

Inhaltsverzeichnis

Statt eines Vorworts	V
Danksagung	XI
Inhaltsübersicht	XIII
Abbildungsverzeichnis	XXIII
Beispielverzeichnis	XXIX
Tabellenverzeichnis	XXXI
Symbolverzeichnis	XXXIII
Einführung, Motivation, Zielsetzung	1
1 Zeit und Zeitmessung	3
1.1 Zeit in der Psychologie	3
1.2 Zeit in der Philosophie	6
1.3 Zeit in der Physik	8
1.4 Zeit in der Ökonomie	10
1.5 Prinzipien der Zeitmessung	11
1.5.1 Allgemeine Konzepte	12
1.5.2 Weltzeiten	13
1.5.3 Ephemeridenzeit	15
1.5.4 Atomzeit	17
1.6 Chronometer	18
2 Kalender und ihre Konstruktion	21
2.1 Prinzipien der Kalenderkonstruktion	21
2.2 Römischer und Julianischer Kalender	25
2.3 Gregorianischer Kalender und nachfolgende Kalenderreformen	27
2.4 Sonstige Kalendersysteme	30
2.5 Ewiger Kalender	31
2.6 Besonderheiten und Unregelmäßigkeiten des geltenden Kalenders	33
2.6.1 Variation innerhalb und zwischen Kalendereinheiten	33

2.6.2	Fest- und Feiertage	38
2.6.3	Ferien und andere institutionelle Kalenderregelungen	42
3	Elementare Zeitreihenanalyse	43
3.1	Konzepte und Notationen	43
3.2	Komponenten und Darstellung von Zeitreihen	51
3.2.1	Stilisierte Fakten in Zeitreihen	53
3.2.2	Besondere Darstellungsformen	62
3.3	Einfache Analyseinstrumente	71
3.3.1	Aggregation	72
3.3.2	Transformation	75
3.3.3	Regression	79
3.3.4	Verschiebungsoperatoren	90
3.3.5	Differenzen- und Summenoperatoren	94
3.3.6	Polynome und Operator-Polynome	102
3.3.7	Filter und gleitende Durchschnitte	108
3.3.8	Vorjahresvergleich	116
3.3.9	Saisonindizes und Streuungszerlegungen	118
4	Einführung in die Prognosetechnik	123
4.1	Qualitative Verfahren	123
4.2	Quantitative Verfahren	125
4.2.1	Einfache univariate Ansätze	125
4.2.2	Multiple univariate Ansätze	127
4.2.3	Multivariate Ansätze	128
4.3	Szenario-Technik als kombiniertes Verfahren	128
4.4	Prognosefehler	129
4.4.1	Ursachen für Prognosefehler	129
4.4.2	Zwecke einer Prognosefehlermessung	130
4.4.3	Individuelle Prognosefehler	131
4.4.4	Maßzahlen für Prognosefehler	133
5	Grundbegriffe und Werkzeuge für die Analyse im Zeitbereich	138
5.1	Lineare Differenzgleichungen	138
5.1.1	Begriff und Klassifikation	138
5.1.2	Lineare Differenzgleichungen erster Ordnung	140

5.1.3	Lineare Differenzgleichungen zweiter Ordnung	144
5.1.4	Lineare Differenzgleichungen höherer Ordnung	154
5.2	Stochastische Prozesse	157
5.2.1	Definition und Eigenschaften	157
5.2.2	Einige Typen stochastischer Prozesse	162
5.3	Autokovarianz- und Autokorrelationsfunktion	168
5.3.1	Definition und Eigenschaften der AKV	168
5.3.2	Definition und Eigenschaften der AKR	170
5.3.3	Schätzung von AKV und AKR	170
5.4	Partielle Autokorrelationsfunktion	173
5.4.1	Konzept und Bestimmung der PAKR	173
5.4.2	Schätzung der PAKR	176
5.5	MA– und AR–Darstellung stochastischer Prozesse	177
5.5.1	MA–Darstellung	177
5.5.2	AR–Darstellung	179
6	Grundbegriffe und Werkzeuge für die Analyse im Frequenzbereich	181
6.1	FOURIER–Analyse	181
6.1.1	Periodische Funktionen	181
6.1.1.1	Trigonometrische Funktionen im Überblick	181
6.1.1.2	Sinus- und Kosinusfunktionen	186
6.1.1.3	Das trigonometrische Orthogonalsystem	191
6.1.2	Grundzüge der FOURIER–Analyse	194
6.1.2.1	Trigonometrische Polynome	194
6.1.2.2	FOURIER–Darstellung endlicher zeitdiskreter Funktionen	196
6.1.2.3	FOURIER–Darstellung periodischer zeitdiskreter Funktionen	198
6.1.2.4	FOURIER-Transformierte und deren Inverse	201
6.2	Spektraltheorie stochastischer Prozesse	207
6.2.1	Harmonische Prozesse und Spektraldarstellung stationärer Prozesse	207
6.2.2	Spektraldichte und ihre Eigenschaften	210
6.2.3	Spektralverteilungsfunktionen	213
6.2.4	Spektrum und autokovarianz–erzeugende Funktion	217
6.2.4.1	Spektrum linearer Prozesse	218
6.2.4.2	Spektrum linearer Filter	219

