



dandelion.com

Graf · Henning · Stange · Wilrich

© 2008 All-Information Management Consultants  
All rights reserved. Personal purposes only or by  
licensees related to dandelion.com network.

# Formeln und Tabellen der angewandten mathematischen Statistik

Dritte, völlig neu bearbeitete Auflage von  
P.-Th. Wilrich und H.-J. Henning

Mit 109 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo 1987

# Inhaltsverzeichnis

<b>A Formeln</b>	<b>1</b>
<b>1 Formeln zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten</b>	<b>3</b>
1.1. Zufallsexperiment, Ergebnisse und Ereignisse	3
1.2. Wahrscheinlichkeit	6
1.3. Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit und Satz von Bayes	9
1.4. Zufallsvariable	9
<b>2 Eindimensionale diskrete Verteilungen</b>	<b>10</b>
2.1. Allgemeines	10
2.2. Hypergeometrische Verteilung	16
2.3. Binomialverteilung	18
2.4. Poisson-Verteilung	21
2.5. Negative Binomialverteilung	24
<b>3 Eindimensionale stetige Verteilungen</b>	<b>27</b>
3.1. Allgemeines	27
3.2. Normalverteilung (Gauß-Verteilung)	32
3.3. Logarithmische Normalverteilung (Lognormalverteilung)	37
3.4. $\chi^2$ -Verteilung (Helmert-Pearson-Verteilung)	38
3.5. $t$ -Verteilung (Student-Verteilung)	40
3.6. $F$ -Verteilung (Fisher-Verteilung)	42
3.7. Gamma-Verteilung	44
3.8. Beta-Verteilung	46
3.9. Weibull-Verteilung (Typ III-Extremwertverteilung)	49
3.10. Gumbel-Verteilung (Typ I-Extremwertverteilung)	50
3.11. Ungleichungen von Tschebyscheff und Camp-Meidell	52
3.12. Übersicht über die wichtigsten eindimensionalen Verteilungen	54
<b>4 Mehrdimensionale Verteilungen</b>	<b>55</b>
4.1. Zweidimensionale diskrete Verteilungen	55

4.2	Zweidimensionale stetige Verteilungen . . . . .	57
4.3	Beziehungen über Funktionalparameter (Kenngrößen) zweidimensionaler Verteilungen . . . . .	58
4.4	$p$ -dimensionale Verteilungen . . . . .	59
4.5	Spezielle mehrdimensionale Verteilungen . . . . .	61
4.5.1	Zweidimensionale Normalverteilung . . . . .	62
4.5.2	$p$ -dimensionale Normalverteilung . . . . .	64
4.5.3	Multinomialverteilung . . . . .	66
4.5.4	Verallgemeinerte hypergeometrische Verteilung . . . . .	68
5	<b>(Eindimensionale) Häufigkeitsverteilungen, Stichprobenfunktionen, Zufallsstrebereiche, Schätzwerte, Vertrauensbereiche, Statistische Anteilsbereiche . . . . .</b>	<b>70</b>
5.1	Häufigkeitsverteilung eines stetigen Merkmals . . . . .	72
5.1.1	Stichprobe ohne Klasseneinteilung . . . . .	73
5.1.2	Stichprobe mit Klasseneinteilung . . . . .	74
5.1.3	Kennwerte der Stichprobe . . . . .	77
5.2	Häufigkeitsverteilung eines diskreten Merkmals . . . . .	80
5.3	Schluß von einer bekannten Grundgesamtheit auf die Stichprobe. Verteilungen und Zufallsstrebereiche von Stichprobenfunktionen . . . . .	83
5.3.1	Verteilungen und Zufallsstrebereiche von Stichprobenfunktionen bei beliebiger Verteilung . . . . .	83
5.3.2	Verteilungen und Zufallsstrebereiche von Stichprobenfunktionen bei Normalverteilung . . . . .	87
5.3.3	Zufallsstrebereich für $X$ bei logarithmischer Normalverteilung . . . . .	91
5.3.4	Zufallsstrebereiche bei Binomialverteilung . . . . .	91
5.3.5	Zufallsstrebereiche bei Poisson-Verteilung . . . . .	93
5.4	Schluß von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit. Schätzwerte für die Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen . . . . .	95
5.4.1	Schätzwerte für Parameter beliebiger Verteilungen . . . . .	96
5.4.2	Schätzwerte bei Normalverteilung . . . . .	96
5.4.3	Schätzwerte bei logarithmischer Normalverteilung . . . . .	98
5.4.4	Schätzwerte bei Gamma-Verteilung . . . . .	99
5.4.5	Schätzwerte bei Beta-Verteilung . . . . .	99
5.4.6	Schätzwerte bei Weibull-Verteilung . . . . .	99
5.4.7	Schätzwerte bei Gumbel-Verteilung . . . . .	100
5.4.8	Schätzwerte bei hypergeometrischer Verteilung und Binomialverteilung . . . . .	101
5.4.9	Schätzwerte bei Poisson-Verteilung . . . . .	101
5.4.10	Schätzwerte bei negativer Binomialverteilung . . . . .	101
5.5	Schluß von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit. Vertrauensbereiche (Konfidenzintervalle) für die Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen . . . . .	101
5.5.1	Vertrauensbereiche bei Normalverteilung . . . . .	102

