t)$	Zustandspreis für Kündigung $\bar{C}'(S_t)$ im erweiterten Modell mit Kuponstopp im Zeitpunkt t
$C_{\bar{K}}(S_t)$	Zustandspreis für Kuponreaktivierung $\bar{C}'(S_t)$ im erweiterten Modell mit Kuponstopp im Zeitpunkt t
$C_{\underline{K}}(S_t)$	Zustandspreis für Kuponstopp $\bar{C}'(S_t)$ im erweiterten Modell mit Kuponstopp im Zeitpunkt t
$\underline{C}'(S_t)$	Zustandspreis für Wandlung $\bar{C}'(S_t)$ im erweiterten Modell mit Kuponstopp im Zeitpunkt t
cds_t	CDS Prämie im Zeitpunkt t
dF_t	Dynamik eines Derivats in Abhängigkeit des Aktienkurses des Emittenten unter dem risikoneutralen Maß im Zeitpunkt t
dJ_t	Inkrement des Poisson-Prozesses unter dem risikoneutralen Maß im Zeitpunkt t
dS_t	Dynamik des Aktienkurses unter dem risikoneutralen Maß im Zeitpunkt t
dt	Zeitinkrement
dz_t	Inkrement des Wiener Prozesses unter dem risikoneutralen Maß im Zeitpunkt t
$D_{R(T)}$	Duration einer riskanten Kuponanleihe mit Fälligkeit T
$\mathbb{E}(\cdot)$	Erwartungswertoperator
E_t	Marktwert des Eigenkapitals im Zeitpunkt t
E_t^{vor}	Marktwert des Eigenkapitals im Zeitpunkt t vor Wandlung
E_t^{nach}	Marktwert des Eigenkapitals im Zeitpunkt t nach Wandlung
$F(S_t)$	Wert eines Derivats mit Aktienkurs S_t als Basiswert
L	Verlust des Investors bei Wandlung des CoCo Bonds
$M_t(T)$	Wert einer riskanten Nullkuponanleihe im Zeitpunkt t mit Fälligkeit T
n	Anzahl der Aktien in die ein CoCo Bond gewandelt wird
N	Nennwert eines CoCo Bonds
$pd_{t,T}$	Risikoneutrale Ausfallwahrscheinlichkeit des Emittenten im Zeitpunkt t

P_t	Marktwert des CoCo Bonds im Zeitpunkt t
P_t^{DM}	Wert des CoCo Bonds im Standardmodell mit Kreditrisiko im Zeitpunkt t
P_t^{EM}	Wert des CoCo Bonds im erweiterten Modell im Zeitpunkt t
P_t^{KM}	Wert des CoCo Bonds im erweiterten Modell mit Kuponstopp im Zeitpunkt t
P_t^{SM}	Wert des CoCo Bonds im Standardmodell im Zeitpunkt t
q	Dividendenrendite der Aktien des Emittenten
r	Rendite der risikolosen Anlage
RPE_t	Relativer Bewertungsfehler im Zeitpunkt t
RWA_i	Risikogewichtete Aktiva von Bank i
$R_t(T)$	Wert einer riskanten Kuponanleihe mit Fälligkeit T im Zeitpunkt t
S_0	Aktienkurs bei Emission eines CoCo Bonds
S_t	Aktienkurs des Emittenten im Zeitpunkt t
S_c	Wandlungspreis
S_F	Mindestwandlungspreis
\underline{S}	Trigger Schwelle
\bar{S}	Kündigungsschwelle
\bar{S}^*	Optimale Kündigungsschwelle
$S_{\underline{K}}$	Kuponstoppschwelle
$S_{\bar{K}}$	Kuponreaktivierungsschwelle
T	Ende der Kündigungssperrfrist
$\mathcal{T}(t)$	Wert des Kuponstoppindikators im Zeitpunkt t

Kapitel 1

Einleitung

Im Zuge der Aufarbeitung der Finanzkrise aus den Jahren 2007 bis 2009 herrschte die weitestgehend einheitliche Meinung, wonach eine Erhöhung der aufsichtsrechtlichen Kapitalanforderungen für Banken einen wesentlichen Schlüssel zur Vorbeugung zukünftiger Krisen darstellt. Der Basler Ausschuss für Bankenaufsicht reagierte hierauf mit dem Vorschlag des Basel III Rahmenwerks, welches auf die quantitative und qualitative Stärkung des regulatorischen Eigenkapitals von Banken abzielt (BCBS, 2010). In diesem Zuge wurde unter anderem eine innovative Form hybriden Kapitals eingeführt, welche sich in der Bankbilanz zwischen Fremd- und Eigenkapital ansiedelt. Dabei verhält sie sich in normalen Zeiten wie Fremdkapital, steht jedoch in schlechten Zeiten genauso wie Eigenkapital zur Verlustabsorption zu Verfügung (Koziol und Lawrenz, 2012). Dieses neue Element des regulatorischen Eigenkapitals wird als bedingtes Kapital bezeichnet und von Banken in Form von Contingent Convertible Bonds (CoCo Bonds) emittiert.

CoCo Bonds entsprechen im Prinzip gewöhnlichen Kuponanleihen, die in Eigenkapital wandeln, sobald es der emittierenden Bank ökonomisch schlecht geht. Der Wandlungszeitpunkt hängt somit vom ökonomischen Zustand des Emittenten ab. Fällt dieser unterhalb eines in den Anleihebedingungen festgeschriebenen Niveaus, werden die CoCo Bonds in gewöhnliche Aktien gewandelt oder ihr Nennwert ganz oder teilweise abgeschrieben. Hierdurch entsteht jeweils hartes Kernkapital, welches der Bank zur Verlustabsorption zu Verfügung steht (Huthmann und Heidt, 2016). Die Bank wird somit genau dann mit zusätzlichem Eigenkapital versorgt, wenn sie es krisenbedingt besonders dringend benötigt und sich am Markt aufgrund ihrer wirtschaftlichen Schieflage nur schwer rekapitalisieren kann. Hybrides Kapital ist zwar grundsätzlich keine Neuheit, CoCo Bonds grenzen sich aber von bisherigem hybriden Kapital (z.B. Bail-in Bonds) durch einen früheren Zeitpunkt der Gläubigerbeteiligung ab. Denn während bislang die Gläubigerbeteiligung bei hybriden Finanzprodukten erst *bei* Insolvenz der Bank eingeleitet wurde, erfolgt die Wandlung von

CoCo Bonds bereits *vor* einer möglichen Insolvenz. Hierdurch soll die Resistenz der Bank gegenüber Stressphasen erhöht werden (Fiordelisi et al., 2019).

Diese aus regulatorischer Perspektive positive Produkteigenschaft kommt jedoch auf Kosten einer hohen Produktkomplexität, die insbesondere durch regulatorische Anforderungen an die Ausgestaltungsmerkmale hervorgerufen wird. Damit CoCo Bonds im zusätzlichen Kernkapital (AT1) von Banken angerechnet werden können, müssen sie ohne Endfälligkeit emittiert werden. Prinzipiell dürfen CoCo Bonds gekündigt werden, jedoch frühestens nach Ablauf einer Sperrfrist von fünf Jahren nach Emission und nach Bewilligung der Aufsichtsbehörde. Eine Wandlung muss spätestens dann erfolgen, wenn die harte Kernkapitalquote (CET1 Ratio) der Bank eine kritische Schwelle von 5,125 % erreicht. Unabhängig davon kann die zuständige Aufsichtsbehörde zu jeder Zeit eine Wandlung erzwingen, sobald sie die Bank als nicht mehr überlebensfähig deklariert. Zudem erfolgen die Kuponzahlungen des CoCo Bonds nach Ermessen des Emittenten, was bedeutet, dass die Einstellung der Kuponzahlungen keinen Insolvenztatbestand darstellt.¹ Außerdem kann auch die Aufsichtsbehörde die Einstellung der Kuponzahlungen anordnen, sobald regulatorische Eigenkapitalanforderungen verletzt werden.

Trotz der hohen Produktkomplexität hat sich der Markt für AT1 CoCo Bonds nun zehn Jahre nach der ersten Emission eines CoCo Bonds durch die britische Lloyds Banking Group im November 2009 etabliert und ist zur Jahresmitte 2019 auf ein weltweites Emissionsvolumen von 400 Mrd. Euro gewachsen. Sowohl aus Perspektive der Emittenten als auch der Investoren gibt es in Folge des wachsenden Marktes einen zunehmenden Bedarf an akkuraten Bewertungsmodellen für CoCo Bonds.

Zum aktuellen Zeitpunkt existieren mindestens drei grundverschiedene Bewertungsansätze: Strukturmodelle, Modelle aus dem Bereich der Kreditderivatebewertung und Modelle aus dem Bereich der Eigenkapitalderivatebewertung. Im ersten und bislang auch einzigen Vergleich dieser Bewertungsansätze folgern Wilkens und Bethke (2014), dass das Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) aus dem Bereich der Eigenkapitalderivatebewertung den erfolgsversprechendsten Ansatz darstellt. Sie begründen dies durch die klare Parametrisierung des Modells sowie die Beobachtbarkeit der zugrundeliegenden Zustandsvariablen, wodurch eine einfache Handhabung in der Praxis ermöglicht wird. De Spiegeleer und Schoutens (2012) modellieren den Wert des CoCo Bonds, indem sie die Auszahlungsstruktur durch ein Portfolio aus exotischen Optionen und einer Kuponanleihe duplizieren. Der Zeitpunkt der Wandlung wird hierbei an den Aktienkurs des Emittenten geknüpft. Die Wandlung wird erzwungen, sobald der Aktienkurs auf eine festgelegte Schwelle fällt. Damit das Modell allerdings in der Anwendung praktikabel ist, basiert es auf restriktiven Annahmen, die einerseits durch eine vereinfachte Produktstruktur und andererseits durch

¹vgl. Luz et al. (2013), S. 16.

die Einschränkung der betrachteten Risikoquellen auf das Aktienkursrisiko zum Ausdruck kommen. Die erste Vereinfachung besteht in der Annahme, dass die technische Wandlung erst bei Fälligkeit des CoCo Bonds erfolgt und nicht in dem Moment, in dem der Aktienkurs die kritische Schwelle erreicht. Der CoCo Bond Investor erhält folglich im Modell zwischen Wandlung und Fälligkeit keine Dividendenzahlungen. Als zweite Vereinfachung wird eine endliche Laufzeit angenommen, die mit dem Ende der Kündigungssperrfrist übereinstimmt. CoCo Bonds besitzen jedoch eine wesentlich komplexere Laufzeitstruktur, da sie erstens ohne Endfälligkeit emittiert werden, zweitens keinerlei Motivation zur Kündigung in den Vertragsbedingungen enthalten dürfen und drittens die Kündigung von der Aufsichtsbehörde bewilligt werden muss. Die Vernachlässigung der effektiven Laufzeitstruktur führt dazu, dass die für eine akkurate Bewertung hoch relevante Zinssensitivität verzerrt wird, sobald der Emittent von der vermeintlichen Marktkonvention abweicht und die Kündigungsgelegenheit nach Ablauf der Sperrfrist verstreichen lässt. Im Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) wird außerdem lediglich das Aktienkursrisiko berücksichtigt. Diese dritte vereinfachende Annahme vernachlässigt, dass CoCo Bonds aufgrund ihres stark nachrangigen Produktcharakters in hohem Maße dem Kreditrisiko des Emittenten ausgesetzt sind.

Diese Dissertation widmet sich der Analyse von CoCo Bonds mit einem bewertungstheoretischen Fokus. Es soll untersucht werden, ob eine höhere Modellkomplexität zu einer höheren Akkuratessse bei der Bewertung von CoCo Bonds führt. Dazu wird analysiert, inwiefern die Berücksichtigung der relevanten Risikoquellen sowie einer realitätsgetreuen Produktstruktur das Bewertungsergebnis beeinflusst.

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wird zunächst das Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) um das Kreditrisiko des Emittenten erweitert. Aufgrund des hybriden Charakters von CoCo Bonds erscheint dieser Schritt als essentiell. Daran anschließend wird ein neues Modell entwickelt, welches neben dem Aktienkurs- und Kreditrisiko auch den korrekten Wandlungszeitpunkt, die unendliche Laufzeit, die Kündigungssperrfrist und die Kündigungsentscheidung des Emittenten endogen berücksichtigt. Außerdem erlaubt es der erweiterte Modellrahmen, die Einstellung der Kuponzahlungen sowie deren Reaktivierung abzubilden. Durch diese Erweiterungen wird die Produktstruktur gehandelter AT1 CoCo Bonds wesentlich flexibler erfasst als im Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012). Um die Anforderungen an die Akkuratessse eines theoretischen Bewertungsmodells besser evaluieren zu können, wird zusätzlich ein empirisches Handelsmodell, welches ausschließlich auf beobachtbaren Marktdaten basiert aber keinerlei Bewertungstheorie oder Produktcharakteristika berücksichtigt, als Benchmark herangezogen. Die Akkuratessse der Bewertungsmodelle wird dann empirisch anhand eines Datensatzes, der alle im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis 31. Mai 2016 in Euro emittierten CoCo Bonds umfasst, verglichen.

Der wissenschaftliche Beitrag dieser Dissertation ist die Neuentwicklung eines Bewertungsmodells für CoCo Bonds, welches neben den relevanten Risikoquellen auch die wesentlichen Produktcharakteristika von AT1 CoCo Bonds bei der Bewertung einbezieht. Durch die Berücksichtigung der endogenen Kündigungsentscheidung des Emittenten und die unendliche Laufzeit des CoCo Bonds im erweiterten Modell kann die effektive Laufzeit von CoCo Bonds flexibel erfasst werden. In Sinne einer akkuraten Bewertung ist dies für eine korrekte Erfassung der Zinssensitivität, welche gerade bei Produkten mit langer Laufzeit besonders stark ausgeprägt ist, elementar. Ein weiterer Beitrag liegt im empirischen Modellvergleich des neu entwickelten Modells mit dem Standardmodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012), seiner Erweiterung um Kreditrisiko sowie dem empirischen Benchmarkmodell. Nach bestem Wissen des Autors ist dies die erste empirische Arbeit in der Literatur zu CoCo Bonds, die sich mit der out-of-sample Akkuratesses von Bewertungsmodellen beschäftigt.

Der Modellvergleich zeigt, dass die Berücksichtigung der relevanten Risikoquellen sowie die Modellierung einer realitätsgetreuen Produktstruktur die Bewertungsgenauigkeit innerhalb von Theoriemodellen insbesondere in puncto Stabilität ökonomisch signifikant verbessert. Somit liefert eine Erhöhung der Komplexität im Vergleich der drei Theoriemodelle eine Erhöhung der Akkuratesses. Vergleicht man diese Theoriemodelle mit einem rein empirischen und ausschließlich auf Marktdaten basierenden Handelsmodell, zeigt sich, dass die hohe Komplexität der Theoriemodelle im Durchschnitt keine besseren Ergebnisse liefert. Die Betrachtung von Stressphasen ergibt jedoch, dass der empirische Ansatz hier zu hohen Bewertungsfehlern neigt, während ein komplexeres Theoriemodell ein vergleichsweise robustes Fehlerbild liefert und somit unter diesen Umständen zu bevorzugen ist. Insgesamt liefert die empirische Analyse dieser Dissertation somit das Ergebnis, dass in normalen Zeiten ein einfaches, rein auf Marktwerten basierendes Modell die unverzerrte und stabile Bewertung von CoCo Bonds ermöglicht. Ein komplexeres Theoriemodell ist in diesem Falle nicht unbedingt erforderlich. Bei Betrachtung von Stressphasen offenbart das Handelsmodell allerdings eine hohe Fehleranfälligkeit, wohingegen ein Theoriemodell, welches sowohl die relevanten Risikoquellen als auch die wesentlichen Produktcharakteristika berücksichtigt, eine vergleichsweise höhere Bewertungsgüte sicherstellt. Die Ergebnisse zeigen also, dass in Stressphasen die Komplexität eines Bewertungsmodells dessen Akkuratesses erhöht. Bei der Modellwahl muss somit zwischen der Genauigkeit im Durchschnitt und der Robustheit in Stressphasen abgewogen werden.

Der Aufbau dieser Dissertation ist wie folgt: Neben einem repräsentativen Beispiel zur grundsätzlichen Funktions- und Wirkungsweise von CoCo Bonds beinhaltet Kapitel 2 einen detaillierten Überblick zu möglichen Ausgestaltungen des Produkts. Kapitel 3 befasst sich zunächst mit der Anrechenbarkeit von CoCo Bonds im zusätzlichen Kernkapital (AT1), insbesondere im Rahmen der europäischen Regulierung. Anschließend wird ein

Marktüberblick zu CoCo Bonds gegeben, bevor besondere Ereignisse, nämlich die erste Wandlung von CoCo Bonds, die Gefahr einer Einstellung der Kuponzahlungen und das Ausbleiben der Kündigung nach Ablauf der Sperrfrist, beleuchtet werden. Kapitel 4 gibt einen Überblick über die Gesamtliteratur zu CoCo Bonds. Kapitel 5 befasst sich mit der Bewertung von CoCo Bonds. Anknüpfend an den aktuellen Stand der Bewertungsliteratur wird das Standardmodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) eingeführt. Dieses Modell wird dann in einem weiteren Schritt um das Kreditrisiko des Emittenten ergänzt. Daran anschließend wird ein neues erweitertes Modell vorgestellt, welches zusätzlich zu den relevanten Risikoquellen die wesentlichen Produktcharakteristika von CoCo Bonds abbildet. Dieses Modell wird abschließend um die Möglichkeit eines Kuponstopps sowie einer potentiellen Reaktivierung der Kuponzahlungen erweitert. Kapitel 6 beinhaltet eine Sensitivitätsanalyse des erweiterten Modells, welche das Modellverhalten in Bezug auf einzelne Parameterbewegungen untersucht, um so die Mechanik des Modells und die Auswirkungen des CoCo Bond-spezifischen Designs besser verstehen zu können. In Kapitel 7 folgt der empirische Modellvergleich im gesamten Beobachtungszeitraum und bei spezifischer Betrachtung von Stressphasen. Kapitel 8 schließt mit einer zusammenfassenden Schlussbetrachtung.

Kapitel 2

Contingent Convertible Bonds im Detail

Nach der ersten Emission von CoCo Bonds im Jahre 2009 hat sich die Produktstruktur anfangs sehr dynamisch weiterentwickelt und an das Marktumfeld, insbesondere an die regulatorischen Vorgaben der Aufsichtsbehörde angepasst. Bevor in Kapitel 3 die konkreten regulatorischen Anforderungen an CoCo Bonds sowie die Entwicklung des Marktes vorgestellt werden, soll dieses Kapitel dem Leser einen detaillierten Überblick zu CoCo Bonds verschaffen. Hierzu werden zunächst die grundlegende Funktions- und Wirkungsweise des Produkts anhand eines repräsentativen Beispiels illustriert, in dessen Zuge auch die wesentlichen Begrifflichkeiten definiert werden. Im Anschluss daran liegt der Fokus auf der Produktstruktur und den einzelnen Bestandteilen. Hierbei werden potentiell vorstellbare Ausgestaltungen sowie die damit verbundenen Charakteristika und Wirkungsweisen näher vorgestellt und diskutiert.

2.1 Funktionsweise

CoCo Bonds sind langfristig laufende, nachrangige Schuldverschreibungen von Banken mit festgelegten periodischen Kuponzahlungen. Ihre Besonderheit liegt darin, dass der Nennwert der Schuldverschreibungen bei Eintreten eines in den Anleihebedingungen festgeschriebenen Ereignisses in Eigenkapital gewandelt wird. Dieses auslösende Ereignis wird als *Trigger Event* bezeichnet. Die Bank wird also in diesem Moment vollautomatisch rekapitalisiert, ohne dass ihr von außen zusätzliche liquide Mittel zuffießen. Im Gegensatz zu klassischen Wandelanleihen ist das enthaltene Wandlungsfeature allerdings nicht als Option des Inhabers zu verstehen, sondern als technisch fixierter Automatismus, der die Wandlung erzwingt. Die Wandlung ist somit kein Recht, sondern eine Pflicht, weshalb CoCo Bonds auch als bedingte Pflichtwandelanleihen bezeichnet werden.

Das Trigger Event ist die Konsequenz eines Signals, dass potentielle Verluste die Bank in eine ökonomische Schieflage zu bringen drohen. Das durch Wandlung erzeugte Eigenkapital steht dann zur Absorption von drohenden Verlusten zur Verfügung. Hierdurch soll die Stabilität der Bank erhöht werden.

Abbildung 2.1: Zeitstruktur bei Wandlung

$t = 0$	A	CoCo Bond	Emission	P
	V	2.000	E	200
			C	100
			F	1.700
$t = 1$	A	<i>vor</i> Wandlung	P	
	V	1.850	E	50
			C	100
			F	1.700
$t = 1$	A	<i>nach</i> Wandlung	P	
	V	1.850	E	150
			F	1.700

Zeit ↓

Abbildung 2.1 zeigt den zeitlichen Ablauf der Verlustabsorption beispielhaft. Die angegebenen Werte stellen Marktwerte dar. Vereinfachend wird angenommen, dass der Marktwert des Fremdkapitals vom veränderten Verschuldungsgrad unberührt bleibt.

Abbildung 2.1 veranschaulicht den Vorgang der Wandlung anhand einer vereinfachten Darstellung beispielhaft. Es werden drei Bank-Bilanzen in Abhängigkeit des Zeitpunkts dargestellt. In einem initialen Zeitpunkt $t = 0$ wird zunächst die Bilanz einer Bank betrachtet, die sich in einer ökonomisch soliden Situation befindet. Die Vermögensgegenstände im Wert von $V_0 = 2.000$ sind durch Eigenkapital $E_0 = 200$, Fremdkapital $F_0 = 1.700$ und CoCo Bonds $C_0 = 100$ finanziert. In Zeitpunkt $t = 1$ treten Verluste in Höhe von 150 auf, die beispielsweise durch Wertberichtigungen in einem Kreditportfolio hervorgerufen werden. Zu diesem Zeitpunkt wird nun zwischen den Situationen unmittelbar *vor* und *nach* der Wandlung unterschieden. In der Bilanz *vor* Wandlung wird deutlich, dass die Vermögensgegenstände dem Verlust entsprechend um 150 auf $V_1^{vor} = 1.850$ schrumpfen. Auf der Passivseite wird der Verlust durch das Eigenkapital absorbiert, welches nun um den Verlustbetrag von 150 von $E_0 = 200$ auf $E_1^{vor} = 50$ sinkt.¹ Die CoCo Bonds wurden noch nicht gewandelt und sind somit nach wie vor Bestandteil der rechnerischen Zwischenbilanz *vor* Wandlung.

¹Wir nehmen zur Vereinfachung an, dass eine Änderung der Verschuldung keinen Werteffekt auf das ausstehende Fremdkapital hat.

Eine logische Sekunde später signalisiert ein Indikator die drohende Schieflage der Bank und erzwingt die Wandlung der CoCo Bonds in Eigenkapital. Hierdurch ergibt sich die Bilanz *nach* Wandlung. Es wird deutlich, dass durch diese Rekapitalisierung das Eigenkapital auf $E_1^{nach} = 150$ erhöht wird und sich die Bank dadurch wieder in einem soliden Zustand befindet. Die CoCo Bonds sind aus der Kapitalstruktur verschwunden.

Nachdem dieser Abschnitt einen Überblick über die grundsätzliche Funktionsweise von CoCo Bonds verschafft hat, folgt eine tiefergehende Diskussion der mit CoCo Bonds verbundenen Produktcharakteristika.

2.2 Indikator

Eine herausragende Rolle bei der Konstruktion eines CoCo Bonds nimmt die Wahl eines geeigneten Indikators ein, der das Trigger Event signalisiert. Damit dieser Indikator seiner Aufgabe gerecht werden kann, sollten bei der Auswahl folgende Aspekte berücksichtigt werden (vgl. De Spiegeleer und Schoutens, 2011a). Der Indikator sollte valide sein, d.h. er sollte geeignet sein, die Solvenz des Emittenten abzubilden und bei Eintritt eines vordefinierten Zustands die Wandlung des CoCo Bonds in Eigenkapital zu signalisieren. Außerdem sollte der Indikator objektiv sein, also nicht vom Ermessen oder von Handlungen eines oder mehrerer Akteure abhängig sein, damit keinerlei Interessenskonflikte entstehen, die den Eintritt des Trigger Events verzerren könnten. Neben der Validität und Objektivität sollte die dem Indikator unterliegende Messgröße öffentlich beobachtbar sein, damit die Marktteilnehmer in der Lage sind, die Wahrscheinlichkeit eines Trigger Events einschätzen zu können. Hierbei ist zudem auf eine hinreichend hohe Frequenz der Informationsbereitstellung zu achten. Abschließend sollte noch auf die universelle Gültigkeit des Indikators geachtet werden, damit dieser beispielsweise auch trotz unterschiedlicher Rechnungslegungsstandards international einsetzbar ist.

Vor dem Hintergrund der genannten Aspekte folgt eine abwägende Betrachtung verschiedener Messgrößen, die als potentielle Indikatoren in Frage kommen. Hierbei werden zunächst bankspezifische Messgrößen wie Bilanzkennzahlen und Marktwerte sowie das Ermessen der Aufsichtsbehörde als potentielle Indikatoren diskutiert. Im Anschluss daran werden systembezogene Messgrößen und eine Kombination einer oder mehrerer Kennzahlen untersucht.

2.2.1 Buchwerte

Sollen CoCo Bonds zur Stabilisierung von individuellen Banken dienen, so erscheint es zunächst einmal naheliegend, bankbezogene Kennzahlen als Indikator zu untersuchen. Eine

erste Möglichkeit besteht hierbei in Kennzahlen, die auf Buchwerten des Emittenten der CoCo Bonds basieren. Mögliche Beispiele hierfür sind die Eigenkapitalquote, der Verschuldungsgrad oder die Kernkapitalquote. Diese Kennzahlen besitzen die positive Eigenschaft, dass sie grundsätzlich beobachtbar sind. Außerdem sind sie in ihrer Darstellungsform eindeutig und werden öffentlich publiziert. Insofern kann das Trigger Event klar definiert und beobachtet werden. Allerdings leiden Buchwerte an mehreren Problemen. Obwohl Bilanzen durch Wirtschaftsprüfungsgesellschaften geprüft werden, können sie nicht nur illegal manipuliert, sondern auch im legalen Rahmen im Interesse der Eigentümer bestimmt und entsprechend publiziert werden (Pennacchi und Tchisty, 2018). Mariathasan und Merrouche (2014), Plosser und Santos (2014) und Begley et al. (2017) zeigen, dass Banken insbesondere dann Spielräume in der Bestimmung der regulatorischen Eigenkapitalquoten ausnutzen, wenn ihre Eigenkapitalquote niedrig ist. Insofern führt das Problem mangelnder Objektivität möglicherweise genau in den Zeitpunkten zu Verzerrungen, in denen der Indikator das Trigger Event präzise signalisieren soll. Ein weiteres Problem ist die Frequenz der Informationsbereitstellung, da Bilanzen zeitlich versetzt und in geringer Frequenz, z.B. quartalsweise, veröffentlicht werden. Sie sind somit weder permanent beobachtbar noch in der Lage die aktuelle Situation der Bank verlässlich abzubilden. Flannery (2016) sieht daher die Gefahr, dass ein über Buchwerte bestimmter Indikator die Wandlung zu spät signalisiert. Duffie (2010) äußert ähnliche Zweifel und veranschaulicht diese am Beispiel der Citibank die im Zuge der vergangenen Finanzkrise Staatsgarantien im Umfang von rund 300 Mrd. US Dollar erhalten hatte. Obwohl die Marktkapitalisierung nur noch etwa 1 % der bilanziellen Aktiva entsprochen hatte, lag die Kernkapitalquote der Bank im Laufe der Finanzkrise nie unterhalb von 11,8 % der risikogewichteten Aktiva (Farrell und Sender, 2008). Kuritzkes und Scott (2009) liefern einen weiteren Beleg für die mangelnde Fähigkeit von Buchwerten, den tatsächlichen ökonomischen Zustand einer Bank abzubilden. Ihre Studie zeigt, dass die fünf größten US Banken (eine davon ist die Citibank), die während der Finanzkrise entweder staatlich gestützt wurden oder in die Insolvenz gingen, Kapitalquoten berichteten, die zwischen 50 % und 100 % oberhalb der regulatorischen Mindestkapitalanforderungen lagen. Zusätzlich bestehen zwischen den Wirtschaftsräumen zum Teil gerade in puncto Verlustrealisation wesentliche Unterschiede in den Rechnungslegungsstandards, was die Einordnung der beobachteten buchwertbasierten Kennzahlen für alle Akteure außerhalb der Bank erheblich verkompliziert (BCBS, 2013b; Calomiris und Herring, 2013; Flannery, 2016). Unter Berücksichtigung dieser Probleme stellen diverse Ökonomen² generell in Frage, ob ein auf Bilanzkennzahlen basierender Indikator überhaupt die Fähigkeit besitzt, die tatsächliche Solvenz des Emittenten

²Duffie (2010); Maes und Schoutens (2012); Calomiris und Herring (2013); Buergi (2013) und Flannery (2016)

abzubilden. Neben mangelnder Objektivität und geringer Frequenz der Informationsbereitstellung scheint somit auch die Validität nicht per se gewährleistet zu sein.

2.2.2 Marktwerte

Eine weitere Alternative in der Kategorie bankbezogener Kennzahlen sind Marktwerte von ausstehenden Finanzinstrumenten des CoCo Bond Emittenten. Mögliche Kandidaten sind hierbei der Aktienkurs oder der Bonitätsaufschlag ausstehender Anleihen. Ferner könnten Derivate von Finanzinstrumenten des Emittenten herangezogen werden. Ein Beispiel hierfür stellt die Prämie von Kreditausfallversicherungen (CDS) auf Anleihen dar (Hart und Zingales, 2010). Diese auf Marktwerten basierenden Kennzahlen resultieren in der Regel aus einem global funktionierenden Marktmechanismus und sind meist in hoher Frequenz beobachtbar. Ausgehend von effizienten und liquiden Märkten, besitzen Marktwerte einen gewissen vorwärts gerichteten Charakter, was ihnen ermöglicht, als Prädiktor zukünftiger Verlustszenarien in Frage zu kommen (Flannery, 2005; Buerger, 2013; Pennacchi et al., 2014a; Flannery, 2016). Dennoch besitzen Marktwerte auch Schwächen. Damit diese überhaupt als Indikator fungieren können, müssen sie zunächst einmal existieren. Beispielsweise muss eine Bank an einer Börse gelistet sein, wenn ihr Aktienkurs als Indikator dienen soll. Dies ist insbesondere bei kleineren und mittleren Banken häufig nicht der Fall. Ein Beispiel aus dem deutschen Bankensektor sind hierfür die öffentlich-rechtlichen Sparkassen sowie die genossenschaftlich organisierten Volks- und Raiffeisenbanken. Insofern stellt diese Kennzahl nicht für jede Bank eine Option dar. Marktwerte sind somit nicht immer beobachtbar. Eine zweite wesentliche Schwäche von Marktwerten ist ihre Anfälligkeit für Versuche, das Trigger Event beispielsweise durch gezielte Leerverkäufe manipulativ herbeizuführen (Sundaresan und Wang, 2015; Pennacchi und Tchisty, 2019). Dies könnte den ohnehin bereits schlechten Zustand der Bank sogar noch verschlimmern, statt eine drohende Schieflage zu verhindern (Flannery, 2016; McDonald, 2013).³ Maes und Schoutens (2012) argumentieren mit Verweis auf Duffie (2010) und Goodhart (2010), dass die Gefahr von Manipulationsversuchen durch Leerverkäufe allerdings abgeschwächt werden könnte, indem der Indikator von einem gleitenden Durchschnitt des Aktienkurses bestimmt wird. Aber auch neben der bewussten Herbeiführung des Trigger Events könnten Marktfehler an Börsen zu einem falschen Signal führen und somit die Wandlung des CoCo Bonds erzwingen, obwohl sich die emittierende Bank in einem guten Zustand befindet. De Spiegeleer und Schoutens (2011a) verweisen hierbei exemplarisch auf einen am 6. Mai 2010 auf dem US-amerikanischen Aktienmarkt aufgetretenen Flash-Crash. Aufgrund dieses Events haben fast alle der 8.000 in den Vereinigten

³Mit Marktwerten zusammenhängende Probleme, wie beispielsweise multiple Gleichgewichte und daraus entspringende Manipulationsanreize, werden in Abschnitt 4.4 im Detail diskutiert.

Staaten gehandelten Wertpapiere kurzzeitig massive Kursverluste erlitten (De Spiegeleer und Schoutens, 2014). Insgesamt wurden mehr als 20.000 Transaktionen in 300 Aktien zu Preisen ausgeführt, die mehr als 60 % unterhalb ihres Vor-Crash-Niveaus lagen. Ein auf dem Aktienkurs basierender Indikator hätte hier, sofern er in Eigenregie fungiert, das Trigger Event voreilig signalisiert.

2.2.3 Ermessen der Aufsichtsbehörde

Eine dritte Möglichkeit besteht darin, den Indikator an das Ermessen einer Aufsichtsbehörde zu koppeln (Maes und Schoutens, 2012). In der Europäischen Union (EU) wäre dies beispielsweise für bedeutende Banken die Europäische Zentralbank (EZB) für weniger bedeutende Banken die nationalen zuständigen Behörden.⁴ Diese Behörde könnte sich auf Ergebnisse von Stresstests berufen und ebenso bankspezifische Markt- und Buchwerte mit in ihr Urteil einfließen lassen. Diese Variante der Indikation eines Trigger Events besitzt somit einen ganzheitlichen Charakter und erscheint im Sinne der Validität als geeignet. Allerdings bringen Ermessensentscheidungen verschiedene Probleme mit sich. Laut Calomiris und Herring (2013) und Glasserman und Perotti (2017) ist die Entscheidung, die Wandlung eines CoCo Bonds zu erzwingen, immer auch mit politischem Druck verbunden, der mit zunehmender Größe und Systemrelevanz der Bank steigt. Dies kann dazu führen, dass der Indikator erst verspätet die Wandlung erzwingt, wenn sich die Bank bereits in einer Schieflage befindet. Ähnlich wie im Falle des auf Buchwerten basierenden Indikators hat ein an das Ermessen einer Aufsichtsbehörde gekoppelter Indikator somit einen zeitlich verzögerten Charakter (Brown und Dinç, 2011; Calomiris und Herring, 2013; Flannery, 2016). Ein weiterer schwerwiegender Nachteil liegt darin, dass der Eintritt des Trigger Events aufgrund der mangelnden Beobachtbarkeit kaum prognostizierbar ist und somit die Bewertung der CoCo Bonds für Marktteilnehmer erschwert (De Spiegeleer und Schoutens, 2011a). Insofern erscheint die Wahl eines Indikators, der ausschließlich auf dem Ermessen der Aufsichtsbehörde basiert, insbesondere hinsichtlich der Kriterien Objektivität, Beobachtbarkeit und Frequenz der Informationsbereitstellung problematisch.

2.2.4 Systembezogene Messgrößen

Neben den zuvor besprochenen bankspezifischen Größen, die als Indikator in Frage kommen, diskutieren Pazarbasioglu et al. (2011) ebenso Größen die auf das Finanzsystem insgesamt abzielen. Ein Vorteil dieser Perspektive liegt in der generellen Fähigkeit, Systemkrisen zu verhindern. Als mögliche Beispiele können hierbei die Betrachtung von

⁴Für eine Klassifizierung von Banken als bedeutend oder weniger bedeutend siehe Brixner und Schaber (2016) Kapitel 1.

Marktindizes oder geldpolitischer Kennzahlen wie Marktliquidität, Ausfallquoten oder Marktvolatilität dienen. Genauso kommt, ähnlich wie bei den bankspezifischen Indikatoren, die Ermessensentscheidung einer Aufsichtsbehörde in Frage. Jedoch ist hierbei die Suche nach einer geeigneten Institution problematisch, welche diese Funktion auf supranationaler Ebene übernehmen könnte. Diese Form des Indikators teilt außerdem die gleichen Nachteile wie der bankspezifische Gegenpart. Geldpolitische Kennzahlen haben den Nachteil, dass sie, wenn überhaupt, in Form von Reports oder Stellungnahmen der Behörde in verhältnismäßig geringer Frequenz publiziert werden.⁵ Marktindizes sind hingegen öffentlich und in hoher Frequenz an Börsen beobachtbar. Außerdem sind sie, verglichen mit bankbezogenen Marktwerten wie beispielsweise dem Aktienkurs des Emittenten, wesentlich robuster gegenüber Manipulationsversuchen. Dennoch besteht ein schwerwiegender Nachteil aller systembezogener Indikatoren darin, dass keinerlei Differenzierung zwischen den Banken stattfindet, was dazu führen könnte, dass auch der CoCo Bond einer gesunden Bank gewandelt wird. Ein weiteres Problem liegt in der verpassten Indikation der Schieflage einer einzelnen Bank, während das Bankensystem insgesamt keine Probleme aufweist. Droht beispielsweise einer systemrelevanten Bank die Schieflage, könnte eine auf diese Weise ausbleibenden Verlustabsorption erst zur Systemkrise führen. Zusätzlich ist dieser Indikator insbesondere auch für die Vermarktungsfähigkeit von CoCo Bonds problematisch. In Bezug auf die Kriterien, welche ein geeigneter Indikator erfüllen sollte, kann festgehalten, dass die Wahl eines ausschließlich systembezogenen Indikators somit als ungeeignet erscheint, um die Verlustabsorption eines CoCo Bonds angemessen zu signalisieren.

2.2.5 Kombination von Kennzahlen

Um die Nachteile der zuvor diskutierten potentiellen Kennzahlen oder Signalgeber aufzuheben und ihre jeweiligen Stärken zu nutzen, kommt ebenso ein Indikator in Frage, der auf einer Kombination verschiedener Kennzahlen oder Signalgebern basiert. McDonald (2013) schlägt die Kombination eines bankspezifischen und systembezogenen Mechanismus vor. Konkret wird ein dualer Indikator propagiert, der das Trigger Event signalisiert, sobald der Aktienkurs des Emittenten und zeitgleich der Stand eines Bankenindex auf oder unter jeweils zuvor festgelegter Schwellwerte liegen. Diese kombinierte Betrachtung soll potentielle Probleme in Verbindung mit Kursmanipulationen vermeiden. In eine ähnliche Richtung argumentiert die Squam Lake Working Group (2009), wonach CoCo Bonds erst dann in Eigenkapital wandeln sollen, wenn ebenfalls zwei Bedingungen erfüllt sind. Als erste Bedingung muss sich das gesamte Bankensystem in einem Krisenzustand

⁵Beispielsweise Monatsberichte der Deutschen Bundesbank oder die Zusammenfassungen der wöchentlich stattfindenden geldpolitischen Sitzungen des EZB-Rates, welche nicht unmittelbar nach der Sitzung, sondern in einer Frequenz von ca. sechs Wochen publiziert werden.

befinden. Dieser Zustand muss durch die Aufsichtsbehörde festgestellt werden. Die zweite Bedingung bezieht sich auf den Emittenten des CoCo Bonds und wird durch das Verletzen einer zuvor festgelegten bankbezogenen Kennzahl signalisiert. Bei der Wahl der bankbezogenen Kennzahl gibt die Squam Lake Working Group (2009) keine abschließende Handlungsempfehlung ab, Pazarbasioglu et al. (2011) vermutet jedoch, dass hierbei auf die Kernkapitalquote der Bank abgezielt wird. Im Gegensatz zu den Befürwortern eines kombinierten Indikators äußert Plosser (2010) Zweifel, da insbesondere die Fähigkeit der Aufsichtsbehörde, pünktlich zu handeln, als Problem angesehen wird und somit die Verlustabsorption zu spät ausgelöst wird. Flannery (2016) kritisiert, dass diese Form des Indikators einer systemrelevanten Bank erlauben würden, ihre Geschäfte unterkapitalisiert fortzuführen, ohne den CoCo Bond zu wandeln. Gerät die Bank entgegen des Systemtrends in die Insolvenz, könnte hieraus eine plötzliche Systemkrise resultieren. Im Zuge von Basel III wird ein kombinierter Indikator vorgeschlagen, bei dem die unterliegenden Messgrößen nicht simultan den Zustand einer drohenden Schieflage signalisieren müssen, sondern das individuelle Signal einer der beiden Messgrößen ausreicht, um die Wandlung anzuzeigen. Im konkreten Fall von Basel III ist die Kernkapitalquote mit dem Ermessen der Aufsichtsbehörde kombiniert. Erreicht die Kernkapitalquote einen vordefinierten Zustand, wird gewandelt. Entscheidet aber die Aufsichtsbehörde vor Erreichen dieses Zustands, dass die Bank in Schieflage zu geraten droht, wird ebenso gewandelt. Die beiden im kombinierten Indikator enthaltenen Messgrößen fungieren somit individuell und können sich hierdurch sinnvoll ergänzen.

Abbildung 2.2: Messgrößen als Kandidaten des Indikators

Messgröße	Validität	Objektivität	Beobachtbarkeit	Frequenz	Universalität
Buchwerte					
Marktwerte					
Aufsichtsbehörde					
System					
Kombination					

Abbildung 2.2 zeigt die fünf verschiedenen Messgrößen, welche als Kandidaten des Wandlungsindikators in Frage kommen. Bei der Messgröße *Kombination* wird ein auf Bilanzkennzahlen und aufsichtsrechtlichem Ermessen basierender Indikator angenommen. Die Messgrößen werden anhand der fünf Kriterien Validität, Objektivität, Beobachtbarkeit, Frequenz und Universalität qualitativ anhand einer Ampellogik eingeordnet. Grünes Symbol: Kriterium erfüllt. Gelbes Symbol: Kriterium teilweise erfüllt. Rotes Symbol: Kriterium nicht erfüllt.

Abbildung 2.2 zeigt eine Übersicht der als Indikator in Frage kommenden Messgrößen. Eine Ampellogik bietet hier Unterstützung bei der Einordnung, inwiefern eine Messgröße die jeweiligen Kriterien eines adäquaten Indikators erfüllt. Es zeigt sich, dass es keinen strikt dominanten Indikator gibt, der für alle Banken geeignet ist. Unter Berücksichtigung der diskutierten Aspekte scheinen Marktwerte auf den ersten Blick wohl den besten Kandidaten darzustellen. Allerdings bestehen zwei Probleme: die teilweise mangelnde Objektivität aufgrund der Gefahr von Manipulation sowie das Problem der Beobachtbarkeit bei Banken deren Finanzinstrumente nicht gehandelt werden. Insofern stellt ein auf Marktwerten basierender Indikator nur für eine Teilmenge aller Banken, nämlich die börsennotierten, den geeignetsten Kandidaten zur Signalisierung des Trigger Events dar. Dies ist auch das Problem bei deren Kombination mit dem Ermessen der Aufsichtsbehörde. Unter Abwägung der diskutierten Aspekte und Kriterien kann die durch Basel III vorgeschlagene und beispielsweise in der EU eingeführte Variante eines kombinierten Indikators bestehend aus der Kernkapitalquote des Emittenten und dem Ermessen der zuständigen Aufsichtsbehörde bestenfalls als Kompromisslösung bezeichnet werden.

2.3 Wandlungsmechanismus

Der Wandlungsmechanismus beschreibt den Mechanismus, der abläuft, sobald der Indikator eine definierte Trigger Schwelle erreicht, hierdurch das Trigger Event signalisiert und somit die Wandlung in Eigenkapital erzwingt. Sein Design setzt sich folglich aus der Festlegung der *Trigger Schwelle*, also derjenigen Schwelle, an der das Trigger Event signalisiert wird, und der Wahl der konkreten Art der Wandlung, dem *Wandlungstypen*, zusammen. Über die Lage der Trigger Schwelle relativ zum aktuellen ökonomischen Zustand der Bank lässt sich die Wahrscheinlichkeit eines Trigger Events maßgeblich steuern. Durch die Wahl des Wandlungstyps wird wiederum der technische Ablauf bei Auftreten des Trigger Events festgelegt.

2.3.1 Trigger Schwelle

Die *Trigger Schwelle* stellt einen ex ante definierten Zustand dar, bei dessen Eintritt ein festgelegter Indikator das Trigger Event signalisiert. Nimmt man zum Beispiel den Aktienkurs des Emittenten als Messgröße des Indikators, wird das Trigger Event signalisiert, sobald ein kritischer Aktienkurs, die Trigger Schwelle, erreicht wird. Der CoCo Bond wandelt dann in Eigenkapital.

Aufgrund der Tatsache, dass CoCo Bonds in Antizipation drohender Verluste gewandelt werden sollen, wird die Insolvenzschwelle, also derjenige Zustand, in dem die Bank Insol-

venz anmeldet, als Referenzpunkt herangezogen. Je nach Distanz der gewählten Trigger Schwelle zur Insolvenzschwelle kann somit gesteuert werden, in welchem Zustand sich die Bank zum Zeitpunkt des Trigger Events befindet. Generell gilt, je höher die Trigger Schwelle, desto früher erfolgt die Wandlung des CoCo Bonds in Eigenkapital und somit die Versorgung der Bank mit Kapital zur Absorption potentieller Verluste. Dies bedeutet auch, dass ausgehend von einer solventen Bank der Eintritt des Trigger Events umso wahrscheinlicher ist, je höher die Trigger Schwelle festgelegt ist.

Abbildung 2.3: Niveaustufen der Trigger Schwelle

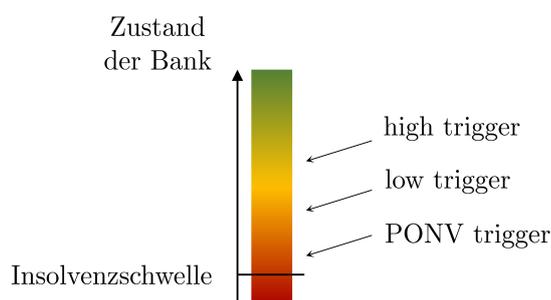


Abbildung 2.3 zeigt drei verschiedene Niveaustufen der Trigger Schwelle im Verhältnis zur Insolvenzschwelle. Der ökonomische Zustand der Bank wird dabei durch eine Säule mit Farbverlauf von rot, negativer Zustand, bis grün, positiver Zustand, dargestellt. Point of non-viability (PONV): Zustand, in dem die Bank aus Perspektive der Aufsichtsbehörde als nicht mehr selbstständig überlebensfähig angesehen wird.

Abbildung 2.3 verdeutlicht die drei in der Literatur diskutierten und insbesondere durch die Aufsichtsbehörden geprägten Niveaustufen der Trigger Schwelle in Relation zur Insolvenzschwelle. Die farblich verlaufende Säule bildet hierbei den Zustand der Bank ab. Im roten Bereich befindet sich die Bank in einer ernstzunehmenden Schieflage, unterhalb der Insolvenzschwelle sogar in der Insolvenz. Im grünen Bereich hingegen ist der Zustand der Bank positiv. CoCo Bonds mit einem *high trigger* gelten als solche, bei denen die Wandlung verhältnismäßig früh stattfindet. Dieser Schwellwert betont den Fortführungsgedanken (*going-concern*) des Unternehmens und soll der zeitlichen Rekapitalisierung der Bank durch Beteiligung der Gläubiger dienen (Büscher, 2018). Einer drohenden Insolvenz soll so frühzeitig entgegengewirkt werden. Im Falle von *low trigger* CoCo Bonds befindet sich der Emittent schon in einer akuten Schieflage, eine Rettung scheint aber in diesem Zustand noch möglich. Eine Schwelle am point of non-viability (PONV⁶), der *PONV trigger*, soll als letzte Möglichkeit dienen, die Bank vor der Insolvenz zu bewahren und stellt somit die tiefstmögliche Trigger Schwelle dar (Avdjiev et al., 2013). An dieser Stelle bietet sich der Vergleich mit Bail-in Kapital an. Bail-in Kapital ist eine eigene schon länger bestehende Form hybriden Kapitals, die genauso wie CoCo Bonds der Gläubigerbeteiligung

⁶Der PONV bezeichnet einen Zustand, in dem die Bank aus Perspektive der Aufsichtsbehörde als nicht mehr selbstständig überlebensfähig angesehen wird.

dient, jedoch erst dann zum Tragen kommt, wenn die Bank unmittelbar vor der Insolvenz steht und als nicht mehr überlebensfähig eingestuft wird. Wird Bail-in Kapital durch die Feststellung der Aufsichtsbehörde aktiviert, werden Teile der Verfügungsrechte bisheriger Eigenkapitalgeber an die Bail-in Gläubiger übertragen. In Abgrenzung zu CoCo Bonds steht hierbei der Abwicklungsgedanke (*gone concern*) im Vordergrund (Chen et al., 2017). Am PONV ist somit der Übergang von CoCo Bonds zu Bail-in Kapital fließend.⁷

2.3.2 Wandlungstyp

Neben der Wahl des Indikators und der Definition der Trigger Schwelle muss in einem dritten Schritt die Konsequenz eines signalisierten Trigger Events festgelegt werden, also die Art der Wandlung. Hierbei kommen zwei Wege in Frage, über die der CoCo Bond in Eigenkapital gewandelt werden kann. Zum einen durch den Tausch junger Stammaktien gegen den CoCo Bond und zum anderen durch die (teilweise) Abschreibung des Nennwerts.⁸ Letztere Variante ist gerade für öffentlich-rechtliche oder genossenschaftliche Banken relevant, da diese qua Rechtsform keine Möglichkeit besitzen, Aktien auszugeben (Avdjiev et al., 2013).

2.3.2.1 Wandlung in Aktien

Soll die Verlustabdeckung durch Aktienwandlung erfolgen, so stellt sich die Frage nach der Anzahl junger Aktien, gegen die der CoCo Bond im Wandlungsfall getauscht wird. Maßgeblich ist hierfür der *Wandlungspreis*. Als Wandlungspreis S_c wird derjenige Bezugspreis bezeichnet, zu dem eine Aktie im Zeitpunkt der Wandlung getauscht wird. Als Bezugsgröße dient hierbei der Nennwert N des CoCo Bonds. Die Anzahl n der jungen Aktien pro CoCo Bond ergibt sich aus dem Quotienten aus Nennwert N und Wandlungspreis S_c

$$n = \frac{N}{S_c}. \quad (2.1)$$

Im Zeitpunkt der Wandlung wird somit der Nennwert N des CoCo Bonds gegen n Aktien getauscht. Der Wandlungspreis S_c ist hierbei nicht zu verwechseln mit dem Aktienkurs \underline{S} bei Wandlung.

⁷Als Beispiel hierfür dient der Fall des am PONV zwangsgewandelten CoCo Bonds der Banco Popular Español. Dieses besondere Ereignis wird in Abschnitt 3.3.1 des nachfolgenden Kapitels vorgestellt.

⁸Während die Aktienwandlung „innerhalb der Gewinnermittlung nach § 4 Abs. 1 oder § 5 EStG des Emittenten zu einem Ertrag“ (BMF, 2014) führt, ergibt sich bei der Abschreibung ein außerplanmäßiger (steuerpflichtiger) Ertrag (BMF, 2014; Frank, 2014).

Nachfolgend soll die Festlegung des Wandlungspreises S_c hinsichtlich des Potentials zur Verwässerung bestehender Aktionäre und in Bezug auf den Wert des Aktienpakets der neuen Aktionäre diskutiert werden (vgl. De Spiegeleer und Schoutens, 2012).

Je niedriger der Wandlungspreis S_c , desto umfangreicher ist das Aktienpaket n , welches der CoCo Bond Investor im Wandlungsfall erhält. Für eine gegebene Anzahl alter Aktien steigt der Verwässerungsgrad der Altaktionäre mit zunehmendem Umfang des Aktienpakets der jeweiligen Neuaktionäre. Aus Perspektive der bestehenden Aktionäre ist somit ein niedriger Wandlungspreis unattraktiv, da hierdurch deren Anteile verglichen mit einem höheren Wandlungspreis stärker verwässert werden.

Um einen möglichen Wertverlust des Investors durch eine Wandlung abzuschätzen, wird wie in McDonald (2013) der Nennwert des CoCo Bonds als Referenzwert für den Wert des CoCo Bonds nach erfolgter Wandlung herangezogen.⁹ Der Wert des Aktienpakets, das ein Investor im Zeitpunkt des Trigger Events erhält, hängt von der Anzahl der Aktien n und dem Aktienkurs \underline{S} im Zeitpunkt der Wandlung ab.

Der absolute Wertverlust L des Investors entspricht dann

$$L = N - n \cdot \underline{S}. \quad (2.2)$$

Einsetzen von Gleichung (2.1) für n in Gleichung (2.2) ergibt

$$L = N \cdot \left(1 - \frac{\underline{S}}{S_c}\right). \quad (2.3)$$

Der Quotient $\frac{\underline{S}}{S_c}$ bestimmt somit den Wertverlust L und kann als Rückgewinnungsquote des Nennwerts betrachtet werden (De Spiegeleer und Schoutens, 2014). Liegt der Aktienkurs bei Wandlung unter dem Wandlungspreis, d.h. $\underline{S} < S_c$, verliert der Investor Teile des Nennwerts. Für umgekehrte Relation gewinnt der Investor bei Wandlung zusätzlich an Wert, da das Aktienpaket einen höheren Wert besitzt als der eingesetzte Nennwert. Entsprechen sich \underline{S} und S_c , so ist die Wandlung als wertneutral zu bezeichnen.

Bei der Festlegung des Wandlungspreises S_c werden in der Literatur drei Varianten diskutiert (De Spiegeleer und Schoutens, 2014).

Fixierter Wandlungspreis

Als erste Variante wird ein bei Emission des CoCo Bonds fixierter Wandlungspreis genannt, wodurch die Anzahl junger Aktien, die bei Wandlung gegen den CoCo Bond einge-

⁹Korrektweise müsste an dieser Stelle jedoch der Wert des kontrafaktischen nicht gewandelten CoCo Bonds stehen, da sich der Wert des Instruments in aller Regel im Laufe der Zeit vom Nennwert unterscheidet.

tauscht werden, ex ante bekannt ist. Grundsätzlich kommt hier jeder beliebige Aktienkurs in Frage und es gilt: Je höher der Wandlungspreis S_c festgelegt wird, desto ausgeprägter ist der Wertverlust der CoCo Bond Inhaber. Bezüglich der Veränderung in der Eigenkapitalstruktur nimmt außerdem die Verwässerung der Eigenkapitalanteile der Altaktionäre mit zunehmendem Wandlungspreis ab.

Variabler Wandlungspreis

Alternativ kann der Wandlungspreis bei Wandlung festgelegt werden, beispielsweise durch den Aktienkurs \underline{S} bei Wandlung.¹⁰ Da dieser Aktienkurs ex ante unbekannt ist, ist der Umfang des Aktienpakets ebenfalls unbekannt. Da das Trigger Event eintritt, wenn es dem Emittenten ökonomisch schlecht geht, ist zu erwarten, dass sich der Aktienkurs in diesem Zustand auf einem vergleichsweise geringem Niveau befindet. Die Anteile der Altaktionäre werden entsprechend stark verwässert, was die Wahl eine variablen Wandlungspreises für Altaktionäre wenig attraktiv macht. Mit Blick auf den Wert des Aktienpakets des CoCo Bond Investors nach Wandlung ist hier eine wertneutrale Wandlung festzustellen, da der CoCo Bond gegen ein im Wert äquivalentes Aktienpaket getauscht wird.

Floored Wandlungspreis

Die dritte Variante stellt eine Mischform dar, bei der ein Mindestwandlungspreis festgelegt wird. Hier wird vereinbart, dass der Aktienkurs \underline{S} bei Wandlung als Wandlungspreis herangezogen wird, wenn dieser einen Mindestwandlungspreis S_F nicht unterschritten hat. Ansonsten greift S_F als Wandlungspreis. Hierdurch wird der Umfang des Aktienpakets auf ein Maximum von $\frac{N}{S_F}$ begrenzt, wodurch ebenso der Verwässerungsgrad der bestehenden Aktionäre eingeschränkt wird. Der Werteffekt hängt letztlich vom realisierten Aktienkurs bei Wandlung ab. Liegt dieser über dem Mindestwandlungspreis ist die Wandlung wertneutral, liegt dieser unter dem Mindestwandlungspreis stellt sich ein Wertverlust ein.

2.3.2.2 Abschreibung des Nennwerts

Neben der Wandlung in Aktien kann die Verlustabsorption auch durch die (teilweise) Abschreibung des Nennwerts erfolgen. Der abgeschriebene Betrag reduziert die Verbindlichkeiten der Bank. Dadurch entsteht ein außerordentlicher Ertrag, der das Kernkapital der Bank erhöht. CoCo Bonds mit Abschreibung des Nennwerts werden auch als write-down

¹⁰Für eine ausführliche Diskussion des Effekts der Wandlung auf den Aktienkurs des Emittenten siehe z.B. Heldt (2013).

CoCo Bonds bezeichnet.¹¹ Genauso wie im Falle der Wandlung in Aktien ist bei der Verlustabsorption durch Abschreibung ebenfalls das Signal des Indikators der Ausgangspunkt. Im Zeitpunkt des Trigger Events wird der Nennwert N um den *Abschreibungssatz* α reduziert. Ähnlich wie im Falle des Wandlungspreises S_c in Abschnitt 2.3.2.1 dieses Kapitels kann der Abschreibungssatz α bei Emission fixiert oder variabel gehalten werden. Beispielsweise bedeutet ein fixierter Abschreibungssatz von $\alpha = 1$, dass der Nennwert des CoCo Bonds vollständig abgeschrieben wird. Neben dem Abschreibungssatz ist außerdem die Dauerhaftigkeit der Abschreibung festzulegen. Hierbei kann zwischen permanenter und temporärer Abschreibung unterschieden werden. Während somit eine permanente Abschreibung einen unwiederbringlichen Werttransfer von den CoCo Bond Investoren hin zu den Eigenkapitalgebern bedeutet, kann der Werttransfer bei einem temporären write-down CoCo Bond durch eine Zuschreibung wiederhergestellt werden. Ähnlich wie im Falle des Indikators des Trigger Events sowie der Trigger Schwelle gilt es, die Kriterien einer Wertzuschreibung festzulegen. Naheliegender ist es, die Zuschreibung ebenfalls an den Indikator zu knüpfen, der auch die Wandlung signalisiert.

Zur Verdeutlichung eines temporären write-down CoCo Bonds mit variablem Abschreibungssatz soll Abbildung 2.4 dienen, welches auf das Beispiel aus Abschnitt 2.1 aufbaut. Ausgangspunkt ist die Bilanz in $t = 1$ vor Wandlung. Der Abschreibungssatz des von der Bank in $t = 0$ emittierten CoCo Bonds sei wie folgt konstruiert: Bei Eintritt des Trigger Events, soll der Nennwert des CoCo Bonds um den Abschreibungssatz reduziert werden, sodass nach der Wandlung eine Mindesteigenkapitalquote von 7 % sichergestellt ist. Bei Wandlung beläuft sich der Abschreibungssatz α im Beispiel auf:

$$\begin{aligned} 0,07 &= \frac{E_1^{nach}}{V_1} \\ 0,07 &= \frac{E_1^{vor} + \alpha \cdot N}{V_1} \\ \alpha &= \frac{0,07 \cdot V_1 - E_1^{vor}}{N} \\ \alpha &= \frac{0,07 \cdot 1.850 - 50}{100} \approx 0,8 \end{aligned}$$

Es werden somit 80% des Nennwerts des CoCo Bonds (temporär) abgeschrieben und in Eigenkapital gewandelt. Nach Wandlung ergibt sich somit eine Bilanz mit Eigenkapital von $E_1^{nach} = 130$, dem CoCo Bond nach Abschreibung $C_1^{nach} = 20$ und dem Fremdkapital $F = 1.700$.¹²

¹¹Grundsätzlich bezieht sich der Begriff CoCo Bond in dieser Dissertation immer auch auf write-down CoCo Bonds. Sollte ausschließlich ein bestimmter Wandlungstyp angesprochen werden, wird dies explizit verdeutlicht.

¹²Es gilt an dieser Stelle zu erwähnen, dass generell alle CoCo Bonds in gleichem Umfang abgeschrieben werden.

Abbildung 2.4: Zeitstruktur eines temporären write-down CoCo Bonds

		<i>vor Wandlung</i>			P
A					
V	1.850	E		50	
		C		100	
		F		1.700	

		<i>nach Wandlung</i>			P
A					
V	1.850	E		130	
		C		20	
		F		1.700	

		<i>vor Zuschreibung</i>			P
A					
V	2.000	E		280	
		C		20	
		F		1.700	

		<i>nach Zuschreibung</i>			P
A					
V	2.000	E		200	
		C		100	
		F		1.700	

Abbildung 2.4 zeigt den zeitlichen Ablauf der Verlustabsorption im Falle eines temporären write-down CoCo Bonds mit variablem Abschreibungssatz beispielhaft. Die angegebenen Werte stellen Marktwerte dar. Vereinfachend wird angenommen, dass der Marktwert des Fremdkapitals vom veränderten Verschuldungsgrad unberührt bleibt.

Nachdem die Bank durch die Wandlung des CoCo Bonds vor einer Schieflage bewahrt werden konnte, wird angenommen, dass die Bank in einem zukünftigen Zeitpunkt $t = 2$ Gewinne i.H.v. 150 realisieren konnte und wieder zur ökonomischen Situation bei Emission der CoCo Bonds im Zeitpunkt $t = 0$ zurückkehrt. Ein Zuschreibungsindikator signalisiert in diesem Zustand, dass eine Zuschreibung des CoCo Bonds bis zum ursprünglichen Nennwert erfolgen soll. Unmittelbar vor der Zuschreibung liegt der Wert des Eigenkapitals bei $E_2^{vor} = 280$. Um nun den Nennwert des CoCo Bonds bei Emission wiederherzustellen, wird der zuvor abgeschriebene Betrag von 80 wieder zugeschrieben.

Das Eigenkapital wird durch einen außerordentlichen Aufwand entsprechend reduziert. Es ergibt sich somit nach erfolgter Zuschreibung wieder die Bilanz des Emissionszeitpunkts (vgl. Abbildung 2.1).

2.4 Kuponzahlungen

Ein typisches Charakteristikum von Schuldverschreibungen sind regelmäßige Zinszahlungen, die vom Emittenten an den Investor für die Kapitalüberlassung geleistet werden. Bei gewöhnlichem Fremdkapital bestimmt sich der Kupon grundsätzlich durch die bei Emission gezahlte Rendite auf risikofreie Anlagen, in der Regel Staatsanleihen mit höchster Bonitätsstufe, und einen dem Kreditrisiko des Emittenten entsprechenden Kreditaufschlag. Beides wird zur Laufzeit der Fremdkapitaltitel passend gewählt.

2.4.1 Einfluss des Wandlungsmechanismus

Bei CoCo Bonds sind die Einflüsse auf die Höhe des Kupons allerdings vielschichtiger, da zusätzlich zu den Aspekten gewöhnlicher Fremdkapitaltitel der Wandlungsmechanismus eine gewichtige Rolle spielt. Insbesondere sind hierbei die Wahrscheinlichkeit einer Wandlung und die damit verbundene Wertkonsequenz für den Investor relevant. Bei der Konstruktion des CoCo Bonds wird die Wandlungswahrscheinlichkeit über die Trigger Schwelle gesteuert. Je höher die Schwelle relativ zur Insolvenzschwelle gewählt wird, desto wahrscheinlicher wird ein Auftreten des Trigger Events. Die Wertkonsequenz wird über den Wandlungspreis respektive den Abschreibungssatz festgelegt. Der Wert des CoCo Bonds im Wandlungszeitpunkt sinkt sowohl im Wandlungspreis als auch im Abschreibungssatz. Geht man von einer Emission zu pari aus, steigt der Kupon somit im Wandlungspreis und im Abschreibungssatz. Für einen gegebenen Wandlungspreis ist der Effekt der Trigger Schwelle situationsabhängig. Gewinnt der Investor durch Wandlung, so sinkt der Kupon mit steigender Trigger Schwelle (Wandlungswahrscheinlichkeit). Umgekehrt steigt der verlangte Kupon mit steigender Trigger Schwelle, wenn der Investor durch die Wandlung verliert.

Nach Ablauf einer fixierten Frist, die in der Regel mit der Kündigungssperrfrist (siehe Abschnitt 2.5) zusammenfällt, wird der Kupon neu am dann vorliegenden Zinsumfeld ausgerichtet. Wichtig ist an dieser Stelle, dass der Kreditaufschlag bereits bei Emission fixiert ist und aufgrund aufsichtsrechtlicher Bestimmungen keine step-up Regelungen erlaubt sind.¹³

¹³Die Kündigungsbedingungen werden in Kapitel 3 Abschnitt 3.1 diskutiert.

2.4.2 Kuponstopp

Ein typisches Charakteristikum von CoCo Bonds ist die Unverbindlichkeit der Kuponzahlungen. Dies bedeutet, dass der Emittent zu jedem Zeitpunkt die vertraglich festgelegten Kuponzahlungen nach seinem Ermessen auf nicht kumulierter Basis vorübergehend oder dauerhaft einstellen kann. Dies stellt im Gegensatz zur verpassten Kuponzahlung auf gewöhnliche Schuldverschreibungen keinen Insolvenztatbestand dar (Tophoven et al., 2014).¹⁴ Zudem können aufsichtsrechtliche Bestimmungen die Einstellung der Kuponzahlungen erzwingen.¹⁵ Der Kuponstopp ist somit ebenfalls als eine Art der Verlustabsorption anzusehen, die bereits vor Eintritt der Wandlung in Eigenkapital zum Tragen kommt und somit einen ersten Schritt bei der Stabilisierung der Bank darstellt. Bei CoCo Bonds, die in Aktien wandeln, würde diese Art der vorgelagerten Verlustabsorption vor Wandlung bedeuten, dass die Aktionäre keine Verwässerung erleiden (Corcuera et al., 2014). Ebenso kann der theoretische Fall eintreten, dass Kuponzahlungen eingestellt werden, obwohl Dividenden ausgeschüttet werden (Tophoven et al., 2014). Aufgrund der Ähnlichkeit der Kuponzahlungsbedingungen zu denen der Dividendenzahlungen wird in diesem Zusammenhang auch das Verschwimmen des Haftungsrangs relativ zu Eigenkapital deutlich. Es ist jedoch fraglich, ob eine Bank in Antizipation zukünftigen Kapitalbedarfs diesen Schritt wagen würde.

2.5 Laufzeitstruktur

Die Laufzeit einer Schuldverschreibung ist ebenfalls ein wesentliches Merkmal, welches den Charakter des Finanzinstruments bestimmt. Aufgrund der Tatsache, dass CoCo Bonds für die emittierende Bank verlustabsorbierendes Kapital darstellen sollen, sind deren Laufzeiten langfristiger Natur. Dies spielt insbesondere bei der Berücksichtigung im regulatorischen Eigenkapital eine wichtige Rolle, da hier CoCo Bonds zwingend als Konsolbond, d. h. ohne Endfälligkeit, emittiert werden müssen, um im Kernkapital angerechnet werden zu können. Dies soll sicherstellen, dass die CoCo Bonds nicht in schlechten ökonomischen Zuständen fällig werden und dann nicht oder nur zu schlechten Bedingungen neu emittiert werden können (McDonald, 2013; Avdjiev et al., 2013; Tophoven et al., 2014). Zudem

¹⁴Die Unverbindlichkeit der Kuponzahlungen ist eine der Eingangskriterien für die Gültigkeit von CoCo Bonds im regulatorischen Eigenkapital. Art. 52 (1) I CRR hierzu: „Ausschüttungen auf die Instrumente erfüllen folgende Voraussetzungen: (...) iii) die für die Instrumente geltenden Bestimmungen verleihen dem Institut das Recht, die Ausschüttungen auf die Instrumente jederzeit nach eigenem Ermessen für unbefristete Zeit und auf nicht kumulierter Basis ausfallen zu lassen, und das Institut kann die Mittel aus den ausgefallenen Auszahlungen uneingeschränkt zur Erfüllung seiner eigenen Verpflichtungen bei deren Fälligkeit nutzen, iv) der Ausfall von Ausschüttungen stellt keinen Ausfall des Instituts dar, v) durch den Ausfall von Ausschüttungen werden dem Institut keine Beschränkungen auferlegt“.

¹⁵Die genauen Details hierzu werden in Abschnitt 3.1 ausführlich diskutiert.

wird durch eine unbegrenzte Laufzeit die Rekapitalisierung garantiert (Flannery, 2009; De Spiegeleer und Schoutens, 2011b; Gleske und Ströbele, 2012).

2.5.1 Ordentliches Kündigungsrecht des Emittenten

Aufgrund der Länge der Laufzeit ist es bei CoCo Bonds üblich, dass der Emittent die Möglichkeit zur vorzeitigen Rückzahlung besitzt. Dieses ordentliche Kündigungsrecht kann nach Ablauf einer Kündigungssperrfrist erfolgen, jedoch ist die Genehmigung der Aufsichtsbehörde erforderlich. Insofern handelt es sich im Falle von CoCo Bonds nur um ein bedingtes Kündigungsrecht. Eine weitere wesentliche Komponente in Bezug auf die vorzeitige Kündigung ist, dass diese nicht durch vertragliche Anreize begünstigt werden darf. Dies ist eine konkrete Vorgabe der Aufsichtsbehörden, um im Kernkapital von Banken anrechenbar zu sein. Zum Ausdruck kommt dies durch den Fakt, dass CoCo Bonds keinerlei vertragliche Kupon step-up Regelungen beinhalten dürfen. Diese Vertragsklausel ist regelmäßig bei klassischen kündbaren Anleihen enthalten, um die vorzeitige Kündigung zu motivieren. Somit ist das einzige Kriterium zur vorzeitigen Kündigung die Verbesserung der Solvenz des Emittenten. Außerdem ist die Kündigung nicht zwingend zu jedem Zeitpunkt möglich, sondern zu vertraglich geregelten Zeitpunkten.

2.5.2 Außerordentliches Kündigungsrecht des Emittenten

Neben dem ordentlichen Kündigungsrecht beinhalten CoCo Bonds in der Regel ebenso ein vertraglich vereinbartes Sonderkündigungsrecht, welches den Rückkauf bei Wegfall der steuerlichen Abzugsfähigkeit der Kupons oder der Anrechenbarkeit im regulatorischen Eigenkapital ermöglicht. Ein Beispiel für letzteres ist die britische Lloyds Banking Group, welche im November 2009 als erste Bank CoCo Bonds emittierte, die damals noch unter Basel II im Kernkapital der Bank anrechenbar waren (Wearden, 2009). Da dies im Zuge von Basel III nicht mehr der Fall war, entschied sich die Bank von ihrem Sonderkündigungsrecht Gebrauch zu machen und kündigte die ausstehenden CoCo Bonds (Liberadzki und Liberadzki, 2019).

