

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Inhaltsverzeichnis	viii
1 Einleitung	1
1.1 Einsatz statistischer Verfahren	1
1.2 SPC als Grundlage zum „Never Ending Improvement“	3
1.3 Unterschiedliche Prozeßmodelle	7
1.4 Phasen der Qualifikation	14
1.5 Aufbau des Buches	17
2 Grundlagen der technischen Statistik	18
2.1 Einführung	18
2.1.1 Grundmodell der induktiven Statistik	19
2.1.2 Klassifizierung von Merkmalen	20
2.1.3 Klassifizierung von Verteilungen	22
2.1.4 Definition des Vertrauensbereiches	26
2.1.5 Definition des Zufallsstrebereiches	27
2.1.6 Aufgabe der Wahrscheinlichkeitsfunktionen	28
2.2 Wahrscheinlichkeitsverteilungen	30
2.2.1 Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit diskreten Merkmalswerten	30
2.2.2 Wahrscheinlichkeitsverteilung für kontinuierliche Merkmalswerte	45
2.3 Weitere stetige Verteilungen	53
2.3.1 t-Verteilung	53
2.3.2 χ^2 -Verteilung	54
2.3.3 F-Verteilung	56
2.4 Vertrauens- und Zufallsstrebereiche	57
2.5 Ermittlung statistischer Kenngrößen	62
2.5.1 Markante Kennwerte einer Meßwertreihe	64
2.5.2 Rechenbeispiel für die Kennwerte einer Meßwertreihe	71
2.6 Markante Grafiken	72
2.6.1 Darstellung von Einzelwerten	72
2.6.2 Wertestrahle	74
2.6.3 Histogramm	74
2.6.4 Summenlinie	79
2.6.5 Wahrscheinlichkeitsnetz für das Modell der Normalverteilung	80
2.6.6 Darstellung von Wertepaaren	82
2.6.7 Darstellung von statistischen Kennwerten	84
2.6.8 Pareto-Analyse	86

2.6.9	Box-Plot	88
2.6.10	Übersicht Fähigkeitsindizes	89
2.7	Weitere eingipflige Wahrscheinlichkeitsverteilungen	90
2.7.1	Transformation	92
2.7.2	Logarithmische Normalverteilung	95
2.7.3	Betragsverteilung 1. Art	96
2.7.4	Rayleigh-Verteilung	98
2.7.5	Weibull-Verteilung.....	100
2.7.6	Pearson-Funktionen	101
2.7.7	Johnson-Transformationen	102
2.7.8	Mischverteilung.....	104
2.7.9	Zweidimensionale Normalverteilung	105
2.8	Numerische Testverfahren.....	107
2.8.1	Beurteilungskriterien mittels grafischer Darstellungen	107
2.8.2	Beschreibung der numerischen Testverfahren	109
2.8.3	Test auf Zufälligkeit	112
2.8.4	Test auf Trend	114
2.8.5	Tests auf Normalverteilung	115
2.8.6	Tests auf Ausreißer	121
2.8.7	Vergleich von Varianzen und Mittelwerten	123
2.8.8	Darstellung von Testergebnissen	129
2.9	Zusammenstellung der grundlegenden Verfahren	130
3	Qualitätsregelkartentechnik	132
3.1	Was ist eine Qualitätsregelkarte?	132
3.2	Gebräuchlichste Qualitätsregelkarten	136
3.3	Qualitätsregelkarten für diskrete Merkmalswerte	137
3.3.1	Berechnung der Eingriffsgrenzen	139
3.3.2	x-Karte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten	140
3.3.3	p-Karte für den Anteil fehlerhafter Einheiten	143
3.3.4	np-Karte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten	145
3.3.5	x-Karte für die Anzahl der Fehler je Einheit	146
3.3.6	c-Karte für die Fehlerzahl pro Einheit.....	148
3.3.7	u-Karte für die Fehlerzahl pro Einheit	149
3.4	Fehlersammelkarten	150
3.4.1	Aufbau einer Fehlersammelkarte.....	150
3.4.2	Erstellung einer Fehlersammelkarte	152
3.5	Qualitätsregelkarten für kontinuierliche Merkmale.....	156
3.5.1	Aufbau der Regelkarten	156
3.5.2	Vorgehensweise anhand einer $\bar{X}$ / s-Karte	158
3.5.3	Stabilitätskriterien	164
3.5.4	Shewhart-Karten für Prozeßmodell A	172
3.5.5	Fallbeispiele für Shewhart-Karten	175
3.5.6	Vor- und Nachteile der Lage- und Streuungskarten	179

