

## 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 Fehlerkorrekturmodell	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-Kausalitätstests	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 Ausfallwahrscheinlichkeitssysteme	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
5	Zusammenfassung	307
Anhang		313
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
Literaturverzeichnis		365

## Abbildungsverzeichnis

2.1	Saisonale Struktur der Auftragseingänge für das Bauhauptgewerbe der öffentlichen Hand (AUFBH_OEFF_S), 1981:1 bis 1990:4	25
3.1	Einsatz kommerzieller Kreditrisikosysteme nach Bankengruppen	111
3.2	Zuordnung der verwendeten makroökonomischen Faktoren zu den Bereichen	112
3.3	Untersuchungsmethodik auf der Grundlage des kritischen Rationalismus	118
4.1	Absolute Insolvenzzahlen für die gesamte Wirtschaft und Anzahl der Unternehmen (Umsatzsteuerpflichtige)	123
4.2	Absolute Insolvenzzahlen und Insolvenzquoten der gesamten Wirtschaft	124
4.3	Untersuchungsdesign der empirischen Analyse	130
4.4	Kreditausfallzyklus und Konjunkturzyklus	131
4.5	Arten von Schocks	135
4.6	Vorgehensweise der quantitativen Auswahl	138
4.7	Seasonal Stacked Lines	140
4.8	CUSUM of Squares Test (1)	174
4.9	CUSUM of Squares Test (2)	176
4.10	CUSUM of Squares Test (3)	177
4.11	CUSUM of Squares Test – Einzelgleichungen in den VAR Modellen	189
4.12	Stabilität des Kointegrationsrangs der Modelle IQ_Insgesamt, IQ_Dienst und IQ_Handel	203
4.13	Stabilität des Kointegrationsrangs der Modelle IQ_Verkehr und IQ_VG	204

4.14	Stabilität der Kointegrationsränge zu den einzelnen Frequenzen für das Modell IQ_Bau	205
4.15	Stabilität der Kointegrationsränge zu den einzelnen Frequenzen für das Modell IQ_LuF	206
4.16	Stabilität des Kointegrationsraums der nicht saisonalen Modelle	208
4.17	Stabilität des Kointegrationsraums der saisonalen Modelle	209
4.18	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_Insgesamt	216
4.19	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_Dienst	218
4.20	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_Handel	220
4.21	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_Verkehr	222
4.22	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_VG	223
4.23	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_Bau	226
4.24	Impuls Antwort Analyse im Modell IQ_LuF	228
4.25	Vorhersagefehler-Varianzen der Modelle IQ_Insgesamt, IQ_Dienst und IQ_Handel	230
4.26	Vorhersagefehler-Varianzen der Modelle IQ_Verkehr und IQ_VG	232
4.27	Vorhersagefehler-Varianzen der Modelle IQ_LuF und IQ_Bau	233
4.28	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für die nicht saisonalen Modelle	274
4.29	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für die saisonalen Modelle	275
4.30	Größe der Konfidenzintervalle für die nicht saisonalen Modelle	280
4.31	Größe der Konfidenzintervalle für die saisonalen Modelle	281
4.32	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Insgesamt	283
4.33	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die gesamte Wirtschaft	285
4.34	Langzeitprognosen von 1991:1 bis 2005:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Insgesamt	300
4.35	Gütevergleich der Langzeitprognosen von 1991:1 bis 2005:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Insgesamt	301
G.1	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_Insgesamt	334

---

G.2	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_Dienst	335
G.3	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_Handel	336
G.4	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_Verkehr	337
G.5	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_VG	338
G.6	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_Bau	339
G.7	Matrix der Impuls Antwort Folgen des Modells IQ_LuF	340
H.1	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_Insgesamt	343
H.2	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_Dienst	344
H.3	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_Handel	345
H.4	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_Verkehr	346
H.5	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_VG	347
H.6	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_Bau	348
H.7	Matrix der Vorhersagefehler-Varianzen des Modells IQ_LuF	349
I.1	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Dienst	350
I.2	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Handel	351
I.3	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Verkehr	352
I.4	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_VG	353
I.5	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_Bau	354
I.6	Prognosen von 1991:1 bis 1992:4 für das kointegrierte VAR Modell IQ_LuF	355
J.1	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Dienstleistungen	356
J.2	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Handel	357
J.3	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Verkehr	358