Zusammenfassung (Produktcharakteristika eines CoCo Bonds)

CoCo Bonds entsprechen in normalen Zeiten Bankanleihen. Sobald es dem Emittenten allerdings ökonomisch schlecht geht, wandelt der Nennwert der Anleihe in Eigenkapital, um so zur Absorption von Verlusten zu Verfügung zu stehen und die Bank vor einer Schieflage zu bewahren. Um diese Funktion sicherzustellen, beinhalten CoCo Bonds eine Reihe von Produktcharakteristika, die teils, verglichen mit herkömmlichen Anleihen, nicht

Abbildung 2.5: Produktcharakteristika eines CoCo Bonds

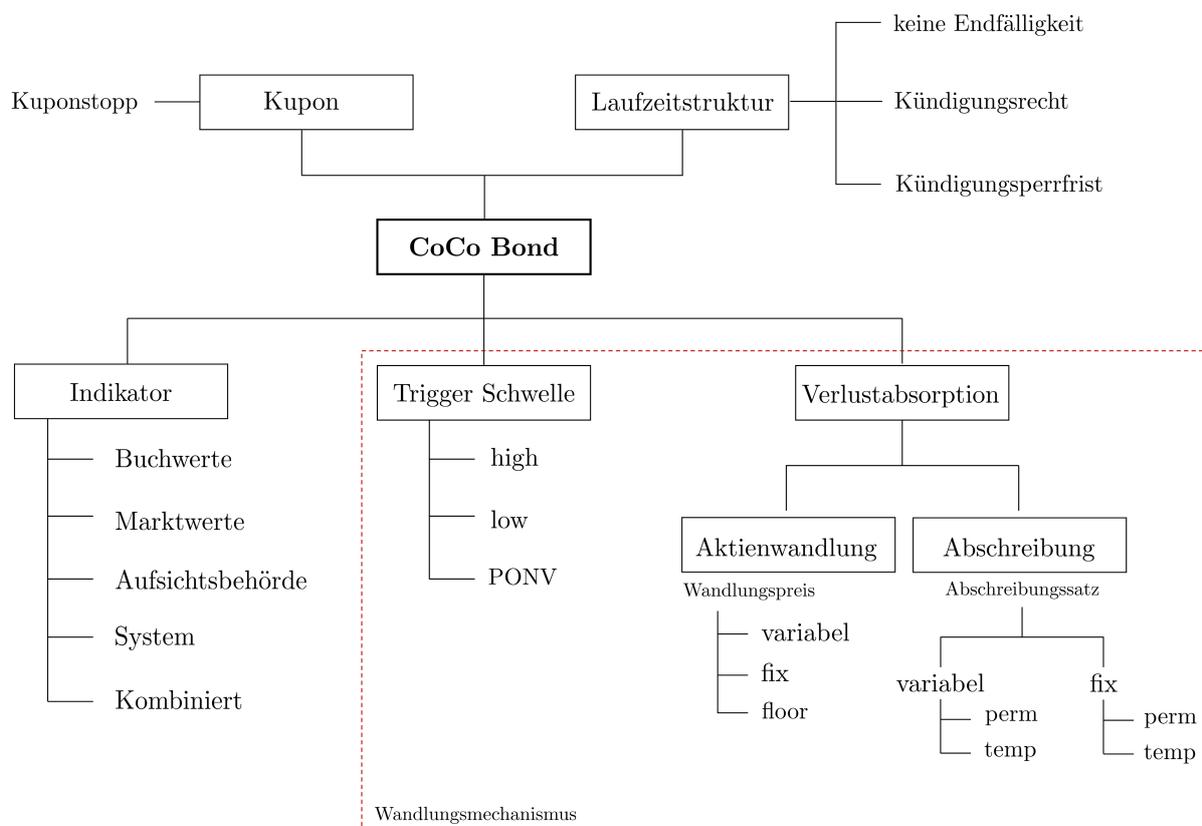


Abbildung 2.5 zeigt eine schematische Übersicht der wesentlichen Produktcharakteristika eines CoCo Bonds. (floor = Mindestwandlungspreis, perm = permanent, temp = temporär).

dem Standard entsprechen und/oder neuartig sind. Abbildung 2.5 bietet eine schematische Übersicht über die Produktcharakteristika von CoCo Bonds und deren wesentliche Ausprägungsmöglichkeiten. Das Grundvehikel des CoCo Bonds ist eine Kuponanleihe mit langer (oftmals unendlicher) Laufzeit. Um die Wandlung des CoCo Bonds abbilden zu können, wird zunächst ein Indikator benötigt, der eine drohende Schieflage der Bank signalisiert und so die Wandlung in Eigenkapital erzwingt. Bei der Wahl des Indikators sind verschiedene Möglichkeiten wie Buchwerte, Marktwerte oder auch das Ermessen der Aufsichtsbehörde unter Berücksichtigung bank- und systemspezifischer Aspekte denkbar. Ebenso könnte deren Kombination als Indikator dienen. Neben dem Indikator gilt es ebenso, den Wandlungsmechanismus zu spezifizieren. Dieser setzt sich zusammen aus dem Zeitpunkt der Wandlung und der Verlustabsorption. Der Zeitpunkt wird über die Trigger Schwelle bestimmt. Betrachtete man die Insolvenzschwelle der Bank als Referenz, führt eine vergleichsweise höhere Trigger Schwelle zu einer früheren Rekapitalisierung der Bank. Entsprechend wird auch der Charakter des CoCo Bonds gesteuert. Bei der Wahl einer relativ hohen Trigger Schwelle unterliegt dem CoCo Bond ein Fortführungsgedanke. Im Falle eines low triggers oder eines PONV Triggers steht allerdings der Abwicklungsgedanke im

Vordergrund. Signalisiert der Indikator bei Erreichen der Trigger Schwelle die Wandlung, muss die entsprechende Konsequenz definiert sein. Die Verlustabsorption kann entweder durch Aktienwandlung oder durch Abschreibung des Nennwerts geschehen. In beiden Fällen ist der Wandlungspreis respektive der Abschreibungssatz zu spezifizieren. Während beide grundsätzlich bei Emission fix oder variabel gehalten sein können, ist bei der Variante Aktienwandlung auch ein Mindestwandlungspreis (floor) möglich. Zudem können write-down CoCo Bonds permanent oder nur temporär abgeschrieben werden. Die beschriebene Vielfalt der Produktcharakteristika bringt eine große Bandbreite an möglicher Gestalt von CoCo Bonds mit sich. In Kapitel 3 wird entsprechend ein Blick auf den bestehenden CoCo Bond Markt geworfen.

Kapitel 3

Der Contingent Convertible Bond Markt

Dieses Kapitel zielt darauf ab, den Markt für CoCo Bonds zu beschreiben und zu analysieren. In einem ersten Schritt werden zunächst die institutionellen Rahmenbedingungen vorgestellt, die das Emissionsverhalten der Banken maßgeblich treiben. Hierzu wird das novellierte Rahmenwerk des Basler Ausschuss für Bankenaufsicht mit dem Namen Basel III näher erläutert und die wichtige Rolle von CoCo Bonds im regulatorischen Eigenkapital von Banken verdeutlicht. In Anschluss daran wird die Entwicklung des CoCo Bond Marktes analysiert, wobei ein besonderer Fokus auf den vertraglichen Charakteristika der emittierten CoCo Bonds liegt. Das Kapitel schließt mit drei kurzen Fallstudien, die sich mit besonderen Vorkommnissen auf dem noch sehr jungen Markt für CoCo Bonds auseinandersetzen.

3.1 Institutioneller Rahmen

Als Antwort auf die Finanzkrise veröffentlichte der Basler Ausschuss für Bankenaufsicht im Dezember 2010 ein umfassend überarbeitetes Regelwerk zur Bankenregulierung unter dem Namen Basel III, welches global in die Gesetzgebung der Länder und Wirtschaftsräume Einzug finden sollte. Ziel der Novellierung war die qualitative und quantitative Stärkung des regulatorischen Eigenkapitals, um ein gegenüber Krisen robusteres Finanzsystem zu erzeugen. In der EU wurde das Rahmenwerk als Verordnung (EU) Nr. 575/2013 CRR umgesetzt, welche am 1. Januar 2014 in Kraft getreten ist. Der nachfolgende Abschnitt wird anhand der europäischen Regularien diskutiert. Die internationalen Abweichungen von den europäischen Regularien, insbesondere hinsichtlich der Anrechnung von CoCo Bonds im Kernkapital von Banken, werden dann am Ende des Abschnitts diskutiert.

Nach wie vor soll die für eine stabile Bank benötigte Eigenkapitalausstattung durch das, den unternehmerischen Aktivitäten unterliegende, Risiko bestimmt werden. Aus diesem Grund wird die Stärke des regulatorischen Eigenkapitals an der risikobasierten Kapitalquote gemessen. Dieses ergibt sich aus dem Verhältnis der als regulatorisches Kapital vorgehaltenen Mittel und der risikogewichteten Aktiva (RWA). Das regulatorische Eigenkapital wird dabei in drei unterschiedliche Klassen eingeteilt, die sich entsprechend ihrer Verlustabsorptionsfähigkeit absteigend wie folgt einordnen lassen:

1. hartes Kernkapital (common equity tier 1 capital – CET1)
2. zusätzliches Kernkapital (additional tier 1 capital – AT1)
3. Ergänzungskapital (tier 2 capital – T2)

Hartes Kernkapital und zusätzliches Kernkapital weisen die höchste Verlustabsorptionsfähigkeit auf und sollen dem Ausgleich anfallender Verluste dienen, sodass der Geschäftsbetrieb nicht beeinflusst wird (going-concern). Ergänzungskapital hingegen soll im Insolvenzfall zur Abwicklung der Bank zur Verfügung stehen (gone-concern). Konkret sieht das novellierte Rahmenwerk vor, dass Banken zu jedem Zeitpunkt mindesten 4,5 % ihrer RWA in Form von hartem Kernkapital, 1,5 % der RWA in Form von zusätzlichem Kernkapital und 2 % der RWA als Ergänzungskapital vorhalten. Im Rahmen der Mindestkapitalanforderungen muss somit zu jedem Zeitpunkt eine Mindestkapitalquote von mindestens 8 % der RWA erfüllt werden (Brixner und Schaber, 2016).

Zudem wurden verschiedene Pufferquoten definiert, die seit Inkrafttreten im Januar 2014 zunächst schrittweise eingeführt wurden und seit dem 1. Januar 2019 zwingend in Form von CET1-konformem Kapital zu erfüllen sind. Abbildung 3.1 beinhaltet eine kompakte Übersicht der in der EU geltenden Puffer- und Kapitalanforderungen im regulatorischen Eigenkapital, welche auch viele Nationen weltweit übernommen haben.

Alle Banken müssen permanent einen Kapitalerhaltungspuffer von 2,5 % der RWA vorhalten. Zudem wird ein konjunkturabhängiger antizyklischer Puffer eingeführt, der nach dem Ermessen der nationalen Aufsichtsbehörden mit bis zu 2,5 % der RWA von den Banken im jeweiligen Wirtschaftsraum abgedeckt werden muss.¹ Außerdem kann die nationale Aufsichtsbehörde einen Systemrisikopuffer von bis zu 5 % einfordern, um systemischen Risiken innerhalb eines Wirtschaftsraums entgegenzuwirken (BCBS, 2013b).

Abgesehen von diesen Vorgaben wird zudem der Systemrelevanz individueller Banken Rechnung getragen, indem diese zusätzliche Pufferquoten erfüllen müssen, welche dem

¹Am 28. Juni 2019 gab die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) im Rahmen einer Allgemeinverfügung bekannt, dass sie den (inländischen) antizyklischen Kapitalpuffer aufgrund zyklischer Systemrisiken zum 1. Juli 2019 erstmalig aktiviert. Hierdurch werden deutsche Banken dazu verpflichtet, innerhalb von 12 Monaten einen antizyklischen Kapitalpuffer von 0,25 % der RWA an hartem Kernkapital aufzubauen (BaFin, Geschäftszeichen R 1-AZB 1134-2019/0001).

Abbildung 3.1: Übersicht der Eigenkapitalanforderungen nach CRR

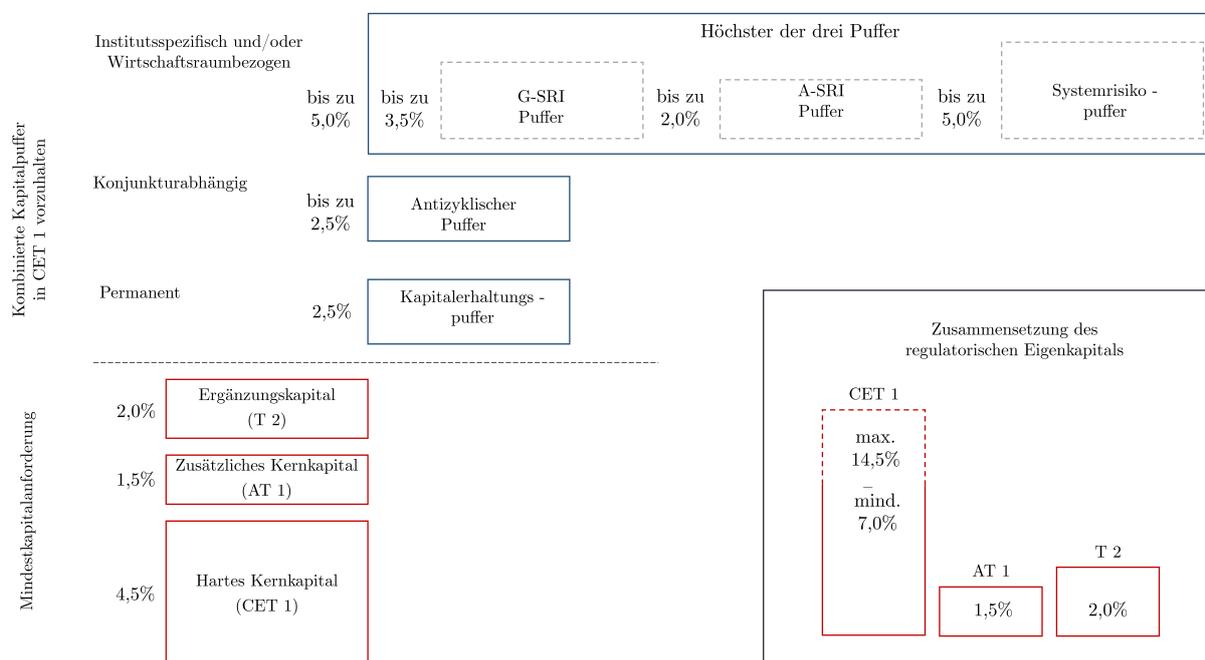


Abbildung 3.1 zeigt eine kompakte Übersicht der Eigenkapitalanforderungen gemäß EU Verordnung CRD IV und Richtlinie CRR. Diese gruppieren sich in die Mindestkapitalanforderungen, welche aus den Komponenten hartes Kernkapital (CET1), zusätzliches Kernkapital (AT1) und Ergänzungskapital (T2) bestehen und den kombinierten Kapitalpufferanforderungen (CBR). Die CBR sind in Form von hartem Kernkapital vorzuhalten. Bei der Bestimmung des instituts- und/oder wirtschaftsraumbezogenen Kapitalpuffers greift der höchste der drei systemrisikobasierten Puffer. Der Kasten enthält die Aufstellung der Zusammensetzung des Kernkapitals in die Kapitalarten des regulatorischen Eigenkapitals. Hierbei gilt zu berücksichtigen, dass die CBR auf den 4,5 % der RWA an hartem Kernkapital der Mindestkapitalanforderungen sitzen. Die Prozentsätze beziehen sich jeweils auf die risikogewichteten Aktiva einer Bank.

individuellen systemischen Risikobeitrag entsprechen. Global systemrelevante Banken (G-SRI) müssen demnach von 1 bis zu 3,5 % der RWA und anderweitig systemrelevante Banken (A-SRI) bis zu 2 % der RWA zusätzlich an hartem Kernkapital vorhalten (BCBS, 2013a).

Das für die zusätzlichen Kapitalpuffer nötige harte Kernkapital wird gemäß Kapitel 4, Abschnitt I Artikel 128, Nr. 6 CRD als kombinierte Kapitalpufferanforderungen (Combined Buffer Requirements, CBR) bezeichnet. Es setzt sich zusammen aus dem Kapitalerhaltungspuffer, dem antizyklischen Puffer sowie dem Maximum der institutspezifischen Systemrisikopuffer (G-SRI, A-SRI) und dem marktspezifischen Systemrisikopuffer und soll stets zusätzlich zu den 4,5 % der RWA an hartem Eigenkapital vorgehalten werden. Insgesamt setzt sich somit das Kernkapital einer Bank aus mind. 7 % der RWA an hartem Kernkapital, 1,5 % der RWA an zusätzlichem Kernkapital und 2 % der RWA an Ergänzungskapital zusammen.

In einem nächsten Schritt stellt sich nun die Frage, welche Instrumente in den jeweiligen Kapitalklassen angerechnet werden können. Während bei börsennotierten Aktiengesellschaften gemäß Erwägungsgrund 72 CRR davon ausgegangen wird, dass lediglich Aktien, offene Rücklagen und einbehaltene Gewinne als hartes Kernkapital gelten, kommen zur Anrechnung im AT1 Kapital und T2 Kapital auch hybride Finanzprodukte in Frage.² Um als AT1 Kapital gelten zu können, müssen Finanzprodukte einen in Artikel 51–61 CRR definierten Kriterienkatalog erfüllen.

Die AT1 Instrumente müssen gegenüber den Instrumenten des Ergänzungskapitals nachrangig sein. Ebenso müssen sie ohne Endfälligkeit emittiert und vollständig eingezahlt sein. Ein generelles Kündigungsrecht des Emittenten ist erlaubt, frühestens allerdings nach Ablauf einer fünfjährigen Sperrfrist und nach aufsichtsrechtlicher Genehmigung. Damit die ordentliche Kündigung genehmigt wird, muss der Rückkauf durch Instrumente mit im Sinne des regulatorischen Eigenkapitals gleicher oder höherer Qualität finanziert werden. Außerdem dürfen keine Anreize zur Kündigung bestehen, beispielsweise durch eine Erhöhung des Kupons (step-up) aufgrund einer ausgelassenen Kündigungsgelegenheit. Neben dem ordentlichen Kündigungsrecht sind aber auch außerordentliche Kündigungsklauseln erlaubt. Diese betreffen die steuerliche Abzugsfähigkeit der Kuponzahlungen und die Anrechenbarkeit im regulatorischen Eigenkapital. Die Kuponzahlungen unterliegen dem vollständigen Ermessen des Emittenten und sind nicht kumulativ. Zusätzlich können bei Verletzen der CBR Kuponzahlungsrestriktionen durch die Aufsichtsbehörde verhängt werden. Die CBR gelten als verletzt, wenn das harte Kernkapital der Bank nach Abzug der 4,5 % RWA an hartem Kernkapital der Mindestkapitalanforderungen unterhalb der geforderten CBR liegen. Vor Eintritt der Kuponzahlungsrestriktionen ist der Emittent verpflichtet den ausschüttungsfähigen Höchstbetrag (Maximum Distributable Amount, MDA) zu berechnen und der Aufsicht zu melden (Lambert et al., 2014). Der gemeldete MDA begrenzt dann die Ausschüttungen von Dividenden, erfolgsabhängigen Vergütungen und an Inhaber von AT1-Instrumenten. Ferner müssen AT1-fähige Finanzinstrumente die Fähigkeit zur automatischen Verlustabsorption besitzen. Der Automatismus muss durch einen auf Buchwerten basierendem Indikator in Form der Common Equity Tier 1 Ratio (CET1 Ratio) abgebildet werden, welcher bei Erreichen einer Trigger Schwelle von mindestens 5,125 % die Verlustabsorption entweder durch Wandlung in Aktien oder durch Abschreibung erzwingt. Ebenfalls muss ein regulatorischer Indikator enthalten sein, welcher die Verlustabsorption nach dem Ermessen der zuständigen Aufsichtsbehörde ermöglicht (BCBS, 2013b).

²Bei der Zuordnung von Finanzinstrumenten zu den jeweiligen Kapitalklassen soll das Prinzip *substance over form* gelten, um die CRR Regularien auch für Banken der EU anwendbar zu machen, die nicht die Unternehmensform einer Aktiengesellschaft besitzen. Die Europäische Bankenaufsichtsbehörde (EBA) veröffentlicht regelmäßig Listen mit den Instrumenten des Kernkapitals (BMF, 2013).

Erfüllen die Vertragskonditionen hybrider Finanzprodukte diese Erfordernisse nur teilweise, können sie gemäß Artikel 63 CRR im Ergänzungskapital angerechnet werden. Die weniger restriktiven Regeln beziehen sich auf die Nachrangigkeit der Anleihen im Insolvenzfall und der fehlenden Anreizsetzung zur Kapitalrückzahlung. Die Laufzeit von T2 Instrumenten muss mindestens fünf Jahre betragen. Seit der Verabschiedung der Richtlinie 2014/59/EU zur Sanierung und Abwicklung von Kreditinstituten und Wertpapierfirmen am 15. Mai 2014 ist die einfache Nachrangigkeit einer Schuldverschreibung ausreichend, um als Ergänzungskapital anrechenbar zu sein (BRRD, 2014).

Vor dem Hintergrund der aufsichtsrechtlichen Vorgaben kommen CoCo Bonds somit in Abhängigkeit der Vertragsstruktur entweder als zusätzliches Kernkapital oder als Ergänzungskapital in Frage. Da für die Anrechnung im Ergänzungskapital eine einfache Nachrangigkeit ausreicht und keine Wandlung notwendig ist, erscheinen T2 CoCo Bonds aufgrund der vertraglichen Komplexität als wenig attraktiv. Vielmehr kann erwartet werden, dass bislang noch ausstehende T2 CoCo Bonds bei nächster Gelegenheit gekündigt und durch einfache nachrangige Verbindlichkeiten abgelöst werden. Dies wird bereits in einigen Fällen beobachtet (Büscher, 2018). T2 CoCo Bonds spielen somit zukünftig, wenn überhaupt, nur noch eine sehr untergeordnete Rolle. Mit ihrer Fähigkeit, bei drohenden, die Bank gefährdenden Verlusten automatisch Eigenkapital zu generieren, sind CoCo Bonds allerdings prädestiniert, als zusätzliches Kernkapital eine gewichtige Rolle in der Kapitalstruktur von Banken zu spielen, um so die im Zuge der Finanzkrise offengelegten Probleme mit unterkapitalisierten Banken zu lösen. In dieser Arbeit wird sich daher im Weiteren auf AT1 CoCo Bonds konzentriert.³

Da der Basler Ausschuss für Bankenaufsicht keine Gesetzgebungskompetenz besitzt, sind die von ihm ausgesprochenen Konzepte und Rahmenwerke als Empfehlung zu verstehen. In der Regel, z.B. in der EU, wurde das Basel III Rahmenwerk jedoch weitestgehend deckungsgleich in die Gesetzgebung übernommen. Ein nennenswertes Beispiel für eine strengere nationale Umsetzung von Basel III ist die Schweiz. Im Rahmen des sogenannten *Swiss Finish* interpretierte die Eidgenössische Finanzmarktaufsicht (FINMA) CoCo Bonds als zusätzliches Kernkapital und verpflichtete die als global systemrelevant eingestuft schweizer Banken dazu, mindestens 9 % ihrer RWA in Form von CoCo Bonds zu halten (Flannery, 2014).

Die US-amerikanische Aufsichtsbehörde Federal Reserve hat hinsichtlich der Berücksichtigung von CoCo Bonds im Kernkapital eine andere Richtung eingeschlagen. Gemäß dem Sec. 174 Dodd Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act vom 21. Juli 2010 sollte die Tauglichkeit von hybriden Finanzinstrumenten zur Stabilisierung des US-

³Im weiteren Verlauf dieser Dissertation wird unter der Bezeichnung CoCo Bond immer von einem AT1 konformen CoCo Bond ausgegangen. Sollten sich Aussagen auf T2 CoCo Bonds beziehen, wird dies explizit verdeutlicht.

Finanzsystems geprüft werden. Ein daraufhin angefertigter Zwischenbericht des Financial Stability Oversight Council (FSOC) aus dem Jahre 2012 empfiehlt der Federal Reserve die weitere Untersuchung der Vor- und Nachteile von CoCo Bonds (FSOC, 2012). Zum aktuellen Zeitpunkt könnten CoCo Bonds zwar als AT1 Kapital angerechnet werden, allerdings werden die Ausschüttungen auf AT1 Kapital steuerlich wie Dividenden behandelt und stellen somit keine Vorsteuerabzugsposten dar. Aus diesem Grund füllen US-Banken ihr AT1 Kapital durch nicht-kumulative Vorzugsaktien, die den identischen Anforderungen unterstellt sind wie CoCo Bonds in der Europäischen Union abgesehen von der Zwangswandlung durch die CET1 Ratio bzw. nach dem Ermessen der Aufsichtsbehörde (Office of the Federal Register, 2012).⁴ Die Aufsichtsbehörden aus dem Asien/Pazifik-Raum haben hingegen eine ähnliche Behandlung von CoCo Bonds wie die europäischen Behörden.

3.2 Deskriptive Analyse des CoCo Bond Marktes

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt der institutionelle Rahmen vorgestellt und die Rolle von CoCo Bonds im regulatorischen Eigenkapital aufgezeigt wurden, steht in diesem Abschnitt die Analyse des CoCo Bond Marktes im Zentrum. Um dies durchführen zu können, wird zunächst die zugrundeliegende Datenbasis vorgestellt. Mit Hilfe der Datenbank Thomson Reuters Datastream und Eikon sowie eigenständigen Recherchen konnte ein umfangreicher Datensatz gewonnen werden, der 573 CoCo Bonds umfasst, die von 221 Banken weltweit emittiert wurden. CoCo Bonds, die von Versicherungen oder sonstigen Nichtbanken emittiert wurden, werden nicht berücksichtigt. Bei der Sammlung wurde sich auf CoCo Bonds beschränkt, die im Zeitraum vom 1. Januar 2011 bis 30. Juni 2019 emittiert wurden und während der Einführungsphase von Basel III als AT1 Kapital im regulatorischen Eigenkapital anrechenbar sind. Nicht berücksichtigt wurden AT1 Instrumente ohne Wandlungskomponente, beispielsweise die nicht-kumulativen Vorzugsaktion, welche von US-Banken emittiert werden.⁵ Ferner wurden bereits durch Sonderkündigungsrechte gekündigte CoCo Bonds aus dem Datensatz entfernt.⁶

Anhand dieser Datenbasis soll nun der Markt für CoCo Bonds deskriptiv ausgewertet werden. Hierbei wird zunächst die zeitliche Entwicklung der jährlichen Anzahl an Emissionen sowie des Marktvolumens betrachtet. Anschließend wird die regionale Marktaufteilung nach Herkunft des Emittenten und die Verteilung der Emissionen nach Währungen analysiert. In einem dritten Schritt wird sich dann den Produktcharakteristika der CoCo

⁴Federal Register/Vol. 77, No. 169 vom 30. August 2012

⁵Siehe dazu Abschnitt 3.1.

⁶Wie in Kapitel 2 Abschnitt 2.5 dargelegt, beinhalten CoCo Bonds in der Regel ein vertraglich vereinbartes Sonderkündigungsrecht, welches den Rückkauf bei Wegfall der steuerlichen Abzugsfähigkeit der Kupons oder der Anrechenbarkeit im regulatorischen Eigenkapital ermöglicht.

Bonds gewidmet, wobei genauer auf das individuelle Volumen, die Kuponhöhe und Laufzeitstruktur sowie den Wandlungsmechanismus eingegangen wird.

3.2.1 Zeitliche Marktentwicklung

Der Markt für CoCo Bonds ist verglichen mit anderen Finanzinstrumenten ein noch sehr junger Markt. Nach den ersten Emissionen der britischen Lloyds Banking Group im November 2009 entwickelte sich der Markt aufgrund institutioneller Unsicherheiten in Bezug auf die Anrechenbarkeit im regulatorischen Eigenkapital und der steuerlichen Behandlung der Kuponzahlungen zunächst sehr langsam.

Abbildung 3.2: Anzahl an Emissionen von AT1 CoCo Bonds pro Jahr

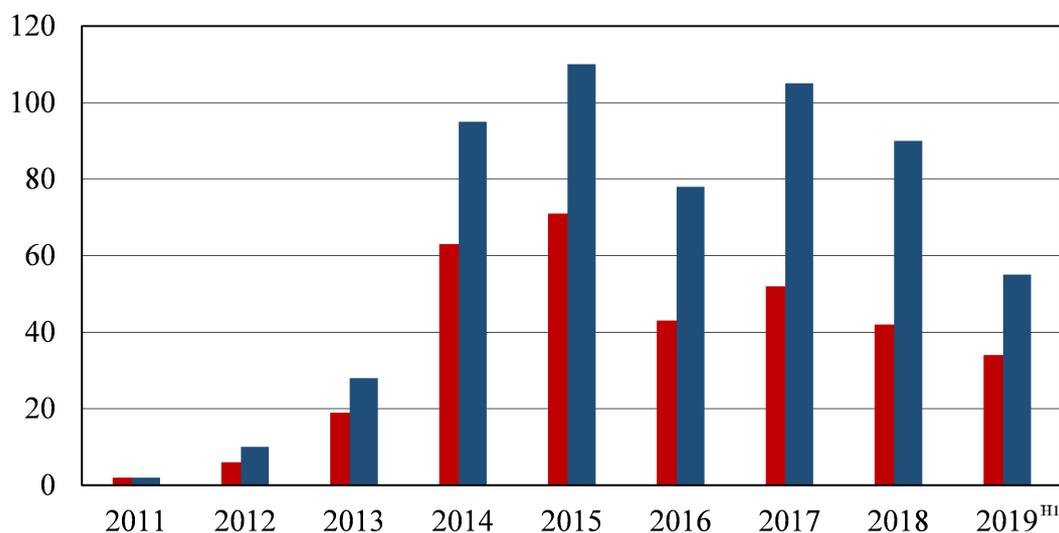


Abbildung 3.2 zeigt die Anzahl der jährlichen CoCo Bond Emissionen für den Zeitraum von Januar 2011 bis Juli 2019. Die blauen Säulen zeigen die Emissionen aller Banken weltweit und die roten Säulen die Emissionen europäischer Banken.

Abbildung 3.2 zeigt die jährliche Anzahl an emittierten AT1 CoCo Bonds für den Zeitraum vom 1. Januar 2011 bis zum 30. Juni 2019. Hierbei wird die jährliche Anzahl aller weltweit emittierten CoCo Bonds durch die blauen Säulen angezeigt. Die roten Säulen bilden die jährliche Anzahl der von europäischen Banken emittierten CoCo Bonds ab. Im Januar 2011 emittierte die niederländische Rabobank den ersten AT1 konformen CoCo Bond und setzte somit den Startpunkt für einen schnell wachsenden Markt. Mit der Einführung von Basel III wurde dieses Wachstum nochmal beschleunigt. Die Anzahl der jährlichen CoCo Bond Emissionen stieg rapide an und erreichte das bisherige jährliche Maximum von 110 weltweit emittierten AT1 CoCo Bonds im Jahr 2015. Der Anstieg ist insbesondere auch auf Klarstellungen der nationalen Aufsichtsbehörden zurückzuführen, die letzte Zweifel hinsichtlich institutioneller Unsicherheiten ausgeräumt hatten. Beispielsweise wurde die

steuerliche Abzugsfähigkeit der Kuponzahlungen in Deutschland erst durch eine Stellungnahme des Bundesministeriums der Finanzen am 10. April 2014 bestätigt (Deutsche Bundesbank, 2018). Daraufhin emittierte die Deutsche Bank im Mai 2014 drei Tranchen an CoCo Bonds im Gesamtvolumen von umgerechnet 4,6 Mrd. Euro. Im Jahr 2016 ging die Anzahl an weltweiten Neuemissionen etwas zurück und lag bei 78 CoCo Bond Emissionen. Dies ist möglicherweise auf eine Gewinnwarnung der Deutschen Bank zurückzuführen. Diese hat zu Jahresbeginn unerwartet hohe Verluste verkündet und durch die damit verbundene Unsicherheit für ein schlechtes Marktumfeld zur Emission gesorgt.⁷ Die 78 neu emittierten CoCo Bonds entsprachen aber dennoch einem Marktwachstum von ca. 16 %. Nach Erholung des Marktes stabilisierte sich die absolute Anzahl an Emissionen aber wieder mit 105 Emissionen im Jahr 2017 und 90 Emissionen im Jahr 2018. In 2019 lässt die Anzahl von 55 weltweiten Emissionen zur Jahreshälfte eine leicht überdurchschnittliche Anzahl an Emissionen erwarten.

Abbildung 3.3: Kumuliertes Emissionsvolumen an AT1 CoCo Bonds

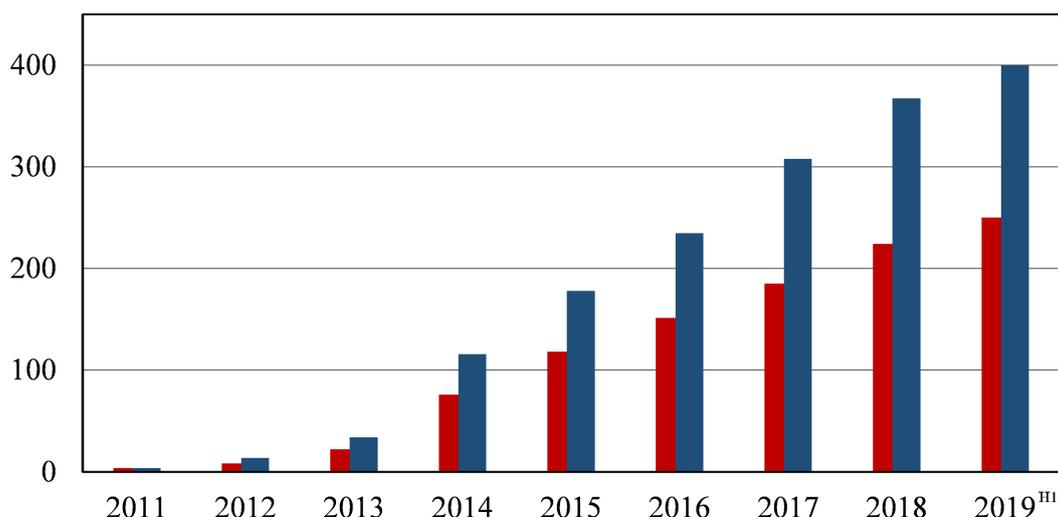


Abbildung 3.3 zeigt die zeitliche Entwicklung des kumulierten Emissionsvolumens in Mrd. Euro für den Zeitraum von Januar 2011 bis Juli 2019. Die blauen Säulen zeigen das weltweite Emissionsvolumen aller Banken und die roten Säulen das Emissionsvolumen europäischer Banken. Die Umrechnung der Nennwerte von Emissionswährung in Euro erfolgte am 28. Juni 2019 zum letzten verfügbaren Wechselkurs.

Abbildung 3.3 zeigt das kumulierte Emissionsvolumen in Mrd. Euro.⁸ Die blaue Säule bildet hierbei das weltweite und die rote Säule im Vergleich hierzu das europäische Volumen ab. Wie nach Betrachtung der jährlichen Anzahl an Emissionen zu erwarten war, steigt das Volumen über die Jahre an und erreicht zum Ende des Betrachtungszeitraums eine globale Marktgröße von 400 Mrd. Euro. Da die Anzahl der Emissionen zunächst in

⁷Der Fall der Deutschen Bank wird in Abschnitt 3.3.2 ausführlich besprochen.

⁸Die Umrechnung des Nennwerts in Euro erfolgte zum jeweiligen Wechselkurs für alle CoCo Bonds am 28. Juni 2019.

den Jahren 2011 bis 2014 stärker angestiegen ist als das Emissionsvolumen und dann in den Jahren 2014 und 2015 verhältnismäßig weniger an Wachstum verloren hat, wird deutlich, dass das Volumen pro Emission über die Jahre etwas zurückgegangen ist. Dies liegt insbesondere in der Tatsache begründet, dass in den ersten Jahren größere Banken ihr AT1 Kapital durch CoCo Bonds füllten und dann nach und nach kleinere Banken nachgezogen sind. Insgesamt befindet sich der Markt noch in der Wachstumsphase. Es kann aber vermutet werden, dass das Wachstum nach und nach abnimmt und sich eine stabile Marktgröße einstellt, sobald die Banken ihre Ziel-AT1-Kapitalquote von 1,5 % der RWA durch CoCo Bonds erreicht und dadurch ihr AT1 Potential ausgeschöpft haben. Zum 30. Juni 2019 betrug das durchschnittliche AT1 Potential der in diesem Datensatz enthaltenen Banken 2 Mrd. Euro.⁹ Das AT1 Potential entspricht hierbei den maximal als AT1 Kapital anrechenbaren Mitteln und lässt sich über $AT1\ Potential_i = 1,5\% \cdot RWA_i$ für Bank i bestimmen. Auf Basis dieser Zahl ergibt sich ein AT1 Potential der 221 im Datensatz enthaltenen Banken in Höhe von 442 Mrd. Euro. Wenn man davon ausgeht, dass die Banken nur bis zu diesem Niveau emittieren, wird sich zumindest für die im Datensatz enthaltenen Banken das Wachstum mit Ende des Jahres 2019 verlangsamen. Zusätzliche Wachstumsimpulse müssen somit vermutlich von Banken kommen, die bisher noch keine CoCo Bonds emittiert haben.

Betrachtet man das emittierte Volumen europäischen Banken im Vergleich zum weltweiten Volumen, so wird deutlich, dass die europäischen Banken bislang eine Vorreiterrolle bei der Emission von CoCo Bonds eingenommen haben, was vermutlich auf die sehr zeitnahe Umsetzung des Basel III Rahmenwerks in der EU zurückzuführen ist. Bereits am 17. April 2013 wurde das kombinierte Richtlinien- und Verordnungspaket CRD IV/CRR vom Europäischen Parlament verabschiedet und ist nur wenig später am 1. April 2014 in Kraft getreten. Während in den Jahren 2011 bis 2015 teilweise mehr als zwei Drittel der emittierten CoCo Bonds aus Europa stammten, pendelte sich dies in den anschließenden Jahren bei einem Marktanteil von ca. 60 % ein, was einem Volumen an ausstehenden CoCo Bonds europäischer Banken von 250 Mrd. Euro entspricht. Der verhältnismäßig starke Rückgang im Jahr 2016 könnte daran liegen, dass die europäischen Banken zu diesem Zeitpunkt bereits weitestgehend ihr AT1 Kapital durch CoCo Bonds aufgefüllt hatten. Möglich wäre auch, dass Unklarheiten hinsichtlich der Kuponzahlungen der Deutschen Bank der ausschlaggebende Faktor für den übergangsweisen Rückgang der Emissionen waren.¹⁰ In Europa waren insbesondere die britischen Banken mit 18 %, die französischen Banken mit 14 % sowie die spanischen und schweizer Banken mit jeweils 12 % des europäi-

⁹Die Berechnung erfolgte auf Basis der Bilanzinformationen der im Datensatz enthaltenen europäischen Banken.

¹⁰Dieses Sonderereignis wird in Abschnitt 3.3.2 noch genauer diskutiert.

schen Emissionsvolumens die Taktgeber im europäischen Wirtschaftsraum inklusive der Schweiz. Die deutschen Banken sind mit einem Anteil von 4 % eher unterrepräsentiert.¹¹

3.2.2 Regionale Marktaufteilung

In einem nächsten Schritt soll näher betrachtet werden, aus welchen Regionen die Emittenten der CoCo Bonds stammen. Hierzu zeigt Abbildung 3.4 die regionale Zusammensetzung des weltweiten Emissionsvolumens in Höhe von 400 Mrd. Euro.

Abbildung 3.4: Verteilung der Emissionen nach Region

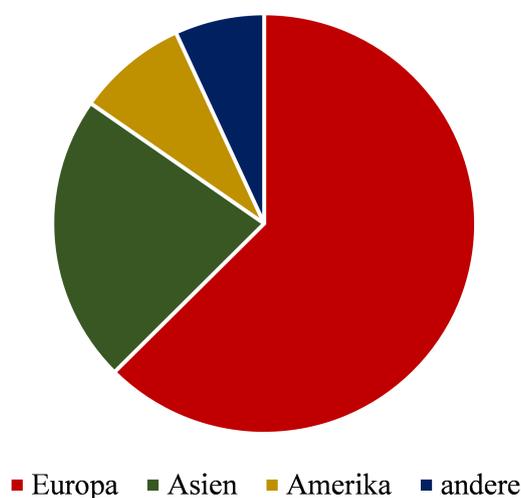


Abbildung 3.4 zeigt die regionale Verteilung der CoCo Bond Emissionsvolumen für den Gesamtzeitraum von Januar 2011 bis Juli 2019. Die farbigen Flächen repräsentieren jeweils den Anteil des Emissionsvolumens von Banken der jeweiligen Region am gesamten Emissionsvolumen. Die Umrechnung der Nennwerte von Emissionswährung in Euro erfolgte zum 30. Juni 2019 zum letzten verfügbaren Wechselkurs. Rote Fläche: europäischen Wirtschaftsraums inklusive Schweiz [62,5 %], grüne Fläche: Asien und Indien [22,2 %], gelbe Fläche: Nord- und Südamerika [8,4 %], blaue Fläche: andere [6,8 %].

Mit einem Anteil von 63 % aller Emissionen wird die Vorreiterrolle der europäischen Banken (rote Fläche) nochmals bestätigt. Ebenso wird deutlich, dass die asiatischen Banken (grüne Fläche) mit knapp 22 % einen großen Teil der weltweiten Emissionen ausmachen. Der verhältnismäßig geringe Anteil amerikanischer Emissionen von nur 8 % am globalen Emissionsvolumen ist insbesondere auf die steuerliche Behandlung von CoCo Bonds in den Vereinigten Staaten zurückzuführen. Wie in Abschnitt 3.1 diskutiert wurde, werden Ausschüttungen von CoCo Bonds wie Dividendenzahlungen behandelt und sind somit

¹¹Die Deutsche Bank ist die einzige deutsche Großbank, die zum 30. Juni 2019 CoCo Bonds emittiert hat. Zum Zeitpunkt dieser Arbeit emittierte die Commerzbank ebenfalls CoCo Bonds im Umfang von 500 Mio. US Dollar.

nicht steuerlich abzugsfähig. Daher hat bislang keine US-amerikanische Bank CoCo Bonds emittiert. Die Emissionen aus der Region Amerika setzen sich hauptsächlich aus brasilianischen und kanadischen Banken zusammen. Allerdings überraschen die Emissionen der kanadischen Banken, da die kanadische Aufsichtsbehörde Office of the Superintendent of Financial Institutions (OSFI) im Zuge einer Stellungnahme zur nationalen Implementierung von Basel III bekräftigt hat, Ausschüttungen von AT1 Kapital steuerlich auf die gleiche Art und Weise zu behandeln wie die Vereinigten Staaten (BCBS, 2014). Diese Beobachtungen deuten somit darauf hin, dass CoCo Bonds grundsätzlich eine attraktive Form der Finanzierung darstellen, solange sie gegenüber anderen AT1 Instrumenten (z.B. Vorzugsaktien) steuerlich begünstigt werden.

3.2.3 Verteilung nach Emissionswährung

Ebenso relevant wie die regionale Verteilung der emittierenden Banken ist die Frage, in welchen Währungen CoCo Bonds emittiert werden. Dies kann Abbildung 3.5 entnommen werden.

Abbildung 3.5: Verteilung der Emissionen nach Währung

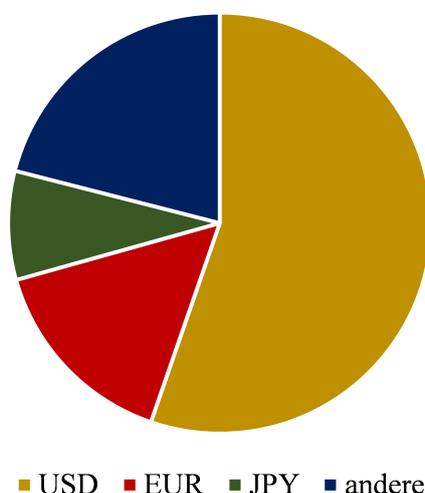


Abbildung 3.5 zeigt die Verteilung der CoCo Bond Emissionsvolumen nach Währungen für den Gesamtzeitraum von Januar 2011 bis Juli 2019. Die farbigen Flächen repräsentieren jeweils den Anteil der Währung am Gesamtemissionsvolumen. Alle Emissionen wurden zum 28. September 2019 in Euro umgerechnet. Gelbe Fläche: US Dollar [55,28%], rote Fläche: Euro [15,36%], grüne Fläche: japanische Yen [8,36%], blaue Fläche: andere [21,00%].

Es wird sofort klar, dass der US Dollar (gelbe Fläche) die dominierende Emissionswährung ist. 55 % aller CoCo Bond Emissionen wurden in US Dollar begeben, was dessen Stellenwert als globale Leitwährung unterstreicht. Durch die Emission in Dollar kann eine

wesentlich breitere Investorenbasis erreicht werden, was die Platzierung, besonders für Banken aus Ländern mit verhältnismäßig kleinen nationalen Währungen, erleichtert. Mit einem Anteil von 15 % ist der Euro (rote Fläche) vor dem japanischen Yen (grüne Fläche) mit 8 % die mit Abstand zweitgrößte Emissionswährung von CoCo Bonds. Die restlichen Währungen werden unter der Kategorie andere (blaue Fläche) geführt.

3.2.4 Produktcharakteristika gehandelter CoCo Bonds

Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt wurde, hat sich der Markt für CoCo Bonds im Zuge der vergangenen Dekade durch robustes Wachstum als Markt mit signifikanter Größe etabliert. Dabei hat auch ein Standardisierungsprozess hinsichtlich der Produktcharakteristika stattgefunden, welcher durch die Einführung von Basel III in die Gesetzgebung vieler Länder beschleunigt wurde. Dennoch herrscht ein gewisser Spielraum bei der Produktgestaltung. Eine gewichtige Rolle spielen hierbei die mit der Emission verbundenen Parteien. Beispielsweise könnten die bestehenden Aktionäre der Bank eine Präferenz für write-down CoCo Bonds haben, da diese Produkte im Wandlungsfall nicht zur Verwässerung ihrer Anteile beitragen. Ebenso könnten auf Seite der Investoren Restriktionen hinsichtlich des Investitionsfokus bestehen, die bei der Produktstrukturierung berücksichtigt werden (Avdjiev et al., 2013). Die Produktstruktur hat insbesondere auch großen Einfluss auf die Verlustabsorptionsfähigkeit eines CoCo Bonds. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Finanzierungskosten der Produkte aus. Ausgehend von der Vermutung, dass Investoren im Wandlungsfall einen Wertverlust erleiden, steigen die Finanzierungskosten tendenziell mit zunehmender Verlustabsorptionsfähigkeit, da die Investoren für das übernommene Risiko bzw. die bereitgestellte Verlustabsorption kompensiert werden wollen.

Tabelle 3.1 beinhaltet die deskriptiven Statistiken des CoCo Bond Datensatzes für das Emissionsvolumen in Form des Nennwerts der Emission in Mio. Euro, den gezahlten Kupon in Prozent, die Höhe der CET1 Trigger Schwelle in Prozent und die Kündigungsfrist in Jahren. Panel A gibt die Statistiken für den gesamten Datensatz an. In Panel B werden nur die Emissionen europäischer Banken betrachtet. Mit Panel C und D wird nach den beiden Hauptemissionswährungen in Euro und US Dollar unterschieden.

Tabelle 3.1: Deskriptive Statistik – AT1 CoCo Bonds

Panel A: Emissionen weltweit					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	696	692	2	500	6.651
Kupon (in %)	5,90	2,08	1,03	5,88	14,16
Trigger Schwelle (in %)	5,67	0,86	5,13	5,13	9,00
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,47	2,53	5,00	5,25	15,00

Panel B: Emissionen europäischer Banken					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	749	621	2	642	2.752
Kupon (in %)	6,44	1,71	1,67	6,50	12,50
Trigger Schwelle (in %)	5,80	0,93	5,13	5,13	9,00
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,55	2,81	5,00	5,25	15,00

Panel C: Emissionen in EUR					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Millionen EUR)	630	468	3	500	1.750
Kupon (in %)	6,51	1,79	1,67	6,25	12,50
Trigger Schwelle (in %)	5,48	0,79	5,13	5,13	9,00
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,57	2,23	5,00	5,70	12,00

Panel D: Emissionen in USD					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	1.130	742	23	1.101	6.651
Kupon (in %)	6,80	1,45	3,60	6,75	13,88
Trigger Schwelle (in %)	5,75	0,91	5,13	5,13	8,00
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,88	3,24	5,00	5,25	11,00

Panel A in Tabelle 3.1 beinhaltet die deskriptive Statistik aller im Datensatz enthaltenen CoCo Bonds. Panel B beinhaltet die deskriptive Statistik der von europäischen Banken emittierten CoCo Bonds. Panel C beinhaltet die Statistik für CoCo Bonds, die in Euro emittiert wurden und Panel D die Statistik für US Dollar CoCo Bonds. Die Trigger Schwelle ist als CET1 Ratio angegeben. Insgesamt umfasst der Datensatz 573 CoCo Bonds, davon wurden 332 von europäischen Banken emittiert. Es wurden 97 CoCo Bonds in Euro und 196 CoCo Bonds in US Dollar emittiert. Die Einheiten der Werte sind in den Klammern der jeweiligen Statistik angegeben. Mittelwert steht hierbei für das arithmetische Mittel und Stabw für die Standardabweichung.

3.2.4.1 Emissionsvolumen

Das Emissionsvolumen eines CoCo Bonds wird festgelegt durch den Kapitalbedarf des Emittenten und die zum Emissionszeitpunkt vorherrschenden Marktbedingungen. Betrachtet man das Emissionsvolumen aller CoCo Bonds in Panel A von Tabelle 3.1 zeigt sich, dass das durchschnittliche Volumen von 696 Mio. Euro deutlich oberhalb des Medianvolumens von 500 Mio. Euro liegt. Dies bedeutet, dass eine rechtsschiefe Volumenverteilung vorliegt, die durch viele kleine und mittlere Emissionen sowie wenigen sehr hohen Emissionen getrieben wird. Da der Kapitalbedarf stark von der Größe der emittierenden Bank abhängt, kann das Emissionsvolumen entsprechend stark variieren. Dies wird durch das geringste und größte Emissionsvolumen bestätigt. Das geringste Emissionsvolumen wurde bei der norwegischen Sparkasse Hegra Sparebank in Höhe von 20 Mio. norwegischen Kronen (2,02 Mio. Euro) beobachtet. Die größte Emission wurde hingegen von der chinesischen Bank Postal Savings Bank of China begeben und umfasst ein Volumen von 7,25 Mrd. US Dollar (6,651 Mrd. Euro).

Fokussiert man sich auf das Emissionsvolumen europäischer Banken, zeigt sich ebenfalls eine rechtsschiefe Verteilung, wobei der Mittelwert mit 749 Mio. Euro und insbesondere der Median mit 642 Mio. Euro niveautechnisch deutlich höher liegen als die globalen Gegenparte. Die etwas geringere Streuung mit einer Standardabweichung von 621 Mio. Euro resultiert insbesondere von den geringeren Ausreißern in Form von sehr hohen Emissionen.

Auf Währungsebene wird deutlich, dass das durchschnittliche Emissionsvolumen der in Dollar emittierten CoCo Bonds in Höhe von 1.130 Mio. Euro deutlich über dem weltweiten Schnitt liegt. Entsprechend überrascht auch nicht das leicht unterdurchschnittliche Emissionsvolumen von 630 Mio. Euro der in Euro emittierten CoCo Bonds. Eine große Rolle spielen hier die chinesischen Banken, da diese in 85 % der Fälle in US Dollar emittieren. Das durchschnittliche Emissionsvolumen liegt hierbei umgerechnet bei 1.939 Mio. Euro. Hinsichtlich der Verteilung zeigt sich bei den Dollaremissionen eine etwas geringere Schiefe, was durch die Nähe des Median mit 1.101 Mio. Euro zum Mittelwert zum Ausdruck kommt.

3.2.4.2 Kupon

Die Höhe des Kupons entspricht der Verzinsung des CoCo Bonds, welche in einem festgelegten Rhythmus vom Emittent an den Inhaber der Anleihe gezahlt wird. Im vorliegenden Datensatz erfolgen die Zahlungen in der Regel vierteljährlich (in 42 % der Fälle) oder halbjährlich (in 41 % der Fälle). Die Bezugsgröße des Kuponsatzes ist hierbei der Nennwert der Anleihe. Wie in Kapitel 2 Abschnitt 2.4 bereits beschrieben wurde, bestimmt sich die Höhe des Kupons hauptsächlich über das Zinsniveau, die Bonität des Emittenten und die

generelle Produktstruktur des CoCo Bonds. Das Zinsniveau wird hierbei meist durch die Rendite von Staatsanleihen mit höchster Bonitätsstufe bestimmt, die in der Emissionswährung des CoCo Bonds begeben werden. Die Bonität des Emittenten wird in Form eines Kreditrisikoaufschlags im Kupon reflektiert und der Kuponbeitrag der Produktstruktur wird durch den Wandlungsmechanismus abgebildet. Dieser umfasst die Wahrscheinlichkeit eines Trigger Events, welche über die Höhe der Trigger Schwelle gesteuert wird, und die damit verbundenen Wertkonsequenzen über die Festlegung des Wandlungstyps.

Der sehr nahe am Mittelwert von 5,90 % liegende Mediankupon von 5,88 % zeigt eine insgesamt sehr symmetrische Kuponverteilung weltweit emittierter CoCo Bonds mit einer Standardabweichung von 2,08 Prozentpunkten. Die Kupons der in Euro und Dollar emittierten Banken lagen im Durchschnitt mit 6,51 % und 6,80 % gut 61 bzw. 90 Basispunkte oberhalb des globalen Durchschnitts. Dies ist darauf zurückzuführen, dass insbesondere die Kuponzahlungen der in japanischen Yen emittierten CoCo Bonds bei 1,64 % liegen und somit den globalen Durchschnitt stark nach unten verzerren. Der insgesamt höchste Kupon liegt bei 14 % und wird von der südafrikanischen Nedbank gezahlt. Dieser CoCo Bond wurde allerdings in südafrikanischen Rand emittiert, weshalb die Höhe sehr stark durch den hohen afrikanischen Leitzins getrieben wird (Liebenberg et al., 2016). Dieser lag zum Zeitpunkt der Emission des CoCo Bonds bei 6,5 %. Im europäischen Raum wird der geringste Kupon in Höhe von 1,674 % von der Sparkasse Zu Lübeck gezahlt. Dieser CoCo Bond ist eine der seltenen Ausnahmen, bei denen ein variabler Kupon gezahlt wird (Vullings, 2016). Im konkreten Fall der Sparkasse Zu Lübeck wird der Kupon jährlich durch den 10-Jahres-Midswapsatz zuzüglich 100 Basispunkte als fixierter Risikoaufschlag festgelegt.

Vor dem Hintergrund, dass 92 % der im Datensatz enthaltenen CoCo Bonds zu pari emittiert wurden, entsprechen die durchschnittlichen Kupons in etwa den eingepreisten Emissionsrenditen. Bei einem durchschnittlichen Kupon von 6,51 % der Euro Emissionen liegt die mittlere Rendite 4,65 Prozentpunkte oberhalb des durchschnittlichen 30-jährigen Kassazinssatzes von 1,86 % p.a. in der Eurozone.¹² Dies entspricht einem ökonomisch signifikanten Risikoaufschlag. In den USA lag die 30-jährige Treasury Rate im gleichen Zeitraum im Schnitt bei 3,12 % p.a.¹³ Dementsprechend wurde auch auf US Dollar CoCo Bonds ein Renditeaufschlag von 3,68 Prozentpunkte bei Emission eingepreist. Die Renditedifferenz von 97 Basispunkte nach Berücksichtigung des Zinsniveaus zwischen Euro und US Dollar CoCo Bonds deutet darauf hin, dass entweder systematische Differenzen im Kreditrisiko der Emittenten und/oder der Produktstruktur der CoCo Bonds vorliegen oder ein Nachfrageeffekt eine Rolle spielt. Einen Grund hierfür könnte die Tatsache darstellen, dass der Euro gegenüber dem US Dollar eine kleinere Investorenbasis verspricht.

¹²Eigene Berechnung anhand der Zinsstrukturdaten der Europäischen Zentralbank.

¹³Eigene Berechnung anhand der Zinsstrukturdaten der Federal Reserve Bank of St. Louis.

Da hierdurch möglicherweise eine geringere Nachfrage nach hochverzinslichen Anleihen auf dem Euro Markt besteht, könnten zusätzlich Renditeaufschläge bei der Platzierung von CoCo Bonds in Euro gefordert werden.

3.2.4.3 Wandlungsmechanismus

Das Kernstück von CoCo Bonds ist der Wandlungsmechanismus, der sich aus der Trigger Schwelle und dem Wandlungstyp zusammensetzt. Während die Trigger Schwelle den Zeitpunkt des Trigger Events bestimmt, setzt der Wandlungstyp die Verlustabsorption um, indem entweder der Nennwert der CoCo Bonds in Aktien gewandelt oder abgeschrieben wird. Über beide Wege wird das Kernkapital der Bank erhöht und steht als Verlustabsorptionsmasse zur Verfügung, um eine drohende Schieflage abzuwenden. Wie zuvor in Abschnitt 3.2.4.2 diskutiert wurde, ist die Produktstruktur neben dem generellen Kreditrisiko des Emittenten und dem Zinsumfeld ein wesentlicher Treiber der Finanzierungskosten.

Höhe der Trigger Schwelle

Je höher die Trigger Schwelle bei Vertragsabschluss festgesetzt wird, desto wahrscheinlicher ist der Eintritt des Trigger Events. Geht man davon aus, dass der CoCo Bond Investor im Wandlungsfall einen Verlust erleidet, steigen die Finanzierungskosten in Form des Kupons in der Höhe der Trigger Schwelle, da der Investor für das höhere Risiko einer Wandlung kompensiert werden muss. Wie aus Abschnitt 3.1 bekannt ist, müssen CoCo Bonds mindestens eine Trigger Schwelle von 5,125 % CET1 Ratio beinhalten, um unter Basel III als AT1 Kapital anrechenbar zu sein. Entsprechend sollte dieser Wert eine exogen gegebene untere Schwelle im vorliegenden Datensatz darstellen. Genau das wird durch die Minimum Trigger Schwelle von (gerundeten) 5,13 % in allen Panels in Tabelle 3.1 bestätigt. Bei Betrachtung der Median Trigger Schwelle zeigt sich, dass diese bei allen betrachteten Statistiken der Minimum Trigger Schwelle entspricht. Diese stark rechtschief ausgeprägte Verteilung, könnte als Indiz dafür dienen, dass die Emittenten bei der Strukturierung des CoCo Bonds in der Regel einen low trigger wählen. Hierdurch wird der Abstand zur Trigger Schwelle im Zeitpunkt der Emission maximiert und somit die Finanzierungskosten minimiert.

Laut Avdjiev et al. (2013) bekamen Banken von Investoren und Aufsichtsbehörden zunehmend Druck höhere Trigger Schwellen anzusetzen, um so eine frühere Rekapitalisierung einzuleiten. In der zeitlichen Entwicklung der gewählten CET1 Trigger Schwellen zeigt sich jedoch, dass in 74 % der emittierten CoCo Bonds ein low trigger von 5,125 % enthalten ist. Vermutlich soll hierdurch der Fortführungsgedanke signalisiert werden.

Tabelle 3.2: Deskriptive Statistik – AT1 CoCo Bonds nach Trigger Schwelle

Panel A: low trigger					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	838	757	2	726	6.651
Kupon (in %)	5,89	2,24	1,03	6,00	13,88
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,57	2,13	5,00	5,25	15

Panel B: high trigger					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	977	692	9	917	2.752
Kupon (in %)	6,59	1,66	1,70	6,89	12,50
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,34	1,87	5,00	5,45	15

Tabelle 3.2 beinhaltet die deskriptive Statistik der AT1 CoCo Bonds in Abhängigkeit der Trigger Schwelle. Panel A beinhaltet die Statistiken von CoCo Bonds mit einem low trigger in Höhe von 5,125 % CET1 Ratio. Panel B beinhaltet die Statistiken von CoCo Bonds mit einem high trigger in Höhe von 7 % CET1 Ratio. Insgesamt umfasst der Datensatz 270 CoCo Bonds mit einem low trigger und 97 CoCo Bonds mit einem high trigger. Die Einheiten der Werte sind in den Klammern der jeweiligen Statistik angegeben. Mittelwert steht hierbei für das arithmetische Mittel und Stabw für die Standardabweichung.

Tabelle 3.2 beinhaltet die deskriptive Statistik in Abhängigkeit der gewählten Trigger Schwelle. Panel A enthält hierbei die Statistik für CoCo Bonds mit einem low trigger und Panel B für diejenigen mit high trigger. Betrachtet man die durchschnittlichen Kupons der jeweiligen Trigger Variante, so zeigt sich, dass high trigger CoCo Bonds im Schnitt mit höheren Kupons einhergehen als low trigger CoCo Bonds. Konkret liegt der durchschnittliche Kupon eines high trigger CoCo Bonds 62 Basispunkte über dem eines CoCo Bonds mit low trigger. Dieses Ergebnis ist intuitiv, wenn man davon ausgeht, dass die Investoren im Wandlungsfall einen Wertverlust erleiden. Durch die Wahl eines low triggers kann der Emittent somit die bei Emission geforderte Rendite reduzieren.

Art der Verlustabsorption

Der gewichtigere Aspekt bei der Produktstruktur ist allerdings der Wandlungstyp sowie die konkrete Ausgestaltung der Verlustabsorption, da hierdurch die Wertkonsequenz festgelegt wird. Während bei write-down CoCo Bonds der Investor im Wandlungsfall per Definition das eingesetzte Kapital ganz oder teilweise verlieren kann, hängt beim Akti-

enwandlungstyp der Wertverlust vom Verhältnis zwischen dem Aktienkurs im Zeitpunkt der Wandlung und dem Wandlungspreis ab. Wie bereits in Kapitel 2 Abschnitt 2.3.2.1 ausführlich diskutiert wurde, erhält der CoCo Bond Investor für sein eingesetztes Kapital ein verhältnismäßig teures Aktienpaket, wenn der Wandlungspreis über dem Aktienkurs im Wandlungszeitpunkt liegt. Ein hoher Renditeaufschlag im Emissionszeitpunkt deutet somit darauf hin, dass ein hoher Wertverlust erwartet wird. Dieser wird entsprechend im Kupon reflektiert und führt zu höheren Finanzierungskosten.

Bei write-down CoCo Bonds ist die mit der Wandlung verbundene Wertkonsequenz etwas besser abzuschätzen. Tritt das Wandlungsereignis ein, verliert der Inhaber des CoCo Bonds sein eingesetztes Kapital entsprechend des Abschreibungssatzes vollständig oder teilweise. Ist der Abschreibungssatz ex ante festgelegt, stehen Wertkonsequenzen im Zeitpunkt der Wandlung sogar fest.¹⁴

Der vertraglich festgeschriebene Wandlungspreis bzw. Mindestwandlungspreis lag im Durchschnitt 21,4 % unterhalb des Aktienkurses zum Emissionszeitpunkt.¹⁵ Der Aktienkurs im Wandlungszeitpunkt ist zwar ex ante unbekannt, nimmt man allerdings an, dass dieser mehr als 21,4 % unterhalb des Kurses bei Emission des CoCo Bonds liegen wird, so tritt in diesem Moment ein Wertverlust zu Lasten des CoCo Bond Inhabers ein, da der Kurs bei Wandlung in diesem Fall unterhalb des vereinbarten Wandlungspreis liegt. Diese Erwartung wird auch von Corcuera et al. (2013) formuliert.

Im bislang einzigen Wandlungsfall der spanischen Banco Popular Español lagen die Wandlungspreise der beiden emittierten CoCo Bonds zum jeweiligen Emissionszeitpunkt 45 % bzw. 46 % unterhalb des beobachteten Aktienkurses. Im Zeitpunkt der Wandlung lag der Aktienkurs allerdings rund 91 % unterhalb des Emissionskurses. Außerdem wurde die Bank unmittelbar nach Wandlung zu einem symbolischen Euro von der spanischen Großbank Banco Santander übernommen. Die Investoren erlitten somit einen faktischen Totalverlust. Aufgrund der Einzigartigkeit des Events fällt es zwar schwer zu generalisieren, dass die Investoren selbst bei Vorliegen einer Aktienwandlung einen Totalverlust erleiden. Der Fall Banco Popular Español dient dennoch als Indiz dafür, dass der Aktienkurs im Wandlungszeitpunkt vermutlich sehr stark unter dem zum Emissionszeitpunkt vorliegenden Kurs liegen könnte. Somit kann durchaus erwartet werden, dass die CoCo Bond Investoren im Wandlungsfall einen Wertverlust erleiden werden.

¹⁴Zur vereinfachten Argumentation werden hier mögliche Zins- oder Bonitätseffekte auf die ausstehende Kupons vernachlässigt. Im Fokus soll stattdessen die Wertkonsequenz in Bezug auf den Nennwert des CoCo Bonds stehen.

¹⁵Die relative Distanz zum Wandlungspreis wurde auf Basis des in Kapitel 7 betrachteten Datensatzes berechnet und bezieht sich somit auf Emissionen in Euro. Da die verfügbaren Datenbanken keine detaillierten Informationen zu den Wandlungspreisen bereitstellen und die Produktprospekte oftmals nur in Landessprache des Emittenten vorliegenden, konnten die exakten Wandlungsdetails nicht für den vollständigen Datensatz dieser Marktanalyse erhoben werden.

Tabelle 3.3: Deskriptive Statistik – AT1 CoCo Bonds nach Wandlungstyp

Panel A: Aktienwandlung					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	842	793	67	688	6.651
Kupon (in %)	5,93	1,50	2,87	5,81	11,88
Trigger Schwelle (in %)	6,02	0,97	5,13	5,13	9,00
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,15	1,71	5,00	5,25	15,00

Panel B: Abschreibung					
Statistik	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max
Volumen (in Mio. EUR)	618	621	2	642	2.752
Kupon (in %)	5,88	2,36	1,03	5,75	14,16
Trigger Schwelle (in %)	5,52	0,76	5,13	5,13	8,00
Kündigungssperrfrist (in Jahren)	6,40	2,10	5,00	5,02	15,00

Tabelle 3.3 beinhaltet die deskriptive Statistik der AT1 CoCo Bonds in Abhängigkeit des Wandlungstyps. Panel A beinhaltet die Statistiken von CoCo Bonds, die in Aktien wandeln. Panel B beinhaltet die Statistiken von CoCo Bonds, die im Wandlungsfall abgeschrieben werden. Insgesamt umfasst der Datensatz 206 CoCo Bonds mit Aktienwandlung und 367 write-down CoCo Bonds. Die Einheiten der Werte sind in den Klammern der jeweiligen Statistik angegebenen. Mittelwert steht hierbei für das arithmetische Mittel und Stabw für die Standardabweichung.

Tabelle 3.3 beinhaltet die deskriptive Statistik des gesamten Datensatzes in Abhängigkeit der gewählten Wandlungstypen. Insgesamt wurden 206 CoCo Bonds mit Aktienwandlung emittiert. Dies entspricht 36 % der gesamten Emissionen. Diese besitzen im Durchschnitt einen höheren Kupon als write-down CoCo Bonds. Diese Beobachtung ist insofern überraschend, als dass bei write-down CoCo Bonds der Verlust im Grunde vertraglich programmiert ist, während bei CoCo Bonds mit Aktienwandlung der Nennwert gegen Aktien getauscht wird. Bei genauerer Betrachtung der Statistik zeigt sich allerdings auch, dass write-down CoCo Bonds meistens mit einem CET1 Trigger von 5,125 % emittiert wurden. Wie die Statistik in Tabelle 3.3 bestätigt, lag die Trigger Schwelle bei write-down CoCo Bonds im Durchschnitt bei 5,52 % und damit knapp 0,5 Prozentpunkte unterhalb derer von CoCo Bonds mit Aktienwandlung. Zusammen mit der Beobachtung in Tabelle 3.2, wonach eine niedrigere Schwelle tendenziell mit einem niedrigeren Kupon einhergeht, könnte also die hier beobachtete Relation zwischen den Wandlungstypen durch die unterschiedlich angesetzten Trigger Schwellen hervorgerufen werden. Vor dem Hintergrund

der Finanzierungskosten erscheint es auch als plausibel, dass die Emittenten die negativen Wertkonsequenzen im Wandlungsfall durch Wahl einer niedrigen Schwelle maximal unwahrscheinlich machen wollen, um so den Kupon geringer halten zu können.

Neben dem unmittelbar aus der Produktstruktur folgenden Effekt auf die Finanzierungskosten, im Sinne der Kompensation des Investors für die negativen Konsequenzen, gilt es bei der Wahl des Wandlungstypen institutionelle Aspekte zu berücksichtigen. Aus Perspektive der Emittenten könnten Restriktionen aufgrund der Rechtsform des Unternehmens bestehen, welche die Emission des Abschreibungstyps zur einzigen Möglichkeit werden lassen, um CoCo Bonds emittieren zu können. Ein Beispiel sind hierfür die öffentlich-rechtlichen Sparkassen sowie Genossenschaftsbanken. Wie außerdem in Kapitel 2 Abschnitt 2.3.2.1 gezeigt wurde, kann eine Wandlung in Aktien zu einer enormen Verwässerung der Aktionäre führen. Bei write-down CoCo Bonds werden die Stimmanteile der Aktionäre hingegen nicht tangiert. Dieser Verwässerungsschutz macht die Emission von write-down CoCo Bonds aus Perspektive der bestehenden Aktionäre attraktiv. Ein weiteres Argument für die Emission von write-down CoCo Bonds ist die Vermarktungsfähigkeit. Gerade institutionellen Investoren, die Boermans und Van Wijnbergen (2018) zufolge einen großen Anteil der CoCo Bond Investoren ausmachen, ist es oftmals aufgrund ihrer Anlagerichtlinien untersagt, in Aktien zu investieren oder gewissen Aktienquoten zu überschreiten. Im Falle einer plötzlichen Wandlung würden diese Anlagerichtlinien möglicherweise verletzt. Aufgrund dieser Restriktion auf Investorensseite ist die Emission von write-down CoCo Bonds die aus Perspektive der Emittenten ideale Wahl, da sie die Zahl potentieller Investoren erhöht. Denn eine höhere Nachfrage führt zu einer günstigeren Ausgangsposition bei der Platzierung der CoCo Bonds und senkt hierdurch die Finanzierungskosten (Avdjiev et al., 2017).

Abbildung 3.6 zeigt die Entwicklung der emittierten CoCo Bonds in Abhängigkeit des Wandlungstyps. Die blaue Linie bildet hierbei die kumulierte Anzahl an CoCo Bonds mit Abschreibung des Nennwerts ab. Die rote Linie steht für CoCo Bonds mit Aktienwandlung. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums verliefen die Emissionszahlen noch verhältnismäßig parallel. Ab dem Jahr 2013 ist ein überproportionaler Anstieg der blauen Linie deutlich zu erkennen. Zum Ende des Betrachtungszeitraums liegt die Anzahl emittierter write-down CoCo Bonds bei 367 Emissionen, was einem Anteil von 64 % entspricht. Während in der Theorie weitestgehend Einigkeit herrscht, dass ein Werttransfer zugunsten der Eigenkapitalgeber, wie es im Falle der write-down CoCo Bond per Konstruktion der Fall ist, negative Anreize zur Erhöhung des unternehmerischen Risikos mit sich bringt, werden gemäß Eigenkapitalrichtlinie write-down CoCo Bonds den CoCo Bonds mit Aktienwandlung gleichgestellt. Insofern bestanden keine Hürden bei der Wahl des Wandlungstyps und die Emittenten verhielten sich vor dem Hintergrund der zuvor diskutierten Aspekte individualperspektivisch optimal. Avdjiev et al. (2015) bestätigen diese Beobachtungen

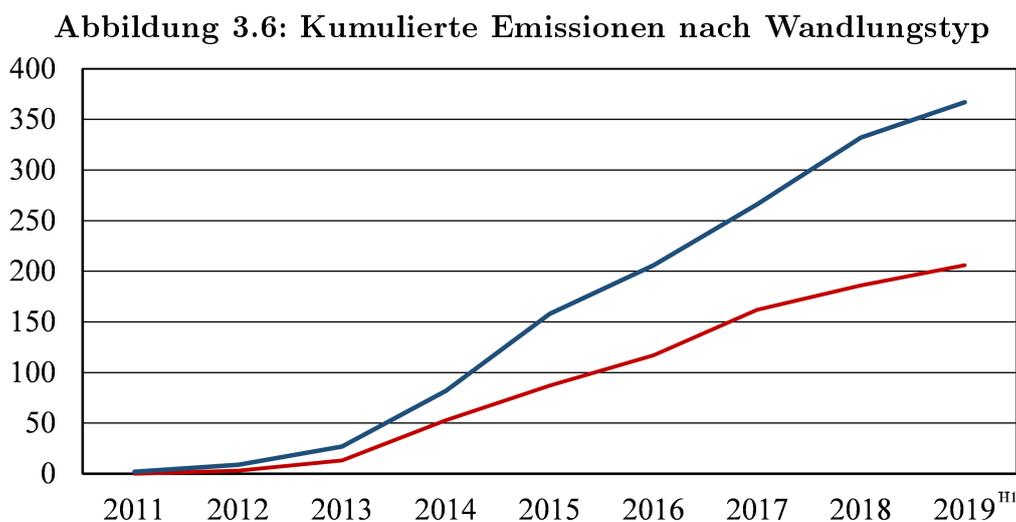


Abbildung 3.6 zeigt die zeitliche Entwicklung der CoCo Bond Emissionen (Anzahl) nach Wandlungstyp für den Gesamtzeitraum von Januar 2011 bis Juli 2019. Die rote Linie bildet die kumulierte Anzahl an CoCo Bond Emissionen mit Aktienwandlungsmechanismus ab. Die blaue Linie steht für CoCo Bonds mit Abschreibungsmechanismus (write-down).

im Rahmen einer Ereignisstudie, wonach die Aktienkursreaktion bei der Emission von write-down CoCo Bonds positiv und bei Emission von CoCo Bonds mit Aktienwandlung negativ ist. Sie folgern hieraus, dass die Eigenkapitalgeber write-down CoCo Bonds bevorzugen, da diese die automatische Rekapitalisierung sicherstellen ohne das bestehende Eigenkapital zu verwässern.

