

**Matthias Wagatha**

# **Kointegrationskonzepte für die Kreditrisikomodellierung**

**Systematische Kreditrisiken und  
makroökonomische Theorienbildung**

**Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Manfred Steiner**

**Deutscher Universitäts-Verlag**

# Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	VII
Vorwort	IX
Inhaltsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XVII
Tabellenverzeichnis	XXI
Abkürzungsverzeichnis	XXVII
Symbolverzeichnis	XXXI
Verzeichnis der Gesetze	XXXVII
1 Einleitung	1
2 Methoden der Kointegration und der multivariaten Zeitreihenanalyse	9
2.1 Zeitreihenmodelle	9
2.1.1 Stochastische Prozesse, Stationarität	9
2.1.2 Autoregressive-Moving-Average Zeitreihenmodelle	12
2.1.2.1 Moving-Average-Prozesse	13
2.1.2.2 Autoregressive Prozesse	13
2.1.2.3 Gemischte Autoregressive-Moving-Average-Prozesse	14
2.1.2.4 Integrierte Prozesse	15
2.1.2.5 Trendverhalten ökonomischer Zeitreihen	16
2.1.2.5.1 Stochastische Trends	17
2.1.2.5.2 Deterministische Trends	19
2.1.3 Untersuchung stationärer und nichtstationärer Prozesse	20
2.1.3.1 Testverfahren auf den Integrationsgrad von Zeitreihen	20

2.1.3.2 Der Dickey-Fuller Test	21
2.1.3.3 Der Augmented-Dickey-Fuller Test	22
2.1.3.4 Weitere Tests auf Einheitswurzeln	24
2.1.4 Untersuchung saisonal stationärer und nichtstationärer Prozesse	25
2.2 Vektorautoregressive Prozesse	29
2.2.1 Einführende Bemerkungen	29
2.2.2 Grundlagen vektorautoregressiver Prozesse	30
2.3 Theorie kointegrierter Zeitreihen	32
2.3.1 Das Konzept der Kointegration	32
2.3.1.1 Scheinregression	34
2.3.1.2 Kointegration	35
2.3.1.3 Das Engle-Granger-Verfahren	37
2.3.1.3.1 Schätzung der langfristigen Beziehung	37
2.3.1.3.2 Das Fehlerkorrekturmödell	39
2.3.1.4 Das Maximum-Likelihood Verfahren von Johansen	42
2.3.1.5 Tests auf Restriktionen	48
2.3.1.5.1 Test auf schwache Exogenität	49
2.3.1.5.2 Ausschluss von Variablen aus der Langfristbeziehung	49
2.3.2 Das Konzept der Saisonalen Kointegration	50
2.3.2.1 Saisonale Kointegration	50
2.3.2.2 Das EGHL-Verfahren	50
2.3.2.3 Das saisonale Maximum-Likelihood Verfahren	54
2.3.2.3.1 Formulierung eines saisonal kointegrierten VAR Modells	54
2.3.2.3.2 Schätz- und Teststrategie der saisonalen Kointegrationsanalyse	62
2.3.3 Beurteilung des Kointegrationsansatzes	69
2.4 Analyse von kointegrierten VAR Systemen	71
2.4.1 Modellauswahl und Modellmissspezifikationstests	71
2.4.1.1 Bestimmung der Lag-Ordnung eines VAR Prozesses	71
2.4.1.2 Überprüfung der Modellresiduen	73
2.4.2 Rekursive Analyse der Kointegrationsbeziehungen	77
2.4.3 Granger-Kausalitätstests	81
2.4.4 Impuls Antwort Analyse	85
2.4.5 Vorhersagefehler-Varianz Zerlegung	88
2.5 Bootstrap-Verfahren und Monte-Carlo-Simulation	90
2.5.1 Bootstrap-Verfahren	90
2.5.2 Gewichtete Monte-Carlo-Simulation	92