5.5.2	Vertrauensbereiche bei Binomialverteilung . . . . .	107
5.5.3	Vertrauensbereiche bei Poisson-Verteilung . . . . .	110
5.5.4	Vertrauensbereiche bei beliebiger stetiger Verteilung . . . . .	112
5.6	Schluß von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit. Statistische Anteilsbereiche . . . . .	115
5.6.1	Statistische Anteilsbereiche bei Normalverteilung . . . . .	116
5.6.2	Statistische Anteilsbereiche bei beliebiger stetiger Verteilung . . . . .	117
<b>6</b>	<b>Testverfahren . . . . .</b>	<b>120</b>
6.1	Allgemeines . . . . .	120
6.2	Tests auf Zufälligkeit . . . . .	123
6.3	Anpassungstests . . . . .	130
6.4	Ausreißertests bei Normalverteilung . . . . .	142
6.5	Vergleich des Erwartungswertes mit einem vorgegebenen Wert bei Normalverteilung . . . . .	148
6.6	Vergleich der Varianz mit einem vorgegebenen Wert bei Normalverteilung . . . . .	154
6.7	Vergleich der Erwartungswerte von Normalverteilungen . . . . .	160
6.7.1	Erwartungswertvergleich bei zwei Normalverteilungen (unabhängige Stichproben) . . . . .	160
6.7.2	Erwartungswertvergleich bei zwei abhängigen (verbundenen) Stichproben und Normalverteilung der Paardifferenzen (paarweiser Vergleich) . . . . .	168
6.7.3	Testen der Erwartungswerte $\mu_i$ von mehreren Normalverteilungen (mit unbekannten, aber als gleich vorausgesetzten Varianzen $\sigma^2$ ) auf Gleichheit . . . . .	170
6.8	Vergleich der Varianzen bzw. Standardabweichungen von Normalverteilungen . . . . .	171
6.8.1	Varianzvergleich bzw. Vergleich der Standardabweichungen von zwei Normalverteilungen . . . . .	171
6.8.2	Varianzvergleich bzw. Vergleich der Standardabweichungen von mehreren Normalverteilungen . . . . .	175
6.9	Vergleich der Grundwahrscheinlichkeit einer Binomialverteilung mit einem vorgegebenen Wert . . . . .	179
6.10	Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten von Binomialverteilungen . . . . .	182
6.10.1	Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten von zwei Binomialverteilungen . . . . .	182
6.10.2	Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten von $k$ Binomialverteilungen . . . . .	187
6.11	Vergleich der Parameter von $l$ Multinomialverteilungen . . . . .	188
6.12	Vergleich des Erwartungswertes einer Poisson-Verteilung mit einem vorgegebenen Wert . . . . .	189
6.13	Vergleich der Erwartungswerte von Poisson-Verteilungen . . . . .	190

