

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xvi
Tabellenverzeichnis	xxx
Beispielverzeichnis	xxxviii
Bezeichnungen	xlvii
1 Einführung	1
2 Mathematische Beschreibung des Ausfallverhaltens	4
2.1 Statistische Ausfallfunktionen	4
2.1.1 Empirische Dichtefunktion	4
2.1.2 Empirische Ausfallwahrscheinlichkeit	8
2.1.3 Empirische Überlebenswahrscheinlichkeit	10
2.1.4 Empirische Ausfallrate	12
2.1.5 Äquivalenz der Ausfallfunktionen	17
2.2 Statistische Ausfallparameter	20
2.2.1 Mittelwert	21
2.2.2 Median	22
2.2.3 Varianz	23
2.2.4 Standardabweichung	24
2.2.5 Spannweite	25
3 Mathematische Beschreibung der Zuverlässigkeit	32
3.1 Diskrete Lebensdauerverteilungen	32
3.1.1 Binomialverteilung	32
3.1.2 Negative Binomialverteilung	39
3.1.3 Hypergeometrische Verteilung	47
3.1.4 Poisson-Verteilung	54

3.2	Stetige Lebensdauerverteilungen	56
3.2.1	Normalverteilung	56
3.2.2	Logarithmische Normalverteilung	64
3.2.3	Exponentialverteilung	70
3.2.4	Weibull-Verteilung	76
3.2.4.1	Zweiparametrische Weibull-Verteilung	76
3.2.4.2	Dreiparametrische Weibull-Verteilung	79
4	Zuverlässigkeitsermittlung binomialverteilter Stichproben	89
4.1	Bestimmung einer Zuverlässigkeit	89
4.1.1	Schätzung einer Zuverlässigkeit	89
4.1.2	Schätzung eines Zuverlässigkeitsbereiches	90
4.2	Nachweis einer Zuverlässigkeit	94
4.3	Vergleich zweier Stichproben	102
4.3.1	exakter Fisher-Test	103
4.3.2	χ^2 -Vierfeldertest	107
5	Zuverlässigkeitsermittlung weibullverteilter Stichproben	111
5.1	Auswertung vollständig ausgefallener Einheiten	111
5.1.1	Graphische Ermittlung der Verteilungsparameter	112
5.1.1.1	Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit	112
5.1.1.2	Konstruktion eines Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetzes	114
5.1.1.3	Konstruktion einer Weibull-Gerade	117
5.1.1.4	Bestimmung einer Ausfallsteilheit \hat{b}	121
5.1.1.5	Bestimmung einer charakteristischen Lebensdauer \hat{T}	121
5.1.1.6	Bestimmung einer ausfallfreien Zeit \hat{t}_0	121
5.1.1.7	Bestimmung eines Vertrauensbereiches	128
5.1.2	Analytische Ermittlung der Verteilungsparameter	135
5.1.2.1	Nachweis einer Weibull-Verteilung	135
5.1.2.1.1	Kolmogoroff-Smirnoff-Anpassungstest	136
5.1.2.1.2	Anderson-Darling-Test	137
5.1.2.2	Bestimmung einer Ausfallsteilheit b und charakteristischen Lebensdauer T der zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der Regressionsanalyse (RA)	144

5.1.2.3	Bestimmung einer Ausfallsteilheit b und charakteristischen Lebensdauer T einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der Maximum-Likelihood-Methode (MLE)	154
5.1.2.4	Bestimmung einer Ausfallsteilheit b und einer charakteristischen Lebensdauer T der zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-2p$)	165
5.1.2.5	Bestimmung einer ausfallfreien Zeit t_0 , einer Ausfallsteilheit b und einer charakteristischen Lebensdauer T der dreiparametrischen Weibull-Verteilung mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$)	170
5.1.2.6	Vergleich der Ermittlungsverfahren	173
5.1.3	Bestimmung der Vertrauensbereiche	175
5.1.3.1	mittels Transformation auf eine Normalverteilung	177
5.1.3.1.1	Güte einer Weibull-Verteilung	177
5.1.3.1.2	Ausfallsteilheit einer äquivalenten Normalverteilung	178
5.1.3.1.3	Verhältnis von Mittelwert \bar{t} zur Standardabweichung σ	185
5.1.3.2	mittels der relativen Likelihood-Funktion	194
5.1.3.2.1	für b und T	199
5.1.3.2.2	für b und $t = f(T)$	204
5.1.3.2.3	für b und $R(t) = f(T)$	207
5.1.3.2.4	für T und $t = f(b)$	214
5.1.3.2.5	für T und $R(t) = f(b)$	219
5.1.4	ESN_{WV} -bezogener Profillinienvergleich ($VAD-3p$)	224
5.1.4.1	für b und T mit $t_0 = const.$	228
5.1.4.2	für b und t_0 mit $T = const.$	234
5.1.4.3	für b und $R(t)$ mit $(t_0, t) = const.$	239
5.1.4.4	für b und t mit $(R(t), t_0) = const.$	244
5.1.4.5	für T und t_0 mit $b = const.$	248
5.1.4.6	für T und $R(t)$ mit $(t_0, t) = const.$	255
5.1.4.7	für T und t mit $(R(t), t_0) = const.$	257
5.1.4.8	für t_0 und $R(t)$ mit $(b, t) = const.$	261
5.1.4.9	für t_0 und t mit $(b, R(t)) = const.$	266

5.2	Auswertung vermengter Weibull- Verteilungen	270
5.3	Auswertung vollständig ausgefallener Einheiten bei Berücksichtigung von Vorkenntnissen	274
5.4	Berücksichtigung unvollständig ausgefallener Einheiten	283
5.4.1	mit Stücklimit	285
5.4.1.1	ohne Ersatz, $[N, oE, x]$	285
5.4.1.2	Sudden Death, $[N, oE, 1]$	287
5.4.1.3	mit Ersatz, $[N, mE, x]$	289
5.4.2	mit Zeitlimit	293
5.4.2.1	ohne Ersatz, $[N, oE, t_p]$	293
5.4.2.2	mit Ersatz, $[N, mE, t_p]$	297
5.5	Auswertung vollständig intakter Einheiten	299
5.5.1	Mindestzuverlässigkeit	301
5.5.2	Aussagewahrscheinlichkeit	301
5.5.3	Stichprobenumfang	303
5.5.4	Lebensdauerverhältnis	303
5.5.5	Raffungsfaktor	309
5.5.6	Entnahme von Einheiten vor Erreichen einer geforderten Lebensdauer	311
5.5.6.1	mit Stücklimit	312
5.5.6.1.1	ohne Ersatz, $[N, oE, x]$	312
5.5.6.1.2	mit Ersatz, $[N, mE, x]$	314
5.5.6.2	mit Zeitlimit	315
5.5.6.2.1	ohne Ersatz, $[N, oE, t_p]$	315
5.5.6.2.2	mit Ersatz, $[N, mE, t_p]$	318
5.5.6.2.3	mit Ersatz und Einhaltung einer geforderten Zuverlässigkeit	319
5.6	Auswertung vollständig intakter Einheiten bei Berücksichtigung von Vorkenntnissen	325
6	Zuverlässigkeitsermittlung normalverteilter Stichproben	327
6.1	Nachweis einer Normalverteilung	328
6.2	Analytische Ermittlung der Verteilungsparameter \bar{t} und σ	334
6.2.1	mittels arithmetischem Mittelwert und quadrierten Abweichungen	334
6.2.2	mittels vollständigem Anderson-Darling-Test ($VAD-2p$)	337
6.3	Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen	340
6.3.1	für $n \leq 30$ oder σ unbekannt	343

6.3.1.1	Dichtefunktion	343
6.3.1.2	Ausfallwahrscheinlichkeit	343
6.3.1.3	Überlebenswahrscheinlichkeit	345
6.3.1.4	Ausfallrate	345
6.3.2	für $n > 30$ oder σ bekannt	345
6.3.2.1	Dichtefunktion	345
6.3.2.2	Ausfallwahrscheinlichkeit	346
6.3.2.3	Überlebenswahrscheinlichkeit	346
6.3.2.4	Ausfallrate	347
6.4	Bestimmung von Vertrauensbereichen	352
6.4.1	für den Mittelwert von Ausfallzeiten mit $n \leq 30$ oder σ unbekannt	353
6.4.1.1	eines einseitig nach unten begrenzten Intervalls	353
6.4.1.2	eines einseitig nach oben begrenzten Intervalls	355
6.4.1.3	eines zweiseitig begrenzten Intervalls	355
6.4.1.4	erforderlicher Stichprobenumfang	357
6.4.2	für den Mittelwert von Ausfallzeiten mit $n > 30$ oder σ bekannt	360
6.4.2.1	eines einseitig nach unten begrenzten Intervalls	360
6.4.2.2	eines einseitig nach oben begrenzten Intervalls	362
6.4.2.3	eines zweiseitig begrenzten Intervalls	362
6.4.2.4	erforderlicher Stichprobenumfang	365
6.4.3	für die Streuung von Ausfallzeiten mit unbekanntem Mit- telwert	367
6.4.3.1	eines einseitig nach unten begrenzten Intervalls	367
6.4.3.2	eines einseitig nach oben begrenzten Intervalls	370
6.4.3.3	eines zweiseitig begrenzten Intervalls	371
6.4.3.4	erforderlicher Stichprobenumfang	371
6.4.4	für die Streuung von Ausfallzeiten mit bekanntem Mit- telwert	375
6.4.4.1	eines einseitig nach unten begrenzten Intervalls	375
6.4.4.2	eines einseitig nach oben begrenzten Intervalls	375
6.4.4.3	eines zweiseitig begrenzten Intervalls	376
6.4.4.4	erforderlicher Stichprobenumfang	377
6.4.5	für die Lebensdauer und Überlebenswahrscheinlichkeit mit $n \leq 30$ oder σ unbekannt	380
6.4.5.1	eines einseitig nach unten begrenzten Intervalls	380
6.4.5.2	eines einseitig nach oben begrenzten Intervalls	381

