

Zinsmodelle in der stochastischen Optimierung

DISSERTATION
der Universität St.Gallen,
Hochschule für Wirtschafts-,
Rechts- und Sozialwissenschaften (HSG)
zur Erlangung der Würde
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften

vorgelegt von

Michael Schürle

aus Deutschland

Genehmigt auf Antrag der Herren

Prof. Dr. Karl Frauendorfer

und

Prof. Dr. Winfried Stier

Dissertation Nr. 2178

Verlag Paul Haupt Bern • Stuttgart • Wien 1998

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehen	3
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 Optimierungsmodelle im ALM	7
2.1 Zinsrisiken und ALM	8
2.2 Statische Modelle	10
2.3 Einperiodige stochastische Modelle	14
2.4 Mehrperiodige stochastische Modelle	20
2.4.1 Zweistufige Modelle	21
2.4.2 Mehrstufige Modelle	24
2.5 Ein stochastisches Optimierungsmodell	26

2.5.1	Problemstellung	26
2.5.2	Formulierung des Optimierungsmodells	30
2.5.3	Spezifikation der Zins- und Volumendynamik	33
2.5.4	Vergleich mit dem statischen Ansatz	35
2.6	Ausblick	38
3	Lösung stochastischer Modelle	39
3.1	Das Recourse-Modell	40
3.2	Lösungsmethoden	45
3.2.1	Monte Carlo und varianzreduzierende Verfahren	45
3.2.2	Stochastische Dekomposition	47
3.2.3	Stochastische Quasi-Gradientenmethode	51
3.2.4	Approximation zweistufiger Probleme	54
3.2.4.1	Untere Schranke mit der Jensen-Ungleichung .	55
3.2.4.2	Obere Schranke nach Edmundson-Madansky .	56
3.2.4.3	Schranken über Simplexes	57
3.2.4.4	Partitionierungen	59
3.2.4.5	Unsicherheit in der Zielfunktion	63
3.3	Mehrstufige lineare Probleme	63
3.4	Lösung mehrstufiger Probleme	69
3.4.1	Monte-Carlo-Verfahren	69
3.4.2	Schranken für mehrstufige stochastische Probleme	72
3.5	Zusammenfassung	73
4	Baryzentrische Approximation	77
4.1	Konzept	78
4.2	Formale Darstellung	79
4.3	Vererbung der Sattelleigenschaft	81
4.4	Diskretisierung stetiger Verteilungen	84
4.5	Obere und untere Approximation	91
4.6	Anwendung im ALM	97

5	Faktoranalyse der Zinsstruktur	101
5.1	Erklärung der Korrelationsstruktur mittels Faktoranalyse . . .	102
5.1.1	Prinzip des Verfahrens	102
5.1.2	Das orthogonale Faktormodell	104
5.1.3	Eigenschaften des Faktormodells	105
5.1.4	Das Hauptkomponentenverfahren	106
5.1.5	Faktorrotation	108
5.2	Resultate der Faktoranalyse	110
5.3	Kriterien für Zinsmodelle	112
6	Stochastische Zinsstrukturmodelle	115
6.1	Brownsche Bewegungen und Arbitrage	116
6.2	Arbitragefreie Modellierung der Zinsstruktur	117
6.2.1	Das Einfaktormodell von Vasicek	119
6.2.2	Spezifikation der Dynamik	125
6.2.3	Modifikationen des Modells	129
6.3	Konsistenz mit beobachteter Zinsstruktur	133
6.4	Eigenschaften der Verteilungsannahmen	136
7	Schätzverfahren für Zinsstrukturmodelle	139
7.1	Anzahl der Faktoren	140
7.2	Unterschiedliche Verteilungsannahmen	141
7.2.1	Zeitreihenansatz	143
7.2.2	Querschnittstest	147
7.2.3	Kombinierter Ansatz	149
7.2.4	Schätzen der bedingten Verteilung	151
7.3	Wahl eines geeigneten Schätzverfahrens	154
7.4	Modellvergleich mit Maximum-Likelihood	156
7.4.1	Herleitung der Faktoren	156
7.4.2	Normalverteiltes Modell	160
7.4.3	χ^2 -verteiltes Modell	162
7.4.4	Standardfehler und Likelihood-Ratio-Tests	165
7.4.5	Implementation und Ablauf des Verfahrens	167

8 Ergebnisse der Parameterschätzung	169
8.1 Datenbasis	169
8.2 Interpretation der Schätzergebnisse	172
8.2.1 Einfaktormodelle	172
8.2.2 Mehrfaktormodelle	175
8.3 Analyse der Meßfehler	179
8.4 Vergleich mit empirischen Momenten	182
8.5 Simulation der Zinsdynamik	184
8.6 Beurteilung der Prognosegüte	189
8.7 Abschließende Beurteilung der untersuchten Zinsmodelle	193
9 Integration ins Optimierungsmodell	201
9.1 Diskretisierung der Verteilungen	203
9.2 Stabilität der Lösungen	210
9.3 Analyse der Anlagepolitiken	216
9.4 Wiederholung der Fallstudie	220
9.5 Zusammenfassung	223
10 Zusammenfassung und Ausblick	229
10.1 Zusammenfassung	229
10.2 Ausblick	234
Literaturverzeichnis	237