3.2.4.4 Laufzeitstruktur

Ein weiteres wesentliches Produktmerkmal von Anleihen ist die Laufzeitstruktur, da hierüber neben dem Zeitraum der Kapitalüberlassung auch mögliche Wandlungs- und Rückzahlungsoptionen festgelegt werden. Wie im vorangegangenen Abschnitt 3.1 dieses Kapitels deutlich wurde, müssen CoCo Bonds im Gegensatz zu gewöhnlichen Anleihen eine unendliche Laufzeit besitzen, um im zusätzlichen Kernkapital anrechenbar zu sein. Eine weitere wichtige Komponente der Laufzeitstruktur ist das (bedingte) Recht des Emittenten, nach Ablauf einer Kündungssperrfrist die Anleihe an festgelegten Terminen zum Nennwert zurückzukaufen.¹⁶ Aufgrund der unendlichen Laufzeit bietet dieses Kündigungsrecht dem Emittenten die Möglichkeit auf sich ändernde Finanzierungsbedingungen zu reagieren.

Da CoCo Bonds im Gegensatz zu klassischen kündbaren Anleihen keine vertraglich vereinbarten Anreize zur Kündigung, wie beispielsweise Kupon step-ups, beinhalten dürfen, werden die Finanzierungsbedingung extern in Form einer Änderung des Zinsniveaus und

¹⁶Die Voraussetzungen für eine Bewilligung der Kündigung durch die Aufsichtsbehörde werden in Abschnitt 3.1 diskutiert.

intern in Form einer Änderung der Bonität bestimmt. Sinkt das Zinsniveau gegenüber dem Emissionszeitpunkt, so sinken ceteris paribus ebenfalls die Kosten der Refinanzierung. Im Falle der Bonität sinken die Kosten der Refinanzierung ceteris paribus mit steigender Bonität. Verbessern sich also die Finanzierungsbedingungen, so hat die Bank einen Anreiz, vom Kündigungsrecht nach Ablauf der Sperrfrist Gebrauch zu machen und einen neuen CoCo Bond zu den günstigeren Konditionen zu emittieren (Corcuera et al., 2016).

Den vorteilhaften Finanzierungsbedingungen durch ein günstigeres Zinsumfeld und/oder einer verbesserten Bonität gegenüber des Emissionszeitpunkts stehen sonstige Kosten, die in Verbindung mit Kündigung und Refinanzierung einhergehen, gegenüber. Bei kündbaren Anleihen waren in der Vergangenheit Reputationskosten ein wesentlicher Faktor bei der Kündigungsentscheidung. Aufgrund des vorhandenen Kupon step-ups sind Investoren oftmals davon ausgegangen, dass die Banken zum frühestmöglichen Termin kündigen und die Anleihe zu den vorliegenden Marktkonditionen refinanzieren (De Spiegeleer und Schoutens, 2014). Wird jedoch entgegen der Erwartungen der Investoren die Kündigung unterlassen, kann dies zu massiven Reputationsverlusten der Bank führen, welche sich negativ auf Bedingungen einer zukünftigen (Re-)Finanzierung auswirken. Bislang wurden die meisten CoCo Bonds zum frühestmöglichen Termin nach Ablauf der Sperrfrist gekündigt. Aufgrund der guten ökonomischen Phase im Zeitraum nach der Finanz- und Eurokrise und dem aktuellen Niedrigzinsumfeld ist dies nicht wirklich überraschend. Eine Ausnahme hiervon stellt die spanische Banco Santander dar. Diese hat die Rückkaufgelegenheit eines 1,5 Mrd. Euro CoCo Bonds verstreichen lassen und hierdurch harsche Kritik von Investorensseite vernehmen müssen (Vossos und Glover, 2019; Aguado et al., 2019).¹⁷

Die Kündigungsentscheidung des Emittenten ist somit nicht trivial und ein prägendes Element von CoCo Bonds. Vor diesem Hintergrund nimmt die Dauer der Kündigungssperrfrist sowie die Abstände zwischen den anschließenden Kündigungsterminen eine wichtige Rolle ein. Tabelle 3.1 beinhaltet in Panel A die Dauer der Kündigungssperrfrist aller weltweit emittierten CoCo Bonds. Mit einer durchschnittlichen Kündigungssperrfrist von 6,47 Jahren und bei Berücksichtigung des Median von 5,25 Jahren zeigt sich, dass die Banken schwerpunktartig die Minimalsperrfrist wählen. Tatsächlich wurde in 45 % der emittierten CoCo Bonds die nach Basel III vorgeschlagene Mindestsperrfrist von 5 Jahren festgelegt. In Bezug auf die Abstände zwischen den Terminen, zu denen der Emittent nach Ablauf der Sperrfrist kündigen kann, zeigt sich etwas mehr Variation. Die Abstände variieren zwischen null, also einem permanenten Kündigungsrecht, und einer Dauer von fünf Jahren. Im Durchschnitt können die CoCo Bonds nach Ablauf der Sperrfrist alle 1,25 Jahre gekündigt werden. Der Median liegt bei einem halben Jahr.

¹⁷Der Fall der nicht erfolgten Kündigung der Banco Santander wird im nachfolgenden Abschnitt 3.3.3 diskutiert.

Zusammenfassung (Deskriptive Analyse des CoCo Bond Marktes)

Der noch recht junge Markt für AT1 CoCo Bonds umfasst mittlerweile ein Volumen von 400 Mrd. Euro. Insgesamt wurden weltweit 573 AT1 konforme CoCo Bonds emittiert. Die dominierende Emissionswährung ist neben dem US Dollar insbesondere der Euro. Insgesamt 70 % der weltweit ausstehenden CoCo Bonds wurden in diesen beiden Währungen emittiert. Mit 62 % der Emissionen stellt der europäische Wirtschaftsraum inklusive der Schweiz das Gros der CoCo Bond Emittenten. Dies ist insbesondere auf die steuerliche Abzugsfähigkeit der Kuponzahlungen und die sehr frühe Implementierung der Basel Standards zurückzuführen. Keine Bank aus den USA hat bislang CoCo Bonds emittiert. Der Grund hierfür liegt in der steuerlichen Behandlung der Kuponzahlungen von CoCo Bonds. Diese werden Dividenden gleichgestellt und sind somit nicht steuerlich abzugsfähig. Im Durchschnitt wird ein CoCo Bonds mit einem Nennwert von 696 Mio. Euro emittiert. Dieser zahlt einen Kupon von 5,90 % in quartalsweiser oder halbjähriger Frequenz. In ca. zwei Drittel der Fälle emittieren die Banken write-down CoCo Bonds. Diese werden in 84 % der Fälle mit einem low trigger von 5,125 % kombiniert. Die Banken scheinen somit die Finanzierungskosten in Form des Kupons unter den für sie geltenden regulativen Vorschriften zu minimieren.

3.3 Besondere Ereignisse

Dieser Abschnitt dient der Diskussion dreier wichtiger Ereignisse, die den noch sehr jungen Markt von CoCo Bonds maßgeblich geprägt haben. Dies wird in Form von kleinen Fallstudien umgesetzt, bei denen der Hintergrund und die daraus folgende Konsequenz für die weitere Entwicklung des CoCo Marktes dargelegt wird. Der erste Fall befasst sich mit der Wandlung der CoCo Bonds der spanischen Banco Popular Español. Dieser Fall dient dem „proof of concept“ der Instrumente als stabilisierendes Element in der Kapitalstruktur von Banken. Im zweiten Fall wird die Gefahr eines Kuponstopps am Beispiel der Deutschen Bank behandelt. Im dritten Fall wird die nach Ablauf der Sperrfrist verstrichene Kündigungsgelegenheit der Banco Santander diskutiert. Die drei Fälle sollen außerdem die Herausforderungen bei der akkuraten Bewertung von CoCo Bonds verdeutlichen, die aufgrund der Komplexität der Produkte bestehen.

3.3.1 Banco Popular Español: Zwangswandlung durch EZB

Am 6. Juni 2017 erlebte der CoCo Markt seine erste Wandlung. Dies war somit der erste ernstzunehmende Test, inwiefern CoCo Bonds zur Stabilität einer Bank im Speziellen und des Finanzsystems im Allgemeinen beitragen können. Zwei ausstehende CoCo Bonds

der sechstgrößten spanischen Bank Banco Popular Español wurden durch die EZB im Rahmen ihres Mandats als zuständige Aufsichtsbehörde gewandelt, indem die Bank als nicht mehr überlebensfähig deklariert wurde.¹⁸ Entgegen der generellen Erwartung wurde die Wandlung der CoCo Bonds somit nicht durch das Absinken der Kernkapitalquote auf die jeweilige Trigger Schwelle, sondern aufgrund einer Ermessensentscheidung der Aufsichtsbehörde erzwungen.

Hintergrund der erzwungenen Wandlung waren Wertberichtigungen auf notleidende Immobilienkredite im Umfang von 5,7 Mrd. Euro, welche zu einem Nettoverlust in Höhe von 3,5 Mrd. Euro geführt hatten (Mesnard et al., 2017). Die beiden ausstehenden CoCo Bonds, wovon eine Anleihe mit einem low trigger von 5,125 % CET1 Ratio und die andere mit einem high trigger von 7,00 % CET1 Ratio ausgestattet war, waren aber noch nicht unmittelbar in Gefahr, gewandelt zu werden, da die harte Kernkapitalquote zum Abschluss des ersten Quartals am 31. März 2017 noch bei 10,02 % gelegen hat (Mesnard et al., 2017). Die Wandlung der CoCo Bonds war somit nicht unmittelbar zu erwarten.

Durch eine Reihe von negativen Schlagzeilen und insbesondere mehreren Herabstufungen des Emittentenratings entwickelte sich eine Abwärtsspirale der Bank, die zu einem Abfluss an Depositen geführt hat (Europäische Zentralbank, 2017). Am 6. Juni 2016 sah sich die EZB aufgrund der massiven Liquiditätsprobleme der Bank gezwungen, die behördliche Abwicklung auf Basis von Artikel 18 Abs. 4 Ziffer c SRMR einzuleiten.

Im Zuge der Abwicklung wurden die beiden CoCo Bonds mit Nennwert von 500 Mio. Euro und 750 Mio. Euro gemäß Artikel 20 SRMR gewandelt und das Aktienvermögen im Anschluss für 1 Euro an die spanische Banco Santander transferiert. Während die Einleger und Inhaber vorrangiger Schuldverschreibungen ihre Ansprüche gegenüber Santander geltend machen konnten, verloren AT1-Investoren erstmalig ihren gesamten Kapitaleinsatz.

Der Fall Banco Popular Español liefert nähere Erkenntnisse zur Funktionsfähigkeit und Wirksamkeit von CoCo Bonds: Erstens wird deutlich, dass die CET1 Ratio eine nur sehr limitierte Signalkraft als Indikator besitzt, da sie Informationen über den tatsächlichen Zustand der Bank nur zeitversetzt liefert. Die publizierte CET1 Ratio von 10,02 % zum Ende des ersten Quartals hatte noch keine akute (mechanische) Wandlungsgefahr signalisiert. Der Fall Banco Popular Español liefert somit einen Beleg für die in Kapitel 2 Abschnitt 2.2 genannten Kritikpunkte an Indikatoren zur Bestimmung des Trigger Events, die auf Buchwerten basieren. Zweitens hat der zusätzlich in CoCo Bonds enthaltene aufsichtsrechtliche Indikator in diesem Fall zeitnah die Wandlung erzwungen und konnte somit die Stabilität des Finanzsystems sicherstellen. Jedoch muss hierbei berücksichtigt werden, dass es sich bei der Banco Popular Español um eine Bank mit verhältnismäßig über-

¹⁸Die EZB erklärte die Banco Popular Español als nicht mehr überlebensfähig. Hierdurch wurde der PONV Trigger ausgelöst.

schaubarer Größe gehandelt hat.¹⁹ Es bleibt abzuwarten, welches Ergebnis sich einstellt, wenn der CoCo Bond einer systemrelevanten Bank gewandelt wird. Drittens wird deutlich, dass CoCo Bond Investoren ein Aktienpaket nicht zwingend erhalten müssen, auch wenn die Vertragsbedingungen dies suggerieren. Im vorliegenden Fall wurden die CoCo Bonds faktisch wertlos. Zusammengefasst zeigt sich somit, dass CoCo Bonds tatsächlich zur Stabilisierung des Finanzsystems beitragen können. Die Gläubiger von AT1 Kapital wurden an den Verlusten beteiligt und die Einleger sowie vorrangigen Gläubiger bedient. Der Fall zeigt aber auch die vielen Herausforderungen bei der Risikomessung und Bewertung der Instrumente auf. Denn für Investoren ist es quasi unmöglich, die Wandlung durch die Aufsichtsbehörde zu prognostizieren und die Wertkonsequenzen im Falle einer Abwicklung gemäß der Abwicklungsrichtlinie SRMR abzuschätzen.

3.3.2 Deutsche Bank: Risiko eines Kuponstopps

Grundsätzlich besteht bei CoCo Bonds die Gefahr, dass bereits vor der Wandlung die Kuponzahlungen eingestellt werden. Denn gemäß Art. 52 (1) 1 CRR können die Kuponzahlung auf AT1 CoCo Bonds nach dem Ermessen der Bank auf nicht kumulativer Basis eingestellt werden.²⁰ Außerdem dürfen die Zahlungen nur aus den ausschüttungsfähigen Positionen geleistet werden, welche sich gemäß Legaldefinition des Artikel 4 Abs. 1 Nr. 128 CRR aus Gewinnen (auch einbehaltenen) und zur Ausschüttung gebildeten Rücklagen zusammensetzen. Während eine freiwillige Einstellung von Kuponzahlungen aufgrund des damit einhergehenden Reputationsverlusts nur schwer denkbar ist und Kupons sehr wahrscheinlich so lange wie technisch möglich ausgeschüttet werden, könnte die durch die Aufsichtsbehörde erzwungene Einstellung von Kuponzahlungen bei Verletzen der CBR bereits früher eintreten.²¹

Dies wurde zu Beginn des Jahres 2016 bei der Deutschen Bank befürchtet. Aufgrund unerwartet hoher Prozesskosten hatte die Deutsche Bank am 20. Januar 2016 im Rahmen einer Ad-hoc-Mitteilung Verluste für das abgelaufene Geschäftsjahr 2015 in Höhe von 6,7 Mrd. Euro angekündigt (Deutsche Bank, 2016b). In Anschluss an diese Gewinnwarnung stellte ein Bericht von Finanzanalysten des Marktforschungsinstituts CreditSights in Frage, ob die Bank nach Absorption der unerwarteten Verluste ausreichend ausschüt-

¹⁹Im Jahr 2016 lag die Bilanzsumme von Banco Popular Español bei 148 Mrd. Euro, während sich die von Banco Santander auf 1.339 Mrd. Euro belaufen hat.

²⁰Hierzu §3 Zinsen (8) (a) der Anleihebedingungen des CoCo Bonds der Deutschen Bank mit der ISIN DE000DB7XHP3: „Die Emittentin hat das Recht, die Zinszahlung nach freiem Ermessen ganz oder teilweise entfallen zu lassen, insbesondere (jedoch nicht ausschließlich) wenn dies notwendig ist, um ein Absinken der Harten Kernkapitalquote (...) unter die Mindest-CET1-Quote (...) zu vermeiden oder eine Auflage der zuständigen Aufsichtsbehörde zu erfüllen. Sie teilt den Gläubigern unverzüglich, spätestens jedoch am betreffenden Zinszahlungstag (...) mit, wenn sie von diesem Recht Gebrauch macht.“

²¹Bisher wurde noch kein freiwilliger oder aufsichtsrechtlich erzwungener Kuponstopp beobachtet.

tungsfähige Mittel (ADI) besitzt, um die jährlichen Kuponzahlungen auf die ausstehenden CoCo Bonds zu bedienen (Glover, 2016). Anlässlich eines massiven Kursverlustes der CoCo Bonds sah sich die Deutsche Bank dazu veranlasst, im Rahmen einer erneuten Ad-hoc-Mitteilung am 8. Februar 2016 ihre Zahlungsfähigkeit zu bekräftigen, indem sie eine aktualisierte Aufstellung der zur Ausschüttung von AT1 Kupons fähigen Mittel veröffentlichte (Deutsche Bank, 2016a). Dieser Mitteilung zufolge waren nicht nur die im April 2016 fälligen Kuponzahlungen gesichert, sondern darüber hinaus auch alle Zahlungen für das darauffolgende Jahr 2017.

Bei der Beurteilung des Risikos eines Kuponstopps müssen die Wahrscheinlichkeit des erzwungenen Kuponstopps und die Menge an ADI abgeschätzt werden. Grundsätzlich ist die Bank in der Ausschüttung ihrer Mittel an AT1 Kapital uneingeschränkt, solange sie die CBR mit ihrem regulatorischen Eigenkapital erfüllt. Wie in Abschnitt 3.1 diskutiert wurde, setzen sich die CBR aus Mindestkapitalanforderungen, dem Kapitalerhaltungspuffer, dem antizyklischen Puffer und einem instituts- und wirtschaftsraumbezogenen Systemrisikopuffer zusammen. Wird die CBR verletzt, ist die Bank gemäß Art. 141 (2) der Verordnung CRD IV dazu verpflichtet, den ausschüttungsfähigen Höchstbetrag (MDA) zu berechnen und diesen an die Aufsichtsbehörde zu melden. Im Falle der Deutschen Bank ist die Bank einer möglichen Intervention der Aufsichtsbehörde vorgekommen und hat die ADI selbst veröffentlicht, ohne die CBR verletzt zu haben. Dies sollte den Investoren versichern, dass die Bank ausreichend Mittel zur Bedienung der AT1 Kupons besitzt und somit die Kuponzahlungen nicht gefährdet sind (Delivorias, 2016).

Während aus Sicht der Investoren die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines potentiellen Verstoßes gegen die CBR aufgrund der Offenlegung der regulatorischen Eigenkapitalposten weitestgehend machbar erscheint, erfordert die Abschätzung der ausschüttungsfähigen Posten eine detaillierte Bilanzanalyse des Emittenten. Hierbei sind, insbesondere zur Abgrenzung der ausschüttungsfähigen von den nicht ausschüttungsfähigen Posten, ein tiefergehendes Verständnis der nationalen Rechnungslegungsstandards und Rechtsvorschriften sowie oftmals nationale Sprachkenntnisse erforderlich (Troiano et al., 2016). Die Beurteilung kann somit insgesamt eine Herausforderung darstellen.

Der Fall der Deutschen Bank verdeutlicht, dass die positive Eigenschaft von CoCo Bonds, Banken in schlechten Zeiten zu stabilisieren, aufgrund der regulatorischen Anforderungen an das Produkt auch mit einer erhöhten Komplexität einhergeht. Neben der Wahrscheinlichkeit einer Wandlung und der Abschätzung der damit verbundenen Wertkonsequenzen existiert durch die Möglichkeit eines Kuponstopps eine weitere Gefahrenquelle, die zu Wertverlusten führen kann. Da die Kupons von CoCo Bonds sehr hoch sind und die Instrumente ohne Endfälligkeit emittiert werden, stellt ein Kuponstopp, ob nach Ermessen der Bank oder erzwungen durch den Regulator, ein nicht zu vernachlässigendes Risiko dar.

3.3.3 Santander: Keine vorzeitige Kündigung

CoCo Bonds beinhalten in der Regel ein vertraglich festgelegtes Kündigungsrecht, welches dem Emittenten erlaubt nach Ablauf einer Sperrfrist das Produkt zum Nennwert zu kündigen. Geht man grundsätzlich davon aus, dass die Maximierung des Shareholder Values verfolgt wird, sollte das Kündigungskalkül die Refinanzierungskonditionen des für den Rückkauf erforderlichen Kapitals bei der Kündigungsentscheidung berücksichtigen. Es ergibt somit ökonomisch Sinn, die CoCo Bonds zu kündigen, wenn die Refinanzierung zu günstigeren Konditionen erfolgt als die Unterlassung der Kündigung.

Auf dem Anleihenmarkt wird aber häufig beobachtet, dass die Investoren von einer Art stillschweigenden Vereinbarung ausgehen, wonach die Anleihen zum ersten Kündigungstermin zurückgekauft werden. Bei gewöhnlichen kündbaren Anleihen wird dies oftmals motiviert, indem eine Kuponerhöhung bei Unterlassung der Kündigung zum ersten Termin vorgesehen ist. Trotz der damit verbundenen Signalwirkung wurde die unterlassene Kündigung bereits an verschiedenen Beispielen beobachtet. Ein besonders bemerkenswerter Fall war der der Deutschen Bank. Im Januar 2009 hat sich die Bank trotz drohender Kuponerhöhung von 88 Basispunkten gegen eine Kündigung ihrer ausstehenden Anleihe mit Nennwert in Höhe von 1 Mrd. Euro entschieden. Der Grund lag im Marktumfeld. Aufgrund der Finanzkrise waren die zu erwartenden Risikoaufschläge bei Refinanzierung höher als die vereinbarte Kuponerhöhung. Die unterlassene Kündigung war somit die ökonomisch richtige Entscheidung. Dennoch führte dies zu einer massiven Korrektur des Anleihenkurses um -10% (De Spiegeleer und Schoutens, 2014).

Dieses Spiel ändert sich aber im Fall von AT1 CoCo Bonds: Im Gegensatz zu klassischen kündbaren Anleihen dürfen CoCo Bonds keine Vertragsklauseln enthalten, welche die Kündigung nach Ablauf der Sperrfrist motivieren. Außerdem muss sich der Emittent die Kündigung von der zuständigen Aufsichtsbehörde bewilligen lassen. Die Bewilligung hängt von der finanziellen Situation des Emittenten ab und bedarf einem Plan, der die Refinanzierung der gekündigten CoCo Bonds mit Mitteln der ähnlichen Verlustabsorptionsfähigkeit vorsieht. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass der Emittent den CoCo Bond durch einen neuen CoCo Bond ersetzt. Vor diesem Hintergrund sollte es für Investoren umso klarer sein, dass die jeweiligen Emittenten bei der Kündigungsentscheidung alleine schon durch die Aufsichtsbehörde dazu angehalten sind, im ökonomischen Interesse der Bank zu handeln.

Bis zu Beginn des Jahres 2019 wurden die CoCo Bonds dennoch, wie von kündbaren Anleihen gewohnt, zum frühestmöglichen Zeitpunkt gekündigt und in den meisten Fällen durch Ausgabe neuer CoCo Bonds zu günstigeren Konditionen refinanziert. Die Banco Santander sorgte am 12. Februar 2019 bei ihren CoCo Bond Investoren für Aufruhr, da

die Bank ankündigte, die Gelegenheit, die CoCo Bonds am 12. März 2019 zum Nennwert zurückzukaufen, verstreichen zu lassen (Vossos und Glover, 2019). Der Kurs der CoCo Bonds sackte daraufhin um 1,6 % ab. Verglichen mit dem zuvor genannten Fall der nicht gekündigten Anleihe der Deutsche Bank ist diese Kurskorrektur sehr moderat. Berücksichtigt man allerdings die Tatsache, dass sich die Laufzeit der Anleihe der Deutschen Bank um fünf Jahre verlängerte und der CoCo Bond von Santander nach Ablauf der Kündigungssperrfrist in dreimonatigen Abständen gekündigt werden kann, wird die ökonomische Signifikanz der Kurskorrektur deutlicher.

Der Fall der Banco Santander dient dazu, aufzuzeigen, dass die Bestimmung der effektiven Laufzeit von CoCo Bonds eine Herausforderung bei der Bewertung darstellt. Denn im Gegensatz zu klassischen kündbaren Anleihen kann nicht ohne weiteres von der üblichen, stillschweigenden Vereinbarung zwischen Investoren und Emittenten ausgegangen werden, wonach zum frühestmöglichen Termin gekündigt wird (Ashworth, 2019). Aus diesem Grund sollte die effektive Laufzeitstruktur bei der Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden

Zusammenfassung (Besondere Ereignisse auf dem CoCo Bond Markt)

Seit dem Entstehen des CoCo Bond Marktes zu Beginn der 2010er Jahre traten drei besondere Ereignisse auf, welche die Funktionsweise und die Marktauffassung der Produkte maßgeblich mitgeprägt haben. Diese müssen insbesondere bei der Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden, damit eine akkurate Preisfindung gelingen kann. Der Fall der Banco Popular hat gezeigt, dass die Kernkapitalquote des Emittenten keinen zwingend verlässlichen Indikator darstellt, um das Wandlungsrisiko adäquat abzuschätzen. Im konkreten Fall aktivierte die Aufsichtsbehörde den PONV Trigger und wandelte die CoCo Bonds unmittelbar bevor die Aktien im Zuge der Bankenabwicklung gemäß SRMR zu einem symbolischen Euro an Banco Santander transferiert wurden. Die CoCo Bond Investoren erlitten somit einen Totalverlust im Wandlungsfall. Der Fall der Deutschen Bank verdeutlicht, dass vor einer Wandlung bereits die Einstellung der Kupons droht. Dies kann nach dem Ermessen der Bank geschehen oder bei Verletzen der kombinierten Kapitalpufferanforderungen durch die Aufsichtsbehörde erzwungen werden. Während ersteres aufgrund des damit verbundenen Reputationsverlustes nicht realistisch erscheint, könnte letzteres durchaus eintreten. Im Falle der Banco Popular wurde jedoch auch kein Kuponstopp eingefordert. Im Fall der Banco Santander wurde deutlich, dass die Kündigungsentscheidung bei CoCo Bonds nicht zwingend den von klassischen kündbaren Anleihen bekannten Konventionen folgt. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass CoCo Bonds keine Motivation zur Rückzahlung, beispielsweise durch Kupon step-ups, in den Vertragsbedingungen enthalten dürfen. Außerdem muss die Aufsichtsbehörde die Kün-

digung bewilligen. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass vorwiegend ökonomische Aspekt bei der Kündigungsentscheidung im Vordergrund stehen. Die effektive Laufzeitstruktur sollte somit bei der Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden.

Kapitel 4

Literaturüberblick

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Gesamtliteratur zu CoCo Bonds. Ihren Ursprung in der wissenschaftlichen Literatur fanden CoCo Bonds in der Studie von Flannery (2005). Damals noch unter der Bezeichnung Reverse Convertible Debentures, wurden zum ersten Mal Finanzinstrumente für Banken vorgeschlagen, die im Falle großer Verluste eine automatische Rekapitalisierung des Emittenten vorsahen. Mittlerweile hat sich eine breite Literatur zum Thema CoCo Bonds etabliert, die sich in den Forschungsbereichen zu den Themen Kapitalstruktur, Marktgleichgewicht und Bewertung ansiedeln.

Im Bereich der Kapitalstrukturtheorie setzt sich die Forschung mit der optimalen Vertragsausgestaltung von CoCo Bonds und den damit verbundenen Effekten auf das Emissionsverhalten, die Risikowahl sowie die Kreditvergabeentscheidung des Emittenten auseinander. Auf den ersten Blick scheint die Substitution von herkömmlichem Fremdkapital durch CoCo Bonds ausschließlich vorteilhaft zu sein, da die Insolvenzwahrscheinlichkeit emittierender Banken aufgrund des zusätzlich bereitgestellten Kapitals zur Verlustabsorption reduziert wird, wodurch das globale Finanzsystem insgesamt stabiler werden sollte. Die Entscheidung des Emittenten, CoCo Bonds zu emittieren, hängt jedoch von der konkreten Vertragsausgestaltung ab, welche wiederum Einfluss auf das ex post verfolgte Verhalten des Bankmanagements im Sinne der Risikowahl hat. Eine besondere Rolle nimmt hierbei der Wandlungsmechanismus ein, welcher den Zeitpunkt der Wandlung und die damit verbundene Wertkonsequenz festlegt. Anhand der Studien von Albul et al. (2015) und Chen et al. (2017) wird in diesem Kapitel das Emissionsverhalten der Banken untersucht. Dies ist notwendig, um abschätzen zu können, ob Banken überhaupt freiwillig CoCo Bonds emittieren. Im Anschluss daran wird sich dem in der Literatur kontrovers diskutierten Thema Risikowahl gewidmet. Hierzu werden die in diesem Bereich prägenden Studien von Koziol und Lawrenz (2012) und Chen et al. (2017) vorgestellt. Des Weiteren wird der Einfluss von CoCo Bonds auf das Kreditvergabeverhalten von Banken anhand einer Studie von Crummenerl et al. (2014) diskutiert.

Neben der optimalen Vertragsausgestaltung bilden die mit der Indikatorwahl einhergehenden Überlegungen hinsichtlich eines eindeutigen Marktgleichgewichts den zweiten vielbeachteten Literaturstrang. Wie bereits in Kapitel 2 erläutert gelten Indikatoren, die auf Marktwerten basieren, aufgrund ihres vorwärts gerichteten Charakters bei vielen Akteuren als bestmögliche Wahl zur Feststellung einer drohenden Schieflage des CoCo Bond Emittenten. Sundaesan und Wang (2015) zeigen jedoch auf, dass ein auf dem Aktienkurs des Emittenten basierender Indikator zu Problemen im gleichgewichtigen Aktienkurs führen kann. Jedoch spielt hierbei das vertragliche Design eine maßgebliche Rolle, weshalb sich ein prominent diskutiertes Forschungsfeld entwickelt hat, das im Nachgang näher vorgestellt wird.

Ein dritter großer Bereich der wissenschaftlichen Literatur zu CoCo Bonds besteht in der akkuraten Bewertung der Finanzinstrumente. Dieses Thema wird im nachfolgenden Kapitel 5 ausführlich diskutiert.¹

4.1 Emissionsverhalten

Geht man von der Annahme aus, dass CoCo Bonds grundsätzlich eine stabilisierende Wirkung auf das Bankensystem haben und somit aus aufsichtsrechtlicher Perspektive wünschenswert sind, stellt sich dennoch die Frage, ob die Finanzierung durch CoCo Bonds für Banken überhaupt optimal ist. In erster Linie ist für die Eigenkapitalgeber der Wert ihrer Anteile das entscheidende Kriterium bei der Emissionsentscheidung. Dieser Abschnitt beschäftigt sich daher mit dem Emissionsverhalten von Banken. Hierzu werden zwei Modelle berücksichtigt, die sich hinsichtlich der Fälligkeitsannahme der emittierten Fremdkapitalinstrumente unterscheiden. Zunächst wird das Modell von Albul et al. (2015) betrachtet. In einem Leland (1994) Modellrahmen werden gewöhnliche Anleihen und CoCo Bonds mit unendlicher Laufzeit emittiert. Im Anschluss wird der Fall mit endlicher Laufzeit im Modell von Chen et al. (2017) betrachtet. Hierbei wird der Modellrahmen von Leland und Toft (1996) herangezogen. Sowohl in Albul et al. (2015) als auch in Chen et al. (2017) dient der Unternehmenswert als Indikator des Trigger Events, bei dessen Eintritt ein jeweils ex ante festgelegter Anteil des bestehenden Eigenkapitals in den Besitz der ehemaligen CoCo Bond Investoren übergeht. Beide Modelle berücksichtigen außerdem Steuervorteile durch die Abzugsfähigkeit der Kuponzahlungen auf CoCo Bonds und gewöhnlichen Anleihen und Insolvenzkosten.

¹Für einen breiten Überblick über die gesamte CoCo Bond Literatur wird auf Flannery (2014) und Oster (2019) verwiesen.

4.1.1 Emissionsverhalten im Modell von Albul et al. (2015)

Albul et al. (2015) betrachten zunächst ein *unverschuldetes* Unternehmen, das die Kapitalstruktur durch das optimale Volumen an Fremdkapital unter Berücksichtigung einer festgelegten Menge an CoCo Bonds wählt. Das gesamte Fremdkapitalvolumen setzt sich aus gewöhnlichem Fremdkapital in Form von Anleihen und CoCo Bonds zusammen und es besteht keine Beschränkung hinsichtlich der Verschuldung. Die Analyse basiert auf zwei Ausgangsbedingungen die der Wandlungsmechanismus des CoCo Bonds erfüllen muss. Erstens muss das Trigger Event vor der Insolvenz auftreten. Die Trigger Schwelle muss somit ausreichend hoch angesetzt werden, um oberhalb der endogen gewählten Insolvenzschwelle zu liegen. Zweitens wird die Monotonie des Eigenkapitalwerts im Unternehmenswert verlangt. Dies ist dann sichergestellt, wenn die CoCo Bond Investoren im Wandlungsfall einen hinreichend großen Anteil am Eigenkapital übertragen bekommen. Die Eigenkapitalgeber wählen dann die optimale Insolvenzschwelle, indem sie den Wert des Eigenkapitals maximieren. Verglichen mit der optimalen Kapitalstruktur ohne CoCo Bonds bleiben das optimale Volumen an Anleihen, die endogene Ausfallgrenze und somit auch die Insolvenzkosten unverändert. Die Kuponzahlungen der CoCo Bonds schlagen sich unmittelbar über die Steuervorteile in einem höheren Unternehmens- und Eigenkapitalwert nieder. Da keine Finanzierungsrestriktionen existieren, wählt das im Interesse der Eigenkapitalgeber handelnde Bankmanagement das maximal mögliche CoCo Bond Volumen, wodurch die generelle Verschuldung, verglichen mit der Situation ohne CoCo Bonds, aufgrund der steuerlichen subventionierten CoCo Bond Kupons steigt, während das Ausfallrisiko unverändert bleibt.

In einem zweiten Schritt wird das Volumen des gesamten Fremdkapitals begrenzt. Das *unverschuldete* Unternehmen kann sich nun entscheiden, ob es sich ausschließlich durch Anleihen oder einen Mix aus Anleihen und CoCo Bonds verschuldet. Im Gegensatz zur Situation ohne CoCo Bonds, aber mit Beschränkung der maximalen Verschuldung, zeigt sich, dass die Bank einen kleinen Anteil an Anleihen durch CoCo Bonds ersetzt. Aufgrund des geringeren Volumens an gewöhnlichem Fremdkapital sinkt die endogene Insolvenzschwelle und dadurch auch die Insolvenzkosten. Dies erhöht den Wert des Unternehmens und auch des Eigenkapitals.

In einem dritten Schritt betrachten Albul et al. (2015) ein bereits *verschuldetes* Unternehmen das nun die Möglichkeit besitzt, einen Teil der ausstehenden Anleihen durch CoCo Bonds zu ersetzen. Werden Teile der Anleihen durch CoCo Bonds ersetzt, so sinkt die Insolvenzschwelle und mit ihr auch die Insolvenzkosten. Aufgrund des *debt overhang* Problems sinkt aber der Wert des Eigenkapitals, da die Fremdkapitalgeber überproportional von der für sie kostenlosen zusätzlichen Besicherung profitieren (Myers, 1977). Albul et al.

(2015) betrachten außerdem ein hinreichend stark verschuldetes Unternehmen, welches exemplarisch für eine Bank stehen könnte. In diesem Fall steigt sogar der Unternehmenswert durch die gesunkenen Insolvenzkosten, welche die reduzierten Steuervorteile leicht überkompensieren. Die Eigenkapitalgeber der Bank würden allerdings in dieser Situation niemals freiwillig gewöhnliches Fremdkapital durch CoCo Bonds ersetzen, da nicht nur der zusätzlich generierte Unternehmenswert, sondern ebenfalls Teile des Eigenkapitals an die nun besser besicherten gewöhnlichen Fremdkapitalgeber übergehen.

In einem vierten Schritt wird die Finanzierungsentscheidung einer *too-big-to-fail* Bank mit impliziter Staatsgarantie untersucht. Hierzu wird angenommen, dass die Fremdkapitalgeber im Insolvenzfall staatlich gerettet werden. Durch diese Garantie wird das gewöhnliche Fremdkapital risikolos, die optimale Insolvenzschwelle und der Wert des Eigenkapitals bleiben davon allerdings für eine gegebene Verschuldung unberührt. Betrachtet man nun einen Anstieg des Fremdkapitalvolumens, erhöht sich die endogene Insolvenzschwelle und somit auch die Insolvenzwahrscheinlichkeit. Der damit verbundene Anstieg der Insolvenzkosten wird durch die Staatsgarantie aufgefangen und somit auf die Öffentlichkeit ausgelagert. Der Unternehmenswert steigt also mit zunehmender Verschuldung. In dieser Situation würden die Eigenkapitalgeber das maximal mögliche Volumen an Fremdkapital emittieren, sich diese Mittel als Sonderdividende ausschütten und die Bank in die sofortige Insolvenz schicken, indem die Kuponzahlungen eingestellt werden. Um diesem theoretischen Effekt entgegenzuwirken wird das Fremdkapitalvolumen im Modell limitiert und die *too-big-to-fail* Bank kann nur Teile des bestehenden Fremdkapitals durch CoCo Bonds ersetzen. Im Gegensatz zur Ausgangssituation zeigt sich, dass der Unternehmenswert sinkt, da der Wert der impliziten Staatsgarantie schwindet. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass ausschließlich gewöhnliches Fremdkapital geschützt ist. Aus aufsichtsrechtlicher Sicht ist dieses Ergebnis tatsächlich wünschenswert, da der Rückgang des Unternehmenswerts auf den Wertrückgang der Staatsgarantie und der Steuervorteile zurückzuführen ist und nicht auf einen Anstieg der Insolvenzkosten. Da der Wert des Eigenkapitals allerdings ebenfalls sinkt, wird eine bereits verschuldete *too-big-to-fail* Bank nicht bereit sein, gewöhnliches Fremdkapital durch CoCo Bonds zu ersetzen, da dies den Wert der impliziten Staatsgarantie reduziert.

Zusammenfassung (Emissionsverhalten im Modell von Albul et al. (2015))

Während es für bis dato unverschuldete Banken einen Anreiz gibt, CoCo Bonds in die Kapitalstruktur optimalerweise aufzunehmen, wird eine bereits durch gewöhnliche Anleihen verschuldete Bank niemals freiwillig Teile davon durch CoCo Bonds ersetzen, obwohl dies gerade im Falle hoch verschuldeter Banken global effizient ist, d.h. den Unternehmenswert erhöht. Ebenso wird sich eine Bank mit too-big-to-fail Status nicht freiwillig dazu bereit

erklären, ausstehendes gewöhnliches Fremdkapital durch CoCo Bonds zu ersetzen, da dies den Wert der Staatsgarantie reduziert.

4.1.2 Emissionsverhalten im Modell von Chen et al. (2017)

Chen et al. (2017) betrachten die Situation einer Bank, die ihre Investitionen neben Eigenkapital auch durch Fremdkapital in Form von gewöhnlichen Anleihen und CoCo Bonds finanziert. Die Modellierung der Fremdkapitalinstrumente folgt dem Ansatz von Leland und Toft (1996), wonach sowohl Anleihen als auch CoCo Bonds kontinuierlich emittiert werden, um jeweils fälliges Kapital zu ersetzen. Im Unterschied zu Albul et al. (2015) wird das Fremdkapital somit nicht mit unendlicher, sondern mit endlicher Laufzeit modelliert. Fällige Anleihen werden durch neue, zum fairen Marktpreis emittierte, Anleihen ersetzt. Bei CoCo Bonds wird analog dazu verfahren. Die festgelegten Kupons der Anleihen und CoCo Bonds sind hierbei exogen gegeben und beziehen sich auf den jeweiligen Nennwert. Unter Berücksichtigung der optimalen Ausfallgrenze bestimmt sich die optimale Kapitalstruktur wie im Modell von Albul et al. (2015) durch die Volumina an Anleihen und CoCo Bonds, welche den Wert des Eigenkapitals maximieren. Das optimale Volumen ergibt sich durch die Abwägung von Steuervorteilen, Insolvenzkosten und Refinanzierungskosten (*roll-over* Kosten). Um die Vergleichbarkeit mit Albul et al. (2015) zu gewährleisten wird in der Analyse von einer hinreichend hohen Trigger Schwelle ausgegangen, sodass die optimale Insolvenzschwelle darunterliegt.

Chen et al. (2017) betrachten zunächst eine Situation, in der die Bank einen Teil der ausstehenden Anleihen durch CoCo Bonds ersetzen kann. Durch diese Substitution sinkt die optimale Insolvenzschwelle und aufgrund des (zunächst) gleichbleibenden Unternehmenswerts die Wahrscheinlichkeit einer Insolvenz. Hierdurch sinken die Insolvenzkosten. Außerdem profitieren die gewöhnlichen Fremdkapitalgeber, da der Wert ihrer Anleihen steigt. Der Nennwert der fälligen Anleihen wird nun durch Emission neuer Anleihen zu den aktuellen, gestiegenen Marktwerten ersetzt. Es werden somit weniger Anleihen zur Refinanzierung benötigt, wodurch Wert generiert wird. Da die Trigger Schwelle der CoCo Bonds vermutlich oberhalb der Insolvenzschwelle vor Substitution liegt, werden allerdings die Steuervorteile an Wert verlieren. Der Nettoeffekt auf den Unternehmenswert ergibt sich somit aus dem positiven Effekt der geringeren Insolvenz- und roll-over Kosten und dem negativen Effekt durch die geringeren Steuervorteile. Chen et al. (2017) zeigen, dass der positive Effekt in der Regel überwiegt und der Wechsel von Anleihen auf CoCo Bonds den Unternehmenswert erhöht. Aus globaler Perspektive ist dies effizient. Für die Emissionsentscheidung ist allerdings die Wertveränderung des Eigenkapitals die entscheidende Größe, da der Wechsel nur dann vollzogen wird, wenn die Eigenkapitalgeber davon profitieren. Der Rückgang der Steuervorteile bewirkt eine Eins-zu-eins-Wertreduktion des

Eigenkapitals. Jedoch profitieren die Eigenkapitalgeber im Gegensatz zur Situation von Albul et al. (2015) mit Fremdkapital ohne Endfälligkeit vom Rückgang der Insolvenzwahrscheinlichkeit, da dies den roll-over des Fremdkapitals günstiger macht und dadurch Mittel freisetzt, die den Eigenkapitalgebern als Dividenden zufließen.

In einem zweiten Schritt wird nun eine Situation betrachtet, in der die Bank zusätzlich zur bestehenden Kapitalstruktur CoCo Bonds emittieren kann. Die zusätzlichen Mittel werden in gleichartige Projekte investiert wie vor der Emission, wodurch das unternehmerische Risiko der Bank unverändert bleibt. Durch die zusätzlichen Mittel steigt zunächst der Unternehmenswert, wodurch bei gleichbleibendem Volumen an Anleihen die Distanz zur Insolvenzschwelle steigt. Dies führt zu einem Rückgang der Insolvenzwahrscheinlichkeit und die bestehenden Anleihen gewinnen aufgrund der besseren Besicherung an Wert. Der gestiegene Marktwert der Anleihen wirkt sich wiederum positiv auf die Refinanzierung der fälligen Anleihen aus, da der roll-over analog zur Situation des Fremdkapitaltauschs günstiger wird. Außerdem führen die zusätzlichen Kuponzahlungen der CoCo Bonds zu einem Anstieg der Steuervorteile, welche den Unternehmenswert weiter erhöhen. Aus Unternehmensperspektive ist die zusätzliche Emission von CoCo Bonds somit effizient. Entscheidend ist jedoch der Effekt auf den Wert der Eigenkapitalgeber. Diese profitieren durch die Zahlungsströme der zusätzlichen, durch die Emission der CoCo Bonds finanzierten, Projekte, den zusätzlichen Steuervorteilen und den gesunkenen roll-over Kosten. Dem gegenüber stehen die zusätzlichen Kosten der Kuponzahlungen der CoCo Bonds. Insgesamt überwiegen aber die positiven Wertbeiträge und die Emission wird durchgeführt.

Zusammenfassung (Emissionsverhalten im Modell von Chen et al. (2017))

Aufgrund der endlichen Laufzeit und der kontinuierlichen Refinanzierung der Fremdkapitalinstrumente führt die Emission von CoCo Bonds insbesondere über eine gesunkene Insolvenzwahrscheinlichkeit zu einer Erhöhung des Unternehmenswerts. Dieses Ergebnis zeigt sich sowohl bei Substitution von Anleihen durch CoCo Bonds als auch bei der zusätzlichen Emission zu bereits ausstehenden Anleihen. Im Gegensatz zu Albul et al. (2015) profitieren im Modell von Chen et al. (2017) aber nicht nur die Fremdkapitalgeber durch die Reduktion der Insolvenzwahrscheinlichkeit, sondern auch die Eigenkapitalgeber, durch den günstigeren Fremdkapital roll-over. Es zeigt sich somit, dass Eigenkapitalgeber CoCo Bonds sowohl zur Substitution als auch zur Ergänzung von gewöhnlichem Fremdkapital einsetzen. CoCo Bonds sind in diesem Falle nicht nur aus sozialer Perspektive effizient, sondern auch aus individueller Perspektive der Eigenkapitalgeber optimal.

4.2 Risikowahl

Auf den ersten Blick scheinen CoCo Bonds im Vergleich zu gewöhnlichen Anleihen lediglich Vorteile zu bieten, da sie in guten Zeiten genauso Steuervorteile generieren, aber in schlechten die Möglichkeit besitzen die Bank durch den integrierten Wandlungsmechanismus automatisch zu rekapitalisieren. Während die Bank im Falle gewöhnlicher Anleihen in die Insolvenz gezwungen wird, bieten CoCo Bonds zumindest die Chance, die Bank wieder zu stabilisieren und aus der Schieflage zu manövrieren. Hart und Zingales (2011) äußern jedoch den Verdacht, dass hierdurch der disziplinierende Effekt von Fremdkapital² untergraben wird und dieser seine Wirkung zu verlieren droht. Dies begründen sie damit, dass im Falle einer Wandlung die ursprünglichen Eigentümer weiterhin (Teil-)Besitzer der Bank bleiben, anstatt die Vermögensgegenstände der Bank in den Besitz der Fremdkapitalgeber zu übergeben. Die negativen Konsequenzen in Form des Verlusts der Verfügungsrechte werden hierdurch reduziert, was möglicherweise Probleme hinsichtlich der unternehmerischen Risikowahl verschärft. Dieses *asset substitution* Problem ist auf das asymmetrische Auszahlungsprofil von Eigenkapital zurückzuführen (Jensen und Meckling, 1976). Ein illustratives Beispiel liefert hierfür das Modell von Merton (1974). Aufgrund der Tatsache, dass Eigenkapital in seiner generischen Form unendliches Gewinnpotential und im Regelfall begrenzte Verlustbeteiligung besitzt, entspricht sein Auszahlungsprofil dem einer Call Option auf das Unternehmensvermögen, wobei der Ausübungspreis durch den Nennwert des Fremdkapitals gegeben ist. Wurde die Optionsprämie bezahlt, so erhöht ein Anstieg des Risikos das Gewinnpotential der Option, die hierdurch an Wert gewinnt. Dieser direkte Effekt wird als *Lotterie-Effekt* bezeichnet. Im Falle der Bank bedeutet dies, dass die Eigenkapitalgeber von einem Anstieg des unternehmerischen Risikos profitieren, sobald das Fremdkapital emittiert ist. Anhand der Modelle von Koziol und Lawrenz (2012) und Chen et al. (2017) soll nun analysiert werden, ob sich der Verdacht von Hart und Zingales (2011) bei der Finanzierung von CoCo Bonds bestätigt und somit doch negative Begleiterscheinungen in Bezug auf die Risikowahl der Unternehmenseigner vorliegen. Die Anreize zur Erhöhung des unternehmerischen Risikos kann durch die Kennzahl Vega gemessen werden.³ Ist die Kennzahl positiv (negativ), so liegt ein Anreiz zur Erhöhung (Reduktion) des Risikos vor.

²Siehe hierzu Jensen (1986), Calomiris und Kahn (1991) oder Flannery (1994).

³Die Kennzahl Vega misst in der Optionsbewertung die Sensitivität des Bewertungsmodells auf Änderungen im Volatilitätsparameter. Sie ergibt sich als erste partielle Ableitung der Bewertungsfunktion nach der Volatilität (siehe Hull, 2015, S. 517).

4.2.1 Risikowahl im Modell von Koziol und Lawrenz (2012)

Analog zu Goldstein et al. (2001) modellieren Koziol und Lawrenz (2012) die Entwicklung des von der Bank generierten Vorsteuerzahlungsstroms (EBIT) durch eine geometrische Brownsche Bewegung. Die Bank finanziert sich durch Eigenkapital, staatlich abgesicherter Einlagen und die Emission von Fremdkapital am Kapitalmarkt. als Fremdkapital stehen entweder gewöhnliche Anleihen oder CoCo Bonds zur Auswahl. Beide Finanzinstrumente zahlen einen festgelegten Kupon und werden ohne Endfälligkeit emittiert. Wird eine exogen gegebene regulatorische Ausfallschwelle erreicht, wird die Bank insolvent und proportionale Insolvenzkosten werden realisiert. In dieser Situation gehen die verbleibenden Unternehmenswerte der Bank in den Besitz der Gläubiger über. Solange die Bank solvent ist, werden Steuervorteile generiert. Die Trigger Schwelle wird so modelliert, dass sie mit der regulatorischen Ausfallschwelle übereinstimmt. In diesem Moment erhalten die ehemaligen CoCo Bond Investoren einen durch das Wandlungsverhältnis vertraglich festgelegten Anteil des Eigenkapitals und die Bank ist nur noch durch Einlagen verschuldet.

Koziol und Lawrenz (2012) unterscheiden nun die Situationen vollständiger und unvollständiger Verträge. Zunächst werden *vollständige* Verträge betrachtet. In dieser Situation besitzen die Eigenkapitalgeber keinerlei Möglichkeit, das unternehmerische Risiko nach Emission des zusätzlichen Fremdkapitals zu erhöhen. Unter Berücksichtigung eines exogen festgelegten Volumens an Einlagen wird dann die optimale Kapitalstruktur durch die Emission zusätzlichen Fremdkapitals bestimmt, in dem die Steuervorteile gegenüber den Insolvenzkosten abgewogen werden. Es zeigt sich, dass die Emission von CoCo Bonds statt gewöhnlicher Anleihen eine höhere Fremdkapitalkapazität ermöglicht, wodurch höhere Steuervorteile generiert werden können. Diese kommen in vollem Umfang den Eigenkapitalgebern zugute. Zudem besitzen CoCo Bonds den Vorteil, dass die zusätzlichen Steuervorteile nicht durch einen Anstieg der Insolvenzkosten konterkariert werden, wie es im Falle der gewöhnlichen Anleihen der Fall ist, da die Insolvenzwahrscheinlichkeit aufgrund der Wandlung unverändert bleibt. Insgesamt ergibt sich also ein höherer Unternehmenswert. Aus globaler Perspektive ist die Finanzierung durch CoCo Bonds somit effizient. Zeitgleich ist sie auch aus individueller Perspektive der Eigenkapitalgeber optimal.

In einem zweiten Schritt wird der Fall *unvollständiger* Verträge betrachtet. Modelltechnisch wird dies umgesetzt, indem die Eigenkapitalgeber die einmalige Gelegenheit besitzen, das unternehmerische Risiko im Sinne des klassischen *asset substitution* Problems nach Emission des zusätzlichen Fremdkapitals zu erhöhen (Jensen und Meckling, 1976; Leland, 1998). Bei der Finanzierung durch gewöhnliche Anleihen ist die Risikowahl von der Distanz zur regulatorischen Ausfallschwelle abhängig. Es zeigt sich, dass eine Schwel-

le existiert, an der keine Anreize zur Erhöhung des unternehmerischen Risikos bestehen. Intuitiv bedeutet dies, dass die Unternehmenseigner für Ausfallsschwellen, die oberhalb dieser anreizkompatiblen Schwelle liegen, sogar bereit sind das unternehmerische Risiko zu drosseln, um die Wahrscheinlichkeit des Verlusts der Verfügungsrechte zu reduzieren. Um diese Situation nun mit dem Fall der Finanzierung durch CoCo Bonds zu vergleichen, wird das anreizkompatible Volumen an gewöhnlichen Anleihen durch CoCo Bonds ersetzt. Die Finanzrestriktionen des anreizkompatiblen Anleiheszenarios bleiben fixiert und legen die Trigger Schwelle der CoCo Bonds fest. Es zeigt sich, dass in diesem Fall immer ein positiver Vega-Effekt vorliegt und somit ein Anreiz zur Erhöhung des unternehmerischen Risikos besteht, sobald die ehemaligen Eigenkapitalgeber einen Anteil des Eigenkapitals im Wandlungsfall behalten, d.h. die Verfügungsrechte nicht vollständig an die CoCo Bond Investoren übergehen. Verstärkt wird dieser Effekt außerdem durch eine geringere Verwässerung der Eigenkapitalgeber im Wandlungsfall, da hierdurch der disziplinierende Mechanismus von Fremdkapital umso stärker reduziert wird. Dieses Ergebnis bestätigt somit die von Hart und Zingales (2011) geäußerten Bedenken, wonach CoCo Bonds die disziplinierende Wirkung von Fremdkapital aushebeln könnten und so Anreize setzen ein erhöhtes unternehmerisches Risiko anzustreben.

Im Anschluss an den Vergleich zwischen gewöhnlichen Anleihen und CoCo Bonds beschäftigen sich Koziol und Lawrenz (2012) mit der Gestaltung eines anreizkompatiblen CoCo Bonds. Anreizkompatibilität ist gegeben, sobald die Eigenkapitalgeber keinen Anreiz besitzen von dem bei Emission gewählten Risiko abzuweichen. Technisch ausgedrückt bedeutet dies eine Vertragsgestaltung, die Veganeutralität sicherstellt. Entscheidend ist hierfür die Höhe der Trigger Schwelle. Aus der Bedingung der Veganeutralität leiten Koziol und Lawrenz (2012) eine anreizkompatible Trigger Schwelle ab, die maßgeblich vom Wandlungsverhältnis abhängt. Je geringer das vertraglich vorgegebene Wandlungsverhältnis festgelegt ist, desto größer ist der Anteil der Verfügungsrechte, den die ehemaligen Eigenkapitalgeber nach Wandlung behalten, d.h. desto geringer ist die Verwässerung der bestehenden Eigenkapitalgeber. Um nun die daraus gestiegenen Anreize zur Risikoerhöhung zu neutralisieren, ist eine höhere Trigger Schwelle erforderlich. Je höher diese gewählt wird, desto früher werden die CoCo Bonds gewandelt. Dadurch würden die Steuervorteile zu einem früheren Zeitpunkt verloren gehen. Da diese wiederum den Eigenkapitalgebern in vollem Umfang zugutekommen, besteht ein Anreiz das Trigger Event zu vermeiden. Die Eigenkapitalgeber agieren dadurch vorsichtiger, was in einer Reduktion des unternehmerischen Risikos zum Tragen kommt. Koziol und Lawrenz (2012) zeigen, dass ein hinreichend hohes Wandlungsverhältnis (hohe Verwässerung) zusammen mit der anreizkompatiblen Trigger Schwelle (frühe Wandlung) eine Erhöhung des Unternehmenswerts mit sich bringt, die Insolvenzwahrscheinlichkeit und die damit verbundenen Kosten reduziert und somit zu einem aus globaler Perspektive wünschenswerten Ergebnis führt.

Fraglich ist allerdings, ob die Eigenkapitalgeber bereit sind, eine entsprechend starke Verwässerung im Wandlungsfall hinzunehmen.

Zusammenfassung (Risikowahl im Modell von Koziol und Lawrenz (2012))

Unter der Annahme vollständiger Verträge zeigen Koziol und Lawrenz (2012), dass die Emission von CoCo Bonds im Vergleich zu gewöhnlichen Anleihen eine höhere Fremdkapitalkapazität ermöglicht. Dies wiederum führt zu höheren Steuervorteilen bei gleichzeitig reduzierter Insolvenzwahrscheinlichkeit und sinkender Insolvenzkosten. Da hierdurch sowohl der Unternehmens- als auch der Eigenkapitalwert steigt, sind CoCo Bonds in dieser Situation global effizient und auch individuell optimal. Werden allerdings unvollständige Verträge betrachtet, führt die Substitution von Anleihen durch CoCo Bonds stets zu Anreizen der Eigenkapitalgeber, das unternehmerische Risiko zu erhöhen, sofern sie einen Teil der Verfügungsrechte nach Wandlung behalten. Hierdurch steigt die Ausfallwahrscheinlichkeit. Dieses Ergebnis ist unter Umständen aus Unternehmensperspektive effizient und aus Eigenkapitalgeberperspektive optimal, obwohl es aus der Perspektive der Systemstabilität wenig wünschenswert ist.

4.2.2 Risikowahl im Modell von Chen et al. (2017)

Wie aus Abschnitt 4.1 bekannt, werden in Chen et al. (2017) Fremdkapitaltitel mit begrenzter Laufzeit emittiert. Die fälligen Anleihen oder CoCo Bonds werden durch Neuemissionen zum fairen Marktpreis refinanziert. Liegt der Marktpreis unterhalb des zu ersetzenden Nennwerts des jeweiligen Fremdkapitaltitels, so entstehen Kosten. Liegt er darunter, werden durch den roll-over Erträge generiert. Zudem modellieren Chen et al. (2017) die Dynamik der Vorsteuerzahlungsströme als Sprung-Diffusionsprozess nach Kou (2002). Zur Untersuchung der Risikoanreize wird von unvollständigen Verträgen ausgegangen, wonach die Eigenkapitalgeber nach Emission des Fremdkapitals die Möglichkeit besitzen, das unternehmerische Risiko einmalig zu verändern. Maßgeblich für die Risikowahl ist hierbei der Vega-Effekt.

Unabhängig von der Kapitalstruktur zeigt sich, dass die Erhöhung des Risikos für die Eigenkapitalgeber nicht per se attraktiv ist. Vielmehr können auch Anreize zur Reduktion des Risikos bestehen. Chen et al. (2017) argumentieren, dass eine Ursache im kontinuierlich fällig werdenden Fremdkapital liegt. Durch die Reduktion des Risikos sinken die Insolvenzwahrscheinlichkeit und die Insolvenzkosten. Damit steigt der Marktwert des Fremdkapitals. Die hierdurch bei der Refinanzierung entstehenden roll-over Erträge kommen dann in Teilen auch den Eigenkapitalgebern zugute und können zusammen mit den gestiegenen Steuervorteilen den direkten Wertverlust aufgrund des gesunkenen Gewinn-

potentials überkompensieren. Im Modell von Koziol und Lawrenz (2012) profitieren lediglich die Fremdkapitalgeber von einem Rückgang des Risikos, da aufgrund der unendlichen Laufzeit des Fremdkapitals keine roll-over Erträge generiert werden können. Da in diesem Modell der Wertverlust durch den negativen Lotterie-Effekt den Wertanstieg der Steuervorteile überkompensiert, besteht kein Anreiz, das Risiko zu reduzieren.

Wird eine Bank betrachtet, die ausschließlich über Anleihen finanziert ist, zeigt sich nun im Modell von Chen et al. (2017), dass die Risikowahl von der Laufzeit der Anleihen abhängt. Im Falle langfristiger Anleihen besteht stets ein Anreiz, das unternehmerische Risiko zu erhöhen, da in diesem Falle die steigenden Refinanzierungskosten des roll-overs zu gering sind, um den Lotterie-Effekt auszugleichen. Das Ergebnis strebt somit gegen den Fall der unendlich laufenden Fremdkapitaltitel im Modell von Koziol und Lawrenz (2012). Im Falle kurzer Restlaufzeit ändert sich jedoch, da die Eigenkapitalgeber durch die gesunkenen Refinanzierungskosten profitieren können.

Im Falle einer Bank, die einen Teil der Anleihen durch CoCo Bonds substituiert, zeigt sich, dass unabhängig von der Laufzeit der Fremdkapitaltitel ein Anreiz zur Reduktion des Risikos besteht. Nur unmittelbar vor der Trigger Schwelle besteht ein Anreiz zur Erhöhung des Risikos. Der Grund hierfür liegt wiederum im Lotterie-Effekt, der aufgrund der bevorstehenden Wandlung und dem damit verbundenen Verlust der Verfügungsrechte besonders stark ausgeprägt ist. Dieses Ergebnis hält auch für den Fall, in dem statt Anleihen Eigenkapital durch CoCo Bonds ersetzt werden. Es zeigt sich somit, dass die Finanzierung durch CoCo Bonds insbesondere in den Fällen stabilitätsstiftend ist, in denen langlaufendes Fremdkapital emittiert wird, da hierdurch der Anreiz zur Erhöhung des unternehmerischen Risikos umgekehrt werden kann.

Zusammenfassung (Risikowahl im Modell von Chen et al. (2017))

Chen et al. (2017) zeigen, dass die Erhöhung des unternehmerischen Risikos auch im Falle unvollständiger Verträge nicht per se attraktiv ist. Das Ergebnis hängt maßgeblich von der Laufzeit und der Kapitalstruktur ab. Setzt sich das Fremdkapital der Bank ausschließlich aus Anleihen zusammen, besteht bei langer Laufzeit der Anleihen ein Anreiz zur Erhöhung des Risikos, da der Anstieg der Refinanzierungskosten barwerttechnisch sehr gering ist und somit nicht ausreicht, um gemeinsam mit den gestiegenen Insolvenzkosten und den gesunkenen Steuervorteilen den positiven Lotterie-Effekt auf das Eigenkapital auszugleichen. Bei Anleihen mit kurzer Laufzeit ergibt sich ein Anreiz zur Reduktion des Risikos, da hier die günstigeren Refinanzierungskosten einen hohen Wertbeitrag zum Eigenkapital liefern. Die Bank erhöht (reduziert) somit bei Anleihen mit langer (kurzer) Laufzeit das unternehmerische Risiko. Wird eine Bank betrachtet, deren Fremdkapital aus Anleihen und CoCo Bonds besteht, ändert sich dieses Ergebnis. Reduzieren die Eigenkapitalgeber

das unternehmerischen Risiko, so können sie zum einen von den günstigeren Refinanzierungskosten profitieren und zum anderen die negativen Konsequenzen im Wandlungsfall weniger wahrscheinlich machen sowie deren Wertbeitrag reduzieren. Diese beiden Effekte überkompensieren den durch die Risikoreduktion negativ wirkenden Lotterie-Effekt und lassen somit das Eigenkapital steigen. Dieses Ergebnis ist unabhängig von der Laufzeit der Fremdkapitaltitel. Im Modell von Chen et al. (2017) sind CoCo Bonds in der Lage, Banken zu stabilisieren, und sind aus diesem Grund aus aufsichtsrechtlicher Perspektive wünschenswert.

4.3 Kreditvergabeverhalten

Eines der viel diskutierten Themen im Nachgang der Finanzkrise der Jahre 2007 bis 2009 war die Prozyklizität der aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalvorschriften, welche aus der Verbindung von unternehmerischen Risiko und Finanzierungsmix resultiert (Behn et al., 2016). Geht man davon aus, dass das Risiko eines Bankenportfolios vom ökonomischen Umfeld abhängt, müssen Banken in abwärts gerichteten Marktphasen aufgrund der tendenziell steigenden Risikogewichte ihrer Anlagen und potentieller Wertberichtigungen im Portfolio effektiv mehr Eigenkapital vorhalten. Um nun die aufsichtsrechtlichen Vorgaben zu erfüllen, bleiben der Bank in der Regel zwei Optionen. Entweder sie emittiert frisches Eigenkapital oder sie reduziert ihre riskanten Anlagen. Da ersteres gerade in einer ökonomisch schlechten Phase aufgrund von Verwässerung bestehender Aktionäre und der negativen Signalwirkung sehr kostspielig, teilweise sogar unmöglich ist, wird häufig letztere Option in Form einer eingeschränkten Kreditvergabe verfolgt. Diese eingeschränkte Kreditvergabe kann sich zu einer Kreditklemme entwickeln und hierdurch die Realwirtschaft massiv beeinflussen (Repullo und Suarez, 2012).

Bei der Diskussion von CoCo Bonds als Instrument in der Bankenfinanzierung wird in erster Linie auf die Finanzstabilität abgestellt. Durch die automatische Rekapitalisierung der Bank in ökonomisch schlechten Zeiten können CoCo Bonds hier auch ein effektives Mittel zur Vermeidung von Kreditklemmen darstellen, da die aufsichtsrechtlichen Eigenkapitalvorschriften durch eine Wandlung wiederhergestellt werden können und so die Kreditvergabeaktivität nicht eingeschränkt werden muss. Crummenerl et al. (2014) untersuchen den Zusammenhang zwischen der Finanzierung durch CoCo Bonds und der Kreditvergabeentscheidung von Banken.

In einem zweiperiodigen Modell ohne Steuern und Insolvenzkosten betrachten Crummenerl et al. (2014) eine Bank, die zu jedem Zeitpunkt eine, durch die Aufsichtsbehörde vorgegebene, Eigenkapitalquote erfüllen muss. Verletzt die Bank die regulatorische Eigenkapitalquote, muss diese entweder durch Wandlung von CoCo Bonds oder durch Emission

von neuem Eigenkapital wiederhergestellt werden. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Verletzung der aufsichtsrechtlichen Vorgaben tendenziell in Krisenzeiten fällt, ergeben sich durch die erschwerte Suche nach frischem Eigenkapital zusätzliche Suchkosten (Crummenerl und Koziol, 2014). Die automatische Rekapitalisierung durch Wandlung der CoCo Bonds ist hingegen nicht mit Kosten verbunden. Die Vermögensgegenstände der Bank bestehen aus einem risikolosen Kassenbestand und einem riskanten Kreditportfolio dessen Auszahlungsprofil vom wirtschaftlichen Umfeld abhängt, welches entweder positiv oder negativ sein kann. Unter Berücksichtigung der aufsichtsrechtlichen Vorgaben hat die Bank die Gelegenheit, einen riskanten Kredit zu vergeben, der nicht mit dem bestehenden Kreditportfolio korreliert ist. Bewilligt die Bank den Kredit, wird dieser aus dem Kassenbestand finanziert.

Im initialen Zeitpunkt $t = 0$ trifft die Bank die endogene Kreditvergabeentscheidung. Der Kredit kann entweder gewährt oder verweigert werden. In einem zweiten Zeitpunkt $t = 1$ wird ein exogener Zustand des wirtschaftlichen Umfelds realisiert. Dieser kann positiv oder negativ sein. Es ergeben sich somit vier potentielle Fälle. Die Lösung des Bewertungsproblems erfolgt rekursiv und ergibt sich im Zeitpunkt $t = 0$. Die Eigenkapitalgeber entscheiden sich für die den Wert des Eigenkapitals maximierende Kreditvergabeentscheidung.

In einem ersten Schritt wird eine mit Eigenkapital und gewöhnlichem Fremdkapital finanzierte Bank betrachtet. Im Zeitpunkt $t = 1$ werden zunächst mögliche Anpassungskosten, die in Verbindung mit der Unterschreitung der regulatorischen Eigenkapitalquote anfallen, berücksichtigt. Die Bewilligung des riskanten Kredits bringt zwei gegenläufige Effekte mit sich: Auf der einen Seite erhöht der zusätzliche (unkorrelierte) Kredit das Risiko des Unternehmens, wodurch der Wert des Eigenkapitals aufgrund der beschränkten Haftung und des damit verbundenen Vega-Effekts sinkt.⁴ Auf der anderen Seite reduziert der zusätzliche Kredit die Fremdkapitalkapazität, was eine Kapitalanpassung wahrscheinlicher macht und den Wert des Eigenkapitals senkt. Dies resultiert aus der Tatsache, dass die Kapitalanpassung mit Suchkosten verbunden ist, welche durch die bestehenden Eigenkapitalgeber getragen werden und außerdem dem Fremdkapital eine zusätzliche (kostenfreie) Besicherung bietet. Letzteres folgt aus dem *debt overhang* und reduziert den Wert des bestehenden Eigenkapitals verglichen mit der Situation ohne Verletzung der aufsichtsrechtlichen Vorgabe auch ohne Anpassungskosten. Folglich werden die bestehenden Eigenkapitalgeber durch die Verletzung der aufsichtsrechtlichen Vorgaben im Zeitpunkt $t = 1$ immer schlechter gestellt.

Die Bank hat einen Anreiz, die Kreditvergabe im Zeitpunkt $t = 0$ zu verweigern, wenn sich durch die Bewilligung die Wahrscheinlichkeit einer teuren Anpassung der regulatorischen

⁴Siehe hierzu Abschnitt 4.2.

Eigenkapitalquote im Zeitpunkt $t = 1$ erhöhen würde. Die Eigenkapitalquote ist zum einen abhängig vom Wert des Kreditportfolios im Überprüfungszeitpunkt der Aufsichtsbehörde in $t = 1$ und zum anderen von der generellen Verschuldung der Bank im Zeitpunkt der Kreditvergabeentscheidung $t = 0$. Da der Wert des Kreditportfolios wiederum vom wirtschaftlichen Umfeld abhängt, ergibt sich eine Verbindung zwischen der Kreditvergabeentscheidung und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines positiven wirtschaftlichen Umfelds, d.h. eine Verbindung zum wirtschaftlichen Ausblick der Bank. Ist ein positives Umfeld wahrscheinlicher, so sinkt das Risiko einer Anpassung und entsprechend steigt die Bereitschaft zur Kreditvergabe. Ebenso steigt die Bereitschaft der Kreditvergabe mit abnehmender Verschuldung im Vergabezeitpunkt. Eine Kreditklemme tritt somit dann auf, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit eines negativen wirtschaftlichen Umfelds hoch ist und die Bank im Zeitpunkt der Kreditvergabe hoch verschuldet ist. Für eine hinreichend niedrige Verschuldung wird der Kredit unabhängig vom ökonomischen Ausblick bewilligt. Insofern zeigt sich, dass die Erwartung hinsichtlich des künftigen wirtschaftlichen Umfelds einen signifikanten Effekt auf die Kreditvergabeentscheidung der Bank hat.

Nun soll die Situation betrachtet werden, in der die Bank neben Eigenkapital und gewöhnlichem Fremdkapital auch durch CoCo Bonds finanziert ist. Das gesamte Fremdkapital setzt sich zusammen aus dem gewöhnlichen Fremdkapital und CoCo Bonds, wobei das gewöhnliche Fremdkapital so limitiert wird, dass es eigenständig nicht zur Verletzung der regulatorischen Eigenkapitalquote führen kann. Im Zeitpunkt $t = 1$ wird die Kapitalquote durch die Aufsichtsbehörde überprüft. Wird die Schwelle verletzt, werden die CoCo Bonds vollständig gewandelt und die Investoren erhalten einen ex-ante definierten Anteil am Eigenkapital nach Wandlung. Wird die regulatorische Vorgabe nicht verletzt, so verhalten sich die CoCo Bonds wie nachrangiges Fremdkapital bei Fälligkeit im Zeitpunkt $t = 2$.

Bei Bewilligung des Kredits im Zeitpunkt $t = 0$ erhöht sich der Eigenkapitalwert genauso wie im vorherigen Fall durch den Anstieg des unternehmerischen Risikos. Im Gegensatz zur Situation ohne CoCo Bonds gibt es aber nicht den gegenläufigen Effekt der Anpassungskosten, da die CoCo Bonds die regulatorische Eigenkapitalquote ohne zusätzliche Kosten erhöhen. Geht man davon aus, dass die CoCo Bonds unter Antizipation des Werttransfers im Zeitpunkt der Emission fair bewertet wurden, ergibt sich kein Werttransfer von den bestehenden Aktionären hin zu den gewöhnlichen Fremdkapitalgebern. Aus diesem Grund ist die Kreditvergabe unabhängig von der Gesamtverschuldung und dem ökonomischen Ausblick stets optimal. Hierin liegt ein aus sozialer Sicht wichtiges Ergebnis, da CoCo Bonds in der Lage sind eine Kreditklemme zu vermeiden.