6.13.1	Vergleich der Erwartungswerte $\mu_1$ und $\mu_2$ von zwei Poisson-Verteilungen bei gleicher Zählabschnittsgröße $b_1 = b_2$	190
6.13.2	Vergleich der Erwartungswerte $\lambda_1$ und $\lambda_2$ von zwei Poisson-Verteilungen bei ungleichen Zählabschnittsgrößen $b_1$ und $b_2$	192
6.13.3	Vergleich der Erwartungswerte $\mu_i$ von $k$ Poisson-Verteilungen bei gleicher Zählabschnittsgröße $b_1 = b_2 = \dots = b_k = b$	193
6.14	Vergleich des Medians mit einem vorgegebenen Wert bei beliebiger stetiger Verteilung	193
6.15	Vergleich zweier beliebiger Verteilungen	195
6.16	Vergleich der Lage von zwei beliebigen stetigen Verteilungen	197
6.16.1	Unabhängige Stichproben	197
6.16.2	Abhängige (verbundene) Stichproben	200
6.17	Vergleich der Streuung von zwei beliebigen stetigen Verteilungen	201
<b>7</b>	<b>Varianzanalyse</b>	<b>203</b>
7.1	Allgemeines	203
7.2	Balancierte einfache Varianzanalyse	205
7.3	Unbalancierte einfache Varianzanalyse	213
7.4	Balancierte zweifache Varianzanalyse mit $n$ -facher Versuchsdurchführung; Kreuzklassifikation	220
7.5	Balancierte zweifache Varianzanalyse; Kreuzklassifikation; Sonderfall $n = 1$	230
7.6	Unbalancierte zweifache Varianzanalyse; Kreuzklassifikation	231
7.7	Balancierte dreifache Varianzanalyse mit $n$ -facher Versuchsdurchführung; Kreuzklassifikation	232
7.8	Balanciertes Schachtelmodell (balanciertes hierarchisches Modell) mit zwei (oder mehr) Stufen	241
7.9	Simultaner Vergleich der Erwartungswerte für die Stufen systematischer Faktoren bei balancierten Varianzanalysen; Newman-Keuls-Test	250
7.9.1	Modell mit systematischen Komponenten der balancierten einfachen Varianzanalyse	250
7.9.2	Modell mit systematischen Komponenten der balancierten zweifachen Varianzanalyse; Kreuzklassifikation	251
7.10	Verteilungsfreie Varianzanalyse	251
7.10.1	Verteilungsfreie einfache Varianzanalyse	252
7.10.2	Verteilungsfreie balancierte zweifache Varianzanalyse mit $n = 1$ ; Kreuzklassifikation; Friedman-Test	256
<b>8</b>	<b>Korrelations- und Kontingenzanalyse</b>	<b>259</b>
8.1	Allgemeines	259
8.2	Kovarianz und Korrelationskoeffizient der Stichprobe	259