	6.4.5.3	eines zweiseitig begrenzten Intervalls	382
	6.4.5.4	erforderlicher Stichprobenumfang	383
6.4.6		für die Lebensdauer und Überlebenswahrscheinlichkeit mit $n > 30$ oder σ bekannt	383
	6.4.6.1	eines einseitig nach unten begrenzten Intervalls	384
	6.4.6.2	eines einseitig nach oben begrenzten Intervalls	384
	6.4.6.3	eines zweiseitig begrenzten Intervalls	385
	6.4.6.4	erforderlicher Stichprobenumfang	387
6.5		ESN_{NV} -bezogener Profillinienverlauf ($VAD-2p$)	402
	6.5.1	für \bar{t} und σ	404
	6.5.2	für $R(t)$ und \bar{t} mit $t = const.$	409
	6.5.3	für $R(t)$ und σ mit $t = const.$	414
	6.5.4	für t und \bar{t} mit $R(t) = const.$	418
	6.5.5	für t und σ mit $R(t) = const.$	422
6.6		Bestimmung von Toleranzintervallen	426
	6.6.1	einseitiges Toleranzintervall	429
	6.6.2	zweiseitiges Toleranzintervall	434
6.7		Gestutzte Normalverteilung	443
	6.7.1	Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen für $n \leq 30$ oder σ unbekannt	443
	6.7.1.1	Dichtefunktion	445
	6.7.1.1.1	zweiseitige Stützung	445
	6.7.1.1.2	linksseitige Stützung	445
	6.7.1.1.3	rechtsseitige Stützung	447
	6.7.1.2	Ausfallwahrscheinlichkeit	447
	6.7.1.2.1	zweiseitige Stützung	447
	6.7.1.2.2	linksseitige Stützung	451
	6.7.1.2.3	rechtsseitige Stützung	451
	6.7.1.3	Überlebenswahrscheinlichkeit	452
	6.7.1.3.1	zweiseitige Stützung	452
	6.7.1.3.2	linksseitige Stützung	454
	6.7.1.3.3	rechtsseitige Stützung	455
	6.7.1.4	Ausfallrate	456
	6.7.1.4.1	zweiseitige Stützung	456
	6.7.1.4.2	linksseitige Stützung	458
	6.7.1.4.3	rechtsseitige Stützung	460
	6.7.1.5	Verteilungsparameter \bar{t} , σ , \tilde{t}	461
	6.7.1.5.1	zweiseitige Stützung	461

	6.7.1.5.2	linksseitige Stützung	464
	6.7.1.5.3	rechtsseitige Stützung	464
6.7.2		Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen für $n > 30$ oder σ bekannt	466
	6.7.2.1	Dichtefunktion	466
	6.7.2.1.1	zweiseitige Stützung	466
	6.7.2.1.2	linksseitige Stützung	468
	6.7.2.1.3	rechtsseitige Stützung	469
	6.7.2.2	Ausfallwahrscheinlichkeit	469
	6.7.2.2.1	zweiseitige Stützung	469
	6.7.2.2.2	linksseitige Stützung	473
	6.7.2.2.3	rechtsseitige Stützung	474
	6.7.2.3	Überlebenswahrscheinlichkeit	474
	6.7.2.3.1	zweiseitige Stützung	474
	6.7.2.3.2	linksseitige Stützung	475
	6.7.2.3.3	rechtsseitige Stützung	475
	6.7.2.4	Ausfallrate	476
	6.7.2.4.1	zweiseitige Stützung	476
	6.7.2.4.2	linksseitige Stützung	477
	6.7.2.4.3	rechtsseitige Stützung	478
	6.7.2.5	Verteilungsparameter \bar{t} , σ , \hat{t}	479
	6.7.2.5.1	zweiseitige Stützung	479
	6.7.2.5.2	linksseitige Stützung	480
	6.7.2.5.3	rechtsseitige Stützung	481
7		Zuverlässigkeitsermittlung lognormalverteilter Stichproben	511
	7.1	Nachweis einer Lognormalverteilung	511
	7.2	Analytische Ermittlung der Verteilungsparameter \bar{t}^* und σ^* . .	513
	7.2.1	mittels arithmetischem Mittelwert und quadrierten Ab- weichungen	514
	7.2.2	mittels vollständigem Anderson-Darling-Test ($VAD-2p$)	514
	7.3	Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen	522
	7.3.1	Dichtefunktion	522
	7.3.2	Ausfallwahrscheinlichkeit	523
	7.3.3	Überlebenswahrscheinlichkeit	523
	7.3.4	Ausfallrate	524
	7.4	Transformation auf eine Normalverteilung	524
8		Zuverlässigkeitsermittlung exponentialverteilter Stichproben	531

8.1	Nachweis einer Exponentialverteilung	531
8.2	Transformation auf eine Normalverteilung	535
9	Vergleich von Stichproben	544
9.1	mittels vollständigem Anderson-Darling-Test	544
9.2	mittels Hypothesentests normalverteilter Lebensdauern	554
9.2.1	Vergleich eines Mittelwertes mit einem Vorgabewert	554
9.2.1.1	für $n \leq 30$ und σ unbekannt	554
9.2.1.1.1	einseitiger Test	554
9.2.1.1.2	zweiseitiger Test	559
9.2.1.2	für $n > 30$ oder σ bekannt	564
9.2.1.2.1	einseitiger Test	564
9.2.1.2.2	zweiseitiger Test	568
9.2.2	Vergleich zweier Mittelwerte	573
9.2.2.1	$\sigma_1 \neq \sigma_2$ unbekannt	573
9.2.2.1.1	einseitiger Test	574
9.2.2.1.2	zweiseitiger Test	577
9.2.2.1.3	einseitig nach unten begrenztes Vertrauensintervall	580
9.2.2.1.4	einseitig nach oben begrenztes Vertrauensintervall	580
9.2.2.1.5	zweiseitig begrenztes Vertrauensintervall	580
9.2.2.2	für $\sigma_1 = \sigma_2$ unbekannt	580
9.2.2.2.1	einseitiger Test	580
9.2.2.2.2	zweiseitiger Test	585
9.2.2.2.3	einseitig nach unten begrenztes Vertrauensintervall	589
9.2.2.2.4	einseitig nach oben begrenztes Vertrauensintervall	590
9.2.2.2.5	zweiseitig begrenztes Vertrauensintervall	590
9.2.2.3	σ_1, σ_2 bekannt	590
9.2.2.3.1	einseitiger Test	590
9.2.2.3.2	zweiseitiger Test	595
9.2.2.3.3	einseitig nach unten begrenztes Vertrauensintervall	600

9.2.2.3.4	einseitig nach oben begrenztes Vertrauensintervall	601
9.2.2.3.5	zweiseitig begrenztes Vertrauensintervall	601
9.2.3	Vergleich einer Varianz mit einem Vorgabewert	601
9.2.3.1	einseitiger Test	601
9.2.3.2	zweiseitiger Test	605
9.2.4	Vergleich zweier Varianzen	609
9.2.4.1	einseitiger Test	609
9.2.4.2	zweiseitiger Test	613
9.2.4.3	einseitig nach unten begrenztes Vertrauensintervall	617
9.2.4.4	einseitig nach oben begrenztes Vertrauensintervall	618
9.2.4.5	zweiseitig begrenztes Vertrauensintervall	618
A	Standardisierte Normalverteilung	619
B	Ausfallwahrscheinlichkeiten	623
C	Kolmogoroff-Smirnoff-Anpassungstest	625
D	χ^2-Verteilung	626
E	t-Verteilung	627
F	Toleranzfaktoren	629
	Literaturverzeichnis	631
	Sachwortverzeichnis	637

Abbildungsverzeichnis

1.1	Inhalt und Verknüpfung der Buchstruktur in grober Auflösung.	3
2.1	Ausfallzeiten von Prüflingen.	5
2.2	Histogramm der absoluten Ausfallhäufigkeiten.	6
2.3	Histogramm der relativen Ausfallhäufigkeiten.	7
2.4	Empirische Dichtefunktion $f^*(t)$ der relativen Ausfallhäufigkeiten.	8
2.5	Dichtefunktion $f(t)$ der relativen Ausfallhäufigkeiten.	9
2.6	Histogramm der relativen Ausfallhäufigkeiten.	10
2.7	Empirische Verteilungsfunktion $F^*(t)$ der relativen Ausfallhäufigkeiten.	11
2.8	Verteilungsfunktion $F(t)$ der relativen Ausfallhäufigkeiten. . . .	12
2.9	Empirische Überlebenswahrscheinlichkeit $R^*(t)$ der relativen Überlebenshäufigkeiten.	13
2.10	Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t)$ als Komplement der Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$	14
2.11	Histogramm der Ausfallrate $\lambda(t)$ und empirischen Ausfallrate $\lambda^*(t)$	15
2.12	Ausfallrate $\lambda(t)$ als Ausfallwahrscheinlichkeit zum momentanen Zeitpunkt.	16
2.13	Schematischer Verlauf der Ausfallkurven mechanischer und elektronischer Komponenten.	17
2.14	Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t)$ als Komplement zur Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$ für eine Ausfallzeit t_x	19
2.15	Äquivalenz der Dichtefunktion $f(t)$, der Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$, der Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t)$ und der Ausfallrate $\lambda(t)$	21
2.16	Lage des Mittelwertes und Medians bei einer negativ schiefen Dichtefunktion.	23

2.17	Histogramm der Ausfallhäufigkeiten und zugehörige, empirische Dichtefunktion $f^*(t)$	27
2.18	Histogramm der Summenhäufigkeiten und zugehörige, empirische Ausfallwahrscheinlichkeit $F^*(t)$	28
2.19	Histogramm der Überlebenswahrscheinlichkeit und zugehörige, empirische Überlebenswahrscheinlichkeit $R^*(t)$	29
2.20	Histogramm der Ausfallrate und zugehörige, empirische Ausfallrate $\lambda^*(t)$	30
3.1	Verlauf der Dichtefunktion bei der Normalverteilung.	58
3.2	Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit bei der Normalverteilung.	59
3.3	Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit bei der Normalverteilung.	60
3.4	Verlauf der Ausfallrate bei der Normalverteilung.	61
3.5	Verlauf der standardisierten Normalverteilung.	63
3.6	Verlauf der Dichtefunktion bei der Lognormalverteilung.	65
3.7	Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit bei der Lognormalverteilung.	66
3.8	Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit bei der Lognormalverteilung.	67
3.9	Verlauf der Ausfallrate bei der Lognormalverteilung.	68
3.10	Verlauf der Dichtefunktion bei der Exponentialverteilung.	72
3.11	Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit bei der Exponentialverteilung.	73
3.12	Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit bei der Exponentialverteilung.	74
3.13	Verlauf der Ausfallrate bei der Exponentialverteilung.	75
3.14	Beschreibung unterschiedlicher Ausfallursachen im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	78
3.15	Verlauf der Dichtefunktion bei der Weibull-Verteilung.	79
3.16	Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit bei der Weibull-Verteilung.	80
3.17	Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit bei der Weibull-Verteilung.	81
3.18	Verlauf der Ausfallrate bei der Weibull-Verteilung.	82
4.1	Einseitige, symmetrische Vertrauensgrenzen R_u und R_o in Abhängigkeit von $\alpha = \beta = 0,01$, $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30$ und $x/n = 0, \dots, 1$	95