Bis zu diesem Zeitpunkt wurde angenommen, dass die Kapitalstruktur mit und ohne CoCo Bonds exogen gegeben war. Es stellt sich allerdings die Frage, ob die Bank überhaupt gewillt ist, sich durch CoCo Bonds zu finanzieren. Um die Kapitalstrukturentscheidung

nun zu modellieren, nehmen Crummenerl et al. (2014) an, dass die Bank die Gelegenheit hat Teile des bestehenden Fremdkapitals durch CoCo Bonds zu ersetzen. Analog zur Situation einer exogenen Kapitalstruktur wird das gewöhnliche Fremdkapital limitiert und in entsprechendem Umfang durch fair bewertete CoCo Bonds ersetzt. In Bezug auf die Kreditvergabeentscheidung ist auch in dieser Situation die Bewilligung des Kredits aufgrund des steigenden Risikos und der vermiedenen Anpassungskosten vorteilhaft gegenüber der Ablehnung. Bei der Emissionsentscheidung gilt es jedoch, diese Situation mit der besten Kreditvergabeentscheidung ohne CoCo Bonds zu vergleichen.

Sofern mit positiver Wahrscheinlichkeit eine Verletzung der regulatorischen Eigenkapitalquote auftreten kann, werden durch die Emission von CoCo Bonds die mit der Verletzung verbundenen Anpassungskosten vermieden. Dies begünstigt die Emissionsentscheidung von CoCo Bonds. Dem stehen allerdings Kosten des Fremdkapitalrückkaufs entgegen, da aufgrund des asymmetrischen Auszahlungsprofils des gewöhnlichen Fremdkapitals die Rückkaufkosten im Zeitpunkt $t = 0$ vermutlich oberhalb der Kosten im Zeitpunkt $t = 1$ liegen werden. Dies senkt den Wert des Eigenkapitals und somit auch die Attraktivität der CoCo Bond Emission. Da der zusätzliche Kredit die regulatorische Eigenkapitalquote aufgrund des gestiegenen Risikos reduziert, muss im Falle der Finanzierung durch CoCo Bonds ein höherer Anteil an gewöhnlichem Fremdkapital zurückgekauft werden. Gleichzeitig wird aber auch der Wert des Eigenkapitals durch das gestiegene Risiko über den Lotterie-Effekt erhöht. Bei Betrachtung dieser Effekte ergibt sich unmittelbar, dass positive Anpassungskosten eine notwendige Bedingung für die Emission von CoCo Bonds darstellen. Ist dies nicht der Fall, wird die Bank die bestehende Kapitalstruktur mit gewöhnlichem Fremdkapital beibehalten.

Geht man von dem plausiblen Fall positiver Anpassungskosten aus, so hängt die Emissionsentscheidung vom ökonomischen Ausblick und der Verschuldung der Bank ab, da diese das Ausmaß der Rückkaufkosten bestimmen. Ist die Bank in geringem Umfang verschuldet, so bewilligen die Eigenkapitalgeber den zusätzlichen Kredit, entscheiden sich aber gegen die Emission von CoCo Bonds, da die Wahrscheinlichkeit eines Verstoßes gegen die aufsichtsrechtliche Vorgabe gering ist. Bei einer hohen initialen Verschuldung entscheidet sich die Bank ebenfalls gegen die zusätzliche Vergabe des Kredits, da der positive Nettobarwert des Kredits aufgrund des *debt overhang* Problems eine zusätzliche Besicherung der Fremdkapitalgeber bietet und somit die CoCo Bond Investoren schlechter stellt.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Albul et al. (2015), wonach Banken niemals freiwillig CoCo Bonds emittieren, zeigt das Modell von Crummenerl et al. (2014), dass bei moderater Verschuldung Situationen existieren in denen eine durch CoCo Bonds finanzierte Bank, die ohne CoCo Bonds den Kredit noch verweigert hätte, nun aber den zusätzlichen Kredit bewilligt. Dieses Ergebnis ist insofern wichtig, als dass CoCo Bonds nicht nur bei

exogener Kapitalstruktur, sondern auch bei endogener Kapitalstrukturentscheidung zur Vermeidung von Kreditklemmen beitragen können. Allerdings nimmt der positive Effekt von CoCo Bonds mit zunehmend optimistischem Ausblick der Bank ab. Dies bedeutet, dass Banken mit optimistischem Ausblick keine CoCo Bonds emittieren. Aus aufsichtsrechtlicher Perspektive ist dieses Ergebnis problematisch, da CoCo Bonds in aufwärtsgerichteten Märkten emittiert werden sollten, um dann im Notfall durch ihre Verlustabsorptionsfähigkeit für Stabilität sorgen zu können.

Zusammenfassung (Kreditvergabeverhalten)

Das Modell von Crummenerl et al. (2014) zeigt, dass CoCo Bonds grundsätzlich die Fähigkeit besitzen, eine Kreditklemme zu verhindern, da sie eine effektive Rekapitalisierung ermöglichen. Während eine überschuldete Bank mit negativem Ausblick die Kreditvergabe einschränkt, wird gezeigt, dass unter Annahme einer exogenen Kapitalstruktur dieses Problem durch CoCo Bonds behoben wird. Wird die Kreditvergabeentscheidung zusammen mit der Emissionsentscheidung getroffen, besitzen Banken unter gewissen Umständen nach wie vor den Anreiz, CoCo Bonds zu emittieren und die Kreditvergabe aufrechtzuerhalten, allerdings nur für eine eingeschränkte mittlere Verschuldung. Zudem sinkt der Anreiz zur Emission von CoCo Bonds mit zunehmend optimistischerem Ausblick in die Zukunft. Dies ist insofern problematisch, als dass die Probleme der prozyklischen Eigenkapitalvorgabe durch CoCo Bonds zwar abgeschwächt werden könnten, diese aber für gesunde Banken keine attraktive Finanzierungsform darstellen. Die Ergebnisse könnten somit als Argument für die aufsichtsrechtlich vorgeschriebene Emission von CoCo Bonds gewertet werden.

4.4 Gleichgewicht bei marktwertbasiertem Indikator

Die Wahl des Indikators zur Bestimmung des Trigger Events ist eine der größten Herausforderungen bei der vertraglichen Gestaltung von CoCo Bonds. Dies wurde bereits bei der Diskussion verschiedener Indikatoren in Abschnitt 2.2 von Kapitel 2 deutlich. Eine Sonderstellung nimmt hierbei der Marktwert des Eigenkapitals bzw. der Aktienkurs der emittierenden Bank ein. In einer kontroversen Diskussion sehen Befürworter⁵ die große Stärke im Informationsgehalt des Aktienkurses, der ihm die Fähigkeit verleiht, den ökonomischen Zustand der Bank adäquat abzubilden und somit die Wandlung zum richtigen Zeitpunkt einzuleiten. Kritiker⁶ hingegen äußern Bedenken, dass eine suboptimale Vertragsgestal-

⁵Calomiris und Herring (2013), Pennacchi et al. (2014a), Bulow (2015), Flannery (2016), Pennacchi und Tchisty (2018) und Pennacchi und Tchisty (2019)

⁶BCBS (2010), Financial Stability Oversight Council (2012), Leitner (2012), Prescott (2012), Avdjiev et al. (2013) und Sundaresan und Wang (2015)

tung von CoCo Bonds zu multiplen Gleichgewichten oder sogar keinem Gleichgewicht für den Aktienkurs des Emittenten führen kann.

Angestoßen wurde die Diskussion in einer ersten Studie von Sundaresan und Wang (2010), in der gezeigt wird, dass ein auf dem Aktienkurs des Emittenten basierender Indikator zu Problemen im gleichgewichtigen Aktienkurs führen kann. Ein gleichgewichtiger Aktienkurs ist von elementarer Bedeutung, da nach Arrow und Debreu (1954) ein eindeutiges Wettbewerbsgleichgewicht zu stabilen Preisen und einer effizienten Allokation der zugrundeliegenden Güter und Dienstleistungen führt. Die Stabilität des Gleichgewichts resultiert hierbei aus dem Gesetz von Angebot und Nachfrage, wonach sich der Gleichgewichtspreis über einen *Tâtonnement*-Prozess⁷ bildet (Walras, 1962). Weicht der Marktpreis vom Gleichgewichtspreis ab, so wird er durch das Gesetz von Angebot und Nachfrage wieder auf den Gleichgewichtspreis bewegt. Die Effizienz folgt aus dem ersten Wohlfahrtstheorem, wonach ein Gleichgewicht unter vollkommenem Wettbewerb stets effizient ist (siehe Mas-Colell et al., 1995, S. 549).

Sundaresan und Wang (2015) betrachten in einem Strukturmodell eine Bank, die sich mit Eigenkapital und Fremdkapital finanziert. Das Fremdkapital besteht hierbei aus gewöhnlichen Anleihen und CoCo Bonds, die jeweils mit endlicher Laufzeit emittiert werden. Sowohl in einem diskreten als auch stetigen Modellrahmen wird gezeigt, dass das Gleichgewicht maßgeblich vom Werttransfer zwischen den bestehenden Eigenkapitalgebern und den CoCo Bond Investoren im Wandlungsfall abhängt. Der Kern des Problems liegt in der obligatorischen Wandlung und dem damit verbundenen Werttransfer. Der Werttransfer hängt hierbei von der vertraglichen Ausgestaltung des CoCo Bonds ab. Sundaresan und Wang (2015) zeigen, dass nur im Falle einer wertneutralen Wandlung ein eindeutiger Gleichgewichtskurs existiert. Im Zeitpunkt des Trigger Events muss somit der Wert des an einen CoCo Bond Inhaber überreichten Aktienpakets mit dem Wert des nicht gewandelten CoCo Bonds selbst übereinstimmen.

Ist der Vertrag so gestaltet, dass die CoCo Bond Investoren von einer Wandlung profitieren, kommen multiple Gleichgewichtskurse in Frage, die jeweils von den Erwartungen der Marktteilnehmer abhängen. Befindet sich die Bank in einer Schieflage und der Aktienkurs liegt knapp oberhalb der Trigger Schwelle, so sinkt der Aktienkurs in Erwartung des Trigger Events und fällt möglicherweise unter die Trigger Schwelle. Folglich wird der CoCo Bond gewandelt und es liegt ein Kandidat für den gleichgewichtigen Aktienkurs vor. Wird hingegen erwartet, dass sich die Bank erholt und keine Wandlung eintritt, steigt der Aktienkurs und bleibt oberhalb der Trigger Schwelle. Dies ist ebenfalls ein Kandidat

⁷Der *Tâtonnement*-Prozess beschreibt den Auktionsmechanismus nach Walras (1962), bei dem sich der Walrasianische-Auktionator durch Preisadjustierungen an den Gleichgewichtspreis herantastet. Liegt eine Überschussnachfrage nach einem Gut vor, wird dessen Preis erhöht, liegt ein Überschussangebot an einem Gut vor, so wird dessen Preis gesenkt. Diese Anpassung wird solange wiederholt bis sich ein Gleichgewichtspreis einstellt bei dem Angebot und Nachfrage übereinstimmen.

für den Gleichgewichtskurs. Sobald es zu einer Situation kommt, in der die Erwartung eines Trigger Events den Aktienkurs unter die Trigger Schwelle drücken kann, ist somit ex ante unklar, welches Gleichgewicht realisiert wird. Während die CoCo Bond Investoren aufgrund des Werttransfers zu ihren Gunsten versuchen werden, das Trigger Event herbeizuführen, versuchen die Eigenkapitalgeber in Antizipation des Wertverlustes, das Trigger Event zu verhindern. Beide Parteien haben somit den Anreiz, den Indikator in die für sie günstige Richtung zu bewegen. Unter Berücksichtigung der Diskussionen in Bezug auf die Risikowahl der Eigenkapitalgeber in Abschnitt 4.2 und der Erkenntnisse von Calomiris und Herring (2013) und Pennacchi et al. (2014a) zeigt sich, dass der Werttransfer zugunsten der Fremdkapitalgeber zur Linderung von Anreizproblemen beitragen kann. Diese aus aufsichtsrechtlicher Perspektive wünschenswerte Vertragsgestaltung würde somit gemäß Sundaesan und Wang (2015) an anderer Stelle Probleme in Form von Manipulationsanreizen mit sich bringen. Die Eignung von CoCo Bonds als stabilisierendes Element in der Bankenfinanzierung würde somit massiv in Frage gestellt werden.

Im diskreten Modellrahmen von Sundaesan und Wang (2015) bestätigen Pennacchi und Tchisty (2019) diese Erkenntnisse, kommen aber im stetigen Modellrahmen gemeinsam mit Glasserman und Nouri (2016) zu einem anderen Ergebnis, welches auf einen Fehler in einem Beweis von Sundaesan und Wang (2015) zurückzuführen ist.⁸ Glasserman und Nouri (2016) und Pennacchi und Tchisty (2019) zeigen, dass in einem stetigen Modell der Eigenkapitalwert aufgrund der kontinuierlichen Informationsupdates die mit der Wandlung verbundenen Konsequenzen antizipiert. Sofern ein Gleichgewicht existiert, ist hierdurch sichergestellt, dass es eindeutig ist (Glasserman und Nouri, 2016).⁹ Als Voraussetzung für die Existenz eines Gleichgewichtspreises wird verlangt, dass die mit der Wandlung der CoCo Bonds verbundene Bewegung des Eigenkapitalwerts mit der Richtung des Trigger Events übereinstimmt (Glasserman und Nouri, 2016). Da das Trigger Event stattfinden soll, sobald der Eigenkapitalwert auf ein niedrigeres Niveau fällt, ist dies mit der Situation eines Werttransfers von Eigenkapitalgebern zu CoCo Bond Inhabern konsistent.

Liegt somit ein Werttransfer zugunsten der CoCo Bond Investoren vor, so existiert mindestens ein gleichgewichtiger Aktienkurs und somit auch CoCo Bond Wert. Die Eindeutigkeit des Gleichgewichts hängt von der Beobachtbarkeit des Indikators ab. Geht man von der kontinuierlichen Beobachtbarkeit des Aktienkurses aus, ergibt sich ein eindeutiges Gleich-

⁸Sundaesan und Wang (2015) verlangen als notwendige Bedingung, dass zu keinem Zeitpunkt der Wert des ungewandelten CoCo Bonds vom Wert des CoCo-Bonds bei Wandlung (Aktienpaket zum gültigen Aktienkurs im Wandlungszeitpunkt) abweicht. Pennacchi und Tchisty (2019) zeigen aber, dass diese Bedingung nur im Wandlungsfall gelten muss.

⁹Zudem gilt noch die technische Voraussetzung, dass der Eigenkapitalwert die Trigger Schwelle mit positiver Wahrscheinlichkeit erreichen kann. Glasserman und Nouri (2016) nennen diese Voraussetzung *trigger accessibility condition*.

gewicht. Wertet man die Aktienkursentwicklung allerdings als diskreten Prozess, kommen mehrere Aktienkurse als Gleichgewicht in Frage die zu Manipulationsanreizen und damit verbundener Preisinstabilität führen können. Inwiefern der Aktienkurs von Banken nun einem stetigen oder diskreten Prozess entspricht, bleibt im Ermessen des jeweiligen Betrachters. Die damit verbundene Implikation von CoCo Bonds hinsichtlich der Stabilität sind jedoch sehr weitreichend.

Vor dem Hintergrund der Vertragsgestaltungen bisher emittierter CoCo Bonds wird klar, dass der Werttransfer zugunsten der Eigenkapitalgeber ebenso ein relevantes Szenario darstellt. Per Konstruktion zählt ein jeder CoCo Bond bei dem die Wandlung durch Abschreibung des Nennwerts erfolgt in diese Kategorie. Umso bemerkenswert ist es, dass Sundaresan und Wang (2015), Glasserman und Nouri (2016) und Pennacchi und Tchisty (2019) übereinstimmend zu dem Ergebnis kommen, dass kein Gleichgewicht in den rationalen Erwartungen der Marktteilnehmer existiert, sobald die Eigenkapitalgeber im Wandlungsfall profitieren.

Dies kann auftreten, wenn der Aktienkurs unter die Trigger Schwelle fällt, das Trigger Event aber noch nicht signalisiert wurde. Lässt der Werttransfer zugunsten der Eigenkapitalgeber den Aktienkurs nach Wandlung über die Trigger Schwelle steigen, sind zwei Erwartungsszenarien vorstellbar: Glauben die Investoren an eine Wandlung, würde der Aktienkurs über die Trigger Schwelle steigen und die CoCo Bonds folglich nicht wandeln. Glauben die Investoren hingegen weiterhin nicht an eine Wandlung, bleibt der Aktienkurs unter der Trigger Schwelle und erzwingt somit die Wandlung der CoCo Bonds. Dies stellt kein Gleichgewicht in rationalen Erwartungen dar. Liegt kein Gleichgewichtspreis vor, ist es nach Sundaresan und Wang (2015) unklar, nach welchen Kriterien ein beobachteter Preis zustande kommt. Diese Unsicherheit führt dazu, dass Marktteilnehmer in der Bildung rationaler Erwartungen gestört werden, was zu einer ineffizienten Kapitalallokation führen kann.

Pennacchi und Tchisty (2018) zeigen im Modellrahmen von Sundaresan und Wang (2015), dass dieses Ergebnis maßgeblich auf die Annahme der endlichen Fälligkeit der Fremdkapitaltitel zurückzuführen ist. Unter der Annahme, dass die Fremdkapitaltitel mit unendlicher Laufzeit emittiert werden, zeigen sie, dass ein eindeutiges Gleichgewicht existiert, sofern der Aktienkurs monoton im Unternehmenswert ist. Während dies bei einem Werttransfer zugunsten der CoCo Bond Investoren immer der Fall ist, gestaltet es sich im Falle des Werttransfers zugunsten der Eigenkapitalgeber als komplexer, da bei einem Anstieg des Unternehmenswerts zwei gegensätzliche Werteffekte vorliegen. Aufgrund des Residualanspruchs hat ein steigender Unternehmenswert einen positiven Effekt auf den Eigenkapitalwert. Da die Eigenkapitalgeber allerdings im Wandlungsfall profitieren, wirkt sich ein steigender Unternehmenswert negativ auf diesen Wertbeitrag aus. Damit die Monoto-

nie sichergestellt werden kann, muss somit der direkte Effekt über den Residualanspruch den indirekten Effekt über den Werttransfer überkompensieren. Außer für den Fall sehr niedriger Volatilitäten des Unternehmenswert ist dies sichergestellt.¹⁰

Im Falle eines Werttransfers zugunsten der Eigenkapitalgeber existiert somit ein eindeutiges Gleichgewicht, wenn der Aktienkurs der Bank als Indikator stetig beobachtbar ist und die CoCo Bonds ohne Endfälligkeit emittiert werden. Als Bedingung muss jedoch eine Mindestvolatilität im Unternehmenswert sichergestellt sein, damit der Aktienkurs monoton im Unternehmenswert ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so existiert kein Gleichgewicht.

Zusammenfassung (Gleichgewicht bei marktwertbasiertem Indikator)

Aufgrund des Informationsgehalts von Marktwerten wird dem Aktienkurs des Emittenten als möglichen Indikator zur Feststellung des Trigger Events besondere Aufmerksamkeit geschenkt und dessen Eignung kontrovers diskutiert. Es zeigt sich, dass je nach Modellrahmen Gleichgewichtsprobleme im Aktienkurs entstehen können, sofern keine wertneutrale Wandlung vertraglich sichergestellt ist. Das Problem resultiert aus der Tatsache, dass der Aktienkurs den Wert der CoCo Bonds bestimmt, die Werttransfers im Wandlungsfall aber ebenso den Aktienkurs beeinflussen. Im diskreten Modellrahmen kommt es zu multiplen Gleichgewichten, wenn ein Werttransfer zugunsten der CoCo Bond Investoren stattfindet. Profitieren hingegen die Eigenkapitalgeber von einer Wandlung, stellt sich kein Gleichgewicht ein. Diese Situationen können zu Manipulationsanreizen und somit Instabilitäten führen. Außerdem besteht aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive die Gefahr von Fehlallokationen. In einem stetigen Modellrahmen hingegen stellt sich für einen Werttransfer zugunsten der CoCo Bond Investoren stets ein eindeutiges Gleichgewicht ein. Im Falle des Werttransfers zugunsten der Eigenkapitalgeber ist dies nur der Fall, wenn CoCo Bonds ohne Endfälligkeit emittiert werden.

¹⁰Besitzen die CoCo Bonds eine endliche Laufzeit, so verliert der Beitrag des Werttransfers mit abnehmender Restlaufzeit an Wert und kann hierdurch die Monotonie des Aktienkurses im Unternehmenswerts nicht mehr sicherstellen.

Kapitel 5

Bewertung von Contingent Convertible Bonds

Bewertungsmodelle zur eindeutigen Preisbestimmung von Finanzinstrumenten sind sowohl aus Emittenten- als auch Investorenperspektive von elementarer Bedeutung. Während erstere vor der Emission eines CoCo Bonds mit Hilfe von Bewertungsmodellen beispielsweise den Effekt der Produktstruktur auf die Höhe des festzusetzenden Kupons bestimmen können, kommen die Modelle bei letzteren im Rahmen ihrer Handelstätigkeiten und/oder des Risikomanagements zum Einsatz. Dieses Kapitel befasst sich mit der modelltheoretischen Bewertung von CoCo Bonds und legt das Fundament für die empirische Untersuchung in Kapitel 7. Zu Beginn erfolgt eine kurze Vorstellung der bisherigen Literatur, um so den Anknüpfungspunkt für die im weiteren Verlauf des Kapitels eingeführten Modelle und Beiträge zur Wissenschaft herzustellen. Im Anschluss daran wird der aktuelle Marktstandard der Bewertungsmodelle von De Spiegeleer und Schoutens (2012) im Detail vorgestellt und zunächst so angepasst, dass auch write-down CoCo Bonds damit bewertet werden können. In einem weiteren Schritt wird das Standardmodell durch die Möglichkeit einer Insolvenz des Emittenten, d.h. um das Kreditrisiko, ergänzt, um so die maßgeblichen Risikoquellen von CoCo Bonds zu berücksichtigen. In den Schritten vier und fünf wird ein neues Modell mit und ohne der Möglichkeit eines Kuponstopps vorgeschlagen, welches neben den maßgeblichen Risikoquellen auch die wesentlichen Produktcharakteristika des CoCo Bonds berücksichtigt. Hierbei werden sukzessive die zuvor identifizierten Vereinfachungen des Standardmodells aufgehoben.¹

¹Teile dieses Kapitels basieren auf der Studie „*Does Model Complexity Improve Pricing Accuracy? The Case of CoCos*“ von Koziol und Weitz (2019).

5.1 Stand der Forschung

Obwohl CoCo Bonds erst im Nachgang der Finanzkrise ernsthafte Berücksichtigung in der akademischen Literatur erfahren haben, hat sich bereits ein sehr breiter Literaturstrang mit der theoretischen Preisfindung der Instrumente beschäftigt. Aufgrund ihres hybriden Charakters ist die Breite der Modellpalette nicht überraschend: Befindet sich die durch CoCo Bonds finanzierte Bank in einem ökonomisch guten Zustand, so verhalten sich CoCo Bonds im Grunde wie gewöhnliche Anleihen. Sobald sich aber der ökonomische Zustand der Bank eintrübt und das Trigger Event wahrscheinlicher wird, tritt der Eigenkapitalcharakter des Finanzinstruments zunehmend in den Vordergrund. Diese zustandsabhängige Preisdynamik macht die akkurate Bewertung zu einer besonderen Herausforderung. Die bisher entwickelten Bewertungsmodelle lassen sich zunächst in drei breit gefasste Kategorien einordnen: (i) Strukturmodelle, (ii) Modelle der Kreditderivatebewertung und (iii) Modelle der Eigenkapitalderivatebewertung. Die nachfolgenden Abschnitte geben einen kompakten Überblick über den aktuellen Stand der Bewertungsliteratur.

Strukturmodelle

Strukturmodelle gehen auf das Modell von Merton (1974) zurück, bei dem die Bilanz des betrachteten Unternehmens als Ganzes modelliert wird. Der Wert eines Finanzinstruments wird dann in Abhängigkeit des Unternehmenswerts und unter Berücksichtigung der übrigen Kapitalstrukturkomponenten bestimmt. Diese ganzheitliche Betrachtung ist auch der Grund, warum die meisten Studien auf Strukturmodelle zurückgreifen. Das Gros dieser Studien richtet den Fokus allerdings nicht primär auf die akkurate Bewertung, sondern vielmehr auf die Diskussion von Kapitalstrukturthemen. Hauptsächlich beschäftigen sich die in der CoCo Bond Literatur zum Einsatz kommenden Strukturmodelle mit Themen wie Anreizeffekte und Risikowahl (Koziol und Lawrenz, 2012; Calomiris und Herring, 2013; Pennacchi et al., 2014b; Berg und Kaserer, 2015; Albul et al., 2015), der optimalen Wahl des Indikators und damit verbundene Manipulationsanreize (Flannery, 2009; Sundaresan und Wang, 2015; Glasserman und Nouri, 2016; Pennacchi und Tchisty, 2018, 2019) sowie dem optimalen Kündigungsverhalten des Emittenten (Corcuera et al., 2016; Tian, 2018; Koziol und Roßmann, 2019). Nur wenige Studien zielen zumindest teilweise auf eine akkurate Bewertung ab (Pennacchi, 2011; Madan und Schoutens, 2011; Buergi, 2013; Brigo et al., 2015). Der Wert des Finanzinstruments hat somit eher den Charakter eines Beiprodukts. Die Stärke von Strukturmodellen liegt insbesondere in der ökonomischen Fundierung, da die gesamte Kapitalstruktur der Bank bei der Preisfindung berücksichtigt wird. Hierdurch kann auch ein durch Kapitalquoten definierter Indikator komfortabel abgebildet werden. Gleichzeitig stellt jedoch die Tatsache, dass der Wert des

CoCo Bonds auf dem Unternehmenswert basiert, die Achillesferse des Modells dar, da der Unternehmenswert nicht am Markt beobachtet werden kann. Aus diesem Grund scheint diese Modellkategorie für den praktischen Gebrauch wenig attraktiv.

Im Gegensatz zu Strukturmodellen zielen Modelle der Kredit- und Eigenkapitalderivatebewertung direkt auf den Preis des CoCo Bonds ab und gelten daher als geeignetere Bewertungsansätze.

Modelle der Kreditderivatebewertung

Im klassischen Sinne wird bei Modellen der Kreditderivatebewertung aus der Ausfallwahrscheinlichkeit eines Referenzschuldners und der Rückgewinnungsquote im Insolvenzfall ein Renditeaufschlag ermittelt, welcher wiederum bei der Diskontierung der riskanten Zahlungen des zu bewertenden Instruments berücksichtigt wird. Auf CoCo Bonds übertragen bedeutet dies, dass die Modelle zum einen das Auftreten des Trigger Events in Form einer Eintrittswahrscheinlichkeit abbilden und zum anderen die mit der Wandlung verbundene Wertkonsequenz als Rückgewinnungsquote heranziehen. De Spiegeleer und Schoutens (2012) setzen dies um, indem sie die Wahrscheinlichkeit eines Trigger Events aus der Verteilung des Aktienkurses des Emittenten ableiten und die mit der Wandlung verbundene Wertkonsequenz über das Verhältnis des vertraglich vereinbarten Wandlungspreises und des Aktienkurses im Trigger Event bestimmen. Hierdurch wird ein Renditeaufschlag ermittelt, der den CoCo Bond Investor zusätzlich zum generellen Kreditrisiko für das mit der Produktstruktur einhergehende Wandlungsrisiko kompensieren soll. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt Serjantov (2011). Dieser berücksichtigt jedoch ebenfalls die Kuponzahlungen des CoCo Bonds, welche im Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) vernachlässigt werden. Während De Spiegeleer und Schoutens (2012) den zu bewertenden CoCo Bond noch mit Fälligkeit zum ersten Kündigungstermin modellieren, berücksichtigen De Spiegeleer und Schoutens (2014) im gleichen Modellrahmen die Möglichkeit der Laufzeitverlängerung. Hierzu wird die Entwicklung des Renditeaufschlags als stochastischer Prozess modelliert und aus der Verteilung des Prozesses zum Kündigungstermin eine Kündigungswahrscheinlichkeit abgeleitet. Mit Hilfe dieser Wahrscheinlichkeit und der Laufzeiten mit und ohne Kündigung kann dann wiederum eine erwartete Laufzeit des CoCo Bonds zur Bewertung unter Berücksichtigung des Verlängerungsrisikos bestimmt werden. Komplexere Kreditderivatemodelle werden von Cheridito und Xu (2015) und Turfus und Shubert (2017) vorgeschlagen. Turfus und Shubert (2017) bilden die Wandlung beispielsweise über einen Sprungprozess ab, dessen Intensität analog zum stochastischen Zinssatz von Hull und White (1990) modelliert wird. Parallel hierzu wird ebenfalls der Aktienkurs des Emittenten als stochastischer Prozess modelliert, um den Wert des Aktienpakets bei Eintreten des Trigger Events quantifizieren zu können. Aus dem hohen Detaillierungsgrad folgt

aber eine entsprechend hohe Modellkomplexität, die den Anwender solcher Modelle in der Praxis vor eine nicht zu unterschätzende Hürde stellt. Modelle der Kreditderivatebewertung scheinen generell als gut geeignet, um die Anleihekompenten des CoCo Bonds abzubilden. Jedoch stellt sich die Frage, ob nahe der Trigger Schwelle die, durch den Eigenkapitalcharakter des Produkts hervorgerufenen, dynamischen Sensitivitäten adäquat erfasst werden können.

Modelle der Eigenkapitalderivatebewertung

Eigenkapitalderivatemodelle bauen auf der Grundidee des Modells zur Optionsbewertung von Black und Scholes (1973) auf und verbinden das Trigger Event mit dem Moment, in dem der Aktienkurs einen kritischen Schwellwert berührt oder überschreitet. Der Aktienkurs des Emittenten wird hierbei als Indikator herangezogen. Einen ersten Modellvorschlag liefern De Spiegeleer und Schoutens (2012). Dank einer vereinfachten Produktstruktur kann der CoCo Bond im Modellrahmen von Black und Scholes (1973) durch ein Portfolio aus exotischen Optionen und einer Kuponanleihe dupliziert und in geschlossener Form bewertet werden. Corcuera et al. (2014) erweitern das Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) und berücksichtigen die Einstellung der Kuponzahlungen, sobald eine kritische Schwelle oberhalb der Trigger Schwelle erreicht wird. Die Modelle in Corcuera et al. (2013) und De Spiegeleer et al. (2017) orientieren sich ebenfalls am Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012), modellieren den Aktienkurs allerdings mit komplexeren Prozessen. Corcuera et al. (2013) greift hierbei auf einen exponentiellen β -Varianz Gamma Prozess zurück, um eine leptokurtische Verteilung des Aktienkurses erzeugen zu können. De Spiegeleer et al. (2017) verfolgen ein ähnliches Ziel, betrachtet hingegen den Fall der stochastischen Volatilität analog zum Modell von Heston (1993). Während die Erhöhung der technischen Komplexität ähnlich wie im Falle der Kreditderivatemodelle aus theoretischer Sicht das Bewertungsmodell der Realität näherbringt, besitzen diese Ansätze jedoch den Nachteil, dass sie aufwändig gelöst werden müssen und die benötigten Inputparameter nur schwer bestimmt werden können.

Ein erster Modellvergleich

Im Rahmen einer ersten empirischen Studie vergleichen Wilkens und Bethke (2014) die Bewertungsgenauigkeit von jeweils einem Bewertungsmodell aus den drei zuvor genannten Modellkategorien. Konkret wird das Strukturmodell von Pennacchi (2011), das Kreditderivatemodell von Serjantov (2011) und das Eigenkapitalderivatemodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) anhand von drei CoCo Bonds verglichen. Im Lichte ihrer Ergebnisse schlussfolgern Wilkens und Bethke (2014), dass Eigenkapitalderivatemodelle aufgrund

ihrer klaren Parametrisierung und der daraus folgenden praktikablen Handhabung die vielversprechendste Modellkategorie darstellen. Ebenso nennen sie drei Kriterien, die bei der zukünftigen Entwicklung von Bewertungsmodellen für CoCo Bonds berücksichtigt werden sollen. Als erstes Kriterium soll ein Bewertungsmodell in der Lage sein, die prägenden Produktcharakteristika des CoCo Bonds abzubilden. Diese umfassen die Kuponzahlungen inklusive eines potentiellen Kuponstopps, die Wandlung in Eigenkapital, welche entweder durch das Erreichen einer kritischen Kernkapitalquote oder nach dem Ermessen der Aufsichtsbehörde erzwungen wird, und das Kündigungsrecht des Emittenten. Als zweites Kriterium wird die Berücksichtigung der wesentlichen Risikoquellen verlangt. Aufgrund der hybriden Position von CoCo Bonds zwischen Fremd- und Eigenkapital in der Kapitalstruktur sollte somit ein angemessenes Bewertungsmodell sowohl Aktienkurs- als auch Kreditrisiko berücksichtigen. Das dritte Kriterium bezieht sich auf die Praktikabilität des Modells. Das Modell sollte anhand beobachtbarer Marktdaten kalibriert werden können und nachvollziehbar anwendbar sein.

Zusammenfassung (Stand der Forschung)

Die Modelle zur Bewertung von CoCo Bonds lassen sich in drei Kategorien unterteilen. Strukturmodelle, bei denen die Bilanz der emittierenden Bank vollständig modelliert und daraus der Wert der einzelnen Kapitalstrukturbestandteile abgeleitet wird. Modelle der Kreditderivatebewertung, bei denen ein zusätzlicher Renditeaufschlag als Kompensation für das übernommene Wandlungsrisiko ermittelt wird, und Modelle der Eigenkapitalderivatebewertung, bei denen die Auszahlungsstruktur des CoCo Bonds mit Hilfe eines Portfolios bestehend aus Eigenkapitalderivaten und Kuponanleihen dupliziert wird. Die einzelnen Modellkategorien unterscheiden sich jeweils hinsichtlich des Umfangs an abgebildeten Produktcharakteristika und der Komplexität der zugrundeliegenden Stochastik des oder der modellierten Prozesse.

Erste empirische Ergebnisse der Studie von Wilkens und Bethke (2014) zeigen, dass Eigenkapitalderivatmodelle die vielversprechendste Modellkategorie darstellen, da sie zum einen auf dem beobachtbaren Aktienkurs des Emittenten basieren und zum anderen klar in der Anwendung sind. Wilkens und Bethke (2014) stellen zudem drei Kriterien auf, die bei der zukünftigen Modellentwicklung berücksichtigt werden sollten. Ein Modell zur Bewertung von CoCo Bonds sollte erstens die wesentlichen Produktcharakteristika von CoCo Bonds abbilden, zweitens die relevanten Risikoquellen, nämlich Aktienkurs- und Kreditrisiko, berücksichtigen und drittens in der Anwendung praktikabel sein.

Basierend auf dem Urteil von Wilkens und Bethke (2014) gilt das Eigenkapitalderivatemodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) aufgrund seiner klaren Anwendbarkeit und analytischen Lösungen als das Standardmodell bei der Bewertung von CoCo Bonds. Hier wird der Indikator der Wandlung an den Aktienkurs des Emittenten geknüpft und der CoCo Bond in Eigenkapital gewandelt, sobald der Aktienkurs einen vordefinierten Schwellwert erreicht. Im Folgenden wird zunächst dieses Standardmodell im Detail vorgestellt. Im Anschluss daran wird das Modell um das Kreditrisiko des Emittenten erweitert, damit die wesentlichen Risikoquellen im Modell abgebildet werden. Danach wird ein neues erweitertes Modell vorgestellt, welches ebenso Aktienkurs- und Kreditrisiko berücksichtigt, jedoch die wesentlichen Produktcharakteristika des CoCo Bonds realitätsnaher abbildet, indem zusätzlich der genaue Wandlungszeitpunkt, die unendliche Laufzeit sowie die Kündigungsmöglichkeit des Emittenten nach Ablauf einer Sperrfrist berücksichtigt werden. Abschließend wird das erweiterte Modell zusätzlich um die Möglichkeit eines Kuponstopps ergänzt.

5.2 Standardmodell

De Spiegeleer und Schoutens (2012) greifen bei der Bewertung von CoCo Bonds auf den Modellrahmen von Black und Scholes (1973) zurück. Hierbei wird der Aktienkurs S_t der emittierenden Bank als Indikator herangezogen, der das Trigger Event signalisiert, sobald der Aktienkurs die Trigger Schwelle \underline{S} erreicht.

Bevor die Bewertungsformel entwickelt wird, soll zuerst der Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) genauer vorgestellt werden. Hierzu zeigt Abbildung 5.1 den Aktienkurs des Emittenten über die Zeit. Die horizontale Linie kennzeichnet die Trigger Schwelle \underline{S} bei deren Erreichen das Trigger Event signalisiert wird. Die vertikale Linie im Zeitpunkt T bildet das Fälligkeitsdatum des CoCo Bonds ab. Es werden außerdem zwei mögliche Aktienkursentwicklungen beispielhaft dargestellt. Pfad A (schwarzer Graph) zeigt einen sich seitwärts entwickelnden Aktienkurs. Die Trigger Schwelle \underline{S} wird nicht erreicht. Dies entspricht einem Szenario, in dem sich die Bank während der Restlaufzeit des CoCo Bonds in einem soliden ökonomischen Zustand befindet. In dieser Situation leistet der CoCo Bond periodische Kuponzahlungen und wird im Zeitpunkt T fällig. Der Nennwert N wird hier an den Investor zurückgezahlt. Pfad B zeigt einen Fall, in dem sich der ökonomische Zustand des Emittenten eintrübt und schließlich in einer Schieflage endet. Dies wird durch einen sinkenden Aktienkurs S_t (blauer Graph) verbildlicht. Im Zeitpunkt τ_C trifft S_t schließlich auf die Trigger Schwelle \underline{S} und signalisiert hierdurch das Trigger Event. Der CoCo Bond wird konsequenterweise gewandelt und die Kuponzahlungen werden eingestellt. Da der CoCo Bond somit entweder im Zeitpunkt T zurückgezahlt

Abbildung 5.1: Standardmodell

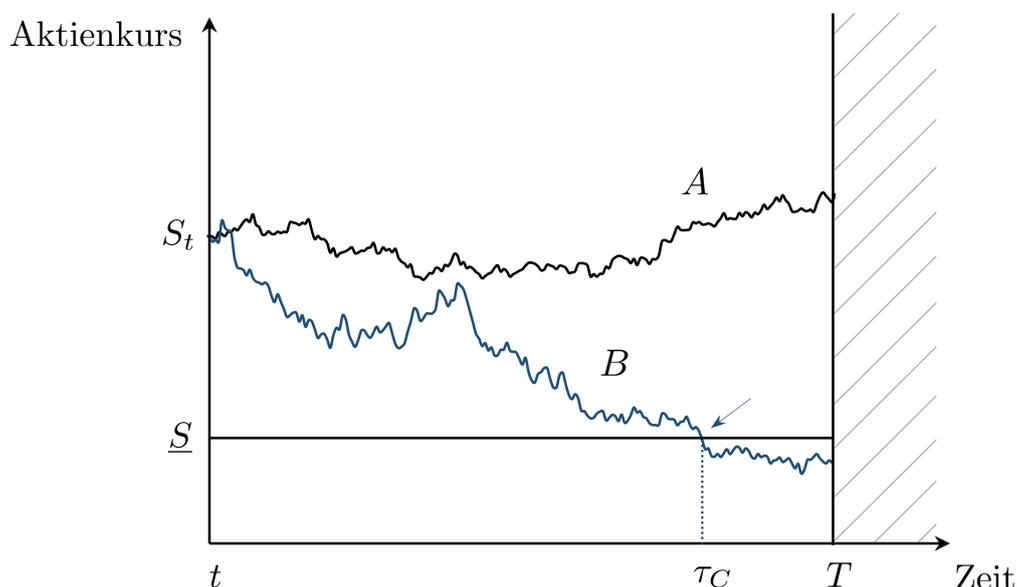


Abbildung 5.1 zeigt zwei exemplarische Aktienkursentwicklungen im Standardmodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012). Pfad *A* (schwarzer Graph) zeigt ein Szenario, in dem sich die Bank in einem soliden ökonomischen Zustand befindet. Pfad *B* (blauer Graph) veranschaulicht ein Szenario mit Wandlung. Die Ordinate bildet hierbei den Aktienkurs des Emittenten ab. Der Aktienkurs im Zeitpunkt t wird mit S_t angezeigt. Die horizontale Linie auf dem Aktienkursniveau \underline{S} kennzeichnet die Trigger Schwelle und die vertikale Linie im Zeitpunkt T das Fälligkeitsdatum des CoCo Bonds. Die grau markierte Fläche verdeutlicht, dass die Laufzeit des CoCo Bonds im Zeitpunkt T beendet ist.

(Pfad *A*) oder bereits davor gewandelt (Pfad *B*) wird, kann der CoCo Bond im Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) nicht über die Kündigungssperrfrist hinaus existieren. Dies wird durch die grau markierte Fläche nach Ablauf der Sperrfrist ($t > T$) verdeutlicht.

Vor dem Hintergrund dieses Modellrahmens wird nun der Wert eines CoCo Bonds bestimmt. Hierbei wird analog zu De Spiegeleer und Schoutens (2012) vorgegangen und zunächst ein CoCo Bond betrachtet, der in ein Aktienpaket wandelt. Im späteren Verlauf dieses Kapitels wird die Bewertungsformel angepasst, damit sie ebenfalls für write-down CoCo Bonds anwendbar ist. Dies wurde von De Spiegeleer und Schoutens (2012) nicht umgesetzt.

Die Entwicklung des Aktienkurses S_t des Emittenten folgt der Dynamik einer geometrischen Brownschen Bewegung, welche durch die stochastische Differentialgleichung

$$dS_t = (r - q) \cdot S_t \cdot dt + \sigma \cdot S_t \cdot dz_t \quad (5.1)$$

beschrieben werden kann. Hierbei entspricht r der Rendite einer risikolosen Anlage und σ der Standardabweichung der Aktienkursrendite. Außerdem wird der Prozess im Gegensatz zur klassischen Version von Black und Scholes (1973) um die Dividendenzahlung des Emittenten ergänzt. Diese wird in Form einer stetigen Dividendenrendite q abgebildet. Die Stochastik der Gleichung folgt aus dem Inkrement dz_t eines Wiener Prozesses unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß \mathbb{Q} .

5.2.1 Konstruktion des Duplikationsportfolios

De Spiegeleer und Schoutens (2012) bewerten einen in Aktien wandelnden CoCo Bond durch die Nachbildung des Auszahlungsprofils im fixierten Fälligkeitszeitpunkt T , welcher wie bereits erwähnt durch das Ende der Kündigungssperrfrist gegeben ist. Diese restriktive Annahme ermöglicht die Bewertung der zur Duplikation benötigten Portfoliobausteine in geschlossener Form. Der erste Baustein bildet die Anleihekomponente des CoCo Bonds in Form einer Kuponanleihe ab. Der zweite Baustein ist ein Knock-in Forward Kontrakt, welcher die Wandlungskomponente abbildet. Als dritter Baustein werden binäre Optionen herangezogen, welche für die Korrektur der Kuponzahlungen bei Eintritt des Trigger Events eingesetzt werden. Da in der Modellwelt von Black und Scholes (1973) keinerlei Arbitragegelegenheiten existieren, stimmt der Wert des Duplikationsportfolios mit dem Wert des CoCo Bonds überein.

5.2.1.1 Anleihekomponente

Der erste Baustein $B_t^{(1)}(T)$ ist eine Kuponanleihe mit Nennwert N . Diese zahlt K viele Kupons in Höhe von C in den Zeitpunkten $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$, bis sie mit Ablauf der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T fällig wird. Der Wert des ersten Bausteins $B_t^{(1)}(T)$ ist gegeben durch

$$B_t^{(1)}(T) = \sum_{i=1}^K C \cdot e^{-r \cdot (\tau_i - t)} + N \cdot e^{-r \cdot (T - t)}. \quad (5.2)$$

5.2.1.2 Wandlungskomponente

Die Wandlung des CoCo Bonds wird erzwungen, sobald der Aktienkurs S_t die Trigger Schwelle \underline{S} von oben erreicht und hierdurch das Trigger Event signalisiert. In dieser Situation erhält der CoCo Bond Investor zwar ein Paket im Umfang von n Aktien, er verliert jedoch den Nennwert N und alle verbleibenden Kuponzahlungen.

De Spiegeleer und Schoutens (2012) bilden den Wandlungsmechanismus mit Hilfe eines Knock-in Forward Kontrakts auf die Aktien des Emittenten ab. Dieser zweite Baustein

$B_t^{(2)}(T, q)$ stellt sicher, dass bei Eintritt des Trigger Events der Nennwert der Kuponanleihe N gegen ein Paket an n Forwards eingetauscht wird. Der Terminpreis eines einzelnen Forward Kontrakts $b_t^{(2)}(T, q)$ entspricht hierbei dem Wandlungspreis S_c und das Fälligkeitsdatum stimmt mit dem Ende der Kündigungssperrfrist in T überein. De Spiegeleer und Schoutens (2012) konstruieren einen Knock-in Forward $b_t^{(2)}(T, q)$ durch die Kombination einer Down-and-in Call Option $b_t^{(2,c)}(T, q)$ und einer Leerverkaufsposition in einer Down-and-in Put Option $b_t^{(2,p)}(T, q)$. Die beiden exotischen Optionen besitzen jeweils eine der Trigger Schwelle \underline{S} entsprechende Knock-in Barriere und einen dem Wandlungspreis S_c entsprechenden Ausübungspreis. Die Fälligkeit ist in beiden Fällen durch T gegeben.

Down-and-in Call Option

Der Inhaber einer Down-and-in Call Option erhält eine gewöhnliche Call Option mit Ausübungspreis S_c und Fälligkeit T , wenn der Aktienkurs S_t bis zum Ende der Vertragslaufzeit im Zeitpunkt T die Knock-in Barriere \underline{S} berührt. Wird die Barriere nicht erreicht, verfällt die Option mit Ende der Vertragslaufzeit wertlos.

Der Wert einer noch nicht aktivierten Down-and-in Call Option $b_t^{(2,c)}(T, q)$, dessen Barriere unterhalb des Ausübungspreises liegt, kann folgendermaßen dargestellt werden^{2,3}

$$b_t^{(2,c)}(T, q) = S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \left(\frac{\underline{S}}{S_t} \right)^{2\eta} \mathcal{N}(z_1) - S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \left(\frac{\underline{S}}{S_t} \right)^{2 \cdot (\eta-1)} \mathcal{N}(z_2) \quad (5.3)$$

wobei

$$z_1 = \frac{\ln\left(\frac{\underline{S}^2}{S_t \cdot S_c}\right) + \eta \cdot \sigma^2 \cdot (T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}} \quad z_2 = z_1 - \sigma \sqrt{T-t}$$

$$\eta = \frac{r - q + \frac{1}{2}\sigma^2}{\sigma^2}.$$

Abbildung 5.2 zeigt den Wert einer Down-and-in Call Option (roter Graph) und den Wert einer gewöhnlichen europäischen Call Option (blauer Graph). Der Ausübungspreis liegt bei $S_c = 100$ und die Knock-in Barriere bei $\underline{S} = 30$. Die Restlaufzeit der Option liegt bei $T = 5$ Jahren. Da der Fall eines noch nicht gewandelten CoCo Bonds betrachtet wird, wurde die Knock-in Schwelle noch nicht erreicht. Startet man bei einem Aktienkurs von $S_t = 120$ und betrachtet die Wertentwicklung der Down-and-in Call Option in Abhän-

²vgl. Haug (2007), S. 70–71.

³Der Grund für die explizite Berücksichtigung der Dividendenrendite q im Argument der Wertfunktionen wird in Abschnitt 5.3 deutlich, da diese Form der Darstellung bei der Berücksichtigung von Kreditrisiko hilfreich sein wird.

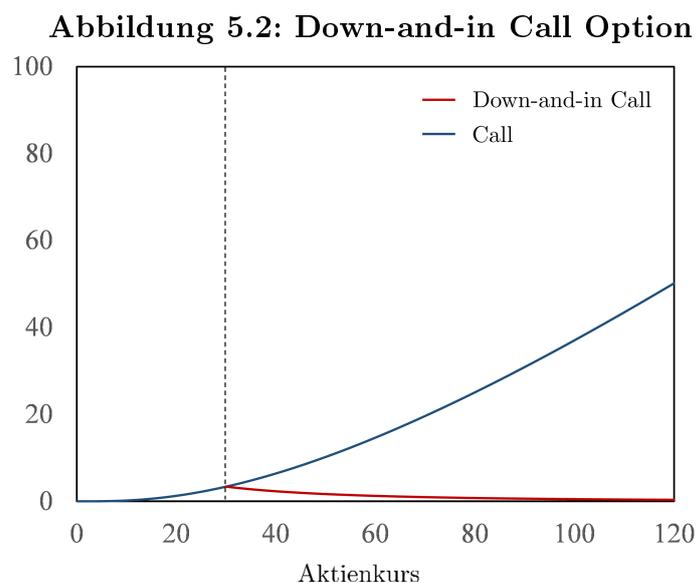


Abbildung 5.2 zeigt den Wert einer Down-and-in Call Option (roter Graph) und den Wert einer europäischen Call Option (blauer Graph) nach Black und Scholes (1973) in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Die gestrichelte vertikale Linie kennzeichnet die Knock-in Barriere \underline{S} . Folgende Werte unterliegen der Graphik: $\underline{S} = 30$, $S_c = 100$, $\sigma = 0,5$, $r = 0,01$, $T = 5$, $q = 0,02$.

gigkeit des sinkenden (nach links verlaufenden) Aktienkurses, zeigt sich, dass deren Wert mit fallendem Aktienkurs steigt. Dies scheint zunächst überraschend, da der Wert einer gewöhnlichen Call Option monoton mit fallendem Aktienkurs sinkt (siehe blauer Graph). Da die im Down-and-in Call enthaltene gewöhnliche Call Option noch nicht aktiviert ist, steigt die Wahrscheinlichkeit einer Aktivierung mit fallendem Aktienkurs und somit gewinnt die Chance, den gewöhnlichen Call im Falle der Aktivierung zu erhalten, nach und nach an Wert. Wird die Barriere erreicht, entspricht der Wert des Down-and-in Calls dem der gewöhnlichen Call Option mit Ausübungspreis $S_c = 100$. Dies ist im Schnittpunkt des blauen und roten Graphen der Fall, welcher durch die gestrichelte vertikale Linie gekennzeichnet wird. Das Verhältnis zwischen Barriere und Ausübungspreis steuert den Wert der Down-and-in Call Option. Je näher \underline{S} und S_c beieinanderliegen, desto höher ist der Wert der enthaltenen gewöhnlichen Option im Aktivierungszeitpunkt τ_C . Dies überträgt sich analog auf der Wert des Down-and-in Calls.

Down-and-in Put Option

Zur Duplikation des Knock-in Forwards $b_t^{(2)}(T, q)$ wird neben der Down-and-in Call Option $b_t^{(2,c)}(T, q)$ noch die Down-and-in Put Option $b_t^{(2,p)}(T, q)$ benötigt, um die Verlustpartizipation nach Wandlung, falls sich der Zustand des Emittenten weiter verschlechtert, abbilden zu können. Der Knock-in der unterliegenden Option funktioniert analog zum Call Pendant. Wird die Barriere \underline{S} während der Laufzeit oder am Laufzeitende T erreicht, erhält

der Inhaber eine gewöhnliche Put Option mit Ausübungspreis S_c und Laufzeit bis T . Wird die Barriere nicht erreicht, so verfällt die Option mit Ablauf der Restlaufzeit wertlos.

In der Modellwelt von Black und Scholes (1973) ist der Wert einer bisher noch nicht aktivierten Down-and-in Put Option $b_t^{(2,p)}(T, q)$, dessen Barriere \underline{S} unterhalb des Ausübungspreises S_c liegt, gegeben durch (vgl. Rubinstein und Reiner, 1991a)

$$\begin{aligned} b_t^{(2,p)}(T, q) = & S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \left(\frac{S}{S_t} \right)^{2\eta} \left[\mathcal{N}(z_1) - \mathcal{N}(y_1) \right] \\ & - S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \left(\frac{S}{S_t} \right)^{2 \cdot (\eta-1)} \left[\mathcal{N}(z_2) - \mathcal{N}(y_2) \right] \\ & + S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \mathcal{N}(-x_2) - S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \mathcal{N}(-x_1), \end{aligned} \quad (5.4)$$

wobei

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S}{S_t}\right) + \eta \cdot \sigma^2 \cdot (T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}} & y_2 &= y_1 - \sigma \sqrt{T-t} \\ x_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{\underline{S}}\right) + \eta \cdot \sigma^2 \cdot (T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}} & x_2 &= x_1 - \sigma \sqrt{T-t}. \end{aligned}$$

Abbildung 5.3: Down-and-in Put Option

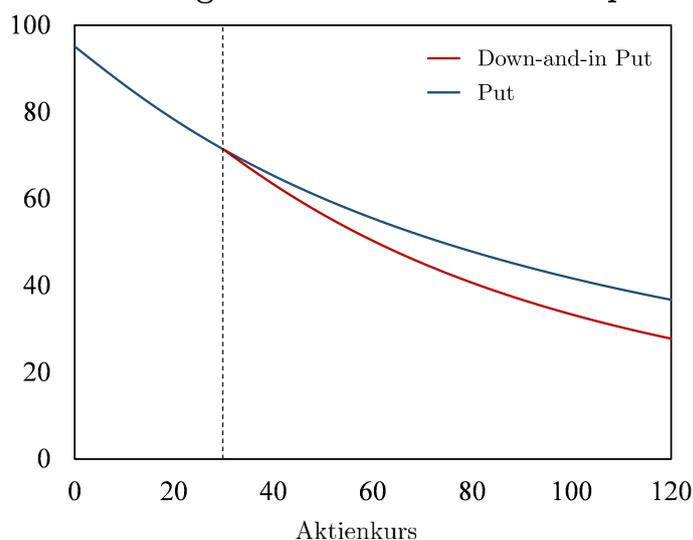


Abbildung 5.3 zeigt den Wert einer Down-and-in Put Option (roter Graph) und den Wert einer europäischen Put Option nach Black und Scholes (1973) in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t des Emittenten. Die gestrichelte vertikale Linie kennzeichnet die Knock-in Barriere \underline{S} . Folgende Werte unterliegen der Graphik: $\underline{S} = 30$, $S_c = 100$, $\sigma = 0,5$, $r = 0,01$, $T = 5$, $q = 0,02$.

Abbildung 5.3 zeigt den Wert einer Down-and-in Put Option (roter Graph) mit Ausübungspreis $S_c = 100$, Knock-in Barriere $\underline{S} = 30$ und fünf Jahren Restlaufzeit ($T = 5$) in Abhängigkeit des Aktienkurses. Als Referenzpunkt ist ebenso der Wert einer gewöhnlichen Put Option (blauer Graph) mit identischen Vertragsparametern abgebildet. Es zeigt sich, dass die Down-and-in Put Option wie die gewöhnliche Put Option mit sinkendem Aktienkurs im Wert steigt. Da der Aktienkurs jedoch bis auf die Trigger Schwelle fallen muss, bis die im Down-and-in Put enthaltene gewöhnliche Put Option aktiviert wird, liegt der Wert für Aktienkurse oberhalb der Trigger Schwelle stets unterhalb des Werts der gewöhnlichen Put Option. Mit Erreichen der Trigger Schwelle stimmen beide Optionen im Wert überein.

Knock-in Forward

Bildet man nun ein Portfolio bestehend aus n Down-and-in Call Optionen $b_t^{(2,c)}(T, q)$ und n Leerverkaufspositionen in Down-and-in Put Optionen $b_t^{(2,p)}(T, q)$, beide mit dem Aktienkurs S_t des Emittenten als Basiswert, der Trigger Schwelle \underline{S} als Knock-in Barriere, dem Wandlungspreis S_c als Ausübungspreis und der Kündigungssperrfrist von T Jahren als Laufzeit, dann ergibt sich der Wert $B_t^{(2)}(T, q)$ des zweiten Bausteins in Form eines aggregierten Forward Kontrakts

$$B_t^{(2)}(T, q) = n \cdot \left\{ b_t^{(2,c)}(T, q) - b_t^{(2,p)}(T, q) \right\}.$$

Ersetzt man $b_t^{(2,c)}(T, q)$ aus Gleichung (5.3) und $b_t^{(2,p)}(T, q)$ aus Gleichung (5.4) erhält man

$$\begin{aligned} B_t^{(2)}(T, q) &= n \cdot \left\{ S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \left(\frac{S}{S_t} \right)^{2\eta} \left[\mathcal{N}(z_1) - \mathcal{N}(z_1) + \mathcal{N}(y_1) \right] \right. \\ &\quad - S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \left(\frac{S}{S_t} \right)^{2 \cdot (\eta-1)} \left[\mathcal{N}(z_2) - \mathcal{N}(z_2) + \mathcal{N}(y_2) \right] \\ &\quad \left. - S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \mathcal{N}(-x_2) + S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \mathcal{N}(-x_1) \right\}. \end{aligned} \quad (5.5)$$

Gleichung (5.5) kann vereinfacht werden zu

$$\begin{aligned} B_t^{(2)}(T, q) &= n \cdot S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \left[\left(\frac{S}{S_t} \right)^{2\eta} \mathcal{N}(y_1) + \mathcal{N}(-x_1) \right] \\ &\quad - n \cdot S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \left[\left(\frac{S}{S_t} \right)^{2 \cdot (\eta-1)} \mathcal{N}(y_2) - \mathcal{N}(-x_2) \right]. \end{aligned} \quad (5.6)$$

Die Beziehung zwischen der Größe des Aktienpakets n , dem Nennwert N und dem Wandlungspreis S_c

$$n \cdot S_c = N \quad (5.7)$$

kann nun im zweiten Teil der Gleichung (5.6) genutzt werden. Hierdurch ergibt sich der Wert des zweiten Bausteins $B_t^{(2)}(T, q)$ in kompakter Form

$$B_t^{(2)}(T, q) = n \cdot S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} \left[\left(\frac{S}{S_t} \right)^{2\eta} \mathcal{N}(y_1) + \mathcal{N}(-x_1) \right] \quad (5.8)$$

$$- N \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \left[\left(\frac{S}{S_t} \right)^{2 \cdot (\eta-1)} \mathcal{N}(y_2) + \mathcal{N}(-x_2) \right].$$

Bei näherer Betrachtung von Gleichung (5.8) wird deutlich, dass das Portfolio bestehend aus n Down-and-in Calls long und ebenso vielen Down-and-in Puts short einem Knock-in Forward entspricht, der den Vertragsinhaber bei Eintreten des Trigger Events im Zeitpunkt τ_C zum Tausch des Nennwerts N gegen ein Aktienpaket im Wert von $n \cdot S_T$ bei Fälligkeit in T verpflichtet. Übertragen auf die Wandlungskomponente des CoCo Bonds bedeutet dies, dass der CoCo Bond Investor erst bei Fälligkeit im Zeitpunkt T Aktionär wird und somit im Zeitraum zwischen Wandlung und Fälligkeit $T - \tau_C$ weder Anspruch auf Dividendenzahlungen noch Stimmrechte besitzt.

Abbildung 5.4: Knock-in Forward

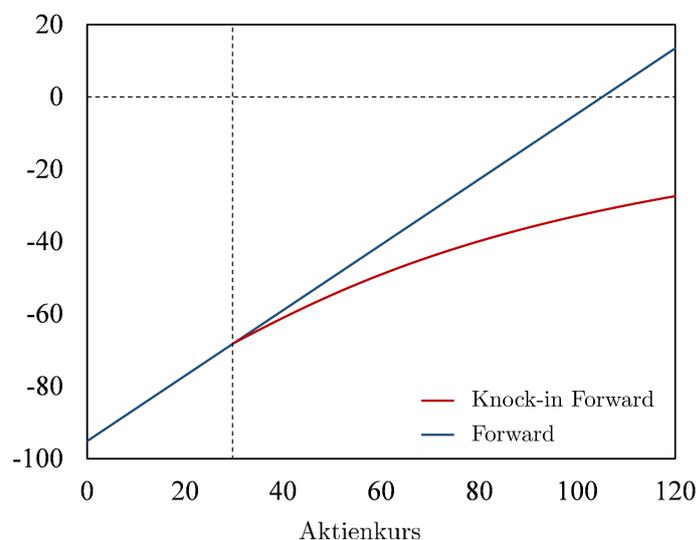


Abbildung 5.4 zeigt den Wert der Knock-in Forward Position $B_t^{(2)}(T, q)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t als roten Graphen. Der blaue Graph bildet den Wert eines Portfolios aus n äquivalenten gewöhnlichen Forwards ab. Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Knock-in Barriere \underline{S} . Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\underline{S} = 30$, $S_c = 100$, $N = 1.000$, $\sigma = 0,5$, $r = 0,01$, $T = 5$, $q = 0,02$.

Abbildung 5.4 zeigt den Wertverlauf der Knock-in Forward Position (roter Graph), welche den Baustein $B_t^{(2)}(T, q)$ abbildet, in Abhängigkeit des Aktienkurses. Die gestrichel-

te vertikale Linie markiert hierbei die Knock-in Schwelle $\underline{S} = 30$. Der Terminpreis des Forwards liegt bei $S_c = 100$. Die Laufzeit liegt bei $T = 5$ Jahren und der Nennwert beträgt $N = 1.000$. Betrachtet man zunächst den blauen Graphen, zeigt sich das bekannte Wertprofil eines Portfolios bestehend aus $n = \frac{1.000}{100} = 10$ gewöhnlichen Forwards, deren Terminpreis jeweils bei $S_c = 100$ liegt.⁴ Dieser steigt mit konstanter Rate $n \cdot e^{-q \cdot (T-t)}$.⁵ Der Knock-in Forward steigt zwar für Aktienkurse oberhalb der Knock-in Barriere ebenso im Wert an, dies aber mit abnehmender Rate, da sich zunehmend von der Barriere entfernt wird. Hierdurch wird die Aktivierung des gewöhnlichen Forwards zunehmend unwahrscheinlicher. Abgesehen von der Lage des aktuellen Aktienkurses zur Barriere wird der Wert des Knock-in Forwards maßgeblich vom Verhältnis zwischen der Barriere \underline{S} und dem Terminpreis S_c bestimmt. Je geringer die Differenz zwischen Barriere und Terminpreis ist, desto wertvoller ist der Forward Kontrakt. Übertragen auf CoCo Bonds bedeutet dies, dass der Wertbeitrag der Wandlungskomponente steigt, wenn der Terminpreis (Wandlungspreis) S_c näher an oder unter der Barriere (Trigger Schwelle) \underline{S} liegt.⁶

5.2.1.3 Kuponkorrekturkomponente

Zum aktuellen Zeitpunkt beinhaltet das Duplikationsportfolio des CoCo Bonds eine Kuponanleihe $B_t^{(1)}(T)$ und eine Knock-in Forward Position $B_t^{(2)}(T, q)$. Die Kuponanleihe zahlt unabhängig von der Entwicklung des Aktienkurses einen regelmäßigen Kupon C und bei Fälligkeit den Nennwert N . Trifft der Aktienkurs S_t während der Laufzeit auf die Trigger Schwelle \underline{S} , wird die Knock-in Forward Position aktiviert und der Investor wird zum Tausch des Nennwerts N gegen ein Paket von n Aktien verpflichtet. Die Wandlung des CoCo Bonds in Aktien kann somit bereits durch diese ersten beiden Bausteine abgebildet werden. Der Investor erhält jedoch in diesem Fall nach wie vor die Kuponzahlungen in Höhe von C in den Kuponzahlungszeitpunkten $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$. Um dies zu korrigieren, greifen De Spiegeleer und Schoutens (2012) auf binäre Knock-in Optionen zurück.

⁴Der Wert eines Forward Kontrakts F_t über den Kauf einer Aktie des Emittenten zum Preis von S_c im Zeitpunkt T ergibt sich durch

$$F_t = S_t \cdot e^{-q \cdot (T-t)} - S_c \cdot e^{-r \cdot (T-t)}.$$

⁵Die Wertänderung des Forward Kontrakts ergibt sich aus der Ableitung der Bewertungsformel F_t nach dem Aktienkurs S_t und ist gegeben durch

$$\frac{dF}{dS_t} = e^{-q \cdot (T-t)}.$$

⁶Für eine ausführliche Diskussion des Werttransfers bei Wandlung wird auf Kapitel 2 Abschnitt 2.3.2.1 verwiesen.

Eine binäre Knock-in Option zahlt in einem Fälligkeitszeitpunkt τ eine Geldeinheit, wenn der zugrundeliegende Basiswert S_t während der Laufzeit eine Barriere trifft. Andernfalls verfällt die Option wertlos. Übertragen auf den Fall der Kuponzahlungen des CoCo Bonds entspricht hierbei der Fälligkeitszeitpunkt dem jeweiligen Kuponzahlungszeitpunkt in $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$, der Basiswert dem Aktienkurs S_t und die Barriere der Trigger Schwelle \underline{S} . Diese exotischen Optionen stellen somit den dritten Baustein $B_t^{(3)}(\tau, q)$ dar.

Der Wert einer binären Knock-in Option $B_t^{(3)}(\tau, q)$ mit Barriere \underline{S} und Fälligkeit im Zeitpunkt τ ergibt sich als (vgl. Rubinstein und Reiner, 1991b)

$$B_t^{(3)}(\tau, q) = e^{-r \cdot (\tau - t)} \left[\mathcal{N}(-x_{2,\tau}) + \left(\frac{\underline{S}}{S_t} \right)^{2 \cdot (\eta - 1)} \mathcal{N}(y_{2,\tau}) \right], \quad (5.9)$$

wobei

$$y_{2,\tau} = \frac{\ln\left(\frac{\underline{S}}{S_t}\right) + (\eta - 1) \cdot \sigma^2 \cdot (\tau - t)}{\sigma \sqrt{\tau - t}},$$

$$x_{2,\tau} = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{\underline{S}}\right) + (\eta - 1) \cdot \sigma^2 \cdot (\tau - t)}{\sigma \sqrt{\tau - t}}.$$

Abbildung 5.5: Binäre Knock-in Option

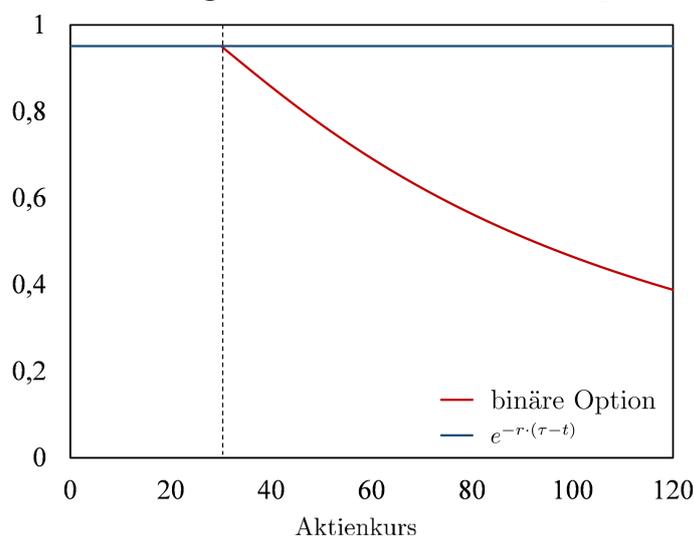


Abbildung 5.5 zeigt den Wert einer binären Knock-in Option $B_t^{(3)}(\tau, q)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses als roten Graphen. Der blaue Graph bildet den Barwert einer Geldeinheit ab, die im Zeitpunkt τ sicher ausgezahlt wird. Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Knock-in Barriere \underline{S} . Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\underline{S} = 30$, $\sigma = 0,5$, $r = 0,01$, $\tau = 5$, $q = 0,02$.

Abbildung 5.5 zeigt den Wert einer binären Knock-in Option mit Barriere $\underline{S} = 30$ und einer Restlaufzeit von fünf Jahren $\tau = 5$. Ausgehend von einer nicht aktivierten Option wird

klar ersichtlich, dass der Wert der Option (roter Graph) mit steigendem Aktienkurs fällt, da hierdurch die Wahrscheinlichkeit einer Aktivierung sinkt. Der wahrscheinlichkeitsgewichtete Barwert der Zahlung einer Geldeinheit bei Fälligkeit wird folglich geringer. Nähert sich der Aktienkurs der Barriere von rechts, konvergiert der Wert der Option gegen $e^{-r \cdot (T-t)}$, was dem Barwert der bei Fälligkeit getätigten Zahlung von einer Geldeinheit entspricht.

De Spiegeleer und Schoutens (2012) duplizieren nun einen CoCo Bond mit einem auf dem Aktienkurs des Emittenten basierenden Indikator, der bei Erreichen einer Trigger Schwelle \underline{S} das Trigger Event signalisiert und somit die Wandlung in n Aktien erzwingt. Dazu bilden sie ein Portfolio bestehend aus einer Kuponanleihe (Baustein $B_t^{(1)}(T)$), n vielen Knock-in Forward Kontrakte (Baustein $B_t^{(2)}(T, q) = n \cdot b_t^{(2)}(T, q)$) und jeweils C vielen Leerverkaufspositionen in binären Knock-in Optionen (Baustein $B_t^{(3)}(\tau, q)$) für die K Kuponzahlungszeitpunkte in $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$.

Im Standardmodell (SM) von De Spiegeleer und Schoutens (2012) ist der heutige Wert $P_t^{SM,EC}(T, q)$ eines CoCo Bonds mit Wandlung in Aktien (EC) durch folgendes Duplikationsportfolio gegeben:

$$P_t^{SM,EC}(T, q) = B_t^{(1)}(T) + B_t^{(2)}(T, q) - C \cdot \sum_{i=1}^K B_t^{(3)}(\tau_i, q) \quad (5.10)$$

Solange der Aktienkurs S_t während der Laufzeit $T - t$ des CoCo Bonds oberhalb der Trigger Schwelle \underline{S} bleibt, leistet der CoCo Bond periodische Kuponzahlungen und der Investor erhält am Ende der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T den Nennwert N zurück. Berührt der Aktienkurs jedoch die Trigger Schwelle, werden die Bausteine zwei und drei aktiviert. Folglich erhält der Investor ein Paket im Umfang von n Forwards auf die Aktien des Emittenten mit einem Terminpreis von insgesamt $n \cdot S_c = N$. Zudem eliminieren die im Zeitpunkt des Trigger Events noch ausstehenden binären Knock-in Optionen die verbleibenden Kuponzahlungen.

5.2.2 Berücksichtigung von write-down CoCo Bonds

Wie aus der Marktzusammensetzung nach Typ des Wandlungsmechanismus in Kapitel 3 Abschnitt 3.2.4.3 hervorgeht, enthalten knapp zwei Drittel der emittierten CoCo Bonds einen Abschreibungsmechanismus. Aus diesem Grund soll in einem nächsten Schritt ebenfalls der Fall von write-down CoCo Bonds im Standardmodellrahmen betrachtet werden. Auch wenn De Spiegeleer und Schoutens (2012) dies nicht explizit berücksichtigen, bietet der Modellrahmen ausreichend Flexibilität, um dies durch kleinere Anpassungen im Duplikationsportfolio sehr einfach umzusetzen. Hierzu muss lediglich der die Aktienwandlung

abbildende Knock-in Forward durch eine weitere Leerverkaufsposition in $\alpha \cdot N$ vielen binären Optionen mit Knock-in Barriere \underline{S} und Laufzeit bis zum Ende der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T ersetzt werden. Außerdem müssen die Kuponkorrekturkomponenten angepasst werden, da die Kuponzahlungen proportional um den Abschreibungssatz α reduziert werden. Es werden also in diesem Fall $\alpha \cdot C$ viele binäre Optionen für jeden der K Kuponzahlungszeitpunkte $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$ benötigt.

