
Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
	1.1 Beispiele für Zeitreihen	4
	1.2 Trendschätzung	9
	1.3 Schätzung saisonaler Anteile in Zeitreihen	12
	Aufgaben	14
2	Stationarität und grundlegende Modelle der Zeitreihenanalyse	17
	2.1 Stationarität von Zeitreihen	17
	2.2 Grundlegende stationäre Zeitreihenmodelle	22
	2.3 Empirische Autokovarianzen und Autokorrelationen	31
	2.4 Gaußsche Zeitreihen	38
	2.5 Die partielle Autokorrelation	39
	Aufgaben	43
3	Die Autokovarianz und die Autokorrelation	47
	3.1 Grundlegende Eigenschaften	47
	3.2 Spektralmaß und Spektraldichte	49
	Aufgaben	63
4	Lineare Vorhersage bei endlicher Vergangenheit	65
	4.1 Die rekursive Gram–Schmidt–Orthogonalisierung	66
	4.2 Die Levinson–Rekursion	69
	Aufgaben	72
5	Der Spektralsatz für stationäre Zeitreihen	75
	5.1 Die Spektraldarstellung zyklischer Zeitreihen	75
	5.2 Maße mit orthogonalen Werten und ein stochastisches Integral	78
	5.3 Der Spektralsatz	83
	5.4 Eine Substitutionsregel für stochastische Integrale	87
	Aufgaben	88

6	Filterung stationärer Zeitreihen	91
6.1	Grundbegriffe und einfache Eigenschaften von Filtern	91
6.2	Spezielle Filter	95
6.3	Zweiseitige MA-Reihen	106
	Aufgaben	106
7	ARMA-Modelle	109
7.1	Definition und Existenz von ARMA-Reihen	109
7.2	Kausalität und Invertibilität von ARMA-Reihen	116
7.3	Lineare L_1 -Filter	119
	Aufgaben	120
8	Die Autokovarianz und Autokorrelation von ARMA-Reihen im reellen Fall	123
8.1	Die Berechnung der Autokovarianzen von ARMA-Reihen aus der MA-Darstellung	123
8.2	Die Differenzgleichung für die Koeffizienten der MA-Darstellung	126
8.3	Die Differenzgleichung für die Autokovarianzen und die Yule-Walker-Gleichungen bei AR-Reihen	128
8.4	Identifizierbarkeit der Parameter von ARMA-Zeitreihen	133
	Aufgaben	136
9	Deterministische und rein nicht-deterministische Zeitreihen	139
9.1	Die Wold-Zerlegung	140
9.2	Approximation durch AR- und MA-Reihen	146
	Aufgaben	149
10	Asymptotische Eigenschaften von Schätzverfahren in linearen Zeitreihenmodellen	153
10.1	Einfache asymptotische Eigenschaften des Stichprobenmittels und der Stichprobenautokovarianz	154
10.2	Schwache Abhängigkeit	159
10.3	Ein zentraler Grenzwertsatz für schwach abhängige Zufallsvariable	161
10.4	Asymptotische Normalität des Stichprobenmittels und der Stichprobenautokovarianz	169
	Aufgaben	180
11	Parameterschätzung in ARMA-Modellen	183
11.1	Parameterschätzung für autoregressive Zeitreihen	184
11.2	Maximum-Likelihood Schätzer im autoregressiven Modell	193
11.3	Parameterschätzung in autoregressiven Modellen mit wachsender Ordnung	201

11.4	Parameterschätzung für ARMA-Zeitreihen	212
	Aufgaben	224
12	Schätzen im Spektralbereich	227
12.1	Parametrische Spektraldichteschätzung	230
12.2	Das Periodogramm	232
12.3	Eigenschaften des Periodogramms	235
12.4	Lag-Window-Schätzer der Spektraldichte	243
12.5	Das geglättete Periodogramm	255
12.6	Konfidenzintervalle für die Spektraldichte	259
12.7	Das integrierte Periodogramm	262
	Aufgaben	270
13	Modellierung mit ARMA-Zeitreihen	277
13.1	ARIMA-Zeitreihen	278
13.2	Ordnungswahl in ARMA-Zeitreihen	279
13.3	Threshold Zeitreihenmodelle	292
	Aufgaben	292
14	Grundlagen finanzieller Zeitreihen	295
14.1	GARCH-Modelle	298
14.2	Parameterschätzung in GARCH-Modellen	309
14.3	Anwendung der GARCH-Methodik	318
	Aufgaben	322
15	Grundlagen multivariater Zeitreihen	325
15.1	Multivariate Spektraltheorie	328
15.2	Multivariate Filter	335
15.3	Der quadratische Kohärenzoeffizient und verwandte Größen	337
15.4	Schätzer der Spektraldichtematrix	343
15.5	Multivariate ARMA-Reihen	344
15.6	Schätzung des Mittelwertvektors und der Autokovarianzmatrix einer multivariaten Zeitreihe	350
15.7	Lineare Vorhersage bei multivariaten Zeitreihen	354
15.8	Zustandsraummodelle	355
15.9	Der Kalman-Filter zur linearen Vorhersage	358
	Aufgaben	361
A	Anhang	363
A.1	Einige nützliche Formeln	363
A.2	Integration komplexer Funktionen	364
A.3	Elementare Hilbertraum Theorie	366
A.4	Lösungen einer homogenen Differenzgleichung	372
A.5	Konvergenzbegriffe in der Stochastik	374
A.6	Die Moore-Penrose-Inverse	380

Literaturverzeichnis	381
Index	385