

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Fragestellungen der Inferenzstatistik	1
1.1	Deskriptive Statistik und Inferenzstatistik	1
1.2	Population und Stichprobe	2
1.2.1	Populationskennwerte (Parameter) und Stichprobenkennwerte	3
1.2.2	Die Ziehung einer Zufallsstichprobe	3
1.3	Beispiele für Fragestellungen und Aussagen der Inferenzstatistik	8
1.3.1	Beispiele für das Schätzen von Populationsparametern	8
1.3.2	Beispiele für das Testen von statistischen Hypothesen	11
1.4	Statistische und wissenschaftliche Hypothesen	18
2	Das Konzept der Stichprobenverteilung	22
2.1	Stichprobenziehung mit/ohne Zurücklegen und mit/ohne Berücksichtigung der Anordnung der Stichprobenelemente	22
2.2	Die Stichprobenverteilung als Ergebnis der Befunde an der Gesamtheit der möglichen Stichproben	24
2.3	Demonstration einiger Beziehungen zwischen Populationsparametern und Parametern der Stichprobenverteilungen von M und V	29
2.4	Formeln für die Beziehungen zwischen μ und σ^2 und Mittel und Varianz der Stichprobenverteilungen von M und V	31
2.4.1	Mittel und Varianz der Stichprobenverteilung von M bei Ziehung mit Zurücklegen	32
2.4.2	Mittel und Varianz der Stichprobenverteilung von M bei Ziehung ohne Zurücklegen	32
2.4.3	Mittel und Varianz der Stichprobenverteilung von V bei Ziehung mit Zurücklegen	33
2.4.4	Vergleich der Parameter der Stichprobenverteilung von M bei Ziehung mit und Ziehung ohne Zurücklegen	34
2.5	Die Stichprobenverteilung als Ergebnis der Ziehung von unendlich vielen Stichproben	36
2.6	Die Form der Stichprobenverteilung des Mittels	37
2.7	Die Stichprobenverteilung des Medians	39
2.8	Die Stichprobenverteilungen von Varianz und Standardabweichung	40
2.9	Eigenschaften von Schätzgrößen	42
2.9.1	Erwartungstreue (Unverzerrtheit)	42
2.9.2	Relative Effizienz	44
2.9.3	Konsistenz	46
2.9.4	Suffizienz	46

3	Test der Hypothese, daß ein Populationsmittel den Wert »a« hat: Verwendung der Standardnormalverteilung	48
3.1	Test der Hypothese » $\mu=a$ «: Die Populationsvarianz ist bekannt . . .	48
3.1.1	Nullhypothese und Alternativhypothese	49
3.1.2	Die Regel für die Entscheidung über die Nullhypothese	50
3.1.3	Das Signifikanzniveau Alpha	55
3.1.4	Der Test von $H_0: \mu=a$ über die Standardnormalverteilung	55
3.1.5	Gerichtete und ungerichtete Alternativhypothesen	58
3.2	Die beim Hypothesentesten möglichen Fehlentscheidungen	67
3.2.1	Fehler I. und II. Art (Alpha- und Betafehler)	67
3.2.2	Der Fehler III. Art (Gammafehler)	73
3.2.3	Abschließende Bemerkungen zu den möglichen falschen und richtigen Entscheidungen beim Hypothesentesten	78
3.3	Test der Hypothese » $\mu=a$ «: Die Populationsvarianz ist nicht bekannt	83
4	Test der Hypothese, daß ein Populationsmittel den Wert »a« hat: Verwendung der T-Verteilung	87
4.1	Das Konzept der Freiheitsgrade	87
4.2	Die T-Verteilung von Student	89
4.3	Test der Hypothese » $\mu=a$ « über die T-Verteilung	92
4.4	Der Unterschied zwischen Standardnormal- und T-Verteilung in Abhängigkeit von der Anzahl der Freiheitsgrade	95
4.5	Die Robustheit des Ein-Stichproben T-Tests	97
5	Test der Hypothese, daß die Mittel von zwei unabhängigen Popula- tionen den gleichen Wert haben: Verwendung der Standardnormal- verteilung	101
5.1	Zwei Beispiele für das Vorgehen beim Test der Hypothese » $\mu_1=\mu_2$ « (unabhängige Stichproben)	102
5.2	Unabhängige und abhängige Populationen und Stichproben	107
5.3	Die Stichprobenverteilung der Mittelwertsdifferenz bei zwei unabhängigen Stichproben	111
5.4	Test der Hypothese » $\mu_1=\mu_2$ «: Die Populationsvarianzen sind bekannt .	117
5.5	Test der Hypothese » $\mu_1=\mu_2$ «: Die Populationsvarianzen sind nicht bekannt	121
5.6	Die Beurteilung der statistischen Signifikanz anhand von P-Werten .	125
5.7	Die Wahl des Verhältnisses der Stichprobenumfänge ($n_1:n_2$)	126