---

J.4	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Verarbeitendes Gewerbe	359
J.5	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Bauwirtschaft (I)	360
J.6	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Bauwirtschaft (II)	361
J.7	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Land- und Forstwirtschaft (I)	362
J.8	Monte-Carlo-Verteilung der RMSE-Werte für die Branche Land- und Forstwirtschaft (II)	363

## Tabellenverzeichnis

4.1	Insolvenzquoten für das frühere Bundesgebiet	125
4.2	LR-Statistiken auf Periodizität in den verwendeten Insolvenzquoten und deren 1. Differenzen in voll periodischen AR-Modellen	146
4.3	Test auf Einheitswurzel	147
4.4	Ergebnisse der HEGY-Tests für die Zeitreihen der Insolvenzquoten	149
4.5	Referenzreihe: IQ_Insgesamt Kointegrationstest	156
4.6	Referenzreihe: IQ_Insgesamt Granger-Kausalitätstest	157
4.7	Referenzreihe: IQ_Dienst Kointegrationstest	157
4.8	Referenzreihe: IQ_Dienst Granger-Kausalitätstest	158
4.9	Referenzreihe: IQ_Handel Kointegrationstest	158
4.10	Referenzreihe: IQ_Handel Granger-Kausalitätstest	161
4.11	Referenzreihe: IQ_Verkehr Kointegrationstest	161
4.12	Referenzreihe: IQ_Verkehr Granger-Kausalitätstest	162
4.13	Referenzreihe: IQ_VG Kointegrationstest	162
4.14	Referenzreihe: IQ_VG Granger-Kausalitätstest	163
4.15	Referenzreihe: IQ_Bau Kointegrationstest zur Frequenz 0: Langfristbeziehung	165
4.16	Referenzreihe: IQ_Bau Kointegrationstest zur Frequenz 1/2: halb- jährlich	166
4.17	Referenzreihe: IQ_Bau Kointegrationstest zur Frequenz 1/4 und (3/4): jährlich	166
4.18	Referenzreihe: IQ_LuF Kointegrationstest zur Frequenz 0: Langfristbeziehung	167
4.19	Referenzreihe: IQ_LuF Kointegrationstest zur Frequenz 1/2: halb- jährlich	167

4.20	Referenzreihe: IQ_LuF Kointegrationstest zur Frequenz 1/4 und (3/4): jährlich	168
4.21	Referenzreihe: IQ_Bau Prüfung auf Granger-Kausalität im saisonalen Fehlerkorrekturmodell	169
4.22	Referenzreihe: IQ_LuF Prüfung auf Granger-Kausalität im saisonalen Fehlerkorrekturmodell	170
4.23	Referenzreihe: IQ_Bau Saisonaler LR-Kointegrationstest und Granger-Kausalität	172
4.24	Referenzreihe: IQ_LuF Saisonaler LR-Kointegrationstest und Granger-Kausalität	172
4.25	Zeitstabilitätstest (1)	175
4.26	Zeitstabilitätstest (2)	178
4.27	Auswahl der Modelle	180
4.28	Ermittlung der Ordnung des VAR-Modells IQ_Insgesamt	181
4.29	Ermittlung der Ordnung der saisonalen VAR-Modelle IQ_Bau und IQ_LuF	182
4.30	Analyse der Residuen im VAR(4) Modell IQ_Insgesamt	183
4.31	Analyse der Residuen im VAR(4) Modell IQ_Dienst	184
4.32	Analyse der Residuen im VAR(4) Modell IQ_Handel	185
4.33	Analyse der Residuen im VAR(5) Modell IQ_Verkehr	187
4.34	Analyse der Residuen im VAR(5) Modell IQ_VG	187
4.35	Analyse der Residuen im VAR(6) Modell IQ_Bau	188
4.36	Analyse der Residuen im VAR(5) Modell IQ_LuF	188
4.37	Zeitstabilitätstests in den VAR Modellen	190
4.38	Eigenwerte und Kointegrationstest nach Johansen für die VAR Modelle IQ_Insgesamt, IQ_Dienst, IQ_Handel, IQ_Verkehr und IQ_VG	192
4.39	Eigenwerte sowie Trace und Maximum Eigenvalue Statistiken der saisonalen Kointegrationstests für die Modelle IQ_Bau und IQ_LuF	194

