
Business, Economics, and Law

Reihe herausgegeben von

S. Zeranski, Wolfenbüttel, Deutschland

S. Reuse, Essen, Deutschland

In einer Wissensgesellschaft ist es erforderlich, Erkenntnisse aus sehr guten wissenschaftlichen Arbeiten frühzeitig zu fixieren und mit der Praxis zu verknüpfen. Die Reihe „Business, Economics, and Law“ befasst sich mit aktuellen Forschungsergebnissen aus den Wirtschafts- und Rechtswissenschaften und leistet damit einen Beitrag zum Diskurs zwischen Theorie und Praxis. Sie gibt Anregungen zu Forschungsthemen und Handlungsimpulse für die Praxis.

Springer Gabler Results richtet sich an Autoren, die ihre fachliche Expertise in konzentrierter Form präsentieren möchten. Externe Begutachtungsverfahren sichern die Qualität. Die kompakte Darstellung auf maximal 120 Seiten bringt ausgezeichnete Forschungsergebnisse „auf den Punkt“. Springer Gabler Results ist als Teilprogramm des Bereichs Springer Gabler Research besonders auch für die digitale Nutzung von Wissen konzipiert. Zielgruppe sind (Nachwuchs-)Wissenschaftler, Fach- und Führungskräfte.

Reihe herausgegeben von

Prof. Dr. Stefan Zeranski
Brunswick European Law School (BELS)
Wolfenbüttel, Deutschland

Dr. Svend Reuse
FOM – Hochschule für Oekonomie und
Management
isf – Institute for Strategic Finance
Essen, Deutschland

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/11633>

Noel Boka

Autokorrelationen in der historischen Simulation

Analyse der autokorrelationsarmen
Abbildung von Zinsänderungsrisiken

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Svend Reuse

 Springer Gabler

Noel Boka
Essen, Deutschland

Business, Economics, and Law
ISBN 978-3-658-21107-3 ISBN 978-3-658-21108-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-21108-0>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Geleitwort

Die barwertige Zinsbuchsteuerung hat seit Ende des letzten Jahrtausends Einzug in die Banksteuerung gehalten. Auch im Aufsichtsrecht ist die wertorientierte Zinsbuchsteuerung mittlerweile fest verankert – im Rahmen des SREP (Supervisory Review and Evaluation Process) werden seit 2016 sogar harte Kapitalanforderungen für das Zinsänderungsrisiko definiert. Folglich kommt der Steuerung des barwertigen Zinsänderungsrisikos und der adäquaten Risikomessung an dieser Stelle eine besondere Bedeutung zu.

Mit der barwertigen Steuerung eng verbunden ist die Risikomessung mittels historischer Simulation. Diese intuitive, leicht verständliche und wenig statistische Methode ist in nahezu allen Banken – nicht nur für die Zinsrisikosteuerung – mittlerweile Standard. Im Rahmen von Prüfungen nach § 44 KWG ist das Thema der Autokorrelationen, bedingt durch überlappende Zeiträume in der Ermittlung der hypothetischen Zinsszenarien, in den Fokus geraten. Ausarbeitungen des DSGV¹ haben auf eine angenehm pragmatische Art und Weise die Anwendbarkeit der historischen Simulation zwar bestätigt, eine akademisch anspruchsvolle Diskussion ist bis jetzt aber ausgeblieben. Zum einen ist die historische Simulation in Kombination mit Autokorrelationseffekten nicht mit neuen Zinskurven empirisch analysiert worden, zum anderen ist bei der Diskussion die zinskurveninhärente Autokorrelation auch bei nicht-überlappenden Zeiträumen bisher nicht betrachtet worden.