6	Test der Hypothese, daß die Mittel von zwei unabhängigen Populationen den gleichen Wert haben: Verwendung der T-Verteilung	129
6.1	Test der Hypothese » $\mu_1 = \mu_2$ « im Fall varianzhomogener Populationen	129
6.1.1	Die Schritte beim T-Test für unabhängige Stichproben	130
6.1.2	T-Test für unabhängige Stichproben: Zwei Beispiele	131
6.2	Test der Hypothese » $\mu_1 = \mu_2$ « im Fall varianzheterogener Populationen	135
6.2.1	Die Schritte beim Welch-Test für zwei unabhängige Stichproben	136
6.2.2	Welch-Test für zwei unabhängige Stichproben: Beispiel	137
6.3	Vergleich der Prüfgrößen zum Test von $H_0: \mu_1 = \mu_2$ bei unabhängigen Stichproben	138
6.4	Der Effekt von Meßwert-Transformationen auf die Ergebnisse von Z-, T- und Welch-Test	143
6.5	Die Robustheit von Z-, T- und Welch-Test	145
7	Test der Hypothese, daß die Mittel von zwei abhängigen Populationen den gleichen Wert haben	148
7.1	Die Stichprobenverteilung der Mittelwertsdifferenz	148
7.2	Test der Hypothese » $\mu_1 = \mu_2$ « im Fall großer Stichproben	150
7.2.1	Die Schritte beim Z-Test für abhängige Stichproben	151
7.2.2	Z-Test für abhängige Stichproben: Beispiel	152
7.3	Test der Hypothese » $\mu_1 = \mu_2$ « im Fall kleiner Stichproben	153
7.3.1	Die Schritte beim T-Test für abhängige Stichproben	154
7.3.2	T-Test für abhängige Stichproben: Zwei Beispiele	155
7.4	Vergleich von Z- und T-Test für abhängige Stichproben	158
7.5	Vergleich der Prüfgrößen für unabhängige und abhängige Stichproben	158
7.6	Die Robustheit des Z- und T-Tests für abhängige Stichproben	165
8	Konfidenzintervalle für das Mittel einer Population und die Differenz der Mittelwerte zweier Populationen	167
8.1	Konfidenzintervall für das Mittel einer Population	168
8.1.1	Konfidenzintervall für μ bei großen Stichproben	169
8.1.2	Konfidenzintervall für μ bei kleinen Stichproben	170
8.2	Konfidenzintervall für die Differenz der Mittel zweier Populationen	173
8.2.1	Konfidenzintervall für $\mu_1 - \mu_2$ bei großen Stichproben	173
8.2.2	Konfidenzintervall für $\mu_1 - \mu_2$ bei kleinen Stichproben	175
8.3	Diskussion einiger Aspekte der Konfidenzintervallbestimmung	179
8.4	Beziehungen zwischen Konfidenzintervall und Hypothesentest	182
8.5	Robustheitsaspekte bei der Konfidenzintervallbestimmung	184

