

# Taschenbuch der Statistik

von  
Horst Rinne

4., überarb. u. erw. Aufl.

Taschenbuch der Statistik – Rinne

schnell und portofrei erhältlich bei [beck-shop.de](http://beck-shop.de) DIE FACHBUCHHANDLUNG

Thematische Gliederung:

Mathematische Statistik

Harri Deutsch 2008

Verlag C.H. Beck im Internet:

[www.beck.de](http://www.beck.de)

ISBN 978 3 8171 1827 4

# Taschenbuch der Statistik

Prof. Dr. Horst Rinne

4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

Verlag  
Harri  
Deutsch 

Dr. Horst Rinne ist emeritierter Professor für Statistik und Ökonometrie am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen. Er ist Autor zahlreicher Monographien über Ökonometrie, Zeitreihenanalyse sowie statistische Qualitätssicherung.

Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH  
Gräfststraße 47  
60486 Frankfurt am Main  
verlag@harri-deutsch.de  
www.harri-deutsch.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

**ISBN 978-3-8171-1827-4**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches – oder von Teilen daraus – sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.  
Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2008  
©Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH, Frankfurt am Main, 2008

Druck: Clausen & Bosse, Leck  
Printed in Germany

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xxiii
Einleitung	1
<b>TEIL A: Deskriptive Statistik und explorative Datenanalyse</b>	<b>3</b>
<b>1 Grundlegende Konzepte</b>	<b>3</b>
1.1 Statistische Einheiten	3
1.2 Skalen und statistische Merkmale	4
1.3 Phasen einer statistischen Analyse	9
1.3.1 Datengewinnung	9
1.3.2 Datenaufbereitung	11
1.3.2.1 Reihen, Gruppen, Größenklassen und Häufigkeitsverteilungen	11
1.3.2.2 Tabellen und Tabellenaufbau	14
1.3.2.3 Systematische Verzeichnisse	15
1.3.3 Datenkontrolle	16
1.3.3.1 Arten statistischer Fehler	16
1.3.3.2 Kontrollverfahren	19
1.3.3.3 Fehlerrechnung	19
1.3.4 Datenpräsentation und Datenanalyse	20
<b>2 Univariate Datensätze</b>	<b>22</b>
2.1 Verteilungskonzepte	22
2.1.1 Nominales Merkmal	22
2.1.2 Ordinales Merkmal	25
2.1.3 Kardinales Merkmal	28
2.1.3.1 Diskreter Fall ohne Klassierung	29
2.1.3.2 Stetiger Fall ohne Klassierung	29
2.1.3.3 Klassierte Daten	30
2.2 Konzepte zur Parameterkonstruktion	31
2.2.1 Empirische Perzentile	31
2.2.2 Empirische Momente	35
2.3 Parameter univariater Datensätze	36
2.3.1 Lageparameter	36
2.3.2 Streuungsparameter	42
2.3.3 Schiefeparameter	47
2.3.4 Wölbungsparameter	48
2.4 Ausgewählte Graphiken	49
<b>3 Bivariate Datensätze</b>	<b>53</b>
3.1 Verteilungs- und Parameterkonzepte	53
3.2 Statistische Unabhängigkeit	61

---

<b>3.3</b>	<b>Maße des Zusammenhangs</b>	<b>61</b>
3.3.1	Nominale Merkmale: Assoziationskoeffizienten	62
3.3.1.1	$\chi^2$ -orientierte Maße	62
3.3.1.2	Prädiktionsmaße	63
3.3.1.3	Entropie-orientierte Maße	64
3.3.1.4	Assoziationsmaße für die Vierfeldertafel	65
3.3.2	Ordinale Merkmale: Rangkorrelation und Konkordanzmessung	67
3.3.3	Kardinale Merkmale: Produktmomente und metrische Korrelation	73
3.3.4	Merkmale mit verschiedenem Skalenniveau	77
<b>3.4</b>	<b>Einfachregression</b>	<b>79</b>
3.4.1	Regression erster Art	79
3.4.2	Lineare Regression	80
3.4.3	Nichtlineare Regression	83
<b>4</b>	<b>Multivariate Datensätze</b>	<b>84</b>
<b>4.1</b>	<b>Mehrdimensionale Verteilungen</b>	<b>84</b>
<b>4.2</b>	<b>Statistische Unabhängigkeit</b>	<b>86</b>
<b>4.3</b>	<b>Maße des Zusammenhangs und Parameter</b>	<b>86</b>
<b>4.4</b>	<b>Multiple lineare Regression und Polynomregression</b>	<b>88</b>
<b>4.5</b>	<b>Graphiken für multivariate Datensätze</b>	<b>92</b>
<b>5</b>	<b>Verhältnis- und Indexzahlen</b>	<b>99</b>
<b>5.1</b>	<b>Gliederungszahlen</b>	<b>99</b>
<b>5.2</b>	<b>Beziehungszahlen</b>	<b>100</b>
<b>5.3</b>	<b>Messzahlen</b>	<b>100</b>
<b>5.4</b>	<b>Indexzahlen</b>	<b>102</b>
5.4.1	Grundlagen und Symbolik	102
5.4.2	Einige Indexformeln	103
5.4.3	Kaufkraftparitäten	109
<b>6</b>	<b>Konzentrationsmessung</b>	<b>112</b>
<b>6.1</b>	<b>Grundbegriffe</b>	<b>112</b>
<b>6.2</b>	<b>Absolute Konzentration</b>	<b>113</b>
<b>6.3</b>	<b>Relative Konzentration oder Disparität</b>	<b>115</b>
<b>6.4</b>	<b>Armuts- und Wohlstandsmaße</b>	<b>118</b>
<b>7</b>	<b>Bestands- und Ereignismassen</b>	<b>121</b>
<b>7.1</b>	<b>Grundbegriffe</b>	<b>121</b>
<b>7.2</b>	<b>Geschlossene Massen</b>	<b>122</b>
<b>7.3</b>	<b>Offene Massen</b>	<b>125</b>
<b>7.4</b>	<b>Abgangsmodelle, insb. Sterbetafeln</b>	<b>127</b>
<b>8</b>	<b>Elementare Zeitreihenanalyse und Zeitreihenprognose</b>	<b>141</b>
<b>8.1</b>	<b>Definitionen und Klassifikationen</b>	<b>141</b>
<b>8.2</b>	<b>Zeitreihenkomponenten und ihre Verknüpfungen</b>	<b>143</b>
<b>8.3</b>	<b>Analyse von Zeitreihen</b>	<b>145</b>
8.3.1	Zeitreihen ohne Saisonkomponente	145
8.3.1.1	Globale Trendmodelle	145
8.3.1.2	Lokale Trendmodelle	152

8.3.2	Zeitreihen mit Saisonkomponente . . . . .	153
8.3.2.1	Heuristische Verfahren . . . . .	153
8.3.2.2	Trend- und Saisonschätzung im Globalmodell . . . . .	154
8.3.2.3	Zerlegung mit gleitenden Durchschnitten im Lokalmodell . . . . .	157
<b>8.4</b>	<b>Prognose von Zeitreihen . . . . .</b>	<b>158</b>
8.4.1	Qualitative Prognoseverfahren . . . . .	159
8.4.2	Quantitative Prognoseverfahren . . . . .	159
8.4.2.1	Naive Prognosen und Extrapolationen eines Modells . . . . .	159
8.4.2.2	Exponentielles Glätten . . . . .	160
8.4.3	Prognosefehler . . . . .	162
8.4.3.1	Ursachen und Zweck . . . . .	162
8.4.3.2	Qualitative Prognosefehler . . . . .	163
8.4.3.3	Quantitative Prognosefehler . . . . .	165

**TEIL B: Wahrscheinlichkeitsrechnung 167**

<b>1</b>	<b>Kombinatorik . . . . .</b>	<b>167</b>
1.1	Permutationen und lexikographische Anordnung . . . . .	167
1.2	Variationen . . . . .	168
1.3	Kombinationen, Binomial- und Polynomkoeffizienten . . . . .	169
<b>2</b>	<b>Konzepte der Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . .</b>	<b>173</b>
2.1	Zufallsexperiment und Ereignisse . . . . .	173
2.1.1	Definitionen . . . . .	173
2.1.2	Ereignisverknüpfungen . . . . .	173
2.1.3	Ereignisalgebren . . . . .	177
2.2	Wahrscheinlichkeitsbegriffe und Axiomatik . . . . .	178
2.3	Bedingte Wahrscheinlichkeiten . . . . .	180
2.4	Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . .	181
<b>3</b>	<b>Zufallsvariablen und ihre Verteilungen . . . . .</b>	<b>184</b>
3.1	Definition und Typen von Zufallsvariablen . . . . .	184
3.2	Eindimensionale Zufallsvariable . . . . .	185
3.2.1	Verteilungskonzepte . . . . .	185
3.2.2	Parameterkonzepte . . . . .	187
3.3	Zwei- und mehrdimensionale Zufallsvariable . . . . .	198
3.3.1	Verteilungskonzepte . . . . .	198
3.3.2	Parameterkonzepte . . . . .	201
3.4	Erzeugen von Zufallszahlen mit vorgegebener Verteilung . . . . .	204
3.4.1	Echte Zufallszahlen und ihre Generatoren . . . . .	205
3.4.2	Pseudozufallszahlen und ihre Generatoren . . . . .	206
3.4.3	Direkte Verfahren für eine vorgegebene Verteilung . . . . .	208
3.4.4	Indirekte Verfahren für eindimensionale stetige Verteilungen . . . . .	209
3.4.4.1	Inversion der Verteilungsfunktion . . . . .	209
3.4.4.2	Verwerfungsmethode . . . . .	210
3.4.4.3	Mischungsmethode . . . . .	210
3.4.5	Indirekte Verfahren für eindimensionale diskrete Verteilungen . . . . .	211
3.4.6	Indirekte Verfahren für zwei- und mehrdimensionale Verteilungen . . . . .	212
3.4.7	Spezielle Verfahren für einzelne Verteilungen . . . . .	213

