

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Zeichenerklärung	XV

I Univariate Zeitreihenanalyse 1

1 Einführung	3
1.1 Einige Beispiele	3
1.2 Formale Definition	8
1.3 Stationarität	10
1.4 Übungsaufgaben	18
2 ARMA-Modelle	21
2.1 Der Lag-Operator	21
2.2 Einige wichtige Spezialfälle	23
2.2.1 Der “Moving-average”-Prozess q-ter Ordnung	23
2.2.2 Der autoregressive Prozess erster Ordnung	23
2.3 Kausalität und Invertierbarkeit	27
2.4 Berechnung der Autokovarianzfunktion	32
2.4.1 Erstes Verfahren	32
2.4.2 Zweites Verfahren	35
2.4.3 Drittes Verfahren	35
2.5 Übungsaufgaben	36
3 Schätzung von Mittelwert und Autokovarianzfunktion	39
3.1 Die Schätzung des Mittelwertes	39
3.2 Die Schätzung der Autokovarianz- und Autokorrelationsfunktion	41
3.3 Die Schätzung der langfristigen Varianz	46
3.3.1 Beispiel	50
3.4 Übungsaufgabe	51
4 Prognose einer stationären Zeitreihe	53
4.1 Die Theorie der linearen Kleinst-Quadrate-Prognose	53
4.2 Der Satz von Wold	59
4.3 Exponentielles Glätten	60
4.4 Die partielle Autokorrelationsfunktion (PACF)	62
4.4.1 Definition	62
4.4.2 Interpretation von ACF und PACF	65
4.4.3 Schätzung der PACF	65
4.5 Übungsaufgaben	67

5	Schätzung von ARMA-Modellen	71
5.1	Der Yule-Walker-Schätzer eines $AR(p)$ -Modells	71
5.2	OLS-Schätzung eines $AR(p)$ -Modells	73
5.3	Die Schätzung eines $ARMA(p,q)$ -Modells	76
5.4	Schätzung der Ordnungen p und q	80
5.5	Modellierung eines stochastischen Prozesses	83
5.6	Ein Beispiel: Modellierung des realen BIP der Schweiz	83
6	Spektralanalyse und lineare Filter	91
6.1	Die Spektraldichte	91
6.2	Die Spektralzerlegung	94
6.3	Das Periodogramm und die Schätzung der Spektraldichte	97
6.3.1	Nicht-parametrische Schätzung	97
6.3.2	Parametrische Schätzung	100
6.4	Zeitinvariante Filter	102
6.5	Einige wichtige Filter	104
6.5.1	Konstruktion eines Tiefpass- bzw. Hochpass-Filters	104
6.5.2	Der Hodrick-Prescott-Filter	105
6.5.3	Saisonale Filter	106
6.6	Übungsaufgaben	108
7	Integrierte Prozesse	109
7.1	Eigenschaften und Interpretation	109
7.1.1	Langfristige Prognose	110
7.1.2	Prognosefehlervarianz	112
7.1.3	Impulsantwortfunktion	112
7.1.4	Die Beveridge-Nelson-Zerlegung	113
7.2	Eigenschaften des OLS Schätzers bei integrierten Prozessen	116
7.3	Test auf Einheitswurzel ("Unit root"-Test)	119
7.3.1	Der Dickey-Fuller-Test	121
7.3.2	Phillips-Perron-Test (PP-Test)	123
7.3.3	Teststrategie	124
7.3.4	Beispiele für "Unit root"-Tests	126
7.4	Erweiterungen der Tests auf Einheitswurzel	127
7.4.1	Strukturbruch in der Trendfunktion	127
7.4.2	Test auf Stationarität	131
7.5	Regression mit integrierten Variablen	131
7.5.1	Das Problem der Scheinkorrelation	131
7.5.2	Einige Regeln zum Umgang mit integrierten Variablen in Regressionen	136
8	Modelle der Volatilität	139
8.1	Spezifikation und Interpretation	139
8.1.1	Rekapitulation der Prognoseeigenschaften des $AR(1)$ -Modells	139
8.1.2	Das $ARCH(1)$ -Modell	140
8.1.3	Allgemeinere Modelle der Volatilität	144