9	Test der Hypothese, daß die Mittel von drei oder mehr unabhängigen, varianzhomogenen Populationen den gleichen Wert haben	186
9.1	Null- und Alternativhypothese bei der einfaktoriellen Varianzanalyse	187
9.2	Zwei Beispiele für die Anwendung der Varianzanalyse	188
9.3	Das Datenmodell der einfaktoriellen Varianzanalyse	191
9.4	Die Zerlegung der Variation in der abhängigen Variablen	192
9.5	Die Schätzung der Populationsvarianz σ_1^2	193
9.6	Die Prüfung der Nullhypothese über die F-Verteilung	195
9.7	Die Schritte beim Test von $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_J$	198
9.8	Varianzanalytische Berechnungen für die Beispiele von Abschnitt 9.2	199
9.9	Berechnung des F-Wertes aufgrund der Gruppenmittel und -varianzen .	201
9.10	Die Beziehung zwischen T-Test und Varianzanalyse im Fall $J = 2$. .	203
9.11	Gerichtete Hypothesen bei der Varianzanalyse	204
9.12	Ableitung der SAQ-Rechenformeln	206
10	Test der Hypothese, daß die Mittel von drei oder mehr unabhängigen, varianzheterogenen Populationen den gleichen Wert haben . .	208
10.1	Ein Beispiel für Stichproben aus varianzheterogenen Populationen .	208
10.2	Der Test von Welch	209
10.3	Der Test von Brown & Forsythe	212
10.4	Kriterien für die Entscheidung: Varianzanalyse, Brown-Forsythe- oder Welch-JM-Test?	214
11	Multiple Mittelwertsvergleiche bei drei oder mehr unabhängigen Stichproben	217
11.1	Einführung in das Problem	217
11.2	Orthogonale und nichtorthogonale Vergleiche	217
11.3	Fehler-I-Risiko pro Vergleich und pro Familie von Vergleichen . .	219
11.4	Varianzhomogene Populationen, gleiche Stichprobenumfänge: Der Tukey-Test	221
11.5	Berechnung des Tukey-Tests für das Beispiel von Tabelle 9.2	224
11.6	Varianzhomogene Populationen, ungleiche Stichprobenumfänge: Der Tukey-Kramer-Test	226
11.7	Berechnung des Tukey-Kramer-Tests für das Beispiel von Tabelle 9.1	228
11.8	Varianzheterogene Populationen: Der Games-Howell-Test	229
11.9	Berechnung des Games-Howell-Tests für das Beispiel von Tabelle 10.1	231
11.10	Vergleich des Tukey-(Kramer-)Tests mit anderen Verfahren für multiple Mittelwertsvergleiche	233