4.2	Zweiseitige, symmetrische Vertrauensgrenzen R_u und R_o in Abhängigkeit von $\alpha = \beta = 0,01$, $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30$ und $x/n = 0, \dots, 1$	96
4.3	Einseitige, symmetrische Vertrauensgrenzen R_u und R_o in Abhängigkeit von $\alpha = \beta = 0,05$, $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30$ und $x/n = 0, \dots, 1$	97
4.4	Zweiseitige, symmetrische Vertrauensgrenzen R_u und R_o in Abhängigkeit von $\alpha = \beta = 0,05$, $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30$ und $x/n = 0, \dots, 1$	98
4.5	Einseitige, symmetrische Vertrauensgrenzen R_u und R_o in Abhängigkeit von $\alpha = \beta = 0,10$, $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30$ und $x/n = 0, \dots, 1$	99
4.6	Zweiseitige, symmetrische Vertrauensgrenzen R_u und R_o in Abhängigkeit von $\alpha = \beta = 0,10$, $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30$ und $x/n = 0, \dots, 1$	100
5.1	Konstruktion eines Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetzes mit unbehandelten Meß- und Ausfallzeiten sowie logarithmisch verzerrter Achsskalierung.	118
5.2	Darstellung und Näherung von Ausfallzeiten durch eine Weibull-Gerade in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	119
5.3	Darstellung eines Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetzes mit logarithmierten Meß- und Ausfallzeiten bei linearer Achsskalierung.	120
5.4	Ermittlung der Ausfallsteilheit (Formparameter) \hat{b} einer Weibull-Gerade in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	122
5.5	Ermittlung der geschätzten, charakteristischen Lebensdauer \hat{T} einer Weibull-Gerade in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	123
5.6	Graphische Bestimmung einer Mindestlebensdauer \hat{t}_0 vorhandener Ausfallzeiten t_i durch Extrapolation einer konkavverlaufenden Ausgleichskurve in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	125
5.7	Linearisierung einer Ausgleichskurve durch Subtraktion einer geschätzten Mindestlebensdauer \hat{t}_0 von vorhandenen Ausfallzeiten t_i in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	126
5.8	Graphische Bestimmung einer Mindestlebensdauer \hat{t}_0 vorhandener Ausfallzeiten t_i nach Dubey in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	127

5.9	Ermittlung der Ausfallsteilheiten $\hat{b}_{min}, \hat{b}, \hat{b}_{max}$ und charakteristischen Lebensdauern $\hat{T}_{min}, \hat{T}, \hat{T}_{max}$ einer Weibull-Gerade mit 95 %-Vertrauensbereich.	131
5.10	Ermittlung der Vertrauensgrenzen $t_{min}, t_{max}, F_{min}(t), F_{max}(t)$ bei gegebener Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$ für einen 95 %-Vertrauensbereich.	134
5.11	Dichtefunktion empirischer Signifikanzen bei wahrer Nullhypothese H_0 : "Das vorliegende Datenmaterial folgt einer Weibull-Verteilung (oder Normalverteilung)".	141
5.12	Korrelation empirischer und theoretischer, weibullverteilter Ausfallzeiten t_{emp}, t_{th}	152
5.13	Dreidimensionale, eingipfelige Verteilung des empirischen Signifikanzniveaus ESN_{WV} mit den Parametern b und T	168
5.14	Verlauf der Höhenlinien (Profillinien) der dreidimensionalen, eingipfeligen Verteilung des empirischen Signifikanzniveaus ESN_{WV} mit den Parametern b und T	169
5.15	Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit für den Mittelwert der Ausfallzeiten $F(\bar{t} = f(b))$ in Abhängigkeit von der Ausfallsteilheit b	179
5.16	Linksseitige Stützung einer adäquaten Normalverteilung und korrespondierender $t_{n-1, \alpha}$ -Verteilung mit $n = 4, t'_0 = -3, 3684$ und $R'(t'_0 = -3, 3684) = 98, 5958 \%$	187
5.17	Ausfallzeiten $t_{emp}, WV(b = 1, 2316; T = 1141, 2171)$ nach RA und $WV_{trans}(b = 3, 4250; T = 12, 5720)$ für eine Γ -bezogene Ausfallsteilheit $b_{NV} = 3, 4250$	191
5.18	Dichtefunktionen der transformierten Weibullverteilung $f_{WV}(t)$ mit $b_{NV} = 3, 4250, T_{trans} = 12, 5720$ und Normalverteilung $NV(\hat{t}_\Gamma, \sigma_\Gamma)$ mit $\hat{t}_\Gamma = 11, 30, \sigma_\Gamma = 3, 65$	193
5.19	Dichtefunktionen der transformierten Weibullverteilungen und der äquivalenten Normalverteilungen nach $RA, MLE, VAD-2p, VAD-3p$ für t_0 nach $VAD-3p$	196
5.20	Verlauf der Dichtefunktionen der transformierten Weibullverteilung und der äquivalenten Normalverteilung mittels $VAD-3p$	197
5.21	Verlauf der Verteilungsfunktionen der transformierten Weibullverteilung und äquivalenten Normalverteilung nach $VAD-3p$	198
5.22	Mittels der relativen Likelihood-Funktion iterativ berechnete Vertrauensgrenzen für b und T mit $n = 11$ und $\alpha = 0, 10$	203

5.23	Mittels der relativen Likelihood-Funktion iterativ berechnete Vertrauensgrenzen für b und $t = f(T)$ mit $n = 11$, $\alpha = 0,10$ und $R_{gew}(t) = 0,8027$	209
5.24	Mittels der relativen Likelihood-Funktion iterativ berechnete Vertrauensgrenzen für b und $R(t) = f(T)$ mit $n = 11$, $\alpha = 0,10$ und $t_{gew} = 300$	215
5.25	Mittels der relativen Likelihood-Funktion iterativ berechnete Vertrauensgrenzen für T und $t = f(b)$ mit $n = 11$, $\alpha = 0,10$ und $R_{gew}(t) = 0,8027$	221
5.26	Mittels der relativen Likelihood-Funktion iterativ berechnete Vertrauensgrenzen für T und $R(t) = f(b)$ mit $n = 11$, $\alpha = 0,10$ und $t_{gew} = 300$	226
5.27	Dreidimensionale eingipfelige Verteilung des Signifikanzniveaus $ESN_{WV,GG}$ weibullverteilter Grundgesamtheiten als Funktion der Parameter b , T , t_0 und einem möglichen stichprobenbasiertem Signifikanzniveau $ESN_{WV,max}$	230
5.28	b - ESN_{WV} -Schnittdarstellung des dreidimensionalen, eingipfeligen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,GG}$ mit den Verlaufsgrenzen der Profillinien für b , T und ein auf das Referenzniveau übertragenes Signifikanzniveau $ESN_{WV,max}$	231
5.29	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern b , T , $t_0 = 573,021$ und $n = 11$	235
5.30	Profillinienverlauf verschiedener Signifikanzniveaus $ESN_{WV,GG}$ weibullverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit von den Parametern b , T , $t_0 = 573,021$ und $n = 11$	236
5.31	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ in Abhängigkeit von den Parametern b , T , $t_0 = 573,0210$ und $n = 11$	237
5.32	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern b , $T = 1635,5$, t_0 und $n = 11$	240
5.33	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern b , $T = 1635,5$, t_0 und $n = 11$	241
5.34	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern b , $R(t)$, $t = 873,021$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	245

5.35	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern b , $R(t)$, $t = 873,021$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	246
5.36	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern b , t , $R(t) = 0,806$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	249
5.37	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern b , t , $R(t) = 0,806$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	250
5.38	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, T , t_0 und $n = 11$	253
5.39	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, T , t_0 und $n = 11$	254
5.40	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, $t = 873,021$, $R(t)$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	258
5.41	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, $t = 873,021$, $R(t)$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	259
5.42	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, t , $R(t) = 0,806$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	262
5.43	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, t , $R(t) = 0,806$, $t_0 = 573,021$, T und $n = 11$	263
5.44	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, $R(t)$, $t = 873,021$, t_0 , T und $n = 11$	267
5.45	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, $R(t)$, $t = 873,021$, t_0 , T und $n = 11$	268
5.46	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{WV} vorliegender Stichprobe in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, t , $R(t) = 0,806$, t_0 , T und $n = 11$	271

5.47	Profillinienverlauf für $ESN_{WV,max} = ESN_{WV,GG} = 92,8749\%$ einer weibullverteilten Grundgesamtheit in Abhängigkeit von den Parametern $b = 1,2124$, t , $R(t) = 0,806$, t_0 , T und $n = 11$	272
5.48	Verlauf einer Mischverteilung $n_{misch} = 15$ und den sich aus der Regressionsanalyse ergebenden Einzelverteilungen mit $n_1 = 11$, $n_2 = 4$ in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	276
5.49	Additionssatz für unabhängige, vereinbare und sich nicht ausschließende Wahrscheinlichkeiten.	278
5.50	Effektive Ausfallwahrscheinlichkeit von zwei sich überlappenden Normalverteilungen für $-\infty < t \leq t_o$ mittels des Additionssatzes für Wahrscheinlichkeiten.	279
5.51	$R_{eff}(t)$ zweier sich überlappender, einseitig nach unten begrenzter Normalverteilungen $NV_1(10, 2370; 3, 1310)$, $NV_2(9, 58; 6, 33)$ für $3,251 \leq t < \infty$ mit $n_1 = 11$, $n_2 = 3$	281
5.52	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[5, oE, 4]$, Prüfung mit Stücklimit ohne Ersatz.	286
5.53	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[5, oE, 4]$ im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz (RA -Verfahren).	288
5.54	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, Sudden-Death-Prüfung, $N = 4$, $n = 4$ Prüfungen, $[N, oE, 1]$, Prüfung mit Stücklimit ohne Ersatz.	290
5.55	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, Sudden-Death-Prüfung, $[4, oE, 1]$, $n = 4$, Verfahren nach Johnson im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz (RA -Verfahren).	291
5.56	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[4, mE, 4]$, Prüfung mit Stücklimit mit Ersatz.	292
5.57	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[4, mE, 4]$, Verfahren nach Johnson, im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz mit Weibull-Gerade (RA -Verfahren).	294
5.58	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[5, oE, 1100]$, Prüfung mit Zeitlimit ohne Ersatz.	295
5.59	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[5, oE, 1100]$, Verfahren nach Johnson, im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz mit Weibull-Gerade (RA -Verfahren).	296
5.60	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, $[6, mE, 1100]$, Prüfung mit Zeitlimit mit Ersatz.	298