8.2.1	Kovarianz und Korrelationskoeffizient der Stichprobe bei Vorliegen von $n$ Wertepaaren . . . . .	259
8.2.2	Berechnung von Kovarianz und Korrelationskoeffizient aus $n$ Wertepaaren . . . . .	260
8.2.3	Kovarianz und Korrelationskoeffizient der Stichprobe bei Vorliegen einer Korrelationstabelle . . . . .	261
8.2.4	Berechnung von Kovarianz und Korrelationskoeffizient aus einer Korrelationstabelle . . . . .	262
8.3	Testverfahren und Vertrauensbereiche für den Korrelationskoeffizienten der Grundgesamtheit bei zweidimensionaler Normalverteilung . . . . .	263
8.4	Schätz- und Testverfahren für die partiellen und multiplen Korrelationskoeffizienten bei $p$ -dimensionaler Normalverteilung . . . . .	266
8.4.1	Partielle Korrelation . . . . .	266
8.4.2	Multiple Korrelation . . . . .	269
8.5	Zweidimensionale Rangkorrelationsanalyse . . . . .	270
8.5.1	Spearman'sche Rangkorrelation . . . . .	271
8.5.2	Kendallsche Rangkorrelation . . . . .	272
8.6	Mehrdimensionale Rangkorrelationsanalyse . . . . .	274
8.7	Zweidimensionale Kontingenzanalyse . . . . .	277
8.7.1	Unabhängigkeitstest . . . . .	277
8.7.2	Kontingenzmaße (Assoziationsmaße) . . . . .	278
8.7.3	Sonderfall $k = m = 2$ (Vierfeldertafel) . . . . .	279
9	<b>Regressionsanalyse</b> . . . . .	280
9.1	Allgemeines . . . . .	280
9.2	Einfache lineare Regression . . . . .	280
9.2.1	Modelle . . . . .	280
9.2.2	Auswertung der Stichprobe . . . . .	282
9.2.3	Testverfahren . . . . .	284
9.2.4	Vergleich zweier Regressionsgeraden . . . . .	287
9.2.5	Vertrauensbereiche (zweiseitig, Vertrauensniveau $1 - \alpha$ ) . . . . .	289
9.2.6	Vorhersagebereich für $Y$ (zweiseitig, Vertrauensniveau $1 - \alpha$ ) . . . . .	290
9.2.7	Statistische Anteilsbereiche . . . . .	291
9.2.8	Einfache lineare Regressionsanalyse bei Varianzungleichheit . . . . .	291
9.3	Mehrfache lineare Regression . . . . .	292
9.3.1	Modelle . . . . .	292
9.3.2	Auswertung der Stichprobe . . . . .	294
9.3.3	Testverfahren . . . . .	301
9.3.4	Vergleich zweier Residualvarianzen und zweier Regressionskoeffizienten . . . . .	304
9.3.5	Vertrauensbereiche (zweiseitig, Vertrauensniveau $1 - \alpha$ ) . . . . .	305
9.3.6	Vorhersagebereich für $Y$ (zweiseitig, Vertrauensniveau $1 - \alpha$ ) . . . . .	305
9.3.7	Statistische Anteilsbereiche . . . . .	306
9.4	Die Behandlung qualitativer Einflußgrößen bei der Regressionsanalyse . . . . .	306

<b>10 Qualitätsregelkarten</b>	<b>308</b>
10.1 Allgemeines	308
10.2 Qualitätsregelkarten für ein quantitatives Merkmal	309
10.2.1 Voraussetzungen	309
10.2.2 Sollwerte, Erfahrungswerte und Vorlaufwerte für Erwartungswert $\mu$ und Standardabweichung $\sigma$ bei ungestörtem Prozeß	310
10.2.3 Qualitätsregelkarten ohne Berücksichtigung von vorgegebenen Grenzwerten	311
10.2.4 Qualitätsregelkarten mit erweiterten Grenzen zur Überwachung der Lage	320
10.2.5 Qualitätsregelkarten zur Überwachung der Lage mit Berücksichtigung von vorgegebenen Grenzwerten	321
10.3 Qualitätsregelkarten für die Anzahl oder den Anteil fehlerhafter Einheiten	324
10.4 Qualitätsregelkarten für die Fehlerzahl	325
<b>11 Stichprobenpläne</b>	<b>327</b>
11.1 Annahmestichprobenprüfung	327
11.2 Einfach-Stichprobenanweisungen für Attributprüfung	328
11.2.1 Ablaufschema	328
11.2.2 Prüfung auf fehlerhafte Einheiten	328
11.2.3 Prüfung auf Fehler	330
11.2.4 Operations-Charakteristik, Durchschlupf und mittlerer Prüfaufwand	330
11.2.5 Bestimmung von $(n, c)$ zu zwei vorgegebenen Punkten der Operations-Charakteristik	331
11.3 Doppel- und Mehrfachstichprobenanweisungen für Attributprüfung	333
11.3.1 Ablaufschema	333
11.3.2 Operations-Charakteristik, Durchschlupf und mittlerer Prüfaufwand von Doppel-Stichprobenanweisungen	334
11.4 Einfach-Stichprobenanweisungen für Variablenprüfung	335
11.4.1 Voraussetzungen	335
11.4.2 Ablaufschema bei <i>einem</i> vorgegebenen Grenzwert	336
11.4.3 Operations-Charakteristik, Durchschlupf und mittlerer Prüfaufwand bei <i>einem</i> vorgegebenen Grenzwert	339
11.4.4 Bestimmung von $(n, k)$ zu zwei vorgegebenen Punkten der Operations-Charakteristik bei <i>einem</i> vorgegebenen Grenzwert	339
11.4.5 Einfach-Stichprobenanweisungen für Variablenprüfung bei <i>zwei</i> vorgegebenen Grenzwerten	342
11.5 Sequentielle Stichprobenanweisungen für Attributprüfung	343
11.5.1 Prüfung auf fehlerhafte Einheiten (basierend auf der Binomialverteilung)	343
11.5.2 Prüfung auf Fehler (basierend auf der Poisson-Verteilung)	345

