

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>0. Die wichtigsten Symbole</b> .....	13
<b>1. Einführung</b> .....	16
1.1. Ziele der Statistischen Qualitätskontrolle .....	17
1.2. Kontrollmöglichkeiten und Kontrollmittel.....	18
1.3. Der „Prozeß“ .....	18
1.4. Der Qualitätsbegriff.....	19
1.5. Qualitätsbewußtsein und Kollektivarbeit als Grundlagen für Qualitätsarbeit ....	19
1.6. Statistische Qualitätskontrolle als Kostenfaktor .....	20
1.7. Einführung der Statistischen Qualitätskontrolle unter dem Gesichtspunkt des optimalen Nutzens .....	20
1.8. Die „totale oder integrierte Qualitätskontrolle“ .....	21
1.9. Literaturverzeichnis .....	22
<b>2. Mathematisch-statistische Hilfsmittel</b> .....	23
2.1. Mathematisch-statistische Hilfsmittel für meßbare Qualitätsmerkmale.....	23
2.1.1. Meßreihen mit wenigen Einzelwerten .....	23
2.1.1.1. Arithmetisches Mittel und Median .....	23
2.1.1.2. Varianz und Spannweite .....	25
2.1.1.3. Variationskoeffizient.....	27
2.1.2. Meßreihen mit vielen Einzelwerten .....	28
2.1.2.1. Berechnung des Mittelwertes und der Varianz.....	31
2.1.2.2. Summenkurve .....	34
2.1.2.3. Normalverteilung .....	35
2.1.2.4. Fläche unter der Normalverteilung .....	36
2.1.2.5. Summenkurve der Normalverteilung und Wahrscheinlichkeitsnetz .....	40
2.1.2.6. Zerlegung von Mischverteilungen mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsnetzes .....	44
2.1.3. Grundgesamtheit und Stichprobe.....	46
2.1.4. Verteilung der Mittelwerte von Stichproben .....	47
2.1.5. Kontrollgrenzen .....	51
2.1.5.1. Berechnung der Kontrollgrenzen der $\bar{x}$ -Karte .....	51
2.1.5.2. Kontrollkarten für die Standardabweichung und die Spannweite .....	55
2.1.5.3. Verteilung der Mediane .....	58
2.2. Mathematisch-statistische Hilfsmittel für nicht meßbare Qualitätsmerkmale .....	59
2.2.1. Definition der Wahrscheinlichkeit; einige grundlegende Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung .....	59
2.2.2. Permutation, Variation, Kombination .....	61
2.2.3. Hypergeometrische Verteilung .....	63
2.2.4. Binomialverteilung .....	63
2.2.5. Poisson-Verteilung .....	66

2.3.	Statistische Verfahren für besondere Zwecke .....	67
2.3.1.	Statistische Hypothese, Überschreitungswahrscheinlichkeit .....	67
2.3.2.	Der Vertrauensbereich .....	69
2.3.3.	Der Freiheitsgrad .....	70
2.3.4.	Der $t$ -Test .....	70
2.3.5.	Der $F$ -Test .....	74
2.3.6.	Anpassungsteste .....	74
2.3.6.1.	Wahrscheinlichkeitspapier und $\chi^2$ -Test .....	74
2.3.6.2.	<i>Kolmogoroff-Smirnow</i> -Test .....	77
2.3.7.	Varianzanalyse .....	78
2.3.8.	Regression und Korrelation .....	82
2.4.	Literaturverzeichnis .....	86
3.	<b>Kontrollkarten für meßbare Qualitätsmerkmale</b> .....	87
3.1.	Allgemeines .....	87
3.2.	Anwendung des Staffelbildes .....	89
3.2.1.	Das „konstante System zufälliger Ursachen“ .....	89
3.2.2.	Praktische Anwendung der tabellierten Normalverteilung .....	89
3.2.3.	Konstruktion der Normalkurve .....	91
3.2.4.	Das Staffelbild (Strichliste) und seine Anwendung .....	93
3.2.5.	Unterschied zwischen Los und Charge .....	97
3.2.6.	Lehrmodelle .....	97
3.3.	Kontrollkarten für Einzelwerte .....	98
3.3.1.	Anwendungsbereich und Entstehung einer Kontrollkarte .....	98
3.3.2.	Die Urwertkarte für das Merkmal $x$ .....	100