5.61	Vollständige und unvollständige Lebensdauern, [6, <i>mE</i> , 1100], Verfahren nach Johnson, im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz mit Weibull-Gerade (<i>RA</i> -Verfahren).	300
5.62	Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz mit einer Mindestzuverlässigkeit $R(t)$ und Aussagewahrscheinlichkeit als Punkt auf einer oberen Vertrauensgrenze einer Weibull-Verteilung mit unbekanntem Verteilungsparametern.	302
5.63	Mindestzuverlässigkeit $R(t)$ in Abhängigkeit von der Aussagewahrscheinlichkeit P_A und dem Stichprobenumfang n	304
5.64	Abhängigkeit der Mindestzuverlässigkeit $R(t)$ vom Lebensdauererhältnis L_v und Stichprobenumfang n für $P_A = 0,90$ und $b = 2,5$	307
5.65	Abhängigkeit der Aussagewahrscheinlichkeit P_A vom Lebensdauererhältnis L_v und Stichprobenumfang n für $R(t) = 0,80$ und $b = 2,5$	308
5.66	Unvollständige Lebensdauern mit $t_{gef} = 1000$, $n = 4$, $N = 4$, $x = 3$, Stücklimit ohne Ersatz, Versuchsplan [4, <i>oE</i> , 3].	313
5.67	Unvollständige Lebensdauern mit $t_{gef} = 1000$, $n = 3$, $N = 2$, $x = 1$, Stücklimit mit Ersatz, Versuchsplan [2, <i>mE</i> , 1].	315
5.68	Unvollständige Lebensdauern mit $t_{gef} = 1000$, $t_p = 1100$, $n = 4$, $N = 4$, Zeitlimit ohne Ersatz, Versuchsplan [4, <i>oE</i> , 1100].	317
5.69	Unvollständige Lebensdauern mit $t_{gef} = 1000$, $t_p = 1100$, $n = 4$, $N = 2$, Zeitlimit mit Ersatz, Versuchsplan [2, <i>mE</i> , 1100].	318
5.70	Resultierendes Lebensdauererhältnis $n = 2$, $P_A = 0,9$, $R(t) = 0,8$, $b = 2,5$, $r = 1$ und jeweils eine vorzeitige Prüflingsentnahme bei $L_{v_1} = 1,47$, $L_{v_2} = 1,19$	323
6.1	Dreidimensionale, eingipfelige Verteilung des empirischen Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit den Parametern \bar{t} und σ für die empirischen Kenngrößen $ESN_{NV,max} = 0,8804$, $\hat{t} = 10,2370$, $s = 3,1310$ und $n = 11$	341
6.2	Verlauf der Höhenlinien (Profillinien) der dreidimensionalen, eingipfeligen Verteilung des empirischen Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit \bar{t} , σ für die empirischen Kenngrößen $ESN_{NV,max} = 0,8804$, $\hat{t} = 10,2370$, $s = 3,1310$ und $n = 11$	342
6.3	Verlauf der Dichtefunktion der Standardnormalverteilung $NV(0;1)$ und einer $t(3)$ -Verteilung.	344

6.4	Verlauf der Dichtefunktion, Ausfallwahrscheinlichkeit, Überlebenswahrscheinlichkeit und Ausfallrate einer Standardnormalverteilung $NV(0; 1)$	348
6.5	Verlauf der Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung $NV(0; 1)$ und der t -Verteilung mit $n = 11$ eines nach unten begrenzten Vertrauensintervalls.	354
6.6	Verlauf der Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung $NV(0; 1)$ und der t -Verteilung mit $n = 11$ eines nach oben begrenzten Vertrauensintervalls.	356
6.7	Verlauf der Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung $NV(0; 1)$ und der t -Verteilung mit $n = 11$ eines symmetrischen, zweiseitig begrenzten Vertrauensintervalls.	358
6.8	Verlauf der Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung $NV(0; 1)$ und der t -Verteilung mit $n = 31$ eines nach unten begrenzten Vertrauensintervalls.	363
6.9	Verlauf der Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung $NV(0; 1)$ und der t -Verteilung mit $n = 31$ eines nach oben begrenzten Vertrauensintervalls.	364
6.10	Verlauf der Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung $NV(0; 1)$ und der t -Verteilung mit $n = 31$ eines symmetrischen zweiseitig begrenzten Vertrauensintervalls.	366
6.11	Dreidimensionale, eingipfelige Verteilung des Signifikanzniveaus $ESN_{NV,GG}$ einer normalverteilten Grundgesamtheit als Funktion der Parameter \bar{t} , σ und einem möglichen, stichprobenbasiertem Signifikanzniveau $ESN_{NV,max}$	406
6.12	\bar{t} - ESN_{NV} -Schnittdarstellung des dreidimensionalen, eingipfeligen Signifikanzniveaus $ESN_{NV,GG}$ mit den Verlaufsgrenzen der Profillinien für \bar{t} , σ und ein auf das Referenzniveau übertragenes Signifikanzniveau $ESN_{NV,max}$	407
6.13	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit $ESN_{NV,max} = 0, 8804$, $\hat{t} = 10, 2370$, $s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von \bar{t} , σ und $n = 11$	410
6.14	Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit $ESN_{NV,GG} = 0, 8631$, $\hat{t} = 10, 2370$, $s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von \bar{t} , σ und $n = 11$	411
6.15	Profillinienverlauf für $ESN_{NV,max} = ESN_{NV,GG} = 0, 8631$ mit $\hat{t} = 10, 2370$, $s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von \bar{t} , σ und $n = 11$	412

- 6.16 Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit $ESN_{NV,max} = 0, 8804, \hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t), \bar{t}, t = 7, 3240$ und $n = 11$ 415
- 6.17 Profillinienverlauf für $ESN_{NV,max} = ESN_{NV,GG} = 0, 8631$ mit $\hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t), \bar{t}, t = 7, 3240$ und $n = 11$ 416
- 6.18 Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit $ESN_{NV,max} = 0, 8804, \hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t), \bar{t}, t = 7, 3240$ und $n = 11$ 419
- 6.19 Profillinienverlauf für $ESN_{NV,max} = ESN_{NV,GG} = 0, 8631$ mit $\hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t), \bar{t}, t = 7, 3240$ und $n = 11$ 420
- 6.20 Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit $ESN_{NV,max} = 0, 8804, \hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t) = 0, 8239, \bar{t}, t$ und $n = 11$ 423
- 6.21 Profillinienverlauf für $ESN_{NV,max} = ESN_{NV,GG} = 0, 8631$ mit $\hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t) = 0, 8239, \bar{t}, t$ und $n = 11$ 424
- 6.22 Profillinienverlauf unterschiedlicher Signifikanzniveaus ESN_{NV} mit $ESN_{NV,max} = 0, 8804, \hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t) = 0, 8239, \sigma, t$ und $n = 11$ 427
- 6.23 Profillinienverlauf für $ESN_{NV,max} = ESN_{NV,GG} = 0, 8631$ mit $\hat{t} = 10, 2370, s = 3, 1310$ in Abhängigkeit von $R(t) = 0, 8239, \sigma, t$ und $n = 11$ 428
- 6.24 Einseitiges, durch die Lebensdauer t nach unten begrenztes Toleranzintervall $\hat{t} - k_{n;\alpha;\gamma} \cdot s \leq t$ mit einer Mindestaussagesicherheit γ für eine oberhalb der Lebensdauer t verbleibende Mindestzuverlässigkeit $R(t) = (1 - \alpha)$ 430
- 6.25 Einseitiges, durch die Lebensdauer t nach oben begrenztes Toleranzintervall $t \leq \hat{t} + k_{n;\alpha;\gamma} \cdot s$ mit einer Mindestaussagesicherheit γ für eine unterhalb der Lebensdauer t verbleibende Mindestzuverlässigkeit $R(t) = (1 - \alpha)$ 433
- 6.26 Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$ als Funktion der Toleranzfaktoren $k_{n;\alpha;\gamma}$ in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n mit einer Aussagesicherheit $\gamma = 0, 99$ für das einseitige Toleranzintervall. 435

- 6.27 Zweiseitiges, symmetrisch begrenztes Toleranzintervall $\hat{t} - k_{n;\alpha;\gamma}$.
 $s \leq t \leq \hat{t} + k_{n;\alpha;\gamma} \cdot s$ mit einer Mindestaussagesicherheit γ für eine
innerhalb der Toleranzgrenzen verbleibende Mindestzuverlässig-
keit $R(t) = (1 - \alpha)$ 437
- 6.28 Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$ als Funktion der Toleranzfaktoren
 $k_{n;\alpha;\gamma}$ in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n mit einer
Aussagesicherheit $\gamma = 0,99$ für das symmetrische, zweiseitige
Toleranzintervall. 439
- 6.29 Verlauf der Dichtefunktion einer $t(3)$ -Verteilung und einer Standard-
normalverteilung $NV(0; 1)$ 444
- 6.30 Verlauf einer durch die linken und rechten Stützpunkte $t'_{z,l} \leq$
 $t_z \leq t'_{z,r}$ zweiseitig gestützten Dichtefunktion $f(t_z | t'_{z,l/r})$ mit
 $f = 3$ 448
- 6.31 Verlauf einer durch den linken Stützpunkt $t'_{z,l} \leq t_z$ linkssei-
tig gestützten Dichtefunktion $f(t_z | t'_{z,l})$ mit $f = 3$ 449
- 6.32 Verlauf einer durch den rechten Stützpunkt $t_z \leq t'_{z,r}$ rechts-
seitig gestützten Dichtefunktion $f(t_z | t'_{z,r})$ mit $f = 3$ 450
- 6.33 Verlauf einer durch die linken und rechten Stützpunkte $t'_{z,l} \leq$
 $t_z \leq t'_{z,r}$ zweiseitig gestützten, t -verteilten Verteilungsfunktion
 $F(t_z | t'_{z,l/r})$ mit $f = 3$ 453
- 6.34 Verlauf einer an der Stelle $t'_{z,l} \leq t_z$ linksseitig gestützten, t -
verteilten Verteilungsfunktion $F(t_z | t'_{z,l})$ mit $f = 3$ 454
- 6.35 Verlauf einer an der Stelle $t_z \leq t'_{z,r}$ rechtsseitig gestützten, t -
verteilten Verteilungsfunktion $F(t_z | t'_{z,r})$ mit $f = 3$ 455
- 6.36 Verlauf einer durch die linken und rechten Stützpunkte
 $t'_{z,l} \leq t_z \leq t'_{z,r}$ zweiseitig gestützten, t -verteilten Funktion der
Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t_z | t'_{z,l/r})$ mit $f = 3$ 457
- 6.37 Verlauf einer durch den linken Stützpunkt $t'_{z,l} \leq t_z$ linkssei-
tig gestützten, t -verteilten Funktion der Überlebenswahrschein-
lichkeit $R(t_z | t'_{z,l})$ mit $f = 3$ 458
- 6.38 Verlauf einer durch den rechten Stützpunkt $t_z \leq t'_{z,r}$ rechts-
seitig gestützten, t -verteilten Funktion der Überlebenswahrschein-
lichkeit $R(t_z | t'_{z,r})$ mit $f = 3$ 459
- 6.39 Verlauf einer durch die linken und rechten Stützpunkte $t'_{z,l} \leq$
 $t_z \leq t'_{z,r}$ zweiseitig gestützten, t -verteilten Funktion der Ausfall-
rate $\lambda(t_z | t'_{z,l/r})$ mit $f = 3$ 461

