

Inhaltsverzeichnis

1	Fragestellungen und Datensituation	1
2	Grundlagen und einfache Methoden	7
2.1	Stationäre Zeitreihen	7
	Darstellung von Zeitreihen	7
	Autokovarianz- und Autokorrelationsfunktion	10
	Stationarität	13
	Schätzen der Kennfunktionen	17
	Bootstrap	19
2.2	Das Komponentenmodell	22
2.3	Deterministische Trends	23
	Trendbestimmung mittels linearer Regression	23
	Trendbestimmung mittels nichtlinearer Regression	31
	Bestimmung der glatten Komponente	34
2.4	Saisonbereinigung	38
	Einfache Ansätze	38
	Etablierte Saisonbereinigungsverfahren	42
2.5	Transformationen	46
	Instantane Transformationen	46
	Lineare Filterung von Zeitreihen	49
2.6	Einfache Extrapolationsverfahren	52
2.7	R-Funktionen	58
3	Lineare Zeitreihenmodelle	61
3.1	Autoregressive Modelle	61
	Definition und grundlegende Eigenschaften	61
	Schätzen von AR-Parametern	65
	Levinson-Durbin-Rekursion und partielle Autokorrelation	68
	Spezifikation von AR-Modellen	70
3.2	MA-Modelle	77
	Definition und grundlegende Eigenschaften	77
	Schätzen und Anpassen von MA-Modellen	80

3.3	ARMA-Modelle	83
	Definition und grundlegende Eigenschaften	83
	Schätzen der Parameter	84
	Spezifikation von ARMA-Modellen	84
3.4	ARIMA-Modelle	90
	Definition und Spezifikation von ARIMA-Modellen	90
	Saisonale ARIMA-Modelle	94
	Konstante Terme in ARIMA-Modellen	97
3.5	R-Funktionen	98
4	Differenzen- und Trendinstationarität	99
4.1	Instationaritätstypen und ihre Implikationen	99
4.2	Einheitswurzeltests	101
4.3	R-Funktionen	105
5	Prognosen mit univariaten Zeitreihenmodellen	107
5.1	Verfahren der exponentiellen Glättung	107
5.2	Prognosen mit ARIMA-Modellen	110
5.3	Trendextrapolation mit ARMA-Störungen	114
5.4	Zur Auswahl eines Prognosemodells	116
5.5	R-Funktionen	118
6	Periodizitäten in Zeitreihen	119
6.1	Periodizitäten	119
6.2	Periodische Trends	122
6.3	Das Periodogramm	123
	Definition des Periodogramms	123
	Probleme bei der Interpretation des Periodogramms	125
	Test auf eine Periodizität	128
	Test auf White-Noise	131
6.4	Spektren	133
	Definition und Eigenschaften	133
	Lineare Filter im Frequenzbereich	135
6.5	Spektralschätzung	142
	Direkte Spektralschätzung	143
	Weitere Ansätze zur Spektralschätzung	149
6.6	R-Funktionen	153

7	Prozesse mit langem Gedächtnis	155
7.1	Einführung der Prozesse	155
7.2	Bestimmung des fraktionellen Exponenten	159
7.3	Prognosen mit ARFIMA-Modellen	164
7.4	R-Funktionen	166
8	Mehrdimensionale Zeitreihen	167
8.1	Kenngrößen mehrdimensionaler Zeitreihen	167
	Kenngrößen im Zeitbereich	167
	Kreuzspektren	174
8.2	Mehrdimensionale lineare Zeitreihenmodelle	178
	VARMA-Prozesse	178
	Spezifikation und Schätzung von VARMA-Modellen	183
	Granger-Kausalität	191
	Kointegration	194
8.3	R-Funktionen	199
9	Regressionsmodelle für Zeitreihen	201
9.1	Regression mit autokorrelierten Störungen	201
9.2	Interventionsanalysen	206
9.3	Transferfunktionsmodelle	213
9.4	R-Funktionen	220
10	Zustandsraummodelle und Kalman-Filter	221
10.1	Zustandsraummodelle	221
10.2	Kalman-Filter	226
10.3	R-Funktionen	234
11	Nichtlineare Modelle	235
11.1	Nichtlinearität in Zeitreihen	235
	Nichtlineares bedingtes Niveau	235
	Nichtlineare bedingte Streuung	236
	Spezifikation nichtlinearer Zeitreihenmodelle	236
11.2	Markov-switching Modelle	237
	Markov-Ketten	237
	Markov-switching autoregressive Prozesse	238
	Inferenz	240
11.3	Threshold-Modelle	244

11.4	Bedingt heteroskedastische Modelle	246
	Das ARCH-Modell	246
	Modellanpassung und Parameterschätzung	249
	Modellerweiterungen	251
11.5	R-Funktionen	256
12	Spezielle Probleme	259
12.1	Fehlende Werte.....	259
12.2	Nicht gleichabständige Beobachtungen	261
12.3	Ausreißer und robuste Verfahren	265
	Ausreißer	265
	Robuste Verfahren	270
12.4	R-Funktionen	276
13	Einführung in R	277
13.1	Erste Schritte	277
	Starten und Beenden	277
	Die R-Konsole und Skripte	278
	Hilfen	279
13.2	Datentypen und Objekte.....	280
	Datentypen	280
	R-Vektoren	281
	Weitere Objekte	281
	Indizierung	283
13.3	Operatoren und Funktionen	285
	Mathematische Operatoren	285
	Vergleichsoperatoren	286
	Boolesche Operatoren.....	286
	Matrix-Operationen	287
	Funktionen	289
13.4	Bibliotheken und Programmierung	291
	Bibliotheken	291
	Kontroll-Strukturen.....	291
	Eigene Funktionen.....	292
13.5	Einlesen und Exportieren von Daten	293
13.6	Grafik	294
	Die aufgerufenen R-Funktionen	297
	Die Zeitreihen	299

Literatur	301
Abkürzungen und Symbole	311
Sachindex	313