

Holger Wilker

Band 1

Systemoptimierung in der Praxis

Teil 1 - Leitfaden zur statistischen Versuchsauswertung

Mit 144 Abbildungen, 91 Tabellen, 58 Beispielen

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
2. Mathematische Grundlagen	3
2.1. Verteilungsparameter	3
2.1.1. Spannweite	3
2.1.2. Arithmetischer Mittelwert	4
2.1.3. Geometrischer Mittelwert	4
2.1.4. Harmonischer Mittelwert	4
2.1.5. Median	5
2.1.6. Modalwert	5
2.1.7. Varianz	6
2.1.8. Standardabweichung	7
2.2. Verteilungsdichte	7
2.3. Verteilungsfunktion	11
2.4. Wahrscheinlichkeitsverteilungen	16
2.4.1. Stetige Verteilungen	16
2.4.1.1. Normalverteilung	16
2.4.1.2. Logarithmische Normalverteilung	28
2.4.1.3. Exponentialverteilung	30
2.4.1.4. Weibull-Verteilung	33
2.4.2. Diskrete Verteilungen	37
2.4.2.1. Binomialverteilung	37
2.4.2.2. Multinomialverteilung	44
2.4.2.3. Hypergeometrische Verteilung	46
2.4.2.4. Poisson-Verteilung	49
2.4.2.5. Approximation durch eine Normalverteilung	51
2.4.2.5.1. für die Binomialverteilung	52
2.4.2.5.2. für die Hypergeometrische Verteilung	53
2.4.2.5.3. für die Poisson-Verteilung	55

3. Stichprobenanalyse	59
3.1. Stichprobenverteilungen	59
3.1.1. für den Mittelwert	60
3.1.1.1. bei bekannter Varianz	60
3.1.1.1.1. endliche Grundgesamtheiten	62
3.1.1.1.2. unendliche Grundgesamtheiten	66
3.1.1.2. bei unbekannter Varianz	71
3.1.2. für die Differenz zweier Mittelwerte	73
3.1.3. für die Varianz	75
3.1.4. für den Quotienten zweier Varianzen	76
3.1.5. für diskrete Anteile	77
3.1.5.1. bei bekannter Varianz	77
3.1.5.1.1. endliche Grundgesamtheiten	78
3.1.5.1.2. unendliche Grundgesamtheiten	78
3.1.5.2. bei unbekannter Varianz	79
3.1.5.2.1. endliche Grundgesamtheiten	79
3.1.5.2.2. unendliche Grundgesamtheiten	79
3.2. Prüfverteilungen	80
3.2.1. t -Verteilung	81
3.2.2. χ^2 -Verteilung	84
3.2.3. F -Verteilung	86
3.2.4. Äquivalenz der Prüfverteilungen	91
3.3. Vertrauensintervalle	91
3.3.1. für normalverteilte Grundgesamtheiten	95
3.3.1.1. für den Mittelwert bei bekannter Varianz	95
3.3.1.1.1. endliche Grundgesamtheiten	98
3.3.1.1.2. unendliche Grundgesamtheiten	99
3.3.1.2. für den Mittelwert bei unbekannter Varianz	106
3.3.1.2.1. endliche Grundgesamtheiten, $n > 30$	106
3.3.1.2.2. unendliche Grundgesamtheiten, $n > 30$	108
3.3.1.2.3. endliche Grundgesamtheiten, $n \leq 30$	109
3.3.1.2.4. unendliche Grundgesamtheiten, $n \leq 30$	111
3.3.1.3. für die Differenz zweier Erwartungswerte	116
3.3.1.4. für die Varianz	120
3.3.1.4.1. bei bekanntem Mittelwert	120
3.3.1.4.2. bei unbekanntem Mittelwert	121
3.3.2. für stetige, unbekannte Verteilungen	123
3.3.2.1. für den Mittelwert	123

3.3.2.1.1.	bei bekannter Varianz, $n > 30$	123
3.3.2.1.2.	bei unbekannter Varianz, $n > 30$	126
3.3.2.2.	für den Median	130
3.3.3.	für diskrete Verteilungen	134
3.3.3.1.	endliche Grundgesamtheiten	135
3.3.3.2.	unendliche Grundgesamtheiten	137
4.	Testverfahren	141
4.1.	Aufbau von Testverfahren	141
4.1.1.	Hypothese und Alternativhypothese	141
4.1.2.	Testfunktion	144
4.1.3.	Annahme- und Ablehnungsbereich	144
4.1.4.	Signifikanzniveau	147
4.1.5.	Testentscheidung	148
4.1.6.	Fehlentscheidungen	149
4.1.7.	Trennschärfe	160
4.1.8.	Testablauf	163
4.2.	Parametertests	164
4.2.1.	für das arithmetische Mittel	164
4.2.1.1.	bei bekannter Streuung σ^2	164
4.2.1.2.	bei unbekannter Streuung σ^2	167
4.2.2.	für Differenzen von zwei Mittelwerten	172
4.2.2.1.	bei bekannter Streuung σ_1^2, σ_2^2	172
4.2.2.2.	bei unbekannter Streuung $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	174
4.2.2.3.	bei unbekannter Streuung $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	177
4.2.3.	für Differenzen von mehreren Mittelwerten bei unbekann- ten Streuungen $\sigma_{i=1} = \sigma_{i=2} = \dots = \sigma_{i=j}$	178
4.2.4.	für die Varianz	179
4.2.4.1.	bei bekanntem Mittelwert	180
4.2.4.2.	bei unbekanntem Mittelwert	180
4.2.5.	für den Vergleich zweier Varianzen	182
4.2.6.	für einen Anteilswert	185
4.2.7.	für den Vergleich zweier Anteilswerte	188
4.3.	Verteilungsfreie Parametertests	190
4.3.1.	Vorzeichentest	190
4.3.2.	Approximativer U-Test	193
4.4.	Homogenitätstests	198
4.4.1.	χ^2 -Homogenitätstest	198

