

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Was ist Statistische Datenanalyse? . . . . .	1
1.2	Ziele . . . . .	6
1.3	Hinweise . . . . .	6
	Literatur zur angewandten Statistik . . . . .	8
<b>I</b>	<b>Beschreibende Statistik</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung eindimensionaler Stichproben</b>	<b>11</b>
2.1	Einfache grafische Darstellungen . . . . .	11
2.2	Einige Bezeichnungen und Begriffe . . . . .	14
2.3	Kennzahlen für eine quantitative Stichprobe . . . . .	16
2.4	Klassierte Daten . . . . .	21
2.5	Mehrere Stichproben . . . . .	24
2.6	Transformationen von Beobachtungen . . . . .	27
2.7	Wertebereiche, Datensorten . . . . .	30
2.8	* Transformationen und Unterschiede zwischen Beobachtungen . . . . .	32
<b>3</b>	<b>Beschreibende Statistik mehrdimensionaler Daten</b>	<b>33</b>
3.1	Grafische Darstellungen für zwei zusammenhängende Grössen . . . . .	33
3.2	Die Produktmomenten-Korrelation . . . . .	36
3.3	Rangkorrelationen . . . . .	40
3.4	Zur Interpretation von Korrelationen . . . . .	42
3.5	Regression . . . . .	43
3.6	Multivariate Beobachtungen . . . . .	47
3.7	Zeitreihen und räumliche Daten . . . . .	52
3.8	Allgemeines zu grafischen Darstellungen . . . . .	56
3.9	Wie weiter? . . . . .	57
	Literatur zu Teil I . . . . .	57
<b>II</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsrechnung</b>	<b>59</b>
<b>4</b>	<b>Wahrscheinlichkeit</b>	<b>61</b>
4.1	Einleitung . . . . .	61
4.2	Grundbegriffe und Grundeigenschaften . . . . .	62
4.3	Zufallsvariable . . . . .	67
4.4	Zufallszahlen . . . . .	71
4.5	Zwei Zufallsvariable, gemeinsame Verteilung . . . . .	74
4.6	Unabhängige Ereignisse und Zufallsvariable . . . . .	76
4.7	Bedingte Wahrscheinlichkeit . . . . .	78
4.8	Bedingte Verteilung . . . . .	84
4.9	Der Satz von Bayes . . . . .	86
4.10	* Was ist eine Wahrscheinlichkeit? . . . . .	88
4.11	Wie weiter? . . . . .	90

<b>5</b>	<b>Diskrete Verteilungen</b>	<b>92</b>
5.1	Bernoulli- und Binomial-Verteilung	92
5.2	Die Poisson-Verteilung	96
5.3	Kennzahlen	99
5.4	Verteilungsfamilien	103
5.5	Die multinomiale Verteilung	105
5.6	Summen von Zufallsvariablen	107
5.7	Zufalls-Stichproben	111
5.8	* Gesetze der grossen Zahl	114
5.9	* Stochastische Prozesse	118
<b>6</b>	<b>Stetige Verteilungen</b>	<b>120</b>
6.1	Grundlagen	120
6.2	Grundbegriffe, Exponential- und uniforme Verteilung	121
6.3	Kennzahlen für stetige Verteilungen	126
6.4	Transformationen von Zufallsvariablen	127
6.5	Die Normalverteilung	132
6.6	* Weitere stetige Verteilungsfamilien	136
6.7	Gemeinsame und bedingte Verteilung	139
6.8	Unabhängige Zufallsvariable und Korrelation	142
6.9	Funktionen von mehreren Zufallsvariablen	144
6.10	Gausssche Fehler-Fortpflanzung	149
6.11	Der Zentrale Grenzwertsatz	152
6.12	Rückblick	155
	Literatur zu Teil II	156
<b>III</b>	<b>Schliessende Statistik</b>	<b>157</b>
<b>7</b>	<b>Schätzungen</b>	<b>159</b>
7.1	Drei Grundfragen der schliessenden Statistik	159
7.2	Schätzungen für $B$ , $\mathcal{P}$ und $\mathcal{N}$	161
7.3	Eigenschaften von Schätzungen	162
7.4	Die Maximum-Likelihood-Methode	167
7.5	Robuste Schätzungen	171
<b>8</b>	<b>Tests</b>	<b>174</b>
8.1	Einführende Beispiele und Begriffe	174
8.2	Test für eine Wahrscheinlichkeit	178
8.3	Die Teststatistik	181
8.4	Vorgehen bei einem statistischen Test	183
8.5	Tests für eine Stichprobe oder zwei gepaarte Stichproben	185
8.6	Interpretation von Testergebnissen	191
8.7	Bemerkungen zum P-Wert	193
8.8	Vergleich von zwei quantitativen Stichproben	195
8.9	Macht	200
8.10	* Asymptotische Tests und Randomisierungs-Tests	202
8.11	Sinn und Unsinn statistischer Tests	204