<b>3.5</b>	<b>Transformationen und Funktionen von Zufallsvariablen</b>	213
3.5.1	Transformationen eindimensionaler Zufallsvariablen	213
3.5.2	Funktionen mehrerer Zufallsvariablen	220
3.5.3	Geordnete Zufallsvariablen	223
3.5.4	Mischungen	229
<b>3.6</b>	<b>Ungleichungen für Zufallsvariablen</b>	231
3.6.1	Allgemeine Ungleichungen	231
3.6.2	Ungleichungen für Momente	235
3.6.3	Ungleichungen für Wahrscheinlichkeiten	238
3.6.3.1	Ungleichungen betreffend eine Zufallsvariable	238
3.6.3.2	Ungleichungen betreffend mehrere Zufallsvariablen	240
<b>3.7</b>	<b>Lineare Verteilungen</b>	242
3.7.1	Gleich- oder Rechtecksverteilung – $Re(a; b)$	242
3.7.2	Dreiecksverteilungen	246
3.7.2.1	Linkssteile Dreiecksverteilung – $Ld(a; b)$	246
3.7.2.2	Rechtssteile Dreiecksverteilung – $Rd(a; b)$	248
3.7.2.3	Symmetrische Dreiecksverteilung – $Sd(a; b)$	250
3.7.2.4	Asymmetrische Dreiecksverteilung – $Ad(a; b; c)$	250
3.7.3	Trapez-Verteilung – $Tr(a; b; c; d)$	253
3.7.4	Symmetrische V-Verteilung – $Sv(a; b)$	254
<b>3.8</b>	<b>Verteilungen im Urnenmodell</b>	255
3.8.1	Das Urnenmodell	255
3.8.2	BERNOULLI-VERTEILUNG – $Be(P)$	256
3.8.3	Binomial- und negative Binomialverteilung	258
3.8.3.1	Binomialverteilung – $Bi(n; P)$	258
3.8.3.2	Negative Binomialverteilung – $Nb(\Lambda; \tilde{P})$	262
3.8.4	Hypergeometrische und negative hypergeometrische Verteilung	267
3.8.4.1	Hypergeometrische Verteilung – $Hy(n; N; M)$	267
3.8.4.2	Negative hypergeometrische Verteilung – $Nh(c; N; M)$	272
3.8.5	PÓLYA-Verteilung – $Py(n; N; M; S)$	273
3.8.6	Multi- oder Polynomialverteilung – $Mn(n; P_1; \dots; P_m)$	277
3.8.7	Multivariate hypergeometrische Verteilung – $Mh(n; N; M_1; \dots; M_m)$	279
<b>3.9</b>	<b>Verteilungen im Warteschlangenmodell</b>	282
3.9.1	Warteschlangenmodell und Verweilzeit	282
3.9.2	POISSON-Verteilung – $Po(\lambda)$	283
3.9.3	Exponentialverteilung – $Ex(\lambda)$	288
3.9.4	Gamma- und ERLANG-Verteilung – $Ga(\lambda; c)$	291
3.9.5	WEIBULL-Verteilung – $We(a; b; c)$	295
<b>3.10</b>	<b>Normalverteilung und verwandte Verteilungen</b>	298
3.10.1	Eindimensionale Normalverteilung – $No(\mu; \sigma^2)$	298
3.10.2	Lognormale Verteilung – $Ln(\mu^*; \sigma^{*2})$	306
3.10.3	Zweidimensionale Normalverteilung – $Nz(\mu_X; \mu_Y; \sigma_X^2; \sigma_Y^2; \rho)$	310
3.10.4	Mehrdimensionale Normalverteilung – $Nm(\boldsymbol{\mu}; \boldsymbol{\Sigma})$	317
3.10.5	$\chi^2$ -Verteilungen	319
3.10.5.1	Zentrale $\chi^2$ -Verteilung – $\chi^2(\nu)$	319
3.10.5.2	Dezentrale $\chi^2$ -Verteilung – $\chi^2(\nu; \lambda)$	323
3.10.6	$t$ -Verteilungen	326
3.10.6.1	Zentrale $t$ -Verteilung – $t(\nu)$	326
3.10.6.2	Dezentrale $t$ -Verteilung – $t(\nu; \delta)$	328

3.10.7	F-Verteilungen . . . . .	330
3.10.7.1	Zentrale F-Verteilung – $F_i(\nu_1; \nu_2)$ . . . . .	330
3.10.7.2	Dezentrale F-Verteilung – $F_i(\nu_1; \nu_2; \lambda)$ . . . . .	334
3.10.8	WISHART-Verteilung – $Wi(\Sigma; m; \nu)$ . . . . .	336
3.10.9	HOTELLING's- $T^2$ -Verteilung – $Ht(m; n)$ . . . . .	338
3.10.10	WILKS'- $\Lambda$ -Verteilung – $Wl(m; \nu_1; \nu_2)$ . . . . .	339
<b>3.11</b>	<b>Weitere stetige Verteilungen</b> . . . . .	<b>340</b>
3.11.1	Beta-Verteilung – $Bt(c; d)$ . . . . .	340
3.11.2	CAUCHY-Verteilung – $Ca(a; b)$ . . . . .	347
3.11.3	DIRICHLET-Verteilung – $Di(c_0; c_1; \dots; c_m)$ . . . . .	350
3.11.4	Extremwertverteilungen . . . . .	351
3.11.4.1	Extremwertverteilung vom Typ I – $EwI(a; b)$ . . . . .	352
3.11.4.2	Extremwertverteilung vom Typ II – $EwII(a; b; c)$ . . . . .	354
3.11.4.3	Extremwertverteilung vom Typ III – $EwIII(a; b; c)$ . . . . .	355
3.11.5	LAPLACE-Verteilung – $Lp(a; b)$ . . . . .	355
3.11.6	Logistische Verteilung – $Lo(a; b)$ . . . . .	357
3.11.7	PARETO-Verteilung – $Pa(a; b; c)$ . . . . .	361
3.11.8	Potenz-Verteilung – $Pt(a; b; c)$ . . . . .	363
3.11.9	VON-MISES-Verteilung – $Vm(a; b)$ . . . . .	366
3.11.10	WALD-Verteilung (Inverse GAUSS-Verteilung) – $Wa(a; b)$ . . . . .	367
<b>3.12</b>	<b>Weitere diskrete Verteilungen</b> . . . . .	<b>369</b>
3.12.1	Einpunkt-Verteilung – $Ep(x_0)$ . . . . .	369
3.12.2	Gleichverteilung – $Gl(a; b; L)$ . . . . .	371
3.12.3	Koinzidenz-, Belegungs- und Iterationsverteilungen . . . . .	374
3.12.4	Logarithmische Verteilung – $Lg(\theta)$ . . . . .	376
3.12.5	Potenzreihen-Verteilung – $Pr(c)$ . . . . .	379
3.12.6	Zeta-Verteilung – $Ze(\theta)$ . . . . .	380
3.12.7	Zweipunkt-Verteilung – $Zp(x_1; x_2; P)$ . . . . .	383
<b>3.13</b>	<b>Verteilungsfamilien</b> . . . . .	<b>384</b>
3.13.1	Location-Scale-Verteilungen . . . . .	384
3.13.2	Verteilungsklassen für Lebensdauer und Verweilzeit . . . . .	385
3.13.3	Stabile Verteilungen . . . . .	388
3.13.4	IDD-Variable . . . . .	390
3.13.5	Exponentialfamilien . . . . .	390
3.13.6	CORNISH-FISHER- und EDGEWORTH-Reihendarstellungen . . . . .	392
3.13.7	GRAM-CHARLIER-Reihendarstellungen . . . . .	393
3.13.8	PEARSON's-Verteilungssystem . . . . .	394
3.13.9	BURR's Verteilungssystem . . . . .	395
3.13.10	JOHNSON's Verteilungssystem . . . . .	396
3.13.11	TUKEY's $\lambda$ -Verteilungen . . . . .	397
<b>4</b>	<b>Stochastische Prozesse im Überblick</b> . . . . .	<b>398</b>
<b>4.1</b>	<b>Definition und Kennzeichnung</b> . . . . .	<b>398</b>
<b>4.2</b>	<b>Typen und Beispiele</b> . . . . .	<b>402</b>
4.2.1	Stationäre Prozesse . . . . .	402
4.2.2	MARKOV-Prozesse . . . . .	406
4.2.3	Prozesse mit unabhängigen Zuwächsen . . . . .	408
4.2.4	Martingale . . . . .	412
4.2.5	Lineare Prozesse . . . . .	412
<b>4.3</b>	<b>MARKOV-Ketten</b> . . . . .	<b>415</b>



<b>5</b>	<b>Stochastische Konvergenz, Grenzwertsätze</b>	<b>420</b>
5.1	Konvergenzarten	420
5.2	Gesetze der großen Zahlen	422
5.3	Zentrale Grenzwertsätze	426
<b>TEIL C: Inferentielle Statistik</b>		<b>429</b>
<b>1</b>	<b>Grundkonzepte der Inferenzstatistik</b>	<b>429</b>
1.1	Statistische Theorien im Überblick	429
1.2	Zufallsstichproben	430
1.2.1	Einstufige Stichproben	431
1.2.2	Zweistufige Stichproben und ihre Sonderformen	432
1.2.3	Realisierung von Zufallsstichproben	434
1.3	Stichprobenvektor und Stichprobenfunktionen	437
1.4	Likelihood-Funktion	439
<b>2</b>	<b>Schätztheorie</b>	<b>444</b>
2.1	Punktschätzung	444
2.1.1	Eigenschaften von Schätzfunktionen	444
2.1.1.1	Erwartungs- und Mediantreue	445
2.1.1.2	Effizienz	446
2.1.1.3	Konsistenz	449
2.1.1.4	Suffizienz	450
2.1.1.5	Normalität und Linearität	454
2.1.1.6	Robustheit	454
2.1.1.7	Klassen von Schätzern nach ihren Eigenschaften	456
2.1.2	Konstruktionsprinzipien für Schätzfunktionen	456
2.1.2.1	Delta-Methode	456
2.1.2.2	Momentenmethode	457
2.1.2.3	Perzentilmethode	458
2.1.2.4	Maximum-Likelihood-Methode	459
2.1.2.5	Kleinst-Quadrate-Methode	464
2.1.2.6	$\chi^2$ -Minimum-Methode	465
2.2	Intervallschätzung	465
2.2.1	Schwankungs- und Schätzfehlerintervalle	465
2.2.2	Konfidenzintervalle	467
2.2.3	BONFERRONI-Konfidenzintervalle und gemeinsame Konfidenzbereiche	473
2.2.4	Toleranzintervalle (Statistische Anteilsbereiche)	474
2.3	Weitere Schätzverfahren	482
2.3.1	Sequentielle Schätzung	482
2.3.2	Robuste Schätzung	483
2.3.3	Resampling Techniken	489
2.3.4	Nichtparametrische Dichteschätzung	492
2.3.5	Graphische Verfahren im Wahrscheinlichkeitsnetz	497
<b>3</b>	<b>Testtheorie</b>	<b>504</b>
3.1	Grundbegriffe der Testtheorie	504
3.1.1	Ablauf eines Tests	504
3.1.2	Beurteilung eines Tests	507