4.4.2.	Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest	200
4.5.	Unabhängigkeitstests	202
4.5.1.	χ^2 -Unabhängigkeitstest	202
4.5.2.	Exakter Fisher-Yates-Test	205
4.6.	Anpassungstests	208
4.6.1.	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest	208
4.6.2.	χ^2 -Anpassungstest	211
4.6.3.	Test auf Normalverteilung	217
4.7.	Ausreissertest	221
4.8.	Toleranzintervalle	223
5.	Erforderlicher Stichprobenumfang	226
5.1.	für die Schätzung eines Mittelwertes	226
5.1.1.	bei bekannter Varianz, $n > 30$	226
5.1.1.1.	für endliche Grundgesamtheiten	227
5.1.1.2.	für unendliche Grundgesamtheiten	235
5.1.2.	bei unbekannter Varianz, $n > 30$	237
5.1.2.1.	für endliche Grundgesamtheiten	239
5.1.2.2.	für unendliche Grundgesamtheiten	240
5.1.3.	bei (un-) bekannter Varianz, $n \leq 30$	242
5.1.3.1.	für endliche Grundgesamtheiten	243
5.1.3.2.	für unendliche Grundgesamtheiten	248
5.2.	für die Schätzung eines Anteilwertes	256
5.2.1.	für endliche Grundgesamtheiten	256
5.2.2.	für unendliche Grundgesamtheiten	265
5.2.3.	Einfluß der Parameter N, ε, α	267
5.3.	für den Nachweis einer Mittelwertverschiebung	268
5.3.1.	einseitiger Vertrauensbereich	268
5.3.2.	zweiseitiger Vertrauensbereich	270
5.4.	für den Nachweis einer Varianzverschiebung	281
5.4.1.	einseitiger Vertrauensbereich	281
5.4.2.	zweiseitiger Vertrauensbereich	289
5.5.	für den Nachweis einer Mittelwertdifferenz	297
5.5.1.	einseitiger Vertrauensbereich	297
5.5.2.	zweiseitiger Vertrauensbereich	302
5.6.	für den Nachweis einer Varianzdifferenz	306
5.6.1.	einseitiger Vertrauensbereich	310
5.6.2.	zweiseitiger Vertrauensbereich	310

6. Regressionsanalyse	318
6.1. Einfache lineare Regressionsanalyse	318
6.1.1. Methode der kleinsten Quadrate	319
6.1.2. Bestimmtheitsmaß	324
6.1.3. Beurteilung der Residuen	332
6.1.4. Vertrauensintervall für die Regressionssteigung α	334
6.1.5. Vertrauensintervall für den Mittelwert $\mu_y(x)$	339
6.1.6. Vertrauensintervall für den Achsenabschnitt β	341
6.1.7. Prognose für Einzelwerte $y_P(x)$	342
6.2. Multiple Regressionsanalyse	347
6.2.1. Methode der kleinsten Quadrate	349
6.2.2. Bestimmtheitsmaß	352
6.2.3. Vertrauensintervall für den Regressionskoeffizienten β	361
6.2.3.1. bei bekannter Varianz σ^2	361
6.2.3.2. bei unbekannter Varianz σ^2	362
6.2.4. Vertrauensintervall für den Erwartungswert $E(y_0)$	363
6.2.4.1. bei bekannter Varianz σ^2	363
6.2.4.2. bei unbekannter Varianz σ^2	363
6.2.5. Prognoseintervall für Einzelwerte $y_P(x_{0k})$	364
6.2.5.1. bei bekannter Varianz σ^2	364
6.2.5.2. bei unbekannter Varianz σ^2	364
6.2.6. Testverfahren	364
6.2.6.1. Globaler F -Test	365
6.2.6.2. Lokaler t -Test	366
6.2.6.3. Partieller t -Test für Parametergruppen	366
6.3. Aufbau des Regressionsmodells	367
6.4. Transformation von Versuchsergebnissen	370
7. Varianzanalyse	375
7.1. Einfaktorielle Varianzanalyse	376
7.2. Zweifaktorielle Varianzanalyse	385
A. Standardisierte Normalverteilung	394
B. Median-Werte	398
C. Binomialverteilung	403
D. Hypergeometrische Verteilung	408

E. Poissonverteilung	419
F. t -Verteilung	425
G. χ^2 -Verteilung	428
H. F -Verteilung	430
I. Test auf Ausreisser	441
J. Verteilungsunabhängige Toleranzgrenzen	442
K. Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest	444
L. Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest	448
M. U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney	450

Abbildungsverzeichnis

2.1. Lage von Mittelwert, Median und Modalwert einer linkssymmetrischen Verteilungsfunktion.	6
2.2. Beobachtungen durchgeführter Versuche.	8
2.3. Histogramm der relativen Häufigkeiten h_{rel}	9
2.4. Empirische Dichtefunktion $f^*(x)$ der relativen Häufigkeiten h_{rel}	10
2.5. Dichtefunktion $f(x)$ der relativen Häufigkeiten h_{rel}	10
2.6. Empirische Verteilungsfunktion $F^*(x)$ der relativen Häufigkeiten h_{rel}	12
2.7. Verteilungsdichtefunktion $F(x)$ der relativen Häufigkeiten h_{rel}	12
2.8. Histogramm der relativen Häufigkeiten und zugehörige empirische Dichtefunktion $f^*(x)$	16
2.9. Histogramm der Summenhäufigkeiten und zugehörige empirische Verteilungsfunktion $F^*(x)$	17
2.10. Verlauf der Dichtefunktion $f_N(x)$ für die Normalverteilung mit dem Mittelwert $\mu = 4$ und den Standardabweichungen $\sigma = 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5, 1,75, 2,0$	19
2.11. Verlauf der Verteilungsfunktion $F_N(x)$ für die Normalverteilung mit dem Mittelwert $\mu = 4$ und den Standardabweichungen $\sigma = 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5, 1,75, 2,0$	20
2.12. Verlauf der Dichte- und Verteilungsfunktion für die standardisierte Normalverteilung mit dem Mittelwert $\mu = 0$ und der Standardabweichung $\sigma = 1$	22
2.13. Verlauf der Dichtefunktion bei der Lognormalverteilung.	29
2.14. Verlauf der Verteilungsfunktion bei der Lognormalverteilung.	29
2.15. Verlauf der Dichtefunktion bei der Exponentialverteilung.	31
2.16. Verlauf der Verteilungsfunktion bei der Exponentialverteilung.	31
2.17. Verlauf der Ausfallrate λ als Funktion der Ausfallsteilheit b im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	34