6.40	Verlauf einer durch den linken Stützpunkt $t'_{z,l} \leq t_z$ linksseitig gestützten, t -verteilten Funktion der Ausfallrate $\lambda(t_z t'_{z,l})$ mit $f = 3$	462
6.41	Verlauf einer durch den rechten Stützpunkt $t_z \leq t'_{z,r}$ rechtsseitig gestützten, t -verteilten Funktion der Ausfallrate $\lambda(t_z t'_{z,r})$ mit $f = 3$	463
6.42	Verlauf der Mittelwerte, der Streuung und der Mediane einer linksseitig gestützten t -Verteilung in Abhängigkeit von der t -Variablen für die Freiheitsgrade $f = 3, f = 10, f = 30$	467
6.43	Verlauf einer durch die linken und rechten Stützpunkte $z'_l \leq z \leq z'_r$ zweiseitig gestützten Dichtefunktion $f(z z'_{l/r})$	470
6.44	Verlauf einer durch den linken Stützpunkt $z'_l \leq z$ linksseitig gestützten Dichtefunktion $f(z z'_l)$	471
6.45	Verlauf einer durch den rechten Stützpunkt $z \leq z'_r$ rechtsseitig gestützten Dichtefunktion $f(z z'_r)$	472
6.46	Verschiebung der Mittelwerte, der Streuung und der Mediane einer linksseitig gestützten Standardnormalverteilung $NV(0; 1)$ und einer t -Verteilung in Abhängigkeit von der $t_{z,l}, z_l$ -Standardvariablen für $f = 30$	483
7.1	Dreidimensionale, eingipfelige Verteilung des empirischen Signifikanzniveaus ESN_{LNV} mit den Parametern \bar{t}^* und σ^* für die empirischen Kenngrößen $ESN_{LNV,max} = 0,6657, \bar{t}^* = 6,5730, s^* = 0,9910$ und $n = 11$	520
7.2	Verlauf der Höhenlinien (Profillinien) der dreidimensionalen, eingipfeligen Verteilung des empirischen Signifikanzniveaus ESN_{LNV} mit \bar{t}^*, σ^* für $ESN_{LNV,max} = 0,6657, \bar{t}^* = 6,5730, s^* = 0,9910$ und $n = 11$	521
7.3	Verlauf der Dichtefunktion einer transformierten, adäquaten Normalverteilung $NV(6,5144; 1,0202)$	529
7.4	Verlauf der Dichtefunktion einer Lognormalverteilung $LNV(1135,4112; 1536,4978)$	530
8.1	Ausfallzeiten und zugehörige Weibull-Gerade im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.	538
9.1	Mit t_0 behaftete Ausfallzeiten zweier Stichproben im Weibull-wahrscheinlichkeitsnetz.	547

9.2	Um t_0 korrigierte Ausfallzeiten zweier Stichproben im Weibullwahrscheinlichkeitsnetz.	549
9.3	Profillinienverlauf weibullverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit von b und T für Stichprobe A mit $\hat{b}_A = 1,1860$, $\hat{T}_A = 1396$, $\hat{t}_{0,A} = 0$ und $ESN_{WV,max,A} = ESN_{WV,GG,A} = 0,8220$ mit $n_A = 4$	550
9.4	Profillinienverlauf weibullverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit von b und T für Stichprobe B mit $\hat{b}_B = 1,2124$, $\hat{T}_B = 1062,4800$, $\hat{t}_{0,B} = 0$ und $ESN_{WV,max,B} = ESN_{WV,GG,B} = 0,9287$ für $n_B = 11$	551
9.5	Profillinienverlauf zweier Weibullverteilungen mit $\hat{b}_A = 1,1860$, $\hat{b}_B = 1,2124$, $\hat{T}_A = 1396$, $\hat{T}_B = 1062,4800$, $\hat{t}_{0,A} = 0$, $\hat{t}_{0,B} = 0$, $ESN_{WV,max,A} = ESN_{WV,GG,A} = 0,8220$ sowie $ESN_{WV,max,B} = ESN_{WV,GG,B} = 0,9287$ für $n_A = 4$, $n_B = 4$	552
9.6	Sich gerade nicht mehr überlappende Profillinienverläufe zweier weibullverteilter Grundgesamtheiten mit $\hat{b}_A = 1,1860$, $\hat{b}_B = 1,2124$, $\hat{T}_A = 1396$, $\hat{T}_B = 1062,4800$, $\hat{t}_{0,A} = 0$, $\hat{t}_{0,B} = 0$ und $ESN_{WV,GG,A} = ESN_{WV,GG,B} = 0,7299$ für $n_A = 4$, $n_B = 4$	553
9.7	Mittelwerte, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich des Mittelwertes normalverteilter Daten mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und unbekannter Standardabweichung.	558
9.8	Mittelwerte, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich eines Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung und unbekannter Standardabweichung.	563
9.9	Mittelwerte, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich des Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung.	567
9.10	Mittelwerte, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich des Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung.	572
9.11	Mittelwerte, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich einer Mittelwertdifferenz mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung.	593

9.12 Mittelwerte, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich einer Mittelwertdifferenz mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung.	599
9.13 Varianzen, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich einer Varianz mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung.	603
9.14 Varianzen, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich einer Varianz mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung.	607
9.15 Varianzen, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich zweier Varianzen bei einseitiger Fragestellung.	610
9.16 Varianzen, Irrtumswahrscheinlichkeiten und kritische Variablen für den Vergleich zweier Varianzen bei zweiseitiger Fragestellung.	615

Tabellenverzeichnis

2.1	Äquivalenz der Ausfallfunktionen $f(t), F(t), R(t), \lambda(t)$	20
2.2	Lastwechselzahlen ausgefallener Druckluftzylinder.	25
2.3	Sortierte Lastwechselzahlen ausgefallener Druckluftzylinder. . .	26
3.1	Wahrscheinlichkeiten für 7 einer Transportbox entnommenen, intakten Mikroschalter bei einer durchschnittlichen Fehlerfreiheit von $p = 96$ % in Abhängigkeit von hierfür insgesamt zu entnehmenden Mikroschaltern.	42
3.2	Anzahl der Lackierfehler an Fahrzeugdächern eines Fertigungsloses.	46
3.3	Binomialkoeffizientenberechnung mittels der Gammafunktion, resultierende Wahrscheinlichkeiten und Gegenüberstellung von Verteilungsmodellwerten und Untersuchungsergebnissen auf Basis einer negativen Binomialverteilung.	48
3.4	Lebensdauern in Monaten von druck- und temperaturbelasteten Zylinderfedern an Uranbehältnissen.	69
3.5	Logarithmierte und quadrierte Lebensdauern in Monaten druck- und temperaturbelasteter Zylinderfedern an Uranbehältnissen.	69
3.6	Gamma-Funktion $\Gamma(x)$	84
4.1	Anordnung von Stichprobenergebnissen zweier Stichproben A und B für den Vierfeldertest.	103
4.2	Versuchsergebnisse zweier Stichproben A und B mit $r_A = 5, x_A = 2, r_B = 2, x_B = 4$	105
4.3	Anordnung der Versuchsergebnisse zweier Stichproben A und B mit resultierenden Randsummen für $r_A = 5, x_A = 2, r_B = 2, x_B = 4$	105

4.4	Extremere Anordnung der Versuchsergebnisse zweier Stichproben A und B mit resultierenden Randsummen für $r_A = 5, x_A = 2, r_B = 2, x_B = 4$	106
4.5	Noch extremere Anordnung der Versuchsergebnisse zweier Stichproben A und B mit resultierenden Randsummen für $r_A = 5, x_A = 2, r_B = 2, x_B = 4$	106
4.6	Kritische Werte der χ^2 -Verteilung für den Freiheitsgrad $f = 1$ und ausgewählten Irrtumswahrscheinlichkeiten α	108
4.7	Anordnung der Stichprobenergebnissen zweier Stichproben A und B mit $r_A = 20, x_A = 6, r_B = 7, x_B = 6$	109
5.1	Ausfallwahrscheinlichkeiten $F(t_i)$ gegebener, aufsteigend sortierter Ausfallzeiten t_i mit $i = 1, \dots, 11$ für eine dem Median zugeordnete Aussagewahrscheinlichkeit $P_A = 50\%$	114
5.2	Transformierte Ausfallzeiten $(t_i - \hat{t}_0)$ mit einer durch Extrapolation bestimmten Mindestlebensdauer $\hat{t}_0 \approx 530$ Zyklen.	124
5.3	Ausfallwahrscheinlichkeiten $F_{2,5\%}(t_i), F_{50\%}(t_i), F_{97,5\%}(t_i)$ gegebener, aufsteigend sortierter Ausfallzeiten t_i mit $i = 1, \dots, 11$ für eine dem Median zugeordnete Aussagewahrscheinlichkeit $P_A = 50\%$ und $P_A = 95\%$	132
5.4	Zwischenergebnisse eines Kolmogoroff-Smirnoff-Anpassungstests vorliegender Daten und Annahme einer Weibull-Verteilung mit $b = 1, 2316$ und $T = 1141, 2171$	138
5.5	Zwischenergebnisse des Anderson-Darling-Tests für vorliegende Daten und Annahme einer Weibull-Verteilung mit $\hat{b} = 1, 2316$ und $\hat{T} = 1141, 2171$	144
5.6	Ausfallwahrscheinlichkeiten $F_{50\%}(t_i)$ gegebener, aufsteigend sortierter Ausfallzeiten t_i mit $i = 1, \dots, 11$ für eine dem Median zugeordnete Aussagewahrscheinlichkeit $P_A = 50\%$	147
5.7	Berechnungsergebnisse der für die Regressionsparameter und Regressionskoeffizienten benötigten Zwischenwerte nach der Methode der kleinsten Quadrate (Beispiel 5.7).	148
5.8	Empirische Ausfallzeiten $t_{i,emp}$ und theoretische Ausfallzeiten $t_{i,th}$ mit den nach Tab. B.2 ermittelten Ausfallwahrscheinlichkeiten $F(t_i)$	150