Beiden Themenblöcken widmet sich Herr Boka in einer akademisch professionellen Art und Weise, wobei er die praktischen Handlungsimplicationen nicht vernachlässigt. Folgende wesentliche Erkenntnisse lassen sich aus der Arbeit ableiten:

- Es liegt im Rahmen der historischen Simulation eine signifikant bessere Prognosegüte der Differenzenmethode gegenüber der relativen und logarithmierten Veränderung sowie Niveauunabhängigkeit der relativen bzw. logarithmierten Risikofaktorveränderungen vor.
- Es kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass die relative und logarithmierte Risikofaktorveränderung bereits bei einer Haltedauer von einem Tag autokorrelationsfrei ist. Eine Skalierung von Werten mit einer 1-Ta-

¹ Vgl. Wegner, O., Sievi, C. R., Autokorrelation, 2010, S. 392 - 397.

ges-Haltedauer kann nicht als zwingend autokorrelationsbefreiend angesehen werden. Bei zusätzlicher Unterstellung der zeitlich stabilen Normalverteilung kann die These verworfen werden.

- Bei Unterscheidung in eine Haltedauer von 20, 63 und 250 Tagen gilt: Je länger die Haltedauer, umso besser die Prognosegüte. Die Differenzenmethode hat vergleichsweise die beste Prognosegüte. Die niveaubabhängige Risikoüberschätzung der Differenzenmethode ist vor diesem Hintergrund als wesentlicher Treiber der Prognosegüte auszumachen.
- Die Bereinigung von Autokorrelationen führt nicht zu einer Verbesserung der Prognosegüte der historischen Simulation.
- Anhaltende Barwertgewinne bedingen die gute Prognosegüte des Barwertprozesses der absoluten Risikofaktoränderungen.

Somit kann festgehalten werden, dass die historische Simulation weiterhin ein adäquates Risikomessverfahren darstellt. Erstmals ist dies jedoch akademisch auf Basis aktueller Daten hergeleitet worden. Die Erkenntnisse der Arbeit sind mit viel Mühe auf einem hohen akademischen Niveau erstellt, bereichern Theorie und Praxis gleichermaßen und regen zu weiterer Forschung in angrenzenden Themengebieten an.

Es bleibt zu hoffen, dass dieses Werk eine weite Verbreitung in Theorie und Praxis finden wird. Auch für die Bankenaufsicht ist dies eine empfehlenswerte Lektüre. Dem geneigten Leser aller Zielgruppen wünsche ich an dieser Stelle viel Spaß beim Lesen und hoffe auf Erkenntnisgewinne in vielen Ebenen, was wiederum zu einer fruchtbaren akademischen Diskussion beitragen kann.

Remscheid, im Dezember 2017

Prof. Dr. Svend Reuse
FOM – Hochschule für Oekonomie und Management
isf – Institute for Strategic Finance, Essen

Vorwort

Die vorliegende Master-Thesis wurde zum Abschluss meines Studiums an der Hochschule für Oekonomie und Management im Frühjahr und Sommer 2017 erstellt, eingereicht und erfolgreich angenommen.

Nicht nur während der Erstellung der Master-Thesis, sondern auch zuvor – während meines ausbildungs- und berufs begleitenden Bachelor- und Master-Studiums – möchte ich einigen Personen für die Unterstützung danken!

Mein erster Dank gilt meinem Erstgutachter Prof. Dr. Svend Reuse und meinem Zweitgutachter Prof. Dr. habil. Eric Frère für die aktive und konstruktive Begleitung meiner Arbeit.

Ohne das regelmäßige fachliche, persönliche und berufliche Feedback von Prof. Dr. Reuse stände ich weder an der Stelle, an der ich heute in meiner persönlichen und beruflichen Entwicklung stehe, noch hätte ich mein Studium in gleicher Weise erfolgreich gestalten können. Für die außerordentliche Unterstützung in vielen Bereichen danke ich ihm recht herzlich!

Meiner Kommilitonin und Freundin Annika Rüder danke ich für die vielen Gespräche zu der vorliegenden Arbeit, während des Studiums und darüber hinaus.