2.18. Verlauf der Dichtefunktion bei der Weibull-Verteilung für unterschiedliche Ausfallsteilheiten b mit $t_0 = 0$, $T = 1$	35
2.19. Verlauf der Verteilungsfunktion bei der Weibull-Verteilung für unterschiedliche Ausfallsteilheiten b mit $t_0 = 0$, $T = 1$	36
3.1. Wahrscheinlichkeit $P(\bar{X} < 850 \text{ h})$ mit $E(\bar{X}) = 1000 \text{ h}$, $\sigma(\bar{X}) = 51,124 \text{ h}$, $n = 8$, $\frac{n}{N} \geq 0,05$	64
3.2. Wahrscheinlichkeit $P(\bar{X} > 1100 \text{ h})$ mit $E(\bar{X}) = 1000 \text{ h}$, $\sigma(\bar{X}) = 35,887 \text{ h}$, $n = 15$, $\frac{n}{N} \geq 0,05$	65
3.3. Wahrscheinlichkeit $P(950 \text{ h} < \bar{X} < 1150 \text{ h})$ mit $E(\bar{X}) = 1000 \text{ h}$, $\sigma(\bar{X}) = 47,937 \text{ h}$, $n = 9$, $\frac{n}{N} < 0,05$	66
3.4. Wahrscheinlichkeit $P(\bar{X} < 850 \text{ h})$ mit $E(\bar{X}) = 1000 \text{ h}$, $\sigma(\bar{X}) = 53,033 \text{ h}$, $n = 8$, $\frac{n}{N} < 0,05$	70
3.5. Wahrscheinlichkeit $P(\bar{X} > 1100 \text{ h})$ mit $E(\bar{X}) = 1000 \text{ h}$, $\sigma(\bar{X}) = 38,73 \text{ h}$, $n = 15$, $\frac{n}{N} < 0,05$	71
3.6. Wahrscheinlichkeit $P(950 \text{ h} < \bar{X} < 1150 \text{ h})$ mit $E(\bar{X}) = 1000 \text{ h}$, $\sigma(\bar{X}) = 50,00 \text{ h}$, $n = 9$, $\frac{n}{N} < 0,05$	72
3.7. Wahrscheinlichkeit für $P(d > 15 \text{ Monate})$ mit $E(D) = 12 \text{ Monate}$, $\sigma(D) = 2,644 \text{ Monate}$	75
3.8. Wahrscheinlichkeitsdichte der $N(0; 1)$ - und t -Verteilung für unterschiedliche Freiheitsgrade f	82
3.9. Wahrscheinlichkeitsdichte der χ^2 -Verteilung für unterschiedliche Freiheitsgrade f	85
3.10. Wahrscheinlichkeitsdichte der F -Verteilung für unterschiedliche Freiheitsgrade f_1, f_2	87
3.11. Wahrscheinlichkeitsdichte der $F_{5;7;0,05}$ -Verteilung für das einseitige Intervall.	90
3.12. Wahrscheinlichkeitsdichte der $F_{5;7;0,10}$ -Verteilung für das zweiseitige Intervall.	90
3.13. Wahrscheinlichkeitsdichte einer Prüfverteilung für ein einseitiges, linksoffenes Intervall mit der Intervallgrenze x_o	93
3.14. Wahrscheinlichkeitsdichte einer Prüfverteilung für ein einseitiges, rechtsoffenes Intervall mit der Intervallgrenze x_u	94
3.15. Wahrscheinlichkeitsdichte einer Prüfverteilung für ein geschlossenes Intervall mit den Intervallgrenzen x_u, x_o	95
3.16. Verteilungsfunktion einer Prüfverteilung mit dem Vertrauensintervall $[x_u, x_o]$	96

3.17. Aufbau eines Vertrauensintervalls für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ und einem Quantilswert $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1,645$	96
4.1. Schematischer Aufbau eines Hypothesentests.	143
4.2. Konstruktion des Annahmebereiches für $H_0 : \mu \leq \mu_0$	145
4.3. Konstruktion des Annahmebereiches für $H_0 : \mu \geq \mu_0$	146
4.4. Konstruktion des Annahmebereiches für $H_0 : \mu = \mu_0$	147
4.5. Graphische Darstellung des Fehlers 1. Art und 2. Art für $H_0 : \mu \geq \mu_0$ und $H_0 : \mu \leq \mu_0$ mit $\mu_1 < \mu_0 < \mu_2$	150
4.6. Graphische Darstellung des Fehlers 1. Art und 2. Art für $H_0 : \mu = \mu_0$ mit $\mu_1 < \mu_0$ bei kleiner Differenz $d = \mu_1 - \mu_0 $	151
4.7. Graphische Darstellung des Fehlers 1. Art und 2. Art für $H_0 : \mu = \mu_0$ mit $\mu_1 < \mu_0 < \mu_2$ bei zunehmender Differenz $d = \mu_1 - \mu_0 $	151
4.8. Graphische Darstellung des Fehlers 1. Art und 2. Art für $H_0 : \mu \geq \mu_0$ mit $\mu_1 < \mu_0$	158
4.9. Graphischer Zusammenhang von Trennschärfe, Fehler 1. Art und Fehler 2. Art sowie dem kritischen Wert der Prüfgröße.	161
4.10. Darstellung einer Stichprobenverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz für Normalverteilungen.	221
5.1. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 100$ in Einheiten von σ bzw. s	229
5.2. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 200$ in Einheiten von σ bzw. s	230

- 5.3. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 500$ in Einheiten von σ bzw. s 231

- 5.4. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 100$ in Einheiten von σ bzw. s 232

- 5.5. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 200$ in Einheiten von σ bzw. s 233

- 5.6. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 500$ in Einheiten von σ bzw. s 234

- 5.7. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$ für unterschiedliche Irrtumswahrscheinlichkeiten α in Einheiten von σ bzw. s 236

- 5.8. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei bekannter bzw. geschätzter Varianz σ bzw. s , einer Stichprobenentnahme von $n > 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/\sigma$ bzw. $\Delta\mu/s$ für unterschiedliche Irrtumswahrscheinlichkeiten α in Einheiten von σ bzw. s 238
- 5.9. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 50$ in Einheiten von s 245
- 5.10. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 100$ in Einheiten von s 246
- 5.11. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 200$ in Einheiten von s 247
- 5.12. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 50$ in Einheiten von s 249
- 5.13. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 100$ in Einheiten von s 250

5.14. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$, unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und einer endlichen Grundgesamtheit von $N = 200$ in Einheiten von s	251
5.15. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$ und unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α in Einheiten von s	253
5.16. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Mittelwertes bei geschätzter Varianz s , einer Stichprobenentnahme von $n \leq 30$ und zweiseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Verhältnis $\Delta\mu/s$ und unterschiedlichen Irrtumswahrscheinlichkeiten α in Einheiten von s	255
5.17. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Anteilwertes einer endlichen Grundgesamtheit in Abhängigkeit vom Anteilwert \hat{p} und der Genauigkeit ε für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ und einer endlichen Grundgesamtheit $N = 500$	259
5.18. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Anteilwertes einer endlichen Grundgesamtheit in Abhängigkeit von der Grundgesamtheit N und der Genauigkeit ε für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ und einem Anteilwert $\hat{p} = 0,5$	260
5.19. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Anteilwertes einer endlichen Grundgesamtheit in Abhängigkeit von der Irrtumswahrscheinlichkeit α (aufgetragen sind die korrespondierenden Quantilswerte z_α) und des Anteilwertes \hat{p} für eine Grundgesamtheit $N = 500$ und der Genauigkeit $\varepsilon = 0,1$.	261
5.20. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Anteilwertes einer unendlichen Grundgesamtheit bei einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Anteilwert \hat{p} und der Genauigkeit ε für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$.	262