Der Wert $P_t^{SM,WD}(T, q)$ eines write-down CoCo Bonds (WD) kann somit im Standardmodell (SM) durch das nachstehende Duplikationsportfolio dargestellt werden

$$P_t^{SM,WD}(T, q) = B_t^{(1)}(T) - \alpha \cdot N \cdot B_t^{(3)}(T, q) - \alpha \cdot C \cdot \sum_{i=1}^K B_t^{(3)}(\tau_i, q). \quad (5.11)$$

Solange der Aktienkurs des Emittenten bis zum Ende der Kündigungssperrfrist oberhalb der Trigger Schwelle \underline{S} bleibt, entspricht das Auszahlungsprofil des write-down CoCo Bonds, genau wie im Falle des CoCo Bonds mit Aktienwandlung, dem einer gewöhnlichen Kuponanleihe. Die binären Optionen verfallen in diesem Szenario wertlos. Tritt jedoch das Trigger Event ein, werden die binären Optionen aktiviert und entsprechend wird sowohl der Nennwert als auch die noch ausstehenden Kuponzahlungen des CoCo Bonds im jeweiligen Zahlungszeitpunkt T bzw. τ um den Anteil α abgeschrieben.

Kombiniert man nun $P_t^{SM,EC}(T, q)$ und $P_t^{SM,WD}(T, q)$, so ergibt sich der aktuelle Wert $P_t^{SM}(T, q)$ eines CoCo Bonds im Standardmodell (SM) in Abhängigkeit des gewählten Wandlungstypen als

$$P_t^{SM}(T, q) = \begin{cases} B_t^{(1)}(T) + B_t^{(2)}(T, q) - C \cdot \sum_{i=1}^K B_t^{(3)}(\tau_i, q) & , \text{ für EC} \\ B_t^{(1)}(T) - \alpha \cdot N \cdot B_t^{(3)}(T, q) - \alpha \cdot C \cdot \sum_{i=1}^K B_t^{(3)}(\tau_i, q) & , \text{ für WD.} \end{cases} \quad (5.12)$$

Der große Vorteil dieses Modells liegt in den geschlossenen Bewertungsformeln, welche eine einfache Anwendung ermöglichen. Mit Bezug auf die drei von Wilkens und Bethke (2014) vorgeschlagenen Kriterien ist somit das Kriterium der Praktikabilität erfüllt. Jedoch wird sich dies durch eine Reihe restriktiver Annahmen erkauft.

Die erste und schwerwiegendste Vereinfachung des Modells von De Spiegeleer und Schoutens (2012) ist die Annahme einer endlichen Laufzeit, die mit dem Ende der Kündigungssperrfrist übereinstimmt. Während diese Annahme möglicherweise bei gewöhnlichen kündbaren Anleihen plausibel erscheint, beinhalten AT1 CoCo Bonds eine wesentlich komplexere Laufzeitstruktur, da sie erstens ohne Endfälligkeit emittiert werden, zweitens keinerlei Motivation zur vorzeitigen Kündigung enthalten dürfen

und drittens die vorzeitige Kündigung von der Aufsichtsbehörde bewilligt werden muss.⁷ Die Vernachlässigung der effektiven Laufzeit führt somit dazu, dass die für die Bewertung hoch relevante Zinssensitivität verzerrt wird. Als zweite Vereinfachung erfolgt die Wandlung in Eigenkapital nicht bei Eintritt des Trigger Events, sondern erst bei Fälligkeit des CoCo Bonds. Der CoCo Bond Investor besitzt somit zwischen dem Trigger Event und dem Ablauf der Kündigungssperrfrist keinen Anspruch auf Dividendenzahlungen. Außerdem ist der Wert eines CoCo Bonds aufgrund der starken Nachrangigkeit in großem Maße dem Kreditrisiko des Emittenten ausgesetzt. Dies kann im Standardmodell aufgrund der eindimensionalen Fokussierung auf Aktienkursrisiko nicht berücksichtigt werden, was eine dritte wesentliche Vereinfachung darstellt. Vor dem Hintergrund der Kriterien nach Wilkens und Bethke (2014) zeigt sich somit, dass gerade in puncto Abbildung der Produktcharakteristika und Berücksichtigung der wesentlichen Risikoquellen Verbesserungspotential im Modell besteht. Dieses Verbesserungspotential wird in den nachfolgenden Abschnitten sukzessive adressiert.

Zusammenfassung (Standardmodell)

De Spiegeleer und Schoutens (2012) betrachten in ihrem Standardmodell einen CoCo Bond, dessen Indikator durch den Aktienkurs des Emittenten gegeben ist. Der Modellrahmen unterscheidet zwei mögliche Szenarien (siehe Abbildung 5.1). (i) Bleibt der Aktienkurs des Emittenten während der Laufzeit bis zum Zeitpunkt T über der Trigger Schwelle \underline{S} , so entspricht das Auszahlungsprofil dem einer gewöhnlichen Kuponanleihe. (ii) Wird allerdings die Trigger Schwelle bis zur Fälligkeit in T erreicht, tritt das Trigger Event ein und der CoCo Bond wird in ein Paket bestehend aus n Forwards zum Terminpreis von N gewandelt. Die verbleibenden Kuponzahlungen verfallen in diesem Fall wertlos. Im Falle eines write-down CoCo Bonds wird bei Eintritt eines Trigger Events während der Laufzeit statt der Wandlung in Forwards der Nennwert sowie alle Kuponzahlungen entsprechend des Abschreibungssatzes α abgeschrieben. Das Auszahlungsprofil des write-down CoCo Bonds entspricht in diesem Fall dem einer Kuponanleihe mit reduziertem Nennwert in Höhe von $(1 - \alpha) \cdot N$.

Im Standardmodell erfolgt die Bewertung des CoCo Bonds durch die Duplikation des Auszahlungsprofils mit Hilfe gehandelter Instrumente, welche als Bausteine $B_t^{(1)}(T)$, $B_t^{(2)}(T, q)$ und $B_t^{(3)}(\tau, q)$ in den Gleichungen (5.2), (5.8) und (5.9) gegeben sind. Der

⁷Siehe hierzu auch Kapitel 2 Abschnitt 2.5 sowie die Diskussion der nicht erfolgten Kündigung der Banco Santander in Kapitel 3 Abschnitt 3.3.3.

aktuelle Wert $P_t^{SM}(T, q)$ eines CoCo Bonds mit Wandlung in Aktien (EC) oder durch Abschreibung (WD) ist gegeben durch

$$P_t^{SM}(T, q) = \begin{cases} B_t^{(1)}(T) + B_t^{(2)}(T, q) - C \cdot \sum_{i=1}^K B_t^{(3)}(\tau_i, q) & , \text{ für EC} \\ B_t^{(1)}(T) - \alpha \cdot N \cdot B_t^{(3)}(T, q) - \alpha \cdot C \cdot \sum_{i=1}^K B_t^{(3)}(\tau_i, q) & , \text{ für WD.} \end{cases}$$

Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in der geschlossenen Form der Bewertungsgleichung, wodurch eine praktikable Anwendung gewährleistet ist. Dies ist jedoch auf restriktive Annahmen zurückzuführen. Aufgrund der vereinfachten Produktstruktur wird weder der korrekte Zeitpunkt des Trigger Events noch die effektive Laufzeit des Instruments berücksichtigt. Gerade letzteres führt zu Verzerrungen der Zinssensitivitäten des Modells. Außerdem berücksichtigt das Modell lediglich Aktienkursrisiko und vernachlässigt somit das Kreditrisiko, welches aufgrund der starken Nachrangigkeit von CoCo Bonds eine wesentliche Risikoquelle darstellt.

5.3 Standardmodell mit Kreditrisiko

Das im vorangegangenen Abschnitt 5.2 dargestellte Standardmodell hat sich bei der Bewertung von CoCo Bonds insbesondere wegen der geradlinigen Anwendung als Marktstandard etabliert. Jedoch wird dies durch eine vereinfachte Produktstruktur und die ausschließliche Berücksichtigung von Aktienkursrisiko erkauft. In diesem Abschnitt soll nun der Modellrahmen des Standardmodells um die Möglichkeit einer plötzlichen Insolvenz des Emittenten erweitert werden, wodurch das Kreditrisiko bei der Bewertung berücksichtigt werden kann. Die Produktstruktur des CoCo Bonds aus dem Standardmodell wird beibehalten.

Abbildung 5.6 veranschaulicht den um Kreditrisiko ergänzten Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) in einem Zeit-Zustands-Diagramm anhand dreier exemplarischer Aktienkursentwicklungen. Wie bereits in Abbildung 5.1 kennzeichnet die horizontale Linie bei \underline{S} die Trigger Schwelle und die vertikale Linie im Zeitpunkt T das Fälligkeitsdatum des CoCo Bonds. Die Pfade A (schwarzer Graph) und B (blauer Graph) stehen ebenfalls wie in Abbildung 5.1 repräsentativ für die Szenarien ohne und mit Wandlung. In diesen beiden Szenarien ist der Emittent bis zum Fälligkeitszeitpunkt des CoCo Bonds solvent. Pfad C (roter Graph) zeigt das Szenario, in dem eine plötzliche Insolvenz des Emittenten eintritt. Hier springt der Aktienkurs im Insolvenzzeitpunkt τ_D auf den Wert null und der CoCo Bond verfällt wertlos. Da der CoCo Bond entweder (A) im Zeitpunkt

Abbildung 5.6: Standardmodell mit Kreditrisiko

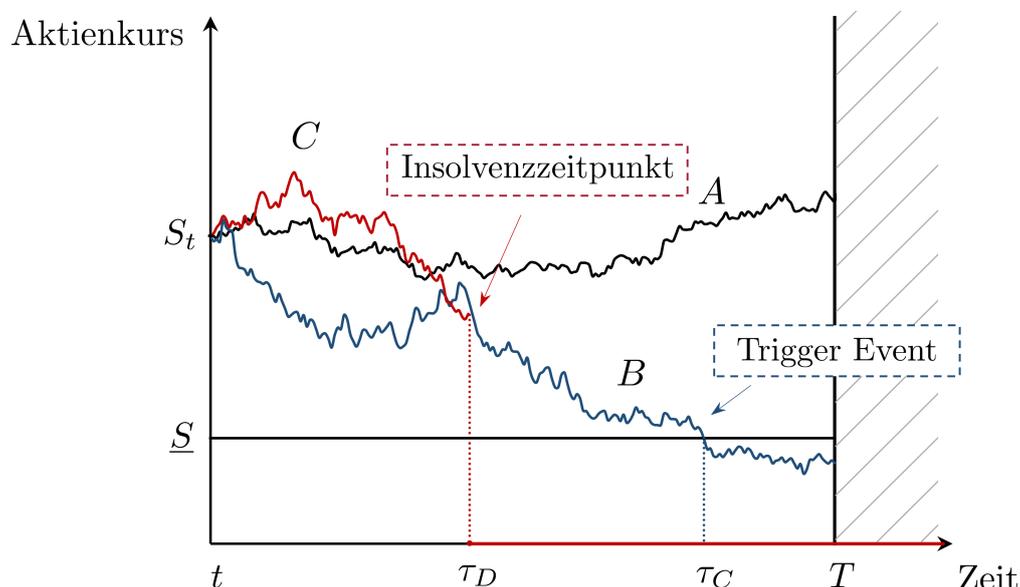


Abbildung 5.6 zeigt drei exemplarische Aktienkursentwicklungen im Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) mit Kreditrisiko. Pfad A (schwarze Linie) zeigt hierbei ein Szenario in dem sich die Bank in einem soliden ökonomischen Zustand befindet. Bei Pfad B (blaue Linie) hingegen fällt der Aktienkurs und zeigt hierdurch eine Verschlechterung des ökonomischen Zustands an. Im Zeitpunkt τ_C wird die Trigger Schwelle erreicht und der Indikator signalisiert das Trigger Event. Pfad C (rote Linie) zeigt ein Szenario, in dem der Emittent im Zeitpunkt τ_D plötzlich in die Insolvenz geht und der Aktienkurs auf null springt. Die Ordinate bildet den Aktienkurs des Emittenten ab. Der Aktienkurs im Zeitpunkt t wird mit S_t angezeigt. Die horizontale Linie auf dem Aktienkursniveau \underline{S} kennzeichnet die Trigger Schwelle und die vertikale Linie im Zeitpunkt T das Fälligkeitsdatum des CoCo Bonds. Die grau markierte Fläche verdeutlicht, dass die Laufzeit des CoCo Bonds im Zeitpunkt T endet.

T fällig wird, (B) gewandelt wird oder (C) der Emittent zuvor in die Insolvenz geht, kann er wie im Standardmodell nicht länger als bis zum Zeitpunkt T existieren. Dies soll durch die grau markierte Fläche verdeutlicht werden.

Unter Berücksichtigung dieses modifizierten Standardmodellrahmens soll nun die Bewertung erfolgen. Um in den Standardmodellrahmen Kreditrisiko zu integrieren, wird analog zu Koziol und Sauerbier (2005) vorgegangen und die Dynamik des Aktienkurses und der Solvenz des Emittenten simultan spezifiziert. Während der Aktienkurs vor Auftreten einer Insolvenz nach wie vor einer geometrischen Brownschen Bewegung folgt, soll die Solvenz des Emittenten durch einen Poisson-Prozess J_t mit konstanter Sprungintensität λ abgebildet werden. Ausgehend von einem angekündigten oder bereits emittierten aber noch nicht gewandelten CoCo Bond bedeutet dies, dass der Poisson-Prozess J_t zunächst den Wert null besitzt und beim Auftreten des ersten Sprungs dauerhaft den Wert eins annimmt,

wobei die Sprungkomponente unabhängig vom Aktienkurs des Emittenten ist.⁸ Folglich geht der Emittent bei Auftreten des ersten Sprungs in die Insolvenz, der Aktienkurs fällt auf den Wert null. Es wird angenommen, dass auch der CoCo Bond in diesem Moment wertlos verfällt.

Es folgt aus einem vollständigen und arbitragefreien Markt, dass ein eindeutiges äquivalentes Martingalmaß \mathbb{Q} existiert, unter dem der mit dem risikolosen Zinssatz diskontierte Aktienkursprozess (inkl. Dividenden) ein Martingal darstellt. Um die Martingaleigenschaft jedoch gewährleisten zu können, muss die Drift der stochastischen Differentialgleichung um die Sprungintensität λ des Poisson-Prozesses kompensiert werden. Die Dynamik des Aktienkursprozesses mit Insolvenzrisiko folgt dann

$$dS_t = (r - q') \cdot S_t \cdot dt + \sigma \cdot S_t \cdot dz_t - S_t \cdot dJ_t, \quad (5.13)$$

wobei $q' = q - \lambda$ entspricht.

Die Bewertung des CoCo Bonds wird nun im Sinne der risikoneutralen Bewertung umgesetzt. Hierzu wird der Erwartungswert des Auszahlungsprofils unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß \mathbb{Q} gebildet und mit dem risikolosen Zinssatz diskontiert. Aufgrund der Unabhängigkeit der unterliegenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen von z_t und J_t kann problemlos auf die Solvenz des Emittenten konditioniert und die mit der entsprechenden Solvenz- und Insolvenzwahrscheinlichkeit zu gewichtenden und vom Aktienkursrisiko abhängigen Komponenten isoliert spezifiziert werden.

Solange der Emittent solvent ist, besitzt der CoCo Bond ein Auszahlungsprofil analog zum Standardmodell. Aus diesem Grund kann das vom Aktienkursrisiko abhängige Auszahlungsprofil eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung durch ein Portfolio bestehend aus einer Kuponanleihe, n Knock-in Forwards und jeweils C vielen Leerverkaufspositionen in binären Knock-in Optionen für die K Kuponzeitpunkte in $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$ dupliziert werden. Im Falle eines CoCo Bonds mit Abschreibung des Nennwerts besteht das Duplikationsportfolio aus einer Kuponanleihe, einer Leerverkaufsposition von $\alpha \cdot N$ vielen binären Optionen zur Abschreibung des Nennwerts und Leerverkaufspositionen in $\alpha \cdot C$ vielen binären Optionen für jeden der K Kuponzahlungszeitpunkte $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K$. Hierbei kann jeweils auf die Bausteine $B_t^{(1)}(T)$ in Gleichung (5.2), $B_t^{(2)}(T, q')$ in Gleichung (5.8) und $B_t^{(3)}(\tau, q')$ in Gleichung (5.9) aus Abschnitt 5.2 zurückgegriffen werden. Jedoch muss die korrigierte Drift der Aktienkursdynamik in Gleichung (5.13) durch q' berücksichtigt werden. Im Falle

⁸Sowohl eine konstante Sprungintensität als auch die Unabhängigkeit zwischen Aktienkurs und Solvenz des Emittenten stellen Vereinfachungen der Realität dar, die es jedoch erlauben, die Bewertungsgleichung in geschlossener Form darzustellen. Vor dem Hintergrund des Praktikabilitätskriteriums nach Wilkens und Bethke (2014) kann dies somit gerechtfertigt werden.

der Insolvenz des Emittenten verfällt der CoCo Bond wertlos. Das Auszahlungsprofil im Insolvenzstatus reduziert sich somit auf den Wert null.

Die Bewertungsfunktion $P_t^{DM}(T, q')$ des CoCo Bonds im Standardmodell mit Kreditrisiko (DM) ergibt sich nun aus der Gewichtung der Auszahlungskonsequenzen bei Solvenz und Insolvenz mit den jeweiligen risikoneutralen Eintrittswahrscheinlichkeiten und folgt somit in kompakter Form

$$P_t^{DM}(T, q') = (1 - pd_{t,T}) \cdot P_t^{SM}(T, q'), \quad (5.14)$$

wobei $pd_{t,T}$ der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit einer Insolvenz des Emittenten im Zeitraum t bis T entspricht und durch

$$pd_{t,T} = \int_t^T \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot (s-t)} ds = 1 - e^{-\lambda \cdot (T-t)}$$

gegeben ist.

Der Vorteil dieses Ansatzes liegt ebenso wie im Standardmodell in der geschlossenen Form der Bewertungsgleichung, wodurch eine praktikable Anwendung gewährleistet wird. Im Vergleich zum Standardmodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) wird jedoch im Modell mit Kreditrisiko durch die simultane Spezifikation des Aktienkurses und der Solvenz des Emittenten auch einer potentiellen Insolvenz des Emittenten Rechnung getragen. Gerade bei der Bewertung können somit die Informationen von Kreditmärkten, beispielsweise über Prämien von gehandelten CDS, berücksichtigt werden. Gleichzeitig bestehen jedoch weiterhin die restriktiven Annahmen hinsichtlich der Produktstruktur des CoCo Bonds. Zum einen erfolgt die Wandlung in Aktien beziehungsweise die Abschreibung des Nennwerts erst zum Fälligkeitstermin, der durch das Ende der Kündigungssperrfrist gegeben ist. Zum anderen wird weder die unendliche Laufzeit noch die Möglichkeit einer Kündigung berücksichtigt. Gerade die Kombination aus unendlicher Laufzeit, Kündigungsoption und Kündigungsentscheidung sind wesentliche Determinanten der effektiven Laufzeit des CoCo Bonds, welche wesentlichen Einfluss auf die Zinssensitivität des Modells hat.

Zusammenfassung (Standardmodell mit Kreditrisiko)

Das um Kreditrisiko erweiterte Standardmodell unterscheidet drei mögliche Szenarien (siehe Abbildung 5.6). Die Szenarien mit solventem Emittenten entsprechen hierbei dem Standardmodell, wobei der CoCo Bond entweder über der Trigger Schwelle \underline{S} bleibt (A) oder gewandelt wird (B). Tritt hingegen ein Insolvenzereignis ein, so springt der Aktienkurs des Emittenten auf den Wert null und der CoCo Bond verfällt wertlos (C).

Die Bewertung des CoCo Bonds im Standardmodell mit Kreditrisiko erfolgt im Sinne der risikoneutralen Bewertung. Hierbei kann wieder auf die Bausteine $B_t^{(1)}(T)$ (vgl. Gleichung (5.2)), $B_t^{(2)}(T, q')$ (vgl. Gleichung (5.8)) und $B_t^{(3)}(\tau, q')$ (vgl. Gleichung (5.9)) des Standardmodells zurückgegriffen werden. Jedoch muss die korrigierte Drift der Aktienkursdynamik in Gleichung (5.13) durch q' berücksichtigt werden.

Die Bewertungsfunktion $P_t^{DM}(T, q')$ des CoCo Bonds im Standardmodell mit Kreditrisiko (DM) ist somit gegeben durch

$$P_t^{DM}(T, q') = (1 - pd_{t,T}) \cdot P_t^{SM}(T, q'),$$

wobei

$$pd_{t,T} = \int_t^T \lambda e^{-\lambda \cdot (s-t)} ds = 1 - e^{-\lambda \cdot (T-t)}$$

die risikoneutrale Wahrscheinlichkeit einer Insolvenz im Zeitraum t bis T abbildet.

Der Vorteil des Modells mit Kreditrisiko liegt ebenso wie beim Standardmodell in der geschlossenen Form der Bewertungsgleichung und der praktikablen Anwendung. Die Integration einer potentiellen Insolvenz des Emittenten in den Standardmodellrahmen ermöglicht es, dass bei der Bewertung Informationen von Kreditmärkten berücksichtigt werden können. Gleichzeitig basiert das Modell weiterhin auf restriktiven Annahmen hinsichtlich der Produktstruktur, was unter anderem zu Verzerrungen der Zinssensitivitäten des Modells führen kann, wodurch in Frage gestellt wird, ob das Modell in der Lage ist eine akkurate Bewertung von CoCo Bonds sicherzustellen.

5.4 Erweitertes Modell

In diesem Abschnitt gelten bei der Bewertung weiterhin die Annahmen des Standardmodells mit Kreditrisiko. Die Dynamik des Aktienkurses des Emittenten wird entsprechend durch Gleichung (5.13) beschrieben. Im Vergleich zu den bisher vorgestellten Modellen wird im erweiterten Modell eine umfassendere Produktstruktur betrachtet, die AT1 CoCo Bonds realitätsnaher abbildet. Als erste Erweiterung wird hierzu der Wandlungsmechanismus so spezifiziert, dass der Investor ab dem Trigger Event im Zeitpunkt τ_C Aktien erhält und somit unmittelbar dividendenberechtigt ist. Ebenso erfolgt die Abschreibung des Nennwerts eines write-down CoCo Bonds sofort. Außerdem wird im Gegensatz zum Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) keine feste Laufzeit bis zum Ende der Kündigungssperrfrist in T betrachtet, sondern der CoCo Bond als Instrument mit unendlicher Laufzeit modelliert. Insbesondere diese zweite Erweiterung ist eine wesentliche Verbesserung, da die Emission ohne Fälligkeit eine der Grundanforderungen der Aufsichts-

Abbildung 5.7: Erweitertes Modell

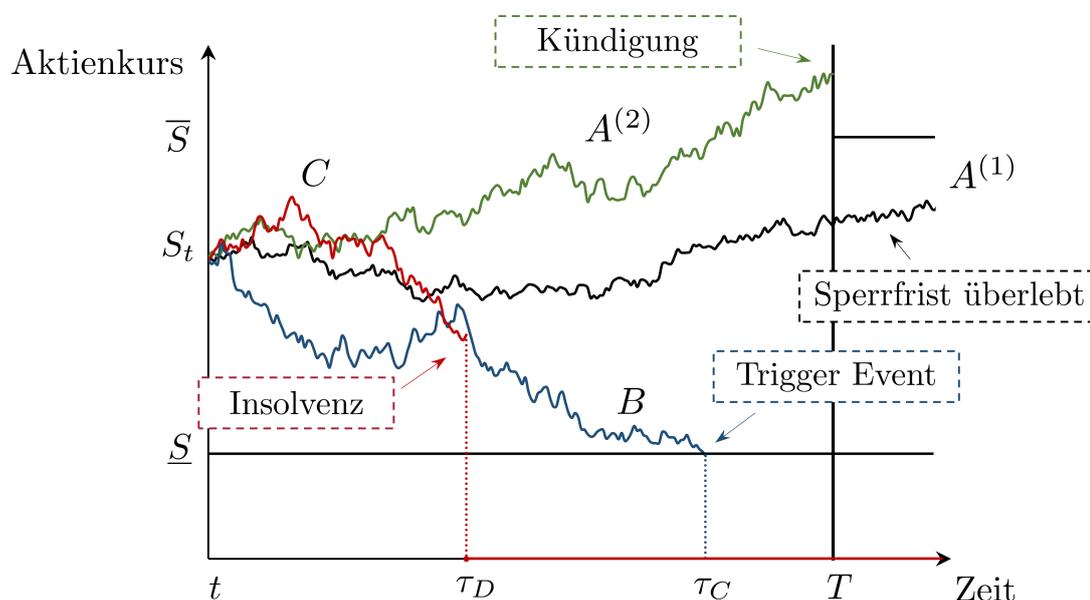


Abbildung 5.7 zeigt vier exemplarische Aktienkursentwicklungen im erweiterten Modell. Ausgangspunkt ist der Aktienkurs einer Bank deren CoCo Bond emittiert, aber noch nicht gewandelt ist. Pfad $A^{(1)}$ (schwarzer Graph) zeigt das Überlebensszenario, in dem auch mit Ablauf der Sperrfrist nicht gekündigt wird. Bei Pfad $A^{(2)}$ (grüner Graph) wird nach dem Überleben der Kündigungssperrfrist unmittelbar gekündigt, da der Aktienkurs S_t über der Kündigungsschwelle \bar{S} liegt. Bei Pfad B (blauer Graph) fällt der Aktienkurs und erreicht im Zeitpunkt τ_C die Trigger Schwelle. Pfad C (roter Graph) zeigt das Insolvenzzenario, in dem der Emittent im Zeitpunkt τ_D ausfällt und der Aktienkurs auf null springt. Die vertikale Linie im Zeitpunkt T markiert das Ende der Kündigungssperrfrist. Die horizontale Linie bei \underline{S} kennzeichnet die Trigger Schwelle und bei \bar{S} die Kündigungsschwelle. Letztere greift ab T .

behörden ist, um CoCo Bonds im zusätzlichen Kernkapital (AT1) anrechnen zu können.⁹ Als dritte Erweiterung wird die Kündigungsentscheidung des Emittenten berücksichtigt. Dieser kann nach Ablauf einer initialen Sperrfrist von T Jahren nach Emission den CoCo Bond zum Kündigungspreis \bar{P} zurückkaufen. Durch diese drei Erweiterungen kann das erweiterte Modell AT1 konforme CoCo Bonds realitätsnaher abbilden, wodurch eine höhere Bewertungsgenauigkeit im Vergleich zu den Standardmodellen mit und ohne Kreditrisiko erwartet werden kann.

Bevor die Bewertungsformeln entwickelt werden, soll zunächst das erweiterte Modell im Detail vorgestellt werden. Abbildung 5.7 veranschaulicht hierzu den Modellrahmen anhand von vier exemplarischen Aktienkursentwicklungen, welche die unterschiedlichen Auszahlungsszenarien des CoCo Bonds bedingen. Die horizontale Linie bei einem Aktienkurs von \underline{S} kennzeichnet die Trigger Schwelle und die vertikale Linie im Zeitpunkt T das Ende der Kündigungssperrfrist. Im Gegensatz zu den Standardmodellen mit und ohne

⁹Für eine ausführliche Diskussion der Anforderungen zur Anrechenbarkeit im zusätzlichen Kernkapital wird auf Kapitel 3 Abschnitt 3.1 verwiesen.

Kreditrisiko enthält das erweiterte Modell nun jedoch eine weitere horizontale Linie ab dem Zeitpunkt T bei einem Aktienkurs von \bar{S} , welche die Kündigungsschwelle kennzeichnet. Betrachtet man den ersten Pfad $A^{(1)}$ (schwarz), zeigt sich, dass der CoCo Bond die Kündigungssperrfrist von t bis T ohne Insolvenz und Wandlung überlebt hat. Da der Aktienkurs nach Ablauf der Sperrfrist unterhalb der Kündigungsschwelle liegt, existiert der CoCo Bond im Gegensatz zu den Standardmodellen auch über den Zeitpunkt T hinaus und der Investor erhält weiterhin die Kuponzahlungen c . Der Pfad $A^{(2)}$ (grün) zeigt das Kündigungsszenario. Hier liegt der Aktienkurs des Emittenten mit Ablauf der Sperrfrist im Zeitpunkt T über der Kündigungsschwelle \bar{S} und der Emittent kündigt zum nächstmöglichen Zeitpunkt zum Kündigungspreis \bar{P} . Dieses Szenario tritt ein, sobald S_t zum Zeitpunkt T auf oder über \bar{S} liegt. Im durch Pfad B (blau) abgebildeten Wandlungsszenario fällt der Aktienkurs im Zeitpunkt τ_C auf die Trigger Schwelle \underline{S} , signalisiert hierdurch das Trigger Event und der CoCo Bond wird in ein Aktienpaket gewandelt oder abgeschrieben. Abschließend zeigt der vierte Pfad C (rot) das Insolvenzzenario. Hier springt der Aktienkurs des Emittenten im Zeitpunkt τ_D auf den Wert null und der CoCo Bond verfällt wertlos.

Vor dem Hintergrund dieses Modellrahmens soll nun eine Bewertungsformel für einen CoCo Bond im erweiterten Modell entwickelt werden. Hierzu ist es hilfreich, das Bewertungsproblem zunächst in die beiden zeitlichen Abschnitte vor und nach Ablauf der Kündigungssperrfrist zu zerlegen.

5.4.1 CoCo Bond nach Ablauf der Kündigungssperrfrist

Begonnen wird mit der Betrachtung des Zeitraums nach Ablauf der Kündigungssperrfrist. Dies ist in Abbildung 5.7 rechts der vertikalen Linie im Zeitpunkt T dargestellt. In gleicher Weise wie in den beiden Standardmodellen in Abschnitt 5.2 und Abschnitt 5.3 wird der CoCo Bond bewertet, indem die Auszahlungsstruktur durch eine Kombination von Finanzinstrumenten nachgebildet wird. Unter Ausschluss von Arbitragegelegenheiten entspricht der Wert des CoCo Bonds dann dem Wert des Duplikationsportfolios.

Anleihekomponente

Solange sich der Aktienkurs zwischen der Trigger Schwelle \underline{S} und Kündigungsschwelle \bar{S} befindet, verhält sich der CoCo Bond wie eine Konsolanleihe, die einen kontinuierlichen Kupon c ausbezahlt. Zudem ist die Anleihe dem Kreditrisiko des Emittenten ausgesetzt.

Der erste Baustein des Portfolios wird somit durch eine riskante Kuponanleihe $B_t^{(1),EM}$ abgebildet, deren Wert gegeben ist durch

$$B_t^{(1),EM} = \int_t^\infty c \cdot e^{-(\lambda+r) \cdot (s-t)} ds = \frac{c}{r + \lambda}. \quad (5.15)$$

5.4.1.1 Allgemeine Herleitung der Zustandspreise

Neben der Auszahlungsstruktur der Anleihekomponente besteht noch die Möglichkeit, dass der CoCo Bond gewandelt oder gekündigt wird. Diese beiden weiteren Komponenten werden über Zustandspreise ohne Endfälligkeit berücksichtigt. Zustandspreise, zurückzuführen auf Arrow und Debreu (1954), besitzen die nützliche Eigenschaft, dass sie bei Eintritt eines vordefinierten Zustands unmittelbar eine Geldeinheit ausbezahlen. In allen anderen Zuständen wird nichts ausbezahlt. Knüpft man den Zustand an den Aktienkurs des Emittenten, stellen Zustandspreise somit eine besondere Form eines Derivats mit dem Aktienkurs des Emittenten als Basiswert dar.

Modelliert man den Wert eines Derivats F_t ohne Endfälligkeit im Zeitpunkt t als Funktion $F(S_t)$ des Aktienkurses S_t , der durch die Dynamik in Gleichung (5.13) getrieben wird, folgt nach Anwendung von Itô's Lemma für Sprung-Diffusionsprozesse¹⁰ die Wertdynamik dF_t des Derivats

$$dF_t = \left[\frac{1}{2} \sigma^2 \cdot S_t^2 \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial S_t^2} + (r - q + \lambda) \cdot S_t \cdot \frac{\partial F}{\partial S_t} \right] dt + \sigma \cdot S_t \cdot \frac{\partial F}{\partial S_t} \cdot dz_t - F_t \cdot dJ_t, \quad (5.16)$$

wobei das Derivat F_t , passend zur Natur der Zustandspreise, über die Zeit keinerlei Zahlungen tätigt und genau wie der CoCo Bond bei Eintritt des Insolvenzereignisses wertlos verfällt.

Da in der betrachteten Modellwelt Arbitragegelegenheiten ausgeschlossen sind, muss die Dynamik des Derivats unter dem risikolosen Maß der Verzinsung der risikolosen Anleihe entsprechen¹¹

$$\mathbb{E}(dF_t) = r \cdot F_t \cdot dt. \quad (5.17)$$

Durch Einsetzen von Gleichung (5.16) in Gleichung (5.17) und unter Berücksichtigung der Verteilungseigenschaften des Wiener-Inkrement dz_t und Poisson-Inkrement dJ_t , wonach

¹⁰Vgl. Merton (1992), S. 73.

¹¹vgl. Shreve (2004), S. 493 ff.

$\mathbb{E}(dz) = 0$ und $\mathbb{E}(dJ) = \lambda \cdot dt$, ergibt sich folgende gewöhnliche Differentialgleichung (ODE)¹²

$$\frac{1}{2}\sigma^2 \cdot S_t^2 \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial S_t^2} + (r - q + \lambda) \cdot S_t \cdot \frac{\partial F}{\partial S_t} - (r + \lambda) \cdot F_t = 0. \quad (5.18)$$

Da ein jedes Derivat $F(S_t)$ ohne Endfälligkeit und mit dem Aktienkurs S_t des Emittenten als Basiswert die ODE in Gleichung (5.18) erfüllen muss, kann in einem weiteren Schritt die allgemeine Lösung¹³

$$F(S_t) = c_1 \cdot S_t^{\gamma_1} + c_2 \cdot S_t^{\gamma_2}, \quad (5.19)$$

mit

$$\gamma_1 = \frac{1}{\sigma^2} \left[q - r - \lambda + \frac{1}{2}\sigma^2 - \sqrt{2(r + \lambda)\sigma^2 + \frac{1}{4}(2(q - r - \lambda) + \sigma^2)^2} \right], \quad (5.20a)$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{\sigma^2} \left[q - r - \lambda + \frac{1}{2}\sigma^2 + \sqrt{2(r + \lambda)\sigma^2 + \frac{1}{4}(2(q - r - \lambda) + \sigma^2)^2} \right], \quad (5.20b)$$

zur Bestimmung der Bewertungsfunktion des Derivats in geschlossener Form genutzt werden.¹⁴ Die Parameter c_1 und c_2 können hierbei durch geeignete Randbedingungen beliebig spezifiziert werden.

Im Folgenden werden nun die Zustandspreise für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ und Kündigung $\overline{C}(S_t)$ als Funktion des Aktienkurses S_t mit Hilfe der allgemeinen Lösung in Gleichung (5.19) entwickelt.

Zustandspreis für Wandlung

Fällt der Aktienkurs S_t des Emittenten auf die Trigger Schwelle \underline{S} wird das Trigger Event signalisiert und somit die Wandlung des CoCo Bonds erzwungen. Um dies abzubilden, wird der Zustandspreis $\underline{C}(S_t)$ konstruiert. Dieser Kontrakt zahlt bei Erreichen der Trigger Schwelle \underline{S} eine Geldeinheit aus und erlischt wertlos, sobald der Aktienkurs auf die Kündigungsschwelle \overline{S} steigt oder aufgrund einer Insolvenz des Emittenten auf den Wert null springt. In allen anderen Zuständen existiert der Kontrakt ohne Auszahlungen.

¹²Üblicherweise ergibt sich an dieser Stelle bei der Derivatebewertung eine partielle Differentialgleichung in Abhängigkeit der Zustände von Basiswert und Zeit. Da das Derivat allerdings ohne Endfälligkeit konstruiert wird, ist die Wertdynamik des Derivats keine Funktion der Zeit und es ergibt sich eine ODE in Abhängigkeit des Aktienkurszustands S_t .

¹³vgl. Dixit (1993), S. 20.

¹⁴Für den Beweis der Gültigkeit der allgemeinen Funktion in Gleichung (5.19) zur Lösung der gewöhnlichen Differentialgleichung in Gleichung (5.18) wird auf Anhang A verwiesen.

Diese Auszahlungsstruktur wird nun zur Bestimmung der Randbedingungen herangezogen, um den Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ zu formulieren. Diese sind gegeben durch

$$\underline{C}(\bar{S}) = 0, \quad (5.21a)$$

$$\underline{C}(\underline{S}) = 1. \quad (5.21b)$$

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen in Gleichung (5.21a) und in Gleichung (5.21b) können nun die Konstanten c_1 und c_2 aus Gleichung (5.19) bestimmt werden.¹⁵ Löst man das System bestehend aus zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten, ergibt sich der Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t als

$$\underline{C}(S_t) = \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_1} - \underline{S}^{\gamma_2} \bar{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_2} - \underline{S}^{\gamma_1} \bar{S}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2} \quad (5.22)$$

Abbildung 5.8: Zustandspreis für Wandlung

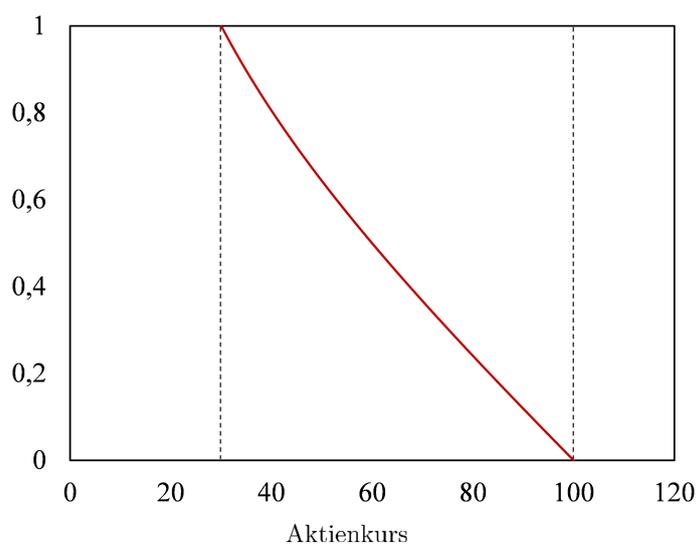


Abbildung 5.8 zeigt den Wert des Zustandspreises $\underline{C}(S_t)$ für Wandlung in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Trigger Schwelle $\underline{S} = 30$ und Kündigungsschwelle $\bar{S} = 100$. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\sigma = 0,35$, $\lambda = 0,02$, $S_c = 100$, $r = 0,01$, $\tau = 5$, $q = 0,02$.

Abbildung 5.8 zeigt den Wertverlauf des Zustandspreises für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t des Emittenten. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass der Zustandspreis nur auf dem Aktienkursintervall $[\underline{S}, \bar{S}]$ definiert ist. Dies wird durch die beiden gestrichelten vertikalen Linien gekennzeichnet. Die linke Linie markiert die Trigger Schwelle $\underline{S} = 30$. Läuft der Aktienkurs von rechts gegen diese Schwelle, konvergiert der Wert der Zustandspreises $\underline{C}(S_t)$ gegen eins. Ebenso konvergiert dieser mit steigendem Ak-

¹⁵Die ausführliche Herleitung der Zustandspreise kann in Anhang B nachvollzogen werden.

tienkurs gegen null. Erreicht der Aktienkurs die Kündigungsschwelle (rechte gestrichelte vertikale Linie), erlischt der Zustandspreis wertlos und nimmt folglich den Wert null an.

Zustandspreis für Kündigung

Gleichermaßen wird nun der Zustandspreis für die Kündigung $\bar{C}(S_t)$ bestimmt. Der Emittent kündigt, sobald der Aktienkurs S_t die Kündigungsschwelle \bar{S} von unten erreicht. Die Randbedingungen sind im Vergleich zum Zustandspreis $\underline{C}(S_t)$ umgekehrt spezifiziert. Bei Erreichen der Kündigungsschwelle \bar{S} zahlt der Zustandspreis $\bar{C}(S_t)$ eine Geldeinheit und bei Erreichen der Trigger Schwelle \underline{S} oder im Falle der Insolvenz des Emittenten verfällt er wertlos. In allen anderen Zuständen existiert der Zustandspreis, leistet aber keine Zahlungen.

Hieraus folgen die Randbedingungen des Zustandspreises für Kündigung $\bar{C}(S_t)$

$$\bar{C}(\bar{S}) = 1, \quad (5.23a)$$

$$\bar{C}(\underline{S}) = 0. \quad (5.23b)$$

Mit Hilfe dieser beiden Randbedingungen in Gleichung (5.23a) und in Gleichung (5.23b) wird nun analog wie im Falle des Zustandspreises für Wandlung vorgegangen und die Konstanten der allgemeinen Lösung bestimmt.

Der Wert des Zustandspreises für Kündigung $\bar{C}(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t ergibt sich dann als

$$\bar{C}(S_t) = \frac{1}{\bar{S}^{\gamma_1} - \bar{S}^{\gamma_1} \underline{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{\bar{S}^{\gamma_2} - \bar{S}^{\gamma_1} \underline{S}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2}. \quad (5.24)$$

Abbildung 5.9 bildet den Wertverlauf des Zustandspreises für Kündigung $\bar{C}(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t ab. Wie aus der Abbildung 5.8 des Zustandspreises für Wandlung bekannt, bewegt sich der Wert zwischen der Trigger Schwelle \underline{S} und der Kündigungsschwelle \bar{S} . Mit steigendem Aktienkurs steigt der Wert des Zustandspreises $\bar{C}(S_t)$ an und konvergiert gegen eins. Genau mit Erreichen der Kündigungsschwelle zahlt der Zustandspreis eine Geldeinheit aus und nimmt somit den Wert eins an. Mit fallendem Aktienkurs sinkt jedoch auch die Wahrscheinlichkeit einer Auszahlung und steigt die Gefahr eines wertlosen Verfalls durch Erreichen der Trigger Schwelle. Aus diesem Grund sinkt auch der Wert des Zustandspreises für Kündigung. Bei Erreichen der Trigger Schwelle \underline{S} und einer Insolvenz des Emittenten erlischt der Zustandspreis.

Mit diesen beiden Zustandspreisen für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ und Kündigung $\bar{C}(S_t)$ kann nun die Auszahlungsstruktur des CoCo Bonds dupliziert werden. Bleibt der Aktienkurs nach

Abbildung 5.9: Zustandspreis für Kündigung

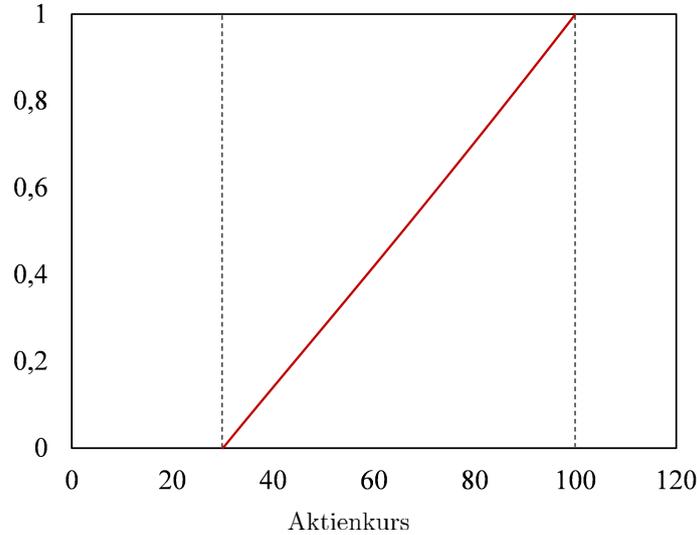


Abbildung 5.9 zeigt den Wert des Zustandspreises $\bar{C}(S_t)$ für Kündigung in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Trigger Schwelle $\underline{S} = 30$ und die Kündigungsschwelle $\bar{S} = 100$. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\sigma = 0,35$, $\lambda = 0,02$, $S_c = 100$, $r = 0,01$, $\tau = 5$, $q = 0,02$.

Ablauf der Kündigungssperrfrist zwischen den beiden Schwellen für Wandlung und Kündigung, besitzt der CoCo Bond den Charakter einer riskanten Kuponanleihe, deren Wert durch den ersten Baustein $B_t^{(1),EM}$ gegeben ist. Erreicht der Aktienkurs S_t allerdings die Trigger Schwelle \underline{S} , tritt das Trigger Event ein und der CoCo Bond wird entweder in ein Aktienpaket gewandelt oder um den Abschreibungssatz α reduziert. In dieser Situation nimmt der CoCo Bond den Wert \underline{P} an, welcher im Falle der Aktienwandlung $n \cdot \underline{S}$ oder im Falle der Abschreibung $(1 - \alpha) \cdot B_t^{(1),EM}$ entspricht. Trifft der Aktienkurs im Laufe der Zeit auf die Kündigungsschwelle \bar{S} , so kündigt der Emittent den CoCo Bond unmittelbar zum Kündigungspreis \bar{P} . Liegt der Aktienkurs unmittelbar nach Ablauf der Kündigungssperrfrist auf oder oberhalb der Kündigungsschwelle \underline{S} , wird sofort zu \bar{P} gekündigt. Diese potentiellen Auszahlungen werden nun jeweils mit den zugehörigen Zustandspreisen $\underline{C}(S_t)$ und $\bar{C}(S_t)$ gewichtet.

Im erweiterten Modell ergibt sich der Wert $P_t^{EM,P}$ eines CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperre im Zeitpunkt $t > T$ als folgende geschlossene Bewertungsfunktion

$$P_t^{EM,P} = \begin{cases} B_t^{(1),EM} + \underline{C}(S_t) \cdot (\underline{P} - B_t^{(1),EM}) + \bar{C}(S_t) \cdot (\bar{P} - B_t^{(1),EM}) & , \underline{S} \leq S_t \leq \bar{S} \\ \bar{P} & , \bar{S} < S_t, \end{cases} \quad (5.25)$$

wobei der Wert des CoCo Bonds \underline{P} bei Eintritt des Trigger Events in Abhängigkeit des Wandlungstyps festgelegt ist durch

$$\underline{P} = \begin{cases} n \cdot \underline{S} & , \text{ für EC} \\ (1 - \alpha) \cdot B_t^{(1),EM} & , \text{ für WD.} \end{cases} \quad (5.26)$$

5.4.1.2 Optimale Kündigungsentscheidung des Emittenten

In einem nächsten Schritt gilt es nun die Schwellen \underline{S} und \bar{S} der Zustandspreise festzulegen. Wie bereits in Kapitel 2 diskutiert wurde, wird das Trigger Event signalisiert, sobald eine vertraglich festgelegte Trigger Schwelle erreicht wird. Die Trigger Schwelle \underline{S} wird somit exogen durch die Anleihebedingungen des CoCo Bonds festgelegt. Im Gegensatz dazu entscheidet der Emittent in welchem Moment bzw. bei welchem Aktienkurs er von seinem Kündigungsrecht Gebrauch macht. Die Kündigungsschwelle \bar{S} ist somit ein endogener Parameter und durch das optimale Verhalten des Emittenten zu bestimmen.

Es wird angenommen, dass der Emittent bei seiner Kündigungsentscheidung im Sinne von Brennan und Schwartz (1977) und Ingersoll (1977) vorgeht und zu dem Aktienkurs kündigt, der den Wert des CoCo Bonds minimiert.¹⁶ Ausgehend von dieser Kündigungsstrategie kann nun die optimale Kündigungsschwelle mit Hilfe der Smooth-Pasting Bedingung

$$\left. \frac{\partial P^{EM,P}}{\partial S_t} \right|_{S_t = \bar{S}^*} = 0 \quad (5.27)$$

bestimmt werden (vgl. Sarkar, 2003). Die linke Seite von Gleichung (5.27) entspricht der ersten Ableitung der Bewertungsfunktion des CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist in Gleichung (5.25), wobei der Aktienkurs S_t an der Kündigungsschwelle \bar{S} evaluiert wird. Die rechte Seite entspricht der ersten Ableitung der Auszahlungsfunktion bei Kündigung. Da dies im vorliegenden Fall der konstante Kündigungspreis \bar{P} ist, ergibt sich als Ableitung der Wert null. Die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* löst folgende Gleichung

$$\frac{\left(\bar{P} - \frac{c}{r+\lambda}\right) \cdot \left(\gamma_1 \cdot \underline{S}^{\gamma_2} \cdot \bar{S}^{\gamma_1} - \gamma_2 \cdot \underline{S}^{\gamma_1} \cdot \bar{S}^{\gamma_2}\right) - \left(\underline{P} - \frac{c}{r+\lambda}\right) \cdot (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot \bar{S}^{\gamma_1 + \gamma_2}}{\bar{S} \cdot \left(\underline{S}^{\gamma_2} \cdot \bar{S}^{\gamma_1} - \underline{S}^{\gamma_1} \cdot \bar{S}^{\gamma_2}\right)} = 0 \quad (5.28)$$

und kann durch Anwendung numerischer Lösungsverfahren bestimmt werden.

¹⁶Für eine ausführliche Diskussion optimaler Kündigungsentscheidungen bei CoCo Bonds wird auf Koziol und Roßmann (2019) verwiesen.

Abbildung 5.10: CoCo Bond im erweiterten Modell

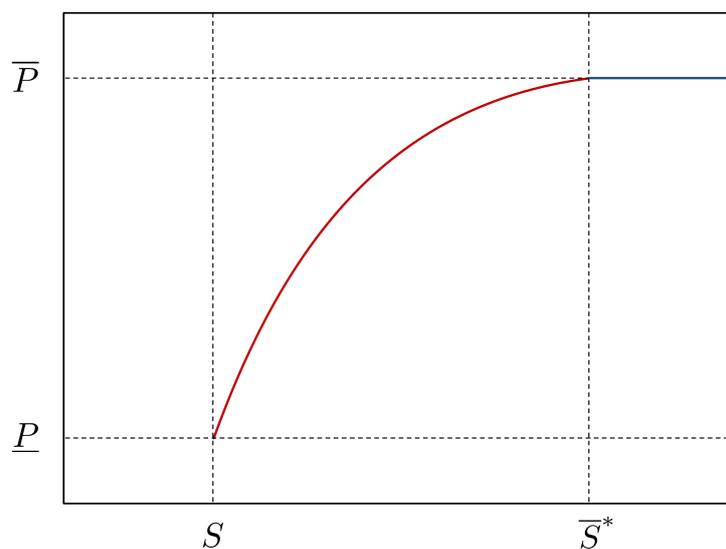


Abbildung 5.10 zeigt den Wert des CoCo Bonds $P_t^{EM,P}$ nach Ablauf der Kündigungssperrfrist in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t des Emittenten. Liegt der Aktienkurs mit Ablauf der Kündigungsschwelle über oder auf der Kündigungsschwelle so entspricht der Wert des CoCo Bonds dem Kündigungspreis \bar{P} . Dies wird durch den blauen Abschnitt des Graphen abgebildet. Ebenso enthält die Abbildung die Trigger Schwelle \underline{S} und die (optimale) Kündigungsschwelle \bar{S}^* als gestrichelte vertikale Linien. Die mit den Schwellwerten verbundenen CoCo Bond Werte sind durch gestrichelt horizontale Linien gekennzeichnet. Der Wert des CoCo Bonds entspricht \underline{P} bei Wandlung und \bar{P} bei Kündigung.

Abbildung 5.10 zeigt den Wert des CoCo Bonds $P_t^{EM,P}$ im erweiterten Modell nach Ablauf der Kündigungssperrfrist in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Ausgehend von einem Aktienkurs zwischen der Trigger Schwelle \underline{S} und der Kündigungsschwelle \bar{S} zeigt sich, dass der Wert des CoCo Bonds monoton im Aktienkurs steigt und mit Erreichen der vom Emittenten optimal gewählten Kündigungsschwelle \bar{S}^* dem Kündigungspreis \bar{P} entspricht. Fällt der Aktienkurs hingegen auf die Schwelle \underline{S} , wird das Trigger Event signalisiert und der CoCo Bond gewandelt. In diesem Moment nimmt der CoCo Bond den Wert \underline{P} des Aktienpakets bzw. der abgeschriebenen riskanten Kuponanleihe an. Aktienkurse oberhalb der Kündigungsschwelle sind ausschließlich möglich, wenn diese unmittelbar mit Ablauf der Kündigungssperrfrist beobachtet werden. In diesem Moment kündigt der Emittent unmittelbar nach Ablauf der Sperrfrist im Zeitpunkt T zu \bar{P} . Dies ist durch den blauen Abschnitt des Graphen abgebildet.

5.4.2 CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist

Nachdem nun der Wert eines CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist bestimmt wurde, beschäftigt sich dieser Abschnitt mit dem CoCo Bond innerhalb der Sperrfrist. Dies ist in Abbildung 5.7 durch den Bereich links der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt

T (vertikale Linie) dargestellt. Hier sind drei sich gegenseitig ausschließende Szenarien möglich. Erstens, der CoCo überlebt die Kündigungssperrfrist ohne zuvor gewandelt zu werden oder auszufallen ($A: T < \tau_C \wedge T < \tau_D$). Zweitens, der CoCo Bond wird innerhalb der Sperrfrist im Zeitpunkt τ_C gewandelt, bevor der Emittent ausfällt ($B: \tau_C < T \wedge \tau_C < \tau_D$). Drittens, der Emittent fällt innerhalb der Sperrfrist im Zeitpunkt τ_D aus, bevor der CoCo Bond gewandelt wird ($C: \tau_D < T \wedge \tau_D < \tau_C$).

Mit Hilfe dieser drei sich gegenseitig ausschließenden aber gemeinsam das Modell vollständig beschreibenden Szenarien, kann der Wert P_t^{EM} eines CoCo Bonds mit Kündigungssperrfrist als Erwartungswert der diskontierten Auszahlungen unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß \mathbb{Q} ermittelt werden

$$P_t^{EM} = E_t \left[A \cdot \mathbb{1}_{\{T < \tau_C \wedge T < \tau_D\}} + B \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_C < T \wedge \tau_C < \tau_D\}} + C \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_D < T \wedge \tau_D < \tau_C\}} \right]. \quad (5.29)$$

A , B und C stehen hierbei für die diskontierten Auszahlungen des CoCo Bonds im jeweiligen, durch die Indikatorfunktion $\mathbb{1}_{\{\cdot\}}$ angegebenen Aktienkursszenario innerhalb der Kündigungssperrfrist.

In Szenario A überlebt der CoCo Bond die Kündigungssperrfrist nach Emission. Am Ende der Sperrfrist liegt der Aktienkurs somit definitiv über der Trigger Schwelle \underline{S} . Liegt der Aktienkurs an dieser Stelle auf oder über der Kündigungsschwelle \bar{S} (Pfad $A_{(2)}$ in Abbildung 5.7), dann kündigt der Emittent den CoCo Bond unmittelbar zum Preis \bar{P} . Liegt S_t zwischen den Schwellen \underline{S} und \bar{S} (Pfad $A_{(1)}$) dann existiert der, nun kündbare, CoCo Bond weiterhin. Der Wert wird in diesem Fall durch $P_T^{EM,P}$ in Gleichung (5.25) beschrieben. Zudem leistet der CoCo Bond in beiden Fällen während der Kündigungssperrfrist kontinuierliche Kuponzahlungen, deren Wert $K^{(A)}$ im Zeitpunkt t gegeben ist durch

$$K_t^{(A)} = \int_t^T c \cdot e^{-r \cdot (s-t)} ds = \frac{c}{r} \cdot \left(1 - e^{-r \cdot (T-t)} \right). \quad (5.30)$$

Im Wandlungsszenario B fällt der Aktienkurs im Zeitpunkt τ_C auf die Trigger Schwelle \underline{S} und der CoCo Bond wird gewandelt (Pfad B in Abbildung 5.7). In diesem Zeitpunkt τ_C entspricht der Wert des CoCo Bonds dem eines Aktienpakets $n \cdot \underline{S}$ bzw. dem einer riskanten Kuponanleihe nach erfolgter Abschreibung $(1 - \alpha) \cdot B_t^{(1),EM}$. Zudem leistet der CoCo Bond bis zur Wandlung in τ_C Kuponzahlungen, deren Barwert $K_t^{(B)}$ im Zeitpunkt t gegeben ist durch

$$K_t^{(B)} = \int_t^{\tau_C} c \cdot e^{-r \cdot (s-t)} ds = \frac{c}{r} \cdot \left(1 - e^{-r \cdot (\tau_C-t)} \right). \quad (5.31)$$

Im Szenario C fällt der Emittent im Zeitpunkt τ_D aus, bevor das Trigger Event eingetreten ist (Pfad C in Abbildung 5.7). Folglich verfällt der CoCo Bond in diesem Moment wertlos. Bis zum Insolvenzzeitpunkt in τ_D werden jedoch noch Kupons gezahlt, die es bei der Bewertung zu berücksichtigen gilt. Der Wert $K_t^{(C)}$ der im Insolvenzzenario geleisteten Kuponzahlungen im Zeitpunkt t ergibt sich als

$$K_t^{(C)} = \int_t^{\tau_D} c \cdot e^{-r \cdot (s-t)} ds = \frac{c}{r} \cdot \left(1 - e^{-r \cdot (\tau_D - t)}\right). \quad (5.32)$$

Die Auszahlungsstruktur des CoCo Bonds innerhalb der Kündigungssperrfrist in Abhängigkeit der Szenarien A , B und C ist somit gegeben durch

$$\begin{aligned} A &= P_T^{EM,P} \cdot e^{-r \cdot (T-t)} + K_t^{(A)} && \text{Überlebensszenario,} \\ B &= \underline{P} \cdot e^{-r \cdot (\tau_C - t)} + K_t^{(B)} && \text{Wandlungsszenario,} \\ C &= K_t^{(C)} && \text{Insolvenzzenario.} \end{aligned}$$

Im Gegensatz zum Standardmodell aus Abschnitt 5.2 und dem Standardmodell mit Kreditrisiko in Abschnitt 5.3 werden im erweiterten Modell nicht nur alle relevanten Risikoquellen bei der Bewertung berücksichtigt, sondern insbesondere eine realistische Produktstruktur modelliert, welche auf gehandelte AT1 CoCo Bonds ausgerichtet ist. Die umfassendere Produktstruktur kommt zum Ausdruck durch die Modellierung des korrekten Wandlungszeitpunkts, die Berücksichtigung der unendlichen Laufzeit, der Kündigungsstrategie des Emittenten und der Kündigungssperrfrist nach Emission. Hierdurch kann das erweiterte Modell die effektive Laufzeit von CoCo Bonds wesentlich besser abbilden, wodurch eine präzisere Bewertung ermöglicht werden sollte. Diese Vorteile gehen jedoch auf Kosten einer nun nicht mehr geschlossenen Lösung innerhalb der Sperrfrist.

Zusammenfassung (Erweitertes Modell)

Im erweiterten Modell wird ein CoCo Bond betrachtet, der kontinuierliche Kuponzahlungen leistet und nach Ablauf einer vorgelagerten Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T jederzeit durch den Emittenten gekündigt werden kann. Außerdem besteht die Gefahr, dass der CoCo Bond aufgrund einer Insolvenz des Emittenten wertlos verfällt. Das erweiterte Modell umfasst somit vier mögliche Szenarien: (i) der CoCo Bond besteht auch nach Ablauf der Kündigungssperrfrist weiterhin, da der Aktienkurs zwischen der Trigger Schwelle \underline{S} und der Kündigungsschwelle \bar{S} liegt. (ii) Der Aktienkurs liegt mit Ablauf der Kündigungssperrfrist auf oder über der Kündigungsschwelle \bar{S} und der CoCo Bond

wird zum Preis \bar{P} gekündigt. (iii) Der CoCo Bond wird gewandelt, da der Aktienkurs die Trigger Schwelle \underline{S} erreicht, und der Wert beträgt \underline{P} . Die verbleibenden Kuponzahlungen verfallen wertlos. (iv) der CoCo Bond verfällt aufgrund einer Insolvenz des Emittenten wertlos.

Im erweiterten Modell ergibt sich zunächst der Wert $P_t^{EM,P}$ eines CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt $t > T$ als folgende Bewertungsfunktion

$$P_t^{EM,P} = \begin{cases} B_t^{(1),EM} + \underline{C}_t \cdot (\underline{P} - B_t^{(1),EM}) + \bar{C}_t \cdot (\bar{P} - B_t^{(1),EM}) & , \underline{S} \leq S_t \leq \bar{S} \\ \bar{P} & , \bar{S} < S_t, \end{cases}$$

wobei der Wert des CoCo Bonds \underline{P} bei Eintritt des Trigger Events in Abhängigkeit des Wandlungstyps festgelegt ist

$$\underline{P} = \begin{cases} n \cdot \underline{S} & , \text{für EC} \\ (1 - \alpha) \cdot B_t^{(1),EM} & , \text{für WD.} \end{cases}$$

Während die Trigger Schwelle \underline{S} hierbei exogen durch den CoCo Bond Kontrakt gegeben ist, entscheidet der Emittent über den Zeitpunkt der Kündigung. Die Kündigungsschwelle \bar{S} folgt somit aus dem optimalen Verhalten des Emittenten und wird durch Gleichung (5.28) ermittelt.

Durch risikoneutrale Bewertung kann auch innerhalb der Kündigungssperrfrist der Wert P_t^{EM} eines CoCo Bonds als Erwartungswert der diskontierten Auszahlungen in den sich gegenseitig ausschließenden Szenarien A Überleben, B Wandlung und C Insolvenz unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß \mathbb{Q} ermittelt werden

$$P_t^{EM} = E_t \left[A \cdot \mathbb{1}_{\{T < \tau_C \wedge T < \tau_D\}} + B \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_C < T \wedge T < \tau_D\}} + C \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_D < T \wedge T < \tau_C\}} \right].$$

Verglichen mit dem Standardmodell mit Kreditrisiko liegt der Vorteil des erweiterten Modells in einer auf gehandelte AT1 CoCo Bonds ausgerichteten und somit realistischeren Produktstruktur. Diese kommt durch die Modellierung (i) des korrekten Wandlungszeitpunkts, die Berücksichtigung der (ii) unendlichen Laufzeit, (iii) der Kündigungsstrategie des Emittenten und (iv) der Kündigungssperrfrist nach Emission zum Ausdruck. So kann die effektive Laufzeit von CoCo Bonds durch das erweiterte Modell deutlich besser abgebildet und so eine präzise Bewertung ermöglicht werden. Diese Verbesserung wird sich jedoch mit dem Verlust einer geschlossenen Lösung erkaufen.

5.5 Erweitertes Modell mit Kuponstopp

Aus Investorenperspektive scheinen auf den ersten Blick die Wandlung und die Insolvenz des Emittenten die wesentlichen Verlustquellen von CoCo Bonds darzustellen.¹⁷ Hierbei wird allerdings die Gefahr eines Kuponstopps vernachlässigt.¹⁸ In diesem Abschnitt soll nun diese Gefahr bei der Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden. Hierzu wird das in Abschnitt 5.4 entwickelte Modell um die Möglichkeit eines (temporären) Kuponstopps erweitert.

Zur Veranschaulichung der Erweiterungen zeigt Abbildung 5.11 fünf exemplarische Pfade des Aktienkurses. Zusätzlich zur Trigger Schwelle \underline{S} und Kündigungsschwelle \bar{S} , die beide aus dem erweiterten Modell bekannt sind, beinhaltet das Modell mit Kuponstopp zwei weitere dazwischenliegende Schwellen $S_{\underline{K}}$ und $S_{\bar{K}}$, d.h. es gilt $\underline{S} < S_{\underline{K}} < S_{\bar{K}} < \bar{S}$. Erreicht der Aktienkurs die Schwelle $S_{\underline{K}}$ von oben, stellt der CoCo Bond die Kuponzahlungen ein und existiert weiterhin. Die Schwelle $S_{\bar{K}}$ ist nur für einen kuponlosen CoCo Bond aktiv und führt zur Reaktivierung der Kuponzahlungen, wenn der Aktienkurs nach Einstellung der Kuponzahlungen von unten auf die Schwelle trifft. Als Ausgangspunkt soll nun der Aktienkurs eines Emittenten im Zeitpunkt S_t betrachtet werden, dessen CoCo Bonds Kuponzahlungen leistet. Bewegt sich S_t seitwärts (schwarzer Graph) oder steigend (grüner Graph), überlebt der CoCo Bond die Kündigungssperrfrist ohne Kuponstopp und Insolvenz. Liegt der Aktienkurs am Ende der Sperrfrist T zwischen der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ und der Kündigungsschwelle \bar{S} , existiert der nun kündbare CoCo Bond weiterhin (Pfad $A^{(1)}$) und leistet Kuponzahlungen. Liegt der Aktienkurs auf oder über der Kündigungsschwelle \bar{S} , kündigt der Emittent unmittelbar und der CoCo Bond verschwindet. Betrachtet man Pfad $B^{(1)}$, zeigt sich ein fallender Aktienkurs (blauer Graph) der im Zeitpunkt $\tau_{\underline{K}}$ die Schwelle $S_{\underline{K}}$ von oben berührt. In dieser Situation stellt der CoCo Bond die Kuponzahlungen ein und existiert weiterhin kuponlos. In diesem Moment werden die Schwellen \underline{S} und $S_{\bar{K}}$ aktiviert und die Schwellen $S_{\underline{K}}$ und \bar{S} deaktiviert. Folgt man nun dem blauen Pfad $B^{(1)}$ nach dem Kuponstopp, fällt der Aktienkurs weiter und erreicht im Zeitpunkt τ_C die Trigger Schwelle \underline{S} . In diesem Moment wird der CoCo Bond unmittelbar gewandelt. Folgt man jedoch nach erfolgtem Kuponstopp dem gelben, aus dem blauen Pfad entspringenden, Pfad $B^{(2)}$, steigt der Aktienkurs wieder an und erreicht im Zeitpunkt $\tau_{\bar{K}}$ die (obere graue) Schwelle $S_{\bar{K}}$. Hier werden die Kuponzahlungen reaktiviert

¹⁷Implizit wird hier angenommen, dass der CoCo Bond durch die Wandlung an Wert verliert. Diese Annahme scheint vor dem Hintergrund gehandelter CoCo Bonds vertretbar. Siehe hierzu auch Kapitel 3 Abschnitt 3.2.4.3 sowie das Beispiel des ersten gewandelten CoCo Bonds der Banco Popular Español in Kapitel 3 Abschnitt 3.3.1.

¹⁸Die Aufsichtsbehörde besitzt die Möglichkeit, die Kuponzahlungen zu stoppen, sobald der Emittent Eigenkapitalvorschriften verletzt. Außerdem erfüllt die Einstellung der Kuponzahlungen bei CoCo Bonds keinen Insolvenztatbestand. Für eine ausführliche Diskussion der aufsichtsrechtlichen Behandlung der Kuponzahlungen wird auf Kapitel 3 Abschnitt 3.1 verwiesen.

Abbildung 5.11: Erweitertes Modell mit Kuponstopp

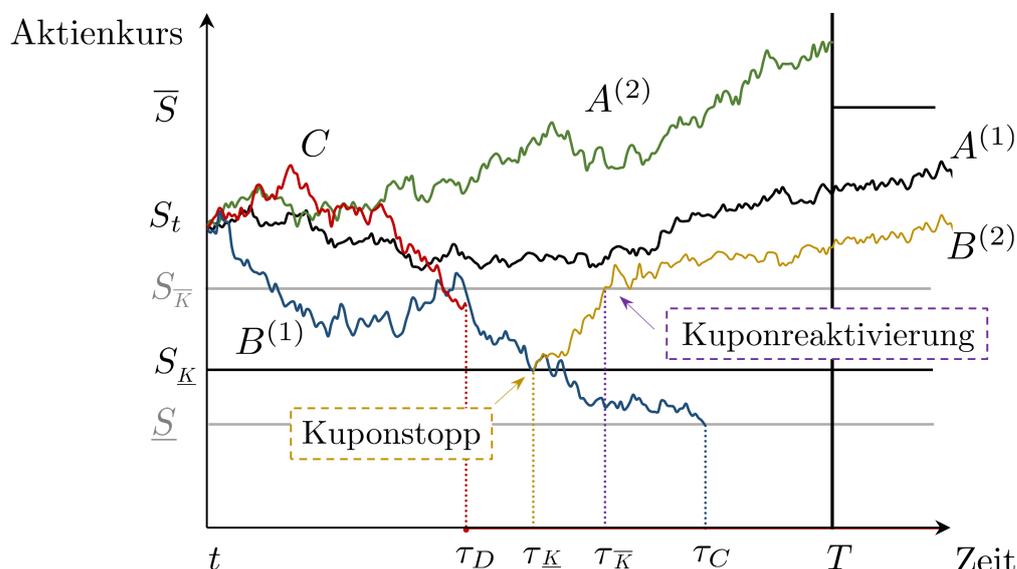


Abbildung 5.11 bietet eine vereinfachte Übersicht fünf exemplarischer Aktienkursentwicklungen im erweiterten Modellrahmen mit Kuponstopp. Ausgangspunkt ist der Aktienkurs einer Bank, deren CoCo Bond bereits emittiert ist und Kuponzahlungen leistet. Pfad $A^{(1)}$ (schwarzer Graph) zeigt hierbei das Überlebensszenario, in dem auch mit Ablauf der Sperrfrist nicht gekündigt wird. Bei Pfad $A^{(2)}$ (grüner Graph) wird nach dem Überleben der Kündigungssperfrist unmittelbar gekündigt, da der Aktienkurs S_t über der Kündigungsschwelle \bar{S} liegt. Bei Pfad $B^{(1)}$ (blauer Graph) fällt der Aktienkurs im Zeitpunkt τ_K auf die Kuponstoppschwelle S_K . Nach Einstellung der Kuponzahlungen fällt der Aktienkurs weiter und erreicht im Zeitpunkt τ_C die Trigger Schwelle \underline{S} . Pfad $B^{(2)}$ (gelber Graph) entspringt im Zeitpunkt τ_K aus Pfad $B^{(1)}$. Nach dem Kuponstopp steigt der Aktienkurs an und erreicht im Zeitpunkt $\tau_{\bar{K}}$ die Schwelle $S_{\bar{K}}$ an der die Kuponzahlungen wieder reaktiviert werden. Pfad C (roter Graph) zeigt das Insolvenzszenario, in dem der Emittent im Zeitpunkt τ_D ausfällt und der Aktienkurs auf null springt. Die grauen horizontalen Linien bei \underline{S} und $S_{\bar{K}}$ kennzeichnen die Trigger und Kuponreaktivierungsschwelle. Diese werden aktiv, sobald der Emittent die Kuponstoppschwelle (horizontale schwarze Linie bei S_K) erreicht hat. Die horizontale schwarze Linie bei \bar{S} kennzeichnet die Kündigungsschwelle, die vertikale Linie im Zeitpunkt T das Ende der Kündigungssperfrist. Prinzipiell sind noch weitere Szenarien denkbar, die aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt werden.

und der CoCo Bond befindet sich wieder im Zustand der Ausgangssituation, wonach der CoCo Bond entweder die verbleibende Sperrfrist überlebt, die Kuponzahlungen einstellt oder ausfällt. Ein weiteres nicht abgebildetes Szenario besteht darin, dass sich der Aktienkurs, nachdem er die Kuponstoppschwelle S_K passiert, bis zum Ende der Sperrfrist zwischen den Schwellen \underline{S} und $S_{\bar{K}}$ bewegt. In diesem Fall existiert der CoCo Bond weiter ohne Kuponzahlungen.

Wie im erweiterten Modell wird das Bewertungsproblem in die Zeiträume vor und nach der Kündigungssperrfrist geteilt. Zunächst wird sich auf letzteren Zeitraum fokussiert und ein CoCo Bond nach Ablauf der Kündigungssperrfrist bewertet.

5.5.1 CoCo Bond nach Ablauf der Kündigungssperrfrist

Mit Ablauf der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T existiert der CoCo Bond entweder in Form eines kündbaren CoCo Bonds $F(S_t)$ oder als kuponloser CoCo Bond $G(S_t)$, deren Werte sowohl an der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ als auch an der Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\overline{K}}$ übereinstimmen. In einem ersten Schritt wird der Wert des kündbaren CoCo Bonds $F(S_t)$ in Abhängigkeit des kuponlosen CoCo Bonds $G(S_t)$ bestimmt. In einem zweiten Schritt wird dann $G(S_t)$ entwickelt und die Bewertungsfunktion eines CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist formuliert.