Mein außerordentlicher Dank für ihre Unterstützung gilt insbesondere meinen Großeltern. Ohne das jederzeitige Verständnis von Hendrik Opala für fehlende Freizeit und Prüfungsstress wäre das gesamte Master-Studium, wie auch der Hausbau, nicht in dieser Weise erfolgreich geworden. Für seine diesbezügliche Geduld mit mir, seine Motivation und seinen Beistand danke ich ihm in besonderer Weise.

Regensburg und Mülheim an der Ruhr, im Dezember 2017

Noel Boka

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis.....	XIII
Tabellenverzeichnis	XIV
Formelverzeichnis.....	XV
Symbolverzeichnis	XVI
1 Einleitende Worte und Problemstellung.....	1
1.1 Problemdefinition und Zielsetzung.....	1
1.2 Thesen der Arbeit	3
1.3 Struktureller Aufbau und Themenabgrenzung	5
2 Zinsänderungsrisiken in der Bankpraxis	9
2.1 Definition des Zinsänderungsrisikos.....	9
2.2 Zinsänderungsrisiken im Kontext der Marktpreisrisiken.....	12
2.3 Zinsänderungsrisiken im aktuellen Regulierungsumfeld	15
2.4 Differenzierung nach Steuerungskreisläufen.....	20
2.5 Relevanz von Zinsänderungsrisiken	25
3 Konzepte der barwertigen Zinsrisikomessung.....	29
3.1 Annahmen und Parameter von Value-at-Risk-Verfahren.....	29
3.2 Klassische Verfahren der barwertigen Zinsrisikomessung	34
3.2.1 Zinsrisikomessung mit der historischen Simulation	34
3.2.2 Zinsrisikomessung mit dem Varianz-Kovarianz-Verfahren.....	41
3.2.3 Zinsrisikomessung mit der Monte-Carlo-Simulation.....	45
3.2.4 Zinsrisikomessung mit Copulas	47

- 3.3 Vergleichende Analyse der barwertigen Risikomessmethoden 50
- 3.4 Backtesting-Konzepte zur Abschätzung der Prognosegüte 53
- 4 Theoretische Fundierung von Autokorrelationen in der historischen Simulation 55**
 - 4.1 Autokorrelation und Stationarität 55
 - 4.2 Autokorrelation in der historischen Simulation 58
 - 4.3 Determinanten der Autokorrelation in der historischen Simulation. 61
 - 4.3.1 Differenzierung verschiedener Zinskurven 61
 - 4.3.2 Differenzierung verschiedener Vorgehensweisen 63
 - 4.3.3 Einfluss von Skalierungsannahmen 66
 - 4.4 Bereinigung von Autokorrelationseffekten 67
- 5 Empirische Analyse: Autokorrelationseffekte in der historischen Simulation 71**
 - 5.1 Vorgehensweise und Überprüfung der Modellprämissen..... 71
 - 5.2 Analyse von Autokorrelationen in der historischen Simulation..... 74
 - 5.2.1 Autokorrelation unter Verwendung unterschiedlicher Zinskurven und Vorgehensweise 74
 - 5.2.2 Analyse der Prognosegüte vor dem Hintergrund verschiedener Autokorrelationseffekte 81
 - 5.2.3 Bereinigung von Autokorrelationen..... 89
- 6 Fazit und Ausblick..... 95**
 - 6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse..... 95
 - 6.2 Ausblick auf die Zukunft 97
- Literaturverzeichnis 101**

