

1 Statistische Grundlagen	1
1.1 Definition der Grundbegriffe	1
1.1.1 Ursprünge des Wahrscheinlichkeitsbegriffs nach Bernoulli und Mises	1
1.1.2 Einige hilfreiche Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten	5
1.1.3 Zufallsvariablen – Vom Einzelergebnis zum Maßstab	10
1.1.4 Erwartungswert und Varianz von Zufallsvariablen	16
1.1.5 Stichproben und Punktschätzer	20
1.1.6 Intervallschätzer und Konfidenzintervalle	24
1.1.7 Verteilungsfunktion und Quantilfunktion	27
1.2 Statistische Verteilungen	30
1.2.1 Normalverteilung	31
1.2.2 Gleichverteilung	42
1.2.3 Betragsverteilung erster Art	45
1.2.4 Rayleigh-Verteilung (Betragsverteilung zweiter Art)	50
1.2.5 Typische Verteilungsfunktionen für mechanische Messgrößen	55
1.2.6 Poisson-Verteilung	55
1.2.7 Binomialverteilung	61
1.3 Grafische Hilfsmittel	71
1.3.1 Strichliste und Fehlersammelkarte	72
1.3.2 Pareto-Diagramm	73
1.3.3 Ursache-Wirkungs-Diagramm	75
1.3.4 Histogramm	76
1.3.5 Werteverlauf und Streudiagramm	76
1.3.6 Flussdiagramm	81
1.4 Zusammenfassung	82
Literatur	84

2 Statistische Hypothesentests und Inferenz	85
2.1 Grundlagen statistischer Hypothesentests	87
2.1.1 Der p-Wert als Entscheidungskriterium für Hypothesentests	90
2.1.2 Trennschärfe von Hypothesentests und Operationscharakteristiken	92
2.1.3 Allgemeines Vorgehen bei statistischen Hypothesentests	97
2.2 Test auf Lageänderung	98
2.2.1 Test auf Lageänderung bei bekannter Standardabweichung (<i>z</i> -Test)	98
2.2.2 Test auf Lageänderung bei unbekannter Standardabweichung (<i>t</i> -Test)	105
2.2.3 Test auf Lageabweichung zweier Stichproben (Zweistichproben <i>t</i> -Test)	109
2.2.4 Test auf Lageabweichung zweier Stichproben bei unterschiedlicher Standardabweichung (Welch-Test)	114
2.3 Test auf Änderung der Standardabweichung	114
2.3.1 Test auf Änderung der Standardabweichung mit einer Stichprobe	115
2.3.2 Test auf unterschiedliche Standardabweichung zweier Stichproben (<i>F</i> -Test)	118
2.4 Test auf Änderung des Fehleranteils (<i>p</i> -Test)	125
2.5 Lineare statistische Modelle	134
2.5.1 Varianzanalyse	139
2.5.2 Zweifache Varianzanalyse	147
2.5.3 Lineare Regression	151
2.5.4 Bewertung der Modellqualität mit Hilfe des R^2 -Koeffizienten	159
2.6 Zusammenfassung	162
Literatur	163
3 Messsystemanalyse	165
3.1 Beschreibung von Messunsicherheit nach JCGM 2008 (GUM)	166
3.2 Rückführbarkeit von Messmitteln und Normalen	172
3.3 Eignungsnachweis von Messmitteln	179
3.3.1 Unterscheidung von variablen und attributiven Messmitteln	179
3.3.2 Methode 1 (C_g/C_{gk} -Studie)	182
3.3.3 Methode 2 (% <i>GRR</i> -Studie mit Bedienereinfluss)	188
3.3.4 Methode 3 (% <i>GRR</i> -Studie ohne Bedienereinfluss)	196
3.3.5 Bedeutung der Teilestreuung für die Methoden 2 und 3 (<i>ndc</i>)	199
3.3.6 Attributiver Eignungsnachweis von Messmitteln	201
3.4 Optimierung eines Messprozesses mit Hilfe der Methoden 1, 2 und 3	207
3.4.1 Einflussfaktor Mensch	208
3.4.2 Einflussfaktor Messobjekt/Normal	208
3.4.3 Einflussfaktor Auswertemethode	211

3.4.4	Einflussfaktor Umwelt	214
3.4.5	Einflussfaktor Messmethode.....	218
3.4.6	Einflussfaktor Messmittel.....	219
3.4.7	Einflussfaktor Prüflingsaufnahme	221
3.5	Vorgehen bei nicht fähigen Messmitteln	222
3.6	Zusammenfassung	224
	Literatur	225
4	Statistische Prozesskontrolle.....	227
4.1	Bewertung der Prozesseleistung	228
4.1.1	Attributive Bewertung des Fehleranteils	229
4.1.2	Bewertung des Fehleranteils über die Verteilungsfunktion	232
4.1.3	Bewertung des Fehleranteils mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen.....	242
4.1.4	Vergleich der attributiven und variablen Schätzung des Fehleranteils	245
4.1.5	Prozessbewertung mittels Prozessfähigkeitsindex (C_p und C_{pk})	249
4.2	Regelkarten	264
4.2.1	Statistische Kontrolle der Prozesslage (\bar{x} - und \tilde{x} -Karte)	266
4.2.2	Statistische Kontrolle der Streuung (s -Karte und R -Karte)	274
4.2.3	Statistische Kontrolle von Fehleranteil und Fehleranzahl (p -Karte und np -Karte)	285
4.2.4	Statistische Kontrolle der Fehlerrate (c -Karte)	291
4.2.5	Steigerung der Empfindlichkeit von Regelkarten.....	296
4.2.6	Alternative Regelkarten zu statistische Kontrolle der Prozesslage	309
4.3	Statistische Anomalierkennung	320
4.3.1	Anomalieerkennung bei bekannter Grundgesamtheit	322
4.3.2	Anomalieerkennung bei unbekannter Grundgesamtheit	325
4.4	Zusammenfassung	330
	Literatur	332
5	Statistische Modellbildung im Fertigungsprozess	333
5.1	Statistische Versuchsplanung (Design of Experiments)	333
5.1.1	Optimierung mit ein und zwei Einflussfaktoren	334
5.1.2	Wiederholungen und Blockbildung in faktoriellen Versuchen	346
5.1.3	Faktorielle Versuche mit mehr als zwei Einflussfaktoren und teilstatistische Versuche.....	357
5.1.4	Nichtlineare Beiträge und Wirkflächen	363
5.2	Einige hilfreiche Transformationen zur statistischen Modellbildung	371

5.2.1	Logarithmische Transformation	372
5.2.2	Probit- und Logit-Modelle (logistische Regression).....	377
5.2.3	Verallgemeinerte lineare Modelle	387
5.3	Zusammenfassung	389
	Literatur	389
6	Schlusswort	391
A	Tabellen und Regelkartenparameter	393
	Stichwortverzeichnis	407