3.1.3	Hypothesenformulierung . . . . .	511
3.1.4	Likelihood-Quotienten-Tests . . . . .	514
3.1.5	WALD- und LAGRANGE-Multiplikatoren-Tests . . . . .	518
3.1.6	Sequentieller Likelihood-Quotienten-Test . . . . .	519
3.1.7	Randomisierte Tests . . . . .	524
<b>3.2</b>	<b>Verteilungsgebundene Parametertests</b> . . . . .	<b>525</b>
3.2.1	Tests für einen Mittelwert . . . . .	525
3.2.2	Tests zum Vergleich von Mittelwerten bei Normalverteilungen . . . . .	527
3.2.3	Tests zum Vergleich von Mittelwerten bei POISSON-Verteilungen . . . . .	530
3.2.4	Tests für einen Anteilswert (Binomialtest) . . . . .	530
3.2.5	Tests zum Vergleich von Anteilswerten . . . . .	531
3.2.6	Tests für eine Varianz . . . . .	532
3.2.7	Tests zum Vergleich von Varianzen . . . . .	534
3.2.8	Tests für Korrelationskoeffizienten . . . . .	535
<b>3.3</b>	<b>Verteilungsfreie Parametertests</b> . . . . .	<b>536</b>
3.3.1	Einstichproben-Lagetests . . . . .	536
3.3.1.1	Randomisierungstest für den Median einer symmetrischen Verteilung . . . . .	536
3.3.1.2	Rangzahlen, Rangstatistiken und ihre Verteilung . . . . .	538
3.3.1.3	Allgemeiner Vorzeichen-Test . . . . .	540
3.3.1.4	WILCOXON's Vorzeichen-Rangtest . . . . .	541
3.3.2	Zweistichproben-Probleme bei unabhängigen Stichproben . . . . .	542
3.3.2.1	Definition und Verteilung der einschlägigen Rangstatistik . . . . .	542
3.3.2.2	Rangtests für Lagealternativen . . . . .	543
3.3.2.3	Rangtests für Streuungsalternativen . . . . .	546
3.3.3	Zweistichprobenprobleme bei verbundenen Stichproben . . . . .	550
3.3.3.1	Vorzeichen-Test . . . . .	550
3.3.3.2	WILCOXON-Test . . . . .	551
3.3.4	Mehrstichproben-Probleme . . . . .	552
3.3.4.1	KRUSKAL-WALLIS-Test bei unabhängigen Stichproben . . . . .	552
3.3.4.2	FRIEDMAN-Test bei verbundenen Stichproben . . . . .	554
<b>3.4</b>	<b>Weitere Testverfahren</b> . . . . .	<b>555</b>
3.4.1	Tests auf Ausreißer . . . . .	555
3.4.2	Tests auf Zufälligkeit . . . . .	561
3.4.3	Tests auf Unabhängigkeit . . . . .	566
3.4.3.1	$\chi^2$ -Unabhängigkeitstest . . . . .	566
3.4.3.2	Exakter FISHER-YATES-Test . . . . .	567
3.4.3.3	Rangkorrelationstest . . . . .	569
3.4.4	Homogenitätstests . . . . .	572
3.4.4.1	$\chi^2$ -Homogenitätstest . . . . .	572
3.4.4.2	KOLMOGOROV-SMIRNOV-Homogenitätstest . . . . .	573
3.4.5	Anpassungstests . . . . .	576
3.4.5.1	$\chi^2$ -Anpassungstest . . . . .	576
3.4.5.2	KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest . . . . .	577
3.4.5.3	Tests auf Normalverteilung . . . . .	578
<b>4</b>	<b>Weitere Inferenztheorien</b> . . . . .	<b>586</b>
<b>4.1</b>	<b>BAYES-Inferenz</b> . . . . .	<b>586</b>
4.1.1	BAYES-Rückschluss . . . . .	586
4.1.2	Konjugierte Verteilungen . . . . .	588
4.1.3	Empirische BAYES-Methoden . . . . .	591

4.2	Statistische Entscheidungstheorie	592
4.3	Likelihoodinferenz	598
4.4	Fiduzialinferenz	598
4.5	Strukturinferenz	599

**TEIL D: Spezielle Methoden und Spezialgebiete der Statistik 601**

<b>1</b>	<b>Regressionsanalyse</b>	<b>601</b>
1.1	Lineare Regression	601
1.1.1	Deterministische Regressoren und beliebig verteilte Störvariable	603
1.1.1.1	Skalare Kovarianzmatrix der Störvariablen	603
1.1.1.2	Nichtskalare Kovarianzmatrix der Störvariablen	608
1.1.2	Deterministische Regressoren und normalverteilte Störvariable	611
1.1.2.1	Skalare Kovarianzmatrix der Störvariablen	611
1.1.2.2	Nichtskalare Kovarianzmatrix der latenten Variablen	615
1.1.3	Stochastische Regressoren	616
1.1.4	GMM-Schätzung	617
1.1.4.1	OLS als Momentenproblem	617
1.1.4.2	IV-Schätzung als Momentenproblem	618
1.1.4.3	Eigenschaften des GMM-Schätzers	619
1.1.5	Autokorrelation der Störvariablen	620
1.1.5.1	Tests auf Autokorrelationsfreiheit	620
1.1.5.2	Schätzung bei Autokorrelation	625
1.1.6	Heteroskedastizität der Störvariablen	626
1.1.6.1	Tests auf Homoskedastizität	627
1.1.6.2	Schätzung bei Heteroskedastizität	629
1.1.7	Beurteilung der Regressoren und der funktionalen Form	631
1.1.8	Multikollinearität	635
1.1.8.1	Folgen, Entdeckung und Messung von Multikollinearität	635
1.1.8.2	Überwindung von Multikollinearität	637
1.1.9	Multivariate Regression	640
1.2	Nichtlineare Regression	643
1.2.1	OLS- und ML-Schätzung	644
1.2.2	Berechnung der Schätzwerte	646
1.2.2.1	GAUSS-NEWTON-Methode	646
1.2.2.2	NEWTON-RAPHSON-Methode	647
1.2.3	Intervallschätzung und Tests	649
<b>2</b>	<b>Varianzanalyse</b>	<b>650</b>
2.1	Terminologie und Systematisierung	650
2.2	Einfache ANOVA	651
2.2.1	Deskriptive Auswertung	652
2.2.2	Das Modell mit festen Effekten	652
2.2.3	Das Modell mit zufälligen Effekten	657
2.3	Zweifache ANOVA	660
2.3.1	Balancierte Kreuzklassifikation	660
2.3.1.1	Deskriptive Auswertung	660
2.3.1.2	Das Modell mit festen Effekten	662
2.3.1.3	Das Modell mit zufälligen Effekten	665

2.3.1.4	Das Modell mit gemischten Effekten	667
2.3.1.5	Der Sonderfall ohne Wiederholung	668
2.3.2	Balancierte hierarchische Klassifikation	669
<b>3</b>	<b>Multivariate Verfahren</b>	<b>674</b>
<b>3.1</b>	<b>Distanzmessung</b>	674
<b>3.2</b>	<b>Diskriminanzanalyse</b>	680
3.2.1	Diskriminanzanalyse bei Normalverteilung	681
3.2.2	Diskriminanzanalyse nach FISHER	685
3.2.3	Trennmaße und Variablenselektion	688
<b>3.3</b>	<b>Clusteranalyse</b>	689
3.3.1	Klassifikationstypen	689
3.3.2	Bewertung einer Klassifikation	692
3.3.3	Hierarchische Klassifikation	694
3.3.4	Nichthierarchische Klassifikation	696
3.3.5	Kritische Bemerkungen	699
<b>3.4</b>	<b>Hauptkomponentenanalyse</b>	699
3.4.1	Definition und Berechnung von Hauptkomponenten	699
3.4.2	Interpretation, Anzahl und Anwendungen der Hauptkomponenten	702
<b>3.5</b>	<b>Faktorenanalyse</b>	707
3.5.1	Das faktorenanalytische Modell	707
3.5.2	Faktorenlösung	710
3.5.3	Faktorrotation	712
3.5.4	Kritische Bemerkungen	715
<b>3.6</b>	<b>Kanonische Korrelationsanalyse</b>	716
<b>4</b>	<b>Stichprobentheorie</b>	<b>721</b>
<b>4.1</b>	<b>Einstufige Auswahl</b>	721
4.1.1	Einfache Zufallsstichprobe	722
4.1.1.1	Notation und Grundlagen	722
4.1.1.2	Hochrechnung	724
4.1.1.3	Bestimmung des Stichprobenumfangs	725
4.1.2	Systematische Auswahl	726
4.1.3	Auswahl mit ungleichen Wahrscheinlichkeiten	726
<b>4.2</b>	<b>Geschichtete einfache Auswahl</b>	728
4.2.1	Notation und Grundlagen	728
4.2.2	Aufteilung des Stichprobenumfangs	730
4.2.3	Hochrechnungsverfahren	731
4.2.4	Nachträgliche Schichtung	734
4.2.5	Einfache Klumpenauswahl	734
<b>4.3</b>	<b>Zweistufige Auswahlverfahren</b>	736
<b>5</b>	<b>Zeitreihenprognose nach BOX/JENKINS</b>	<b>737</b>
<b>5.1</b>	<b>Modelltypen</b>	737
5.1.1	Stationäre stochastische Prozesse	737
5.1.1.1	AKR, PAKR und deren Schätzung	738
5.1.1.2	MA-Prozesse	740
5.1.1.3	AR-Prozesse	747
5.1.1.4	ARMA-Prozesse	755