-
- 5.21. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Anteilswertes einer unendlichen Grundgesamtheit bei einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Anteilswert \hat{p} und der Genauigkeit ε für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ 263
- 5.22. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für die Schätzung eines Anteilswertes einer unendlichen Grundgesamtheit bei einseitiger Fragestellung in Abhängigkeit vom Anteilswert \hat{p} und der Genauigkeit ε für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ 264
- 5.23. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für eine nachzuweisende Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei einseitiger Fragestellung in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ 271
- 5.24. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für eine nachzuweisende Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei einseitiger Fragestellung in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ 272
- 5.25. Mindest erforderlicher Stichprobenumfang n für eine nachzuweisende Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei einseitiger Fragestellung in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ 273
- 5.26. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ in Einheiten von der Standardabweichung s sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei einseitiger Fragestellung. 274
- 5.27. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ in Einheiten von der Standardabweichung s sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei einseitiger Fragestellung. 275
- 5.28. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ in Einheiten von der Standardabweichung s sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei einseitiger Fragestellung. 276

-
- 5.29. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für eine nachzuweisende Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei zweiseitiger Fragestellung in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ 278
- 5.30. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für eine nachzuweisende Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei zweiseitiger Fragestellung in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ 279
- 5.31. Mindestforderlicher Stichprobenumfang n für eine nachzuweisende Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei zweiseitiger Fragestellung in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ 280
- 5.32. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ in Einheiten von der Standardabweichung s sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei zweiseitiger Fragestellung. 282
- 5.33. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ in Einheiten von der Standardabweichung s sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei zweiseitiger Fragestellung. 283
- 5.34. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertverschiebung $\Delta\mu$ in Einheiten von der Standardabweichung s sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei zweiseitiger Fragestellung. 284
- 5.35. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzverschiebung $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei einseitiger Fragestellung. 286
- 5.36. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzverschiebung $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei einseitiger Fragestellung. 287

-
- 5.37. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzverschiebung $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei einseitiger Fragestellung. 288
- 5.38. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion des nachzuweisenden Streuungsverhältnisses $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei einseitiger Fragestellung. 290
- 5.39. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion des nachzuweisenden Streuungsverhältnisses $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei einseitiger Fragestellung. 291
- 5.40. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion des nachzuweisenden Streuungsverhältnisses $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei einseitiger Fragestellung. 292
- 5.41. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzverschiebung $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei zweiseitiger Fragestellung. 294
- 5.42. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzverschiebung $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei zweiseitiger Fragestellung. 295
- 5.43. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzverschiebung $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei zweiseitiger Fragestellung. 296
- 5.44. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion des nachzuweisenden Streuungsverhältnisses $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei zweiseitiger Fragestellung. 298
- 5.45. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion des nachzuweisenden Streuungsverhältnisses $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei zweiseitiger Fragestellung. 299

5.46. Graphischer Verlauf der Trennschärfe $(1 - \beta)$ als Funktion des nachzuweisenden Streuungsverhältnisses $(\sigma_1/\sigma_0)^2$ sowie des Stichprobenumfangs n für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei zweiseitiger Fragestellung.	300
5.47. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertdifferenz $(\mu_1 - \mu_2)$ in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei einseitiger Fragestellung.	303
5.48. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertdifferenz $(\mu_1 - \mu_2)$ in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei einseitiger Fragestellung.	304
5.49. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertdifferenz $(\mu_1 - \mu_2)$ in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei einseitiger Fragestellung.	305
5.50. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertdifferenz $(\mu_1 - \mu_2)$ in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei zweiseitiger Fragestellung.	307
5.51. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertdifferenz $(\mu_1 - \mu_2)$ in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei zweiseitiger Fragestellung.	308
5.52. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Mittelwertdifferenz $(\mu_1 - \mu_2)$ in Einheiten der Standardabweichung s in Abhängigkeit von unterschiedlichen β -Werten und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei zweiseitiger Fragestellung.	309
5.53. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzdifferenz $(\sigma_1/\sigma_2)^2$ für unterschiedliche β -Werte und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei einseitiger Fragestellung.	311

5.54. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzdifferenz $(\sigma_1/\sigma_2)^2$ für unterschiedliche β -Werte und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei einseitiger Fragestellung.	312
5.55. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzdifferenz $(\sigma_1/\sigma_2)^2$ für unterschiedliche β -Werte und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei einseitiger Fragestellung.	313
5.56. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzdifferenz $(\sigma_1/\sigma_2)^2$ für unterschiedliche β -Werte und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ bei zweiseitiger Fragestellung.	315
5.57. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzdifferenz $(\sigma_1/\sigma_2)^2$ für unterschiedliche β -Werte und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ bei zweiseitiger Fragestellung.	316
5.58. Graphischer Verlauf des Stichprobenumfangs n als Funktion der nachzuweisenden Varianzdifferenz $(\sigma_1/\sigma_2)^2$ für unterschiedliche β -Werte und einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,10$ bei zweiseitiger Fragestellung.	317
6.1. Ermittlung einer Schätzgeraden durch vorhandene Meßpunkte mittels der Methode der kleinsten Quadrate.	320
6.2. Graphischer Zusammenhang zwischen der Anzahl zu montierender Bauteile n und einer erforderlichen Montagezeit y mittels der Regressionsgeraden $\hat{y} = 1,2906x + 58,368$ sowie einer ausreisserbedingten Regressionsgeraden $\hat{y} = -0,07x + 118,04$	325
6.3. Graphische Darstellung einer Meßreihe, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r \approx 0$ entspricht.	328
6.4. Graphische Darstellung einer Meßreihe, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r > 0$ entspricht.	328
6.5. Graphische Darstellung einer Meßreihe, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r < 1$ entspricht.	329
6.6. Graphische Darstellung zweier Meßreihen, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r \approx 1$ bzw. $r \approx -1$ entsprechen.	329
6.7. Graphische Darstellung zweier Meßreihen, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r = 1$ bzw. $r = -1$ entsprechen.	330