5.9	Berechnungsergebnisse der für die Regressionsparameter, Regressionskoeffizienten und Standardabweichung benötigten Zwischenwerte nach der Methode der kleinsten Quadrate (Beispiel 5.8).	153
5.10	Korrekturfaktoren $B(n)$ für die Maximum-Likelihood-Schätzung der Ausfallsteilheit \hat{b} einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n nach Kececioglu. . .	161
5.11	Schätzwerte $b_{MLE,p}$ und $T_{MLE,p}$ für die Iterationsschleife $p = 1$ und gewähltem Schätzwert $\hat{b}_p = 1$ einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung zu gegebenen Ausfallzeiten t_i	163
5.12	MLE-Schätzwerte \hat{b}_p , $b_{MLE,p}$ und $T_{MLE,p}$ und zugehörige Differenz $\varepsilon = \hat{b}_p - b_{MLE,p} $ für $p = 30$ Iterationsschleifen bei gewähltem Schätzwert $\hat{b}_1 = 1$ einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung zu gegebenen Ausfallzeiten t_i	164
5.13	Kennwerte weibullverteilter Ausfallzeiten in Abhängigkeit von den Analyseverfahren RA , MLE , $VAD-2p$, $VAD-3p$ und einer graphisch geschätzten, ausfallfreien Zeit t_0	175
5.14	Kennwerte weibullverteilter Ausfallzeiten in Abhängigkeit von den Analyseverfahren RA , MLE , $VAD-2p$, $VAD-3p$ und einer numerisch bestimmten, ausfallfreien Zeit t_0	176
5.15	Äquivalente Ausfallsteilheiten b_{NV} , gammatransformierte Normalverteilungsparameter \hat{t}_Γ , $\hat{\sigma}_\Gamma$, inverse $t_{n-1;\alpha}$ -Verteilungsfunktion der sich aus den Ausfallwahrscheinlichkeiten ergebenden Ausfallzeiten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n bei normierter, charakteristischer Ausfallzeit $T = 1$ für ein maximales, empirisches Signifikanzniveau $ESN_{NV,max}$	182
5.16	Äquivalente Ausfallsteilheiten b_{NV} , ESN -optimierte Normalverteilungsparameter \hat{t}_{ESN} , $\hat{\sigma}_{ESN}$, inverse $t_{n-1;\alpha}$ -Verteilungsfunktion der sich aus den Ausfallwahrscheinlichkeiten ergebenden Ausfallzeiten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n bei normierter, charakteristischer Ausfallzeit $T = 1$ für ein maximales, empirisches Signifikanzniveau $ESN_{NV,max}$	184
5.17	Gemäß Beispiel 5.1, Abschnitt 5.1, 5.1.1.6, 5.1.2.5 um eine ausfallfreie Zeit t_0 reduzierte Ausfallzeiten.	188
5.18	Gegenüberstellung der mittels Regressionsanalyse (Beispiel 5.7), Maximum-Likelihood-Methode (Beispiel 5.9) und vollständigen Anderson-Darling-Test (Beispiel 5.10, Beispiel 5.11) ermittelten Verteilungsparameter \hat{b} , \hat{T} und \hat{t}_0	188

5.19	Bestimmung der Transformationsgrößen einer adäquaten Normalverteilung mittels RA , MLE , $VAD - 2p$, $VAD - 3p$ für eine äquivalente Ausfallsteilheit $b_{NV} = 3,425$ und deren mittels Γ -bezogener Transformation ermittelten Verteilungsparameter. . .	190
5.20	Ausfallzeiten t_{emp} , t_{th} , t_{trans} und Ausfallwahrscheinlichkeiten $F(t_i)$ für die mittels Regressionsanalyse ermittelten Verteilungsparameter $b = 1,2316$ und $T = 1141,2171$	192
5.21	Bestimmung der Transformationsgrößen einer adäquaten Normalverteilung mittels RA , MLE , $VAD - 2p$, $VAD - 3p$ für eine äquivalente Ausfallsteilheit $b_{NV} = 3,425$ und deren mittels $ESN_{NV,max}$ -bezogener Transformation ermittelten Verteilungsparameter.	195
5.22	Auszug iterativ berechneter Vertrauensgrenzen der Weibull-Verteilungsparameter b , T einer gegebenen Stichprobe für $\alpha = 0,10$ und $n = 11$ mittels der relativen Likelihood-Funktion.	202
5.23	Auszug iterativ berechneter Vertrauensgrenzen der Weibull-Verteilungsparameter b , $t = f(T)$ einer gegebenen Stichprobe für $\alpha = 0,10$, einer gewählten Zuverlässigkeit $R(t) = 0,8027$ und $n = 11$ mittels der relativen Likelihood-Funktion.	208
5.24	Auszug iterativ berechneter Vertrauensgrenzen der Weibull-Verteilungsparameter b , $R(t) = f(T)$ einer gegebenen Stichprobe für $\alpha = 0,10$, einer gewählten Ausfallzeit $t = 300$ und $n = 11$ mittels der relativen Likelihood-Funktion.	213
5.25	Auszug iterativ berechneter Vertrauensgrenzen der Weibull-Verteilungsparameter T , $t = f(b)$ einer gegebenen Stichprobe für $\alpha = 0,10$, einer gewählten Zuverlässigkeit $R(t) = 0,8027$ und $n = 11$ mittels der relativen Likelihood-Funktion.	220
5.26	Auszug iterativ berechneter Vertrauensgrenzen der Weibull-Verteilungsparameter T , $R(t) = f(b)$ einer gegebenen Stichprobe für $\alpha = 0,10$, einer gewählten Ausfallzeit $t_{gew} = 300$ und $n = 11$ mittels der relativen Likelihood-Funktion.	225
5.27	Von den Weibull-Verteilungsparametern b , T und t_0 unabhängiges Signifikanzniveau $ESN_{WV,GG}$ weibullverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n	229
5.28	Ausfallzeiten t_{misch} einer Mischverteilung und $n_{misch} = 15$ und die sich für $n_1 = 11$, $n_2 = 4$ mittels Regressionsanalyse ergebenden Einzelverteilungen, maximaler Güte.	275

- 5.29 Vollständige und unvollständige Lebensdauern $t_j, n_{v,j}, n_{u,j}$, Bestand $n_{b,j}$, Zuwachs $\Delta N(t_j)$, mittlere Rangzahl $j(t_j)$, Medianrang $F_J(t_j)$ vollständiger und unvollständiger Lebensdauern nach Versuchsplan [6, *oE*, 4] mit dem Verfahren nach Johnson und Medianrang vollständiger Lebensdauern $F(t_j)$, (Prüfung mit Stücklimit ohne Ersatz). 286
- 5.30 Vollständige und unvollständige Lebensdauern $t_j, n_{v,j}, n_{u,j}$, Bestand $n_{b,j}$, Zuwachs $\Delta N(t_j)$, mittlere Rangzahl $j(t_j)$, Medianrang $F_J(t_j)$ vollständiger und unvollständiger Lebensdauern einer Sudden-Death-Prüfung mit $N = 4$ Prüfplätzen und jeweils $n = 4$ Prüflingen mit dem Verfahren nach Johnson und Medianrang vollständiger Lebensdauern $F(t_j)$, (Prüfung mit Stücklimit ohne Ersatz). 289
- 5.31 Vollständige und unvollständige Lebensdauern $t_j, n_{v,j}, n_{u,j}$, Bestand $n_{b,j}$, Zuwachs $\Delta N(t_j)$, mittlere Rangzahl $j(t_j)$, Medianrang $F_J(t_j)$ vollständiger und unvollständiger Lebensdauern nach Versuchsplan [4, *mE*, 4] mit dem Verfahren nach Johnson und Medianrang vollständiger Lebensdauern $F(t_j)$, (Prüfung mit Stücklimit mit Ersatz). 293
- 5.32 Vollständige und unvollständige Lebensdauern $t_j, n_{v,j}, n_{u,j}$, Bestand $n_{b,j}$, Zuwachs $\Delta N(t_j)$, mittlere Rangzahl $j(t_j)$, Medianrang $F_J(t_j)$ vollständiger und unvollständiger Lebensdauern nach Versuchsplan [5, *oE*, 1100] mit dem Verfahren nach Johnson und Medianrang vollständiger Lebensdauern $F(t_j)$, (Prüfung mit Zeitlimit ohne Ersatz). 297
- 5.33 Vollständige und unvollständige Lebensdauern $t_j, n_{v,j}, n_{u,j}$, Bestand $n_{b,j}$, Zuwachs $\Delta N(t_j)$, mittlere Rangzahl $j(t_j)$, Medianrang $F_J(t_j)$ vollständiger und unvollständiger Lebensdauern nach Versuchsplan [6, *mE*, 1100] mit dem Verfahren nach Johnson und Medianrang vollständiger Lebensdauern $F(t_j)$, (Prüfung mit Zeitlimit mit Ersatz). 299
- 5.34 Zwischenschritte und Ergebnisse für die Ermittlung der Mindestzuverlässigkeit von Prüflingen mit $P_A = 0,90$, $\hat{b} = 2,0$, $r = 1$, $t_{gef} = 1000$, $n = 4$, $N = 4$, $x = 3$ (Stücklimit ohne Ersatz, [4, *oE*, 3]) 314

5.35	Zwischenschritte und Ergebnisse für die Ermittlung der Mindestzuverlässigkeit von Prüflingen mit $P_A = 0,90$, $\hat{b} = 2,0$, $r = 1$, $t_{gef} = 1000$, $n = 4$, $N = 2$, $x = 1$ (Stücklimit mit Ersatz, $[2, mE, 1]$)	316
5.36	Zwischenschritte und Ergebnisse für die Ermittlung der Mindestzuverlässigkeit von Prüflingen mit $P_A = 0,90$, $\hat{b} = 2,0$, $r = 1$, $t_{gef} = 1000$, $t_p = 1100$, $n = 4$, $N = 4$ (Zeitlimit ohne Ersatz, $[4, oE, 1100]$)	317
5.37	Zwischenschritte und Ergebnisse für die Ermittlung der Mindestzuverlässigkeit von Prüflingen mit $P_A = 0,90$, $\hat{b} = 2,0$, $r = 1$, $t_{gef} = 1000$, $t_p = 1100$, $n = 4$, $N = 2$ (Zeitlimit mit Ersatz, $[2, mE, 1100]$)	319
5.38	Zusammenfassung der Ergebnisse und Auswertungen vollständig intakter Einheiten nach Beispiel 5.34 - 5.37.	326
6.1	Ausgewählte ($z' = \frac{0-\hat{t}}{\sigma}$)-Werte und die jeweils kummulierten, prozentualen Ausfallwahrscheinlichkeiten $F'(t \geq 0) = 1 - R'(t \geq 0)$ bzw. Zuverlässigkeiten $R'(t \geq 0)$	329
6.2	Zwischenergebnisse des Anderson-Darling-Tests für vorliegende Daten und Annahme einer Normalverteilung mit $\hat{t} = 11,2877$ und $s = 3,4153$	333
6.3	Mittels $VAD-3p$ -Verfahren ermittelte Weibullparameter, resultierende, theoretische Ausfallzeiten sowie $ESN_{NV,max}$ -bezogene, transformierte Ausfallzeiten.	339
6.4	Normierte Mittelwertdifferenzen $ \hat{t} - \bar{t} /s$ für ausgewählte Stichprobenumfänge n und Ausfallwahrscheinlichkeiten α eines einseitigen Vertrauensintervalls.	359
6.5	Normierte Mittelwertdifferenzen $ \hat{t} - \bar{t} /s$ für ausgewählte Stichprobenumfänge n und Ausfallwahrscheinlichkeiten α eines zweiseitigen Vertrauensintervalls.	361
6.6	Ausgesuchte Schranken der t -Verteilung für die einseitige Fragestellung.	368
6.7	Ausgesuchte Schranken der t -Verteilung für die zweiseitige Fragestellung.	369
6.8	Ausgesuchte Schranken der Standardnormalverteilung für die einseitige und zweiseitige Fragestellung.	370