11.6	Sequentielle Stichprobenanweisungen für Variablenprüfung . . . . .	346
11.6.1	Prüfung des Erwartungswertes $\mu$ auf Überschreitung von $\mu_1$ bei bekannter Varianz $\sigma^2$ . . . . .	348
11.6.2	Prüfung des Schlechtanteils $p$ oberhalb $T_O$ (unterhalb $T_U$ ) auf Überschreitung von $p_1$ bei bekannter Varianz $\sigma^2$ . . . . .	349
11.6.3	Prüfung des Erwartungswertes $\mu$ auf Überschreitung von $\mu_1$ bei unbekannter, jedoch von Prüflös zu Prüflös konstanter Varianz $\sigma^2$ (Barnard-Test) . . . . .	350
11.6.4	Prüfung der Varianz $\sigma^2$ auf Überschreitung von $\sigma_1^2$ bei bekanntem Erwartungswert $\mu$ . . . . .	350
11.6.5	Prüfung des Schlechtanteils $p$ oberhalb $T_O$ (unterhalb $T_U$ ) auf Überschreitung von $p_1$ bei bekanntem Erwartungswert $\mu$ . . . . .	352
11.6.6	Prüfung der Varianz $\sigma^2$ auf Überschreitung von $\sigma_1^2$ bei unbekanntem Erwartungswert $\mu$ . . . . .	353
11.6.7	Prüfung des Schlechtanteils $p$ oberhalb $T_O$ (unterhalb $T_U$ ) auf Überschreitung von $p_1$ bei unbekanntem $\mu$ und $\sigma^2$ (WAGR-Test) . . . . .	354
11.7	Kontinuierliche Stichprobenprüfung . . . . .	355
11.7.1	Einstufiger Dodge-Plan CSP-1 . . . . .	356
11.7.2	Plan CSP-2 von Dodge und Torrey . . . . .	357
11.7.3	Mehrstufige Pläne CSP- $k$ . . . . .	357
11.8	Stichprobensysteme . . . . .	362
11.8.1	Military Standard 105D . . . . .	363
11.8.2	Stichprobensystem von ISO für sequentielle Attributprüfung . . . . .	367
11.8.3	LQL-Stichprobensystem von ISO . . . . .	367
11.8.4	Dodge-Romig-Stichprobensystem . . . . .	367
11.8.5	Philips-Standard-Stichprobensystem . . . . .	367
11.8.6	Military Standard 414 . . . . .	368
11.8.7	Stichprobensystem von ISO für sequentielle Variablenprüfung . . . . .	368
11.8.8	Stichprobensysteme für Lebensdauerprüfungen . . . . .	368
11.8.9	Stichprobensysteme für kontinuierliche Stichprobenprüfung . . . . .	369
12	Funktionen von Zufallsvariablen . . . . .	370
12.1	Transformationen einer Zufallsvariablen; Merkmalstransformation . . . . .	370
12.2	Transformation mehrerer Zufallsvariablen; Streuungsfortpflanzung . . . . .	373
B	Beispiele . . . . .	377
1	Berechnung von Mittelwert, Median, Varianz, Standardabweichung und Variationskoeffizient bei kleinem Stichprobenumfang . . . . .	379
2	Berechnung von Mittelwert, Median, Varianz, Standardabweichung und Schiefe bei großem Stichprobenumfang (gleichabständige Klasseneinteilung) . . . . .	380



