

Edgar Dietrich
Alfred Schulze

Statistische Verfahren zur Maschinen- und Prozessqualifikation

5., aktualisierte Auflage

HANSER

Inhaltsverzeichnis

Unseren Ehefrauen.....	v
Vorwort	vii
Vorwort zur 2. Auflage.....	viii
Vorwort zur 3. Auflage.....	ix
Vorwort zur 4. Auflage.....	x
Vorwort zur 5. Auflage.....	xi
Inhaltsverzeichnis	xiii
1 Einleitung.....	1
1.1 Einsatz statistischer Verfahren.....	1
1.2 SPC als Grundlage zum „Never Ending Improvement“	4
1.3 Six Sigma.....	8
1.3.1 Entwicklung der Methode Six Sigma	8
1.3.2 Was ist Six Sigma?.....	8
1.3.3 Die Projektphasen bei Six Sigma	12
1.4 Unterschiedliche Prozessmodelle.....	15
1.4.1 Verteilungszeitmodell A1	16
1.4.2 Verteilungszeitmodell A2	17
1.4.3 Verteilungszeitmodell B	18
1.4.4 Verteilungszeitmodell C1	19
1.4.5 Verteilungszeitmodell C2	20
1.4.6 Verteilungszeitmodell C3.....	21
1.4.7 Verteilungszeitmodell C4.....	22
1.4.8 Verteilungszeitmodell D.....	23
1.4.9 Qualitätsfähigkeit eines Prozesses.....	24
1.5 Phasen der Qualifikation.....	25
1.6 Statistische Methoden - DIN EN ISO 9001:2000	28
1.7 Aufbau des Buches.....	32
2 Grundlagen der technischen Statistik.....	35
2.1 Einführung.....	35
2.1.1 Grundmodell der induktiven Statistik	36
2.1.2 Klassifizierung von Produktmerkmalen	37
2.1.3 Erfassung von Merkmalswerten	38
2.1.4 Klassifizierung von Verteilungen	40
2.1.5 Definition des Vertrauensbereiches.....	44
2.1.6 Definition des Zufallsstrebereiches.....	45
2.1.7 Aufgabe der Wahrscheinlichkeitsfunktionen.....	46
2.2 Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	48

2.2.1	Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit diskreten Merkmalswerten	48
2.2.2	Wahrscheinlichkeitsverteilung für kontinuierliche Merkmalswerte	61
2.3	Weitere stetige Verteilungen	71
2.3.1	t-Verteilung	71
2.3.2	χ^2 -Verteilung	72
2.3.3	F-Verteilung	74
2.4	Vertrauens- und Zufallsstrebereiche	75
2.5	Ermittlung statistischer Kenngrößen	80
2.5.1	Markante Kennwerte einer Messwertreihe	83
2.5.2	Ergebnisdarstellung der Kennwerte einer Messwertreihe	90
2.6	Markante Grafiken	94
2.6.1	Darstellung von Einzelwerten	94
2.6.2	Wertestrahle	100
2.6.3	Histogramm	100
2.6.4	Summenlinie	106
2.6.5	Wahrscheinlichkeitsnetz für das Modell der Normalverteilung	108
2.6.6	Darstellung von Wertepaaren	110
2.6.7	Darstellung von statistischen Kennwerten	112
2.6.8	Pareto-Analyse	115
2.6.9	Box-Plot	117
2.6.10	Übersicht Fähigkeitsindizes	120
2.6.11	Grafische und numerische Darstellung	126
2.6.12	Spezielle Toleranzbetrachtung	127
2.7	Weitere eingipflige Wahrscheinlichkeitsverteilungen	132
2.7.1	Transformation	134
2.7.2	Logarithmische Normalverteilung	137
2.7.3	Betragsverteilung 1. Art	138
2.7.4	Betragsverteilung 2. Art (Rayleigh-Verteilung)	140
2.7.5	Weibull-Verteilung	142
2.7.6	Pearson-Funktionen	143
2.7.7	Johnson-Transformationen	144
2.7.8	Mischverteilung	146
2.7.9	Zweidimensionale Normalverteilung	148
2.8	Numerische Testverfahren	150
2.8.1	Beurteilungskriterien mittels grafischer Darstellungen	151
2.8.2	Beschreibung der numerischen Testverfahren	152
2.8.3	Test auf Zufälligkeit	155
2.8.4	Test auf Trend	157
2.8.5	Tests auf Normalverteilung	163
2.8.6	Tests auf Ausreißer	172
2.8.7	Vergleich von Varianzen und Mittelwerten	175
2.8.8	Test von Kruskal und Wallis	180
2.8.9	Levene-Test	181
2.8.10	Darstellung von Testergebnissen	182
2.9	Zusammenstellung der grundlegenden Verfahren	184
2.10	Woher kommt das „k“ bei P_{pk} und C_{pk} ?	186