6.9	Streuungs­differenzen $ s - \sigma /\sigma$ für ausgewählte Stichproben­um­fänge n und Irrtumswahrscheinlichkeiten α eines einseitigen und zweiseitigen Vertrauensintervalls bei unbekanntem Mittelwert.	373
6.10	Normierte Streuungs­differenzen $ s - \sigma /\sigma$ für ausgewählte Stichproben­um­fänge n und Irrtumswahrscheinlichkeiten α eines einseitigen und zweiseitigen Vertrauensintervalls bei unbekanntem Mittelwert.	374
6.11	Normierte Streuungs­differenzen $ s - \sigma /\sigma$ für ausgewählte Stichproben­um­fänge n und Irrtumswahrscheinlichkeiten α eines einseitigen und zweiseitigen Vertrauensintervalls bei bekanntem Mittelwert.	378
6.12	Normierte Streuungs­differenzen $ s - \sigma /\sigma$ für ausgewählte Stichproben­um­fänge n und Irrtumswahrscheinlichkeiten α eines einseitigen und zweiseitigen Vertrauensintervalls bei bekanntem Mittelwert.	379
6.13	Von den Normalverteilungsparametern \bar{t} und σ unabhängiges Signifikanzniveau $ESN_{NV,GG}$ normalverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n	405
7.1	Von den Lognormal-Verteilungsparametern \bar{t}^* und σ^* unabhängiges Signifikanzniveau $ESN_{LNV,GG}$ lognormalverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n	518
7.2	Zwischenergebnisse des Anderson-Darling-Tests für vorliegende Daten und Annahme einer Lognormalverteilung mit $\hat{t}^* = 6,5144$ und $s^* = 1,0202$	526
7.3	Zwischenergebnisse für die Darstellung des Dichtefunktionsverlaufes der adäquat transformierten Normalverteilung und der Lognormalverteilung vorliegender Lebensdauern mit $\hat{t}^* = 6,5144$ und $s^* = 1,0202$	528
8.1	Von den Weibull-Verteilungsparametern $b = 1, T$ unabhängiges Signifikanzniveau $ESN_{EV,GG}$ exponentialverteilter Grundgesamtheiten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n	536
8.2	Zwischenergebnisse des Anderson-Darling-Tests für vorliegende Ausfallzeiten bei Annahme einer Exponentialverteilung mit $b = 1, \hat{T} = 1182,8391$	539

8.3	Empirische, theoretische, exponentialverteilte und transformierte, adäquat normalverteilte Lebensdauern für eine äquivalente Ausfallsteilheit $b_{NV} = 3,475$ mit $n = 13$ nach Tab. 5.16	540
8.4	Empirische, theoretische, weibullverteilte und transformierte, adäquat normalverteilte Lebensdauern mit einer äquivalenten Ausfallsteilheit $b_{NV} = 3,475$ mit $n = 13$ nach Tab. 5.16	542
A.1	$(1 - \alpha) = P(z \leq z_\alpha) = \int_{-\infty}^{z_\alpha} \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} e^{-z^2/2} dz$	619
A.2	$(1 - \alpha) = P(-z_\alpha \leq z \leq z_\alpha) = \int_{-z_\alpha}^{z_\alpha} \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} e^{-z^2/2} dz$	621
A.3	$\varphi(z) = \varphi(-z) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} e^{-z^2/2}$	622
B.1	50 %-Ausfallwahrscheinlichkeiten in % für einen Stichprobenumfang $n = 1, \dots, 10$ und einer Ranggröße i	623
B.2	50 %-Ausfallwahrscheinlichkeiten in % für einen Stichprobenumfang $n = 11, \dots, 20$ und einer Ranggröße i	623
B.3	50 %-Ausfallwahrscheinlichkeiten in % für einen Stichprobenumfang $n = 21, \dots, 30$ und einer Ranggröße i	624
C.1	Kritische Werte D_{krit} für den Kolmogoroff-Smirnoff-Anpassungstest.	625
D.1	$(1 - \alpha) = P(\chi^2 \leq \chi_{f;\alpha}^2) = \int_0^{\chi_{f;\alpha}^2} f(\chi^2) d\chi^2$	626
E.1	$\alpha = P(t > t_{f;\alpha}) = \int_{t_{f;\alpha}}^\infty f(t) dt$	627
E.2	$\alpha = P(t > t_{f;\frac{\alpha}{2}} \wedge -t < -t_{f;\frac{\alpha}{2}}) = 1 - \int_{-t_{f;\frac{\alpha}{2}}}^{t_{f;\frac{\alpha}{2}}} f(t) dt$	628
F.1	Toleranzfaktoren $k_{n;\alpha;\gamma}$ in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n , Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t) = (1 - \alpha)$ und Ausagesicherheit γ für das einseitige Toleranzintervall.	629
F.2	Toleranzfaktoren $k_{n;\alpha;\gamma}$ in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n , Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t) = (1 - \alpha)$ und Ausagesicherheit γ für das zweiseitige Toleranzintervall.	630

Beispielverzeichnis

2.1	Mathematische Beschreibung der Ausfallzeiten von Druckluftzylindern gleicher Bauart für die Betätigung von im Abgasstrom befindliche Drosselklappen.	25
3.1	Herleitung der Dichte- und Verteilungsfunktion für die Binomialverteilung	33
3.2	Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein defekter Mikroschalter in einem Fahrzeugdachsystem mittels der Binomialverteilung.	37
3.3	Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein defekter Mikroschalter in einem Fahrzeugdachsystem mit der negativen Binomialverteilung.	40
3.4	Beschreibung des Auftretens von Lackierungsfehlern an Fahrzeugdächern eines Fertigungsloses mittels der Wahrscheinlichkeitsfunktion einer negativen Binomialverteilung.	45
3.5	Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein defekter Mikroschalter in einem Fahrzeugdachsystem mit der hypergeometrischen Verteilung.	50
3.6	Berechnung der Wahrscheinlichkeit für außerhalb der Toleranzvorgaben befindliche Stanzbleche in einem Fahrzeugdachsystem mittels der Poisson-Verteilung.	55
3.7	Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeiten für die normalverteilte Lebensdauer elektromagnetischer Ventile in Stellantrieben	62
3.8	Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeiten und Verteilungsparameter für die lognormalverteilte Lebensdauer druckbelasteter Zylinderfedern an Uranbehältnissen	67
3.9	Ermittlung von exponentialverteilten Kenngrößen am Beispiel einer Fahrzeugflotte.	72

3.10	Auswertung weibullverteilter Lebensdauerdaten pneumatischer Betätigungszylinder für die Steuerung von im Abgasstrom angeordneten Drosselklappen in NKW-Dieselmotoren.	86
4.1	Ermittlung von zu schätzender Zuverlässigkeit und Aussagewahrscheinlichkeit binomialverteilter Grundgesamtheiten.	92
4.2	Bestimmung des Stichprobenumfangs und der Irrtumswahrscheinlichkeit binomialverteilter Stichproben.	101
4.3	Auswertung der Vertrauensgrenzen binomialverteilter Stichproben gemäß Abb. 4.5.	102
4.4	Ermittlung der Zuverlässigkeiten zweier Komponenten bei kleinen Stichprobengrößen mittels des exakten Fisher-Tests.	104
4.5	Ermittlung von Zuverlässigkeitsunterschieden zweier Komponenten bei kleinen Stichprobengrößen und binomialverteilten Versuchsergebnissen.	108
5.1	Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeiten $F(t)$ bei gegebenem Stichprobenumfang n und Ausfällen t_i für eine dem Median zugeordnete Aussagewahrscheinlichkeit $P_A = 50\%$	113
5.2	Konstruktion eines Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetzes für einen vorgegebenen Lebensdauerbereich, einen Ausfallwahrscheinlichkeitsbereich, einen Formparameterbereich und den Abmessungen des Wahrscheinlichkeitsnetzes mit logarithmisch verzerrter Achsskalierung, unbehandelten Ausfallzeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten. . . .	116
5.3	Konstruktion eines zweiseitigen Vertrauensbereiches einer Weibull-Gerade und Ermittlung der minimalen und maximalen Ausfallsteilheiten b_{min}, b_{max} und charakteristischen Lebensdauern T_{min}, T_{max}	129
5.4	Graphische Bestimmung der korrespondierenden Kenngrößen $t_{min}, t_{max}, F_{min}(t), F_{max}(t)$ bei gegebener Ausfallzeit bzw. Ausfallwahrscheinlichkeit einer Weibull-Gerade mit 95%-Vertrauensbereich.	132
5.5	Prüfung vorliegender Daten mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Anpassungstest, ob diese mit brauchbarer, statistischer Aussagesicherheit durch eine Weibull-Verteilung beschrieben werden können.	136
5.6	Prüfung vorliegender Daten mit dem Anderson-Darling-Test, ob diese mit einer brauchbaren, statistischen Aussagesicherheit durch eine Weibull-Verteilung beschrieben werden können.	142

5.7	Anwendung der Regressionsanalyse auf vorliegende Lebensdauern zur Bestimmung der Parameter einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung und Berechnung des zugehörigen Korrelationskoeffizienten.	146
5.8	Beurteilung der Näherungsgüte empirischer und theoretischer Ausfallzeiten t_{emp} , t_{th} mittels einer Regressionsanalyse und Darstellung der Regressionsgeraden in einem Korrelationsdiagramm.	149
5.9	Bestimmung der Weibull-Verteilungsparameter für gegebene Ausfallzeiten t_i mittels der Maximum-Likelihood-Methode (<i>MLE</i>). . .	160
5.10	Bestimmung der Weibull-Verteilungsparameter b , T für ein maximales, empirisches Signifikanzniveau $ESN_{WV,max}$ mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests.	166
5.11	Bestimmung der Verteilungsparameter b , T , t_0 einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung für vorliegende Ausfallzeiten mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests.	172
5.12	Transformation weibullverteilter Ausfallzeiten auf normalverteilte Ausfallzeiten mit den mittels der Regressionsanalyse (<i>RA</i>), der Maximum-Likelihood-Methode (<i>MLE</i>), des vollständigen Anderson-Darling-Tests für die zweiparametrische Weibull-Verteilung (<i>VAD</i> – $2p$) und des vollständigen Anderson-Darling-Test für die dreiparametrische Weibull-Verteilung (<i>VAD</i> – $3p$) bestimmten Verteilungsparametern.	186
5.13	Bestimmung der Vertrauensbereiche für die Parameter b und T einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der relativen Likelihood-Funktion.	199
5.14	Bestimmung der Vertrauensbereiche für die Parameter b und $t = f(T)$ einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der relativen Likelihood-Funktion.	205
5.15	Bestimmung der Vertrauensbereiche für die Parameter b und $R(t) = f(T)$ einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der relativen Likelihood-Funktion.	210
5.16	Bestimmung der Vertrauensbereiche für die Parameter T und $t = f(b)$ einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der relativen Likelihood-Funktion.	216
5.17	Bestimmung der Vertrauensbereiche für die Parameter T und $t = f(b)$ einer zweiparametrischen Weibull-Verteilung mittels der relativen Likelihood-Funktion.	222