5.5.1.1 Kündbarer CoCo Bond

Verglichen mit dem erweiterten Modell verhält sich der kündbare CoCo Bond im erweiterten Modell mit Kuponstopp bis auf die untere Schwelle identisch. Steigt der Aktienkurs S_t des Emittenten auf die Kündigungsschwelle \overline{S} , kündigt der Emittent den CoCo Bond unverzüglich zum Kündigungspreis \overline{P} . Fällt der Aktienkurs jedoch auf eine untere Schwelle $S_{\underline{K}}$, dann stellt der kündbare CoCo Bond $F(S_t)$ im Modell mit Kuponstopp die Kuponzahlungen ein und existiert weiterhin in Form eines kuponlosen CoCo Bonds. Da $\underline{S} < S_{\underline{K}}$ gilt, tritt dies immer ein, bevor der CoCo Bond überhaupt gewandelt werden kann. Im Zeitpunkt des Kuponstopps $\tau_{\underline{K}}$ geht der CoCo Bond in seiner Gestalt von einem kündbaren CoCo Bond $F(S_t)$ in einen kuponlosen CoCo Bond $G(S_t)$ über. An dieser Übergangsstelle muss der Wert beider Funktionen übereinstimmen, d.h. $F(S_{\underline{K}}) = G(S_{\underline{K}})$.

Bei der Bewertung wird nun genauso wie im Falle des kündbaren CoCo Bonds im erweiterten Modell vorgegangen und die Zustandspreise formuliert, mit denen das Auszahlungsprofil dupliziert werden kann.

Anleihekomponente

Weiterhin zahlt der CoCo Bond eine kontinuierliche Kuponrate c , solange sich der Aktienkurs S_t zwischen der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ und der Kündigungsschwelle \overline{S} bewegt. Dies wird durch die riskante Kuponanleihe $B_t^{(1),EM}$ in Gleichung (5.15) abgebildet.

Zustandspreis für Kündigung

Der Emittent kündigt den CoCo Bond, sobald der Aktienkurs S_t die Kündigungsschwelle \bar{S} von unten erreicht. Dies wird über den Kündigungszustandspreis $\bar{C}'(S_t)$ abgebildet.¹⁹ Genau bei Kündigung zahlt der Zustandspreis $\bar{C}'(S_t)$ eine Geldeinheit. Bei Erreichen der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ oder im Falle der Insolvenz des Emittenten verfällt der Zustandspreis wertlos. In allen anderen Zuständen existiert der Zustandspreis, leistet aber keine Zahlungen.

Hieraus folgen die Randbedingungen des Zustandspreises für Kündigung $\bar{C}'(S_t)$ im erweiterten Modell mit Kuponstopp

$$\bar{C}'(\bar{S}) = 1, \quad (5.33a)$$

$$\bar{C}'(S_{\underline{K}}) = 0, \quad (5.33b)$$

mit deren Hilfe die Konstanten c_1 und c_2 aus Gleichung (5.19) bestimmt werden. Der Wert des Zustandspreises für Kündigung $\bar{C}'(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t entspricht dann

$$\bar{C}'(S_t) = \frac{1}{\bar{S}^{\gamma_1} - \bar{S}^{\gamma_1} S_{\underline{K}}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{\bar{S}^{\gamma_2} - \bar{S}^{\gamma_1} S_{\underline{K}}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2}. \quad (5.34)$$

Da kein wesentlicher Unterschied im qualitativen Verlauf der Wertfunktion der Zustandspreise in diesem Modell zu denen im erweiterten Modell ohne Kuponstopp besteht, wird an dieser Stelle für eine Veranschaulichung des Wertverlaufs auf Abbildung 5.9 in Abschnitt 5.4.1.1 verwiesen.

Zustandspreis für Kuponstopp

Die Kuponzahlungen werden eingestellt, sobald der Aktienkurs S_t auf die Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ fällt. Dies wird durch den Zustandspreis $C_{\underline{K}}(S_t)$ berücksichtigt, der nur dann eine Geldeinheit ausbezahlt, wenn der Aktienkurs S_t die Schwelle $S_{\underline{K}}$ erreicht, und wertlos verfällt, wenn die Kündigungsschwelle \bar{S} erreicht wird oder der Emittent ausfällt. Zwischen den Schwellen existiert das Derivat, leistet jedoch keine Zahlungen.

¹⁹Der Kündigungszustandspreis $\bar{C}'(S_t)$ in diesem Modell unterscheidet sich von $\bar{C}(S_t)$ im erweiterten Modell ohne Kuponstopp durch die untere Barriere $S_{\underline{K}}$, an welcher der Zustandspreis wertlos erlischt. Dies wird durch den Strich indiziert.

Die Randbedingungen des Zustandspreises $C_{\underline{K}}(S_t)$ für den Kuponstopp sind entsprechend gegeben durch

$$C_{\underline{K}}(\bar{S}) = 0, \quad (5.35a)$$

$$C_{\underline{K}}(S_{\underline{K}}) = 1. \quad (5.35b)$$

Die Randbedingungen in Gleichung (5.35a) und in Gleichung (5.35b) legen die Konstanten c_1 und c_2 der allgemeinen Lösungsformel aus Gleichung (5.19) fest und es ergibt sich der Zustandspreis²⁰ $C_{\underline{K}}(S_t)$ für den Kuponstopp in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t

$$C_{\underline{K}}(S_t) = \frac{1}{S_{\underline{K}}^{\gamma_1} - S_{\underline{K}}^{\gamma_2} \bar{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{S_{\underline{K}}^{\gamma_2} - S_{\underline{K}}^{\gamma_1} \bar{S}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2}. \quad (5.36)$$

Zur Bewertung des kündbaren CoCo Bonds $F(S_t)$ wird nun das Auszahlungsprofil mit Hilfe der Kuponanleihe $B_t^{(1),EM}$ in Gleichung (5.15) und den Zustandspreisen für Kündigung $\bar{C}'(S_t)$ in Gleichung (5.34) und Kuponstopp $C_{\underline{K}}(S_t)$ in Gleichung (5.36) dupliziert. Die Kündigung erfolgt zum Preis \bar{P} , sobald der Aktienkurs die Kündigungsschwelle \bar{S} erreicht. Fällt der Aktienkurs auf die Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$, werden die Kuponzahlungen eingestellt und der Wert des CoCo Bonds entspricht dem seines kuponlosen Gegenparts $G(S_{\underline{K}})$. Fällt der Emittent aus, verfällt auch der CoCo Bond wertlos.

Der Wert eines kündbaren CoCo Bonds $F(S_t)$ ist definiert auf dem Intervall $S_{\underline{K}} \leq S_t \leq \bar{S}$ und ergibt sich durch

$$F_t(S_t) = B_t^{(1),EM} + C_{\underline{K}}(S_t) \cdot \left(G(S_{\underline{K}}) - B_t^{(1),EM} \right) + \bar{C}'(S_t) \cdot \left(\bar{P} - B_t^{(1),EM} \right) \quad (5.37)$$

wobei $G(S_{\underline{K}})$ dem Wert des kuponlosen CoCo Bonds an der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ entspricht. Die Wertfunktion $G(S_t)$ des kuponlosen CoCo Bonds wird im folgenden Abschnitt entwickelt.

5.5.1.2 Kuponloser CoCo Bond

In einem nächsten Schritt wird nun ein CoCo Bond betrachtet, dessen Kuponzahlungen eingestellt wurden. Der Aktienkurs S_t des Emittenten hat somit bereits die Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ erreicht und befindet sich aktuell zwischen der oberen Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ und der unteren Trigger Schwelle \underline{S} . Genauso wie im Falle des kündbaren CoCo Bonds wird die Wertfunktion $G(S_t)$ des kuponlosen CoCo Bonds mit Hilfe von Zustandspreisen für Kuponreaktivierung und Wandlung nachgebildet.

²⁰Für eine Veranschaulichung des Wertverlaufs wird auf Abbildung 5.8 in Abschnitt 5.4.1.1 verwiesen.

Zustandspreis für Kuponreaktivierung

Erreicht der Aktienkurs S_t des Emittenten eine obere Schwelle $S_{\bar{K}}$, werden die Kuponzahlungen des CoCo Bonds wieder reaktiviert. Dies wird durch den Zustandspreis für Kuponreaktivierung $C_{\bar{K}}(S_t)$ ohne Endfälligkeit modelliert. Bei Erreichen der Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ zahlt der Zustandspreis $C_{\bar{K}}(S_t)$ eine Geldeinheit und bei Erreichen der Trigger Schwelle \underline{S} oder im Falle der Insolvenz des Emittenten verfällt er wertlos. In allen anderen Zuständen existiert der Zustandspreis, leistet aber keine Zahlungen.

Hieraus folgen die Randbedingungen des Zustandspreises für Kuponreaktivierung $C_{\bar{K}}(S_t)$

$$C_{\bar{K}}(S_{\bar{K}}) = 1, \quad (5.38a)$$

$$C_{\bar{K}}(\underline{S}) = 0. \quad (5.38b)$$

Mit Hilfe der Randbedingungen in Gleichung (5.38a) und in Gleichung (5.38b) werden wieder die Konstanten c_1 und c_2 aus Gleichung (5.19) bestimmt. Der Wert des Zustandspreises für Kuponreaktivierung $C_{\bar{K}}(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t ist dann gegeben durch²¹

$$C_{\bar{K}}(S_t) = \frac{1}{S_{\bar{K}}^{\gamma_1} - S_{\bar{K}}^{\gamma_1} \underline{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{S_{\bar{K}}^{\gamma_2} - S_{\bar{K}}^{\gamma_1} \underline{S}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2}. \quad (5.39)$$

Zustandspreis für Wandlung

Fällt der Aktienkurs S_t auf die Trigger Schwelle \underline{S} , wird das Trigger Event signalisiert und die Wandlung des kuponlosen CoCo Bonds erzwungen. Um dies abzubilden, wird der Zustandspreis $\underline{C}'(S_t)$ konstruiert.²² Dieser Kontrakt zahlt bei Erreichen der Trigger Schwelle \underline{S} eine Geldeinheit aus und erlischt wertlos, sobald der Aktienkurs auf die Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ steigt oder aufgrund einer Insolvenz des Emittenten auf den Wert null springt. In allen anderen Zuständen zwischen \underline{S} und $S_{\bar{K}}$ existiert der Kontrakt ohne Auszahlungen.

Diese Auszahlungsstruktur wird nun zur Bestimmung der Randbedingungen herangezogen, um den Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}'(S_t)$ zu formulieren. Diese sind gegeben durch

$$\underline{C}'(S_{\bar{K}}) = 0, \quad (5.40a)$$

²¹Für eine Veranschaulichung des Wertverlaufs wird auf Abbildung 5.9 in Abschnitt 5.4.1.1 verwiesen.

²²Genauso wie im Falle des Kündigungszustandspreis $\bar{C}'(S_t)$ wird der Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}'(S_t)$ im Modell mit Kuponstopp vom Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ im Modell ohne Kuponstopp durch den Strich abgegrenzt.

$$\underline{C}'(\underline{S}) = 1. \quad (5.40b)$$

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen in Gleichung (5.40a) und in Gleichung (5.40b) können die Konstanten c_1 und c_2 aus Gleichung (5.19) bestimmt werden und es ergibt sich der Zustandspreis²³ $\underline{C}'(S_t)$ für Wandlung in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t als

$$\underline{C}'(S_t) = \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_1} - \underline{S}^{\gamma_2} S_{\overline{K}}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_2} - \underline{S}^{\gamma_1} S_{\overline{K}}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2}. \quad (5.41)$$

Steigt der Aktienkurs S_t des Emittenten auf eine obere Schwelle $S_{\overline{K}}$, werden die Kuponzahlungen reaktiviert. Der Wert eines kuponlosen CoCo Bonds entspricht an dieser Stelle $P_{\overline{K}}$. Fällt der Aktienkurs jedoch auf die Trigger Schwelle \underline{S} , wird der CoCo Bond gewandelt. In diesem Moment beläuft sich der Wert des CoCo Bonds auf \underline{P} . Liegt der Aktienkurs S_t zwischen den Schwellen \underline{S} und $S_{\overline{K}}$, leistet der CoCo Bond aufgrund des Kuponstopps keine Zahlungen.

Der kuponlose CoCo Bond $G(S_t)$ wird nun durch Duplikation bewertet. Hierbei werden die soeben vorgestellten zustandsabhängigen Zahlungen bei Kuponreaktivierung $P_{\overline{K}}$ oder bei Wandlung \underline{P} mit den korrespondierenden Zustandspreisen $C_{\overline{K}}(S_t)$ aus Gleichung (5.39) und $\underline{C}'(S_t)$ aus Gleichung (5.41) gewichtet. Der heutige Wert eines kuponlosen CoCo Bonds $G(S_t)$ ist auf dem Intervall $\underline{S} \leq S_t \leq S_{\overline{K}}$ definiert und ergibt sich als

$$G_t(S_t) = \underline{C}'(S_t) \cdot \underline{P} + C_{\overline{K}}(S_t) \cdot P_{\overline{K}}. \quad (5.42)$$

Um den Wert des CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist im Modell mit Kuponstopp darstellen zu können, müssen zunächst die Wertfunktionen des kündbaren CoCo Bonds $F(S_t)$ und des kuponlosen Gegenparts $G(S_t)$ miteinander verbunden werden. Dies geschieht über den Wert des CoCo Bonds im Zeitpunkt der Kuponreaktivierung $P_{\overline{K}}$. Per Value Matching Bedingung

$$F(S_{\overline{K}}) = G(S_{\overline{K}}), \quad (5.43)$$

ergibt sich der Wert des CoCo Bonds $P_{\overline{K}}$ im Zeitpunkt der Kuponreaktivierung $\tau_{\overline{K}}$ als

$$P_{\overline{K}} = \frac{B^{(1),EM} \cdot \left(1 - C_{\underline{K}}(S_{\overline{K}}) - \overline{C}'(S_{\overline{K}})\right) + \underline{P} \cdot C_{\underline{K}}(S_{\overline{K}}) \cdot \underline{C}'(S_{\underline{K}}) + \overline{P} \cdot \overline{C}'(S_{\overline{K}})}{1 - C_{\underline{K}}(S_{\overline{K}}) \cdot C_{\overline{K}}(S_{\underline{K}})} \quad (5.44)$$

²³Für eine Veranschaulichung des Wertverlaufs wird auf Abbildung 5.8 in Abschnitt 5.4.1.1 verwiesen.

Um nun die Bewertungsfunktion des kündbaren CoCo Bonds $F(S_t)$ in Gleichung (5.37) mit der des kuponlosen CoCo Bonds $G(S_t)$ in Gleichung (5.42) kombinieren zu können, muss zunächst eine Regel definiert werden, welche den aktuellen Kuponzahlungszustand angibt. Dies ist erforderlich, da beide Funktionen im Aktienkursintervall $S_{\underline{K}} \leq S_t \leq S_{\overline{K}}$ definiert sind. Hierzu wird ein Kuponstoppindikator $\mathcal{T}(t)$ als Funktion der Zeit wie folgt definiert

$$\mathcal{T}(t) = \begin{cases} 1 & , \tau_{\underline{K}}(i) \leq t < \tau_{\overline{K}}(i) \quad \forall i \\ 0 & , \text{sonst,} \end{cases} \quad (5.45)$$

wobei i die zeitliche Rangordnung der Events bezeichnet, welche beliebig häufig, jedoch stets abwechselnd, auftreten können. Der Indikator nimmt somit genau dann den Wert 1 an, wenn im Zeitpunkt t ein Kuponstopp vorliegt. Ansonsten liegt der Wert bei 0. Ausgehend von einem Kuponzahlungen leistenden CoCo Bond, ist der erste Kuponstoppzeitpunkt $\tau_{\underline{K}}(1)$ definiert als der erste Moment, in dem der Aktienkurs nach der Emission des CoCo Bonds in $t = 0$ die Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ von oben erreicht, d.h. $\tau_{\underline{K}}(1) = \inf\{t > 0 \mid S_t = S_{\underline{K}}\}$. Der Zeitpunkt eines potentiell folgenden i -ten Stopps $\tau_{\underline{K}}(i)$ ($i > 1$) ergibt sich in Abhängigkeit des zuvor erfolgten Reaktivierungszeitpunkts $\tau_{\overline{K}}(i-1)$. Da eine Reaktivierung nur dann erfolgen kann, wenn zuvor die Kuponzahlung eingestellt wurde, wird der i -te Reaktivierungszeitpunkt $\tau_{\overline{K}}(i)$ definiert als der erste Zeitpunkt, in dem der Aktienkurs S_t nach einem zuvor erfolgten Kuponstopp in $\tau_{\underline{K}}(i)$ die Reaktivierungsschwelle $S_{\overline{K}}$ von unten erreicht, d.h. $\tau_{\overline{K}}(i) = \inf\{t > \tau_{\underline{K}}(i) \mid S_t = S_{\overline{K}}\}$. Ab dem zweiten Kuponstopp, d.h. $i > 1$, wird der i -te Kuponstoppzeitpunkt definiert als der erster Moment in dem der Aktienkurs die Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ nach einer zuvor erfolgten Kuponreaktivierung in $\tau_{\overline{K}}(i-1)$ von oben erreicht, d.h. $\tau_{\underline{K}}(i) = \inf\{t > \tau_{\overline{K}}(i-1) \mid S_t = S_{\underline{K}}\}$.

Unter Berücksichtigung des Kuponstoppindikators $\mathcal{T}(t)$ in Gleichung (5.45) und des Werts beider Funktionen im Zeitpunkt der Kuponreaktivierung $P_{\overline{K}}$ in Gleichung (5.44), ergibt sich der Wert des CoCo Bonds $P_t^{KM,P}$ nach Ablauf der Kündigungsfrist im Zeitpunkt $t > T$ als folgende Bewertungsfunktion

$$P_t^{KM,P} = \begin{cases} \overline{P} & , \overline{S} \leq S_t \\ \left[B_t^{(1),EM} + C_{\underline{K}}(S_t) \cdot (P_{\underline{K}} - B_t^{(1),EM}) + \overline{C}'(S_t) \cdot (\overline{P} - B_t^{(1),EM}) \right] \cdot \mathcal{T}(t) & , S_{\underline{K}} \leq S_t \leq \overline{S} \\ \left[\underline{C}'(S_t) \cdot \underline{P} + C_{\overline{K}}(S_t) \cdot P_{\overline{K}} \right] \cdot \mathcal{T}(t) & , \underline{S} \leq S_t \leq S_{\overline{K}}, \end{cases} \quad (5.46)$$

mit $P_K = G(S_K)$. Tritt das Trigger Event ein, entspricht der CoCo Bond dem Wert \underline{P} . Dieser ist in Abhängigkeit des Wandlungstyps festgelegt

$$\underline{P} = \begin{cases} n \cdot \underline{S} & , \text{ für EC} \\ (1 - \alpha) \cdot B_t^{(1),EM} & , \text{ für WD.} \end{cases}$$

Bestimmung der Schwellen

Im nächsten Schritt gilt es nun die Schwellwerte des kündbaren und kuponlosen CoCo Bonds zu diskutieren. Wie im Falle des erweiterten Modells ist die Trigger Schwelle \underline{S} ein exogen spezifizierter Parameter.

Bei der Diskussion der Kuponstoppschwelle muss berücksichtigt werden, dass sowohl der Emittent nach eigenem Ermessen als auch die Aufsichtsbehörde aufgrund eines Verstoßes der Bank gegen die CBR einen Kuponstopp herbeiführen kann. Ähnlich wie bei Dividendenzahlungen wird die Bank jedoch aufgrund der damit verbundenen Signalwirkung davon absehen, die Kuponzahlungen einzustellen.²⁴ Insofern kann vermutet werden, dass die Aufsichtsbehörde zuerst den Kuponstopp herbeiführt.²⁵ Aus diesem Grund wird die Kuponstoppschwelle S_K genauso wie die Trigger Schwelle als exogen gegebener Parameter angesehen.

Bei der Reaktivierung der Kuponzahlungen gilt eine ähnliche Überlegung. Geht man davon aus, dass die Bank in Antizipation zukünftigen Kapitalbedarfs die Absicht besitzt, schnellstmöglich die Kuponzahlungen zu reaktivieren, wird die Aufsichtsbehörde dies nur genehmigen, wenn die Eigenkapitalvorschriften erfüllt werden. Entsprechend wird auch die Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ als exogen angenommen.

Die Kündigungsschwelle \bar{S} hingegen folgt genauso wie im erweiterten Modell in Abschnitt 5.4 aus dem optimalen Verhalten des Emittenten und wird über die Lösung \bar{S}^* der Smooth-Pasting Bedingung

$$\left. \frac{\partial P^{KM,P}}{\partial S_t} \right|_{S_t = \bar{S}^*} = 0 \quad (5.47)$$

ermittelt.

Abbildung 5.12 zeigt die Wertentwicklung des CoCo Bonds $P_t^{KM,P}$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t des Emittenten. Hierbei entspricht der rote Graph der Wertfunktion

²⁴Dies ist auf die *cash flow signaling hypothesis* zurückzuführen. Im Falle asymmetrischer Informationen hinsichtlich des wahren Zustands der Bank, sendet die Entscheidung über die Zahlung von Dividenden ein Signal hinsichtlich der Zukunftsaussichten der Bank. Siehe hierzu auch Bhattacharya (1979); Kalay (1980); John und Williams (1985); Miller und Rock (1985); Yoon und Starks (1995).

²⁵Siehe hierzu die Diskussion in Kapitel 3 Abschnitt 3.1.

Abbildung 5.12: CoCo Bond im Modell mit Kuponstopp

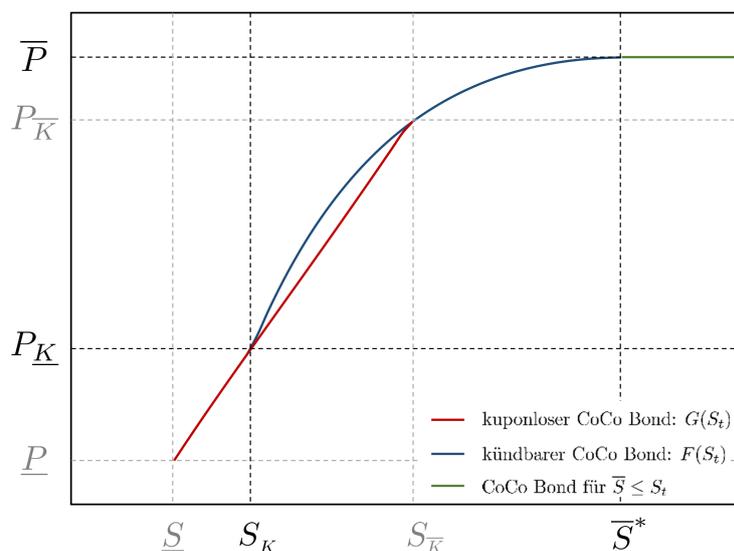


Abbildung 5.12 zeigt den Wert des CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell mit Kuponstopp in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Der rote Graph bildet hierbei den Wert $G(S_t)$ des kuponlosen CoCo Bonds und der blaue Graph den Wert $F(S_t)$ des kündbaren CoCo Bonds ab. Liegt der Aktienkurs mit Ablauf der Kündigungsschwelle über oder auf der Kündigungssperrfrist entspricht der Wert des CoCo Bonds dem Kündigungspreis \bar{P} . Dies wird durch den grünen Abschnitt des Graphen abgebildet. Ebenso enthält die Abbildung die Trigger Schwelle \underline{S} , die Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$, die Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ und die (optimale) Kündigungsschwelle \bar{S}^* als gestrichelte vertikale Linien. Die mit den Aktienkursschwellen verbundenen CoCo Bond Werte sind durch gestrichelte horizontale Linien gekennzeichnet. Der Wert des CoCo Bonds entspricht \underline{P} bei Wandlung, $P_{\underline{K}}$ bei Kuponstopp, $P_{\bar{K}}$ bei Kuponreaktivierung und \bar{P} im Falle der Kündigung.

$G(S_t)$ des kuponlosen CoCo Bonds, welcher auf dem Aktienkursintervall zwischen Trigger Schwelle \underline{S} und Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ definiert ist. Der blaue Graph bildet die Wertfunktion $F(S_t)$ des kündbaren CoCo Bonds ab. Diese ist zwischen der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ und \bar{S} definiert. Liegt der Aktienkurs mit Ablauf der Kündigungssperrfrist über oder auf der Kündigungsschwelle \bar{S} , kündigt der Emittent unmittelbar zum Kündigungspreis \bar{P} . Dies wird durch den grünen Abschnitt der Wertfunktion abgebildet. Betrachtet man nun die Wertentwicklung des CoCo Bonds ausgehend von einem kündbaren CoCo Bond, zeigt sich, dass die Funktion mit fallendem Aktienkurs S_t fällt, da die Wahrscheinlichkeit eines Kuponstopps steigt. Bei Erreichen der Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ stellt der CoCo Bond (vorübergehend) die Kuponzahlungen ein und die Bewertungsfunktion $P_t^{KM,P}$ geht in den Abschnitt des kuponlosen CoCo Bonds über. Dieser folgt dem Wert der Funktion $G(S_t)$. Sinkt der Aktienkurs weiter und erreicht schließlich die Trigger Schwelle \underline{S} , dann wird der CoCo Bond gewandelt. Der Wert bei Wandlung entspricht \underline{P} . Steigt der Aktienkurs nach Einstellung der Kuponzahlungen jedoch wieder, so steigt auch der Wert des CoCo Bond in der Hoffnung, dass die Kuponzahlungen wieder reaktiviert werden. Dies ist der Fall sobald der Aktienkurs die Schwelle $S_{\bar{K}}$ von unten erreicht. In

diesem Moment werden die Kupons reaktiviert und der Wert des CoCo Bonds ist wieder durch die Wertfunktion $F(S_t)$ gegeben. Steigt der Aktienkurs weiter und erreicht die Schwelle \bar{S} , kündigt der Emittent den CoCo Bond unmittelbar zum Preis \bar{P} .

5.5.2 CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist

In einem nächsten Schritt wird nun der CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist betrachtet. Hierzu werden zunächst die möglichen Auszahlungsszenarien anhand einer schematischen Übersicht in Abbildung 5.13 dargestellt.

Abbildung 5.13: Szenarien während der Kündigungssperrfrist im Modell mit Kuponstopp

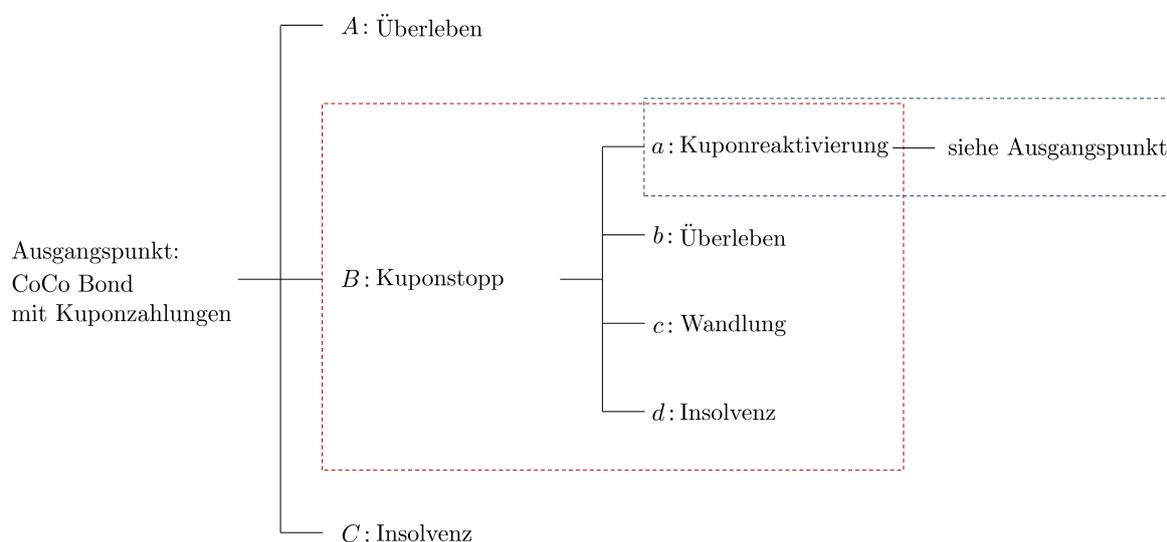


Abbildung 5.13 enthält eine schematische Übersicht der unterschiedlichen Szenarien im erweiterten Modell mit Kuponstopp. Ausgegangen wird hierbei von einem CoCo Bond mit Kuponzahlungen. Der rot eingerahmte Bereich kennzeichnet die möglichen Subszzenarien, sobald die Kuponzahlungen eingestellt wurden. Der blau eingerahmte Bereich kennzeichnet den Fall der Kuponreaktivierung. In diesem Fall sind wieder alle Szenarien ab dem Ausgangspunkt möglich.

Ausgehend von einem CoCo Bond, der Kuponzahlungen leistet, können zunächst die folgenden drei Szenarien innerhalb der Sperrfrist eintreten.²⁶ Entweder der CoCo Bond überlebt bis zum Ende der Sperrfrist in T ($A: T < \tau_{\underline{K}}(i) \wedge T < \tau_D$), die Kuponzahlungen werden im Zeitpunkt $\tau_{\underline{K}}(i)$ vor einer Insolvenz des Emittenten eingestellt ($B: \tau_{\underline{K}}(i) < T \wedge \tau_{\underline{K}}(i) < \tau_D$) oder der Emittent fällt vor einem Kuponstopp im Zeitpunkt τ_D aus und der CoCo Bond erlischt wertlos ($C: \tau_D < T \wedge \tau_D < \tau_{\underline{K}}(i)$). Im Falle eines (vorübergehenden) Kuponstopps (Szenario B) im Zeitpunkt $\tau_{\underline{K}}(i)$, existiert der CoCo Bond weiterhin, allerdings ohne Kuponzahlungen zu leisten. Hier sind wie-

²⁶Bis zum Zeitpunkt t wurden die Kuponzahlungen entweder noch nie eingestellt, d.h. $t < \tau_{\underline{K}}(1)$, oder nach dem letzten Kuponstopp erfolgte eine Reaktivierung, d.h. $\tau_{\underline{K}}(i-1) < \tau_{\overline{K}}(i-1) \leq t$.

derum vier weitere Subszzenarien denkbar. Der CoCo Bond kann im Zeitpunkt $\tau_{\overline{K}}(i)$ die Kuponzahlungen wieder reaktivieren und in den Ausgangszustand zurückkehren (a : $\tau_{\overline{K}}(i) < T \wedge \tau_{\overline{K}}(i) < \tau_C \wedge \tau_{\overline{K}}(i) < \tau_D \wedge \tau_{\overline{K}}(i) < \tau_{\overline{K}}(i)$), die Sperrfrist überleben ohne Kuponzahlungen zu leisten (b : $T < \tau_{\overline{K}}(i) \wedge T < \tau_C \wedge T < \tau_D \wedge \tau_{\overline{K}}(i) < T$), im Zeitpunkt τ_C gewandelt werden (c : $\tau_C < T \wedge \tau_C < \tau_{\overline{K}}(i) \wedge \tau_C < \tau_D \wedge \tau_{\overline{K}}(i) < \tau_C$) oder aufgrund der Insolvenz des Emittenten ausfallen (d : $\tau_D < T \wedge \tau_{\overline{K}}(i) < \tau_D \wedge \tau_D < \tau_{\overline{K}}(i)$).

In einem nächsten Schritt werden nun die Wertbeiträge der Auszahlungen in den jeweiligen Szenarien entwickelt. Erreicht der CoCo Bond das Ende der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T , greift die Bewertungsformel $P_t^{KM,P}$ in Gleichung (5.52). Bis zu diesem Zeitpunkt könnte der CoCo Bond mehrmals den Kuponzahlungszustand gewechselt haben. Um dies bei der Barwertbestimmung der Kuponzahlungen während der Sperrfrist zu berücksichtigen, wird der Kuponstoppindikator $\mathcal{T}(t)$ aus Gleichung (5.45) herangezogen. Der Wertbeitrag im Falle des Überlebens mit und ohne Wechsel des Kuponzahlungszustands während der Sperrfrist (Szenarien A , Ba und Bb in Abbildung 5.13) inklusive der Kuponzahlungen beläuft sich auf

$$A = P_T^{KM,P} \cdot e^{-r \cdot (T-t)} + \int_t^T c \cdot e^{-r \cdot (s-t)} \cdot (1 - \mathcal{T}(s)) ds. \quad (5.48)$$

Sinkt der Aktienkurs, nachdem die Kuponstoppschwelle $S_{\overline{K}}$ passiert wurde, weiter und erreicht im Zeitpunkt τ_C die Trigger Schwelle \underline{S} , wird der CoCo Bond in ein Aktienpaket gewandelt oder nimmt die Form einer um den Abschreibungssatz α reduzierten riskanten Anleihe an. Der Wert liegt in diesem Fall bei \underline{P} . Inklusive der Kuponzahlungen und unter Berücksichtigung möglicher Wechsel des Kuponzahlungszustands beläuft sich der Wertbeitrag des CoCo Bonds im Wandlungsszenario (Szenario Bc in Abbildung 5.13) auf

$$B = \underline{P} \cdot e^{-r \cdot (\tau_C - t)} + \int_t^{\tau_C} c \cdot e^{-r \cdot (s-t)} \cdot (1 - \mathcal{T}(s)) ds. \quad (5.49)$$

Das letzte mögliche Szenario ist die Insolvenz des Emittenten. In dieser Situation verfällt der CoCo Bond im Zeitpunkt τ_D wertlos. Der Wert des CoCo Bonds im Insolvenzfall (Szenarien C und Bd in Abbildung 5.13) ist somit durch den Barwert der bis zu diesem Zeitpunkt geleisteten Kuponzahlungen gegeben

$$C = \int_t^{\tau_D} c \cdot e^{-r \cdot (s-t)} \cdot (1 - \mathcal{T}(s)) ds, \quad (5.50)$$

wobei durch $\mathcal{T}(t)$ potentielle Wechsel des Kuponzahlungszustands berücksichtigt werden.

Mit Hilfe dieser drei sich gegenseitig ausschließenden Bausteine A in Gleichung (5.48), B in Gleichung (5.49) und C in Gleichung (5.50) kann nun der Wert des CoCo Bonds

durch risikoneutrale Bewertung ermittelt werden. Hierzu wird der Erwartungswert der diskontierten Auszahlungsszenarien unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß \mathbb{Q} gebildet. Der Wert P_t^{KM} des Kuponzahlungen leistenden CoCo Bonds innerhalb der Kündigungssperrfrist ergibt sich nun im erweiterten Modell mit Kuponstopp als

$$P_t^{KM} = E_t \left[A \cdot \mathbb{1}_{\{T < \tau_C \wedge T < \tau_D\}} + B \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_C < T \wedge \tau_C < \tau_D\}} + C \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_D < T \wedge \tau_D < \tau_C\}} \right] \quad (5.51)$$

wobei A in Gleichung (5.48), B in Gleichung (5.49) und C in Gleichung (5.50) dem Wert der Auszahlungen in den vom Aktienkurs S_t abhängigen und durch die Indikatorfunktion $\mathbb{1}_{\{\cdot\}}$ angezeigten Szenarien entsprechen.

Der Vorteil des erweiterten Modells mit Kuponstopp liegt in der zusätzlichen Berücksichtigung der Möglichkeit eines Kuponstopps, sowie der Reaktivierung der Kuponzahlungen, sofern sich der Aktienkurs des Emittenten wieder erholt. An dieser Stelle muss jedoch hinterfragt werden, ob dieses zusätzliche Produktcharakteristikum, welches bei gehandelten CoCo Bonds zwar zwingend enthalten sein muss, bis dato aber noch nicht in Aktion getreten ist, tatsächlich einen Mehrwert in der Bewertung liefert. Die benötigten Inputparameter sind schwer zu bestimmen – allem voran die Kuponstoppschwelle und die Reaktivierungsschwelle – was die Praktikabilität erschwert. Gerade für die Reaktivierungsschwelle gibt es keinerlei Orientierung.

Nach den Anforderungskriterien an ein Bewertungsmodell nach Wilkens und Bethke (2014) kann somit geurteilt werden, dass, obwohl alle relevanten Risikoquellen und zusätzlich die Möglichkeit des Kuponstopps berücksichtigt werden, bei der Bewertung das erweiterte Modell ohne Kuponstopp aufgrund der besseren Handhabbarkeit geeigneter erscheint. Dennoch bietet das Modell mit Kuponstopp eine erkenntnisreiche Generalisierung des erweiterten Modells.

Zusammenfassung (Erweitertes Modell mit Kuponstopp)

Im erweiterten Modell mit Kuponstopp wird ein CoCo Bond betrachtet, der kontinuierliche Kuponzahlungen leistet und nach Ablauf einer vorgelagerten Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt T jederzeit durch den Emittenten gekündigt werden kann, sofern der CoCo Bond aufgrund einer Insolvenz des Emittenten nicht wertlos verfällt. Zusätzlich stellt der CoCo Bond die Kuponzahlungen ein, sobald der Aktienkurs S_t eine Schwelle $S_{\underline{K}}$ von oben erreicht. Diese liegt oberhalb der Trigger Schwelle \underline{S} . Der kuponlose CoCo Bond kann dann, abgesehen vom wertlosen Verfall aufgrund einer Insolvenz des Emittenten, entweder gewandelt werden, sobald der Aktienkurs S_t die Trigger Schwelle \underline{S} erreicht, in unveränderter Form weiter bis zum Ende der Kündigungssperrfrist existieren oder die Kuponzahlungen wieder aufnehmen, sofern der Aktienkurs die Schwelle $S_{\overline{K}}$ erreicht. In diesem Zeitpunkt liegt wieder der CoCo Bond der Ausgangssituation vor.

Wie im erweiterten Modell erfolgt die Bewertung des Modells mit Kuponstopp in zwei

Schritten. Zunächst ergibt sich der Wert $P_t^{KM,P}$ eines CoCo Bonds nach Ablauf der Kündigungssperrfrist im Zeitpunkt $t > T$ als folgende Bewertungsfunktion

$$P_t^{KM,P} = \begin{cases} \bar{P} & , \bar{S} \leq S_t \\ \left[B_t^{(1),EM} + C_{\underline{K}}(S_t) \cdot (P_{\underline{K}} - B_t^{(1),EM}) + \bar{C}'(S_t) \cdot (\bar{P} - B_t^{(1),EM}) \right] \cdot \mathcal{T}(t) & , S_{\underline{K}} \leq S_t \leq \bar{S} \\ \left[\underline{C}'(S_t) \cdot \underline{P} + C_{\bar{K}}(S_t) \cdot P_{\bar{K}} \right] \cdot \mathcal{T}(t) & , \underline{S} \leq S_t \leq S_{\bar{K}}, \end{cases} \quad (5.52)$$

unter Berücksichtigung des Kuponstoppindikators $\mathcal{T}(t)$ in Gleichung (5.45) und des CoCo Bond Werts im Zeitpunkt der Reaktivierung der Kuponzahlungen $P_{\bar{K}}$ in Gleichung (5.44). Tritt das Trigger Event ein, entspricht der CoCo Bond dem Wert \underline{P}

$$\underline{P} = \begin{cases} n \cdot \underline{S} & , \text{für EC} \\ (1 - \alpha) \cdot B_t^{(1),EM} & , \text{für WD.} \end{cases}$$

Die Trigger Schwelle \underline{S} , Kuponstoppschwelle $S_{\underline{K}}$ und Kuponreaktivierungsschwelle $S_{\bar{K}}$ sind hierbei exogen gegeben und die Kündigungsschwelle \bar{S} folgt aus dem optimalen Verhalten des Emittenten.

Durch risikoneutrale Bewertung kann auch innerhalb der Kündigungssperrfrist der Wert P_t^{KM} eines CoCo Bonds als Erwartungswert der diskontierten Auszahlungen in den sich gegenseitig ausschließenden Szenarien A Überleben, B Wandlung und C Insolvenz unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß \mathbb{Q} ermittelt werden

$$P_t^{KM} = E_t \left[A \cdot \mathbb{1}_{\{T < \tau_C \wedge T < \tau_D\}} + B \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_C < T \wedge \tau_C < \tau_D\}} + C \cdot \mathbb{1}_{\{\tau_D < T \wedge \tau_D < \tau_C\}} \right] \quad (5.53)$$

wobei A , B und C den Wert der Auszahlungen in den vom Aktienkurs S_t abhängigen und durch die Indikatorfunktion $\mathbb{1}_{\{\cdot\}}$ angezeigten Szenarien entsprechen.

Der Vorteil des erweiterten Modells mit Kuponstopp liegt in der zusätzlichen Berücksichtigung eines Produktfeatures, welches bei gehandelten CoCo Bonds zwingend enthalten sein muss, dem Kuponstopp. Diesem begünstigenden Faktor steht allerdings entgegen, dass die benötigten Inputparameter Kuponstoppschwelle und Reaktivierungsschwelle schwer zu bestimmen sind. Gerade für letztere gibt es keinerlei Orientierung. So liefert das Modell mit Kuponstopp zwar eine erkenntnisreiche Generalisierung des erweiterten Modells, wird aber in puncto Handhabbarkeit deutlich vom erweiterten Modell übertroffen, weshalb letzteres für die Bewertung von CoCo Bonds geeigneter erscheint.

Kapitel 6

Sensitivitätsanalyse des erweiterten Modells

Beim Einsatz eines Bewertungsmodells, egal ob als Emittent beim Produktdesign oder als Investor bei der Anlageentscheidung oder dem Risikomanagement, ist ein tiefgehendes Verständnis der Modelldynamiken von fundamentaler Bedeutung. Aus diesem Grund enthält dieses Kapitel eine umfangreiche Sensitivitätsanalyse des in Kapitel 5 Abschnitt 5.4 entwickelten erweiterten Modells, welches eine realitätsnähere Produktstruktur berücksichtigt als die Standardmodelle mit und ohne Kreditrisiko sowie zeitgleich eine praktikable Anwendung ermöglicht.¹ Bei der Analyse werden in einem ersten Schritt die emittentenspezifischen Parameter betrachtet. Diese umfassen den Aktienkurs, die Volatilität, die Sprungintensität des Poisson-Prozesses und die Dividendenrendite. Im Anschluss daran werden die mit dem Produkt verbundenen Parameter betrachtet. Hierbei wird zunächst der Einfluss des risikofreien Zinssatzes untersucht. Im Anschluss daran wird genauer auf die Trigger Schwelle und den Wert bei Wandlung eingegangen. Die Analyse erfolgt anhand einer für gehandelte CoCo Bonds repräsentativen Ausgangsparametrisierung. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass diese relativ zum Nennwert einen Wertverlust zu Lasten des Investors bei Wandlung beinhaltet. Außerdem wird von einem CoCo Bond mit Aktienwandlung ausgegangen. Innerhalb der Kündigungssperrfrist wird das erweiterte Modell mit Hilfe einer Simulation gelöst. Hierbei wurden 100.000 Aktienkurspfade mit wöchentlichen Schritten simuliert.

¹Für eine Sensitivitätsanalyse des Standardmodells von De Spiegeleer und Schoutens (2012) siehe De Spiegeleer und Schoutens (2013) und Rüdlinger (2015).

6.1 Aktienkursparameter

Der Wert eines CoCo Bonds wird maßgeblich durch das Aktienkurs- und Kreditrisiko des Emittenten getrieben. Das erweiterte Modell berücksichtigt dies, indem der Aktienkurs S_t unter Einbeziehung der Solvenz des Emittenten als Zustandsvariable modelliert wird. Neben dem direkten Effekt des Aktienkurses auf den Wert des CoCo Bonds wird in diesem Abschnitt zusätzlich der Wert einfluss der Volatilität der Aktienkursrendite, der Sprungintensität des Poisson-Prozesses und der Dividendenrendite analysiert.

6.1.1 Aktienkurs

Zu Beginn soll die Sensitivität des Modells auf Änderungen im Aktienkurs S_t untersucht werden. Hierzu wird in Abbildung 6.1 die Wertentwicklung eines CoCo Bonds $P_t^{EM}(S_t|T=5)$ mit fünfjähriger Sperrfrist (roter Graph) und die eines kündbaren CoCo Bonds $P_t^{EM}(S_t|T=0)$ (blauer Graph) gegenübergestellt.

Abbildung 6.1: Einfluss des Aktienkurses auf den Wert des CoCo Bonds

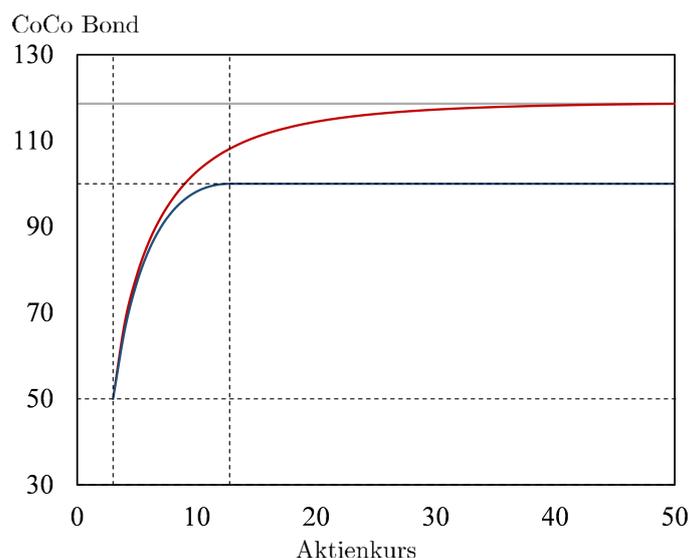


Abbildung 6.1 zeigt den Einfluss des Aktienkurses S_t auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell. Die horizontale graue Linie gibt den Wert einer riskanten Kuponanleihe $R_t(T)$ mit Kupon c und Restlaufzeit T an. Die gestrichelten vertikalen Linien markieren die Trigger Schwelle \underline{S} und die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* . Die untere gestrichelte horizontale schwarze Linie kennzeichnet den Wert des CoCo Bonds bei Wandlung \underline{P} und die obere gestrichelte horizontale schwarze Linie den Kündigungspreis \bar{P} . Der Wert des CoCo Bonds entspricht \underline{P} bei Wandlung und \bar{P} bei Kündigung. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\underline{S} = 3$, $\bar{S}^* = 12,76$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $r = 0,02$, $q = 0,01$, $\lambda = 0,01$ und $R_t(T=5) = 119,03$.

Es zeigt sich, dass beide Graphen mit steigendem Aktienkurs ebenfalls steigen. Der Wert des kündbaren CoCo Bonds steigt bis zum Aktienkurs von $\bar{S}^* = 12,76$ monoton. An dieser Stelle kündigt der Emittent den CoCo Bond zum Preis $\bar{P} = 100$. Solange sich der Emittent rational verhält und optimal kündigt, kann der Wert eines kündbaren CoCo Bonds nicht über den Kündigungspreis hinaussteigen. Im Falle eines CoCo Bonds innerhalb der Sperrfrist ist dies allerdings möglich, denn auch, wenn der Aktienkurs die Kündigungsschwelle überschreitet und es somit absehbar ist, dass der Emittent mit Ablauf der Sperrfrist kündigen wird, erhält der Investor noch bis zum Ablauf der Sperrfrist die Kuponzahlungen. Außerdem ist der CoCo Bond in geringerem Maße der Gefahr einer Wandlung ausgesetzt, da sich der Aktienkurs von der Trigger Schwelle wegbewegt und somit die Wahrscheinlichkeit des Trigger Events sinkt. Der Wert des CoCo Bonds steigt folglich mit steigendem Aktienkurs über den Kündigungspreis hinaus und konvergiert für einen hinreichend hohen Aktienkurs gegen einen konstanten Wert, der in Abbildung 6.1 als horizontale graue Linie gekennzeichnet ist. In diesem Bereich ist die Trigger Schwelle so weit entfernt, dass der Wert einfluss der Wandlung verschwindet und der CoCo Bond mit Kündigungssperrfrist den Charakter einer kreditrisikobehafteten Kuponanleihe annimmt. Der Wert $R_t(T)$ dieser Anleihe ist gegeben durch²

$$R_t(T) = \frac{c}{r + \lambda} \cdot \left(1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}\right) + N \cdot e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}. \quad (6.1)$$

Im betrachteten Beispiel beläuft sich der Wert auf $R_t(T = 5) = 119,03$. Am unteren Ende des Definitionsbereichs, welches durch die Trigger Schwelle $\underline{S} = 3$ gegeben ist, liegt der Wert beider CoCo Bonds mit und ohne Kündigungssperrfrist bei $\underline{P} = 50$. Da der CoCo Bond unabhängig von einer etwaigen Kündigungssperrfrist unmittelbar gewandelt wird, sobald der Aktienkurs die Trigger Schwelle erreicht, ist diese Ergebnis konsistent mit den realen Vertragsbedingungen von CoCo Bonds, wonach unverzüglich bei Eintritt des Trigger Events gewandelt wird. Im Gegensatz hierzu stimmt im Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) der Wert von CoCo Bonds mit unterschiedlichen Restlaufzeiten an dieser Stelle nicht überein. Dies ist auf die Konstruktion des Wandlungsmechanismus zurückzuführen, da im Falle eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung im Trigger Event der Knock-in Forward Kontrakt mit Fälligkeit zum Ende der Kündigungssperrfrist greift. Da der Besitzer eines Forwards keine Dividendenzahlungen erhält, besitzen zwei CoCo Bonds mit unterschiedlichen Restlaufzeiten aber sonst identischen Konditionen im Zeitpunkt des Trigger Events unterschiedliche Preise.

Auch der partielle Werteffekt von Aktienkursänderungen stellt eine relevante Sensitivitätskennzahl des CoCo Bonds dar. Hierzu wird auf die aus der Optionsbewertung bekannte

²Die Herleitung der Bewertungsformel für die riskante Kuponanleihe in Gleichung (6.1) kann in Anhang C nachvollzogen werden.

Kennzahl *Delta* zurückgegriffen, welche der ersten partiellen Ableitung der Bewertungsfunktion des CoCo Bonds nach dem Aktienkurs entspricht.³

Abbildung 6.2: Delta eines CoCo Bonds

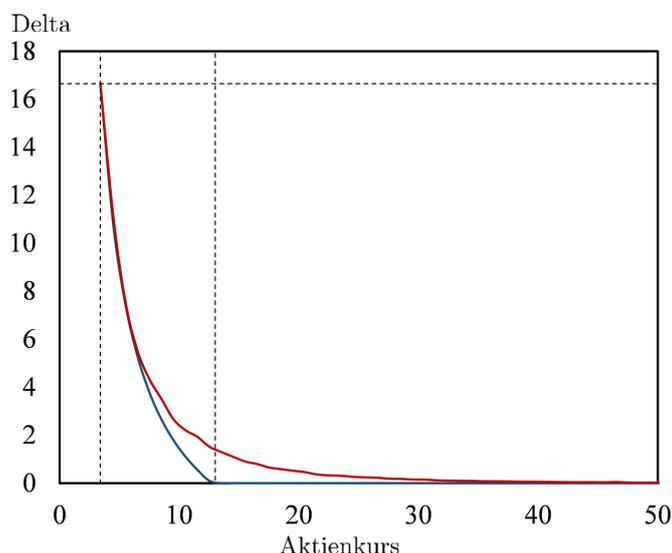


Abbildung 6.2 zeigt die Kennzahl Delta des CoCo Bonds in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Diese wird für einen CoCo Bond mit (roter Graph) und ohne (blauer Graph) Kündigungssperre im erweiterten Modell dargestellt. Die horizontale Linie markiert den Wert 16,67, welcher der Anzahl an Aktien entspricht, die der Investor im Trigger Event erhält. Die gestrichelten vertikalen Linien markieren die Trigger Schwelle \underline{S} und die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* . Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\underline{S} = 3$, $\bar{S}^* = 12,76$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $r = 0,02$, $q = 0,01$ und $\lambda = 0,01$.

Abbildung 6.2 zeigt das Delta eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung mit fünfjähriger Sperrfrist (roten Graph) und ohne Sperrfrist (blauer Graph). Die Graphen sind als Wertänderung des CoCo Bonds bei einer Änderung im Aktienkurs zu interpretieren und entsprechen somit der Steigung des jeweils korrespondierenden CoCo Bond Graphen in Abbildung 6.1. Es zeigt sich, dass der Wert beider betrachteten CoCo Bonds für Aktienkurse knapp oberhalb der Trigger Schwelle extrem sensibel auf Änderungen im Aktienkurs reagiert, da hier über den Eintritt eines möglichen Trigger Events entschieden wird. Unmittelbar vor Wandlung konvergiert das Delta der CoCo Bonds gegen die Anzahl an Aktien, die der Investor im Trigger Event erhält. Im vorliegenden Beispiel sind das

³Da die partielle Ableitung im erweiterten Modell innerhalb der Kündigungssperrfrist nicht in geschlossener Form formuliert werden kann, werden die Ableitungen durch den zentralen Differenzenquotienten numerisch approximiert (vgl. Brandimarte (2013), S. 470):

$$\frac{\partial F(X)}{\partial X} \approx \frac{F(X + \Delta X) - F(X - \Delta X)}{2\Delta X}.$$

$n = \frac{100}{6} = 16,67$ Aktien.⁴ Mit steigendem Aktienkurs nimmt das Delta ab, da die Kündigungswahrscheinlichkeit reduziert wird und somit der Fremdkapitalcharakter des CoCo Bonds in den Vordergrund rückt. Hierbei fällt das Delta bei einer vorhandenen Kündigungssperre langsamer, da jede weitere Entfernung des Aktienkurses von der Trigger Schwelle einen zusätzlichen Schutz der Kuponzahlungen während der Sperrfrist bedeutet. Bei einem kündbaren CoCo Bond wird das Delta bei Erreichen der Kündigungsschwelle \bar{S} null, da der Emittent sofort kündigt und somit keine Abhängigkeit vom Aktienkurs mehr besteht, da der CoCo Bond nicht länger existiert.

6.1.2 Volatilität

Neben dem direkten Effekt des Aktienkurses auf den Wert des CoCo Bonds, stellt dessen generelle Schwankung, ausgedrückt durch die Volatilität der Aktienkursrendite, eine weitere hoch relevante Determinante des CoCo Bond Werts dar, da hierdurch letztlich das Aktienkursrisiko bestimmt wird. Abbildung 6.3 bildet den Einfluss der Volatilität σ auf den Wert des CoCo Bonds ab, wobei wieder die Situation innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperfrist unterschieden wird. Die Abbildung enthält ebenfalls die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* des Emittenten (grauer Graph).

Abbildung 6.3: Einfluss der Volatilität auf den Wert des CoCo Bonds

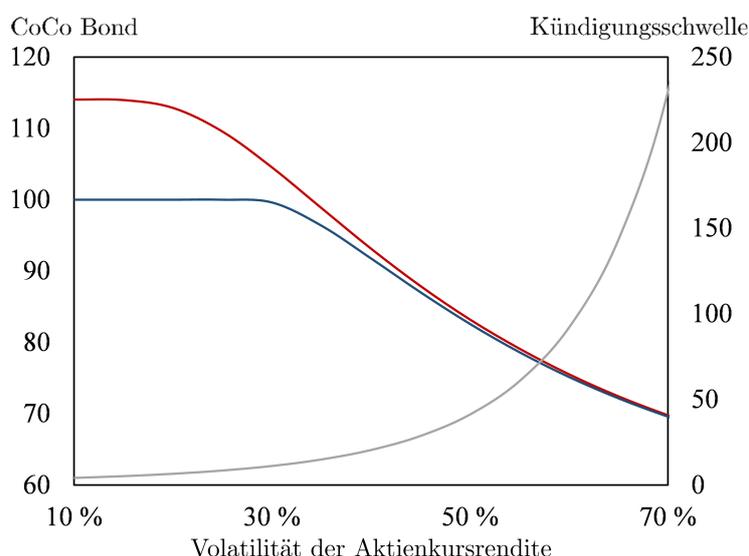


Abbildung 6.3 zeigt den Einfluss der Volatilität σ auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperfrist im erweiterten Modell. Der graue Graph bildet den optimalen Kündigungskurs \bar{S}^* des Emittenten ab und wird durch Gleichung (5.28) bestimmt. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $S_t = 10$, $\underline{S} = 3$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $r = 0,02$, $q = 0,01$ und $\lambda = 0,01$.

⁴Da Aktien nicht beliebig teilbar sind wird in der Praxis auf die nächste ganze Aktienanzahl abgerundet. Im Gegensatz zu Optionen mit physischer Lieferung erfolgt für den übrig gebliebenen Bruchteil in der Regel kein Barausgleich.

Generell gilt, dass eine höhere Volatilität im Aktienkurs zu einer höheren Eintrittswahrscheinlichkeit des Trigger Events führt. Geht man nun davon aus, dass dieses Event negative Wertkonsequenzen für den Inhaber des CoCo Bonds mit sich bringt, d.h. der Wert bei Wandlung \underline{P} geringer ist als der Wert des nicht gewandelten CoCo Bonds, dann ist zu erwarten, dass eine höhere Volatilität zu einem niedrigeren CoCo Bond Wert führt. Betrachtet man zunächst den Wert eines kündbaren CoCo Bonds (blauer Graph) in Abbildung 6.3, so zeigt sich, dass der Wert im unteren Volatilitätsintervall zunächst von der Volatilität unabhängig ist. Dies ist zurückzuführen auf die Tatsache, dass der Emittent für die im betrachteten Beispiel gegebenen Parameter bei Volatilitäten unterhalb von ca. 28 % unmittelbar kündigt. Dies wird durch die optimale Kündigungsschwelle (grauer Graph) unterhalb des im Beispiel betrachteten Aktienkurses $S_t = 10$ deutlich. Der Wert des CoCo Bonds ist somit durch den Kündigungspreis $\bar{P} = 100$ festgelegt. Für Volatilität bei denen der Emittent nicht sofort kündigt, zeigt sich der erwartete negative Zusammenhang zwischen CoCo Bond Wert und Volatilität. Eine höhere Volatilität führt zu einem niedrigeren Wert des CoCo Bonds. Ist aufgrund der Kündigungssperrfrist eine sofortige Kündigung unmöglich, nimmt der CoCo Bond (roter Graph) mit abnehmender Volatilität nach und nach den Wert einer riskanten Kuponanleihe an, da die Wahrscheinlichkeit des Trigger Events zunehmend fällt. In diesem Fall kündigt der Emittent unmittelbar mit Ablauf der Sperrfrist und die Kupons sowie die Rückzahlung des Nennwerts bei Kündigung sind nur noch dem Insolvenzrisiko des Emittenten ausgesetzt. Steigt die Volatilität, so zeigt sich genauso wie beim kündbaren CoCo Bond der negative Effekt, welcher durch die zunehmende Wandlungswahrscheinlichkeit hervorgerufen wird. Ab einer hinreichend hohen Volatilität wird der Wert des CoCo Bonds überwiegend durch das Wandlungsszenario und die damit verbundene Wertkonsequenz bestimmt, da der Emittent nicht kündigen wird und das Trigger Event aufgrund der Schwankungsbreite des Aktienkurses unmittelbar bevorsteht. Aus diesem Grund konvergiert der CoCo Bond gegen den Wert bei Wandlung \underline{P} , d.h. $\lim_{\sigma \rightarrow \infty} P_t^{EM} = \underline{P}$.

In einem nächsten Schritt soll nun der partielle Effekt einer Änderung im Aktienkursrisiko untersucht werden. Hierzu kann genauso wie in Abschnitt 6.1.1 auf eine Sensitivitätskennzahl aus der Optionsbewertung zurückgegriffen werden, indem das *Vega* des CoCo Bonds betrachtet wird. Diese Kennzahl ergibt sich als erste partielle Ableitung der Bewertungsfunktion des CoCo Bonds nach dem Volatilitätsparameter σ . Abbildung 6.4 zeigt das CoCo Bond Vega in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t des Emittenten für einen CoCo Bond innerhalb (roter Graph) und einen außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist. Betrachtet man das Vega ausgehend von der Trigger Schwelle \underline{S} , zeigt sich, dass bei beiden CoCo Bonds mit steigendem Aktienkurs zunächst ein negativer partieller Volatilitätseffekt vorliegt. Steigt der Aktienkurs und erreicht die Kündigungsschwelle $\bar{S}^* = 12,76$, wird der kündbare CoCo Bond sofort gekündigt und Vega nimmt den Wert null an. Bei

Abbildung 6.4: Vega eines CoCo Bonds

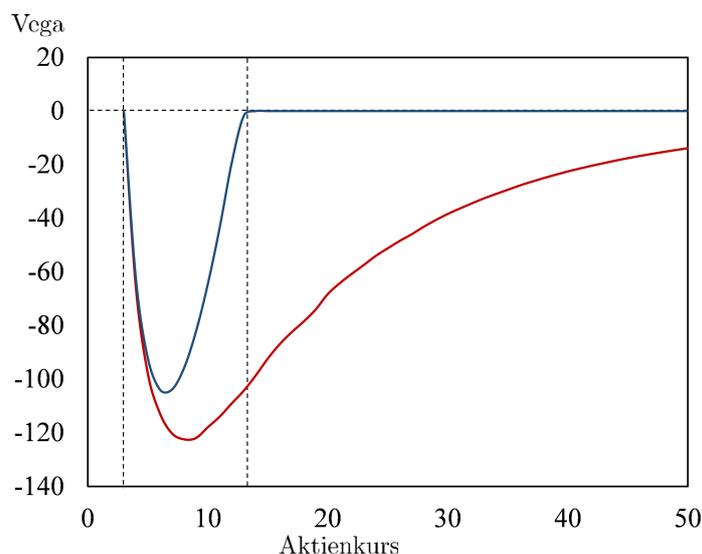


Abbildung 6.4 zeigt die Kennzahl Vega des CoCo Bonds in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t . Diese wird für einen CoCo Bond innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrrfrist im erweiterten Modell dargestellt. Die horizontale gestrichelte Linie markiert hierbei die Nulllinie. Die vertikalen gestrichelten Linien markieren die Trigger Schwelle \underline{S} und die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* . Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\underline{S} = 3$, $\bar{S}^* = 12,76$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $r = 0,02$, $q = 0,01$ und $\lambda = 0,01$.

vorhandener Sperrfrist ist dies nicht der Fall. Wie der rote Graph im Vergleich zum blauen Graph zeigt, ist das Vega eines CoCo Bonds innerhalb der Kündigungssperrrfrist (roter Graph) betragsmäßig wesentlich höher ausgeprägt als das Vega eines kündbaren CoCo Bonds (blauer Graph). Bei einem Aktienkurs $S_t = 10$ liegt das Vega des CoCo Bond innerhalb der Sperrfrist bei einem Wert von etwa -120 und das des kündbaren CoCo Bonds bei ca. -60 . Dies bedeutet, dass ein Anstieg der Volatilität um einen Prozentpunkt zu einem Wertrückgang im CoCo Bond mit Sperrfrist von 1,2 Kurspunkten führt. Verglichen hierzu führt die gleiche Volatilitätsänderung zu einem Rückgang von 0,6 Kurspunkten des kündbaren CoCo Bonds. Der Faktor Kündigungssperrrfrist führt somit an dieser Stelle zu einer doppelt so hohen Volatilitätssensitivität. Dies ist auf die Kuponzahlungen zurückzuführen, die durch die Kündigungssperrrfrist geschützt und durch eine gestiegene Volatilität einem höheren Wandlungsrisiko ausgesetzt sind, wodurch deren Wert stark sinkt.

6.1.3 Sprungintensität

Die Gefahr einer Insolvenz des Emittenten und der damit verbundene wertlose Verfall des CoCo Bonds ist neben dem Aktienkursrisiko die zweite Risikoquelle, die es bei der Bewertung von CoCo Bonds zu berücksichtigen gilt. Im erweiterten Modell wird dieses Kreditrisiko durch einen Poisson-Prozess mit der konstanten Sprungintensität λ abgebildet. Da durch diese Modellierung die Wahrscheinlichkeit einer Insolvenz innerhalb eines

kleinen Zeitraums Δt bei $\lambda \cdot \Delta t$ liegt, kann vermutet werden, dass eine höhere Sprungintensität λ aufgrund des erhöhten Insolvenzrisikos einen geringeren Wert des CoCo Bonds zur Folge hat.

Abbildung 6.5: Einfluss der Sprungintensität auf den Wert des CoCo Bonds

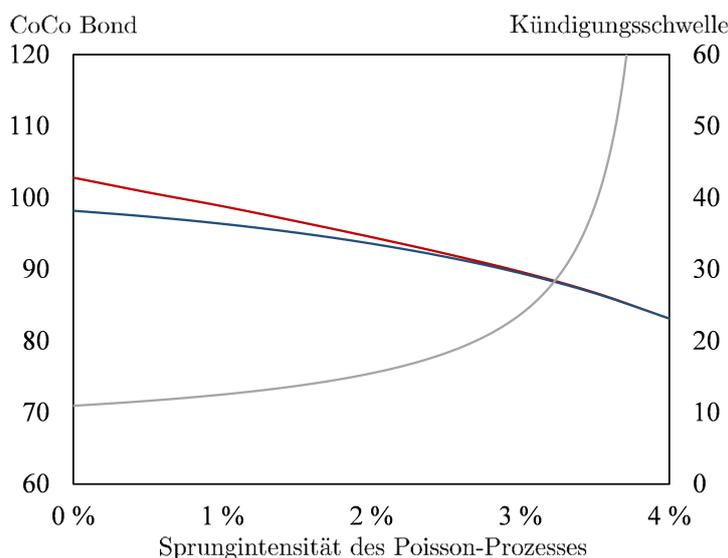


Abbildung 6.5 zeigt den Einfluss der Sprungintensität λ auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperre im erweiterten Modell. Der graue Graph bildet den optimalen Kündigungskurs \bar{S}^* des Emittenten ab und wird durch Gleichung (5.28) bestimmt. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $S_t = 10$, $\underline{S} = 3$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,5$, $r = 0,02$ und $q = 0,01$.

Um diese Vermutung zu untersuchen, wird in Abbildung 6.5 der Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperre in Abhängigkeit der Sprungintensität λ abgetragen. Man beobachtet den erwarteten Zusammenhang, wonach der Wert beider CoCo Bonds mit steigender Sprungintensität fällt. Der CoCo Bond außerhalb der Kündigungssperre liegt hierbei für geringe Sprungintensitäten zunächst unterhalb des CoCo Bonds mit Kündigungsschutz, nähert sich jedoch mit steigender Intensität dem Wert des kündbaren CoCo Bonds an, da das Ausfallrisiko insgesamt immer mehr an Einfluss auf den Wert des CoCo Bonds gewinnt. Außerdem enthält die Abbildung die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* als grauen Graphen. Hier wird der starke Einfluss des Kreditrisikos auf die Entscheidung des Emittenten deutlich. Steigt das Kreditrisiko, so steigt ebenso der optimale Kündigungskurs, da sich der Emittent mit dem ausstehenden CoCo Bond günstig finanziert hat und eine Refinanzierung des Kündigungspreises zu weniger günstigen Konditionen erfolgen würde. Aufgrund der Tatsache, dass der CoCo Bond bei Auftreten einer Insolvenz des Emittenten wertlos verfällt, konvergieren beide CoCo Bonds mit steigender Sprungintensität λ gegen einen Wert von null.

6.1.4 Dividendenrendite

Als letzten unmittelbar mit dem Emittenten verbundenen Parameter soll nun der Werteffluss der Dividendenrendite q analysiert werden. Aufgrund der Tatsache, dass die kontinuierlich gezahlte Dividende den Aktienkurs über die Driftkomponente negativ beeinflusst, steigt die Wahrscheinlichkeit eines Trigger Events mit zunehmender Dividendenrendite. Ausgehend von negativen Wertkonsequenzen bei einer Wandlung, sollte dies zu einem Rückgang im Wert des CoCo Bonds führen.

Abbildung 6.6: Einfluss der Dividendenrendite auf den Wert des CoCo Bonds

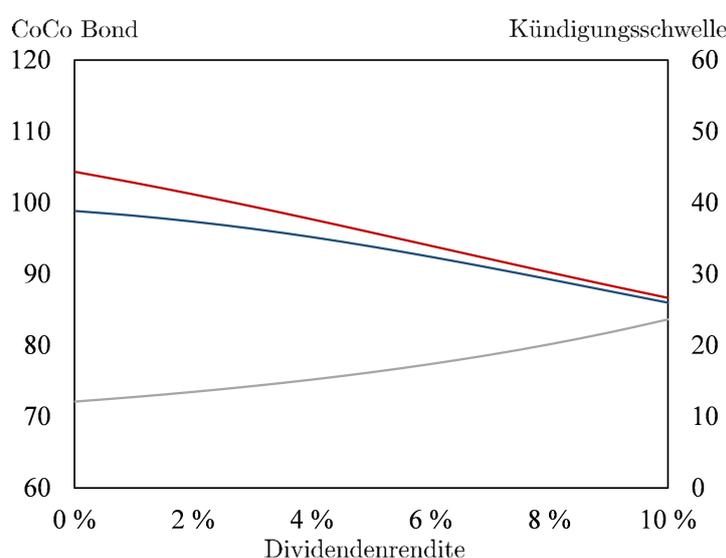


Abbildung 6.6 zeigt den Einfluss der Dividendenrendite q auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell. Der graue Graph bildet den optimalen Kündigungskurs \bar{S}^* des Emittenten ab und wird durch Gleichung (5.28) bestimmt. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $S_t = 10$, $\underline{S} = 3$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$ und $\lambda = 0,01$.

Um diese Vermutung zu überprüfen, zeigt Abbildung 6.6 den Wertverlauf zweier CoCo Bonds, wobei der rote Graph einen CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist und der blaue Graph einen kündbaren CoCo Bond abbildet. Es zeigt sich das erwartete Bild, wonach der Wert des CoCo Bonds mit einem Anstieg der Dividendenrendite fällt, da die Wahrscheinlichkeit einer Wandlung steigt. Zudem beinhaltet die Abbildung die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* des Emittenten. Auch diese steigt mit zunehmender Dividendenrendite, da der Wandlungsfall, in dem der CoCo Bond an Wert verliert, wahrscheinlicher wird, wodurch der Emittent verglichen mit der Situation ohne Wandlung profitiert. Bei der Dividendenrendite zeigt sich ein ähnlicher Werteffekt wie bei der Sprungintensität in Abbildung 6.5. Die Kündigungsentscheidung des Emittenten ist jedoch wesentlich weniger sensitiv.

6.2 Produktparameter

Außer von den unmittelbar mit dem Emittenten verbundenen Aktienkursparametern hängt der Wert eines CoCo Bond ebenso von seiner Produktgestaltung ab. Hierbei sind insbesondere das Zinsniveau und der sich aus der Höhe der Trigger Schwelle sowie der Wertkonsequenz bei Wandlung zusammensetzende Wandlungsmechanismus entscheidend.

6.2.1 Rendite der risikolosen Anlage

Für eine gegebene Struktur des CoCo Bonds ist das vorliegende Zinsniveau, bestimmt durch die Rendite der risikolosen Anlage, ein wesentlicher Werttreiber, da hierdurch der Diskontsatz der erwarteten Zahlungen festgelegt wird. Für eine gegebene Produktstruktur sinkt entsprechend der Barwert der Zahlungen mit steigendem Zinsniveau. Da sich die Rendite der risikolosen Anlage allerdings aufgrund der risikoneutralen Bewertung auch als positive Komponente im Drift des Aktienkursprozesses wiederfindet, liegt ebenso ein werterhöhender Effekt vor. Um nun den Nettoeffekt unterschiedlicher Zinsniveaus zu untersuchen, bildet Abbildung 6.7 den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist in Abhängigkeit der Rendite der risikolosen Anlage ab.