3	Qualitätsregelkartentechnik	187
3.1	Was ist eine Qualitätsregelkarte?	187
3.2	Stichprobenentnahme und -frequenz	191
3.3	Gebräuchlichste Qualitätsregelkarten	192
3.4	Qualitätsregelkarten für diskrete Merkmalswerte	193
3.4.1	Berechnung der Eingriffsgrenzen	196
3.4.2	x-Karte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten	197
3.4.3	p-Karte für den Anteil fehlerhafter Einheiten	200
3.4.4	np-Karte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten	202
3.4.5	x-Karte für die Anzahl der Fehler je Einheit	203
3.4.6	c-Karte für die Fehlerzahl pro Einheit	205
3.4.7	u-Karte für die Fehlerzahl pro Einheit	206
3.5	Fehlersammelkarten	207
3.5.1	Aufbau einer Fehlersammelkarte	207
3.5.2	Erstellung einer Fehlersammelkarte	209
3.6	Qualitätsregelkarten für kontinuierliche Merkmale	213
3.6.1	Aufbau der Regelkarten	213
3.6.2	Vorgehensweise anhand einer \bar{x} /s-Karte	215
3.6.3	Stabilitätskriterien für Prozessmodell A1	221
3.6.4	Shewhart-Karten für Prozessmodell A1	229
3.6.5	Fallbeispiele für Shewhart-Karten	232
3.6.6	Vor- und Nachteile der verschiedenen Lage- und Streuungskarten	236
3.7	Annahmequalitätsregelkarten	237
3.7.1	Entstehung einer Annahmekarte	237
3.7.2	Eingriffsgrenzen der Annahmekarten	240
3.8	Shewhart-Karte mit gleitenden Kennwerten	243
3.9	Pearson-Qualitätsregelkarten für Prozessmodell A2	246
3.10	Shewhart-Karten mit erweiterten Grenzen	248
3.10.1	Prozessmodell C3	248
3.10.2	Prozessmodell C4	253
3.11	Qualitätsregelkarten und Prozessmodelle	260
3.12	Prozessstabilität	262
3.13	Beurteilung der Empfindlichkeit von Qualitätsregelkarten	264
3.14	Weitere Qualitätsregelkarten	270
3.14.1	Pre-Control-Regelkarten	270
3.14.2	CUSUM-Regelkarten	271
3.14.3	EWMA-Regelkarten	273
4	Beurteilungskriterien für die Auswahl von Verteilungsmodellen	274
4.1	Überblick	274
4.2	Auswahl von Verteilungsmodellen	275
4.3	Beurteilungskriterien	276
4.3.1	Grafische Darstellungen	276
4.3.2	Netzregression	277

4.3.3	Numerische Testverfahren	279
4.4	Verteilungsmodell auswählen	280
5	Qualitätsfähigkeitskenngrößen	287
5.1	Einleitung	287
5.2	Definitionen	288
5.2.1	Prozesspotenzial	288
5.2.2	Prozessfähigkeit	289
5.3	Übersicht Qualitätsfähigkeitskenngrößen	291
5.4	Berechnungsmethoden der Qualitätsfähigkeitskenngrößen	292
5.4.1	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M1	292
5.4.2	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M2	294
5.4.3	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M3	295
5.4.4	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M4	295
5.4.5	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M5	297
5.4.6	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M6	299
5.4.7	Vergleich der Methoden M5 und M6	300
5.4.8	Fähigkeitsermittlung bei nicht definierten Verteilungsmodellen	302
5.4.9	Falsche Berechnungsmethoden	305
5.5	Kennzahlen aus der zweidimensionalen Normalverteilung	306
5.6	Kompensation der zusätzlichen \bar{x} -Streuung	309
5.7	Sonderfall - „Potenzial“ kleiner als Fähigkeit	310
5.8	Berechnung der Eignungskoeffizienten nach CNOMO	311
5.9	Typische Grenzwerte für Qualitätsfähigkeitskenngrößen	315
6	Vorgehensweise bei der Prozessbeurteilung	318
6.1	Auswahl der Prozessmodelle nach DIN 55319	318
6.2	Ausgangssituation und Zielsetzung	319
6.3	Vorbemerkungen	319
6.3.1	Testverfahren	319
6.3.2	Verteilungsmodell suchen	320
6.3.3	Verteilungsmodell Mischverteilung	321
6.4	Beschreibung der Auswertestrategie im Einzelnen	322
6.5	Zeitliche Abfolge der Fähigkeitsbeurteilung	328
7	Produkte bewerten	332
7.1	Beurteilungssystem	332
7.2	Realisierung in qs-STAT®	334
7.3	Datenverdichtung und Langzeitauswertung	336
8	Aufbau eines Qualifikationssystems	345
8.1	Was ist Maschinen- und Prozessqualifikation?	345
8.2	Warum Maschinen- und Prozessqualifikation?	346
8.3	Mittels statistischer Verfahren Kosten senken	348

8.4	Informationsebenen	350
8.5	Berichtsebenen	354
8.6	Globaler Lösungsansatz	355
8.7	Kontinuierliche Qualifikation	358
8.8	Typische Auswertungen	364
8.9	Fallbeispiel - Abnahmebedingungen für eine Werkzeugmaschine	367
9	Regressions- und Korrelationsanalyse	378
9.1	Produktmerkmale und Prozessparameter im grafischen Vergleich	379
9.2	Korrelations- und Regressionskoeffizient	383
9.2.1	Korrelationskoeffizienten der Stichprobe	383
9.2.2	Zweidimensionale Rangkorrelation	384
9.3	Grafische und numerische Darstellung der Ergebnisse	386
9.4	Lagepositionen optimieren	391
10	Anhang	393
10.1	Q-DAS®-Produkte	393
10.2	Modelle der Varianzanalyse	394
10.2.1	Prozessbeurteilung	394
10.3	Formelsammlung für Verteilungen	398
11	Tabellen	399
12	Ford Testbeispiele	406
13	Verzeichnisse	434
13.1	Literaturverzeichnis	434
13.2	Abbildungsverzeichnis	441
13.3	Tabellenverzeichnis	449
13.4	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	451
14	Index	453

Firmenrichtlinien:

- DaimlerChrysler Leitfadens LF03 „Prozessfähigkeitsuntersuchung von variablen Qualitätsmerkmalen“
- General Motors PowerTrain Richtlinie für Qualitätsabnahme von Fertigungseinrichtungen MRO 3.2
- Robert Bosch GmbH – Qualitätssicherung in der Bosch-Gruppe Heft 9 „Maschinen- und Prozessfähigkeit“ 3. Auflage