6.8. Graphische Darstellung einer Meßreihe mit nichtlinearem Verlauf, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r \approx -0,995$ entspricht.	330
6.9. Graphische Darstellung einer Meßreihe mit nichtlinearem Verlauf, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r \approx -0,915$ entspricht.	331
6.10. Graphische Darstellung einer Meßreihe mit nichtlinearem Verlauf, welche einem Korrelationskoeffizienten von $r \approx 0,03$ entspricht.	332
6.11. Graphischer Zusammenhang zwischen dem Durchmesser x_i und einer Leckkage y_i mit der Regressionsgeraden $\hat{y} = 0,6096x + 0,2768$ und dem Korrelationskoeffizienten $r = 0,9807$	334
6.12. Graphische Darstellung von Residuen als Funktion einer Einflußgröße x bei zufälligen Abweichungen vom verwendeten Regressionsmodell.	335
6.13. Graphische Darstellung von Residuen als Funktion einer Einflußgröße x und einer unzureichenden Beschreibung der Linearität durch das Regressionsmodell.	336
6.14. Graphische Darstellung von Residuen als Funktion der Versuchsnummer i ohne erkennbaren Trend.	336
6.15. Graphische Darstellung von Residuen als Funktion der Versuchsnummer i mit tendenziellem Verlauf.	337
6.16. Graphische Darstellung von Residuen als Funktion des Zielwertes \hat{y} ohne erkennbare Veränderung der Standardabweichung.	337
6.17. Graphische Darstellung von Residuen als Funktion des Zielwertes \hat{y} mit vorhandener Abhängigkeit der Standardabweichung vom Zielwert \hat{y}	338
6.18. Graphische Darstellung der Schätzwerte $\hat{\alpha}$ und $\hat{\beta}$ für eine mögliche Regressionsgerade.	339
6.19. Graphische Darstellung der Abhängigkeit von der Breite des Definitionsbereiches und den resultierenden Steigungen möglicher Regressionsgeraden $\hat{y}_1, \hat{y}_2, \hat{y}_3, \hat{y}_4$	340
6.20. Graphische Darstellung der Abhängigkeit zwischen dem Mittelwert $\mu_y(x)$, der Verteilung der y -Werte für einen beliebigen x -Wert und dem zugehörigen Vertrauensbereich.	341
6.21. Graphische Darstellung des Vertrauensbereiches für den Achsenabschnittskoeffizienten β	342

- 6.22. Graphische Darstellung des Vertrauensbereiches für den Mittelwert $\mu_y(x)$ der Verteilung der y -Werte für einen beliebigen x -Wert und des Prognosebereiches für einen Einzelwert $y_P(x)$. . . 343
- 6.23. Graphische Darstellung einer Regressionsgeraden \hat{y} , des Vertrauensbereiches für die Regressionssteigung α , für den Regressionsmittelwert $\mu_y(x)$, für den Achsenabschnitt β und des Prognoseintervalls eines Einzelwertes $y_P(x)$ 348
- 6.24. Graphische Darstellung einer Regressionsebene, der Regressionswerte und der Beobachtungswerte. 350
- 6.25. Punktwolke mit degressiv fallendem Verlauf. 372
- 6.26. Punktwolke mit progressiv steigendem Verlauf. 372
- 6.27. Punktwolke mit progressiv fallendem Verlauf. 373
- 6.28. Punktwolke mit degressiv steigendem Verlauf. 374
- D.1. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl¹ von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 0$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 408
- D.2. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 1$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 409
- D.3. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 2$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 410
- D.4. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 3$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 411

- D.5. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 4$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 412
- D.6. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 5$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 413
- D.7. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 10$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 100$ in der Grundgesamtheit. 414
- D.8. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 0$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 1000$ in der Grundgesamtheit. 415
- D.9. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 1$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 1000$ in der Grundgesamtheit. 416
- D.10. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 2$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 1000$ in der Grundgesamtheit. 417
- D.11. Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t) = \binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x} / \binom{N}{n}$ für einen Stichprobenumfang n , einer ganzzahligen Anzahl von in der Stichprobe ausgefallener Einheiten $x = 3$, einer Anzahl defekter Einheiten M in der Grundgesamtheit sowie der Gesamtanzahl von Einheiten $N = 1000$ in der Grundgesamtheit. 418

Tabellenverzeichnis

2.1. Aufsteigend sortierte Stichprobe von durchgeführten Längenmessungen.	13
2.2. Ausgesuchte Schranken der Standardnormalverteilung für die einseitige und zweiseitige Fragestellung	24
2.3. Kummulierte Wahrscheinlichkeiten der numerisch ermittelten binomialen und approximativ normalverteilten Verteilungsfunktion in Abhängigkeit von der Höchstanzahl defekter Produkte x mit $n = 100; p = 0,15; \mu = 15; \sigma = 3,5707$	54
2.4. Kummulierte Wahrscheinlichkeiten der numerisch ermittelten hypergeometrischen und approximativ normalverteilten Verteilungsfunktion in Abhängigkeit von der Höchstanzahl defekter Produkte x mit $n = 100; M = 150; N = 1000; \mu = 15; \sigma = 3,389$	56
2.5. Kummulierte Wahrscheinlichkeiten der numerisch ermittelten poissonverteilten und approximativ normalverteilten Verteilungsfunktion in Abhängigkeit von der Höchstanzahl zu fertigenden Produkte x mit $\mu = 13; \sigma = 3,606$	58
3.1. Fertigungszeiten für ein gegebenes Produkt von vier verschiedenen Werkzeugmaschinen.	80
4.1. Entscheidungen des Hypothesentests basierend auf der Stichprobe eines eingesetzten Testverfahrens.	150
4.2. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Mittelwert μ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei bekannter Varianz σ^2	165
4.3. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Mittelwert μ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekannter Varianz σ^2	168