5.1.2	Trendmodelle . . . . .	759
5.1.2.1	Deterministische Trendmodelle . . . . .	759
5.1.2.2	Stochastische Trendmodelle und ARIMA-Prozesse . . . . .	760
5.1.3	Saisonmodelle und SARIMA-Modelle . . . . .	767
<b>5.2</b>	<b>Identifikation und Spezifikation</b> . . . . .	<b>771</b>
5.2.1	Stationarisierung einer Zeitreihe . . . . .	771
5.2.1.1	Vorarbeiten . . . . .	771
5.2.1.2	Wahl eines Differenzenfilters . . . . .	772
5.2.1.3	Einheitswurzeltests . . . . .	773
5.2.2	Festlegung der AR- und MA-Polynomgrade . . . . .	776
<b>5.3</b>	<b>Parameterschätzung</b> . . . . .	<b>778</b>
5.3.1	Momentenmethode . . . . .	778
5.3.2	Maximum-Likelihood-Methode . . . . .	780
<b>5.4</b>	<b>Modelldiagnose und Evaluierung</b> . . . . .	<b>784</b>
5.4.1	Diagnostische Tests . . . . .	784
5.4.2	Selektionskriterien . . . . .	786
<b>5.5</b>	<b>Prognose</b> . . . . .	<b>788</b>
5.5.1	MMSE-Prognose . . . . .	788
5.5.2	Prognoseformeln für einige Modelle . . . . .	789
5.5.3	Aktualisierung von Prognosen . . . . .	795
<b>6</b>	<b>Statistische Qualitätssicherung</b> . . . . .	<b>796</b>
<b>6.1</b>	<b>Prozess- und Produktplanung (Preline oder Offline Control)</b> . . . . .	<b>796</b>
6.1.1	Faktorielle Versuche . . . . .	797
6.1.2	Vollständige $2^k$ -Pläne . . . . .	799
6.1.2.1	Symbolik . . . . .	799
6.1.2.2	$2^2$ -Design . . . . .	800
6.1.2.3	$2^k$ -Design für $k \geq 3$ . . . . .	803
6.1.2.4	Einfache Durchführung des $2^k$ -Designs . . . . .	806
6.1.2.5	Blockbildung und Vermengung . . . . .	806
6.1.3	Teilfaktorpläne . . . . .	807
6.1.3.1	Halber $2^k$ -Design . . . . .	807
6.1.3.2	$2^{k-p}$ -Designs . . . . .	809
<b>6.2</b>	<b>Prozesssteuerung (Online Control)</b> . . . . .	<b>809</b>
6.2.1	Prozessfähigkeitsmessung . . . . .	809
6.2.1.1	Ausschussanteil als Unfähigkeitskennzahl . . . . .	811
6.2.1.2	Fähigkeitsindizes bei normalverteiltem Qualitätsmerkmal . . . . .	814
6.2.1.3	Fähigkeitsindizes bei nicht-normalverteiltem Qualitätsmerkmal . . . . .	819
6.2.1.4	Fähigkeitsindizes im multivariaten Fall . . . . .	820
6.2.2	Qualitätsregelkarten . . . . .	821
6.2.2.1	Aufbau und Arten von QRK . . . . .	821
6.2.2.2	SHEWHART-Karten für die zählende Prüfung . . . . .	825
6.2.2.3	SHEWHART-Karten für die messende Prüfung . . . . .	828
6.2.2.4	Karten für ein Merkmal mit Toleranzen . . . . .	837
6.2.2.5	Karten mit Gedächtnis . . . . .	841
<b>6.3</b>	<b>Annahmeprüfung (Postline Control)</b> . . . . .	<b>843</b>
6.3.1	Aufgaben und Arten von Prüfplänen . . . . .	843
6.3.2	Zählende Annahmeprüfung . . . . .	844
6.3.2.1	Einfache Prüfpläne . . . . .	844
6.3.2.2	Doppelte, mehrfache und sequentielle Prüfpläne . . . . .	850

6.3.3	Messende Annahmeprüfung . . . . .	853
6.3.3.1	Prüfpläne mit einem Grenzwert bei bekannter Varianz . . . . .	854
6.3.3.2	Prüfpläne mit einem Grenzwert bei unbekannter Varianz . . . . .	854
6.3.3.3	Prüfpläne mit zwei Grenzwerten . . . . .	855
<b>7</b>	<b>Life-Testing, Erneuerung und Zuverlässigkeit</b>	<b>856</b>
<b>7.1</b>	<b>Lebensdauer und verwandte Konzepte</b> . . . . .	<b>856</b>
7.1.1	Deskription der unbedingten Lebensdauer . . . . .	857
7.1.2	Lebens- oder Nutzungspotenzial . . . . .	860
7.1.3	Formen bedingter Lebensdauer . . . . .	863
7.1.3.1	Restlebensdauer . . . . .	863
7.1.3.2	Frühhausfallzeit . . . . .	865
7.1.3.3	Interimslebensdauer . . . . .	866
<b>7.2</b>	<b>Klassen von Lebensdauerverteilungen</b> . . . . .	<b>867</b>
7.2.1	Verteilungen nach dem Verhalten der Hazardrate . . . . .	868
7.2.2	Verteilungen nach der Eigenschaft „neu besser (schlechter) als gebraucht“ . . . . .	870
7.2.3	Weitere Alterungskriterien . . . . .	870
<b>7.3</b>	<b>Parametrische Lebensdauerverteilungen</b> . . . . .	<b>872</b>
7.3.1	Bekanntere Verteilungen . . . . .	872
7.3.2	Weniger bekannte Verteilungen . . . . .	880
<b>7.4</b>	<b>Lebensdauerprüfpläne</b> . . . . .	<b>885</b>
7.4.1	Felddaten versus Labordaten . . . . .	885
7.4.2	Statistisch relevante Eigenschaften von Lebensdauerprüfplänen . . . . .	885
7.4.3	Einstufige Pläne mit direkter zeitlicher Limitierung . . . . .	887
7.4.4	Einstufige Pläne mit indirekter zeitlicher Limitierung . . . . .	889
7.4.5	Mehrfache oder progressive Zensierung . . . . .	891
<b>7.5</b>	<b>Graphische Auswertung von Lebensdauerdaten</b> . . . . .	<b>893</b>
7.5.1	Arbeiten mit einem Wahrscheinlichkeitsnetz . . . . .	893
7.5.2	Hazard-Plotting . . . . .	895
7.5.3	TTT-Plotting . . . . .	897
<b>7.6</b>	<b>Numerische Auswertung von Lebensdauerdaten</b> . . . . .	<b>898</b>
7.6.1	ML-Schätzung . . . . .	899
7.6.2	Lineare Schätzung . . . . .	901
<b>7.7</b>	<b>Erneuerungstheorie</b> . . . . .	<b>903</b>
7.7.1	Erneuerungsprozesse: Definition und Arten . . . . .	903
7.7.2	Prozessvariable von Erneuerungsprozessen . . . . .	904
<b>7.8</b>	<b>Zuverlässigkeitstheorie</b> . . . . .	<b>909</b>
7.8.1	Zuverlässigkeitsparameter . . . . .	909
7.8.2	Strukturierte Systeme und ihre Zuverlässigkeit . . . . .	909
7.8.3	Systemfunktionen . . . . .	916
<b>TEIL E: Anhänge</b>		<b>921</b>
<b>1</b>	<b>Tabellen</b>	<b>921</b>
<b>2</b>	<b>Nomogramme</b>	<b>963</b>
<b>3</b>	<b>Lineare Algebra</b>	<b>974</b>
3.1	Definition und Typen von Matrizen, Transposition . . . . .	974
3.2	Addition und Subtraktion von Matrizen . . . . .	976

---

3.3	Matrizenmultiplikation	976
3.4	Spur einer Matrix	978
3.5	Determinanten	978
3.6	Rang einer Matrix und lineare Abhängigkeit von Vektoren	979
3.7	Inverse Matrix und Pseudoinverse	979
3.8	Lineare Gleichungssysteme	981
3.9	KRONECKER-Produkt	982
3.10	Eigenwerte und Eigenvektoren	983
3.11	Ähnliche Matrizen und Matrizen diagonalisierung	984
3.12	Orthogonale Matrizen	985
3.13	Idempotente Matrizen	985
3.14	Quadratische Formen, definite und semidefinite Matrizen	985
3.15	Vektorisierung von Matrizen	986
3.16	Vektor- und Matrixdifferentiation	987
3.17	Extremwerte ohne und mit Nebenbedingungen	990
<b>4</b>	<b>Symbole und Abkürzungen</b>	<b>992</b>
4.1	Griechisches Alphabet	992
4.2	Zeichen und Symbole der Mathematik	992
4.2.1	Mengenlehre	992
4.2.2	Logik	994
4.2.3	Beziehungszeichen	994
4.2.4	Algebra, Arithmetik, Zahlentheorie	995
4.2.5	Analysis	997
4.2.6	Konstanten	999
4.2.7	Zahlwörter, Vorsilben für Vielfache und Teile von Einheiten	1000
4.3	Zeichen, Symbole und Abkürzungen der Statistik	1000
4.3.1	Ausgewählte Notationen der deskriptiven Statistik	1000
4.3.2	Ausgewählte Notationen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der statistischen Inferenz	1003
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>1008</b>
<b>6</b>	<b>Englische Fachbegriffe</b>	<b>1028</b>
<b>7</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>1039</b>