3.6	Annahmequalitätsregelkarten	180
3.6.1	Entstehung einer Annahmekarte	180
3.6.2	Eingriffsgrenzen der Annahmekarten	183
3.7	Shewhart-Karte mit gleitenden Kennwerten	186
3.8	Pearson-Qualitätsregelkarten für Mittelwerte	189
3.9	Shewhart-Karten für Prozeßmodelle B und C	191
3.9.1	Prozeßmodell B	191
3.9.2	Prozeßmodell C	197
3.10	Zusammenfassung – Qualitätsregelkarten	203
3.11	Empfindlichkeit einer Qualitätsregelkarte	206
3.12	Weitere Qualitätsregelkarten	208
3.12.1	Pre-Control-Regelkarten	208
3.12.2	CUSUM-Regelkarten	210
3.12.3	EWMA-Regelkarten	211
4	Beurteilungskriterien für die Auswahl von Verteilungsmodellen	212
4.1	Auswahl von Verteilungsmodellen	213
4.2	Beurteilungskriterien	215
4.2.1	Grafische Darstellungen	215
4.2.2	Netzregression	215
4.2.3	Numerische Testverfahren	217
4.3	Verteilungsmodell auswählen	218
5	Vorgehensweise bei der Prozeßbeurteilung	225
5.1	Auswahl von Prozeßmodell A, B oder C	225
5.2	Zusammenfassung der Vorgehensweise	232
5.3	Zeitliche Abfolge der Fähigkeitsbeurteilung	235
6	Qualitätsfähigkeitskennzahlen	239
6.1	Einleitung	239
6.2	Kennzahlen auf der Grundlage der Normalverteilung	244
6.3	Kennzahlen für Prozesse mit $\bar{x}$ -Streuung	247
6.3.1	Kennzahlen aus Addition der Streuung	247
6.3.2	Kennzahlen aus Reduzierung der Toleranz	249
6.3.3	Vergleich der Methoden	251
6.4	Kennzahlen für nicht normalverteilte Prozesse	252
6.4.1	Prozentanteilmethode	253
6.4.2	Überschreitungsanteilmethode	255
6.5	Übersicht Qualitätsfähigkeitskennzahlen	256
6.6	Kennzahlen aus der zweidimensionalen Normalverteilung	257
6.7	Kennzahl aus Kompensation der zusätzlichen $\bar{x}$ -Streuung	260

6.8	Sonderfall – „Potential“ kleiner als Fähigkeit	262
6.9	Berechnung der Eignungskoeffizienten nach CNOMO	263
7	Aufbau eines Qualifikationssystems	267
7.1	Was ist Maschinen- und Prozeßqualifikation?	267
7.2	Warum Maschinen- und Prozeßqualifikation?	268
7.3	Mittels statistischer Verfahren Kosten senken	270
7.4	Informationsebenen	272
7.5	Globaler Lösungsansatz	277
7.6	Kontinuierliche Qualifikation	280
7.7	Fallbeispiel – Abnahmebedingungen für eine Werkzeugmaschine	285
8	Prüfmittelfähigkeit	292
8.1	Einführung	292
8.1.1	Ausgangssituation	292
8.1.2	Ursachen und Auswirkungen von Meßabweichungen	294
8.1.3	Meßunsicherheit	299
8.2	Überprüfung von Herstellerangaben gemäß DIN	301
8.3	Vorteile einer Fähigkeitsuntersuchung	303
8.4	Allgemeine Begriffsdefinitionen	304
8.4.1	Meßgenauigkeit	305
8.4.2	Wiederholpräzision	305
8.4.3	Vergleichspräzision	306
8.4.4	Stabilität	307
8.4.5	Linearität	308
8.5	Fähigkeitsuntersuchung	309
8.5.1	Vorbereitung der Untersuchung	312
8.5.2	Verfahren 1	312
8.5.3	Berechnung der Fähigkeitsindizes nach Verfahren 1	315
8.5.4	Einseitig begrenzte Merkmale	321
8.5.5	Mehrere Merkmale	323
8.5.6	Verfahren 2	324
8.5.7	Berechnung eines Streuungsmaßes nach Verfahren 2	328
8.5.8	Verfahren 3	337
8.5.9	Berechnung der Streuung nach Verfahren 3	338
8.6	Stabilitätsprüfung für Kalibrier- und Justageintervalle	341
8.7	Beurteilung nach der CNOMO-Richtlinie	343
8.8	Sonderfälle bei der Prüfmittelfähigkeit	346
8.9	Typische Fragen zur Prüfmittelfähigkeit	349
9	Anhang	352

9.1	Q-DAS®-Produkte	352
9.2	Modelle der Varianzanalyse	353
9.2.1	Prozeßbeurteilung	353
9.2.2	Meßsystemanalyse - Verfahren 2.....	357
9.2.3	Meßsystemanalyse – Verfahren 3.....	362
9.3	Formelsammlung für Verteilungen.....	364
10	Tabellen	365
11	Ford Testbeispiele	373
12	Verzeichnisse.....	405
12.1	Literaturverzeichnis	405
12.2	Abbildungsverzeichnis	411
12.3	Tabellenverzeichnis	416
12.4	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen.....	418
13	Index	421