4.4. Ablehnungsbereiche und kritisches Stichprobenmittel \bar{x}_{krit} für ermittelte Stichprobenmittel in Abhängigkeit vom Signifikanzniveau.	170
4.5. Wahrscheinlichkeiten für den Fehler 2. Art (β -Fehler) in Abhängigkeit vom Signifikanzniveau.	171
4.6. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Mittelwertvergleich $d = \mu_1 - \mu_2$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei bekannten Varianzen σ_1^2, σ_2^2	173
4.7. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Mittelwertvergleich $d = \mu_1 - \mu_2$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekanntem, als gleich vorausgesetzten Varianzen $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	175
4.8. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Mittelwertvergleich $d = \mu_1 - \mu_2$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekanntem, als ungleich vorausgesetzten Varianzen $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	177
4.9. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für die Varianz σ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei bekanntem Mittelwert μ	180
4.10. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für die Varianz σ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekanntem Mittelwert μ	181
4.11. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Vergleich der Varianzen s_1, s_2 zweier normalverteilter Stichproben mit den unbekanntem Parametern $\mu_1, \mu_2, \sigma_1^2, \sigma_2^2$	183
4.12. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Parameter p einer Binomialverteilung.	185
4.13. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Parameter p zweier Binomialverteilungen.	188
4.14. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Parameter \tilde{X} einer stetigen Verteilung mit dem Vorzeichentest.	191
4.15. Vorbereitung der Daten für den U -Test.	194
4.16. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich zweier Merkmale unabhängiger Stichproben aus stetigen Grundgesamtheiten mit vergleichbarer Verteilungsform für den approximativen U -Test.	196
4.17. Dimensionslose Wasserstoffverbrauchswerte von 4-Zylinder-Motoren gleichen Hubraums und gleicher Leistung bei unterschiedlicher Bauart für einen definierten Zeitraum.	197

4.18. Häufigkeitstabelle für den χ^2 -Homogenitätstest.	198
4.19. Feldversuchsergebnisse bzgl. der Bedienbarkeit eines technischen Produktes von voneinander unabhängigen Anwendern.	200
4.20. Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich zweier Merkmale unabhängiger Stichproben aus unbekanntem Grundgesamtheiten für den Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest.	201
4.21. Klassenabhängige Häufigkeitsverteilungen f_1, f_2 und empirische Verteilungsfunktionen \hat{F}_1, \hat{F}_2 sowie deren Differenzen $\hat{F}_1 - \hat{F}_2$ für den Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest.	202
4.22. Kontingenztafel der Produktqualität $n = 1, 2, 3$ in Abhängigkeit von verschiedenen Standorten ($m = 1, 2, 3, 4$)	204
4.23. Ermittlung der erwarteten Häufigkeit zu Tab. 4.22	205
4.24. Notation einer Vierfeldertafel für den exakten Fisher-Yates-Test.	206
4.25. Kontingenztafel von geplanten Investitionssteigerungen in Abhängigkeit der jeweiligen inländischen und ausländischen Unternehmen.	207
4.26. Ausgewählte $k_{n;1-\alpha}^A$ -Werte zum Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest.	209
4.27. Lebensdauer t_i , empirische Verteilungsfunktion $\hat{F}_n(t_i)$, Quantilswerte für die Standardnormalverteilung z_i und angenommene theoretische Verteilungsfunktion $F_0(t)$ zum Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest.	210
4.28. Lebensdauer t_i , empirische Verteilungsfunktion $\hat{F}_n(t_i)$, angenommene theoretische Verteilungsfunktion $F_0(t)$ und die Beträge der Differenzen $ \hat{F}_n(t_i) - F_0(t_i) $ zum Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest.	211
4.29. Bestimmung der Quantilswerte der Normalverteilung für eine obere Klassengrenze $t_{i,o}$	216
4.30. Ermittelte absolute Häufigkeiten B_i , erwartete relative Häufigkeiten P_i und erwartete absolute Häufigkeiten E_i	216
4.31. Quantilswerte z und prozentuale Werte der Verteilungsfunktion $F(z)$ der Standardnormalverteilung $N(0; 1)$	219
4.32. Stichprobenwerte x_i , relative Häufigkeit h_{rel} und die Summenhäufigkeit $H(n) = \sum_{i=1}^n h_{rel}(i)$ einer gegebenen Stichprobenverteilung nach Bsp. 2.1	220

6.1.	Bestimmungsgrößen zur Ermittlung der Regressionsgeraden für einen vermuteten linearen Zusammenhang zwischen der Anzahl zu montierender Kunststoffgetriebebauteile und der jeweils erforderlichen Montagezeit mittels der Methode der kleinsten Quadrate.	324
6.2.	Bestimmungsgrößen zur Ermittlung der Regressionsgeraden für den vermuteten linearen Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Ventildurchmessern und der jeweiligen Ölleckage mittels der Methode der kleinsten Quadrate.	333
6.3.	Bestimmungsgrößen zur Ermittlung der Regressionsgeraden eines vermuteten linearen Zusammenhangs zwischen dem Drahtdurchmesser einer Drehfeder und deren Lebensdauer mittels der Methode der kleinsten Quadrate.	344
6.4.	Partielle Korrelationskoeffizienten für ein multiples Regressionsmodell.	361
6.5.	Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für die Regressionskoeffizienten $\beta_1 = \beta_2, \dots, \beta_k$ einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekannter Varianz.	365
6.6.	Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für die Regressionskoeffizienten β_i einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekannter Varianz.	366
6.7.	Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für zwei Regressionskoeffizientengruppen β_1 und β_2 einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekannter Varianz.	368
6.8.	Linearisierende Transformationen und Bestimmung der Transformationsparameter.	371
7.1.	$n \times m$ -Ergebnismatrix mit n Stichproben und m Stichprobenelementen zur einfaktoriellen Varianzanalyse.	376
7.2.	Varianz-Zerlegungsfeld (ANOVA-Tabelle) für die einfaktorielle Varianzanalyse.	380
7.3.	Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Vergleich von mehr als zwei Varianzen normalverteilter Grundgesamtheiten (Bartlett-Test).	381
7.4.	Hypothesen, Prüfgröße und Ablehnungsbereich für den Vergleich von mehr als zwei Mittelwerten normalverteilter Grundgesamtheiten bei unbekannter Varianz.	382