# Abbildungsverzeichnis

0/1	Gliederung der Statistik als Methodenlehre . . . . .	2
A1/1	Aufbau einer Tabelle in Anlehnung an DIN 55301 . . . . .	15
A1/2	Gliederung der statistischen Maßzahlen . . . . .	21
A2/1a	Stabdiagramm . . . . .	23
A2/1b	Balkendiagramm . . . . .	23
A2/2a	Rechteckdiagramm (horizontal) . . . . .	24
A2/2b	Rechteckdiagramm (vertikal) . . . . .	24
A2/3a	Kreisdiagramm . . . . .	24
A2/3b	Kreisdiagramm (Hervorhebung) . . . . .	24
A2/4a	PARETO-Diagramm . . . . .	25
A2/4b	PARETO-Diagramm (gestapelt) . . . . .	25
A2/5	Empirische Verteilungsfunktion, empirische komplementäre Verteilungsfunktion, Funktion der relativen Häufigkeiten . . . . .	27
A2/6	Histogramm (oben) und Verteilungspolygon (unten) . . . . .	32
A2/7a	Perzentilermittlung bei einer Verteilungsfunktion in Treppenform . . . . .	34
A2/7b	Perzentilermittlung bei einer Verteilungsfunktion in Form eines Polygonzuges . . . . .	34
A2/8	Symmetrische Verteilungen . . . . .	47
A2/9	Linkssteile Verteilung . . . . .	47
A2/10	Rechtssteile Verteilung . . . . .	47
A2/11	Fünf-Zahlen-Zusammenfassung . . . . .	49
A2/12	Box-Plot . . . . .	50
A2/13	Multipler gekerbter Box-Plot . . . . .	50
A2/14	Stamm-und-Blatt-Darstellung* . . . . .	51
A2/15	QQ-Plots für je zwei gleich lange Stichproben ( $n = 20$ ) aus: . . . . .	52
A3/1a	3D-Stabdiagramm . . . . .	55
A3/1b	3D-Treppenfunktion . . . . .	55
A3/2a	3D-Histogramm . . . . .	56
A3/2b	3D-Polygonzug . . . . .	56
A3/3	Streuungsdiagramme zweier ordinaler Merkmale und der zugehörigen Rangzahlen . . . . .	68
A3/4	Streuungsdiagramm und Kovarianz . . . . .	75
A3/5	Kovarianz bei verschiedenen Arten der Beziehung zwischen zwei Merkmalen . . . . .	76
A3/6	Erläuterungen der KQ-Methode . . . . .	80
A4/1	Trivariate Häufigkeitsverteilung und weitere, daraus abgeleitete Häufigkeitsverteilungen . . . . .	85
A4/2	Regressionsebene und Beobachtungswerte . . . . .	89
A4/3	Symbolischer Scatterplot (Drittes Merkmal qualitativ) . . . . .	93
A4/4	Symbolischer Scatterplot (Drittes Merkmal kardinal) . . . . .	93
A4/5	SEBER-Plot . . . . .	94
A4/6	Scatterplot-Matrix . . . . .	94
A4/7	Casement-Plot . . . . .	95
A4/8	3D-Scatterplot . . . . .	95



A4/9	Profilkurven . . . . .	96
A4/10	ANDREWS–Waves . . . . .	96
A4/11	Sternen–Plot . . . . .	97
A4/12	Sonnen–Plot . . . . .	97
A4/13	Glyphen . . . . .	97
A4/14	FLURY–RIEDWYL–Gesichter . . . . .	98
A5/1	Einteilung der Verhältniszahlen . . . . .	99
A5/2	Einteilung der dynamischen Messzahlen nach dem Basistyp . . . . .	101
A6/1	Konzentrationskurve . . . . .	113
A6/2	LORENZ–Kurve und Konzentrationsfläche bei unklassierten Daten . . . . .	116
A7/1	BECKER–Diagramm (oben) und Bestandsfunktion (unten) bei bekannten individuellen Verweilzeiten . . . . .	123
A7/2	Bestandsfunktion und ihre lineare Approximation bei geschlossener Masse . . . . .	124
A7/3	Erläuterung einiger Größen aus der Sterbetafel . . . . .	128
A7/4	Sterbewahrscheinlichkeiten aus den Sterbetafel 1986/88 und 2001/03 . . . . .	140
A7/5	Mittlere Restlebensdauer aus den Sterbetafeln 1986/88 und 2001/03 . . . . .	140
A8/1	Komponenten einer Zeitreihe . . . . .	144
A8/2	Verläufe von Polynomen nullten bis fünften Grades . . . . .	146
A8/3	Verläufe von Potenz- und Wurzelfunktionen ( $a = 0,01^b$ ) . . . . .	147
A8/4	Verläufe von Exponentialfunktionen . . . . .	148
A8/5	Verläufe Wachstumsfunktionen mit Sättigungsgrenzen . . . . .	149
A8/6	Entwicklung der US–Bevölkerung (in Mio.) zwischen 1790 und 2000 sowie Modellierung und Prognose durch Wachstumsfunktionen mit Sättigungsgrenze . . . . .	151
A8/7	Idee der lokalen Geradenanpassung . . . . .	152
A8/8	P–R–Diagramm für Jahreswachstumsrate (in v. H.) des Staatsverbrauchs (Prognosen des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung) . . . . .	164
B1/1	Konzepte der Kombinatorik im Überblick . . . . .	171
B2/1	Operationen mit Ereignissen im VENN–Diagramm . . . . .	175
B2/2	Disjunkte Ereignisse . . . . .	176
B2/3	$A$ zieht $B$ nach sich . . . . .	176
B2/4	$A = B$ . . . . .	176
B2/5	Vollständiges Ereignissystem . . . . .	176
B2/6	Wahrscheinlichkeit als Mengenfunktion (diskreter Fall) . . . . .	178
B2/7	Wahrscheinlichkeit als Mengenfunktion (stetiger Fall) . . . . .	178
B2/8	Totale Wahrscheinlichkeit . . . . .	183
B3/1	Zufallsvariable beim dreimaligen Werfen einer fairen Münze . . . . .	184
B3/2	Beziehung zwischen Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion . . . . .	186
B3/3	Beziehung zwischen Dichte- und Verteilungsfunktion . . . . .	187
B3/4	Wirkung der Funktionsparameter anhand der WEIBULL–Dichte . . . . .	188
B3/5	Gebiete im $\mathbb{R}^2$ und zugehörige Wahrscheinlichkeiten . . . . .	198
B3/6	Reguläre Polyeder . . . . .	205
B3/7	Scheibe mit zehn gleich großen Sektoren . . . . .	206

B3/8	Zehnseitiges reguläres Prisma . . . . .	206
B3/9	Flussdiagramm zur Erzeugung von Realisationen einer diskreten Zufallsvariablen . . . . .	212
B3/10	Diskrete Mischung dreier bivariater Normalverteilungen . . . . .	230
B3/11	Stetige Mischung von Normalverteilungen mit einer mischenden Rechtecksverteilung für $\mu$ . . . . .	231
B3/12	Einige Rechtecksverteilungen . . . . .	242
B3/13	Links- und rechtssteile Dreiecksverteilung . . . . .	248
B3/14	Symmetrische und asymmetrische Dreiecksverteilung . . . . .	251
B3/15	Trapez-Verteilung und symmetrische V-Verteilung . . . . .	254
B3/16a	Binomialverteilungen — Effekt von $P$ . . . . .	259
B3/16b	Binomialverteilungen — Effekt von $n$ . . . . .	259
B3/17	PASCAL-Verteilungen — Effekt von $c$ . . . . .	265
B3/18	Hypergeometrische Verteilungen — Effekt von $M$ . . . . .	269
B3/19	PÓLYA-Verteilungen — Effekt von $S$ . . . . .	274
B3/20	Multinomialverteilung mit $n = 5$ ; $P_1 = 0,6$ ; $P_2 = 0,3$ ; $P_3 = 0,1$ . . . . .	277
B3/21	POISSON-Verteilungen — Effekt von $\lambda$ . . . . .	285
B3/22	Exponentialverteilung . . . . .	289
B3/23	Gamma-Verteilungen mit $\lambda = 3$ — Effekt von $c$ . . . . .	292
B3/24	WEIBULL-Netz . . . . .	297
B3/25	Normalverteilungen . . . . .	299
B3/26	Normalverteilungsnetz . . . . .	302
B3/27a	Zwei-Parameter-Lognormalverteilungen . . . . .	307
B3/27b	Drei-Parameter-Lognormalverteilungen . . . . .	310
B3/28a	Dichten einiger standardisierter zweidimensionaler Normalverteilungen . . . . .	311
B3/28b	Isodichte-Linien einiger standardisierter zweidimensionaler Normalverteilungen . . . . .	311
B3/28c	Verteilungsfunktion einer standardisierten zweidimensionalen Normalverteilung . . . . .	312
B3/28d	Isodichte einer bivariaten Normalverteilung mit Ellipsenachsen und Regressionsgeraden . . . . .	315
B3/29	Dichten einiger zentraler $\chi^2$ -Verteilungen . . . . .	320
B3/30	Dichten einiger dezentraler $\chi^2$ -Verteilungen . . . . .	323
B3/31	Dichten einiger zentraler $t$ -Verteilungen . . . . .	326
B3/32	Dichten einiger dezentraler $t$ -Verteilungen . . . . .	329
B3/33	Dichten einiger zentraler $F$ -Verteilungen . . . . .	330
B3/34	Dichten einiger dezentraler $F$ -Verteilungen . . . . .	335
B3/35	Dichten einiger Beta-Verteilungen . . . . .	342
B3/36	CAUCHY-Verteilungen . . . . .	348
B3/37	Dichte einer zweidimensionalen DIRICHLET-Verteilung . . . . .	350
B3/38	Extremwertverteilungen für das Maximum . . . . .	353
B3/39	Extremwertverteilungen für das Minimum . . . . .	353
B3/40	LAPLACE-Verteilung . . . . .	356
B3/41	Logistische Verteilungen . . . . .	358
B3/42	Vergleich von logistischer Verteilung und Normalverteilung . . . . .	360
B3/43	PARETO-Verteilung . . . . .	361
B3/44	Potenz-Verteilung . . . . .	364
B3/45	Dichten einiger VON-MISES-Verteilungen . . . . .	366
B3/46	Dichten einiger WALD-Verteilungen . . . . .	368
B3/47	Einpunkt-Verteilung . . . . .	370
B3/48	Gleichverteilung mit $a = -2$ ; $b = 1,5$ ; $L = 3$ . . . . .	371

