

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Qualitätsprüfung als Aufgabe der Prozessorganisation .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Qualitätsmanagement in der operativen Wertschöpfungskette .....</b>	<b>22</b>
2.1	Qualitätsprüfung im Unternehmensprozess .....	22
2.2	Prüfmittel, Prüfmittelverwaltung und Prüfsystemanalyse .....	25
2.3	Qualitätsmanagement in der Beschaffung .....	28
2.4	Qualitätsmanagement in der Fertigung .....	29
<b>3</b>	<b>Statistische Methoden und Verfahren zur Qualitätsdatenerfassung .....</b>	<b>30</b>
3.1	Prüfen – Messen – Lehren .....	30
3.2	Gegenüberstellung attributiver und variabler Prüfung .....	32
3.3	Churchill und die Statistik .....	34
<b>4</b>	<b>Eignungsnachweis von Messsystemen .....</b>	<b>36</b>
4.1	Warum Eignungsnachweis? .....	36
4.2	Forderungen .....	36
4.3	Was bedeutet Eignungsnachweis? .....	40
4.4	Prüfmittelüberwachung als Grundlage für die Messsystemanalyse .....	43
4.4.1	Kalibrierung von Prüfmitteln .....	43
4.4.2	Kalibrierung einer Messuhr .....	45
4.4.3	Eignungsnachweise für Standardmessmittel .....	47
4.5	Begriffe .....	50
4.5.1	Prüfen .....	50
4.5.2	Prozess .....	50
4.5.3	Prüfprozess/Messsystem .....	51
4.5.4	Messkette .....	52
4.5.5	Prüfmittel .....	52
4.5.6	Messgerät .....	52
4.5.7	Messmittel .....	53
4.5.8	Messeinrichtung .....	53
4.5.9	Normal / Referenzteil / Einstellmeister .....	53
4.5.10	Auflösung (einer Anzeigeeinrichtung) .....	53
4.5.11	Messabweichung .....	54
4.5.11.1	Systematische Messabweichung .....	54
4.5.11.2	Zufällige Messabweichung .....	55
4.5.12	Wiederholpräzision .....	55
4.5.13	Vergleichspräzision .....	56
4.5.14	Linearität .....	57
4.5.15	Messbeständigkeit / Stabilität .....	58
4.6	Übersicht und Abfolge der Verfahren für den Fähigkeitsnachweis .....	59
4.6.1	Vorgehensweise .....	59
4.6.2	Auflösung des Messgerätes .....	61
4.6.3	Verfahren 1 .....	62

4.6.4	Verfahren 2.....	62
4.6.5	Verfahren 3.....	62
4.6.6	Linearitäts-Studie.....	63
4.6.7	Messbeständigkeits- / Stabilitäts-Studie .....	63
4.7	Durchführung Verfahren 1 .....	64
4.8	Durchführung Verfahren 2 .....	68
4.9	Durchführung Verfahren 3 .....	72
4.10	Durchführung des Verfahrens zur Linearität bzw. Untersuchung an den Spezifikationsgrenzen.....	75
4.10.1	Vorbemerkung .....	75
4.10.2	Begriffserklärung „Linearität“ .....	75
4.10.3	Bestimmung der systematischen Messabweichung .....	78
4.10.4	Beurteilung der Linearität.....	79
4.10.5	Regressionsanalyse .....	80
4.10.6	Untersuchung an der Spezifikationsgrenze .....	80
4.11	Durchführung des Verfahrens zur Messbeständigkeit (Stabilität) .....	81
4.12	Vorgehensweise „Nicht fähige Messsysteme“ .....	83
4.13	Sonderfälle .....	85
<b>5</b>	<b>Stichprobenprüfungen .....</b>	<b>86</b>
5.1	Attributive Annahme-Stichprobenprüfung.....	86
5.1.1	Einfach-Stichprobenanweisung .....	87
5.1.2	Verteilungsmodelle .....	88
5.1.3	Annahmewahrscheinlichkeit .....	88
5.1.4	Operationscharakteristik .....	91
5.1.5	Lieferantenrisiko .....	92
5.1.6	Abnehmerrisiko.....	92
5.1.7	Durchschlupf.....	93
5.1.8	Beispiel zur Auswahl einer Annahme-Stichprobenanweisung .....	93
5.1.9	Doppel-Stichprobenanweisung.....	97
5.1.10	Annahmewahrscheinlichkeit bei der Doppel-Stichprobenanweisung.....	100
5.1.11	Mittlerer Stichprobenumfang.....	100
5.1.12	Weitere Stichprobenanweisungen .....	102
5.2	Stichprobenprüfung nach DIN ISO 2859-1 .....	103
5.2.1	Philosophie der ISO 2859-1.....	104
5.2.2	AQL – Acceptable Quality Level .....	105
5.2.3	Prüfniveau .....	105
5.2.4	Auswahl des Prüfloses .....	106
5.2.5	Normale, verschärfte und reduzierte Prüfungen .....	106
5.2.6	Auswahl eines AQL-Stichprobenplanes .....	109
5.3	Stichprobenprüfpläne nach ISO 3951.....	111