<b>9</b>	<b>Vertrauensintervalle</b>	<b>205</b>
9.1	Vertrauensintervalle für Binomial- und Poisson-Verteilung . . . . .	205
9.2	Eigenschaften von Vertrauensintervallen . . . . .	207
9.3	Vertrauensintervalle für Lageparameter . . . . .	209
9.4	Bootstrap und andere Resampling-Methoden . . . . .	211
9.5	Vertrauens- und andere Intervalle . . . . .	214
9.6	Schätzungen, Tests und Vertrauensintervalle im Vergleich . . . . .	216
9.7	Wo stehen wir? . . . . .	217
	Literatur zu Teil III . . . . .	217

## **IV Methoden der Datenanalyse** **219**

<b>10</b>	<b>Nominale Daten</b>	<b>221</b>
10.1	Multinomiale Verteilung und Chiquadrat-Test . . . . .	221
10.2	Der Chiquadrat-Anpassungstest . . . . .	226
10.3	Der Chiquadrat-Test in Kontingenztafeln . . . . .	230
10.4	Die häufigsten Fehler beim Chiquadrat-Test . . . . .	233

<b>11</b>	<b>Überprüfung von Voraussetzungen</b>	<b>235</b>
11.1	Problemstellung . . . . .	235
11.2	Quantil-Quantil-Diagramme . . . . .	236
11.3	Anpassungstests . . . . .	239
11.4	Bedeutung von Tests zur Prüfung von Voraussetzungen . . . . .	240
11.5	Unabhängigkeit . . . . .	241

<b>12</b>	<b>Varianzanalyse</b>	<b>243</b>
12.1	Vergleich mehrerer Stichproben, einfache Varianzanalyse . . . . .	243
12.2	Multiple Vergleiche, multiple Tests . . . . .	247
12.3	Mehrere verbundene Stichproben . . . . .	249
12.4	Zweiweg-Varianzanalyse . . . . .	251
12.5	Zufällige Effekte, Varianz-Komponenten . . . . .	256
12.6	Ausblick . . . . .	258
	Literatur . . . . .	259

<b>13</b>	<b>Regression</b>	<b>260</b>
13.1	Das Modell der einfachen linearen Regression . . . . .	260
13.2	Schätzung der Parameter . . . . .	261
13.3	Tests und Vertrauensintervalle für die Parameter . . . . .	264
13.4	Vertrauens- und Vorhersage-Bereiche . . . . .	266
13.5	Multiple lineare Regression . . . . .	268
13.6	Vielfalt der Modelle der multiplen linearen Regression . . . . .	272
13.7	Residuen-Analyse . . . . .	275
13.8	Einflussreiche Beobachtungen . . . . .	281
13.9	Modellwahl . . . . .	283
13.10	Allgemeinere Modelle für stetige Zielgrößen . . . . .	287
13.11	Verallgemeinerte lineare Modelle . . . . .	292
	Literatur . . . . .	294

<b>14</b>	<b>Versuchsplanung</b>	<b>295</b>
14.1	Einleitung . . . . .	295
14.2	Allgemeine Überlegungen . . . . .	295
14.3	Versuchspläne . . . . .	299
14.4	Eine Checkliste . . . . .	301
	Literatur . . . . .	303
<b>15</b>	<b>Multivariate Statistik</b>	<b>304</b>
15.1	Mehrdimensionale Zufallsvariable . . . . .	304
15.2	Schätzung von Erwartungswert und Kovarianz-Matrix . . . . .	309
15.3	Die mehrdimensionale Normalverteilung . . . . .	311
15.4	Statistik der Normalverteilung . . . . .	313
15.5	Hauptkomponenten . . . . .	315
15.6	Diskriminanz-Analyse . . . . .	318
	Literatur . . . . .	321
<b>16</b>	<b>Zeitreihen</b>	<b>322</b>
16.1	Fragestellungen . . . . .	322
16.2	Auto-Korrelation . . . . .	323
16.3	ARMA-Modelle . . . . .	324
16.4	Statistik von Zeitreihen . . . . .	325
16.5	Vorhersage . . . . .	325
16.6	Zustandsraum-Modelle . . . . .	327
16.7	Spektralanalyse . . . . .	328
16.8	Räumliche Korrelation . . . . .	329
16.9	Regression mit Zeitreihen . . . . .	332
	Literatur . . . . .	333
<b>17</b>	<b>Stichproben-Erhebungen</b>	<b>335</b>
17.1	Einleitung . . . . .	335
17.2	Einfache Zufalls-Stichprobe . . . . .	336
17.3	Geschichtete Stichproben . . . . .	339
17.4	Weitere Stichproben-Pläne . . . . .	340
17.5	Weitere Schätzmethoden . . . . .	342
17.6	Auswertung von Umfragen . . . . .	342
17.7	Eine Checkliste . . . . .	344
	Literatur . . . . .	347
<b>18</b>	<b>Ausblick</b>	<b>348</b>
18.1	Was ist erreicht? . . . . .	348
18.2	Grosse Datensätze, beschreibende Modelle . . . . .	349
18.3	Die Statistik und ihre Anwendungen . . . . .	351
<b>A</b>	<b>Anhang: Kurzfassung des wichtigsten Stoffes</b>	<b>354</b>
A.1	Beschreibende Statistik . . . . .	354
A.2	Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . .	355
A.3	Schliessende Statistik . . . . .	360
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>363</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>367</b>