7.5. Reißfestigkeiten von Seilzügen gleichen Durchmessers und gleicher Länge bei identischen Versuchsbedingungen von $n = 5$ verschiedenen Lieferanten.	384
7.6. ANOVA-Tabelle für die Reißfestigkeiten von Seilzügen gleichen Durchmessers und gleicher Länge bei identischen Versuchsbedingungen von $n = 5$ verschiedenen Lieferanten.	384
7.7. Mittelwert-Test nach Scheffé mit in Klammern gesetzten Schwellenwerten.	385
7.8. $n \times m$ -Ergebnistabelle für zwei Faktoren A, B und den Faktorstufen n, m zur zweifaktoriellen Varianzanalyse.	387
7.9. Varianz-Zerlegungsfeld (ANOVA-Tabelle) für die zweifaktorielle Varianzanalyse.	390
7.10. Hypothesen, Prüfgrößen und Ablehnungsbereiche für den Einfluß der Faktoren $A, B, A \times B$ normalverteilter Grundgesamtheiten bei unbekannter Varianz.	392
A.1. Summenfunktion der standardisierten Normalverteilung: $F_{SN}(z) = P(-\infty \leq Z \leq 0)$, einseitiges Intervall.	394
A.2. Summenfunktion der standardisierten Normalverteilung: $F_{SN}(z) = P(0 \leq Z \leq z)$, einseitiges Intervall.	395
A.3. Summenfunktion der standardisierten Normalverteilung: $F_{SN}(z) = P(-z \leq Z \leq z)$, zweiseitiges Intervall.	396
B.1. Median (50 %)-Werte in % für einen Stichprobenumfang $n = 1 \dots 10$ und der Ranggröße i	398
B.2. Median (50 %)-Werte in % für einen Stichprobenumfang $n = 11 \dots 20$ und der Ranggröße i	398
B.3. Median (50 %)-Werte in % für einen Stichprobenumfang $n = 21 \dots 30$ und der Ranggröße i	399
B.4. Median (50 %)-Werte in % für einen Stichprobenumfang $n = 31 \dots 40$ und der Ranggröße i	400
B.5. Rangzahl $k_{n;\alpha}$ zur Bestimmung des Vertrauensintervalls für den Median beliebig stetiger Verteilungen.	401
C.1. Dichtefunktion $f_B(x)$ der Binomialverteilung.	403
C.2. Verteilungsfunktion $F_B(x)$ der Binomialverteilung.	405
E.1. Dichtefunktion $f_P(x)$ der Poisson-Verteilung.	419
E.2. Verteilungsfunktion $F_P(x)$ der Poisson-Verteilung.	422

F.1.	Quantile der t -Verteilung für das einseitige Intervall.	425
F.2.	Quantile der t -Verteilung für das zweiseitige Intervall.	426
G.1.	Quantile der χ^2 -Verteilung.	428
H.1.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,90$ mit $f_1 = 1 - 13$, $f_2 = 2 - 1000$	430
H.2.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,90$ mit $f_1 = 14 - 30$, $f_2 = 2 - 1000$	432
H.3.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,95$ mit $f_1 = 1 - 13$, $f_2 = 2 - 1000$	433
H.4.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,95$ mit $f_1 = 14 - 30$, $f_2 = 2 - 1000$	434
H.5.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,975$ mit $f_1 = 1 - 13$, $f_2 = 2 - 1000$	435
H.6.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,975$ mit $f_1 = 14 - 30$, $f_2 = 2 - 1000$	436
H.7.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,99$ mit $f_1 = 1 - 13$, $f_2 = 2 - 1000$	437
H.8.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,99$ mit $f_1 = 14 - 30$, $f_2 = 2 - 1000$	438
H.9.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,995$ mit $f_1 = 1 - 13$, $f_2 = 3 - 1000$	439
H.10.	Quantile der F -Verteilung für $1 - \alpha = 0,995$ mit $f_1 = 14 - 30$, $f_2 = 3 - 1000$	440
I.1.	Kritische Werte des David-Hartley-Pearson-Tests.	441
J.1.	Mindestanteilswert $\gamma_{1-\alpha;n}$ im Toleranzintervall einer beliebig stetig verteilten Zufallsvariablen x	442
K.1.	Kritische Werte für den Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest $k_{n_1;n_2;1-\alpha}^H, n_1 = n_2$	444
K.2.	Kritische Werte für den Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest $k_{n_1;n_2;1-\alpha}^H, n_1 \neq n_2$	446
L.1.	Kritische Werte für den Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest $k_{n_1;n_2;1-\alpha}^A$	448

M.1. Kritische Werte für den U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney $U_{n_1;n_2;\alpha}$ für $\alpha = 0,005$ bzw. $\alpha/2 = 0,01$	450
M.2. Kritische Werte für den U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney $U_{n_1;n_2;\alpha}$ für $\alpha = 0,01$ bzw. $\alpha/2 = 0,02$	451
M.3. Kritische Werte für den U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney $U_{n_1;n_2;\alpha}$ für $\alpha = 0,025$ bzw. $\alpha/2 = 0,05$	451
M.4. Kritische Werte für den U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney $U_{n_1;n_2;\alpha}$ für $\alpha = 0,05$ bzw. $\alpha/2 = 0,10$	452
M.5. Kritische Werte für den U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney $U_{n_1;n_2;\alpha}$ für $\alpha = 0,10$ bzw. $\alpha/2 = 0,20$	452

Beispielverzeichnis

2.1. Ermittlung von Verteilungsparametern anhand einer Stichprobenprüfung.	13
2.2. Berechnung der Wahrscheinlichkeiten von normalverteilten Betriebszeiten für Akkumulatoren.	23
2.3. Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten für ausfallfreie Betriebszeiten elektronischer Komponenten mit exponentialverteilter Lebensdauer.	32
2.4. Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeiten von weibullverteilten Lebensdauern für Schwingungsdämpfer.	36
2.5. Herleitung der Dichte- und Verteilungsfunktion für die Binomialverteilung.	38
2.6. Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein defekter Transistoren in TFT-Monitoren mittels der Binomialverteilung.	42
2.7. Berechnung der Wahrscheinlichkeiten von unterschiedlichen Produktqualitäten mittels der Multinomialverteilung.	45
2.8. Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein defekter Druckminderer mit der hypergeometrischen Verteilung.	47
2.9. Berechnung der Wahrscheinlichkeit für die in diesem Buch möglicherweise vorhandenen Druckfehler mittels der Poisson-Verteilung.	50
2.10. Berechnung der binomialverteilten Wahrscheinlichkeit für die Funktionsfähigkeit eines technischen Produktes durch eine approximative Normalverteilung.	52
2.11. Berechnung der hypergeometrisch verteilten Wahrscheinlichkeit für die Funktionsfähigkeit eines technischen Produktes durch eine approximative Normalverteilung.	53
2.12. Berechnung der poissonverteilten Wahrscheinlichkeit für die Stückzahlen eines technischen Produktes durch eine approximative Normalverteilung.	55
3.1. Wahrscheinlichkeitsermittlung von Stichprobenverteilungen des Mittelwertes für endliche Grundgesamtheiten bei bekannter Varianz der Grundgesamtheit.	63