Abkürzungsverzeichnis

a. F.	alte Fassung
ACF	autocorrelation function/ Autokorrelationsfunktion
ADF	Augmented Dickey-Fuller-Test
AR	autoregressiver Prozess
AT	Allgemeiner Teil
BaFin	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
BCBS	Basel Committee on Banking Supervision
BIS	Bank für Internationalen Zahlungsausgleich
BOJ	Bank of Japan
BT	Besonderer Teil
BTR	Besonderer Teil Risiken
CRD	Capital Requirements Directive
DAX	Deutsche Aktienindex
ES	Expected Shortfall
EZB	Europäische Zentralbank
FED	Federal Reserve System
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
G-SIB	Global Systemically Important Bank
HGB	Handelsgesetzbuch
ICAAP	Internal Capital Adequacy Assessment Process
KPM-EG	Kreditportfoliomodell-Eigengeschäft
KRD	Key Rate Duration
KWG	Kreditwesengesetz
LPE	Listed Private Equities
LSI	Less Significant Institute
MaRisk	Mindestanforderungen an das Risikomanagement
OeNB	Oesterreichische Nationalbank
PACF	partial autocorrelation function/ Partielle Auto- korrelationsfunktion
PV	Present Value / Barwert
PX	Prague Stock Exchange Index
RWA	Risikogewichtete Aktiva
S&P 500	Standard & Poor's 500

SREP	Supervisory Review and Evaluation Process
VaR	Value at Risk
ZBAF	Zerobond-Abzinsfaktor
ZfgK	Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gliederung bankbetrieblicher Risiken	13
Abbildung 2: Steuerungskreislauf nach AT 4.3.2 Tz. 1	19
Abbildung 3: Going- und Gone-Concern-Betrachtung	24
Abbildung 4: Globales Zinsumfeld.....	25
Abbildung 5: Verfahren der barwertigen Zinsrisikomessung	32
Abbildung 6: Vorgehensmodell zur historischen Simulation	38
Abbildung 7: Barwertentwicklung bei gespiegelten Ausprägungen	40
Abbildung 8: Vorgehensmodell zur Monte-Carlo-Simulation.....	46
Abbildung 9: Vorgehen zur Berechnung einer Copula	49
Abbildung 10: Wirkungsweise instationärer Prozesse	60
Abbildung 11: Korrelogramme der Veränderungsmethoden	64
Abbildung 12: Korrelogramm einer Barwertspiegelung.....	65
Abbildung 13: Korrelogramme verschiedener Swap- und Bund- Zinsstützstellen	76
Abbildung 14: Korrelogramme verschiedener Banken-AA- und Unternehmen-BBB-Zinsstützstellen	77
Abbildung 15: Korrelogramme der absoluten Tagesveränderungen.....	80

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Differenzierung von Zinsrisiken	11
Tabelle 2:	Barwertige und periodische Steuerungsperspektive	22
Tabelle 3:	Vergleich der barwertigen Zinsrisikomesskonzepte	52
Tabelle 4:	Zuschlagsfaktoren des Baseler Ampelansatzes.....	54
Tabelle 5:	Bondportfolio der Untersuchung	71
Tabelle 6:	Anpassungen des Baseler Ampelansatzes.....	72
Tabelle 7:	Untersuchungsfelder der empirischen Untersuchung	74
Tabelle 8:	Untersuchungsergebnisse des Augmented Dickey- Fuller-Tests	75
Tabelle 9:	Box-Ljung-Test der verschiedenen Barwertprozesse.....	79
Tabelle 10:	Prognosegüte bei Verwendung der Differenzenmethode.....	83
Tabelle 11:	Prognosegüte bei Verwendung der relativen Veränderungen ...	85
Tabelle 12:	Prognosegüte bei Verwendung der logarithmierten Veränderungen.....	86
Tabelle 13:	Backtesting mit dem Ampelsystem des Baseler Ausschuss.....	88
Tabelle 14:	AR-Prozesse zur Bereinigung der Risikofaktor- autokorrelation	90
Tabelle 15:	Autokorrelierte und bereinigte Risikofaktoren der Differenzenmethode.....	91
Tabelle 16:	Autokorrelierte und bereinigte Risikofaktoren der rel. Faktoränderung	92
Tabelle 17:	Autokorrelierte und bereinigte Risikofaktoren der log. Faktoränderung	92
Tabelle 18:	Autokorrelierte und bereinigte VaR-Kennzahlen der Differenzenmethode.....	93
Tabelle 19:	Autokorrelierte und bereinigte VaR-Kennzahlen der rel. Faktorveränderung	94