Abbildung 6.7: Einfluss der Rendite der risikolosen Anlage auf den Wert des CoCo Bonds

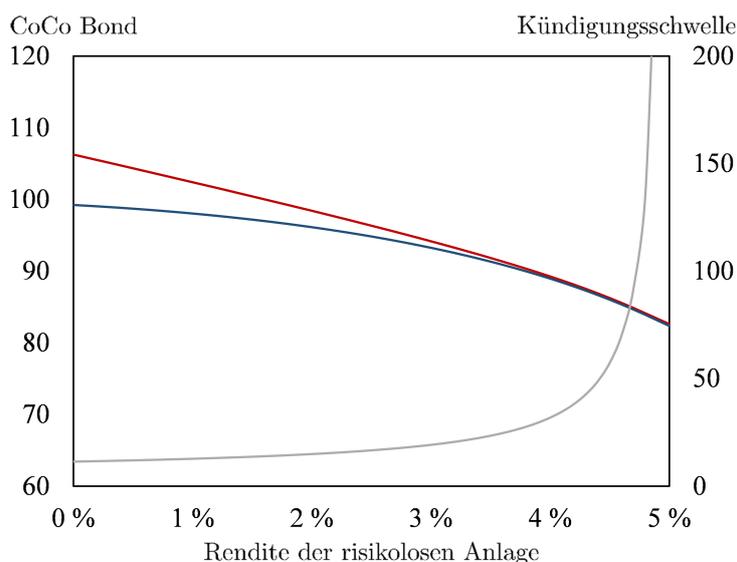


Abbildung 6.7 zeigt den Einfluss der Rendite der risikolosen Anlage r auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell. Der graue Graph bildet den optimalen Kündigungskurs \bar{S}^* des Emittenten ab und wird durch Gleichung (5.28) bestimmt. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $S_t = 10$, $\underline{S} = 3$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $q = 0,01$ und $\lambda = 0,01$.

Es zeigt sich, dass der negative Effekt der stärkeren Diskontierung den positiven Drifteffekt überlagert und somit der Wert beider CoCo Bonds mit steigender Rendite der risikolosen Anlage sinkt. Ebenso wird deutlich, dass die optimale Kündigungsschwelle für die gegebenen Parameter extrem ansteigt, sobald ein höheres Zinsniveau betrachtet wird. Dies ist insofern plausibel, als dass sich der Emittent den Umständen entsprechend günstig finanziert hat. Die Werte der CoCo Bonds innerhalb und außerhalb der Kündigungssperrfrist stimmen mit steigendem Zinssatz überein, da der Emittent nie kündigt und der Wertbeitrag der Kündigungssperrfrist somit erlischt.

Neben dem generellen Zinsniveau ist aus Perspektive der Investoren insbesondere die partielle Betrachtung von Zinsänderungen wichtig, da hierüber Informationen zum Zinsänderungsrisiko des CoCo Bonds abgeleitet werden können. Um dies zu bewerkstelligen, wird die Kennzahl *Rho* der CoCo Bonds bestimmt, welche als die erste partielle Ableitung der Bewertungsfunktion des CoCo Bonds im erweiterten Modell nach dem Parameter r gegeben ist. Im Zusammenhang mit dem Risikomanagement auf Rentenmärkten spricht man hierbei auch von der Euro Duration (Fabozzi, 2012).

Abbildung 6.8: Rho eines CoCo Bonds

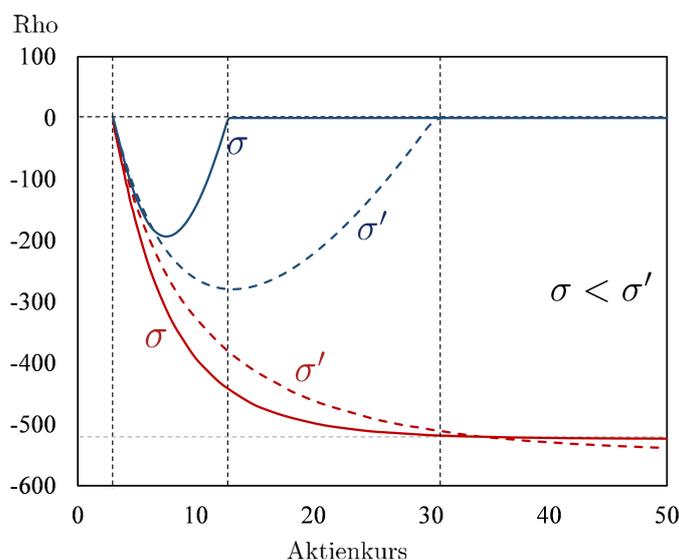


Abbildung 6.8 zeigt den partiellen Einfluss der Rendite der risikolosen Anlage auf den Wert eines CoCo Bonds anhand der Kennzahl Rho. Diese wird für einen CoCo Bond innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell dargestellt. Die gestrichelte horizontale schwarze Linie markiert die Nulllinie und die gestrichelte horizontale graue Linie die (negative) Euro Duration $D_{R(T)}$ einer riskanten Kuponanleihe $R(T)$ mit Kupon c und Restlaufzeit T . Die vertikalen gestrichelten Linien markieren die Trigger Schwelle \underline{S} und die optimalen Kündigungsschwellen \bar{S}_σ^* und $\bar{S}_{\sigma'}^*$. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $\underline{S} = 3$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $\sigma' = 0,50$, $r = 0,02$, $q = 0,01$, $\lambda = 0,01$, $D_{R(T)} = 522,60$, $\bar{S}_\sigma^* = 12,76$ und $\bar{S}_{\sigma'}^* = 30,26$.

Abbildung 6.8 beinhaltet die Kennzahl Rho für einen CoCo Bond innerhalb (rote Graphen) und außerhalb (blaue Graphen) der Kündigungssperrfrist, wobei zusätzlich zur Volatilität σ der Basisparametrisierung (durchgezogene Graphen) jeweils ein Szenario mit höherer Volatilität σ' (gestrichelte Graphen) betrachtet wird. Die vertikalen Linien kennzeichnen die Trigger Schwelle $\underline{S} = 3$ und die in den jeweils betrachteten Volatilitäts-szenarien optimalen Kündigungsschwellen $\bar{S}_\sigma^* = 12,76$ und $\bar{S}_{\sigma'}^* = 30,26$. Vergleicht man zunächst die Kennzahl Rho der CoCo Bonds mit und ohne Kündigungssperrfrist unter der Volatilität des Basisszenarios σ , so zeigt sich, dass im Falle einer vorhandenen Sperrfrist (roter durchgezogener Graph) der Wert des CoCo Bonds wesentlich stärker reagiert als bei Betrachtung eines kündbaren CoCo Bonds (blauer durchgezogener Graph).

Bei einem kündbaren CoCo Bond liegt die maximale Zinssensitivität relativ zentral zwischen der Trigger Schwelle und der Kündigungsschwelle. Da der Aktienkurs an dieser Stelle sehr weit von den Schwellen entfernt ist, die die Laufzeit des CoCo Bonds beenden, besitzen die Kuponzahlungen einen hohen Wertbeitrag. Diese sind wiederum in besonderem Maße von einem höheren Diskontsatz betroffen, woraus die stark negativ ausgeprägte Zinssensitivität zwischen den Schwellen resultiert.

Im Gegensatz hierzu nimmt die negative Zinssensitivität eines sich innerhalb der Kündigungssperrfrist befindenden CoCo Bonds mit steigendem Aktienkurs zunächst immer weiter zu. Zwischen der Trigger Schwelle und der Kündigungsschwelle ist diese zunehmende Sensitivität besonders stark ausgeprägt. Während eine Erhöhung des Zinsniveaus um 10 Basispunkte bei einem Aktienkurs von 5 einen Wertverlust im CoCo Bond von $-\text{Rho}_{S_t=5} \cdot \Delta r = 250 \cdot 0,001 = 0,25$ Einheiten bedeutet, fällt der Wert des CoCo Bonds bei der gleichen Zinsänderung aber einem Aktienkurs von 10 um $-\text{Rho}_{S_t=10} \cdot \Delta r = 400 \cdot 0,001 = 0,40$ Einheiten. Für hinreichend hohe Aktienkurse konvergiert Rho gegen die (negative) Euro Duration einer riskanten Anleihe mit gleicher Laufzeit, Kupon und Kreditrisiko, welche durch die gestrichelte horizontale graue Linie gekennzeichnet ist und bei $-D_R(T=5) = -522,60$ liegt. Entsprechend führt eine Zinsänderung von 10 Basispunkten in diesem Aktienkursbereich zu einem Wertrückgang von ca. 0,52 Einheiten.

Vergleicht man in einem nächsten Schritt die Zinssensitivität des kündbaren CoCo Bonds im Ausgangsszenario (durchgezogener blauer Graph) mit der des CoCo Bonds mit höherem Aktienkursrisiko σ' (gestrichelte blaue Linie), so zeigt sich, dass der dem höheren Aktienkursrisiko ausgesetzte CoCo Bond sensibler auf Zinsänderungen reagiert. Dies ist zum einen auf die vergleichsweise höhere Wandlungswahrscheinlichkeit und zum anderen auf die spätere Kündigung des Emittenten zurückzuführen. Statt wie im Falle der geringeren Volatilität bei einem Kurs von $\bar{S}_\sigma^* = 12,76$ erfolgt die Kündigung nun erst bei einem Aktienkurs von $\bar{S}_{\sigma'}^* = 30,26$. Die effektive Laufzeit und das enthaltene Wandlungsrisiko der beiden betrachteten CoCo Bonds ist somit unterschiedlich. Qualitativ ist der Verlauf

zum Ausgangsszenario gleich und die Sensitivität ist an den Schwellen \underline{S} und $\bar{S}_{\sigma'}$ null. Die maximale Sensitivität liegt ebenfalls zentral zwischen den Schwellen.

Vergleicht man nun die unterschiedlichen Volatilitätsszenarien für einen CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist (rote Graphen), ergibt sich ein anderes Bild. Hier ist die Zinssensitivität des CoCo Bonds in einem von höherer Volatilität σ' geprägten Umfeld für niedrige Aktienkurse zunächst geringer, als diejenige des CoCo Bonds im weniger riskanten σ Szenario. Betrachtet man beispielsweise den Werteffekt einer Zinserhöhung von 10 Basispunkten bei einem Aktienkurs $S_t = 10$, zeigt sich, dass der CoCo Bond bei höherem Aktienkursrisiko σ' verglichen mit einem Kursrückgang von 0,40 Punkten nur ca. 0,33 Kurspunkte einbüßt. Sobald der Aktienkurs aber ausreichend nahe an der zu σ' passenden Kündigungsschwelle $\bar{S}_{\sigma'}$ liegt, wechselt die Sensitivitätsreihenfolge und der CoCo Bond mit höherem Aktienkursrisiko wird vorübergehend stärker von Zinsänderungen beeinflusst, bis dessen Sensitivität für hinreichend hohe Aktienkurse ebenso zur Euro Duration einer riskanten Anleihe konvergiert. Diese Analyse verdeutlicht, dass durch die Berücksichtigung der Kündigungsentscheidung des Emittenten das erweiterte Modell in der Lage ist, flexibel auf sich ändernde Umstände zu reagieren und hierdurch die dynamische Zinssensitivität eines CoCo Bonds abbilden kann. Dies ist ein deutlicher Vorteil gegenüber dem Standardmodellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012), bei dem die Laufzeit durch die vertraglich vorgegebene Kündigungssperrfrist fixiert ist.

6.2.2 Trigger Schwelle

Im erweiterten Modell wird das Trigger Event signalisiert, sobald der Aktienkurs des Emittenten die Trigger Schwelle erreicht. Der CoCo Bond wird folglich gewandelt. Aus diesem Grund besitzt die relative Position der Trigger Schwelle zum aktuellen Aktienkurs einen wichtigen Einfluss auf den Wert eines CoCo Bonds. Generell gilt, dass die Wahrscheinlichkeit einer Wandlung durch eine höhere Trigger Schwelle steigt, da diese bei Betrachtung eines noch nicht gewandelten CoCo Bonds hierdurch früher erreicht wird. Geht man davon aus, dass der CoCo Bond bei Wandlung im Vergleich zu CoCo Bonds ohne Wandlung an Wert verliert, ist mit einer höheren Trigger Schwelle ein geringerer Wert des CoCo Bonds verbunden. Im Falle eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung führt eine höhere Trigger Schwelle jedoch auch zu einem höheren Wert des CoCo Bonds bei Wandlung. Somit wirken bei dem Werteinfluss der Höhe der Trigger Schwelle zwei gegenläufige Effekte. Dies kann auch in Abbildung 6.9 betrachtet werden. Die Abbildung zeigt die Wertentwicklung von einem kündbaren CoCo Bond (blauer Graph) und einem CoCo Bond innerhalb der Kündigungssperrfrist (roter Graph). Bei beiden CoCo Bonds zeigt sich ein u-förmiger Verlauf der Wertfunktionen in Abhängigkeit der Trigger Schwelle. Dies ist genau das Resultat der beiden zuvor beschriebenen gegenläufigen Effekte. Betrachtet man den Wertverlauf

Abbildung 6.9: Einfluss der Trigger Schwelle auf den Wert des CoCo Bonds

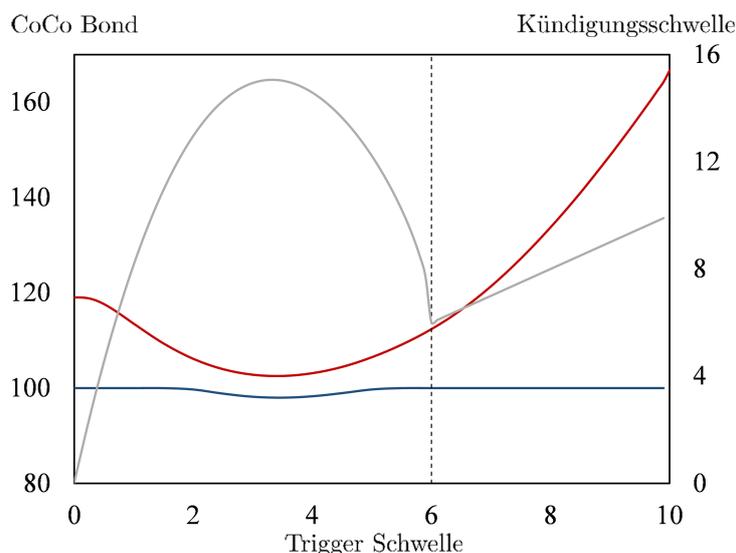


Abbildung 6.9 zeigt den Einfluss der Trigger Schwelle \underline{S} auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell. Der graue Graph bildet den optimalen Kündigungskurs \bar{S}^* des Emittenten ab und wird durch Gleichung (5.28) bestimmt. Die gestrichelte vertikale Linie markiert den Wandlungspreis S_c . Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $S_t = 10$, $S_c = 6$, $\underline{P} = 50$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $r = 0,02$, $q = 0,01$ und $\lambda = 0,01$.

eines CoCo Bonds innerhalb der Sperrfrist (roter Graph), zeigt sich, dass einerseits eine geringere Trigger Schwelle den Wert des CoCo Bonds steigen lässt, da hierdurch die Wandlung unwahrscheinlicher wird und somit die negative Wertkonsequenz im Wandlungsfall weniger zum Tragen kommt. Für eine gegen null verlaufende Trigger Schwelle konvergiert der Wert gegen den einer riskanten Kuponanleihe $R_t(T) = 119,03$. An dieser Stelle entfällt sinngemäß die Wandlungskomponente und der CoCo Bond entspricht einer riskanten, durch den Emittenten kündbaren, Konsolanleihe. Da der Kupon zu hoch gewählt ist, kündigt der Emittent die Anleihe zum frühestmöglichen Zeitpunkt, was durch die Kündigungsschwelle (grauer Graph) unterhalb des aktuellen Aktienkurses $S_t = 10$ zum Ausdruck kommt. Die Laufzeit ist somit durch die Sperrfrist begrenzt. Andererseits steigt der Wert des CoCo Bonds ab einer gewissen Höhe der Trigger Schwelle, da hierdurch das im Wandlungsfall an den CoCo Bond Investor übertragene Aktienpaket wertvoller wird. Übersteigt die Trigger Schwelle den Wandlungspreis $S_c = 6$, gekennzeichnet durch die gestrichelte vertikale Linie, so erhält der Investor im Trigger Event Aktien zu einem unter dem Marktwert liegenden Preis. Der Emittent kündigt in diesem Fall bei erster Gelegenheit. Da die Trigger Schwelle bei Emission im CoCo Bond Prospekt festgelegt wird, kann somit davon ausgegangen werden, dass im betrachteten Szenario nur CoCo Bonds emittiert werden würden, bei denen die gewählte Trigger Schwelle nicht unmittelbar zur Kündigung des Emittenten führen. Da der aktuelle Aktienkurs bei $S_t = 10$ liegt sind dies Trigger Schwellen \underline{S} im Intervall von 1,5 bis 5,5.

6.2.3 Wert bei Wandlung

Neben der Trigger Schwelle ist der Wert des CoCo Bonds bei Wandlung \underline{P} ein weiterer wichtiger Vertragsparameter und wird entweder durch den Wandlungspreis S_c im Falle eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung oder durch den Abschreibungssatz α bei write-down CoCo Bonds bestimmt.

Abbildung 6.10: Einfluss des Werts bei Wandlung auf den Wert des CoCo Bonds

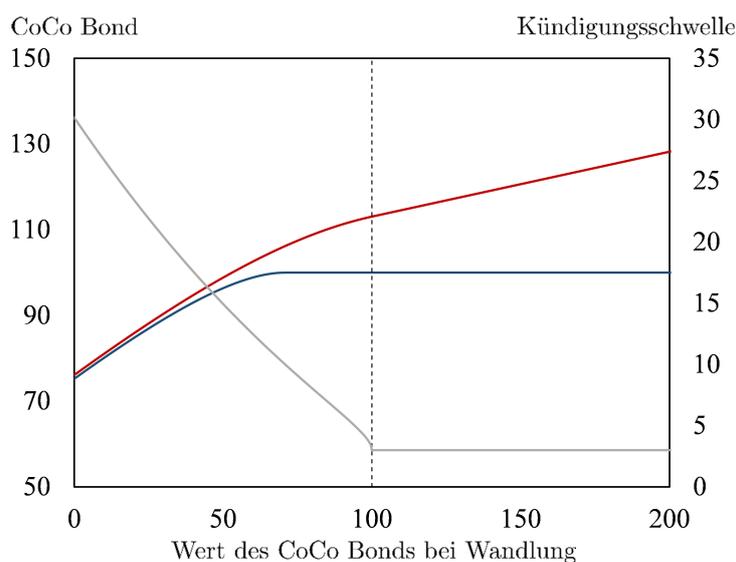


Abbildung 6.10 zeigt den Einfluss des Werts bei Wandlung \underline{P} auf den Wert eines CoCo Bonds innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist im erweiterten Modell. Der graue Graph bildet den optimalen Kündigungskurs \bar{S}^* des Emittenten ab und wird durch Gleichung (5.28) bestimmt. Folgende Parameter unterliegen der Abbildung: $S_t = 10$, $\underline{S} = 3$, $\bar{P} = 100$, $N = 100$, $c = 6$, $T = 5$, $\sigma = 0,35$, $r = 0,02$, $q = 0,01$ und $\lambda = 0,01$.

Abbildung 6.10 zeigt den Wert eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung innerhalb (roter Graph) und außerhalb (blauer Graph) der Kündigungssperrfrist in Abhängigkeit des Werts des CoCo Bonds bei Wandlung \underline{P} . Da im vorliegenden Fall ein CoCo Bond mit Aktienwandlung betrachtet wird, ist ein Anstieg in \underline{P} auf einen Rückgang des Wandlungspreises S_c zurückzuführen. Dies ist gegeben, da mit sinkendem Wandlungspreis die Anzahl der Aktien, die im Wandlungszeitpunkt an den Investor übergehen, steigt.⁵ Wie zu erwarten ist, steigt der Wert des CoCo Bonds mit steigendem Wert bei Wandlung. Es zeigt sich, dass auch der Wert eines CoCo Bonds innerhalb der Kündigungssperrfrist stets über dem Wert eines kündbaren CoCo Bonds verläuft, was auf die vor Kündigung geschützten Kuponzahlungen innerhalb der Sperrfrist zurückzuführen ist. Aus diesem Grund steigt der Wert auch monoton im Wandlungswert. Im Gegensatz hierzu läuft der Wert

⁵Der Referenzwert zur Bestimmung der Anzahl der Aktien ist wie in Kapitel 2 ausführlich diskutiert der Nennwert des CoCo Bonds. Die Anzahl n an Aktien ergibt sich als: $n = \frac{N}{S_c}$.

des kündbaren CoCo Bonds für einen hinreichend hohen Wert bei Wandlung gegen den Kündigungspreis, da der Emittent sofort kündigt. Dies kommt auch durch die optimale Kündigungsschwelle, abgebildet durch den grauen Graphen, zum Ausdruck. Mit zunehmendem Wert des CoCo Bonds im Wandlungsfall sinkt die optimale Kündigungsschwelle. Ist die Wertkonsequenz im Wandlungsfall aus Perspektive des Emittenten nicht mehr attraktiv, so wird gekündigt.

Zusammenfassung (Sensitivitätsanalyse des erweiterten Modells)

Bei der Analyse der Sensitivitäten des erweiterten Modells wird zunächst der Einfluss einer Änderung der emittentenspezifischen Parameter auf den Wert P_t^{EM} des CoCo Bonds innerhalb und außerhalb der Kündigungssperrfrist sowie auf die optimale Kündigungsschwelle \bar{S}^* untersucht. Eine kompakte Übersicht der Sensitivitäten ist in Tabelle 6.1 enthalten.

Tabelle 6.1: Übersicht der Sensitivitäten im erweiterten Modell

Emittentenspezifische Parameter		Wert CoCo Bond	Kündigungsschwelle
		P_t^{EM}	\bar{S}^*
Aktienkurs	$S_t \uparrow$	\uparrow	–
Volatilität	$\sigma \uparrow$	\downarrow	\uparrow
Sprungintensität	$\lambda \uparrow$	\downarrow	\uparrow
Dividendenrendite	$q \uparrow$	\downarrow	\uparrow
Produktspezifische Parameter		P_t^{EM}	\bar{S}^*
		Rendite der risikolosen Anlage	$r \uparrow$
Trigger Schwelle	$\underline{S} \uparrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$
Wert bei Wandlung	$\underline{P} \uparrow$	\uparrow	\downarrow

Tabelle 6.1 beinhaltet eine Übersicht über die Sensitivitäten des erweiterten Modells. Hierbei wird der Einfluss einer Parametererhöhung von vier emittentenspezifischen Parametern (Aktienkurs, Volatilität, Sprungintensität und Dividendenrendite) und drei produktspezifischen Parametern (Rendite der risikolosen Anlage, Trigger Schwelle, Wert bei Wandlung) auf den Wert des CoCo Bonds P_t^{EM} und die optimale Kündigungsentscheidung \bar{S}^* des Emittenten untersucht. \uparrow steht für einen monoton steigenden Parameterwert. \downarrow steht für einen monoton sinkenden Parameterwert. $\uparrow\downarrow$ steht für einen zunächst steigenden und dann sinkenden Parameterwert. – steht für keine Änderung im Parameterwert.

Es zeigt sich, dass, ausgehend von einer repräsentativen Ausgangsparametrisierung ein steigender Aktienkurs S_t einen positiven Werteffekt auf den CoCo Bond hat. Ein Anstieg

des Aktienkursrisikos in Form einer höheren Volatilität oder ein Anstieg des Kreditrisikos durch eine höhere Sprungintensität führt jeweils zu einem Rückgang des CoCo Bond Werts und zu einer späteren Kündigung des Emittenten. Während bei letzterem das wahrscheinlichere Insolvenzzenario den Wert des CoCo Bonds reduziert, ist es bei ersterem die gestiegene Wandlungswahrscheinlichkeit aufgrund der höheren Schwankungsbreite des Aktienkurses. Ein Anstieg der Dividendenrendite führt aufgrund des negativen Drifteffekts ebenso zu einem geringeren Wert des CoCo Bonds und zu einer späteren Kündigung des Emittenten. Bei Betrachtung einer Erhöhung der produktspezifischen Parameter zeigt sich, dass ein höheres Zinsniveau zu einem niedrigeren Wert des CoCo Bonds führt, da die Zahlungen stärker diskontiert werden. Außerdem kündigt der Emittent später. Eine höhere Trigger Schwelle hat hingegen keinen unidirektionalen Einfluss auf den Wert des CoCo Bonds. Ausgehend von einer sehr niedrigen Trigger Schwelle sinkt der Wert zunächst, da das Trigger Event und die damit verbundenen negativen Wertkonsequenzen wahrscheinlicher werden. Für höhere Trigger Schwellen steigt jedoch der Wert des CoCo Bonds wieder, da das Aktienpaket im Wandlungsfall an Wert gewinnt. Der Zusammenhang zwischen dem Wert des CoCo Bonds und der Höhe der Trigger Schwelle ist somit u-förmig. Die Kündigungsentscheidung verhält sich hierzu umgekehrt. Mit steigender Trigger Schwelle zögert der Emittent zunächst. Sobald allerdings der Wert des Aktienpakets bei Wandlung zu hoch wird, kündigt der Emittent sofort. Der Effekt des CoCo Bond Werts bei Wandlung ist wieder eindeutig. Steigt der Wert, den der CoCo Bond im Trigger Event annimmt, so steigt auch der aktuelle Wert des CoCo Bonds. Die Kündigung des Emittenten erfolgt in diesem Falle früher.

Kapitel 7

Empirische Analyse und Modellvergleich

Nachdem in Kapitel 5 durch die Entwicklung der Modelle die formelle Grundlage zur Bewertung von CoCo Bonds gelegt wurde, befasst sich dieses Kapitel mit der Akkuratez der Modelle in der empirischen Anwendung. Ziel der Analyse ist die Untersuchung der Forschungsfrage, inwiefern ein komplexeres Bewertungsmodell in der Lage ist, Preise gehandelter CoCo Bonds besser zu erklären.¹ Aufgrund des bekannten Problems der Überanpassung ist die Antwort darauf keineswegs trivial (Bakshi et al., 1997). In der Untersuchung werden drei der in Kapitel 5 vorgestellten Modelle eingesetzt. Das auf dem Modell von Black und Scholes (1973) aufbauende Standardmodell (SM) von De Spiegeleer und Schoutens (2012) stellt aufgrund seiner geschlossenen Formeln und der vereinfachten Produktstruktur ein erstes Modell mit geringer Komplexität dar. Als zweites Modell wird die um Kreditrisiko ergänzte Version des Standardmodells (DM) betrachtet, welches aufgrund der Berücksichtigung einer zusätzlichen Risikoquelle eine etwas höhere Komplexität besitzt als das Standardmodell, aber nach wie vor komfortabel in geschlossener Form angewendet werden kann. Als drittes Modell wird das in Kapitel 5 Abschnitt 5.4 neu eingeführte erweiterte Modell (EM) betrachtet, welches aufgrund der umfangreichen Produktstruktur und der Berücksichtigung der relevanten Risikoquellen als das komplexeste der drei betrachteten Modelle gewertet werden kann. Vor dem Hintergrund der zu untersuchenden Fragestellung wird zudem ein viertes, rein datenwissenschaftlich getriebenes und bewusst einfach gehaltenes Handelsmodell (HM) berücksichtigt, welches die drei auf der finanzwirtschaftlichen Bewertungstheorie basierenden Modelle als Benchmark herausfordern soll. Zu Beginn des Kapitels wird die betrachtete Datenbasis vorgestellt. Im Anschluss daran wird das Handelsmodell (HM) eingeführt, bevor das Vorgehen bei Kalibrierung und Bewertung aller betrachteten Modelle genau ausgeführt wird. Außer-

¹Die Inhalte dieses Kapitels stammen im Wesentlichen aus der Studie „*Does Model Complexity Improve Pricing Accuracy? The Case of CoCos*“ von Koziol und Weitz (2019).

dem werden in diesem Zuge auch die zu bestimmenden Parameter diskutiert. Das Kapitel schließt mit einem empirischen Modellvergleich. Hierbei wird zuerst die Bewertungsgenauigkeit der Modelle über den gesamten Beobachtungszeitraum des Datensatzes evaluiert. In einem zweiten Schritt werden nur diejenigen Situationen betrachtet, in denen sich der zu bewertende CoCo Bond in einem Stresszustand befindet, um so die Robustheit der Modelle hinsichtlich der zustandsabhängigen Charakteristika von CoCo Bonds zu testen.

7.1 Datensatz

Die Analyse basiert auf einem Datensatz der alle AT1-Kapital konformen CoCo Bond Emissionen umfasst, die im Zeitraum zwischen dem 1. Januar 2013 und dem 31. Mai 2016 in Euro emittiert wurden. Außerdem werden nur CoCo Bonds herangezogen bei denen die Aktien der Emittenten an der Börse gelistet sind und deren Emissionsprospekt in englischer Sprache verfügbar ist. Insgesamt beläuft sich der Datensatz auf 27 CoCo Bonds mit einem Emissionsvolumen von insgesamt 26,9 Mrd. Euro, was ungefähr der Hälfte aller bislang in Euro emittierten CoCo Bonds entspricht.² Der Beobachtungszeitraum beginnt mit dem 1. Januar 2013 und endet mit dem 31. Mai 2018. Das Ende des Beobachtungszeitraums und des Zeitraums, in dem CoCo Bond Emissionen im Datensatz berücksichtigt werden, unterscheiden sich, da für eine aussagekräftige Analyse eine gewisse Anzahl an Beobachtungen vorliegen muss. In dieser Arbeit wurde daher gefordert, dass für mindestens zwei Kalenderjahre Kursdaten eines CoCo Bonds verfügbar sein müssen. Innerhalb des Beobachtungszeitraums traten zwei Trigger Events ein. Dies waren die beiden am 10. Oktober 2013 und 12. Februar 2015 von der Banco Popular Español emittierten CoCo Bonds, die am 6. Juni 2017 von der EZB zwangsgewandelt wurden.³ Die Kurse beider CoCo Bonds wurden bis zum letzten verfügbaren Handelstag am 2. Juni 2017 berücksichtigt. Keine der im Datensatz betrachteten CoCo Bonds wurde innerhalb des Beobachtungszeitraums plan- oder außerplanmäßig gekündigt.

Tabelle 7.1 beinhaltet eine Übersicht der im Datensatz enthaltenen CoCo Bonds inklusive deren wichtigsten Kerncharakteristika. Die 27 im Datensatz enthaltenen CoCo Bonds wurden von 20 verschiedenen Banken (davon neun G-SRI)⁴ aus zehn europäischen Ländern emittiert. Die meisten Emissionen stammen von spanischen Banken (sechs Emissionen), gefolgt von britischen (fünf Emissionen) sowie französischen und irischen Banken (jeweils drei Emissionen). Die Emissionen unterteilen sich nach Art der Verlustabsorption in 13 CoCo Bonds mit Aktienwandlung (EC) und 14 write-down CoCo Bonds (WD). Im Falle einer Aktienwandlung besitzen sieben der 13 CoCo Bonds einen Mindestwandlungspreis

²Für einen allgemeinen Marktüberblick siehe Kapitel 3.

³Für eine detaillierte Diskussion des Falls der Banco Popular Español siehe Kapitel 3 Abschnitt 3.3.1.

⁴Stand November 2018 (Financial Stability Board, 2018).

Tabelle 7.1: CoCo Bond Datensatz der empirischen Analyse

CoCo Bond	Kupon	Volumen	Emission	Ende KSF	Typ
Aareal Bank	7.625	300	20.11.2014	04.04.2020	WD
ABN AMRO	5.750	1.000	22.09.2015	22.11.2020	WD
Allied Irish Banks	7.375	500	03.12.2015	03.12.2020	WD
BBVA (1)	7.000	1.500	19.02.2014	19.02.2019	EC
BBVA (2)	6.750	1.500	18.02.2015	18.02.2020	EC
BBVA (3)	8.875	1.000	14.04.2016	14.04.2021	EC
Ba. Popular (1)	11.500	500	10.10.2013	10.10.2018	EC
Ba. Popular (2)	8.250	750	12.02.2015	10.04.2020	EC
Bank of Ireland	7.375	750	18.01.2015	18.06.2020	WD
Barclays (1)	8.000	1.000	10.12.2013	15.12.2020	EC
Barclays (2)	6.500	1.077	17.06.2014	15.09.2019	EC
BNP Paribas	6.125	750	17.06.2015	17.06.2022	WD
Crédit Agricole	6.500	1.000	08.04.2014	23.06.2021	WD
Danske Bank (1)	5.750	750	12.03.2014	06.04.2020	WD
Danske Bank (2)	5.875	750	18.02.2015	06.04.2022	WD
Deutsche Bank	6.000	1.750	27.05.2014	30.04.2022	WD
HSBC (1)	5.250	1.500	17.09.2014	16.09.2022	EC
HSBC (2)	6.000	1.000	29.09.2015	29.09.2023	EC
Intesa Sanpaolo	7.000	1.250	19.01.2016	19.01.2021	WD
KBC Group	5.625	1.400	19.03.2014	19.03.2019	WD
Lloyds Banking	6.375	750	01.04.2014	27.06.2020	EC
Permanent TSB	8.625	125	06.05.2015	01.04.2021	EC
Santander (1)	6.250	1.500	12.03.2014	12.03.2019	EC
Santander (2)	6.250	1.500	11.09.2014	11.09.2021	EC
Société Générale	6.750	1.000	07.04.2014	07.04.2021	WD
UBS	5.750	1.000	19.02.2015	19.02.2022	WD
UniCredit	6.750	1.000	10.09.2014	10.09.2021	WD

Tabelle 7.1 beinhaltet alle CoCo Bonds, die im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis zum 31. Mai 2016 in Euro emittiert wurden. Die Angabe des Kupons erfolgt in Prozent. Die Spalte mit der Bezeichnung Typ beinhaltet die Art der Verlustabsorption: EC = Aktienwandlung, WD = write-down.

der den Umfang des Aktienpakets bei Wandlung und somit die Verwässerung der bestehenden Aktionäre begrenzt. Die übrigen sechs CoCo Bonds mit Aktienwandlung besitzen einen festgeschriebenen Wandlungspreis. Bei write-down CoCo Bonds ist der Abschreibungssatz hingegen in den meisten Fällen (12 von 14) variabel gehalten. Der Nennwert des CoCo Bonds wird im Falle eines Trigger Events genau um den Anteil reduziert, der nötig ist, um die Kernkapitalquote der Bank wieder über die Trigger Schwelle zu heben.⁵ Bei den anderen beiden write-down CoCo Bonds ist ein fixer Vollabschreibungsmechanismus enthalten. Der durchschnittliche CoCo Bond im betrachteten Datensatz wurde mit einem Kupon in Höhe von 6,88 % emittiert, der für gewöhnlich in vierteljährlicher (12 aus 27) oder halbjährlicher Frequenz (11 aus 27) gezahlt wird. Banco Popular Español zahlte im Beobachtungszeitraum den höchsten Kupon i.H.v. 11,50 % auf seinen am 10. Oktober 2013 emittierten CoCo Bond, der im Juni 2017 gewandelt wurde. Der niedrigste Kupon des am 14. September 2014 von HSBC emittierten CoCo Bonds liegt bei 5,25 %. Das Emissionsvolumen bewegt sich zwischen 1,75 Mrd. Euro beim CoCo Bond der Deutschen Bank und 125 Mio. Euro beim CoCo Bond der irischen Permanent TSB. Im Durchschnitt liegt das emittierte Volumen bei 996 Mio. Euro (Median: 1.000 Mio. Euro). Die durchschnittliche Kündigungssperrfrist nach Emission beträgt sechs Jahre, wobei in 13 der betrachteten Fälle die Mindestsperrfrist von fünf Jahren beobachtet wird. Nach Ablauf der Sperrfrist kann der Emittent in der Regel in sechsmonatigen Abständen kündigen. Diese Informationen wurden den Emissionsprospekten der jeweiligen CoCo Bonds entnommen und bei Bedarf durch eigene Recherchen ergänzt.

Neben den statischen Produktinformationen werden für die Bewertung Marktdaten benötigt, welche auf täglicher Basis der Datenbank Thomson Reuters Eikon entnommen wurden. Die Marktdaten bestehen aus den Kurswerten (clean prices) der CoCo Bonds, den Aktienkursen des jeweiligen Emittenten sowie der Dividendenrendite, welche sich aus der annualisierten historischen Dividende auf Aktien des Emittenten im Verhältnis zum aktuellen Aktienkurs errechnet. Informationen zum Kreditrisiko der Emittenten werden über den Mid-Spread von CDS auf nicht nachrangige, unbesicherte Fremdkapitaltitel des Emittenten mit fünfjähriger Laufzeit abgebildet. Über den Zusammenhang

$$\lambda_t = \frac{cds_t}{1 - \theta} \quad (7.1)$$

kann die risikoneutrale Sprungintensität λ_t des Poisson-Prozesses aus den täglich verfügbaren Prämien cds_t gehandelter CDS extrahiert werden.⁶ Hierzu wird eine typische, exogen gegebene Rückgewinnungsquote von $\theta = 0,4$ angenommen (Altman et al., 2005). Neben den produkt- und emittentenspezifischen Informationen wird außerdem noch die

⁵Für eine Beschreibung des Vorgang bei der Verlustabsorption siehe Kapitel 2.

⁶vgl. De Spiegeleer et al. (2014), S. 259.

Rendite der risikolosen Anlage zur Bewertung benötigt. Diese wird über den risikolosen Kassazinssatz abgebildet und über die Formel von Svensson (1994) geschätzt. Mit Hilfe dieser Formel kann der risikolose Kassazinssatz $r_t(T)$ im Zeitpunkt t für eine Anlage bis zum Zeitpunkt T berechnet werden durch

$$r_t(T) = \beta_{0,t} + \beta_{1,t} \cdot \left(\frac{1 - e^{-\frac{(T-t)}{\tau_{1,t}}}}{\frac{(T-t)}{\tau_{1,t}}} \right) + \beta_{2,t} \cdot \left(\frac{1 - e^{-\frac{(T-t)}{\tau_{1,t}}}}{\frac{(T-t)}{\tau_{1,t}}} - e^{-\frac{(T-t)}{\tau_{1,t}}} \right) \quad (7.2)$$

$$+ \beta_{3,t} \cdot \left(\frac{1 - e^{-\frac{(T-t)}{\tau_{2,t}}}}{\frac{(T-t)}{\tau_{2,t}}} - e^{-\frac{(T-t)}{\tau_{2,t}}} \right),$$

wobei die Parameter $\beta_{0,t}$, $\beta_{1,t}$, $\beta_{2,t}$, $\tau_{1,t}$ und $\tau_{2,t}$ von der EZB aus europäischen Staatsanleihen mit AAA Rating auf täglicher Basis geschätzt und der Öffentlichkeit über die Homepage zur Verfügung gestellt werden (Nymand-Andersen, 2018). Für jeden der im Datensatz enthaltenen CoCo Bonds wurden die Marktdaten ab dem jeweiligen Emissionsdatum erhoben und bis zum Ende des Betrachtungszeitraums am 31. Mai 2018 berücksichtigt.⁷ Im Mittel werden pro CoCo Bond die Kursdaten von 882 Handelstagen betrachtet, was einer Zeitreihenlänge von dreieinhalb Jahren entspricht.⁸ Die geringste Anzahl an Kursen liegt bei dem am 14. April 2016 emittierten CoCo Bond von BBVA mit 547 Kursen vor.⁹

7.2 Handelsmodell

Neben den theoretisch fundierten Modellen aus Kapitel 5 wird in diesem Abschnitt ein weiteres Modell eingeführt, welches rein datenwissenschaftlich getrieben ist. Dieser bewusst einfach gehaltene Ansatz soll im anstehenden Modellvergleich in Abschnitt 7.4 eine Referenz ohne theoretische Fundierung und ohne jegliche Berücksichtigung von Produktcharakteristika darstellen. Aufgrund der Parallele zur Hedgingstrategie eines Optionshändlers wird das Modell als Handelsmodell (HM) bezeichnet.

Das HM entspricht einem einfachen Regressionsmodell, bei dem die Preisänderungen des CoCo Bonds durch die dem Produkt unterliegenden Risikotreiber prognostiziert werden. Aufgrund des hybriden Charakters von CoCo Bonds werden Informationen hinsichtlich des Aktienkurs- und Kreditrisikos des Emittenten sowie des Zinsrisikos bei der Bewertung berücksichtigt. Hierzu wird die Preisänderung des CoCo Bonds ΔP_t^{TM} auf die Änderung

⁷Mit Ausnahme der beiden CoCo Bonds der Banco Popular Español. Hier wurden die Kurse bis zum letzten verfügbaren Kurs kurz vor Wandlung berücksichtigt.

⁸Es werden 252 Handelstage pro Jahr angenommen.

⁹Anhang D beinhaltet die deskriptive Statistik der Kurse der betrachteten CoCo Bonds.

im Aktienkurs des Emittenten, die Änderung in den Prämien von CDS auf Anleihen des Emittenten sowie die Änderung in der Rendite der risikolosen Anlage regressiert. Das HM prognostiziert somit die Preisänderung des CoCo Bonds in Form des folgenden linearen Zusammenhangs

$$\Delta P_t^{HM} = \beta_{S,t} \cdot \Delta S_t + \beta_{cds,t} \cdot \Delta cds_t + \beta_{r,t} \cdot \Delta r_t, \quad (7.3)$$

wobei ΔS_t die Änderung des Aktienkurses des Emittenten, Δcds_t die Änderung der Prämien von CDS auf Anleihen des Emittenten und Δr_t die Änderung der Rendite der risikolosen Anlage bezeichnen. Die Sensitivitätsparameter $\beta_{S,t}$, $\beta_{cds,t}$ und $\beta_{r,t}$ werden durch Zeitreihenregression geschätzt. Die Modellschätzung wird im Zuge des nachfolgenden Abschnitts diskutiert.

7.3 Kalibrierung und Bewertung

Dieser Abschnitt beschreibt das Vorgehen bei der Kalibrierung und konkreten Anwendung der betrachteten Bewertungsmodelle. In einem ersten Schritt wird der Einsatz der theoriebasierten Modelle diskutiert. Hierbei wird der Fokus auf die Bestimmung der unbeobachtbaren Parameter des Modells gelegt. Im Anschluss daran wird das Vorgehen bei Anwendung des Handelsmodells dargelegt, welches aufgrund seiner unterschiedlichen Fundierung auf anderem Wege kalibriert wird.

In der Regel resultiert ein Bewertungsmodell unabhängig vom zu bewertenden Finanzprodukt in einer Bewertungsfunktion $F(\Omega_t, \Theta)$, die von beobachtbaren Parametern Ω_t und unbeobachtbaren Parametern Θ abhängt. Bevor diese Funktion nun in einem Bewertungszeitpunkt t eingesetzt werden kann, wird eine Strategie benötigt, um die unbeobachtbaren Parameter Θ zu schätzen. Dabei stellt sich die Frage, über welchen Weg und zu welchem Zeitpunkt die Parameter bestimmt werden sollen.

In Bezug auf den Zeitpunkt kann man sich am Vorgehen eines Optionshändlers orientieren, der das Risiko seines Optionsportfolios gegen künftige Preisänderungen mit Hilfe des Portfoliodeltas nach Black und Scholes (1973) absichert. Üblicherweise erfolgt die Anpassung dieser Absicherungsposition auf täglicher Basis und unter Berücksichtigung von allen zum Absicherungszeitpunkt verfügbaren Informationen (vgl. Hull, 2015, S. 497). Bei der Kalibrierung der Bewertungsmodelle wird nun analog zum Vorgehen eines Optionshändlers verfahren. Dabei werden alle Informationen bis zum letzten Handelstag vor dem Bewertungsdatum t berücksichtigt, d.h. das Bewertungsmodell wird im Zeitpunkt $t - 1$ kalibriert, um es dann im Zeitpunkt t bei der Bewertung einsetzen zu können.

Der Weg, über den die unbeobachtbaren Parameter bestimmt werden sollen, hängt vom zu bestimmenden Parameter ab. In den drei Theoriemodellen können weder die Volatilität σ der Aktienrendite noch die Trigger Schwelle \underline{S} beobachtet werden. Bei letzterem Parameter ist dies auf die Tatsache zurückzuführen, dass die betrachteten Bewertungsmodelle das Trigger Event nicht wie im CoCo Bond Vertrag vereinbart an eine kritische CET1 Trigger Schwelle knüpfen, sondern an den Aktienkurs S_t des Emittenten, der das Trigger Event signalisiert, sobald er den kritischen Kurs \underline{S} erreicht. Für die Bestimmung der Trigger Schwelle \underline{S} gibt es zunächst einmal keinen konkreten Anhaltspunkt, da die CET1 Ratio einer Bank erstens an den in Kapitel 2 diskutierten Schwächen leidet und zweitens nicht perfekt mit dem Aktienkurs korreliert ist (Grabenbauer und Fischer, 2014). Im Gegensatz hierzu ist die nicht beobachtbare Volatilität σ der Aktienrendite ein wohlbekanntes Thema in der Optionsbewertung. Hier wird die Volatilität für gewöhnlich mit Hilfe eines Bewertungsmodells, meist dem Modell von Black und Scholes (1973), aus den Preisen gehandelter Optionen mit vergleichbaren Produktcharakteristika wie das zu bewertende Produkt extrahiert. Die Vergleichbarkeit der Produktcharakteristika bezieht sich neben dem zugrundeliegenden Basiswert insbesondere auf die Moneyness, also die relative Position des Basiswerts zum Ausübungspreis, und die Laufzeit der betrachteten Option. Während dieses Verfahren bei klassischen Optionen aufgrund der großen Anzahl gehandelter Produkte mit gleichem Basiswert ziemlich leicht umsetzbar ist, stellt es allerdings im Falle von CoCo Bonds kaum eine Möglichkeit dar. Dies liegt zum einen an der Moneyness des CoCo Bonds. Der CoCo Bond entspricht in puncto Moneyness am ehesten einer sich tief im Geld befindenden Put Option. Da diese Produkte allerdings kaum gehandelt werden, besitzen die daraus geschätzten Volatilitäten, wenn überhaupt, nur eine sehr eingeschränkte Aussagekraft. Zum anderen ist es aufgrund der komplexen Fälligkeitsstruktur (endlose Laufzeit, Kündigungsrecht des Emittenten, Sperrfrist) von CoCo Bonds sowie der geringen Anzahl der Emissionen einer Bank quasi unmöglich, Referenzprodukte mit geeigneter Laufzeit zu finden.

Corcuera et al. (2013) begegnen dem Problem der nicht beobachtbaren Volatilität, indem sie die Marktdaten gehandelter CDS über einen Black-Scholes Ansatz mit digitalen Put Optionen verbinden, um so die impliziten Volatilitäten aus den Versicherungsprämien zu extrahieren. Anhand dieser Vorgehensweise ermittelten Corcuera et al. (2013) Volatilitäten für einen CoCo Bond der Lloyds Banking Group zwischen 77 % und 144 %. Dies erscheint selbst für sich tief im Geld befindende Optionen als sehr hoch. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit ein pragmatischer Ansatz verfolgt und eine konstante Volatilität von 50 % angenommen.

Um nun die unbeobachtbare Trigger Schwelle \underline{S} zu erhalten, wird die Bewertungsfunktion $F(\Omega_{t-1}, \Theta)$, an einem Kalibrierungszeitpunkt $t - 1$, unter Berücksichtigung aller zu diesem

Zeitpunkt vorhandenen Informationen über die Trigger Schwelle \underline{S} auf den Marktpreis P_{t-1} kalibriert.

Abbildung 7.1: Zeitstruktur der theoretischen Bewertungsmodelle

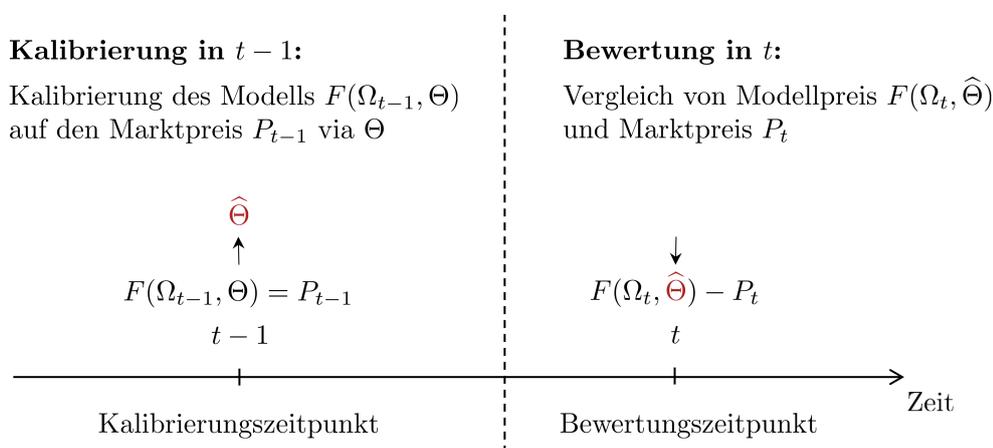


Abbildung 7.1 zeigt die Sequenz bei der Anwendung der theoretischen Bewertungsmodelle anhand einer Zeitstruktur. $F(\Omega_t, \Theta)$ entspricht einer Bewertungsfunktion im Zeitpunkt t , die von beobachtbaren Ω_t und unbeobachtbaren Θ Parametern abhängt. $\hat{\Theta}$ entspricht den geschätzten Werten der unbeobachtbaren Parameter. P_t entspricht dem Marktpreis des CoCo Bonds im Zeitpunkt t .

Abbildung 7.1 zeigt das Vorgehen bei der Bewertung und der vorausgehenden Kalibrierung. Bei Betrachtung des erweiterten Modells ist der Vektor aus beobachtbaren Parametern beispielsweise durch $\Omega_{t-1} = \{S_{t-1}, cds_{t-1}, r_{t-1}, q_{t-1}\}$ gegeben. Die den Marktpreis erklärende Trigger Schwelle $\hat{\underline{S}}$ dient dann als Schätzer für die unbeobachtbare Trigger Schwelle im Zeitpunkt t . Während Wilkens und Bethke (2014) die drei von ihnen betrachteten CoCo Bonds nur am Emissionszeitpunkt kalibrieren und die Trigger Schwelle über den gesamten Bewertungszeitraum konstant halten, wird das Modell in dieser Arbeit für jeden Bewertungszeitpunkt am jeweils vorangehenden Handelstag, dem Kalibrierungszeitpunkt, neu kalibriert und die Trigger Schwelle extrahiert. Hierdurch werden die aktuellsten Marktinformationen bei der Bewertung berücksichtigt, die ebenso Informationen in Bezug auf den potentiell zustandsabhängigen regulatorischen Trigger der Aufsichtsbehörde beinhalten.

Wie im Zuge der Sensitivitätsanalyse in Kapitel 6 in Abbildung 6.9 bereits beobachtet wurde, besitzt der Graph der Bewertungsfunktion des erweiterten Modells in Abhängigkeit der Trigger Schwelle bei Betrachtung eines CoCo Bonds mit Aktienwandlung einen u-förmigen Verlauf, welcher auch im Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) besteht.¹⁰ Für eine gegebene Produktstruktur existieren somit Situationen, in denen zwei Trigger Schwellen den beobachteten Marktpreis und somit die Kalibrierungsbedingung erfüllen. Diese Situation entsteht, da auf der einen Seite durch eine niedrigere Schwelle das Trigger Event unwahrscheinlicher wird und somit der mit Wandlung verbundene Verlust

¹⁰Siehe hierzu Abbildung 5 in De Spiegeleer und Schoutens (2011b), S. 20.

weniger zum Tragen kommt. Auf der anderen Seite wird das Aktienpaket bei Wandlung umso wertvoller, je höher die Trigger Schwelle liegt. Der Wert des CoCo Bonds kann somit in beide Richtungen steigen. In dieser Arbeit wird daher genau wie in De Spiegeleer und Schoutens (2011b) verfahren und die untere Schwelle gewählt. Bei write-down CoCo Bonds tritt dieses Problem nicht auf, da die Bewertungsfunktion aufgrund der Abschreibung eine monoton fallende Funktion der Trigger Schwelle ist.

Abbildung 7.2: Zeitstruktur des Handelsmodells

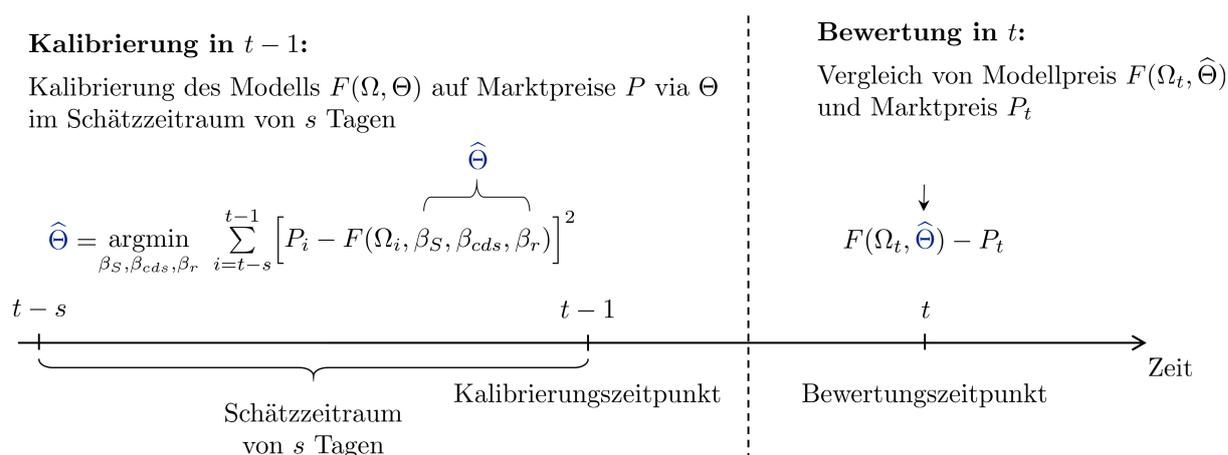


Abbildung 7.2 zeigt die Sequenz bei der Anwendung des Handelsmodells anhand einer Zeitstruktur. $F(\Omega_t, \beta_S, \beta_{cds}, \beta_r)$ entspricht einer Bewertungsfunktion im Zeitpunkt t , die von beobachtbaren Ω_t und unbeobachtbaren $\beta_S, \beta_{cds}, \beta_r$ Parametern abhängt. $\hat{\Theta}$ entspricht den geschätzten Werten der unbeobachtbaren Parameter. P_t entspricht dem Marktpreis des CoCo Bonds im Zeitpunkt t .

Nachdem das Vorgehen bei der Bewertung und vorgelagerten Kalibrierung der theoriebasierten Modelle aus Kapitel 5 dargelegt wurde, wird nun das Vorgehen bei der Bewertung eines CoCo Bonds unter Anwendung des Handelsmodells betrachtet. Wie Abbildung 7.2 zeigt, dient auch in diesem Fall der Bewertungszeitpunkt t , an dem der Preis des CoCo Bonds bestimmt werden soll, als Fixpunkt. Um das Bewertungsmodell einsetzen zu können, müssen zunächst wieder die unbeobachtbaren Modellparameter Θ bestimmt werden. Diese bestehen im Handelsmodell aus den empirischen Sensitivitätsparametern β_S, β_{cds} und β_r . Sie werden zum Kalibrierungszeitpunkt $t - 1$ durch Zeitreihenregression über einen mit dem Kalibrierungszeitpunkt endenden Schätzzeitraum von $s = 100$ Handelstagen aus den beobachtbaren Marktdaten geschätzt.¹¹ Mit den geschätzten Parametern $\hat{\Theta} = \{ \hat{\beta}_S, \hat{\beta}_{cds}, \hat{\beta}_r \}$ wird dann die Preisänderung des CoCo Bonds mit Hilfe des Handelsmodells von $t - 1$ auf t prognostiziert und der Modellpreis $F(\Omega_t, \hat{\Theta}) = \Delta P_t^{HM}(\hat{\Theta}) + P_{t-1}$ des CoCo Bonds ermittelt. Dieser setzt sich zusammen aus dem Marktpreis im Kalibrierungszeitpunkt und der prognostizierten Preisänderung im Bewertungszeitpunkt.

¹¹Generell besteht bei der Wahl des Schätzzeitraums die Abwägung zwischen Aktualität der Marktinformationen und Berücksichtigung der Historie in den Daten. Im Zuge der Arbeit wurden verschiedene plausible Zeiträume untersucht und sich für den die höchste Bewertungsgenauigkeit (out-of-sample) liefernden Zeitraum von 100 Handelstagen entschieden.

7.4 Modellvergleich

Um die out-of-sample Bewertungsgüte der vier Modelle vergleichen zu können, werden verschiedene Fehlermaße berechnet, die es erlauben, die Stärken und Schwächen der einzelnen Modelle zu evaluieren und so deren Akkuratess zu bewerten. Jedes dieser Fehlermaße basiert auf dem relativen Bewertungsfehler RPE_t , der für alle vier Modelle zu jedem Bewertungszeitpunkt t als Differenz des Modellpreises $F(\Omega_t, \hat{\Theta})$ und des beobachteten Marktpreises P_t relativ zum Marktpreis P_t berechnet wird

$$RPE_t = \frac{F(\Omega_t, \hat{\Theta}) - P_t}{P_t}. \quad (7.4)$$

Ausgehend von dieser Basis werden zunächst die Fehlermaße im Querschnitt des Datensatzes betrachtet.

7.4.1 Gesamter Beobachtungszeitraum

Um eine akkurate Bewertung gewährleisten zu können, sollte ein Modell keine systematischen Verzerrungen erzeugen, d.h. das Modell sollte in der Lage sein, den zu erklärenden Marktpreis im Durchschnitt zu treffen. Der durchschnittliche relative Bewertungsfehler (ME) eines unverzerrten Modells sollte im Idealfall null sein.

Tabelle 7.2: Modellvergleich – Querschnitt

Fehlermaß	theoriebasiert			marktbasiert
	SM	DM	EM	HM
ME	-0,030	-0,020	-0,011	-0,003
EV	0,930	0,821	0,663	0,604
RMSE	0,945	0,837	0,663	0,604
QE	4,513	3,967	2,936	3,006

Tabelle 7.2 zeigt die Fehlermaße der vier Bewertungsmodelle. Alle Maße basieren auf dem relativen Bewertungsfehler (RPE) und werden in Prozentpunkten (pts) angegeben. Abkürzungen der Fehlermaße: ME entspricht dem arithmetischen Mittel des RPE, EV entspricht der Standardabweichung des RPE, RMSE entspricht der Wurzel der mittleren quadrierten Abweichungen des RPE, QE entspricht dem 99 %-Quantil des absoluten RPE. Abkürzungen Modelle: SM entspricht dem Standardmodell, DM entspricht dem Standardmodell mit Kreditrisiko, EM entspricht dem erweiterten Modell und HM entspricht dem marktbasieren Handelsmodell. Es wurden 100.000 Aktienkurspfade und wöchentliche Schritte bei der Simulation des EM verwendet.

Wie Tabelle 7.2 entnommen werden kann, liegt der ME der Modelle zwischen dem geringsten Fehler von -0,003 Prozentpunkten (pts) im Falle des Handelsmodells (HM) und dem

höchsten Fehler von -0,030 pts im Falle des Standardmodells (SM). Da die Fehlermaße in Prozentpunkten angegeben sind und sich auf den beobachteten Marktpreis der CoCo Bonds beziehen, müssen die Einheiten entsprechend interpretiert werden. Geht man zum Beispiel von einem Nennwert des CoCo Bonds in Höhe von 100 Euro aus und berücksichtigt die Tatsache, dass die CoCo Bonds im Schnitt ungefähr zu pari¹² handeln, bedeutet der mittlere Fehler des SM in Höhe von -0,030 pts, dass das Modell den Marktwert im Durchschnitt 3 Cent zu gering bewertet hat. Obwohl die Höhe des Fehlers als vernachlässigbar angesehen werden kann, wird an dieser Stelle angemerkt, dass innerhalb der Theoriemodelle das erweiterte Modell mit einem mittleren Fehler von -0,011 etwas besser abschneidet als die Standardmodelle mit (DM) und ohne (SM) Kreditrisiko. Insgesamt zeigt dieses erste Ergebnis bereits, dass alle vier Modelle in der Lage sind CoCo Bonds hinreichend genau zu bewerten.

Neben der grundsätzlichen Anforderung, dass sich mögliche Bewertungsfehler über die Zeit ausgleichen müssen, sollten sich die Streuung der Abweichungen in Grenzen halten, um hierdurch die Stabilität der Bewertung eines Modells zu gewährleisten. Diese Eigenschaft kann über die Standardabweichung (EV) der relativen Bewertungsfehler gemessen werden. Vergleicht man die beiden Standardmodelle miteinander, zeigt sich, dass das DM mit einer EV von 0,821 pts eine geringere Fehlervariation besitzt als das SM mit 0,930 pts. Dies bedeutet, dass die Information hinsichtlich der Solvenz des Emittenten, welche im DM über den Poisson-Prozess berücksichtigt wird, zu einer Stabilisierung der Bewertung führt. Folglich sollte das Kreditrisiko des Emittenten bei der Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden.

Anschließend daran stellt sich nun die Frage, ob die Berücksichtigung einer realitätsnäheren Produktstruktur ebenfalls einen positiven Effekt auf die Stabilität der Bewertung hat. Hierzu wird das EM mit dem DM verglichen. Das EM reduziert die Fehlervariation des DM nochmals um 19 % auf nun 0,663 pts, wodurch deutlich wird, dass die zusätzliche Berücksichtigung der effektiven Laufzeitstruktur von CoCo Bonds im EM die Bewertung weiter stabilisiert. Bemerkenswerterweise zeigt sich aber auch, dass das rein marktdatenbasierte HM ohne bewertungstheoretischen Hintergrund die stabilsten Ergebnisse erzielt.

Unter Berücksichtigung der Fehlermaße ME und EV zeigt sich bislang eine klare Präferenzordnung zwischen den Modellen. Innerhalb der Kategorie der Theoriemodelle produziert das Standardmodell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) zwar grundsätzlich ein angemessenes Bewertungsergebnis, die Berücksichtigung von Kreditrisiko im DM führt jedoch zu einer deutlichen Stabilisierung des Fehlerbilds. Da das DM im Vergleich zum SM auch weniger verzerrt ist, zeigt sich eine strikte Dominanz des DM gegenüber dem SM. Aus

¹²Im Querschnitt des CoCo Bond Datensatzes liegt der durchschnittliche Kurs bei 101,46 und somit marginal über pari. Anhang D enthält die deskriptive Statistik der Kurswerte der CoCo Bonds.

diesem Grund sollte der Faktor Kreditrisiko bei der Wahl eines Bewertungsmodells für CoCo Bonds zwingend berücksichtigt werden. Dies bestätigt auch die von Wilkens und Bethke (2014) gestellte Anforderung, wonach ein Modell alle relevanten Risikoquellen berücksichtigt sollte.

Obwohl die isolierte Betrachtung der Fehlervariation und des mittleren Fehlers insgesamt einen guten Überblick über die Bewertungsgüte der einzelnen Modelle liefert, ist eine kombinierte Kennzahl, welche beide Aspekte gleichzeitig berücksichtigt, wünschenswert. Aus diesem Grund wird die Quadratwurzel des mittleren quadratischen Fehlers (RMSE) berechnet. Ausgehend von einem Bewertungsmodell mit einer gegebenen mittleren Genauigkeit, bestraft diese Kennzahl eine höhere Fehlervariation und stellt somit das gewünschte kombinierte Fehlermaß dar.

Betrachtet man nun den RMSE der Modelle wird wie erwartet die zuvor diskutierte Präferenzordnung bestätigt. Innerhalb der Theoriemodelle zeigt das aufwändigere EM mit einem RMSE von 0,663 pts die höchste Akkuratess. Das DM mit einem RMSE von 0,837 liegt zwar hinter dem EM, liefert aber ein besseres Ergebnis als das SM mit einem RMSE von 0,945 pts. Im Querschnitt der CoCo Bonds zeigt sich insgesamt, dass das HM mit einem RMSE von 0,604 pts das beste Bewertungsergebnis erzielt. Da das SM und das DM jeweils auf dem vereinfachten Modellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) basieren, unterliegt beiden Modellen die Annahme, dass der CoCo Bond mit Ablauf der Kündigungssperrfrist gekündigt wird, sofern er nicht zuvor gewandelt wird und im DM der Emittent überlebt. Das EM berücksichtigt hingegen die Struktur tatsächlich gehandelter CoCo Bonds, indem sowohl die unendliche Laufzeit als auch das Kündigungsrecht des Emittenten nach einer möglicherweise vorhandenen Sperrfrist modelliert werden. Um nun den Effekt dieser zusätzlichen Produktcharakteristika herauszufinden, wird das EM mit dem DM verglichen, da beide Modelle im Gegensatz zum SM die Solvenz des Emittenten berücksichtigen und somit der Effekt der Produktstruktur identifiziert werden kann. Es zeigt sich, dass das EM den RMSE des DM von 0,837 pts um 0,174 pts oder 21 % Prozent auf 0,663 pts reduziert. Es kann somit gefolgert werden, dass die Berücksichtigung der flexiblen Fälligkeitsstruktur von AT1 CoCo Bonds die Genauigkeit eines Bewertungsmodells wesentlich erhöht. Hierdurch wird deutlich, dass die Erhöhung der Modellkomplexität durch die Berücksichtigung der relevanten Risikoquellen und der wesentlichen Produktcharakteristika im EM nicht nur gerechtfertigt werden kann, sondern notwendig ist, um eine akkurate Bewertung sicherzustellen.

Berücksichtigt man neben den Theoriemodellen ebenso das HM, zeigt sich, dass dieser einfache Ansatz im Querschnitt das beste Bewertungsergebnis erzielt. Im ersten Moment wirkt dieses Ergebnis überraschend, da das Modell weder die Produktcharakteristika von CoCo Bonds noch die Bewertungstheorie berücksichtigt, sondern ausschließlich auf den

empirischen Risikofaktoren basiert. Der Grund für diese Beobachtung liegt aber möglicherweise in der anderen Herangehensweise bei der Kalibrierung des HM. Während die Theoriemodelle genau an einem einzigen Tag auf den Marktpreis kalibriert werden, um so die unbeobachtbare Trigger Schwelle zu extrahieren, werden die empirischen Sensitivitäten des HM über einen Zeitraum von s Handelstagen geschätzt. Der Fakt, dass das HM die Theoriemodelle in der Bewertungsgüte sogar übertrifft, zeigt, dass eine akkurate Bewertung nicht immer eine höhere Modellkomplexität erfordert, sondern teilweise auch ein einfacher, rein auf Marktdaten basierender, Ansatz ausreichen kann.

Für ein noch umfassenderes Bild der Bewertungsergebnisse werden, neben der mittleren Genauigkeit und Streuung der Bewertungsfehler, auch die sehr hohen Bewertungsfehler genauer analysiert, indem das 99 %-Quantil (QE) des Betrags der relativen Bewertungsfehler berechnet wird. Durch diese „Value-at-Risk“ Perspektive können die Modelle auf ihre Anfälligkeit, hohe Fehler zu produzieren, geprüft werden. Bei Betrachtung der Querschnittsergebnisse zeigt sich tatsächlich eine Änderung in der Präferenzreihenfolge. Während die Ordnung innerhalb der Theoriemodelle nach wie vor unverändert bleibt, deutet das 99 %-Quantil des Bewertungsfehlers darauf hin, dass das EM mit einem QE von 2,936 pts etwas robuster gegenüber hohen Bewertungsfehlern ist als das HM mit einem QE von 3,004 pts. Diese Überlegenheit des EM gegenüber dem HM könnte ein Indiz dafür darstellen, dass das EM im Gegensatz zum HM die Fähigkeit besitzt, die dynamischen Sensitivitäten des CoCo Bonds in Bezug auf die Risikoquellen besser abzubilden. Es zeigt sich also, dass zur Vorbeugung hoher Fehler ein komplexeres Modell mit einer theoretischen Fundierung benötigt wird. Vor dem Hintergrund dieser Analyse und unter Berücksichtigung der zuvor diskutierten Fehlermaße, kann also festgehalten werden, dass bei der optimalen Modellwahl neben der Genauigkeit im Sinne des RMSE insbesondere die Anfälligkeit eines Modells, starke Fehlbewertungen zu produzieren, einen wesentlichen Aspekt darstellt, den es zu berücksichtigen gilt. In der Praxis muss bei der optimalen Modellwahl somit zwischen Genauigkeit im Mittel und Robustheit gegenüber hohen Fehlbewertungen in Ausnahmefällen abgewogen werden.

Zur Vollständigkeit der Analyse enthält Tabelle 7.3 die RMSE des gesamten Datensatzes, also 27 CoCo Bonds für die vier betrachteten Bewertungsmodelle über den gesamten Beobachtungszeitraum.¹³ Die Tatsache, dass die RMSEs aller Modelle und CoCo Bonds zwischen 0,337 pts und 2,232 pts liegen, unterstreicht die Ergebnisse im Querschnitt, wonach alle vier Modelle in der Lage sind die Preise von CoCo Bonds zu erklären. Außerdem wird auf individueller Produktebene die zuvor klar zu beobachtende Präferenzordnung zwischen den Theoriemodellen eindrucksvoll unterstrichen. Bis auf einen einzigen Fall BBVA (2) liefert das DM einen niedrigeren RMSE als das SM. Aus diesem Grund sollte die Solvenz

¹³Da für die Aareal Bank keine Daten zu den Prämien von CDS vorliegen, wurde das DM an dieser Stelle nicht berechnet. Das EM und HM wurden entsprechend ohne Kreditrisiko berechnet.

Tabelle 7.3: RMSE – Produktebene

CoCo Bond	theoriebasiert			marktbasiert
	SM	DM	EM	HM
Aareal Bank	1,214	-	0,925	0,821
ABN AMRO	0,601	0,587	0,542	0,514
Allied Irish Banks	1,974	1,750	1,270	1,272
BBVA (1)	0,621	0,606	0,602	0,573
BBVA (2)	0,541	0,556	0,565	0,521
BBVA (3)	0,506	0,468	0,428	0,411
Ba, Popular (1)	1,960	1,378	0,887	0,924
Ba, Popular (2)	2,232	1,847	1,166	1,304
Bank of Ireland	1,032	0,868	0,692	0,616
Barclays (1)	0,746	0,702	0,598	0,536
Barclays (2)	0,760	0,714	0,576	0,505
BNP Paribas	0,508	0,478	0,445	0,381
Crédit Agricole	0,592	0,558	0,517	0,472
Danske Bank (1)	0,750	0,730	0,476	0,367
Danske Bank (2)	0,534	0,494	0,470	0,337
Deutsche Bank	1,050	0,936	0,777	0,685
HSBC (1)	0,841	0,829	0,586	0,451
HSBC (2)	0,588	0,559	0,570	0,496
Intesa Sanpaolo	0,837	0,767	0,646	0,628
KBC Group	0,613	0,578	0,537	0,471
Lloyds Banking	0,609	0,561	0,488	0,416
Permanent TSB	1,504	1,273	0,938	0,753
Santander (1)	0,794	0,724	0,643	0,592
Santander (2)	0,817	0,734	0,690	0,605
Société Générale	1,099	1,065	0,477	0,422
UBS	0,558	0,525	0,496	0,389
UniCredit	1,643	1,470	0,896	0,862
Durchschnitt	0,945	0,837	0,663	0,604

Tabelle 7.3 zeigt den RMSE der täglichen Bewertungen aller vier Modelle auf Produktebene. Bei der Berechnung wird der gesamte Beobachtungszeitraum berücksichtigt. SM entspricht dem Standardmodell, DM entspricht dem Standardmodell mit Kreditrisiko, EM entspricht dem erweiterten Modell und HM entspricht dem Handelsmodell. Es wurden 100.000 Aktienkurspfade und wöchentliche Schritte bei der Simulation des EM verwendet. Da für die Aareal Bank keine Daten zu Prämien von CDS vorliegen, wurde das DM für diesen CoCo Bond nicht berechnet. Das EM und HM wurden in diesem Fall ohne Kreditrisiko bewertet.

des Emittenten bei der Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden. In ebenfalls nur einem Fall BBVA (2) sind die Standardmodelle mit und ohne Kreditrisiko präziser als das EM und in einem einzigen weiteren Fall HSBC (2) liefert das DM einen geringeren RMSE als das EM. Somit wird auch an dieser Stelle mit den Querschnittsergebnissen übereinstimmend bestätigt, dass die Modellierung der wesentlichen Produktcharakteristika im EM die Bewertung ökonomisch signifikant verbessert, da hierdurch die effektive Laufzeit des CoCo Bonds flexibel erfasst werden kann. Vergleicht man das EM mit dem HM, zeigt sich, dass in den Fällen der beiden CoCo Bonds von Banco Popular Español und dem von Allied Irish Banks das EM eine bessere Bewertung im Sinne des RMSE liefert als das HM. Ein genauere Blick auf die beiden Banken zeigt als Gemeinsamkeit, dass beide Emittenten in den vergangenen Jahren ernstzunehmende finanzielle Schwierigkeiten hatten. Zusammen den Querschnittsergebnissen des 99 %-Quantils in Tabelle 7.2 deuten diese Beobachtungen darauf hin, dass das EM im Gegensatz zum HM besser in der Lage zu sein scheint, die zustandsabhängige Preisdynamik von CoCo Bonds greifen zu können und daher das robustere Modell in Stressphasen darstellen könnte. Eine genauere Betrachtung von Stressphasen im folgenden Abschnitt 7.4.2 soll dies untersuchen.