3.3.3.	Multi-Vari-Kontrollkarte .....	103
3.3.4.	Folgetest-Kontrollkarte von <i>Shainin</i> .....	105
3.3.5.	Prozeßeinstellung von <i>Nelson</i> .....	107
3.3.6.	Stufengrenzlehre von <i>Albrecht</i> – ein Meßgerät mit dem Liniensystem einer Kontrollkarte .....	108
3.3.7.	Einzelwertkarte mit kleinen Untergruppen .....	110
3.3.8.	Automatische Aufzeichnung von Staffelbildern und Urwertkarten .....	110
3.4.	Abgeleitete Kontrollkarten (Doppelkarten) .....	113
3.4.1.	Allgemeines .....	113
3.4.2.	Beschreibung der Kontrollkartenarbeit .....	114
3.4.3.	Arbeit an der Fortsetzungskarte .....	116
3.4.4.	Arbeit an der Kontrollkarte bei bekanntem Standard .....	117
3.4.5.	Stichprobe und Untergruppe .....	117
3.4.6.	Folgen und Gänge .....	118
3.4.7.	Beispiel für eine fehlerhafte Anwendung der $\bar{x}$ - $R$ -Karte (Beseitigung eines chronischen Fehlers) .....	120
3.4.8.	Denkfehler beim Einsatz der $\bar{x}$ - $R$ -Karte .....	120
3.4.9.	Doppelkarten ohne Urlisten und ohne Rechenarbeit ( $R_M$ - $R$ -Karte und $\bar{x}$ - $R$ -Karte) .....	122
3.4.9.1.	Allgemeines .....	122
3.4.9.2.	Arbeitsgang bei der $R_M$ - $R$ -Karte .....	123
3.4.10.	Prüfschärfe einer Kontrollkarte .....	126
3.4.11.	$\bar{R}$ -Maschinen-Qualitätskarte des Hauptmechanikers .....	128
3.4.12.	Prozeßanalyse mit Hilfe von Doppelkarten .....	128

3.4.13.	Beispiel zur Prüfung der Maschinen-Funktionsgenauigkeit eines Vier- spindel-Pittler-Automaten (Prozeßanalyse) .....	128
3.4.14.	Prozesse mit „Gang“ .....	131
3.4.15.	Ein Fertigungsprozeß mit langzeitigem „Gang“ .....	132
3.4.16.	Eine Prozeßanalyse, die dem Qualitätsingenieur zu denken geben sollte	137
3.4.17.	Kontrollkarte bei Vorliegen einer logarithmischen Normalverteilung des Qualitätsmerkmals .....	139
3.4.18.	Vereinfachte Analyse von Verteilungen mit Hilfe des normalen bzw. des logarithmischen Wahrscheinlichkeitsnetzes.....	142
3.4.19.	Wargrenzen .....	144
3.4.20	Anwendung der $R_M$ - $R$ -Karte mit variablen Untergruppenumfängen für Prozesse mit naturabhängigen Trends .....	144
3.4.21	Die Doppelkarte als Wegweiser zur Auffindung von Einflußfaktoren, die einen Standard merkbar verbessern können .....	149
3.5.	Summenkontrollkarte .....	150
3.6.	Der Variationskoeffizient $v\%$ bzw. die Fehlerhaftigkeit $p\%$ als Kriterium für die Gleichförmigkeit eines Qualitätsmerkmals .....	155
3.7.	Toleranzen statistisch gesehen .....	156
3.8.	Literaturverzeichnis .....	160
<b>4.</b>	<b>Kontrollkarten für nicht meßbare Qualitätsmerkmale (attributive Merkmale) ....</b>	<b>163</b>
4.1.	Allgemeines .....	163
4.2.	Die $p$ -Karte .....	163
4.3.	Die $np$ -Karte .....	165
4.4.	$np$ -Karten als Ersatz für die Doppelkarte .....	165
4.5.	Zweiteilige $np$ -Karte nach <i>Stevens-Tippett</i> .....	166
4.6.	$u$ -Karte und $c$ -Karte.....	167
4.7.	Kontrollkarten für die Bewertung der Attribute nach Rangstufen (Platzziffern) und Noten .....	167
4.8.	Bewertung der Qualität nach Noten .....	169
4.9.	Kreuzkarte auf Stichprobenbasis .....	171
4.10.	Kontrollkarte für Produktivität und Fehler je Produktionseinheit.....	171
4.11.	Binominalpapier .....	171
4.12.	Lorenz-Pareto-Prinzip und Qualitätsprogramm .....	173
4.13.	Literaturverzeichnis .....	175
<b>5.</b>	<b>25 Musterkontrollkarten .....</b>	<b>177</b>