6.3	Spektralanalyse	228
6.3.1	Periodogramm	228
6.3.1.1	KQ-Schätzungen einer harmonischen Schwingung	228
6.3.1.2	Darstellung und Berechnung des Periodogramms	230
6.3.1.3	Interpretation	233
6.3.1.4	Stichprobeneigenschaften	235
6.3.2	Spektralschätzung	237
6.3.2.1	Glättung im Frequenzbereich	238
6.3.2.2	Glättung im Zeitbereich	241
6.3.2.3	Lag- und Spektralfenster	242
6.3.2.4	Konfidenzintervall	249
6.3.2.5	Spektralschätzung für ARMA-Prozesse	250
7	Stationäre stochastische Prozesse	252
7.1	MA-Prozesse	252
7.1.1	MA(1)-Prozesse	254
7.1.2	MA(2)-Prozesse	259
7.1.3	MA(q)-Prozesse	262
7.2	AR-Prozesse	265
7.2.1	AR(1)- oder MARKOV-Prozesse	266
7.2.2	AR(2)- oder YULE-Prozesse	269
7.2.3	AR(p)-Prozesse	275
7.3	Dualität von AR- und MA-Prozessen	276
7.4	ARMA-Prozesse	277
8	Instationarität, Saisonalität und Volatilität	284
8.1	Instationarität im Mittelwert	284
8.1.1	Deterministische Trendmodelle	284
8.1.2	Stochastische Trends	286
8.1.2.1	Homogene Instationarität und ARIMA-Modelle	286
8.1.2.2	Random Walk und Varianten	288
8.1.2.3	ARIMA-Modelle und exponentielles Glätten	302
8.1.2.4	Fraktional integrierte Prozesse	309
8.2	Saisonalität	313
8.2.1	Traditionelle Methoden	313

8.2.2	Saisonale ARIMA–Modelle	314
8.2.2.1	Rein saisonale Modelle	315
8.2.2.2	Gemischt saisonale Modelle (SARIMA)	316
8.2.2.3	Das Airline–Modell als spezielles SARIMA–Modell	319
8.2.2.4	SARIMA–Modelle und exponentielles Glätten	320
8.3	Instationarität von Varianz und Autokovarianz	322
8.3.1	Varianz und Autokovarianz von ARIMA–Modellen	322
8.3.2	Varianzstabilisierungen	323
8.4	Volatilitätsmodelle	325
8.4.1	Charakteristika von hochfrequenten Zeitreihen	325
8.4.2	Ältere Ansätze zur Volatilitätsanalyse	327
8.4.2.1	Exogene Heteroskedastizität	327
8.4.2.2	Endogene Heteroskedastizität	328
8.4.3	Modelle der GARCH–Familie	330
8.4.3.1	Grundmodelle	330
8.4.3.2	Modellerweiterungen	337
8.4.4	Stochastische Volatilitätsmodelle	346
9	Modellidentifikation	349
9.1	Vorarbeiten	349
9.2	Differenzenfilter	351
9.2.1	Grenzstabile Filter	351
9.2.2	Wahl eines Filters	353
9.2.3	Überdifferenzierung	355
9.3	Differenzen- versus Trendstationarität	356
9.3.1	Implikationen der beiden Trendtypen	356
9.3.2	Folgen einer Fehlspezifikation der Trendtyps	359
9.3.3	Einheitswurzeltests	361
9.3.3.1	Tests von DICKEY/FULLER	362
9.3.3.2	Probleme und Erweiterungen des DF–Tests	366
9.3.3.3	Weitere Testverfahren	372
9.3.3.4	Saisonale Einheitswurzeln	374
9.3.3.5	Strukturbrüche und Einheitswurzeln	375
9.4	Festlegung der AR– und MA–Polynomgrade	375
9.4.1	Ansatz von BOX und JENKINS	375