11.11	Spezielle Aspekte bei der Anwendung von Tukey-(Kramer-) und Games-Howell-Test	240
11.12	Die Robustheit von Tukey-(Kramer-) und Games-Howell-Test	244
12	Auswertung von zweifaktoriellen Plänen mit unabhängigen Stichproben: Gleiche Zellenbesetzungen	245
12.1	Beispiel für einen zweifaktoriellen Versuchsplan	246
12.2	Grundlagen der zweifaktoriellen Varianzanalyse	249
12.2.1	Das Datenmodell	250
12.2.2	Das Konzept der Interaktion zweier Faktoren	252
12.2.3	Null- und Alternativhypothesen	257
12.2.4	Die Zerlegung der Variation in der abhängigen Variablen	258
12.2.5	Die Schätzung der Populationsvarianz σ_I^2	259
12.2.6	Die Prüfung der verschiedenen Nullhypothesen über die F-Verteilung	260
12.3	Rechnerische Durchführung der zweifaktoriellen Varianzanalyse	261
12.4	Varianzanalytische Berechnungen für das Beispiel von Abschnitt 12.1	262
12.5	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	264
12.5.1	Weitere Analyse der Haupteffekte von Zeilen- und Spaltenfaktor	266
12.5.2	Analyse der einfachen Haupteffekte des Zeilenfaktors	267
12.5.3	Analyse der einfachen Haupteffekte des Spaltenfaktors	269
12.5.4	Stichprobeninteraktion versus Populationsinteraktion	272
12.6	Berechnung der F-Werte aufgrund der Zellenmittel und -varianzen	273
12.7	Unterschied zwischen ein- und zweifaktorieller Prüfung der Haupteffekte von Zeilen- und Spaltenfaktor	276
12.8	Auswertung eines zweifaktoriellen Plans im Fall heterogener Populationsvarianzen	277
12.8.1	Durchführung des Brown-Forsythe-JKM-Tests	277
12.8.2	Weitere Analyse der Haupteffekte von Zeilen- und Spaltenfaktor	278
12.8.3	Analyse der einfachen Haupteffekte des Zeilenfaktors	279
12.8.4	Analyse der einfachen Haupteffekte des Spaltenfaktors	281
13	Auswertung von zweifaktoriellen Plänen mit unabhängigen Stichproben: Ungleiche Zellenbesetzungen	283
13.1	Einführung in das Problem	283
13.2	Beispiele für zweifaktorielle Pläne mit ungleichen Zellenbesetzungen	284
13.3	Die varianzanalytische Auswertung von zweifaktoriellen Plänen mit ungleichen Zellenbesetzungen nach »Methode 1«	291
13.4	Varianzanalyse bei proportionalen Zellenbesetzungen	294
13.5	Varianzanalyse bei disproportionalen Zellenbesetzungen	297

13.6	Auswertung von zweifaktoriellen Plänen mit ungleichen Zellenbesetzungen bei heterogenen Populationsvarianzen	299
13.7	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Prüfung der Haupt- und Interaktionseffekte	300
13.7.1	Weitere Analysen der Haupteffekte von Zeilen- und Spaltenfaktor	300
13.7.2	Analyse der einfachen Haupteffekte des Zeilenfaktors	303
13.7.3	Analyse der einfachen Haupteffekte des Spaltenfaktors	305
13.8	Die Bedeutung der Korrelation zwischen den Faktoren bei disproportionalen Zellenbesetzungen	308
13.9	Die Robustheit der Verfahren zur Auswertung zweifaktorieller Pläne	310
14	Test der Hypothese, daß die Mittel von drei oder mehr abhängigen Populationen den gleichen Wert haben	312
14.1	Einleitung	312
14.2	Beispiel für einen Meßwiederholungsplan	313
14.3	Das Datenmodell bei gemischten Effekten (Treatmentfaktor fest, Blockfaktor zufällig)	314
14.4	Null- und Alternativhypothesen	315
14.5	Berechnung der Mittleren Quadrate	316
14.6	Die F-Quotienten zur Prüfung der Nullhypothesen	317
14.7	Das Vorgehen zum Test der Nullhypothese bezüglich des Treatmentfaktors	318
14.8	Die Prüfung der Nullhypothesen bei unserem Beispiel	321
14.9	Prüfung der Block- und Treatmenteffekte auf Additivität	322
14.10	Paarweise Vergleiche der J Treatmentmittel	326
14.11	Vor- und Nachteile eines Plans mit J abhängigen Stichproben	329
15	Schlüsse auf Populationsvarianzen	333
15.1	Schlüsse auf die Varianz einer Population	333
15.2	Zwei unabhängige Stichproben: Test der Hypothese $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	337
15.2.1	Der F-2V-Test	337
15.2.2	Der Levene-2V-Test	340
15.2.3	Der Brown-Forsythe-2V-Test	343
15.3	Drei oder mehr unabhängige Stichproben: Nichtrobuste Verfahren zum Test der Hypothese $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_J^2$	347
15.3.1	Der Bartlett-Test	347
15.3.2	Der Bartlett-Box-Test	349
15.3.3	Der F_{\max} -Test	350
15.3.4	Der Cochran-JV-Test	351
15.4	Drei oder mehr unabhängige Stichproben: (Relativ) robuste Verfahren zum Test der Hypothese $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_J^2$	351