8.2 Tests auf Heteroskedastizität	148
8.2.1 Autokorrelation der quadrierten Residuen	148
8.2.2 Lagrange-Multiplikator Test von Engle	149
8.3 Schätzung der Parameter eines GARCH(p,q)-Modells	149
8.3.1 Maximum-Likelihood-Methode	149
8.3.2 Momentenschätzungsmethode	152
8.4 Beispiel: SMI	153
 II Multivariate Zeitreihenanalyse	 161
9 Einleitung	163
10 Definitionen und Stationarität	165
11 Schätzung von Mittelwert und Kovarianzfunktion	171
11.1 Test auf Unkorreliertheit	172
11.2 Beispiele	174
12 Stationäre Zeitreihenmodelle	179
12.1 Darstellung in "Companion"-Form	181
12.2 Kausale Darstellung	182
12.3 Kovarianzfunktion	184
13 Prognose mittels VAR-Modellen	187
14 Die Schätzung Vektor-autoregressiver Modelle	191
14.1 Der Kleinst-Quadrate-Schätzer	191
14.2 Schätzung mittels Yule-Walker-Gleichungen	193
14.3 Die Modellierung eines VAR-Modells	194
15 Interpretation und Identifikation von VAR-Modellen	197
15.1 Wiener-Granger-Kausalität	197
15.2 Strukturelle und reduzierte Form	200
15.2.1 Ein Beispiel	200
15.2.2 Der allgemeine Fall	203
15.3 Identifikation durch kurzfristige Restriktionen	204
15.4 Interpretation von VAR-Modellen	206
15.4.1 Impulsantwortfunktion	206
15.4.2 Varianzzerlegung	207
15.4.3 Konfidenzintervalle	208
15.4.4 Beispiel 1: Werbung und Umsatz	209
15.4.5 Beispiel 2: Ein IS-LM-Modell mit Phillips-Kurve	212
15.5 Identifikation durch langfristige Restriktionen	216
15.5.1 Ein prototypisches Beispiel	216
15.5.2 Eine allgemeine Darstellung	218

16 Kointegration	223
16.1 Ein Beispiel	223
16.2 Definition und Darstellung kointegrierter Prozesse	229
16.2.1 Definition	229
16.2.2 VAR- und Fehlerkorrekturmodell	231
16.2.3 Die Beveridge-Nelson-Zerlegung	234
16.2.4 "Common trend"-Darstellung	236
16.3 Der Johansen-Test auf Kointegration	237
16.4 Beispiel	243
17 Der Kalman-Filter	245
17.1 Das Zustandsraummodell	245
17.1.1 Beispiele	248
17.2 Filtern und Glätten	253
17.2.1 Der Kalman-Filter	255
17.2.2 Die Kalman-Glättung	257
17.3 Schätzung von Zustandsraummodellen	259
17.3.1 Die Likelihood-Funktion	260
17.3.2 Identifikation	261
17.4 Beispiel: Quartalsschätzung des BIP	262
17.5 Übungsaufgaben	265
Anhang	267
A Komplexe Zahlen	269
B Lineare Differenzengleichungen	273
C Stochastische Konvergenz	275
D Die Delta-Methode	279
E Lösungen der Übungsaufgaben	283
E.1 Aufgaben aus Kapitel 1	283
E.2 Aufgaben aus Kapitel 2	284
E.3 Aufgabe aus Kapitel 3	286
E.4 Aufgaben aus Kapitel 4	286
E.5 Aufgabe aus Kapitel 5	287
E.6 Aufgabe aus Kapitel 6	287
Literaturverzeichnis	289