B3/49	Wahrscheinlichkeitsfunktionen zweier logarithmischer Verteilungen . . . . .	377
B3/50	Wahrscheinlichkeitsfunktionen einiger Zeta-Verteilungen . . . . .	381
B3/51	Zweipunkt-Verteilung . . . . .	383
B3/52	Beziehungen zwischen den Alterungskriterien . . . . .	388
B4/1	Zustände und Pfade bei fünf Runden Roulettespiel . . . . .	399
B4/2	Beispiel für einen Random Walk — Kurse der IBM-Aktie . . . . .	409
B5/1	Implikationen zwischen den Arten stochastischer Konvergenz . . . . .	422
B5/2	BERNOULLI-Gesetz der großen Zahlen . . . . .	423
C1/1	Relevante Informationen für die statistische Inferenz . . . . .	430
C1/2a	Urnenmodell der einstufigen Stichprobe . . . . .	431
C1/2b	Urnenmodell der echten zweistufigen Stichprobe . . . . .	432
C1/2c	Urnenmodell der Klumpenstichprobe . . . . .	433
C1/2d	Urnenmodell der Schichtenstichprobe . . . . .	433
C1/3	Zufällige Auswahlverfahren . . . . .	435
C1/4	Gemeinsame Wahrscheinlichkeitsfunktion einer einfachen Stichprobe von $n = 2$ aus einer POISSON-Verteilung mit $\lambda = 1$ . . . . .	440
C1/5	Likelihood-Funktion und Log-Likelihood-Funktion einer einfachen Stichprobe von $n = 2$ mit $x_1 = 1$ und $x_2 = 0$ aus einer POISSON-Verteilung . . . . .	441
C1/6	Gemeinsame Dichtefunktion einer einfachen Stichprobe von $n = 2$ aus einer Exponentialverteilung mit $\lambda = 0,5$ . . . . .	441
C1/7	Likelihood-Funktion und Log-Likelihood-Funktion einer einfachen Stichprobe von $n = 2$ mit $x_1 = 0,40$ und $x_2 = 0,85$ aus einer Exponentialverteilung . . . . .	442
C1/8	Log-Likelihood-Funktion und Iso-Log-Likelihood-Kurven einer einfachen Stichprobe von $n = 20$ aus einer WEIBULL-Verteilung . . . . .	443
C2/1	Zusammenhang zwischen Prognose- und Konfidenzintervall . . . . .	468
C2/2	Exakter Konfidenzbereich und BONFERRONI-Konfidenzbereich für den Vektor der Erwartungswerte einer $Nm(\mu; \Sigma)$ . . . . .	474
C2/3	Histogrammschätzer von $f(x)$ . . . . .	493
C2/4	Konstruktion eines Kerndichteschätzers . . . . .	495
C2/5	Verlauf einiger Kernfunktionen . . . . .	496
C2/6	Bandbreiteneffekt auf die Kerndichteschätzung bei einem Bissquare-Kern . . . . .	496
C2/7	Effekt des Kerns auf die Dichteschätzung bei gleicher Bandbreite $b = 10$ . . . . .	497
C2/8	Exponentialnetz und Ablesen von Parameterschätzwerten . . . . .	503
C3/1	Güte- und OC-Funktion eines zweiseitigen Tests . . . . .	510
C3/2	Vergleich der Gütefunktionen ein- und zweiseitiger Tests . . . . .	511
C3/3	Hypothesenformulierung beim Signifikanztest . . . . .	512
C3/4	Gütefunktionen der Tests von $H_0: P \geq 0,2$ gegen $H_1: P < 0,2$ und $H_0^*: P < 0,2$ gegen $H_1^*: P \geq 0,2$ mit $n = 30$ und $\alpha = 0,05$ . . . . .	514
C3/5	Skizze zur Durchführung eines SPRT mit zwei Prüfrajektorien . . . . .	520
C3/6	OC-Funktion eines SPRT und des OC-äquivalenten GAUSS-Tests . . . . .	521
C3/7	ASN-Funktion eines SPRT mit OC-äquivalentem festem Stichprobenumfang . . . . .	522
C3/8	Gütefunktionen verschiedener Tests von $H_0: \sigma^2 = 4$ gegen $H_1: \sigma^2 \neq 4$ für $\alpha = 0,05$ . . . . .	533
C3/9	Erläuterung von „ $X$ ist stochastisch kleiner als $Y$ “ . . . . .	544

C3/10	Erläuterung von „ $X$ hat eine größere Variabilität als $Y$ “ . . . . .	547
C3/11	Zwei Möglichkeiten der Gewichtszuweisung für einen Rangtest auf Streuungsunterschiede . . . . .	548
C3/12	Skizze zum KOLMOGOROV–SMIRNOV–Homogenitätstest (zweiseitiger Fall) . . . . .	573
C3/13	Skizze zum KOLMOGOROV–SMIRNOV–Anpassungstest . . . . .	578
C3/14	Graphen der mit dem EPPS–PULLEY–Test zu vergleichenden Dichten . . . . .	584
D1/1	Regressions Ebene $X\beta$ . . . . .	602
D1/2	Konfidenzellipse und Konfidenzellipsoid . . . . .	614
D1/3	Konfidenzintervalle für eine Regressionsgerade . . . . .	615
D1/4	Datensatz ohne (links) und mit (rechts) Multikollinearität . . . . .	636
D2/1	Graphische Erläuterung des Modells mit festen Effekten . . . . .	654
D2/2	Graphische Erläuterung des Modells mit zufälligen, normalverteilten Effekten . . . . .	657
D3/1	Darstellung von $n = 2$ Trägern mit je $m = 2$ standardisierten Merkmalen . . . . .	676
D3/2	Darstellung von $n = 2$ Trägern mit je $m = 3$ standardisierten Merkmalen . . . . .	677
D3/3	Darstellung von $n = 3$ Trägern mit je $m = 2$ standardisierten Merkmalen . . . . .	677
D3/4	Darstellung von $n = 3$ Trägern mit je $m = 3$ standardisierten Merkmalen . . . . .	677
D3/5	Erläuterung einiger Metriken . . . . .	678
D3/6	Euklidische Distanz zum Mittelwert (zweidimensional) . . . . .	679
D3/7	MAHALANOBIS–Distanz zum Mittelwert (zweidimensional) . . . . .	679
D3/8a	Diskriminanz bei zwei unkorrelierten homoskedastischen Variablen — Zwei Gruppen mit gleicher Kovarianzmatrix . . . . .	683
D3/8b	Diskriminanz bei zwei unkorrelierten homoskedastischen Variablen — Drei Gruppen mit gleicher Kovarianzmatrix . . . . .	683
D3/9	Diskriminanz bei zwei korrelierten Variablen — Drei Gruppen mit gleicher Kovarianzmatrix . . . . .	684
D3/10	Diskriminanz bei zwei korrelierten Variablen — Drei Gruppen mit verschiedenen Kovarianzmatrizen . . . . .	685
D3/11	FISHER–Diskriminanz bei zwei Gruppen . . . . .	686
D3/12	Eine Überdeckung mit $n = 8$ Objekten . . . . .	690
D3/13	Eine Partition mit $n = 8$ Objekten . . . . .	690
D3/14	VENN–Diagramm für eine Quasihierarchie . . . . .	690
D3/15	Stammbaum zur Quasihierarchie in Abb. D3/14 . . . . .	691
D3/16	VENN–Diagramm für eine Hierarchie . . . . .	691
D3/17	Stammbaum (links) und Dendrogramm (rechts) zur Hierarchie in Abb. D3/16 . . . . .	691
D3/18	Dendrogramm (links) und Cluster (rechts) auf verschiedenen Distanzstufen . . . . .	694
D3/19a	Standardisierte Originalvariablen in der $(F_k; F_k)$ –Ebene . . . . .	714
D3/19b	Orthogonale Rotation . . . . .	714
D3/19c	Oblique Rotation . . . . .	714
D5/1	AKR und PAKR zweier MA(1) (links für $\theta_1 = 0,8$ ; rechts für $\theta_1 = -0,8$ ) . . . . .	742
D5/2	Simulation zweier MA(1) mit ihren empirischen Kenngrößen (links für $\theta_1 = 0,8$ ; rechts für $\theta_1 = -0,8$ ) . . . . .	743
D5/3	AKR und PAKR einiger MA(2)–Prozesse . . . . .	744
D5/4	Invertierbarkeitsgebiete von MA(2)–Prozessen . . . . .	745
D5/5	AKR und PAKR zweier AR(1) (links für $\phi_1 = 0,8$ ; rechts für $\phi_1 = -0,8$ ) . . . . .	749
D5/6	Simulation zweier AR(1) mit ihren empirischen Kenngrößen (links für $\phi_1 = 0,8$ ; rechts für $\phi_1 = -0,8$ ) . . . . .	749