15.4.1	Der Levene-JV-Test	352
15.4.2	Der Brown-Forsythe-JV-Test	353
15.5	Paarweise Vergleiche von J unabhängigen Varianzen	356
15.6	Prüfung von Varianzhypothesen bei faktoriellen Plänen mit unabhängigen Stichproben	357
15.7	Zwei abhängige Stichproben: Test der Hypothese $\ast\sigma_1^2=\sigma_2^2\ast$	360
15.8	Drei oder mehr abhängige Stichproben: Test der Hypothese $\ast\sigma_1^2=\sigma_2^2=...=\sigma_J^2\ast$	361
15.9	Abschließende Bemerkungen zum Einsatz der vorgestellten Verfahren	362
16	Schlüsse auf die Populationskorrelation zweier Variablen	364
16.1	Die Stichprobenverteilung von r und Z_r	364
16.2	Die Voraussetzung bivariat normalverteilter Populationswerte und ihre Überprüfung	369
16.3	Schlüsse auf die Produkt-Moment-Korrelation einer Population	373
16.3.1	Test der Hypothese $\ast\rho=0\ast$ (Signifikanzprüfung von r)	373
16.3.2	Test der Hypothese $\ast\rho=a\ast$	374
16.3.3	Punkt- und Intervallschätzung von ρ	375
16.3.4	Die Stichprobenverteilung von r und Z_r bei Verletzung der Bedingung bivariat normalverteilter Populationswerte	379
16.4	Zwei unabhängige Stichproben: Test der Hypothese $\ast\rho_1=\rho_2\ast$	380
16.5	Drei oder mehr unabhängige Stichproben: Test der Hypothese $\ast\rho_1=\rho_2=...=\rho_J\ast$	381
16.6	Prüfung der Differenz zweier Korrelationskoeffizienten, die einer Stichprobe entstammen	382
16.6.1	Test der Hypothese $\ast\rho_{XZ}=\rho_{YZ}\ast$ ($\ast\rho_{13}=\rho_{23}\ast$)	382
16.6.2	Test der Hypothese $\ast\rho_{12}=\rho_{34}\ast$	384
16.7	Signifikanzprüfung (SP) eines Partial-Korrelationskoeffizienten	387
16.8	SP eines punktbiserialen Korrelationskoeffizienten (r_{pb})	388
16.9	SP eines biserialen Korrelationskoeffizienten (r_b)	389
16.10	SP eines Phi-Koeffizienten	391
16.11	SP eines tetrachorischen Korrelationskoeffizienten (r_t)	392
16.12	SP eines Spearman Rangkorrelationskoeffizienten (r_s)	393
16.13	SP eines Kendall Rangkorrelationskoeffizienten (Tau)	395
16.14	SP eines rangbiserialen Korrelationskoeffizienten (r_{rb})	397
16.15	Signifikanzprüfung eines Korrelationsverhältnisses (Eta)	397
17	Statistische Tests für dichotome Variablen aus einer Stichprobe: Binomial- und Vorzeichentest	398
17.1	Binomialtest	401
17.1.1	Binomialtest für große Stichproben	408