3.2. Wahrscheinlichkeitsermittlung von Stichprobenverteilungen des Mittelwertes für unendliche Grundgesamtheiten bei bekannter Varianz der Grundgesamtheit.	68
3.3. Wahrscheinlichkeitsermittlung von Stichprobenverteilungen für die Differenz von zwei arithmetischen Mittelwerten.	74
3.4. Ermittlung der Anteilswerte für unterschiedliche Fertigungszeiten eingesetzter Werkzeugmaschinen.	79
3.5. Ermittlung der approximativen und tabellarischen t -Werte.	83
3.6. Ermittlung der approximativen und tabellarischen χ^2 -Werte.	86
3.7. Ermittlung der approximativen und tabellarischen F -Werte.	88
3.8. Konstruktion eines Vertrauensintervalls für den Mittelwert bei bekannter Varianz einer endlichen sowie einer unendlichen Grundgesamtheit.	100
3.9. Konstruktion eines Vertrauensintervalls für den Mittelwert bei unbekannter Varianz für eine endliche und unendliche Grundgesamtheit.	112
3.10. Konstruktion eines Vertrauensintervalls für die Differenz der Erwartungswerte zweier Normalverteilungen bei unbekannter, gleicher Varianz.	117
3.11. Konstruktion eines Vertrauensintervalls für die Varianz σ^2 bei unbekanntem Mittelwert μ der Grundgesamtheit.	122
3.12. Konstruktion eines Vertrauensintervalls für den Mittelwert μ einer stetigen, unbekanntem Verteilung mit bekannter Varianz.	124
3.13. Konstruktion eines Vertrauensintervalls für den Mittelwert μ einer stetigen, unbekanntem Verteilung mit unbekannter Varianz.	128
3.14. Bestimmung des Vertrauensbereiches für den Median und dem Mittelwert einer stetigen Verteilung.	131
3.15. Bestimmung des Vertrauensbereiches für Anteilswerte unendlicher Grundgesamtheiten.	139
4.1. Zielgerichtete Formulierung einer Hypothese.	148
4.2. Vergleich und Bewertung zweier Oberflächenbehandlungsverfahren mit Hilfe des Hypothesentests.	154
4.3. Praxisnahe Vorgehensweise bei der Festlegung der Irrtumswahrscheinlichkeiten α und β	157
4.4. Ermittlung des Fehlers 1. Art, 2. Art und der Trennschärfe anhand eines Hypothesentests für den Mittelwert einer Normalverteilung bei bekannter Varianz.	162

4.5. Prüfung eines Mittelwertes μ_0 mittels eines parametrischen Hypothesentests einer normalverteilten Grundgesamtheit bei bekannter Varianz σ^2	164
4.6. Prüfung eines Mittelwertes μ_0 mittels eines parametrischen Hypothesentests einer normalverteilten Grundgesamtheit bei unbekannter Varianz σ^2	168
4.7. Vergleich zweier Mittelwerte normalverteilter Grundgesamtheiten mittels eines parametrischen Hypothesentests bei bekannter Varianz $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	173
4.8. Vergleich zweier Mittelwerte normalverteilter Grundgesamtheiten mittels eines parametrischen Hypothesentests bei unbekannter Varianz $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	176
4.9. Vergleich des Varianzparameters mit einem vorgegebenen, geschätzten Varianzwert mittels des einseitigen- als auch des zweiseitigen Hypothesentests.	181
4.10. Vergleich der Varianzen zweier unabhängiger normalverteilter Stichproben mit unbekannter Streuung und unbekanntem Mittelwert der Grundgesamtheiten mittels des einseitigen- als auch des zweiseitigen Hypothesentests.	184
4.11. Prüfung eines Anteilswertes p in einer binomialverteilten Grundgesamtheit mittels eines parametrischen Hypothesentests für einen gegebenen Stichprobenumfang n und dem Anteil an Schlechtteilen x für unterschiedliche Irrtumswahrscheinlichkeiten α	186
4.12. Prüfung eines Anteilswertes p in einer binomialverteilten Grundgesamtheit mittels eines parametrischen Hypothesentests für einen gegebenen Stichprobenumfang n und einer Irrtumswahrscheinlichkeit α für unterschiedliche Anteile an Schlechtteilen x	186
4.13. Vergleich der Anteilswerte p_1, p_2 zweier binomialverteilter Grundgesamtheiten mittels eines parametrischen Hypothesentests für gegebene Stichprobenumfänge n_1, n_2 und einer Irrtumswahrscheinlichkeit α mit unterschiedlichen Anteilen an Schlechtteilen.	189
4.14. Vorzeichentest zur Untersuchung einer unbekanntes stetigen Verteilung bzgl. des Medians.	192
4.15. Vergleich der Mittelwerte zweier nicht-normalverteilter Grundgesamtheiten mittels des approximativen U -Tests.	196
4.16. Vergleich der Unterschiede zwischen den Anteilswerten von mehreren unabhängigen Stichproben mittels des χ^2 -Homogenitätstests.	199

4.17. Vergleich der Unterschiede zwischen den Stichprobenelementen zweier verteilungsunabhängiger Grundgesamtheiten mit dem Kolmogorov-Smirnov-Homogenitätstest.	201
4.18. Prüfen der Unabhängigkeit zweier Merkmale einer Grundgesamtheit mittels des χ^2 -Unabhängigkeitstests.	203
4.19. Prüfen der Unabhängigkeit zweier Merkmale einer Grundgesamtheit mittels des exakten Fisher-Yates-Tests.	206
4.20. Prüfen der Güte der Anpassung einer theoretischen an eine empirische Verteilungsfunktion mittels des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests.	209
4.21. Prüfung auf Vorliegen einer Normalverteilung mit dem χ^2 -Anpassungstest.	214
4.22. Darstellung einer Stichprobenverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz für Normalverteilungen.	218
4.23. Untersuchung einer Stichprobe auf Ausreisser mittels eines Hypothesentests nach David-Hartley-Pearson.	222
4.24. Anwendung der verteilungsunabhängigen Toleranzgrenzen nach Tabelle J.1	225
6.1. Vorgehensweise zur Ermittlung einer Regressionsgeraden.	323
6.2. Vorgehensweise zur Ermittlung einer Regressionsgeraden und die Beurteilung deren Güte mittels des Bestimmtheitsmaßes bzw. des Korrelationskoeffizienten.	327
6.3. Vorgehensweise für die Ermittlung einer Regressionsgeraden und des zugehörigen Korrelationskoeffizienten, für den Vertrauensbereich des Achsenabschnitts β , für den Vertrauensbereich des Mittelwertes $\mu_y(x)$ sowie für den Prognosebereich von Einzelwerten $y(x)$	343
6.4. Ermittlung der für ein multiples Regressionsmodell relevanten Größen.	357
6.5. Vorgehensweise zur Bestimmung partieller Korrelationskoeffizienten.	360
6.6. Anwendung der linearisierenden Transformationen nach Tab. 6.8	370
7.1. ANOVA-Tabelle zur Lebensdauer von Seilzügen verschiedener Lieferanten.	383