D5/7	Stationaritätsgebiete für AR(2)–Prozesse . . . . .	751
D5/8	AKR und PAKR von vier AR(2)–Prozessen . . . . .	752
D5/9	Simulation von vier AR(2)–Prozessen . . . . .	753
D5/10	Zulässige Kombinationen der Parameter (links) und der ersten beiden Autokorrelationskoeffizienten (rechts) für ARMA(1;1) . . . . .	757
D5/11	AKR (links) und PAKR (rechts) diverser ARMA(1;1) . . . . .	758
D5/12	Zwei Arten homogen instationären Verhaltens einer Zeitreihe (in Anlehnung an BOX/JENKINS, 1976) . . . . .	760
D5/13	Verlauf eines nicht–homogen instationären Prozesses . . . . .	761
D5/14	Simulation eines gewöhnlichen Random Walk und seine ersten Differenzen mit Stichproben–AKR und Stichproben–PAKR . . . . .	763
D5/15	Diverse Stichproben–AKR zur Zeitreihe $y_t = C_t^{ppr}$ . . . . .	768
D6/1	Allgemeines Modell eines Produktionsprozesses . . . . .	796
D6/2	Zwei–Faktor–Experiment ohne Wechselwirkung . . . . .	797
D6/3	Zwei–Faktor–Experiment mit Wechselwirkung . . . . .	798
D6/4	Graphischer Nachweis von Wechselwirkungen . . . . .	798
D6/5	Simultane Faktorvariation versus „Jeweils–Nur–Ein–Faktor–Variation“ . . . . .	799
D6/6	$2^2$ –Design . . . . .	801
D6/7	$2^3$ –Design . . . . .	803
D6/8	$2^2$ –Design in zwei Blöcken . . . . .	806
D6/9	$2^3$ –Design in zwei Blöcken, ABC vermengt . . . . .	807
D6/10	Typen von Toleranzbereichen . . . . .	810
D6/11	Mögliche Prozessverläufe über die Zeit . . . . .	811
D6/12	Einseitige Ausschussquoten und Iso–P–Linien . . . . .	812
D6/13	Ausschussanteil und Iso–P–Linien bei beidseitig begrenztem Toleranzbereich als Funktion von $\mu$ und $\sigma$ ( $UG = 6,2$ ; $OG = 7,8$ ) . . . . .	813
D6/14	Übersicht über einige Prozessfähigkeitsindizes . . . . .	816
D6/15	Traditionelle Verlustfunktion . . . . .	817
D6/16	TAGUCHI–Verlustfunktion . . . . .	818
D6/17	Übertragung der Definition von $C_p$ auf nicht–normalverteilte Merkmale . . . . .	819
D6/18	QRK nach SHEWHART mit zweiseitigen Eingriffs- und Warngrenzen . . . . .	822
D6/19	Einseitige $x$ –Karte für die Fehler je Produkteinheit . . . . .	826
D6/20	Eingriffskennlinie einer einseitigen $x$ –Karte für die Fehler je Produkteinheit . . . . .	826
D6/21	Eingriffskennlinien der zweiseitigen Mittelwert-, Median- und Urwertkarte für $n = 5$ . . . . .	833
D6/22	Gütefunktionen zweier Karten zur simultanen Überwachung von Lage und Streuung mit $n = 5$ ; links $(\bar{x}-s)$ –Karte, rechts Urwertkarte . . . . .	837
D6/23	Hypergeometrische OC–Funktion des Prüfplans ( $N = 3000$ ; $n = 89$ ; $c = 2$ ) . . . . .	844
D6/24	Reaktion der hypergeometrischen OC–Funktion auf verschiedene Parametervariationen . . . . .	845
D6/25	Hypergeometrische, binomiale und POISSON–OC für den Plan ( $N = 2000$ ; $n = 50$ ; $c = 2$ ) . . . . .	846
D6/26	Erklärung der OC–Perzentile . . . . .	847
D6/27	Durchschlupf $AOQ(P)$ für den Plan ( $N = 50$ ; $n = 8$ ; $c = 2$ ) . . . . .	848
D6/28	Mittlerer Prüfaufwand $ATI(P)$ für den Plan ( $N = 50$ ; $n = 8$ ; $c = 2$ ) . . . . .	849
D6/29	Mittlerer Stichprobenumfang $ASN$ für den Plan ( $N = 50$ ; $n = 8$ ; $c = 2$ ) . . . . .	850
D6/30	OC–Funktion und andere Wahrscheinlichkeiten des Doppelplans ( $n_1 = 50$ ; $c_1 = 1$ ; $d_1 = 5$ ; $n_2 = 100$ ; $c_2 = 7$ ) . . . . .	852

D6/31	$ASN_{d_0}$ -Funktion des Doppelplans ( $n_1 = 50$ ; $c_1 = 1$ ; $d_1 = 5$ ; $n_2 = 100$ ; $c_2 = 7$ ) im Vergleich zu $n = 136$ des OC-äquivalenten Einfachplans . . . . .	853
D7/1	Arten von Lebensdauern . . . . .	857
D7/2	Lebensdauer- und Potenzialfunktionen bei linkssteil dreieckig-verteilter Lebensdauer . . . . .	863
D7/3	Beziehungen zwischen Alterungskriterien . . . . .	871
D7/4	Funktionsverläufe bei log-normaler Lebensdauer . . . . .	877
D7/5	Hazardraten der DHILLON-Verteilung mit $b = 1$ . . . . .	882
D7/6	Beispiel für einen $E_0$ - und einen $E_1$ -Lebensdauerprüfplan . . . . .	886
D7/7	Trajektorien von Typ-I-zensierten Plänen mit $E_1$ (links) und $E_0$ (rechts) . . . . .	888
D7/8	Trajektorie eines Typ-II-zensierten Prüfplans . . . . .	889
D7/9	Bestandsfunktion für $E_0$ -Pläne mit zwei Ansätzen zur Berechnung von $TTT$ . . . . .	890
D7/10	Hazardnetz für die Typ-I Extremwertverteilung des Minimums (oben) und die WEIBULL-Verteilung (unten) . . . . .	896
D7/11	$TTT$ -Plots für Stichproben des Umfangs $n = 10$ aus WEIBULL-Verteilungen . . . . .	898
D7/12	Schaltbild eines Seriensystems . . . . .	910
D7/13	System- versus Komponentenzuverlässigkeit eines Seriensystems . . . . .	910
D7/14	Schaltbild eines Parallelsystems . . . . .	911
D7/15	System- versus Komponentenzuverlässigkeit eines Parallelsystems . . . . .	912
D7/16	Zerlegung eines Gesamtsystems in Teilsysteme . . . . .	913
D7/17	System- versus Komponentenzuverlässigkeit für Systeme mit drei Komponenten . . . . .	915
D7/18	Schaltbilder eines 2-von-3-Systems . . . . .	915
D7/19	Schaltbild eines Brückensystems . . . . .	916
D7/20	Reduktion eines Brückensystems . . . . .	916
D7/21	Brückensystem aus Abb. D7/19 als reduziertes Parallelsystem (oben) und reduziertes Seriensystem (unten) . . . . .	920



# Tabellenverzeichnis

A1/1	Übersicht über Skalen- und Merkmalstypen . . . . .	6
A1/2	Fehlerarten nach HURWITZ & PRITZKER . . . . .	18
A3/1	Zweidimensionale Tabelle mit absoluten Häufigkeiten . . . . .	54
A3/2	Maße des Zusammenhangs und Skalenniveau der Merkmale . . . . .	62
A3/3	Vierfeldertafel . . . . .	65
A4/1	Standardisierter Datensatz . . . . .	96
A5/1	Einige Preis- und Mengenindex-Formeln . . . . .	103
A6/1	Weitere Disparitätsmaße . . . . .	118
A7/1	Zerlegung der Elemente mit Verweilzeit in $]t_a; t_e]$ . . . . .	125
A7/2	Allgemeine Sterbetafel 1986/88 für Männer — Alte Bundesländer . . . . .	129
A7/3	Allgemeine Sterbetafel 1986/88 für Frauen — Alte Bundesländer . . . . .	132
A7/4	Sterbetafel 2001/03 für Männer — Deutschland . . . . .	135
A7/5	Sterbetafel 2001/03 für Frauen — Deutschland . . . . .	138
A8/1	Schätzung der Randglieder . . . . .	157
B2/1	Operationen mit Ereignissen . . . . .	174
B2/2	Gesetze für Operationen mit Ereignissen . . . . .	175
B3/1	Ergebnisse einiger Transformationen von eindimensionalen Zufallsvariablen . . . . .	217
B3/2	Beziehungen zwischen einigen Charakteristika von $X$ und $Y := a + bX$ . . . . .	218
B3/3	Dichte von Summe, Differenz, Produkt und Quotient zweier Zufallsvariablen . . . . .	221
B3/4	Erwartungswert und Varianz von Summe, Differenz, Produkt und Quotient zweier Zufallsvariablen . . . . .	222
B3/5	Zerlegung einer dichotomen Gesamtheit . . . . .	268
B3/6	Zusammenhang zwischen den die Lebensdauer beschreibenden Funktionen . . . . .	284
B3/7	Darstellung einiger Verteilungen der Exponentialfamilie . . . . .	391
B3/8	Verteilungen des PEARSON-Systems . . . . .	395
B3/9	Verteilungen des BURR-Systems . . . . .	396
B4/1	Verteilung einiger Funktionale der Standard-BROWNSchen-Bewegung . . . . .	411
C1/1	2500 digitale Zufallsziffern . . . . .	436
C2/1	Einige Parameterschätzer und ihre Eigenschaften . . . . .	455
C2/2	Benötigter Stichprobenumfang zur Schätzung von $\mu$ bzw. $P$ mit gegebener Genauigkeit . . . . .	467
C2/3	$k_{n;\alpha}$ zur Festlegung des Konfidenzintervalls für den Median beliebiger stetiger Verteilungen	472
C2/4a	$k_{\gamma;1-\alpha;n}^{be}$ zur Berechnung der <b>einseitigen</b> Toleranzgrenzen für Normalverteilungen bei <b>bekanntem</b> Varianz . . . . .	476
C2/4b	$k_{\gamma;1-\alpha;n}^{bz}$ zur Berechnung der <b>zweiseitigen</b> Toleranzgrenzen für Normalverteilungen bei <b>bekanntem</b> Varianz . . . . .	477
C2/4c	$k_{\gamma;1-\alpha;n}^{ue}$ zur Berechnung der <b>einseitigen</b> Toleranzgrenzen für Normalverteilungen bei <b>unbekanntem</b> Varianz . . . . .	478