17.1.1.1	Approximativer Binomialtest über die Standardnormalverteilung	408
17.1.1.2	Approximativer Binomialtest über die χ^2 -Verteilung	410
17.1.2	Konfidenzintervall für den Parameter einer Binomialverteilung	412
17.2	Vorzeichentest: Ein Spezialfall des Binomialtests	417
17.3	Konfidenzintervall für den Populationsmedian	419
17.4	Trendtest nach Cox und Stuart	421
18	Statistische Tests für dichotome Variablen aus zwei unabhängigen Stichproben	423
18.1	Hypergeometrische Verteilung	423
18.2	Fishers exakter Test	427
18.3	Approximationen an Fishers exakten Test für große Stichproben	431
18.3.1	Approximation durch die Binomial- und Normalverteilung	431
18.3.2	Approximation durch die χ^2 -Verteilung	433
18.3.3	Einseitige Hypothesen	436
18.3.4	Alternative Rechenformeln für CHI	437
18.3.5	Kontinuitätskorrektur	438
18.4	Alternative Tests	439
18.5	Konfidenzintervall für die Differenz zweier binomialer Anteile	441
18.6	Mediantest: Ein Spezialfall des Fisher-Tests	441
19	Statistische Tests für qualitative Variablen aus mehr als zwei unabhängigen Stichproben	445
19.1	Vergleich der Parameter von I Binomialverteilungen	445
19.2	Mediantest für I unabhängige Stichproben	449
19.3	Test auf Homogenität von I Verteilungen einer qualitativen Variablen mit J Kategorien	451
19.4	Nachträgliche multiple Vergleiche von Populationsanteilen	455
19.5	Zerlegung von $I \times J$ -Tabellen in Untertabellen	459
19.6	Anteil erklärter Varianz beim Vergleich von I unabhängigen Stichproben	462
20	Statistische Tests für qualitative Variablen aus abhängigen Stichproben	467
20.1	McNemar-Test auf Gleichheit zweier binomialer Anteile	467
20.2	Konfidenzintervall für die Differenz der Randwahrscheinlichkeiten	472
20.3	Bowker-Test auf Symmetrie in einer quadratischen Kontingenztafel	472
20.4	Stuart-Test auf Homogenität der Randverteilungen in einer quadratischen Kontingenztafel	477

20.5	Cochrans Q-Test	479
21	Statistische Tests zur Überprüfung von Unabhängigkeits- bzw. Zusammenhangshypothesen bei qualitativen Variablen	488
21.1	Exakter Test auf Unabhängigkeit bei zwei dichotomen Variablen	488
21.2	Test auf Unabhängigkeit bei großen Stichproben	492
21.3	Test auf Unabhängigkeit bei zwei qualitativen Variablen mit mehr als zwei Antwortkategorien (I _x J-Kontingenztabellen)	493
21.4	Zusammenhangsmaße für I _x J-Kontingenztabellen	496
21.5	Zusammenhangsmaße für 2x2-Tabellen	501
22	Tests auf Güte der Anpassung	505
22.1	Chi ² -Test	505
22.2	Kolmogorow-Anpassungstest	510
22.3	Lilliefors-Test	515
22.4	Smirnow-Test	516
23	Verteilungsfreie Tests für quantitative Variablen aus zwei unabhängigen Stichproben	520
23.1	Fishers Randomisationstest	520
23.2	Wilcoxon's Rangsummentest und U-Test von Mann & Whitney	524
23.3	Rangsummen- und U-Test für große Stichproben	530
23.4	Tests mit Normalwerten	533
23.5	Tests auf Gleichheit der Variabilität	538
23.5.1	Siegel-Tukey-Test	538
23.5.2	Mood-Test	540
23.5.3	Klotz-Test	542
24	Statistische Tests für quantitative Variablen aus mehr als zwei unabhängigen Stichproben: Nichtparametrische einfache Varianzanalyse	544
24.1	Kruskal-Wallis-Test	544
24.2	Nachträgliche multiple Vergleiche für den Kruskal-Wallis-Test	552
24.3	Tests mit Normalwerten für mehr als zwei unabhängige Stichproben	554
24.4	Kruskal-Wallis-Test für geordnete Kontingenztabellen	556
25	Nichtparametrische Tests für quantitative Variablen aus zwei abhängigen Stichproben	559
25.1	Vorzeichentest	559
25.2	Konfidenzintervall für den Populationsmedian der Differenzen	561

