

Andreas Rudolph

# Prognoseverfahren in der Praxis

Mit 27 Abbildungen

Physica-Verlag

Ein Unternehmen  
des Springer-Verlags

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Fehlerkriterien</b>	<b>7</b>
2.1	Das Problem der Fehlermaße. . . . .	7
2.2	Einstufige Prognosefehler. . . . .	10
2.3	Mehrstufige Prognosefehler. . . . .	11
<b>3</b>	<b>Regressionsanalysen</b>	<b>17</b>
3.1	Lineare Regressionen. . . . .	17
3.2	Nichtlineare Regressionen. . . . .	42
3.3	Conditional Least Squares. . . . .	48
3.4	Erfahrungen aus der Praxis. . . . .	54
<b>4</b>	<b>Glättungsverfahren</b>	<b>57</b>
4.1	Modell mit konstantem Mittelwert . . . . .	57
4.2	Der Glättungsparameter. . . . .	60
4.3	Generelle Glättungsverfahren. . . . .	60
4.4	Aufdatierungsformeln. . . . .	67

4.5	Wahl des Diskontierungsfaktors. . . . .	69
4.6	Holt-Winters Verfahren. . . . .	69
4.6.1	Additives Holt-Winters Verfahren. . . . .	70
4.6.2	Multiplikatives Holt-Winters Verfahren . . . . .	72
4.7	Grippemittel. . . . .	74
4.8	Erfahrungen aus der Praxis. . . . .	77
<b>5</b>	<b>Box-Jenkins Verfahren</b>	<b>79</b>
5.1	Stationäre Prozesse. . . . .	79
5.2	Definitionen. . . . .	79
5.3	Einige Schätzer für Kenngrößen. . . . .	87
5.4	(V)AR[pj- und (V)ARMA[p,q]-Prozesse. . . . .	93
5.5	Bestimmung der Ordnungen. . . . .	103
5.6	Bestimmung eines Modells. . . . .	112
5.6.1	Schätzung der Parameter. . . . .	113
5.6.2	Modell-Selektionskriterien. . . . .	121
5.7	Prognose mit (V)ARMA-Modellen. . . . .	129
5.8	Teste auf Stationarität . . . . .	132
5.9	SARIMA-Modelle. . . . .	135
5.10	Erfahrungen aus der Praxis. . . . .	136
<b>6</b>	<b>Nichtparametrische Verfahren</b>	<b>139</b>
6.1	Einführung. . . . .	139
6.2	Dichteschätzer. . . . .	141

6.2.1	Konsistenz der Dichteschätzer	.149
6.2.2	Ein zentraler Grenzwertsatz	.151
6.2.3	Optimale Kerne	.152
6.2.4	Beste Konvergenzrate	.153
6.2.5	Multivariante Dichteschätzung	.154
6.3	Der Regressionsschätzer	.159
6.4	Schätzer für Zeitreihen	.169
6.5	Schrittweitensteuerung	.174
6.5.1	Kreuzvalidierung	.174
6.5.2	Optimierung der Prognosegüte	.176
6.6	Semiparametrische Ansätze	.177
6.7	Weitere nichtparametrische Ansätze	.178
6.8	Erfahrungen aus der Praxis	.179
<b>7</b>	<b>Neuronale Netze</b>	<b>183</b>
7.1	Einführung	.183
7.2	Approximationstheorie	.184
7.3	Mögliche Minimierungsverfahren	.198
7.4	Konsistenz etc.	.199
7.5	Sieb-Schätzer	.202
7.6	Wahl der Ordnung	.205
7.7	Prognose mittels neuronaler Netze	.206
7.8	Erfahrungen aus der Praxis	.207

<b>8</b>	<b>Zustandsraummodelle</b>	<b>209</b>
8.1	Einführung . . . . .	209
8.2	Diverse Zustandsraummodelle. . . . .	210
8.2.1	Modelle mit linearer Trendfunktion . . . . .	210
8.2.2	Allgemeinere Modelle. . . . .	211
8.2.3	Holt-Winters als Zustandsraummodell . . . . .	213
8.2.4	VAR[p] als Zustandsraummodell. . . . .	214
8.2.5	VARMA[p,q]-Modelle. . . . .	215
8.2.6	Glättungsverfahren. . . . .	217
8.2.7	Regressionsmodelle. . . . .	218
8.3	Stationäre Zustandsraummodelle. . . . .	219
8.4	Der Kalman-Filter. . . . .	220
8.4.1	Der Prädiktionsschritt . . . . .	221
8.4.2	Der Korrekturschritt. . . . .	223
8.5	Prognose mit Zustandsraummodellen. . . . .	226
8.6	Erfahrungen aus der Praxis. . . . .	228
<b>9</b>	<b>Literatur zur Prognose</b>	<b>229</b>
9.1	Überblick . . . . .	229
9.2	Regressionstheorie. . . . .	229
9.3	Exponentielles Glätten. . . . .	230
9.4	ARMA-Modelle. . . . .	230
9.5	Zustandsraummodelle. . . . .	231
9.6	Nichtparametrische Zeitreihenanalyse. . . . .	231

9.7	Neuronale Netze. . . . .	231
9.8	Allgemeinere Ansätze. . . . .	232
9.9	Weiterführende Literatur. . . . .	232

## **10 Kommerzielle Software 235**

10.1	SAS. . . . .	235
10.2	LIMDEP. . . . .	236
10.3	RATS. . . . .	236
10.4	SHAZAN. . . . .	236
10.5	UNISTAT. . . . .	236
10.6	GAUSS. . . . .	236
10.7	MATLAB. . . . .	237
10.8	NAG. . . . .	237
10.9	IMSL. . . . .	237
10.10	APL2. . . . .	238

## **Stichwortverzeichnis 239**