3	Graphische Ermittlung von Mittelwert und Standardabweichung im Wahrscheinlichkeitsnetz . . . . .	382
4	Zufallsstrebereiche . . . . .	383
5	Vertrauensbereiche . . . . .	386
6	Statistische Anteilsbereiche . . . . .	389
7	Anwendung des Binomialpapiers . . . . .	389
8	Tests auf Zufälligkeit, Ausreißer und Normalverteilung . . . . .	391
9	Vergleich eines Parameters mit einem vorgegebenen Wert . . . . .	395
10	Vergleich der Erwartungswerte bzw. der Mediane bei zwei unabhängigen Stichproben (Zweistichproben- $t$ -Test, Spannweitenverfahren von Lord, Mann-Whitney-Wilcoxon-Test) . . . . .	397
11	Vergleich der Erwartungswerte bei zwei verbundenen Stichproben (paarweiser $t$ -Test, Zweistichproben-Vorzeichen-Rangtest von Wilcoxon) . . . . .	399
12	Vergleich der Varianzen von Normalverteilungen (F-Test, Cochran-Test, Hartley-Test) . . . . .	401
13	Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten von Binomialverteilungen . . . . .	402
14	Test auf Normalverteilung mit dem $\chi^2$ -Anpassungstest . . . . .	403
15	Einfache Varianzanalyse . . . . .	404
16	Balancierte zweifache Varianzanalyse mit dreifacher Versuchsdurchführung; Kreuzklassifikation . . . . .	406
17	Zweifache Varianzanalyse; eine Beobachtung je Zelle . . . . .	410
18	Balanciertes zweistufiges Schachtelmodell (balanciertes zweistufiges hierarchisches Modell) der Varianzanalyse . . . . .	413
19	Korrelationsanalyse bei zweidimensionaler Normalverteilung . . . . .	417
20	Zweidimensionale Rangkorrelationsanalyse . . . . .	418
21	Einfache Regressionsanalyse . . . . .	421
22	Mehrfache Regressionsanalyse . . . . .	425
23	Qualitätsregelkarten für ein quantitatives Merkmal ohne Berücksichtigung von vorgegebenen Grenzwerten . . . . .	428
24	Qualitätsregelkarte für ein quantitatives Merkmal mit Berücksichtigung von Grenzwerten . . . . .	430
25	Qualitätsregelkarte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten (Stücke) . . . . .	432
26	Qualitätsregelkarte für die Fehlerzahl . . . . .	433
27	Einfach-Stichprobenanweisung für Attributprüfung . . . . .	435
28	Einfach-Stichprobenanweisung für Variablenprüfung . . . . .	438
29	Sequentielle Stichprobenanweisung für Attributprüfung . . . . .	442
30	Auswertung einer Stichprobe im logarithmischen Wahrscheinlichkeitsnetz . . . . .	445
31	Auswertung einer Stichprobe im Weibull-Netz . . . . .	448