25.3	Fishers Randomisationstest für abhängige Gruppen	561
25.4	Wilcoxon's Vorzeichen-Rangtest	565
25.4.1	Vorzeichen-Rangtest für große Stichproben	570
25.4.2	Nulldifferenzen und gebundene Differenzen	571
25.4.3	Vorzeichen-Rangtest für große Stichproben: Ein Beispiel	573
25.4.4	Vorzeichen-Rangtest für den Populationsmedian	576
25.4.5	Konfidenzintervalle für den Populationsmedian und den Populationsmedian der Differenzen	577
25.5	Tests mit Normalwerten für zwei abhängige Stichproben	580
26	Nichtparametrische Tests für quantitative Variablen aus mehr als zwei abhängigen Stichproben	585
26.1	Friedman-Test	585
26.2	Approximativer Friedman-Test	589
26.3	Friedman-Test und Vorzeichentest	593
26.4	Friedman-Test und Cochran's Q-Test	595
26.5	Nachträgliche multiple Vergleiche für den Friedman-Test	597
26.6	Multiple Vorzeichen-Rangtests	598
26.7	Tests mit Normalwerten für J abhängige Gruppen	600
26.8	Verallgemeinerungen des Friedman-Tests	603
26.8.1	Pläne mit mehr als einer Beobachtung pro Zelle	603
26.8.2	Pläne mit unvollständigen ausbalancierten Blöcken	606
27	Verteilungsfreie Tests auf Unabhängigkeit und Assoziationsmaße für quantitative Variablen	610
27.1	Exakter Test auf Unabhängigkeit zweier Variablen nach Pitman	610
27.2	Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman	613
27.3	Kendalls Rangkorrelationskoeffizient Tau	621
27.3.1	Exakte Stichprobenverteilung von Tau bzw. S	621
27.3.2	S und Tau bei Vorliegen von Bindungen	624
27.3.3	Beziehung zwischen Kendalls Tau und Spearmans r_s	630
27.3.4	Kendalls Tau für geordnete Kontingenztabellen	631
27.3.5	Tau als Zusammenhangsmaß im Rahmen des Modells von Kruskal & Wallis	635
27.3.6	Tau als Zusammenhangsmaß im Rahmen des Friedman-Modells	637
27.3.7	Tau für 2x2-Kontingenztabellen	639
27.4	Kendalls Konkordanzkoeffizient	641
27.5	Goodman & Kruskals Gamma als Zusammenhangsmaß für geordnete Kontingenztabellen	644

28	Maße der praktischen Signifikanz	648
28.1	Einführung in das Problem	648
28.2	Allgemeine Definition der Effektgrößenmaße	649
28.3	Bestimmung der Effektgröße (BdE) im Fall von drei oder mehr unabhängigen Stichproben	650
28.4	BdE im Fall von zwei unabhängigen Stichproben	653
28.5	BdE bei zweifaktoriellen Plänen mit unabhängigen Stichproben	655
28.6	BdE im Fall von drei oder mehr abhängigen Stichproben	660
28.7	BdE im Fall von zwei abhängigen Stichproben	664
28.8	Bestimmung der Effektgröße bei Vorliegen von Rangdaten	666
28.8.1	BdE im Fall von drei oder mehr unabhängigen Stichproben	666
28.8.2	BdE im Fall von zwei unabhängigen Stichproben	669
28.8.3	BdE im Fall von zwei abhängigen Stichproben	672
28.9	Aspekte des Einsatzes von Maßen der Effektgröße	673
29	Die Kontrolle des Fehlers II. Art	677
29.1	Faktoren, die das Fehler-II-Risiko beeinflussen	677
29.1.1	Der Unterschied zwischen dem wahren und dem in der Nullhypothese behaupteten Parameterwert	677
29.1.2	Die Größe des Fehler-I-Risikos (Wahl von α)	678
29.1.3	Zweiseitiges vs. einseitiges Testen	679
29.1.4	Der Umfang der Stichprobe(n)	680
29.1.5	Die Art des Versuchsplans	682
29.2	Festlegung der Power beim Test der Hypothesen » $\mu_1 = \mu_2$ « und » $\mu = a$ «	682
29.2.1	T-Test für unabhängige Stichproben	684
29.2.2	T-Test für abhängige Stichproben	687
29.2.3	Ein-Stichproben T-Test	688
29.2.4	Annahme ("Beweis") der Nullhypothese	688
29.3	Festlegung der Power bei der einfaktoriellen Varianzanalyse	690
29.4	Festlegung der Power bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse	692
29.5	Abschließende Bemerkungen	694