9.4.2	Inverse Autokorrelationsfunktion	377
9.4.3	Erweiterte SAKR und sonstige Techniken	379
9.5	Weitere Spezifikationstests	382
9.5.1	Normalverteilungstests im Überblick	383
9.5.2	Autokorrelationstests	388
9.5.3	BDS-Test	389
10	Parameterschätzung und Modellwahl	391
10.1	Schätztechniken	391
10.1.1	Momentenmethode	391
10.1.1.1	AR-Prozesse	392
10.1.1.2	MA-Prozesse	393
10.1.1.3	ARMA-Prozesse	396
10.1.2	Maximum-Likelihood-Methode	396
10.1.2.1	Bedingte ML-Schätzungen	396
10.1.2.2	Unbedingte ML-Schätzung	399
10.1.2.3	Exakte ML-Schätzung	401
10.1.2.4	Vergleich der ML-Ansätze	405
10.1.3	Nichtlineare Schätzung und numerische Optimierung	406
10.2	Diagnostische Tests	408
10.3	Selektionskriterien	411
11	Prognosen	417
11.1	MMSE-Prognosen	417
11.1.1	ARMA-Modelle	417
11.1.2	ARIMA-Modelle	420
11.2	Prognoseformeln für diverse Modelle	422
11.2.1	ARMA-Modelle	423
11.2.2	ARIMA- und SARIMA-Modelle	426
11.2.3	Volatilitätsmodelle	429
11.3	Aktualisierung von Prognosen	430
11.4	Prognosen aus der AR-Darstellung	433
11.5	Eventualprognosen	435
12	Fallstudien	438
12.1	Sonnenfleckenanzahl 1700 – 1999	438

12.2	Reales saisonbereinigtes BIP 1968/I – 1994/IV	440
12.3	Realer privater Verbrauch 1968/I – 1994/IV	442
12.4	Zinssatz für Tagesgeld 1976/I – 2002/III	444
12.5	Volatilitätsanalyse von DAX und DM/GBP-Kurs, 1990 – 2000	445
13	Interventions- und Transferfunktionsmodelle	453
13.1	Interventionsmodelle	453
13.2	Ausreißermodelle	462
13.3	Transferfunktionsmodelle	467
13.3.1	Univariate dynamische Modelle mit Inputvariablen	467
13.3.2	Transferfunktionsmodelle mit einer Inputvariable	469
13.3.2.1	Identifikation und Kreuzkorrelationsfunktionen	469
13.3.2.2	Schätzung und Diagnose	475
13.3.2.3	Prognose	477
13.3.2.4	Fallstudie: Auftragseingang und Umsatz	479
13.3.3	Transferfunktionsmodelle mit mehreren Inputvariablen	484
14	Vektorielle Zeitreihenmodelle	485
14.1	Charakterisierung gemeinsam stationärer Vektorprozesse	485
14.1.1	Kovarianz- und Korrelationsmatrix-Funktion	485
14.1.2	MA- und AR-Darstellung vektorieller Prozesse	487
14.1.3	Vektorielle ARMA-Modelle	491
14.1.3.1	VAR-Prozesse	491
14.1.3.2	VMA-Prozesse	501
14.1.3.3	VARMA-Prozesse	502
14.1.4	Instationäre VARMA-Prozesse	509
14.2	Identifikation von VARMA-Prozessen	509
14.2.1	Bestimmung der Ordnungen p und q	509
14.2.2	Eindeutigkeit einer VARMA-Darstellung	510
14.3	Schätzung und Prognose	513
15	Vektorielle Zeitreihen in der Ökonometrie	515
15.1	Dynamische Gleichungssysteme	515
15.1.1	VARMA-Modelle und weitere Formen dynamischer Gleichungssysteme	515
15.1.2	Exogenität und Kausalität	520

15.2	VAR-Modelle in der Ökonometrie	521
15.2.1	Stationäre VAR-Prozesse	522
15.2.1.1	Schätzung und Spezifikation	522
15.2.1.2	Prognose mit einem VAR(p)-Modell	528
15.2.1.3	Test auf GRANGER-Kausalität	530
15.2.1.4	Impuls-Antwort-Funktion und Innovationsrechnung	532
15.2.1.5	Zerlegung der Prognosefehlervarianz	537
15.2.2	Instationäre VAR-Prozesse	539
15.2.2.1	Integration und Kointegration	539
15.2.2.2	Fehlerkorrekturmodelle	545
16	Zustandsraummodelle und der KALMAN-Filter	549
16.1	Zustandsraummodelle	549
16.1.1	Die allgemeine Form eines Zustandsraummodells	550
16.1.2	Einige Zeitreihenmodelle und ihre Zustandsraumformulierung	552
16.1.2.1	Komponentenmodelle	552
16.1.2.2	ARMA- und VARMA-Modelle	555
16.2	Der KALMAN-Filter	557
16.2.1	Darstellung des KALMAN-Filters	557
16.2.2	ML-Schätzung und Zerlegung des Prognosefehlers	561
16.2.3	Prädiktion	562
16.2.4	Glättung	564
16.3	Strukturelle Zeitreihenmodelle	565
16.3.1	Allgemeiner Ansatz für univariate Zeitreihen	565
16.3.2	Beispiele	568
16.3.2.1	Reine Trendmodelle	569
16.3.2.2	Modelle mit Zyklus	573
16.3.2.3	Modelle mit Trend und Saison	574
	Literaturverzeichnis	577
	Namensverzeichnis	591
	Stichwortverzeichnis	597