5.1.	Beispiele für Kontrollkarten – Regulierung ohne vorgegebenen Qualitätsstandard	177
5.2.	Beispiele für Kontrollkarten – Regulierung bei vorgegebenem Qualitätsstandard.	191
5.3.	Beispiele für Kontrollkarten für Einzelwerte (Urwerte) .....	205
<b>6.</b>	<b>Stichprobenpläne für Attributprüfung .....</b>	<b>213</b>
6.1.	Grundlegende Betrachtungen über die Stichprobenprüfung .....	213
6.1.1.	Prüfung mittels Stichproben .....	213
6.1.2.	Zufallsstichprobe.....	214
6.1.3.	Kugelmodell und Buchstabenmodell .....	215
6.1.4.	Operations-Charakteristik .....	218
6.1.5.	Berechnung der Operations-Charakteristik eines Einfachplanes .....	220
6.1.6.	Eigenschaften der $OC$ -Kurve .....	222
6.1.7.	Durchschnittlicher Prüfaufwand und Durchschlupf .....	225

6.2.	TGL 14450 (ABC-Standard 105) .....	228
6.2.1.	Vorschriften der TGL 14450 .....	228
6.2.2.	Erläuterungen der Vorschrift der TGL 14450 .....	235
6.2.2.1.	Stichprobenpläne der TGL 14450 .....	235
6.2.2.2.	Die Handhabung der TGL 14450 .....	246
6.2.2.3.	Die Stichprobensysteme für Attributprüfung .....	251
6.2.2.4.	Vorstellung der Lose .....	253
6.2.2.5.	Ziehen einer Zufallsstichprobe .....	257
6.2.2.6.	Deutung der Operations-Charakteristik .....	259
6.2.2.7.	Annehmbare Qualitätslage AQL (Gutlage $p_{\alpha}$ ) .....	261
6.2.2.8.	Der Prozeßdurchschnitt $\bar{p}$ .....	264
6.2.2.9.	Die Qualitätsgeschichte .....	265
6.2.2.10.	Bestimmung der Kontrollgrenzen ( $3\sigma$ -Grenzen bei vorgegebenen AQL-Werten) .....	268
6.2.2.11.	Erfassen der Prüfergebnisse und ihre Auswertung .....	268
6.2.2.12.	Über die Sicherheit der Aussage .....	271
6.2.2.13.	Ausgangsprüfung mit Qualitätsnachweis erspart die Eingangsprüfung .....	273
6.2.2.14.	Permanente Inventurüberprüfung auf $LQ$ -Basis im Hinblick auf Lagermengen, Qualitätszustand, Richt- und Nutzwerte .....	277
6.2.2.15.	Multi-Moment-Methode unter Benutzung von TGL 14450 .....	281
6.3.	Andere Stichprobensysteme .....	282
6.3.1.	Die Folgeprüfung .....	282
6.3.2.	Kontinuierliche Stichprobenverfahren .....	287
6.3.3.	Ein anderer auf der Folgeprüfung beruhender, kontinuierlicher Stichprobenplan .....	291
6.3.4.	Reihenstichprobenplan (Chain Sampling Inspection Plan) .....	294
6.3.5.	Auswahl eines Stichprobenplans unter Berücksichtigung der Kosten .....	296
6.4.	Literaturverzeichnis .....	298
7.	<b>Stichprobenpläne für Variablenprüfung.</b> .....	300
7.1.	Was ist ein „gutes“ Los? .....	300
7.2.	Variablenprüfung .....	301
7.3.	Annahmenvorschrift, Annahmekriterium und Stichprobenumfang .....	302
7.4.	Stichprobenstandard 414/TGL 14452 .....	308
7.4.1.	Kurze Beschreibung des Standards 414 .....	308
7.4.2.	Einige weitere Hinweise .....	309
7.4.3.	12 Beispiele zum Standard 414 .....	310
7.4.4.	Beispiel eines Zertifikats einer Ausgangsprüfung .....	323
7.4.5.	Gemischte Variablen-Attribut-Prüfung .....	324
7.5.	Standard-Stichprobenplan von <i>Shainin</i> (Lot Plot) .....	325
7.6.	Median-Quasispansweiten-Plan ( $\bar{x}$ - $R_{QI}$ -Plan) .....	327
7.7.	Variablenprüfplan nach Chernoff und Liebermann .....	332
7.8.	Annahmekontrollkarte .....	333
7.9.	Literaturverzeichnis .....	335
8.	<b>Anhang</b> .....	336
9.	<b>Literaturhinweise</b> .....	525
10.	<b>Sachwörterverzeichnis</b> .....	527