TABELLEN

[A]	Griechisches Alphabet	695
[B]	Zufallszahlen (0-9)	696
[C]	Standardnormalverteilung (Flächenanteile links von Z)	698
[D]	Kritische Werte der Standardnormalverteilung	700
[E]	Kritische Werte der T-Verteilung	701
[F]	Kritische Werte der F-Verteilung ($FG_1 \leq 15$)	704
[G]	Kritische Werte der F-Verteilung ($FG_1 \geq 16$)	710

[H]	Kritische Werte des studentisierten Range	711
[I]	Kritische Werte der χ^2 -Verteilung	714
[J]	Kritische Werte für den F_{\max} -Test	716
[K]	Kritische Werte für den Cochran-JV-Test	717
[L]	Kritische Werte zur Prüfung von Korrelationskoeffizienten über die T-Verteilung	718
[M]	Fishers Transformation von π in Z_{π}	721
[N]	Kritische Werte des Spearman Rangkorrelationskoeffizienten r_s	722
[O]	Prüfung von Kendalls Tau: Kritische Werte von S	723
[P]	Exakte Wahrscheinlichkeiten der Binomialverteilung ($n = 2-25$; $\pi = 0,05-0,50$)	724
[Q]	Konfidenzintervalle für der Parameter einer Binomialverteilung	731
[R]	Kritische Grenzen der Binomialverteilung $B(n;0,5)$	734
[S]	Exakte Wahrscheinlichkeiten der hypergeometrischen Verteilung ($N = 2-20$)	735
[T1]	Kritische Werte der Kolmogorow-Statistik	765
[T2]	Kritische Werte der Lilliefors-Statistik	766
[T3]	Kritische Werte der Smirnow-Statistik ($n_1 = n_2$)	767
[T4]	Kritische Werte der Smirnow-Statistik ($n_1 \neq n_2$)	768
[U]	Kritische untere Grenzen der Wilcoxon-Rangsummenstatistik	770
[V]	Normalränge	775
[W]	Exakte kumulierte Wahrscheinlichkeiten für ausgewählte Werte der Kruskal-Wallis-H-Statistik	777
[X1]	Exakte kumulierte Wahrscheinlichkeiten der Wilcoxon-Vorzeichen- Rangstatistik	779
[X2]	Kritische Grenzen für den Vorzeichen-Rangtest von Wilcoxon	783
[Y]	Exakte kumulierte Wahrscheinlichkeiten der Friedman-Statistik	786
[Z1]	Stichprobenumfänge, die beim T-Test zur Erreichung einer bestimmten Power benötigt werden	789
[Z2]	Stichprobenumfänge, die bei der Varianzanalyse zur Erreichung einer bestimmten Power benötigt werden	790

LITERATURVERZEICHNIS	792
--------------------------------	-----

SYMBOLVERZEICHNIS [a/A - Z/Z]	818
---	-----

SYMBOLVERZEICHNIS [α/A - ω/Q]	826
---	-----

SACHVERZEICHNIS	829
---------------------------	-----