5.18	Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern b und T einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine konstant gehaltene, ausfallfreie Zeit t_0	232
5.19	Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern b und t_0 einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine konstant gehaltene, charakteristische Lebensdauer T	234
5.20	Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern b und $R(t)$ einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine gewählte Ausfallzeit t und ausfallfreie Zeit t_0	242
5.21	Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern b und t einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine gewählte Zuverlässigkeit $R(t)$ und ausfallfreie Zeit t_0	244
5.22	Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern T und t_0 einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine konstant gehaltene Ausfallsteilheit b	251
5.23	Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern T und $R(t)$ einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine gewählte Ausfallzeit t und ausfallfreie Zeit t_0	255

-
- 5.24 Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern T und t einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine gewählte Zuverlässigkeit $R(t)$ und ausfallfreie Zeit t_0 257
- 5.25 Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern t_0 und $R(t)$ einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine gewählte Ausfallsteilheit b und Ausfallzeit t 264
- 5.26 Profillinienverläufe der empirischen Signifikanzniveaus $ESN_{WV,max}$ und $ESN_{WV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern t_0 und t einer dreiparametrischen Weibull-Verteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-3p$) ermittelten Parametern \hat{b} , \hat{T} , \hat{t}_0 einer vorliegenden Stichprobe mit $n = 11$ für eine gewählte Ausfallsteilheit b und Zuverlässigkeit $R(t)$ 266
- 5.27 Auswertung vollständig ausgefallener Einheiten mit weibull- und adäquat normalverteiltem Ausfallverhalten bei Berücksichtigung von Vorkenntnissen mit vergleichbaren Ausfallmechanismen, unterschiedlichem Stichprobenumfang für ein einseitig nach unten begrenztes Lebensdauerintervall. 280
- 5.28 Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit vollständiger und unvollständiger Lebensdauern $[N, oE, x]$ mittels des Verfahrens nach Johnson, Darstellung der Lebensdauern und mittels RA -Verfahrens bestimmte Weibull-Gerade in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz. 285
- 5.29 Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeiten vollständiger und unvollständiger Lebensdauern einer Sudden-Death-Prüfung mittels des Verfahrens nach Johnson, Darstellung der Lebensdauern und die mit dem RA -Verfahren ermittelte Weibull-Gerade in einem Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz. 287
- 5.30 Bestimmung einer Ausfallwahrscheinlichkeit vollständiger und unvollständiger Lebensdauern $[N, mE, x]$ mittels des Verfahrens nach Johnson, Darstellung der Lebensdauern und mittels RA -Verfahrens bestimmte Weibull-Gerade im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz. . . 289

5.31	Bestimmung einer Ausfallwahrscheinlichkeit vollständiger und unvollständiger Lebensdauern $[N, oE, t_p]$ mittels des Verfahrens nach Johnson, Darstellung der Lebensdauern und mittels <i>RA</i> -Verfahrens bestimmte Weibull-Gerade im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz. . .	293
5.32	Bestimmung einer Ausfallwahrscheinlichkeit vollständiger und unvollständiger Lebensdauern $[N, mE, t_p]$ mittels des Verfahrens nach Johnson, Darstellung der Lebensdauern und mittels <i>RA</i> -Verfahrens bestimmte Weibull-Gerade im Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz. . .	297
5.33	Ermittlung eines optimalen Stichprobenumfangs und einer Versuchszeit bei gegebener Zuverlässigkeit und Ausfallsteilheit ohne vorzeitige Prüflingsentnahme.	309
5.34	Ermittlung einer Zuverlässigkeit vorzeitig aus einem Versuch entnommener Prüflinge, mit Stücklimit, ohne Ersatz $[N, oE, x]$	313
5.35	Ermittlung einer Zuverlässigkeit vorzeitig aus einem Versuch entnommener Prüflinge, mit Stücklimit mit Ersatz, $[N, mE, x]$	314
5.36	Ermittlung einer Zuverlässigkeit vorzeitig aus einem Versuch entnommener Prüflinge mit Zeitlimit ohne Ersatz, $[N, oE, t_p]$	316
5.37	Ermittlung einer Zuverlässigkeit vorzeitig aus einem Versuch entnommener Prüflinge mit Zeitlimit mit Ersatz, $[N, mE, t_p]$	318
5.38	Ermittlung eines Lebensdauerverhältnisses bei geforderter Zuverlässigkeit bzw. Aussagewahrscheinlichkeit, Ausfallsteilheit und Anzahl von Prüflingen mit Berücksichtigung einer vorzeitigen Prüflingsentnahme.	320
5.39	Auswertung vollständig intakter Einheiten bei Berücksichtigung von Vorkenntnissen	325
6.1	Prüfung vorliegender Daten mit dem Anderson-Darling-Test, ob diese mit einer brauchbaren, statistischen Aussagesicherheit durch eine Normalverteilung beschrieben werden können.	331
6.2	Analytische Ermittlung der Verteilungsparameter μ und σ mittels arithmetischem Mittelwert und dessen quadrierte Abweichungen für vorliegende Lebensdauern.	335
6.3	Bestimmung der Normalverteilungsparameter \bar{t} , σ von transformierten, adäquat normalverteilten Ausfallzeiten für ein maximales, empirisches Signifikanzniveau $ESN_{NV,max}$ mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD - 2p$).	338
6.4	Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen normalverteilter und <i>t</i> -verteilter Ausfallzeiten.	347

-
- 6.5 Bestimmung von Vertrauensbereichen für den Mittelwert und Zuverlässigkeit gegebener, normalverteilter und t -verteilter Ausfallzeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten. 388
- 6.6 Profillinienverläufe der Signifikanzniveaus $ESN_{NV,max}$, $ESN_{NV,GG}$ in Abhängigkeit von den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-2p$) ermittelten Parametern \bar{t} und σ einer zweiparametrischen Normalverteilung für eine vorliegende Stichprobe mit $n = 11$. 404
- 6.7 Profillinienverläufe der Signifikanzniveaus $ESN_{NV,max}$, $ESN_{NV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern $R(t)$ und \bar{t} einer zweiparametrischen Normalverteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-2p$) ermittelten Parametern \hat{t} und s für eine vorliegende Stichprobe mit $n = 11$ mit konstant gehaltener Ausfallzeit t 413
- 6.8 Profillinienverläufe der Signifikanzniveaus $ESN_{NV,max}$, $ESN_{NV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern $R(t)$ und σ einer zweiparametrischen Normalverteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-2p$) ermittelten Parametern \hat{t} und s für eine vorliegende Stichprobe mit $n = 11$ und konstant gehaltener Ausfallzeit t 417
- 6.9 Profillinienverläufe der Signifikanzniveaus $ESN_{NV,max}$, $ESN_{NV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern t und \bar{t} einer zweiparametrischen Normalverteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-2p$) ermittelten Parametern \hat{t} und s für eine vorliegende Stichprobe mit $n = 11$ und konstant gehaltener Ausfallzeit t 421
- 6.10 Profillinienverläufe der Signifikanzniveaus $ESN_{NV,max}$, $ESN_{NV,GG}$ in Abhängigkeit von den Parametern t und σ einer zweiparametrischen Normalverteilung und den mittels des vollständigen Anderson-Darling-Tests ($VAD-2p$) ermittelten Parametern \hat{t} und s für eine vorliegende Stichprobe mit $n = 11$ und konstant gehaltener Zuverlässigkeit $R(t)$ 425
- 6.11 Auswertung vollständig ausgefallener Einheiten mit weibull- und adäquat normalverteiltem Ausfallverhalten bei Berücksichtigung von Vorkenntnissen mit vergleichbaren Ausfallmechanismen, unterschiedlichem Stichprobenumfang für ein einseitig nach unten begrenztes Lebensdauerintervall. 438
- 6.12 Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen gestutzter, normalverteilter und t -verteilter Ausfallzeiten. 482

6.13	Auswertung vollständig ausgefallener Einheiten mit weibull- und adäquat normalverteiltem Ausfallverhalten bei Berücksichtigung von Vorkenntnissen mit vergleichbaren Ausfallmechanismen, unterschiedlichem Stichprobenumfang, linksseitiger Stützung, einem einseitig nach unten begrenzten Lebensdauerintervall sowie einem einseitig nach unten begrenzten Toleranzintervall.	503
7.1	Bestimmung der Lognormalverteilungsparameter \hat{t}^* , s^* weibullverteilter Ausfallzeiten für ein maximales, empirisches Signifikanzniveau $ESN_{LNV,max}$ mittels vollständigem Anderson-Darling-Tests ($VAD - 2p$).	519
7.2	Prüfung vorliegender Daten mit dem Anderson-Darling-Test, ob diese mit einer brauchbaren, statistischen Aussagesicherheit durch eine Lognormalverteilung beschrieben werden können sowie deren Transformation auf adäquat normalverteilte Lebensdauern.	524
8.1	Prüfung vorliegender Daten mit dem Anderson-Darling-Test, ob diese mit einer brauchbaren, statistischen Aussagesicherheit durch eine Exponentialverteilung beschrieben werden können sowie die Transformation dieser Daten auf eine adäquate Normalverteilung.	535
9.1	Vergleich des Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests.	545
9.2	Vergleich des Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und unbekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests.	557
9.3	Vergleich eines Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung und unbekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests.	562
9.4	Vergleich des Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests.	568
9.5	Vergleich eines Mittelwertes mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests.	571

9.6	Vergleich zweier Mittelwerte bei einseitiger Fragestellung und unbekannter, nicht gleicher Standardabweichung mittels eines Hypothesentests und Konstruktion eines Vertrauensintervalles.	575
9.7	Vergleich zweier Mittelwerte bei zweiseitiger Fragestellung und unbekannter, nicht gleicher Standardabweichung mittels eines Hypothesentests und Konstruktion eines Vertrauensintervalles.	578
9.8	Vergleich einer Mittelwertdifferenz mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und unbekannter, gleicher Standardabweichung mittels eines Hypothesentests und Konstruktion eines Vertrauensintervalles.	583
9.9	Vergleich zweier Mittelwerte bei zweiseitiger Fragestellung und unbekannter, gleicher Standardabweichung mittels eines Hypothesentests und Konstruktion eines Vertrauensintervalles.	588
9.10	Vergleich einer Mittelwertdifferenz mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests und Konstruktion eines Vertrauensintervalles.	594
9.11	Vergleich einer Mittelwertdifferenz mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung und bekannter Standardabweichung mittels eines Hypothesentests und Konstruktion eines Vertrauensintervalles.	598
9.12	Vergleich einer Varianz mit einem Vorgabewert bei einseitiger Fragestellung.	604
9.13	Vergleich einer Varianz mit einem Vorgabewert bei zweiseitiger Fragestellung.	606
9.14	Vergleich zweier Varianzen bei einseitiger Fragestellung.	612
9.15	Vergleich zweier Varianzen bei zweiseitiger Fragestellung.	616