C Tabellen	451
C1 Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $\varphi(u)$ der standardisierten Normalverteilung	454
C2 Verteilungsfunktion $\Phi(u)$ der standardisierten Normalverteilung	456
C3 Quantile $u_p$ der standardisierten Normalverteilung	458
C4 Quantile $t_{f,p}$ der $t$ -Verteilung	459
C5 Quantile $\chi^2_{f,p}$ der $\chi^2$ -Verteilung	460
C6 95 %-Quantile $F_{f_1,f_2;95\%}$ der $F$ -Verteilung	462
C7 97,5 %-Quantile $F_{f_1,f_2;97,5\%}$ der $F$ -Verteilung	464
C8 99 %-Quantile $F_{f_1,f_2;99\%}$ der $F$ -Verteilung	466
C9 99,5 %-Quantile $F_{f_1,f_2;99,5\%}$ der $F$ -Verteilung	468
C 10 Häufigkeitssummen $F_{(i)}(n)$ (in Prozent) zum Eintragen der Punkte $[x_{(i)}; F_{(i)}(n)]$ von geordneten Stichproben in das Wahrscheinlichkeitsnetz beim Stichprobenumfang $n = 6, 7, \dots, 30$	470
C11 Erwartungswert, Standardabweichung und Quantile der Verteilung der Extremwerte bei Normalverteilung	471
C 12 Quantile $w_{n;p}$ der Verteilung der auf $\sigma$ bezogenen Spannweite $W_n = R/\sigma = (X_{(n)} - X_{(1)})/\sigma = U_{(n)} - U_{(1)}$ in Stichproben vom Umfang $n$ bei Normalverteilung	472
C 13 95 %-Quantile $q_{m,f;95\%}$ der Verteilung der studentisierten Spannweite $Q_{m,f} = (X_{(m)} - X_{(1)})/S_f$	474
C 14 99 %-Quantile $q_{m,f;99\%}$ der Verteilung der studentisierten Spannweite $Q_{m,f} = (X_{(m)} - X_{(1)})/S_f$	476
C15 Abgrenzungsfaktoren $\kappa_U$ und $\kappa_O$ zur Abgrenzung des Vertrauensbereiches für $\sigma$ bzw. des Zufallsstreuereiches für $s$	478
C16 Werte für $z = \arcsin \sqrt{p}$ ( $z$ in Radiant)	479
C17 Werte für $p = \sin^2 z$ ( $z$ in Radiant)	479
C18 Vertrauensgrenzen $\mu_U$ und $\mu_O$ für den Erwartungswert $\mu$ der Poisson-Verteilung	480
C19 Zahlenwerte $k_{n,\alpha}$ zur Abgrenzung des Vertrauensbereiches für den Median	481
C 20 Faktoren $k_{1b}(n; 1-y; 1-\alpha)$ zur Berechnung des einseitig abgegrenzten statistischen Anteilsbereiches bei Normalverteilung (Varianz $\sigma^2$ bekannt)	482
C 21 Faktoren $k_{2b}(n; 1-y; 1-\alpha)$ zur Berechnung des zweiseitig abgegrenzten statistischen Anteilsbereiches bei Normalverteilung (Varianz $\sigma^2$ bekannt)	483
C 22 Faktoren $k_{1u}(n; 1-y; 1-\alpha)$ zur Berechnung des einseitig abgegrenzten statistischen Anteilsbereiches bei Normalverteilung (Varianz $\sigma^2$ unbekannt)	484
C 23 Faktoren $r(n; 1-y)$ und $v(f; 1-\alpha)$ zur Berechnung des zweiseitigen statistischen Anteilsbereiches bei Normalverteilung (Varianz $\sigma^2$ unbekannt)	485

C 24	Abgrenzungsfaktoren zur Berechnung der Warngrenzen ( $P = 95\%$ zweiseitig) und Eingriffsgrenzen ( $P = 99\%$ zweiseitig) von Mittelwertkarten ( $\bar{x}$ -Karten), Mediankarten ( $\tilde{x}$ -Karten) und Urwertkarten (Extremwertkarten)	486
C 25	Abgrenzungsfaktoren zur Berechnung der Warngrenzen ( $P = 95\%$ zweiseitig) und Eingriffsgrenzen ( $P = 99\%$ zweiseitig) von Standardabweichungskarten ( $s$ -Karten) und Spannweitenkarten ( $R$ -Karten)	487
C 26	Gleichverteilte Zufallszahlen	488

## D Nomogramme . . . . . 491

D 1	Verteilungsfunktion $G(x; n, p)$ der Binomialverteilung	493
D 2	Verteilungsfunktion $G(x; \mu)$ der Poisson-Verteilung	494
D 3	Relativer Abstand $q_r$ der Vertrauensgrenzen von $\bar{x}$ bei zweiseitiger Abgrenzung des Vertrauensbereiches für den Erwartungswert $\mu$ der Normalverteilung	495
D 4	Zweiseitiger Vertrauensbereich für $p$ bei Binomialverteilung zum Vertrauensniveau $1 - \alpha = 95\%$	496
D 5	Zweiseitiger Vertrauensbereich für $p$ bei Binomialverteilung zum Vertrauensniveau $1 - \alpha = 99\%$	497
D 6	Kriterien für Näherungen der Binomialverteilung	498
D 7	Kritische Werte $r_{n,p}$ zum Test der Hypothese $\varrho = 0$ bei zweidimensionaler Normalverteilung	498
D 8	Zweiseitiger Vertrauensbereich für den Korrelationskoeffizienten $\varrho$ bei zweidimensionaler Normalverteilung zum Vertrauensniveau $1 - \alpha = 95\%$	499
D 9	Zweiseitiger Vertrauensbereich für den Korrelationskoeffizienten $\varrho$ bei zweidimensionaler Normalverteilung zum Vertrauensniveau $1 - \alpha = 99\%$	500

## E Literatur . . . . . 501

## Sachverzeichnis . . . . . 519