<b>6</b>	<b>Qualitätsfähigkeitskenngrößen für variable Merkmale</b> .....	<b>114</b>
6.1	Einleitung .....	114
6.2	Definitionen .....	116
6.2.1	Prozess .....	116
6.2.2	Prozesspotenzial .....	1177
6.2.3	Prozessfähigkeit .....	119
6.3	Prozessmodelle nach DIN 55319 .....	121
6.3.1	Verteilungszeitmodell A1 .....	123
6.3.2	Verteilungszeitmodell A2 .....	124
6.3.3	Verteilungszeitmodell B .....	125
6.3.4	Verteilungszeitmodell C1 .....	126
6.3.5	Verteilungszeitmodell C2 .....	127
6.3.6	Verteilungszeitmodell C3 .....	128
6.3.7	Verteilungszeitmodell C4 .....	129
6.3.8	Verteilungszeitmodell D .....	130
6.3.9	Qualitätsfähigkeit eines Prozesses .....	131
6.4	Übersicht über Berechnungsmethoden der Qualitätsfähigkeitskenngrößen .....	132
6.5	Relevante Berechnungsmethoden der Qualitätsfähigkeitskenngrößen .....	134
6.5.1	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M1 .....	134
6.5.2	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M3 .....	136
6.5.3	Qualitätsfähigkeitskenngrößen nach Methode M4 .....	136
6.5.4	Falsche Berechnungsmethoden .....	138
6.6	Sonderfall – „Potenzial“ kleiner als Fähigkeit .....	140
<b>7</b>	<b>Qualitätsregelkartentechnik</b> .....	<b>142</b>
7.1	Was ist eine Qualitätsregelkarte? .....	142
7.1.1	Interpretation einer Qualitätsregelkarte .....	144
7.1.2	Grundsätze für das Führen einer Qualitätsregelkarte .....	146
7.1.3	Anmerkungen zur Überwachung der Streuung .....	147
7.2	Stichprobenentnahme und -frequenz .....	148
7.3	Gebäuchlichste Qualitätsregelkarten (QRK) .....	150
7.4	Qualitätsregelkarten für diskrete Merkmalswerte .....	152
7.4.1	Vorteile und Einschränkungen .....	152
7.4.2	Fehlerkriterien .....	152
7.4.3	Diskrete Merkmalskennwerte für QRKs .....	153
7.4.4	Berechnung der Eingriffsgrenzen .....	154
7.4.5	x-Karte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten .....	155
7.4.6	p-Karte für den Anteil fehlerhafter Einheiten .....	160
7.4.7	np-Karte für die Anzahl fehlerhafter Einheiten .....	164
7.4.8	x-Karte für die Anzahl der Fehler je Einheit .....	165
7.4.9	c-Karte für die Fehlerzahl pro Einheit .....	168
7.4.10	u-Karte für die Fehlerzahl pro Einheit .....	169
7.5	Fehlersammelkarten .....	170
7.5.1	Aufbau einer Fehlersammelkarte .....	171
7.5.2	Erstellung einer Fehlersammelkarte .....	172