---

4.40	Kointegrationsgrade in den nicht saisonalen und saisonalen VAR Modellen	195
4.41	Standardisierte Schätzer der Kointegrationsrelationen der VAR Modelle IQ_Insgesamt, IQ_Dienst, IQ_Handel, IQ_Verkehr und IQ_VG	196
4.42	Tests der langfristigen Beziehungen auf schwache Exogenität und Ausschluss von Variablen für die nicht saisonalen Modelle	197
4.43	Standardisierte Schätzer der saisonalen Kointegrationsrelationen für das VAR(5) Modell IQ_Bau	200
4.44	Statistiken der Granger-Kausalitätstests für die nicht saisonalen und saisonalen Modelle	213
4.45	Prognosestatistiken der Variable IQ_Insgesamt für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	246
4.46	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_Insgesamt	247
4.47	Prognosestatistiken der Variable IQ_Dienst für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	249
4.48	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_Dienst	250
4.49	Prognosestatistiken der Variable IQ_Handel für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	251
4.50	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_Handel	252
4.51	Prognosestatistiken der Variable IQ_Verkehr für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	254
4.52	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_Verkehr	255
4.53	Prognosestatistiken der Variable IQ_VG für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	256
4.54	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_VG	257
4.55	Prognosestatistiken der Variable IQ_Bau für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	260
4.56	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_Bau	261
4.57	Prognosestatistiken der Variable IQ_LuF für den Zeitraum von 1991:1 bis 1992:4	263

4.58	MDM-Statistik und p-Werte für die Variable IQ_LuF	265
4.59	Prognosefehlerzerlegung der nicht saisonalen und saisonalen VAR Modelle für den Prognosezeitraum 1991:1-1991:4	267
4.60	Prognosefehlerzerlegung der nicht saisonalen und saisonalen VAR Modelle für den Prognosezeitraum 1992:1-1992:4	268
4.61	Prognosefehlerzerlegung der AR(p) Modelle in Differenzform für den Prognosezeitraum 1991:1-1991:4	271
4.62	Prognosefehlerzerlegung der AR(p) Modelle in Differenzform für den Prognosezeitraum 1992:1-1992:4	272
B.1	Verwendete makroökonomische Zeitreihen (I)	320
B.2	Verwendete makroökonomische Zeitreihen (II)	321
B.3	Verwendete makroökonomische Zeitreihen (III)	322
B.4	Verwendete makroökonomische Zeitreihen (IV)	323
C.1	Test auf Einheitswurzel (I)	324
C.2	Test auf Einheitswurzel (II)	325
C.3	Ergebnisse der HEGY-Tests für die makroökonomischen Zeitreihen (I)	326
C.4	Ergebnisse der HEGY-Tests für die makroökonomischen Zeitreihen (II)	327
D.1	Ermittlung der Ordnung des VAR-Modells IQ_Dienst	328
D.2	Ermittlung der Ordnung des VAR-Modells IQ_Handel	328
D.3	Ermittlung der Ordnung des VAR-Modells IQ_Verkehr	329
D.4	Ermittlung der Ordnung des VAR-Modells IQ_VG	329
E.1	Geschätzte Gewichte der nicht standardisierten Kointegrationsrelationen der VAR Modelle IQ_Insgesamt, IQ_Dienst, IQ_Handel, IQ_Verkehr und IQ_VG	330
E.2	Standardisierte Schätzer der saisonalen Kointegrationsrelationen für das VAR (5) Modell IQ_LuF	331
E.3	Geschätzte Gewichte der saisonalen Kointegrationsrelationen der saisonalen VAR Modelle IQ_Bau und IQ_LuF	332

---

H.1	Vorhersagefehler-Varianzen der Variablen IQ_Insgesamt, IQ_Dienst, IQ_Handel und IQ_Verkehr	341
H.2	Vorhersagefehler-Varianzen der Variablen IQ_VG, IQ_Bau und IQ_LuF	342