3	Ökonomischer Zusammenhang von Konjunktur und systematischen Kreditrisiken	95
3.1	Theoretische Fundierung konjunkturbedingter Ausfallwahrscheinlichkeiten	95
3.2	Risikobegriff und Messung von Kreditrisiken	96
3.3	Ausgewählte empirische Studien zur Untersuchung des Zusammenhangs von Konjunktur und Ausfallwahrscheinlichkeiten	101
3.3.1	Methodisches Vorgehen und grobe empirische Ergebnisse	101
3.3.2	Untersuchungsobjekte in der empirischen Literatur	104
3.3.3	Zusammenfassende Beurteilung der Literatur	108
3.4	Ergebnisse einer Umfrage zum Kreditrisikomanagement der 100 größten Kreditinstitute in Deutschland	109
3.5	Der Indikatorenansatz - Measurement without Theory?	113
3.6	Vorstellung des eigenen Untersuchungsansatzes	116
4	Empirische Analyse von VAR Modellen der systematischen Kreditrisiken	121
4.1	Datenbasis, Methodik der Untersuchung und Vorauswahl der Indikatoren	121
4.1.1	Verwendetes Datenmaterial	121
4.1.1.1	Ausfallraten in Deutschland	121
4.1.1.2	Makroökonomische Zeitreihen	128
4.1.2	Einteilung des Untersuchungszeitraums in Schätz- und Testperioden	129
4.1.3	Identifikation potentieller Einflussgrößen und Modellbildung	132
4.1.3.1	Qualitative Auswahl von makroökonomischen Größen	133
4.1.3.2	Quantitative Auswahl von makroökonomischen Größen	137
4.1.4	Quantitative Analyse der Zeitreiheneigenschaften der verwendeten Variablen	139
4.1.4.1	Überprüfung auf Saisonalität	139
4.1.4.1.1	Grafische Veranschaulichung	139
4.1.4.1.2	Statistisches Testverfahren	141
4.1.4.1.2.1	Ein einfaches Maximum-Likelihood Verfahren	141
4.1.4.1.2.2	Test auf Saisonalität bzw. Periodizität	145
4.1.4.2	Überprüfung der Zeitreihen auf Integration	146
4.1.4.3	Überprüfung der Zeitreihen auf saisonale Integration	147
4.1.4.4	Kointegration, Fehlerkorrekturmodell und Granger-Kausalitäts-tests	151

4.1.4.4.1	Kointegration und Granger-Kausalitätstests im Fehlerkorrekturmodell	151
4.1.4.4.2	Kointegration und Granger-Kausalitätstests im saisonalen Fehlerkorrekturmodell	163
4.1.4.5	Zeitstabilitätstest	173
4.2	Auswahl und Tests der Modellspezifikationen	179
4.2.1	Auswahl der Modelle	179
4.2.2	Tests der Modellspezifikationen	181
4.3	Kointegrationsanalyse	191
4.3.1	Feststellung der Kointegrationsgrade	191
4.3.2	Analyse der Kointegrationsrelationen und der Ladungsmatrizen	195
4.4	Rekursive Analyse	201
4.4.1	Stabilität des Kointegrationsrangs	201
4.4.2	Stabilität des Kointegrationsraums	206
4.5	Strukturelle Eigenschaften der Ausfallwahrscheinlichkeitsysteme	210
4.5.1	Granger-Kausalität	211
4.5.2	Impuls Antwort Analyse	214
4.5.3	Vorhersagefehler-Varianz Zerlegung	229
4.5.4	Zusammenfassende Beurteilung der dynamischen Analyse	234
4.6	Prognoseevaluation der VAR Modelle	235
4.6.1	Prognose von systematischen Kreditausfallrisiken - ein Modellvergleich	237
4.6.1.1	Der Untersuchungsrahmen für die out-of-sample Prognosen	237
4.6.1.2	Ergebnisse der out-of-sample Prognose	244
4.6.1.2.1	Ergebnisse vierteljährlicher Prognosen der nicht saisonalen VAR Modelle	245
4.6.1.2.2	Ergebnisse vierteljährlicher Prognosen der saisonalen VAR Modelle	258
4.6.1.3	Prognosefehlerzerlegung	266
4.6.1.4	Graphische Prognoseanalyse mit Hilfe der vertikalen Prognoseverteilung	273
4.6.2	Integration, Kointegration und Langzeitprognosen	287
4.6.2.1	Überblick über Ergebnisse ähnlicher empirischer Studien in der Literatur	287

4.6.2.2 Maße zur Prognosebeurteilung bei Kointegration	292
4.6.2.3 Empirische Ergebnisse aus der Monte-Carlo-Simulation	296
4.6.3 Zusammenfassende Beurteilung der Prognoseevaluation	303
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>307</b>
<b>Anhang</b>	<b>313</b>
A. Asymptotische Verteilung der Modellschätzer für das saisonal kointegrierte VAR Modell	313
B. Verwendetes Datenmaterial	320
C. Einheitswurzeltests	324
D. Bestimmung der Ordnung der VAR Modelle	328
E. Kointegrationsrelationen und Ladungsmatrizen	330
F. Berechnung der Pseudoinverse oder Moore-Penrose-Inverse	333
G. Impuls Antwort Folgen	334
H. Vorhersagefehler-Varianzen	341
I. Prognosen und Konfidenzintervalle	350
J. Boxplots für die Verteilungen der RMSE-Werte	356
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>365</b>