7.6	Qualitätsregelkarten für kontinuierliche Merkmale .....	177
7.6.1	Aufbau der Regelkarten .....	178
7.6.2	Vorgehensweise anhand einer $\bar{x}$ /s-Karte .....	179
7.6.3	Stabilitätskriterien für Prozessmodell A1 .....	185
7.6.4	Shewhart-Qualitätsregelkarten für Prozessmodell A1 .....	194
7.6.5	Fallbeispiele für Shewhart-Karten .....	198
7.6.6	Vor- und Nachteile der verschiedenen Lage- und Streuungskarten ..	202
7.7	Annahmequalitätsregelkarten .....	204
7.7.1	Entstehung einer Annahmekarte .....	204
7.7.2	Eingriffsgrenzen der Annahmekarten .....	207
7.8	Shewhart-Qualitätsregelkarte mit gleitenden Kennwerten .....	211
7.9	Pearson-Qualitätsregelkarten für Prozessmodell A2 .....	214
7.10	Shewhart-Karten mit erweiterten Grenzen .....	217
7.10.1	Prozessmodell C3 .....	218
7.10.2	Prozessmodell C4 .....	223
7.11	Qualitätsregelkarten und Prozessmodelle .....	229
7.12	Prozessstabilität .....	232
7.13	Empfindlichkeit einer Qualitätsregelkarte .....	235
<b>8</b>	<b>Vorgehensweise bei der Prozessbeurteilung .....</b>	<b>237</b>
8.1	Rechnergestützte Prozess- und Produktbeurteilung .....	237
8.2	Datenqualität .....	240
8.3	Graphische Darstellung der Einzelwerte .....	242
8.3.1	Werteverlauf .....	242
8.3.1.1	Darstellung der Achsen .....	246
8.3.1.2	Darstellung der Werte .....	248
8.3.1.3	Zusatzinformationen zu den Messwerten .....	249
8.3.1.4	Nach Zusatzinformationen getrennt auswerten .....	250
8.3.2	Wertestrahle .....	251
8.3.3	Histogramm .....	255
8.3.4	Histogramm mit Wertestrahle .....	257
8.3.5	Summenlinie und Wahrscheinlichkeitsnetz .....	258
8.3.6	Kennwerte aus dem Wahrscheinlichkeitsnetz .....	261
8.3.7	Bewertung der Modellverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz .....	262
8.3.8	Lösung zu der Abschätzung der Fähigkeitsindizes .....	265
8.4	Darstellung der Kennwerte .....	266
8.4.1	Box-Plot .....	266
8.4.2	Qualitätsfähigkeitskennwerte (C-Werte) .....	270
8.4.3	Korrelation .....	271
8.4.4	F-/t-Test .....	272
8.5	Auswahl der Prozessmodelle nach DIN 55319 .....	274
8.5.1	Ausgangssituation und Zielsetzung .....	275
8.5.1.1	Testverfahren .....	276
8.5.1.2	Verteilungsmodell suchen .....	277
8.5.1.3	Verteilungsmodell Mischverteilung .....	278
8.5.2	Beschreibung der Auswertestrategie im Einzelnen .....	279
8.6	Zeitliche Abfolge der Fähigkeitsbeurteilung .....	286

<b>9</b>	<b>Grundlagen der Versuchsmethodik .....</b>	<b>290</b>
9.1	Einleitung .....	290
9.2	Begriffe.....	296
9.3	Einfache Versuche nach Shainin .....	297
9.3.1	Multi-Vari-Chart.....	297
9.3.2	Örtliche Verteilungen .....	298
9.3.3	Paarweiser Vergleich .....	298
9.3.4	Variablenvergleich und Komponententausch.....	299
9.4	Faktorielle Versuchspläne.....	300
9.4.1	Vollständige faktorielle Versuchspläne .....	300
9.4.2	Fraktionelle faktorielle Versuchspläne .....	301
9.5	Taguchis robuste Produkte und Prozesse .....	302
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>303</b>
10.1	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen.....	303
10.2	K-Faktoren der Messsystemanalyse.....	307
10.3	Modelle der Varianzanalyse.....	309
10.3.1	Prozessbeurteilung .....	309
10.3.2	Messsystemanalyse – Verfahren 2 .....	313
10.3.3	Messsystemanalyse – Verfahren 3 .....	319
10.4	Tabellen zur Berechnung von Qualitätsregelkarten .....	322
11	Literaturverzeichnis .....	329
12	Bilderverzeichnis .....	339
13	Stichwortverzeichnis .....	346