Formelverzeichnis

Formel 1:	Verteilungsfunktion der diskreten Zufallszahl X	30
Formel 2:	Wahrscheinlichkeitsfunktion der Zufallszahl X.....	30
Formel 3:	Dichtefunktion der stetigen Zufallszahl X	30
Formel 4:	Erwartungswert der stetigen Zufallszahl X.....	31
Formel 5:	Varianz der diskreten Zufallszahl X	31
Formel 6:	Varianz der stetigen Zufallszahl X.....	31
Formel 7:	Varianz logarithmierter Vergangenheitsrenditen	31
Formel 8:	Expected Shortfall der stetigen Zufallszahl X.....	34
Formel 9:	Berechnung der relativen Marktzensveränderung	35
Formel 10:	Berechnung der logarithmierten Marktzensveränderung.....	36
Formel 11:	Ermittlung der Zerobond-Abzinsfaktoren mit Multi-Kupon- Verzinsung.....	37
Formel 12:	Barwertberechnung mit Zerobond-Abzinsfaktoren	37
Formel 13:	Eintrittswahrscheinlichkeit gemäß EWMA	39
Formel 14:	Eintrittswahrscheinlichkeit der Realisation.....	39
Formel 15:	Eintrittswahrscheinlichkeit der gespiegelten Realisation.....	40
Formel 16:	Varianz-Kovarianz-Verfahren mit einer Korrelation von 1	43
Formel 17:	Korrelierter Portfolio-VaR mit dem Varianz-Kovarianz- Verfahren	43
Formel 18:	Ermittlung einer Copula.....	48
Formel 19:	Allgemeine Form des AR(1)-Prozess	56
Formel 20:	Erwartungswert bei schwacher Stationarität	57
Formel 21:	Kovarianz bei schwacher Stationarität.....	57
Formel 22:	Autokovarianzfunktion bei schwacher Stationarität	57
Formel 23:	Autokorrelationsfunktion	58

Symbolverzeichnis

p	Wahrscheinlichkeit
h	Haltedauer bzw. Risikoperiode
t	Zeit
n	Anzahl der Beobachtungen
X	Zufallsvariable
x	Menge aller reellen Zahlen
\mathbb{R}	reelle Zahlen
ϵ	ist Element
n	Menge aller Beobachtungen
$F(x)$	Verteilungsfunktion der Grundgesamtheit x
$f(x)$	Dichtefunktion der Grundgesamtheit x
k	Integrationsvariable
dt	Differential der Integrationsvariable
$E(x)$	Erwartungswert der Grundgesamtheit x
μ	Erwartungswert der Grundgesamtheit x
$\text{Var}(X)$	Varianz der Zufallsvariablen X
VaR	Value at Risk
VaR_p	Portfolio-Value-at-Risk
σ^2	Varianz
σ	Standardabweichung bzw. Volatilität
R	Rendite
R_t	Rendite im Zeitpunkt t
r	Rendite einer Kuponanleihe
ES	Expected Shortfall
RF	Risikofaktor
$ZBAF$	Zerobond-Abzinsfaktor
CF	Summen-Cashflow
$\Delta r^{\text{relativ}}$	relative Marktzinsveränderung
Δr^{log}	logarithmierte Marktzinsveränderung
$N(\mu, \sigma)$	Normalverteilungsfunktion
$\Phi(z)$	Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung
z	Wert der Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung
σ_{LZ}^{RF}	Laufzeitspezifische Standardabw. des Risikofaktors

Barwert _{LZ}	Laufzeitspezifischer Barwert
KRD	Key Rate Duration
ρ	Korrelation
C	Copula
F _C	Randverteilungen
Cov	Kovarianz
λ	Gewichtungsfaktor der Vorperiode
VAR _{LZ}	Laufzeitspezifischer Value at Risk
LZ	Laufzeit
q	Abklingfaktor
s	Spiegelungsfaktor
PV	Present Value / Barwert
j	lag