C2/4d	$k_{\gamma;1-\alpha;n}^{uz}$ zur Berechnung der <b>zweiseitigen</b> Toleranzgrenzen für Normalverteilungen bei <b>unbekannter</b> Varianz . . . . .	479
C2/5a	Stichprobenumfang $n_{1-\alpha;\gamma}$ für verteilungsfreie Toleranzintervalle $[X_{<1>; X_{<n>}]$ einer beliebig stetig verteilten Zufallsvariablen $X$ . . . . .	480
C2/5b	Mindestanteilswert $\gamma_{1-\alpha;n}$ im Toleranzintervall $[X_{<1>; X_{<n>}]$ einer beliebig stetig verteilten Zufallsvariablen $X$ . . . . .	481
C2/6	Mögliche Plotting-Positionen . . . . .	499
C2/7	Location-Scale-Verteilungen mit Informationen über ihr Wahrscheinlichkeitsnetz . . . . .	500
C3/1	Entscheidungsalternativen und deren Wahrscheinlichkeiten* beim Signifikanztest . . . . .	506
C3/2	GAUSS-Test — Hypothesen über $\mu$ einer Normalverteilung bei bekanntem $\sigma^2$ . . . . .	525
C3/3	$t$ -Test — Hypothesen über $\mu$ einer Normalverteilung bei unbekanntem $\sigma^2$ . . . . .	525
C3/4	Test von Hypothesen über $\mu$ ( $= \lambda$ ) einer POISSON-Verteilung . . . . .	526
C3/5	Vergleich von $\mu_1$ und $\mu_2$ bei <b>bekanntem</b> $\sigma_1^2$ und $\sigma_2^2$ . . . . .	527
C3/6	Vergleich von $\mu_1$ und $\mu_2$ bei <b>unbekanntem</b> , aber als <b>gleich</b> vorausgesetzten $\sigma_1^2$ und $\sigma_2^2$ . . . . .	528
C3/7	Paar-Vergleich mittels $t$ -Test . . . . .	529
C3/8	Vergleich von $\lambda_1$ und $\lambda_2$ zweier POISSON-Verteilungen . . . . .	530
C3/9	Hypothesen über $P$ einer BERNOULLI-Verteilung . . . . .	530
C3/10	Vergleich von $P_1$ und $P_2$ zweier BERNOULLI-Verteilungen . . . . .	531
C3/11	Test von Hypothesen über $\sigma^2$ einer Normalverteilung bei <b>bekanntem</b> $\mu$ . . . . .	532
C3/12	Test von Hypothesen über $\sigma^2$ einer Normalverteilung bei <b>unbekanntem</b> $\mu$ . . . . .	533
C3/13	$F$ -Test (Hypothesen über $\sigma_1^2$ und $\sigma_2^2$ zweier Normalverteilungen) . . . . .	534
C3/14	Test auf <b>Unkorreliertheit</b> in einer zweidimensionalen Normalverteilung . . . . .	535
C3/15	Test von Hypothesen über beliebiges $\rho_0$ einer zweidimensionalen Normalverteilung . . . . .	535
C3/16	Konstruktion des Ablehnbereichs beim Randomisierungstest mit einseitig oberer Alternative . . . . .	537
C3/17	Arbeitstabelle zur linearen Rangstatistik . . . . .	539
C3/18	Wirksamkeit zweier Schlafmittel . . . . .	551
C3/19	Rostschutzdaten und ihre Auswertung . . . . .	552
C3/20	Reißfestigkeitsdaten und ihre Auswertung für den KRUSKAL-WALLIS-Test . . . . .	554
C3/21	Roggenertragsdaten und ihre Auswertung für den FRIEDMAN-Test . . . . .	555
C3/22	Kritische Werte $q_{n;1-\alpha}$ des DAVID-HARTLEY-PEARSON-Tests . . . . .	557
C3/23	Kritische Werte $w_{n;\alpha}$ des Wölbungstests auf Ausreißer ( $\alpha = 0,01$ ) . . . . .	558
C3/24	Kritische Werte $g_{n;\alpha}$ des Ausreißertests von GRUBBS . . . . .	559
C3/25a	Kritische Werte $\lambda_i$ des zweiseitigen ROSNER-Tests . . . . .	560
C3/25b	Kritische Werte $\lambda_i$ des einseitigen ROSNER-Tests . . . . .	561
C3/26	Kritische Werte $r_{n_0;n_1;P}$ des WALD-WOLFOWITZ-Tests . . . . .	564
C3/27	Verteilungsfunktion $F(r   n)$ der Iterationsanzahl beim WALLIS-MOORE-Test . . . . .	565
C3/28a	Symbolische und konkrete Vierfeldertafel . . . . .	567
C3/28b	Darstellung alternativer Vierfeldertafeln . . . . .	567
C3/29	Kritische Werte $\delta_{n;\alpha}$ für den Rangkorrelationstest . . . . .	570
C3/30	Arbeitstabelle für einen Rangkorrelationstest . . . . .	571
C3/31	Häufigkeitstabelle für den $\chi^2$ -Homogenitätstest . . . . .	572
C3/32	KOLMOGOROV-SMIRNOV-Homogenitätstest . . . . .	573
C3/33a	Kritische Werte $\Delta_{n_1;n_2;P}$ des KOLMOGOROV-SMIRNOV-Homogenitätstests für $n_1 = n_2$ . . . . .	574
C3/33b	Kritische Werte $\Delta_{n_1;n_2;P}$ des KOLMOGOROV-SMIRNOV-Homogenitätstests für $n_1 \neq n_2$ . . . . .	575
C3/34	Daten und Auswertung für einen $\chi^2$ -Anpassungstest bei teilspezifizierter Verteilungshypothese (POISSON-Verteilung) . . . . .	577
C3/35	Daten und Auswertung für einen KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest . . . . .	578
C3/36	Kritische Werte $\Delta_{n;1-\alpha}$ des KOLMOGOROV-SMIRNOV-Tests . . . . .	580

C4/1	Tableau zur Bestimmung der Bayes–Entscheidungsfunktion im Beispiel der Kurverordnung	597
D1/1	ANOVA–Tabelle der univariaten Regression	607
D1/2	Schwellenwerte des DURBIN–WATSON–Tests	622
D1/3	MANOVA–Tabelle der multivariaten Regression	642
D2/1	ANOVA–Tabelle der einfachen Varianzanalyse	655
D2/2	Daten und Zwischenauswertungen einer einfachen ANOVA	656
D2/3	ANOVA–Tabelle für den Ernteertrag von vier Weizensorten	656
D2/4	Beurteilung der Mittelwertdifferenzen	656
D2/5	Daten und Zwischenauswertungen einer einfachen ANOVA im Modell II für die Streuung der Kelchlänge von Primelblüten	659
D2/6	ANOVA für die Kelchlänge	659
D2/7	ANOVA–Tabelle der zweifachen Varianzanalyse bei Kreuzklassifikation ( $n > 1$ )	664
D2/8	Zweifache hierarchische Klassifikation im balancierten Fall	669
D2/9	ANOVA–Tabelle für das balancierte zweistufige hierarchische Modell	671
D3/1	Übersicht über die wichtigsten agglomerativen Verfahren	696
D4/1	Notation für Klumpenauswahl	734
D5/1	Matrixdarstellung einer unterjährigen Reihe	767
D5/2	Perzentile des DICKEY–FULLER–Tests	775
D5/3	Eigenschaften von AKR und PAKR verschiedener ARIMA–Modelle	777
D6/1	Stufenkombinationen eines vollständigen $2^k$ –Versuchs ( $k = 2, 3, 4, 5$ )	800
D6/2	Vorzeichen zur Effektberechnung im $2^2$ –Design	802
D6/3	Vorzeichen zur Effektberechnung im $2^3$ –Design	804
D6/4	Vorzeichen im $2^3$ –Design	807
D6/5	Prozessfähigkeitsindizes für ein normalverteiltes Qualitätsmerkmal	814
D6/6	Faktoren zur Schätzung von $\mu$ und $\sigma$ und deren Varianz	831
D6/7	Perzentile $r_{n,p}^*$ der relativen Spannweite $R_n^* = R_n/\sigma$ bei normalverteiltem Merkmal	835
D6/8	Hilfsgrößen zur Bestimmung von $AOQL$ und der zugehörigen Qualitätslage $P_M$	848
D7/1	Zusammenhang zwischen den Potenzialfunktionskonzepten und den gewöhnlichen Verteilungskonzepten	861
D7/2	HERD–JOHNSON– und KAPLAN–MEIER–Schätzwerte von $R(x)$ aus einem mehrfach zensierten Datensatz	894
D7/3	Berechnung der Hazard–Plotting–Positionen	896
D7/4	Erste und zweite Momente der reduzierten geordneten Variablen einer Extremwertverteilung vom Typ I für das Minimum bei $n = 6$	902
I	Fakultäten	921
II	Binomialkoeffizienten	922
III	BERNOULLI–Zahlen $\mathfrak{B}_n$	923
IVa	STIRLING–Zahlen erster Art $s_{(r;j)}$	924
IVb	STIRLING–Zahlen zweiter Art $\mathfrak{S}_{(r;j)}$	925
V	Gamma–Funktion $\Gamma(x)$	926
VI	Verteilungsfunktion $\Phi(u)$ der Standard–Normalverteilung	928
VII	Perzentile $u_P$ der Standard–Normalverteilung	930
VIII	Perzentile $\chi_{\nu,P}^2$ der zentralen $\chi^2$ –Verteilung	932
IX	Perzentile $t_{\nu,P}$ der zentralen $t$ –Verteilung	940

X	Perzentile $F_{\nu_1; \nu_2; P}^*$ der zentralen $F$ -Verteilung . . . . .	946
XI	Kritische Werte $w_{n; \alpha}^+$ für den Vorzeichen-Rangtest von WILCOXON . . . . .	954
XII	Kritische Werte $w_{n_x; n_y; \alpha}$ für den WILCOXON-Rangsummentest . . . . .	955
XIII	Kritische Werte $\Delta_{n; P}$ für den KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest . . . . .	961
E3/1	Einige spezielle Matrizen nach ihrer äußeren Form . . . . .	975