7.4.2 Stressphasen

Nachdem der Modellvergleich unter Berücksichtigung des gesamten Beobachtungszeitraums die Vermutung offengelegt hat, dass die Präferenzordnung zwischen dem erweiterten Modell und dem Handelsmodell aufgrund des hybriden Charakters des CoCo Bonds möglicherweise zustandsabhängig ist, wird in diesem Abschnitt der Fokus auf die Phasen gelegt, in denen sich der CoCo Bond unter Stress befindet. Abbildung 7.3 zeigt den Kursverlauf eines CoCo Bonds von Banco Popular Español vom Zeitpunkt der Emission am 10. Oktober 2013 bis zu seiner Wandlung am 6. Juni 2017.

In normalen Marktphasen bewegt sich der Kurs des CoCo Bonds ähnlich wie der einer Kuponanleihe auf einem verhältnismäßig stabilen Niveau. Sobald der Kurs des CoCo Bonds jedoch etwas stärker nachgibt, wie beispielsweise zur Jahreswende 2015/2016 oder zu Beginn des Jahres 2017, zeigt sich ein starker Anstieg der Volatilität. In diesem Moment tritt der Eigenkapitalcharakter des CoCo Bonds in den Vordergrund. Diese Beobachtung verdeutlicht, dass die akkurate Bewertung von CoCo Bonds in Stressphasen eine enorme Herausforderung darstellt, da sich der Produktcharakter und somit auch die Sensitivität hinsichtlich der Risikofaktoren dynamisch verändern kann. In normalen Zeiten verhält sich der CoCo Bond wie Fremdkapital, in Stressphasen wie Eigenkapital.

Zur Analyse der Bewertungsgenauigkeit werden im folgenden nur Zustände betrachtet, in denen sich der CoCo Bond in einer Stressphase befindet. Ein Zeitpunkt wird als Stresszu-

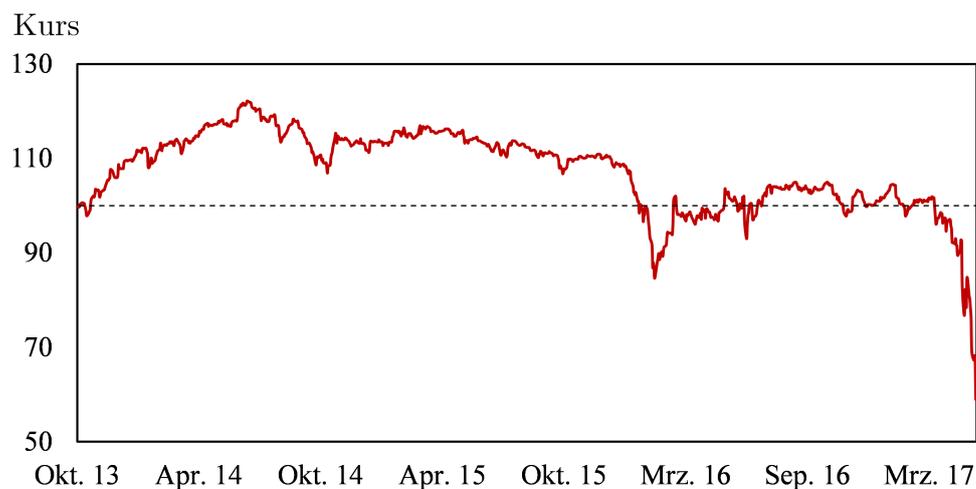
Abbildung 7.3: Beispielhafter Kursverlauf des CoCo Bonds Ba. Popular (1)

Abbildung 7.3 zeigt den Kursverlauf (clean price) des am 10. Oktober 2013 emittierten CoCo Bonds der Banco Popular Español. Der CoCo Bond wurde am 6. Juni 2017 durch die EZB gewandelt. Die gestrichelte Linie markiert den pari Kurs.

stand definiert, wenn ein sogenanntes 2σ -Event in der Rendite des CoCo Bonds beobachtet wird, d.h., wenn die Tagesrendite des CoCo Bonds die historische Volatilität um den Faktor zwei übersteigt. Auf Basis dieser Definition werden dann die aus Abschnitt 7.4.1 bekannten Fehlermaße ME, EV und RMSE berechnet.

Tabelle 7.4 zeigt die auf Stress bedingten Ergebnisse im Querschnitt der CoCo Bonds. Wie erwartet, nimmt die Bewertungsgenauigkeit aller Modelle in den Stressphasen ab. Dies zeigt sich in den, verglichen mit den Querschnittsergebnissen des gesamten Beobachtungszeitraums in Tabelle 7.2, stärker ausgeprägten Fehlermaßen. Der zwischen -0,044 pts und -0,162 pts liegende durchschnittliche relative Bewertungsfehler offenbart im Vergleich zu den kaum existierenden ME im gesamten Beobachtungszeitraum eine klar sichtbare aber nicht allzu schwerwiegende Unterbewertung aller Modelle in Stressphasen.

In Bezug auf die Stabilität zeigt sich das erwartete Bild, wonach die Streuung der Bewertungsfehler in den Stressphasen zunimmt. Dies kommt durch eine gestiegene EV zum Ausdruck. Innerhalb der Theoriemodelle ist das EM nach wie vor das Modell mit der geringsten EV. Es wird folglich bestätigt, dass sowohl die Berücksichtigung von Kreditrisiko als auch einer realitätsgetreuen Produktstruktur vorteilhaft sind. Außerdem zeigt sich nun ein Ergebnis, welches sich bereits bei Betrachtung der Fehlermaße über den gesamten Beobachtungszeitraum angedeutet hat: Das komplexere EM weist eine geringere Fehlerstreuung auf, als das einfach gehaltene HM. Zusätzliche Modellkomplexität führt in Stressphasen somit nicht nur innerhalb der Kategorie der Theoriemodelle zu einer höheren Stabilität der Bewertung, sondern auch im Vergleich zu einem marktbasieren Ansatz.

Tabelle 7.4: Modellvergleich in Stressphasen – Querschnitt

Fehlermaß	theoriebasiert			marktbasiert
	SM	DM	EM	HM
ME	-0,162	-0,129	-0,070	-0,044
EV	1,698	1,545	1,283	1,326
RMSE	1,712	1,559	1,294	1,357

Tabelle 7.4 zeigt die bedingten Fehlermaße in Prozentpunkten (pts) der vier Bewertungsmodelle. Hierbei werden nur Zeitpunkte betrachtet, in denen sich der CoCo Bond in einem Stresszustand befindet. Stress ist definiert als eine Situation, in der die Rendite des CoCo Bonds die Standardabweichung der historischen (in-the-sample) CoCo Rendite um den Faktor zwei übersteigt. Alle Maße basieren auf dem relativen Bewertungsfehler (RPE). ME entspricht dem arithmetischen Mittel des RPE, EV entspricht der Standardabweichung des RPE und RMSE entspricht der Wurzel der mittleren quadrierten Abweichungen des RPE. SM entspricht dem Standard Modell, DM entspricht dem Standardmodell mit Kreditrisiko, EM entspricht dem erweiterten Modell und HM entspricht dem marktbasieren Handelsmodell. Es wurden 100.000 Aktienkurspfade und wöchentliche Schritte bei der Simulation des EM verwendet.

Die Überlegenheit im Sinne der höheren Stabilität des EM gegenüber den anderen Modellen übersetzt sich unmittelbar in den bedingten RMSE und bestätigt somit die getauschte Präferenzordnung zwischen dem EM und dem HM in Stressphasen. In diesen Phasen weist das EM mit einem RMSE von 1,294 pts die höchste Güte aller Modelle auf und ist somit auch gegenüber dem HM, dessen RMSE mit 1,357 pts um knapp 5 % höher liegt, überlegen. Erwähnenswert ist außerdem, dass zwar das HM nach wie vor die Standardmodelle mit und ohne Kreditrisiko in der Genauigkeit übertrifft, der Vorteil jedoch gegenüber dem gesamten Beobachtungszeitraum schwindet. Während der RMSE des DM bei Betrachtung des gesamten Beobachtungszeitraums noch 24 % oberhalb des RMSE des HM liegt, beträgt dieser Abstand in den Stressphasen nur noch 13 %. Es zeigt sich somit, dass das HM in Stressphasen des CoCo Bonds, in denen grundsätzlich auch die Wahrscheinlichkeit einer Wandlung höher sein sollte, fehleranfälliger ist. Dies wird in der stark ausgeprägten Streuung der Bewertungsfehler und einem verhältnismäßig hohen RMSE ersichtlich. Im Gegensatz hierzu liefert ein aufwändiger konstruiertes Modell, dass nicht nur auf Risikofaktoren basiert, sondern auch den Wandlungsmechanismus und die Laufzeitstruktur des CoCo Bonds berücksichtigt, eine robuste Bewertung. Insgesamt deuten die Ergebnisse somit darauf hin, dass die drei Theoriemodelle aufgrund der Berücksichtigung der Produktcharakteristika im Vergleich zum HM besser in der Lage sind, den zustandsabhängigen Charakter des CoCo Bonds zu erfassen. Es wird somit gefolgert, dass für eine robuste Bewertung ein komplexeres Modell mit einem theoretischen Fundament erforderlich ist, welches neben den relevanten Risikoquellen auch die wesentlichen

Produktcharakteristika berücksichtigt, um so die Preisdynamik des CoCo Bonds abbilden zu können.

Tabelle 7.5 enthält die auf Stresszustände bedingten RMSE der CoCo Bonds auf individueller Produktebene. Es zeigt sich, dass der RMSE aller Kombinationen von Modell und CoCo Bond höher ist als im gesamten Beobachtungszeitraum (vgl. Tabelle 7.3). Der insgesamt höchste bedingte RMSE von 4,504 pts im Falle des im Beobachtungszeitraum gewandelten CoCo Bonds der Banco Popular Español zeigt, dass alle vier Modelle in der Lage sind, auch in Stressphasen akzeptable Bewertungsergebnisse zu liefern. Vergleicht man nun die Modelle miteinander, wird deutlich, dass das EM, im Gegensatz zu den drei Fällen bei Betrachtung des gesamten Beobachtungszeitraums, nun in neun Fällen einen geringeren RMSE liefert als das HM. Außerdem zeigt sich, dass das DM nun in fünf Fällen eine genauere Bewertung abliefern als das HM. Bei Berücksichtigung des gesamten Zeitraums war dies für keinen einzigen CoCo Bond zu beobachten. Auch in Fallzahlen ergibt sich somit, dass das DM und das EM gegenüber dem HM in Stressphasen aufholen. Dieser relative Aufholeffekt der beiden Theoriemodelle gegenüber dem marktbasierten Ansatz verdeutlicht ein weiteres Mal, dass die Berücksichtigung der Produktcharakteristika des CoCo Bonds in einem Bewertungsmodell, gerade in Stressphasen, von enormer Wichtigkeit ist, da hierdurch die zustandsabhängige Sensitivität des CoCo Bonds durch die Modelle erfasst werden kann und somit eine stabile Bewertung gewährleistet wird.

Vergleicht man in einem nächsten Schritt die drei Theoriemodelle miteinander, stellt man fest, dass sowohl das DM als auch das SM gegenüber dem EM aufholen. Während das SM bei Betrachtung des gesamten Beobachtungszeitraums in nur einem einzigen Fall und das DM in nur zwei Fällen eine im RMSE Sinne bessere Bewertung geliefert hat als das EM, ist dies in Stressphasen nun bei drei respektive fünf CoCo Bonds zu beobachten. Diese Feststellung kann als Indiz gelten, dass unter diesen Umständen der Einfluss der Berücksichtigung der flexiblen Laufzeitstruktur im EM vergleichsweise geringer ist, als die Erfassung der sich verändernden Dynamik durch die gestiegene Wandlungswahrscheinlichkeit. Wie außerdem erwartet werden konnte, rückt in den Stressphasen die Wichtigkeit von Kreditrisiko in den Vordergrund. Dies zeigt sich an der höheren absoluten RMSE Verbesserung von 0,153 pts des DM gegenüber des SM im Vergleich zum gesamten Beobachtungszeitraum. Hier lag die RMSE Verbesserung bei 0,108 pts.

Verbindet man nun abschließend die Ergebnisse zwischen den Theoriemodellen mit den kategorieübergreifenden Ergebnissen, kann gefolgert werden, dass gerade in Stressphasen die Fähigkeit eines Modells, die zustandsabhängigen Sensitivitäten abbilden zu können von enormer Bedeutung ist, um so eine robuste Bewertung sicherzustellen. Denn in Stressphasen, in denen das Erreichen der Trigger Schwelle wahrscheinlicher wird, ändert sich der Charakter des CoCo Bonds und damit auch die Abhängigkeiten von den zugrundeliegen-

Tabelle 7.5: RMSE in Stressphasen – Produktebene

CoCo Bond	theoriebasiert			marktbasiert
	SM	DM	EM	HM
Aareal Bank	2,506	-	2,193	2,355
ABN AMRO	1,650	1,400	1,054	0,996
Allied Irish Banks	3,571	3,290	2,609	3,440
BBVA (1)	1,247	1,207	1,241	1,150
BBVA (2)	1,256	1,276	1,385	1,224
BBVA (3)	0,787	0,755	0,789	0,780
Ba, Popular (1)	3,184	3,027	1,163	1,345
Ba, Popular (2)	4,504	4,040	2,450	3,973
Bank of Ireland	2,297	1,921	1,297	1,120
Barclays (1)	1,701	1,628	1,303	1,234
Barclays (2)	1,544	1,471	1,126	1,099
BNP Paribas	0,998	0,956	0,940	0,908
Crédit Agricole	1,009	0,969	0,918	0,936
Danske Bank (1)	1,153	1,085	0,836	0,773
Danske Bank (2)	1,051	0,942	0,823	0,747
Deutsche Bank	2,220	2,024	1,964	1,993
HSBC (1)	1,149	1,088	1,207	1,115
HSBC (2)	1,326	1,270	1,348	1,304
Intesa Sanpaolo	1,162	1,111	0,858	0,849
KBC Group	1,219	1,198	1,179	1,119
Lloyds Banking	1,326	1,258	1,016	0,910
Permanent TSB	1,989	1,674	1,252	1,122
Santander (1)	1,466	1,346	1,272	1,294
Santander (2)	1,475	1,323	1,308	1,364
Société Générale	1,367	1,294	0,704	0,700
UBS	1,100	1,033	1,030	0,908
UniCredit	2,291	2,178	1,822	1,952
Durchschnitt	1,712	1,559	1,294	1,357

Tabelle 7.5 zeigt den RMSE des relativen Bewertungsfehlers der Bewertungen aller vier Modelle auf Produktebene. Hierbei werden nur Zeitpunkte betrachtet, in denen sich der CoCo Bond in einem Stresszustand befindet. Stress ist definiert, als eine Situation in der die Tagesrendite des CoCo Bonds die historische Standardabweichung (in-the-sample) der CoCo Bond Rendite um den Faktor zwei übersteigt. Abkürzungen Modelle: SM entspricht dem Standard Modell, DM entspricht dem Standardmodell mit Kreditrisiko, EM entspricht dem erweiterten Modell und HM entspricht dem Handelsmodell. Es wurden 100.000 Aktienkurspfade und wöchentliche Schritte bei der Simulation des EM verwendet. Da für die Aareal Bank keine Daten zu Prämien von CDS vorliegen, wurde das DM nicht berechnet.

den Risikofaktoren. Wie die Analysen offenlegen, ist ein rein auf Marktwerten basierender Ansatz an dieser Stelle nicht mehr ausreichend. Vielmehr wird ein aufwändigeres Modell mit einem theoretischen Fundament benötigt, das neben den relevanten Risikoquellen auch die wesentlichen Produktcharakteristika des CoCo Bonds berücksichtigt. Komplexität erhöht somit in Stressphasen die Akkuratessse von Bewertungsmodellen für CoCo Bonds.

Zusammenfassung (Empirischer Modellvergleich)

Ausgangspunkt des empirischen Modellvergleichs war die Fragestellung, ob die Akkuratessse von Bewertungsmodellen für CoCo Bonds durch eine Steigerung der Modellkomplexität erhöht wird. Die Analyse erfolgte anhand der Gütekriterien Verzerrung des Bewertungsfehlers, gemessen am durchschnittlichen (ME) relativen Bewertungsfehler (RPE), Stabilität des Bewertungsfehlers, gemessen an der Standardabweichung (EV) des RPE, und der Robustheit des Modells gegenüber hoher Fehlbewertung, gemessen am 99 %-Quantil (QE) des absoluten RPE. Die Kennzahl RMSE diente als kombinatorisches Maß zur ad hoc Einschätzung der Bewertungsgüte unter Berücksichtigung der Verzerrung und Stabilität. Die Untersuchung erfolgte anhand eines 27 CoCo Bonds umfassenden Datensatzes und stellt nach dem Kenntnisstand des Autors dieser Arbeit den bis dato umfangreichsten Datensatz bei der empirischen Evaluation von Bewertungsmodellen für CoCo Bonds dar. Über einen Beobachtungszeitraum vom 1. Januar 2013 bis zum 31. Mai 2018 wurden vier Modelle auf diesen Datensatz angewendet und die Gütekriterien anhand der Fehlermaße ME, EV, RMSE und QE evaluiert. Im Zentrum der Analyse standen hierbei einerseits die Standardmodelle mit und ohne Kreditrisiko sowie das erweiterte Modell als theoriebasierte Modelle und andererseits das Handelsmodell als rein auf Marktdaten basierendes Modell. Die Analyse im gesamten Beobachtungszeitraum ergab, dass alle Modelle sogar auf individueller Produktebene in der Lage sind, CoCo Bonds ordentlich zu bewerten. Alle vier Modelle können somit als unverzerrt angesehen werden. Der Vergleich der Modelle mit und ohne Kreditrisiko im Standardmodellrahmen von De Spiegeleer und Schoutens (2012) ergab, dass die Berücksichtigung von Kreditrisiko das Bewertungsergebnis stabilisiert, was sich in einem um 12 % niedrigeren RMSE des DM gegenüber des SM niedergeschlagen hat. Aus diesem Grund ist der Faktor Kreditrisiko bei der Wahl eines Bewertungsmodells für CoCo Bonds zwingend zu berücksichtigen, damit eine akkurate Bewertung sichergestellt werden kann.

Um den Effekt der Produktstruktur zu untersuchen, wurde das DM mit dem komplexeren erweiterten Modell verglichen. Im Gegensatz zur vereinfachenden Annahme einer festen Laufzeit im DM berücksichtigt das EM die in AT1 CoCo Bonds beobachtete Fälligkeitstruktur. Hierdurch konnte das EM den RMSE des DM um 19 % auf 0,663 pts reduzieren. Die Berücksichtigung der wesentlichen Produktcharakteristika ist somit vor dem Hintergrund des Stabilitätskriteriums ebenfalls gerechtfertigt. Das HM erzielte über den gesamten

Beobachtungszeitraum das beste Bewertungsergebnis. Dies zeigt, dass eine höhere Komplexität nicht immer notwendig sein muss und gegebenenfalls ein rein auf Marktwerten basierendes Modell zur Bewertung von CoCo Bonds ausreichen kann. Die Betrachtung des 99 %-Quantils der Bewertungsfehler ergab jedoch, dass das HM im Vergleich zum EM anfälliger für hohe Fehlbewertungen ist, was darauf hindeutet, dass das EM besser in der Lage ist, die zustandsabhängige Preisdynamik eines CoCo Bonds abzubilden und somit das robustere Modell in Stressphasen darstellt. Bei der Modellwahl muss der Anwender daher die Genauigkeit in normalen Zeiten mit der Fehleranfälligkeit in Stressphasen abwägen. In einem weiteren Schritt wurde die Akkuratessse der Modelle in Stressphasen evaluiert. Die bedingten Fehlermaße zeigten hier, dass das EM einen um ca. 5 % geringeren RMSE als das HM liefert und beide Standardmodelle dem HM näherkommen. In Stressphasen wird somit ein komplexeres Modell zur akkuraten Bewertung von CoCo Bonds benötigt, welches zum einen die relevanten Risikoquellen und zum anderen die wesentlichen Produktcharakteristika des CoCo Bonds berücksichtigt. Hierdurch wird das Modell in die Lage versetzt, die sich in Stressphasen dynamisch verändernden Sensitivitäten des CoCo Bonds gegenüber den Risikofaktoren zu greifen und somit eine robuste out-of-sample Bewertung zu gewährleisten.

Insgesamt ergibt die empirische Analyse somit, dass in normalen Zeiten ein einfaches, rein auf Marktwerten basierendes Modell die unverzerrte und stabile Bewertung von CoCo Bonds ermöglicht. Ein komplexeres Modell erhöht unter diesen Umständen die Güte der Bewertung nicht unbedingt. Sobald sich der CoCo Bond jedoch in Stressphasen befindet, offenbart das einfache auf Marktwerten basierende Modell eine recht hohe Fehleranfälligkeit. Das erweiterte Modell ist unter diesen Umständen jedoch verhältnismäßig robust, da es in der Lage ist, die zustandsabhängige Dynamik des CoCo Bonds abzubilden. In diesen Situationen werden aufwändiger konzipierte Bewertungsmodelle mit theoretischer Fundierung benötigt, um eine akkurate Bewertung von CoCo Bond Preisen sicherzustellen. Komplexität erhöht somit in diesen Phasen die Akkuratessse von Bewertungsmodellen für CoCo Bonds.

Kapitel 8

Schlussbetrachtung

Diese Dissertation beschäftigt sich mit der Analyse von CoCo Bonds, einer innovativen Finanzierungsform von Banken, die im Nachgang der Finanzkrise der Jahre 2007 bis 2009 entstanden ist. CoCo Bonds verhalten sich in normalen Zeiten wie herkömmliche Anleihen. Sobald es der emittierenden Bank allerdings ökonomisch schlecht geht, wandeln diese Anleihen in Eigenkapital und stärken hierdurch die Verlustabsorptionsmasse der Bank. Aufgrund dieser Fähigkeit haben die Produkte auch auf Seiten der Aufsichtsbehörden zunehmend an Popularität gewonnen und sind mittlerweile im zusätzlichen Kernkapital (AT1) von Banken anrechenbar. Da außerdem die Kuponzahlungen in vielen Ländern steuerlich abzugsfähig sind, hat sich ein beachtliches Marktwachstum auf ein Volumen von 400 Mrd. Euro zum Ende der ersten Jahreshälfte 2019 ergeben. Aufgrund des hohen Wachstums und der signifikanten Größe des Marktes besteht sowohl auf Seite der Emittenten als auch auf Seite der Investoren ein hoher Bedarf an akkuraten Bewertungsmodellen.

Im Gegensatz zur Bewertung von gewöhnlichen Anleihen auf Fremdkapitalseite oder Aktienoptionen auf Eigenkapitalseite ist die Bewertung von AT1 CoCo Bonds nicht nur wegen ihres hybriden Charakters, sondern gerade auch aufgrund aufsichtsrechtlicher Produktanforderungen wesentlich komplexer. Neben konkreten Anforderungen an den Wandlungsmechanismus, der sowohl mechanisch durch die CET1 Ratio des Emittenten als auch diskretionär durch die Aufsichtsbehörde eingeleitet werden kann, müssen AT1 CoCo Bonds eine besondere Laufzeitstruktur besitzen. Die Produkte müssen ohne Endfälligkeit emittiert werden und dürfen frühestens nach Ablauf einer Sperrfrist von mindestens fünf Jahren nach Emission durch den Emittenten gekündigt werden. Die Kündigung darf jedoch nicht vertraglich motiviert sein und muss zudem von der Aufsichtsbehörde bewilligt werden. Außerdem erfolgen die Kuponzahlungen nach Ermessen des Emittenten und auch die Aufsichtsbehörde kann die Einstellung der Kuponzahlungen anordnen, sobald die Bank Eigenkapitalrichtlinien verletzt.

In den vergangenen Jahren hat sich eine Vielzahl an verschiedenen Bewertungsansätzen entwickelt, die je nach eingenommener Perspektive das Produkt als Fremdkapitaltitel oder als Eigenkapitaltitel betrachten. In einem ersten und bis dato einzigen Vergleich von Modellen aus den verschiedenen Kategorien folgern Wilkens und Bethke (2014), dass Modelle aus dem Bereich der Eigenkapitalderivatebewertung die vielversprechendste Kategorie darstellen. Innerhalb dieser ist das Modell von De Spiegeleer und Schoutens (2012) als Standardmodell zu betrachten, was auf die klare Parametrisierung des Modells und seine praktische Handhabung zurückzuführen ist. Dieses Standardmodell basiert jedoch auf einer Reihe restriktiver Annahmen, die zum einen durch eine stark vereinfachte Produktstruktur und zum anderen auf die ausschließliche Betrachtung von Aktienkursrisiko als Risikoquelle zurückzuführen sind. In der vorliegenden Dissertation wird an dieser Stelle zur Schließung einer Forschungslücke beigetragen, indem untersucht wird, inwiefern eine höhere Modellkomplexität die Akkuratessse bei der Bewertung von CoCo Bonds erhöht.

Der wissenschaftliche Beitrag dieser Dissertation liegt auf theoretischer Seite zum einen in der Weiterentwicklung des derzeitigen Standardmodells von De Spiegeleer und Schoutens (2012) um das Kreditrisiko des Emittenten, welches aufgrund des hybriden Produktcharakters von CoCo Bonds neben dem Aktienkursrisiko die zweite relevante Risikoquelle darstellt. Zudem wird ein neues erweitertes Modell entwickelt, welches zusätzlich zu den relevanten Risikoquellen eine umfassendere Produktstruktur berücksichtigt, wie sie auch bei gehandelten CoCo Bonds beobachtet wird. Auf empirischer Seite liegt ein wichtiger Beitrag dieser Dissertation im Vergleich der Bewertungsmodelle anhand eines umfangreichen Datensatzes, der alle im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis 31. Mai 2016 in Euro emittierten AT1 CoCo Bonds beinhaltet. Nach bestem Wissen des Autors ist dies die erste empirische Studie in der Literatur zu CoCo Bonds, die sich mit der out-of-sample Akkuratessse von Bewertungsmodellen auseinandersetzt.

Die empirische Analyse liefert vier wichtige Ergebnisse, die bei der zukünftigen Bewertung von CoCo Bonds berücksichtigt werden sollten. Als erstes zeigt sich, dass die Berücksichtigung von Kreditrisiko das Bewertungsergebnis stabilisiert. Aus diesem Grund sollten Informationen über die Solvenz des Emittenten in einem Bewertungsmodell für CoCo Bonds unbedingt miteinbezogen werden. Zudem zeigt sich, dass das erweiterte Modell, welches die effektive Laufzeit von CoCo Bonds endogen berücksichtigt, insgesamt eine höhere Akkuratessse besitzt als die beiden anderen untersuchten Theoriemodelle mit und ohne Kreditrisiko. Die Berücksichtigung einer umfassenderen Produktstruktur, die sich an den aufsichtsrechtlichen Anforderungen an AT1 CoCo Bonds orientiert, wird somit dringend empfohlen. Als drittes Ergebnis konnte festgestellt werden, dass im Durchschnitt ein einfaches Handelsmodell zur akkuraten Bewertung ausreicht. Befindet sich der CoCo Bond allerdings in einer Stressphase, leidet das Handelsmodell unter hoher Fehleranfälligkeit, während die Theoriemodelle relativ robust sind. Gerade ein komplexeres Theoriemodell

weist in diesen Situationen eine vergleichsweise höhere Bewertungsakkuratesse auf. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse kann gefolgert werden, dass in einem normalen Marktumfeld ein einfacher, rein auf Marktdaten basierender Ansatz zur akkuraten Bewertung von CoCo Bonds ausreichen kann. Die Erhöhung der Modellkomplexität ist unter diesen Umständen nicht erforderlich. Sobald sich der CoCo Bond jedoch unter Stress befindet, das Trigger Event wahrscheinlicher wird und der Eigenkapitalcharakter des CoCo Bonds in den Vordergrund tritt, offenbart das einfache Handelsmodell eine hohe Fehleranfälligkeit. In dieser Situation wird für eine robuste Bewertung ein komplexeres Modell benötigt, welches neben den relevanten Risikoquellen auch die wesentlichen Produktcharakteristika von CoCo Bonds berücksichtigt. Hierdurch wird das Modell in die Lage versetzt, sich den dynamischen Sensitivitäten des CoCo Bonds anzupassen, wodurch eine vergleichsweise präzisere Bewertung gewährleistet werden kann. Dies stellt ein viertes wichtiges Ergebnis der empirischen Analyse dar. Insgesamt kann somit gefolgert werden, dass in Stressphasen eine höhere Modellkomplexität die Akkuratesse der Bewertung erhöht. Insgesamt muss daher bei der Entscheidung, welches Modell bei der praktischen Bewertung zum Einsatz kommen soll, zwischen Genauigkeit im Durchschnitt und Robustheit in Stressphasen abgewogen werden.

An dieser Stelle besteht ein Anknüpfungspunkt für weitere Forschung. Die zustandsabhängige Präferenzordnung zwischen dem einfachen Handelsmodell und dem komplexen Theoriemodell stellt eine Motivation dar, die Vorteile der jeweiligen Modelle miteinander zu verbinden. Dies könnte im Rahmen eines kombinierten Modells umgesetzt werden, bei dem grundsätzlich das marktbasierende Handelsmodell zum Einsatz kommt, aber in Stressphasen auf das komplexere erweiterte Modell gesetzt wird. Die Herausforderung hierbei besteht in erster Linie an der Festlegung des Wechselzeitpunkts. Hierfür wird ein Indikator zur Vorhersage von Stressphasen benötigt.

Ein weiterer Ansatzpunkt für zukünftige Forschung besteht in den aktuell empirisch zu beobachtenden Kündigungsentscheidungen der Banken nach Ablauf der Kündigungssperrfrist. Im Beobachtungszeitraum der empirischen Analyse befanden sich alle der betrachteten CoCo Bonds noch innerhalb der Sperrfrist. Diese laufen aktuell und in den kommenden Jahren aus und bieten somit Anhaltspunkte für das (optimale) Kündigungsverhalten der Banken. Obwohl die Mehrzahl der bis dato kündbaren CoCo Bonds unmittelbar gekündigt wurden, hat der Fall der Banco Santander demonstriert, dass keinesfalls pauschal von einer sofortigen Kündigung nach Ablauf der Sperrfrist ausgegangen werden kann. Aufgrund der Erfassung der effektiven Laufzeit durch die endogene Berücksichtigung der Kündigungsentscheidung des Emittenten kann vermutet werden, dass das in dieser Dissertation neu entwickelte Modell gerade zu diesen Zeiten eine nochmals höhere Akkuratesse besitzt. Inwiefern sich diese Vermutung bewahrheitet, könnte anhand eines erneuten Modellvergleichs anhand eines aktualisierten Datensatzes untersucht werden.

Anhang A

Lösung der gewöhnlichen Differentialgleichung

Um die Gültigkeit der allgemeinen Lösung in Gleichung (5.19) für die gewöhnliche Differentialgleichung (ODE) in Gleichung (5.18) zu beweisen, muss gezeigt werden, dass die allgemeine Lösungsfunktion die Differentialgleichung erfüllt.

Hierzu werden in einem ersten Schritt die erste Ableitung der Lösungsfunktion $F(S_t)$ in Gleichung (5.19) nach dem Aktienkurs S_t gebildet

$$\frac{\partial F}{\partial S_t} = \frac{S_t^{\gamma_1} \cdot c_1 \cdot \gamma_1 + S_t^{\gamma_2} \cdot c_2 \cdot \gamma_2}{S_t}. \quad (\text{A.1})$$

Zudem wird die zweite Ableitung der Lösungsfunktion $F(S_t)$ in Gleichung (5.19) nach dem Aktienkurs S_t gebildet

$$\frac{\partial^2 F}{\partial S_t^2} = \frac{S_t^{\gamma_1} c_1 \cdot (\gamma_1 - 1) \cdot \gamma_1 + S_t^{\gamma_2} c_2 \cdot (\gamma_2 - 1) \cdot \gamma_2}{S_t^2}. \quad (\text{A.2})$$

Einsetzen von Gleichung (5.19), Gleichung (A.1) und Gleichung (A.2) in die ODE in Gleichung (5.18) ergibt

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \sigma^2 \cdot S_t^2 \cdot \left[\frac{S_t^{\gamma_1} c_1 \cdot (\gamma_1 - 1) \cdot \gamma_1 + S_t^{\gamma_2} c_2 \cdot (\gamma_2 - 1) \cdot \gamma_2}{S_t^2} \right] \\ & + (r - q + \lambda) \cdot S_t \cdot \left[\frac{S_t^{\gamma_1} \cdot c_1 \cdot \gamma_1 + S_t^{\gamma_2} \cdot c_2 \cdot \gamma_2}{S_t} \right] \\ & - (r + \lambda) \cdot \left[c_1 \cdot S_t^{\gamma_1} + c_2 \cdot S_t^{\gamma_2} \right] = 0 \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

Gleichung (A.3) kann nun vereinfacht werden in dem die Ausdrücke $S_t^{\gamma_1}$ und $S_t^{\gamma_2}$ ausgeklammert werden. Dies ergibt

$$S_t^{\gamma_1} \cdot c_1 \cdot \left[r \cdot (\gamma_1 - 1) - q \cdot \gamma_1 + (\gamma_1 - 1) \cdot \left(\lambda + \gamma_1 \cdot \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \right] \quad (\text{A.4})$$

$$+ S_t^{\gamma_2} \cdot c_2 \cdot \left[r \cdot (\gamma_2 - 1) - q \cdot \gamma_2 + (\gamma_2 - 1) \cdot \left(\lambda + \gamma_2 \cdot \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \right] = 0.$$

Gleichung (A.3) wird erfüllt, wenn die Ausdrücke in den beiden eckigen Klammern

$$r \cdot (\gamma_1 - 1) - q \cdot \gamma_1 + (\gamma_1 - 1) \cdot \left(\lambda + \gamma_1 \cdot \frac{1}{2} \sigma^2 \right) = 0,$$

$$r \cdot (\gamma_2 - 1) - q \cdot \gamma_2 + (\gamma_2 - 1) \cdot \left(\lambda + \gamma_2 \cdot \frac{1}{2} \sigma^2 \right) = 0,$$

null werden. Dies wird durch die Exponenten der allgemeinen Lösung γ_1 aus Gleichung (5.20a) und γ_2 aus Gleichung (5.20b) erreicht und beweist somit die Gültigkeit von Gleichung (5.19) zur Lösung der gewöhnlichen Differentialgleichung in Gleichung (5.18).

Anhang B

Herleitung der Zustandspreise

Zur Herleitung der Zustandspreise für Kündigung $\overline{C}(S_t)$ und Wandlung $\underline{C}(S_t)$ im erweiterten Modell und für Kündigung $\overline{C}'(S_t)$, Kuponreaktivierung $C_{\overline{K}}(S_t)$, Kuponstopp $C_{\underline{K}}(S_t)$ und Wandlung $\underline{C}'(S_t)$ im erweiterten Modell mit Kuponstopp, ist die allgemeine Lösung in Gleichung (5.19) für die gewöhnliche Differentialgleichung in Gleichung (5.18) der Ausgangspunkt.

Die Entwicklung des jeweiligen Zustandspreises erfolgt immer nach der gleichen Logik. In einem ersten Schritt werden die Parameter c_1 und c_2 durch die jeweiligen Randbedingungen spezifiziert. Mit Hilfe dieser Randbedingungen ergibt sich dann jeweils ein Gleichungssystem, das aus zwei Gleichungen und zwei Unbekannten c_1 und c_2 besteht. In einem weiteren Schritt wird dieses Gleichungssystem dann für die beiden Unbekannten gelöst und die Lösungen für c_1 und c_2 im letzten Schritt in die allgemeine Lösungsformel in Gleichung (5.19) eingesetzt.

Exemplarisch wird nun der Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ entwickelt. Dieser Kontrakt zahlt bei Erreichen der Trigger Schwelle \underline{S} eine Geldeinheit aus und erlischt wertlos, sobald der Aktienkurs auf die Kündigungsschwelle $\overline{C}(S_t)$ steigt oder aufgrund einer Insolvenz des Emittenten auf den Wert null springt. In allen anderen Zuständen existiert der Kontrakt ohne Auszahlungen.

Diese Auszahlungsstruktur wird nun zur Bestimmung der Randbedingungen herangezogen, um den Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ zu formulieren. Diese sind gegeben durch

$$\underline{C}(\overline{S}) = 0,$$

$$\underline{C}(\underline{S}) = 1.$$

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen wird folgendes Gleichungssystem aus zwei Gleichungen und zwei Unbekannten formuliert

$$c_1 \cdot \bar{S}^{\gamma_1} + c_2 \cdot \bar{S}^{\gamma_2} = 0, \quad (\text{B.2a})$$

$$c_1 \cdot \underline{S}^{\gamma_1} + c_2 \cdot \underline{S}^{\gamma_2} = 1. \quad (\text{B.2b})$$

Auflösen von Gleichung (B.2a) nach c_2 ergibt

$$c_2 = -c_1 \bar{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}. \quad (\text{B.3})$$

Setzt man c_2 aus Gleichung (B.3) nun in Gleichung (B.2b) erhält man

$$c_1 \cdot \underline{S}^{\gamma_1} - c_1 \bar{S}^{\gamma_1 - \gamma_2} \cdot \underline{S}^{\gamma_2} = 1,$$

woraus sich durch umformen der Parameter c_1

$$c_1 = \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_1} - \underline{S}^{\gamma_2} \bar{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \quad (\text{B.4})$$

ergibt.

Einsetzen von c_1 aus Gleichung (B.4) in Gleichung (B.3) ergibt die finale Form des Parameters c_2

$$c_2 = \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_2} - \underline{S}^{\gamma_1} \bar{S}^{\gamma_2 - \gamma_1}}. \quad (\text{B.5})$$

Setzt man die Parameter c_1 aus Gleichung (B.4) und c_2 aus Gleichung (B.5) in die allgemeine Lösung in Gleichung (5.19) ein, so ergibt sich der Zustandspreis für Wandlung $\underline{C}(S_t)$ in Abhängigkeit des Aktienkurses S_t als

$$\underline{C}(S_t) = \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_1} - \underline{S}^{\gamma_2} \bar{S}^{\gamma_1 - \gamma_2}} \cdot S_t^{\gamma_1} + \frac{1}{\underline{S}^{\gamma_2} - \underline{S}^{\gamma_1} \bar{S}^{\gamma_2 - \gamma_1}} \cdot S_t^{\gamma_2}. \quad (\text{B.6})$$

Anhang C

Herleitung der Bewertungsformel einer riskanten Kuponanleihe

Zur Bewertung einer riskanten Anleihe mit Nennwert N , stetigem Kupon c und einer Laufzeit von T Jahren, wird der Erwartungswert der Zahlungen unter dem risikoneutralen Maß formuliert

$$R_t(T) = \int_t^T \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot (s-t)} \left(\frac{c}{r} \cdot (1 - e^{-r \cdot (s-t)}) + \theta \cdot R_s(T) \cdot e^{-r \cdot (s-t)} \right) ds \quad (\text{C.1})$$
$$+ e^{-\lambda \cdot (T-t)} \left(\frac{c}{r} \cdot (1 - e^{-r \cdot (T-t)}) + N \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \right),$$

wobei θ der Rückgewinnungsquote der Anleihe $R_s(T)$ im Zeitpunkt der Insolvenz entspricht. Der Term innerhalb des Integrals in Gleichung (C.1) beinhaltet die mit der risikoneutralen Ausfallwahrscheinlichkeit gewichteten Zahlungen im Falle einer Insolvenz des Emittenten der Anleihe, welche sich aus den Kuponzahlungen bis zur Fälligkeit im Zeitpunkt T und der Wertrückgewinnung im Insolvenzfall zusammensetzt. Der zweite Teil der Gleichung entspricht den mit der risikoneutralen Überlebenswahrscheinlichkeit gewichteten Zahlungen bei Solvenz des Emittenten.

Umformen von Gleichung (C.1) ergibt

$$R_t(T) = \int_t^T \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot (s-t)} \frac{c}{r} (1 - e^{-r \cdot (s-t)}) ds \quad (\text{C.2})$$
$$+ e^{-\lambda \cdot (T-t)} \cdot \left(\frac{c}{r} \cdot (1 - e^{-r \cdot (T-t)}) + N \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \right)$$
$$+ \int_t^T \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot (s-t)} \theta \cdot R_s(T) \cdot e^{-r \cdot (s-t)} ds.$$

Berücksichtigt man nun den Teil der Kuponzahlungen im Insolvenzfall und den der gesamten Auszahlungen im Überlebensfall in Gleichung (C.2) und löst das Integral, dann erhält man

$$\begin{aligned} & \int_t^T \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot (s-t)} \frac{c}{r} \cdot (1 - e^{-r \cdot (s-t)}) ds \\ & + e^{-\lambda \cdot (T-t)} \cdot \left(\frac{c}{r} \cdot (1 - e^{-r \cdot (T-t)}) + N \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \right) \\ & = \frac{c}{r + \lambda} \cdot (1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}) + N \cdot (1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}). \end{aligned} \quad (\text{C.3})$$

Einsetzen von Gleichung (C.3) in Gleichung (C.2) und das Tauschen der Integrationsgrenzen des mit der Rückgewinnung im Insolvenzfall verbundenen Integrals, ergibt die folgende vereinfachte Darstellung der riskanten Anleihe

$$\begin{aligned} R_t(T) &= \frac{c}{r + \lambda} \cdot (1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}) + N \cdot (1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}) \\ & - e^{(r+\lambda) \cdot t} \int_T^t \lambda \cdot e^{-(\lambda+r) \cdot s} \cdot \theta \cdot R_s(T) ds. \end{aligned} \quad (\text{C.4})$$

An dieser Stelle wäre man für eine Anleihe ohne Rückgewinnung bei Insolvenz, d.h. $\theta = 0$, bereits am Ende der Herleitung und der Wert der riskanten Anleihe würde sich aus den ersten beiden Komponenten in Gleichung (C.4) ergeben. Für eine Anleihe mit $\theta > 0$, wird jedoch fortgefahren und die Dynamik der Anleihe über die Zeit betrachtet. Diese ergibt sich durch die Ableitung $R_t(T)$ in Gleichung (C.4) nach der Zeit t

$$\begin{aligned} \frac{dR_t(T)}{dt} &= e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)} \cdot (N \cdot (r + \lambda) - c) \\ & - (r + \lambda) \cdot e^{(r+\lambda) \cdot t} \int_T^t \lambda \cdot e^{-(r+\lambda) \cdot s} \cdot \theta \cdot R_s(T) ds - \lambda \cdot \theta \cdot R_t(T). \end{aligned} \quad (\text{C.5})$$

Gleichung (C.4) kann umgeschrieben werden in

$$\begin{aligned} e^{(r+\lambda) \cdot t} \int_T^t \lambda \cdot e^{-(\lambda+r) \cdot s} \cdot \theta \cdot R_s(T) ds &= \frac{c}{r + \lambda} \cdot (1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}) \\ & + N \cdot (1 - e^{-(r+\lambda) \cdot (T-t)}) - R_t(T) \end{aligned} \quad (\text{C.6})$$

und dann in Gleichung (C.5) eingesetzt werden. Vereinfacht man die Gleichung und ersetzt $\frac{dR_t(T)}{dt}$ durch $R'_t(T)$ ergibt sich die lineare Differentialgleichung erster Ordnung

$$R'_t(T) - (r + \lambda \cdot (1 - \theta)) \cdot R_t(T) + c = 0. \quad (\text{C.7})$$

Durch Anwendung von Standardlösmethoden¹ und unter Berücksichtigung der Fälligkeitsbedingung $R_T(T) = N$ ergibt sich die Bewertungsfunktion $R_t(T)$ einer riskanten Anleihe mit stetigem Kupon c , Nennwert N und Laufzeit T

$$R_t(T) = (1 - e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)}) \frac{c}{r + \lambda \cdot (1 - \theta)} + e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)} \cdot N. \quad (\text{C.8})$$

Damit sichergestellt werden kann, dass Gleichung (C.8) tatsächlich eine Lösung der Differentialgleichung in Gleichung (C.7) darstellt, wird zunächst die Ableitung von Gleichung (C.8) nach der Zeit t gebildet

$$R'_t(T) = c \cdot e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)} + e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)} \cdot N \cdot (r + \lambda \cdot (1 - \theta)) \quad (\text{C.9})$$

und diese gemeinsam mit der Lösung in Gleichung (C.8) in die Differentialgleichung in Gleichung (C.7) eingesetzt. Dies ergibt

$$\left(c \cdot e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)} + e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)} \cdot N \cdot (r + \lambda \cdot (1 - \theta)) \right) \quad (\text{C.10})$$

$$-(r + \lambda \cdot (1 - \theta)) \cdot \left((1 - e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)}) \frac{c}{r + \lambda \cdot (1 - \theta)} + e^{-(r+\lambda \cdot (1-\theta)) \cdot (T-t)} \cdot N \right) + c = 0,$$

was die Bestätigung

$$0 = 0 \quad (\text{C.11})$$

liefert. Die Bewertungsfunktion in Gleichung (C.8) stellt somit eine valide Lösung der Differentialgleichung in Gleichung (C.7) dar und liefert den Wert einer riskanten Anleihe mit Kupon c , Nennwert N und Laufzeit T , wobei im Falle einer Insolvenz eine Rückgewinnung von θ Prozent des Werts der Anleihe angenommen wird.

¹vgl. Chiang und Wainwright (2005), S. 475 ff.

Anhang D

Deskriptive Statistik

Tabelle D.1: Deskriptive Statistik – (clean) Kurse der Coco Bonds

CoCo Bond	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max	N
Aareal Bank	94,06	8,96	69,85	97,56	106,62	1.016
ABN AMRO	102,65	5,67	88,09	102,96	111,11	646
Allied Irish Banks	101,45	9,90	80,25	103,70	114,60	629
BBVA (1)	99,78	5,30	80,35	101,53	108,40	1.085
BBVA (2)	99,19	6,48	79,86	99,56	109,72	840
BBVA (3)	111,29	6,43	93,96	112,23	122,03	547
Banco Popular (1)	107,21	8,66	58,97	109,75	122,15	933
Banco Popular (2)	91,08	8,66	53,61	90,90	104,75	591
Bank of Ireland	103,70	6,48	87,47	103,46	113,66	750
Barclays (1)	106,90	5,35	90,00	107,75	116,26	1.127
Barclays (2)	99,54	5,37	82,05	100,51	107,92	999
BNP Paribas	105,45	6,88	86,95	103,88	117,36	758
Crédit Agricole	104,18	5,39	86,00	103,26	115,94	1.060
Danske Bank (1)	103,17	3,07	90,15	102,65	109,60	1.100
Danske Bank (2)	105,12	5,21	90,45	103,58	115,22	854
Deutsche Bank	94,06	8,96	69,85	97,56	106,62	1.016
HSBC (1)	101,24	6,41	81,24	100,90	114,01	935
HSBC (2)	106,30	8,02	84,99	105,30	120,62	676
Intesa Sanpaolo	102,22	6,38	88,70	100,99	113,51	573
KBC Group	100,17	2,81	88,71	100,06	105,38	1.062
Lloyds Banking	104,09	4,10	89,09	104,79	111,48	1.053

CoCo Bond	Mittelwert	Stabw	Min	Median	Max	N
Permanent TSB	96,28	6,77	76,00	99,05	104,57	778
Santander (1)	97,50	5,68	79,81	98,88	105,88	1.037
Santander (2)	97,21	5,81	79,81	98,49	105,08	952
Société Générale	103,25	5,38	87,10	102,35	114,75	1.061
UBS	105,98	4,75	92,10	104,32	116,84	789
UniCredit	96,43	8,68	69,72	97,50	112,36	946

Die Tabelle beinhaltet die deskriptive Statistik der Kurse (clean) der betrachteten CoCo Bonds. Die Statistiken wurden jeweils für den maximal verfügbaren Zeitraum berechnet. Mittelwert steht hierbei für das arithmetische Mittel, Stabw für die Standardabweichung und N für die Anzahl betrachteter Kurse.

Literaturverzeichnis

- Albul, B. and Jaffee, D. M. and Tchisty, A.** (2015), Contingent Convertible Bonds and Capital Structure Decisions. Working Paper.
- Altman, E. and Brady, B. and Resti, A. and Sironi, A.** (2005), The link between default and recovery rates: Theory, empirical evidence, and implications, *The Journal of Business* 78, 2203–2228.
- Arrow, K. J. and Debreu, G.** (1954), Existence of an equilibrium for a competitive economy, *Econometrica: Journal of the Econometric Society* S. 265–290.
- Ashworth, M.** (2019), Santander Says CoCo Convention Is for the Birds, *Bloomberg Opinion – Finance* . Abgerufen: 20. September 2019.
- Avdjiev, S. and Bogdanova, B. and Bolton, P. and Jiang, W. and Kartasheva, A.** (2015), Coco bond issuance and bank funding costs.
- Avdjiev, S. and Bogdanova, B. and Bolton, P. and Jiang, W. and Kartasheva, A.** (2017), CoCo issuance and bank fragility. BIS Working Papers.
- Avdjiev, S. and Kartasheva, A. and Bogdanova, B.** (2013), CoCos: a primer, *BIS Quarterly Review* . Bank for International Settlements.
- Bakshi, G. and Cao, C. and Chen, Z.** (1997), Empirical performance of alternative option pricing models, *The Journal of Finance* 52(5), 2003–2049.
- BCBS** (2010), Proposal to Ensure the Loss Absorbency of Regulatory Capital at the Point of Non-Viability, *Consultative Document* . Basel Committee on Banking Supervision.
- BCBS** (2013a), Global systemically important banks: updated assessment methodology and the higher loss absorbency requirement, *Implementation Report* . Basel Committee on Banking Supervision.
- BCBS** (2013b), Regulatory consistency assessment programme (RCAP)–Analysis of risk-weighted assets for credit risk in the banking book, *Implementation Report* . Basel Committee on Banking Supervision.

- BCBS** (2014), Regulatory consistency assessment programme (RCAP)–Assessment of Basel III regulations – Canada, *Implementation Report*. Basel Committee on Banking Supervision.
- Begley, T. A. and Purnanandam, A. and Zheng, K.** (2017), The strategic under-reporting of bank risk, *The Review of Financial Studies* 30(10), 3376–3415.
- Behn, M. and Haselmann, R. and Wachtel, P.** (2016), Procyclical capital regulation and lending, *The Journal of Finance* 71(2), 919–956.
- Berg, T. and Kaserer, C.** (2015), Does contingent capital induce excessive risk-taking?, *Journal of Financial Intermediation* 24, 356–385.
- Bhattacharya, S.** (1979), Imperfect information, dividend policy, and “the bird in the hand” fallacy, *Bell Journal of Economics* 10(1), 259–270.
- Black, F. and Scholes, M.** (1973), The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of political economy* 81, 637–654.
- BMF** (2013), Basel III – Ein Meilenstein im Bankenaufsichtsrecht. Bundesministerium der Finanzen.
- BMF** (2014), Steuerliche Behandlung von Instrumenten des zusätzlichen Kernkapitals nach Art. 51 ff. CRR; Musterbedingungen AT1-Instrumente Typ A und Typ B des Bundesverbands deutscher Banken e.V. vom 20. Februar 2014. Stellungnahme Bundesministerium der Finanzen, GZ: IV C 2 – S 2742/12/10003 :002.
- Boermans, M. A. and Van Wijnbergen, S.** (2018), Contingent convertible bonds: Who invests in European CoCos?, *Applied Economics Letters* 25(4), 234–238.
- Brandimarte, P.** (2013), *Numerical methods in finance and economics: a MATLAB-based introduction*, John Wiley & Sons.
- Brennan, M. and Schwartz, E. S.** (1977), Convertible Bonds: Valuation and Optimal Strategies for Call and Conversion, *The Journal of Finance* 32.
- Brigo, D. and Garcia, J. and Pede, N.** (2015), CoCo bonds pricing with credit and equity calibrated first-passage firm value models, *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 18(03), 1550015.
- Brixner, J. and Schaber, M.** (2016), *Bankenaufsicht–Institutionen, Regelungsbereiche und Prüfung*, Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart.

- Brown, C. O. and Dinç, I. S.** (2011), Too Many to Fail? Evidence of Regulatory Forbearance When the Banking Sector Is Weak, *The Review of Financial Studies* 24(4), 1378–1405.
- BRRD** (2014), Richtlinie 2014/59/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Festlegung eines Rahmens für die Sanierung und Abwicklung von Kreditinstituten und Wertpapierfirmen.
- Buergi, M.** (2013), Pricing contingent convertibles: a general framework for application in practice, *Financial Markets and Portfolio Management* 27(1), 31–63.
- Bulow, J. and Klemperer, P.** (2015), Equity recourse notes: creating counter-cyclical bank capital, *The Economic Journal* 125(586), F131–F157.
- Büscher, M.** (2018), Einfluss der freiwilligen Berichterstattung auf die Kapitalkosten von Pflichtwandelanleihen vor dem Hintergrund unvollkommener Wettbewerbsbedingungen-Empirische Evidenz für AT1-CoCo-Bonds europäischer Banken, PhD thesis, Universitätsbibliothek Duisburg-Essen.
- Calomiris, C. W. and Herring, R. J.** (2013), How to design a contingent convertible debt requirement that helps solve our too-big-to-fail problem, *Journal of Applied Corporate Finance* 25(2), 39–62.
- Calomiris, C. W. and Kahn, C. M.** (1991), The role of demandable debt in structuring optimal banking arrangements, *The American Economic Review* S. 497–513.
- Chen, N. and Glasserman, P. and Nouri, B. and Pelger, M.** (2017), Contingent Capital, Tail Risk, and Debt-Induced Collapse, *The Review of Financial Studies* 30, 3921–3969.
- Cheridito, P. and Xu, Z.** (2015), A reduced-form contingent convertible bond model with deterministic conversion intensity, *Journal of Risk* 17, 1–18.
- Chiang, A. C. and Wainwright, K.** (2005), *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, 4 edn, McGraw-Hill.
- Corcuera, J. and De Spiegeleer, J. and Ferreira-Castilla, A. and E. Kyprianou, A. and Madan, D. and Schoutens, W.** (2013), Pricing of contingent convertibles under smile conform models, *The Journal of Credit Risk* 9, 121–140.
- Corcuera, J. M. and De Spiegeleer, J. and Fajardo, J. and Jönsson, H. and Schoutens, W. and Valdivia, A.** (2014), Close form pricing formulas for Coupon Cancellable CoCos, *Journal of Banking & Finance* 42, 339–351.

- Corcuera, J. M. and Fajardo, J. and Schoutens, W. and Valdivia, A.** (2016), Cocos with extension risk. a structural approach, *in* ‘The Fascination of Probability, Statistics and their Applications’, Springer, S. 447–464.
- CRD** (2013), Eigenkapitalrichtlinie 2013/36/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26.06.2013 zur Änderung der Richtlinie 2002/87/EG und zur Aufhebung der Richtlinien 2006/48/EG und 2006/49/EG.
- CRR** (2013), Kapitaladäquanzverordnung (EU) Nr. 575/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.06.2013 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 646/2012.
- Crummenerl, M. and Heldt, K. and Koziol, C.** (2014), Contingent capital makes credit crunches less likely: but do banks want to have it?, *Review of Managerial Science* 8(2), 175–196.
- Crummenerl, M. and Koziol, C.** (2014), Bank Financing with Structured Products — How to make Contingent Convertibles work, *Die Unternehmung — Swiss Journal of Business Research and Practice* 68, 108–128.
- Delivorias, A.** (2016), Contingent convertible securities. Is a storm brewing?, *European Parliamentary Research Service Briefing* . PE 582.011.
- De Spiegeleer, J. and Forsys, M. B. and Marquet, I. and Schoutens, W.** (2017), The impact of skew on the pricing of CoCo bonds, *International Journal of Financial Engineering* 4(01), 1750012.
- De Spiegeleer, J. and Schoutens, W.** (2011a), *Contingent Convertible (CoCo) Notes: Structure and Pricing*, Euromoney Institutional Investor PLC.
- De Spiegeleer, J. and Schoutens, W.** (2011b), Pricing Contingent Convertibles: A Derivatives Approach. Working Paper.
- De Spiegeleer, J. and Schoutens, W.** (2012), Pricing Contingent Convertibles: A Derivatives Approach, *Journal of Derivatives* 20, 27–36.
- De Spiegeleer, J. and Schoutens, W.** (2013), Multiple trigger CoCos: contingent debt without death spiral risk, *Financial Markets, Institutions & Instruments* 22(2), 129–141.
- De Spiegeleer, J. and Schoutens, W.** (2014), Coco bonds with extension risk, *Wilmott Magazine* 2014, 78–91.
- De Spiegeleer, J. and Schoutens, W. and Van Hulle, C.** (2014), *The handbook of hybrid securities: convertible bonds, coco bonds, and bail-in*, John Wiley & Sons.

- Deutsche Bank** (2016a), Deutsche Bank publishes updated information about AT1 payment capacity, *Ad-hoc Meldung* . 8. Februar 2016.
- Deutsche Bank** (2016b), Deutsche Bank reports preliminary full year and fourth quarter 2015 results, *Ad-hoc Meldung* . 20. Januar 2016.
- Deutsche Bundesbank** (2018), Contingent Convertible Bonds: Konzeption, Regulierung, Nutzen, *Monatsbericht* S. 53–66.
- Dixit, A. K.** (1993), *The Art of Smooth Pasting*, Vol. 1, Harwood Academic Publishers.
- Duffie, D.** (2010), A contractual approach to restructuring financial institutions, *Ending government bailouts as we know them* S. 110–124.
- Europäische Zentralbank** (2017), Assessment of ‘Failing or Likely to Fail’ for Banco Popular Espanol, *ECB–Public Note* .
- Fabozzi, F. J.** (2012), *Bond Markets, Analysis and Strategies”(Int’l Edition)–5th Edition*, 8 edn, Prentice Hall.
- Farrell, G. and Sender, H.** (2008), ‘US agrees bail-out for Citigroup’, online. Abgerufen: 25. September 2019.
- Financial Stability Board** (2018), 2018 list of global systemically important banks (G-SIBs), *Financial Stability Board – Press Release* 21.
- Financial Stability Oversight Council** (2012), Report to congress on study of a contingent capital requirement for certain nonbank financial companies and bank holding companies, *US Government Printing Office, July* .
- Fiordelisi, F. and Pennacchi, G. and Ricci, O.** (2019), Are contingent convertibles going-concern capital?, *Journal of Financial Intermediation* . in Kürze erscheinend.
- Flannery, M. J.** (1994), Debt maturity and the deadweight cost of leverage: Optimally financing banking firms, *The American Economic Review* 84(1), 320–331.
- Flannery, M. J.** (2005), No pain, no gain? Effecting market discipline via reverse convertible debentures, *Capital adequacy beyond Basel: Banking, securities, and insurance* S. 171–196.
- Flannery, M. J.** (2009), Stabilizing large financial institutions with contingent capital certificates. Working Paper.
- Flannery, M. J.** (2014), Contingent capital instruments for large financial institutions: A review of the literature, *Annu. Rev. Financ. Econ.* 6(1), 225–240.

- Flannery, M. J.** (2016), Stabilizing large financial institutions with contingent capital certificates, *Quarterly Journal of Finance* 6(02), 1650006.
- Frank, R.** (2014), Contingent Convertible Bonds (CoCos), *DFVA Kompendium* 1(1), 1–11.
- FSOC** (2012), Report to congress on study of a contingent capital requirement for certain nonbank financial companies and bank holding companies – Completed pursuant to Section 115(c) of the Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act, *Financial Stability Oversight Council* .
- Glasserman, P. and Nouri, B.** (2016), Market-triggered changes in capital structure: Equilibrium price dynamics, *Econometrica* 84(6), 2113–2153.
- Glasserman, P. and Perotti, E.** (2017), The Unconvertible CoCo Bonds, *Achieving Financial Stability: Challenges To Prudential Regulation* 61, 317.
- Gleske, C. L. and Ströbele, C.** (2012), Bedingte Pflichtwandelanleihen – Aktuelle bankaufsichtsrechtliche Anforderungen und Aktienrechtsnovelle 2012, *Corporate Finance Law* 3(2), 49–56.
- Glover, J.** (2016), Deutsche Bank’s Woes Threaten CoCo Coupons, CreditSights Says, *Bloomberg* . Abgerufen: 21. Oktober 2019.
- Goldstein, R. and Ju, N. and Leland, H.** (2001), An EBIT-based model of dynamic capital structure, *The Journal of Business* 74(4), 483–512.
- Goodhart, C.** (2010), Are cocos from cloud cuckoo-land?, *Central Banking* 21(1), 29–33.
- Grabenbauer, M. and Fischer, M.** (2014), ‘Korrelation von Bankkennzahlen und Aktienrendite’. Financial Research Note 01.
- Hart, O. and Zingales, L.** (2010), How to make a bank raise equity, *Financial Times* . Abgerufen: 24. September 2019.
- Hart, O. and Zingales, L.** (2011), A new capital regulation for large financial institutions, *American Law and Economics Review* 13(2), 453–490.
- Haug, E. G.** (2007), *The complete guide to option pricing formulas*, Vol. 2, McGraw-Hill New York.
- Heldt, K.** (2013), Bedingtes Kapital und Anreizwirkungen bei Banken: eine theoretische Analyse, PhD thesis, Universität Hohenheim.

- Heston, S. L.** (1993), A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options, *The Review of Financial Studies* 6(2), 327–343.
- Hull, J. C.** (2015), *Optionen, Futures und Andere Derivate: 9., Aktualisierte Auflage*, Pearson Education Deutschland GmbH.
- Hull, J. C. and White, A.** (1990), Pricing interest-rate-derivative securities, *The Review of Financial Studies* 3(4), 573–592.
- Huthmann, Andreas and Heidt, Christoph** (2016), Contingent Convertible Bonds — Aufsichtsrechtliche und bilanzielle Gestaltung, *FAS Financial Solutions Expert* 15.
- Ingersoll, J.** (1977), A contingent-claims valuation of convertible securities, *Journal of Financial Economics* 4, 289–321.
- Jensen, M. C.** (1986), Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers, *The American Economic Review* 76(2), 323–329.
- Jensen, M. C. and Meckling, W. H.** (1976), Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure, *Journal of Financial Economics* 3(4), 305–360.
- Jeśus Aguado and Furness, Virginia and Rao-Coverley, Sujata P.** (2019), UPDATE 1-Banco Santander opts to roll-over CoCo bond, *Reuters*. Abgerufen: 22. Oktober 2019.
- John, K. and Williams, J.** (1985), Dividends, dilution, and taxes: A signalling equilibrium, *The Journal of Finance* 40(4), 1053–1070.
- Kalay, A.** (1980), Signaling, information content, and the reluctance to cut dividends, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15(4), 855–869.
- Kou, S. G.** (2002), A jump-diffusion model for option pricing, *Management science* 48(8), 1086–1101.
- Koziol, C. and Lawrenz, J.** (2012), Contingent convertibles. Solving or seeding the next banking crisis?, *Journal of Banking & Finance* 36, 90–104.
- Koziol, C. and Roßmann, P.** (2019), Optimal Call Strategy of Contingent Convertible Bonds: The Impact of Refinancing. Working Paper.
- Koziol, C. and Sauerbier, P.** (2005), Pflichtwandelanleihen: Bewertung und Aktienkursreaktion bei Emission, *Die Betriebswirtschaft* 65(1), 21.

- Koziol, C. and Weitz, S.** (2019), Does Model Complexity Improve Pricing Accuracy? The Case of CoCos. Working Paper.
- Kuritzkes, A. and Scott, H.** (2009), Markets are the best judge of bank capital, *Financial Times* . Abgerufen: 27. September 2019.
- Lambert, P. and Theodore, S. and Villalobos, J.** (2014), AT1 Capital Instruments – Background and key risks for investors, *Research Report – Financial Institutions* .
- Leitner, Y.** (2012), Contingent capital, *Business Review* S. 11–18.
- Leland, H. E.** (1994), Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure, *The Journal of Finance* 49(4), 1213–1252.
- Leland, H. E.** (1998), Agency costs, risk management, and capital structure, *The Journal of Finance* 53(4), 1213–1243.
- Leland, H. E. and Toft, K. B.** (1996), Optimal capital structure, endogenous bankruptcy, and the term structure of credit spreads, *The Journal of Finance* 51(3), 987–1019.
- Liberadzki, M. and Liberadzki, K.** (2019), *Contingent Convertible Bonds, Corporate Hybrid Securities and Preferred Shares: Instruments, Regulation, Management*, Springer.
- Liebenberg, F. and Van Vuuren, G. and Heymans, A.** (2016), Pricing contingent convertible bonds in African banks, *South African Journal of Economic and Management Sciences* 19(3), 369–387.
- Luz, G. and Neus, W. and Schaber, M. and Schneider, P. and Wagner, C. and Weber, M.** (2013), *CRR visuell — Die neuen EU-Vorschriften der Capital Requirements Regulation*, Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart.
- Madan, D. B. and Schoutens, W.** (2011), Conic coconuts: the pricing of contingent capital notes using conic finance, *Mathematics and Financial Economics* 4(2), 87–106.
- Maes, S. and Schoutens, W.** (2012), Contingent Capital: An In-Depth Discussion, *Economic notes* 41(1-2), 59–79.
- Mariathasan, M. and Merrouche, O.** (2014), The manipulation of basel risk-weights, *Journal of Financial Intermediation* 23(3), 300–321.
- Mas-Colell, A. and Whinston, M. D. and Green, J. R.** (1995), *Microeconomic theory*, Vol. 1, Oxford university press New York.

- McDonald, R. L.** (2013), Contingent capital with a dual price trigger, *Journal of Financial Stability* 9(2), 230–241.
- Merton, R. C.** (1974), On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates, *The Journal of Finance* 29(2), 449–470.
- Merton, R. C.** (1992), *Continuous-time finance*, Blackwell, Cambridge, Mass. [u.a.].
- Mesnard, B. and Margerit, A. and Magnus, M.** (2017), The resolution of Banco Popular, *European Parliament - Economic Governance Support Unit* . PE 602.093.
- Miller, M. H. and Rock, K.** (1985), Dividend policy under asymmetric information, *The Journal of Finance* 40(4), 1031–1051.
- Myers, S. C.** (1977), Determinants of corporate borrowing, *Journal of Financial Economics* 5(2), 147–175.
- Nymand-Andersen, P.** (2018), Yield curve modelling and a conceptual framework for estimating yield curves: evidence from the European Central Bank’s yield curves, Technical report, ECB Statistics Paper.
- Office of the Federal Register** (2012), Federal Register vom 30. August 2012, *Federal Register* 77(169), 52587–53140.
- Oster, P.** (2019), Contingent Convertible bond literature review: making everything and nothing possible?, *Journal of Banking Regulation* S. 1–39.
- Pazarbasioglu, C. and Zhou, M. J. and Le Leslé, V. and Moore, M.** (2011), *Contingent capital: economic rationale and design features*, International Monetary Fund.
- Pennacchi, G.** (2011), A Structural Model of Contingent Bank Capital. Working Paper.
- Pennacchi, G. and Tchisty, A.** (2018), Contingent Convertibles with Stock Price Triggers: The Case of Perpetuities, *The Review of Financial Studies* . forthcoming.
- Pennacchi, G. and Tchisty, A.** (2019), On equilibrium when contingent capital has a market trigger: A correction to Sundaresan and Wang *Journal of Finance* (2015), *The Journal of Finance* 74(3), 1559–1576.
- Pennacchi, G. and Vermaelen, T. and Wolff, C.** (2014a), Contingent capital: The case of COERCs, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 49(3), 541–574.
- Pennacchi, G. and Vermaelen, T. and Wolff, C.** (2014b), Contingent capital: The case of COERCs, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 49(3), 541–574.

- Plosser, C. I.** (2010), Convertible Securities and Bankruptcy Reforms: Addressing Too Big to Fail and Reducing the Fragility of the Financial System*, *Journal of Applied Corporate Finance* 22(3), 30–33.
- Plosser, M. C. and Santos, J.** (2014), Banks' incentives and the quality of internal risk models. Working Paper.
- Prescott, E. S.** (2012), Contingent capital: The trigger problem, *FRB Richmond Economic Quarterly* 98(1), 33–50.
- Repullo, R. and Suarez, J.** (2012), The procyclical effects of bank capital regulation, *The Review of Financial Studies* 26(2), 452–490.
- Rubinstein, M. and Reiner, E.** (1991a), Breaking Down the Barriers, *RISK* 4, 28–35.
- Rubinstein, M. and Reiner, E.** (1991b), Unscrambling the binary code, *Risk Magazine* 4, 75–83.
- Rüdlinger, M.** (2015), Contingent convertible bonds: An empirical analysis of drivers and announcement effect, PhD thesis, Universität St. Gallen.
- Sarkar, S.** (2003), Early and Late Calls of Convertible Bonds: Theory and Evidence, *Journal of Banking & Finance* 27, 1349–1374.
- Serjantov, A.** (2011), On practical pricing hybrid capital securities, in 'Presentation, Global Derivatives Trading and Risk Management'.
- Shreve, S. E.** (2004), *Stochastic calculus for finance II: Continuous-time models*, Vol. 11, Springer Science & Business Media.
- Squam Lake Working Group** (2009), An expedited resolution mechanism for distressed financial firms: Regulatory hybrid securities, *Council on Foreign Relations* 10.
- Sundaresan, S. and Wang, Z.** (2010), Design of contingent capital with a stock price trigger for mandatory conversion. Working Paper.
- Sundaresan, S. and Wang, Z.** (2015), On the design of contingent capital with a market trigger, *The Journal of Finance* 70(2), 881–920.
- Svensson, L. E.** (1994), Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994, *National Bureau of Economic Research* 94/114. Working Paper.
- Tian, W.** (2018), Callable Contingent Capital: Valuation and Default Risk, *Management Science* 64(1), 112–130.

- Tophoven, A. and Becker, T. and Yoo, C. J.** (2014), CoCo-Bonds: Risiken für Privatanleger, *BaFin Fachartikel* 30, 2018.
- Troiano, M. and Ruocco, D. and Theodore, S.** (2016), Identifying and Calculating Available Distributable Items (ADI) The Example of Italian Banks, *Research Report – Financial Institutions* .
- Turfus, C. and Shubert, A.** (2017), Analytic Pricing of CoCo Bonds, *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 20, 1750034.
- Vossos, T. and Glover, J.** (2019), Santander Gives Bond Investors a Nasty Surprise, *Bloomberg* . Abgerufen: 22. Oktober 2019.
- Vullings, D.** (2016), Contingent convertible bonds with floating coupon payments: fixing the equilibrium problem, *DNB Working Paper* . De Nederlandsche Bank.
- Walras, L.** (1962), Cournot et l'économie mathématique, *Revue d'économie politique* 72(1), 61–64.
- Wearden, G.** (2009), Market forces breaking news: Corporate investors swallow Lloyds' CoCo offer, *The Guardian* . Abgerufen: 27. September 2019.
- Wilkins, S. and Bethke, N.** (2014), Contingent convertible (coco) bonds: A first empirical assessment of selected pricing models, *Financial Analysts Journal* 70, 59–77.
- Yoon, P. S. and Starks, L. T.** (1995), Signaling, Investment Opportunities, and Dividend Announcements, *The Review of Financial Studies* 8(4), 995–1018.