

Produktionstechnische Schriftenreihe

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. H. Kalac

Band 1
Qualitätsmanagement

Hassan Kalac

Statistische Qualitätssicherung

Shaker Verlag
Aachen 2004

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2004

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

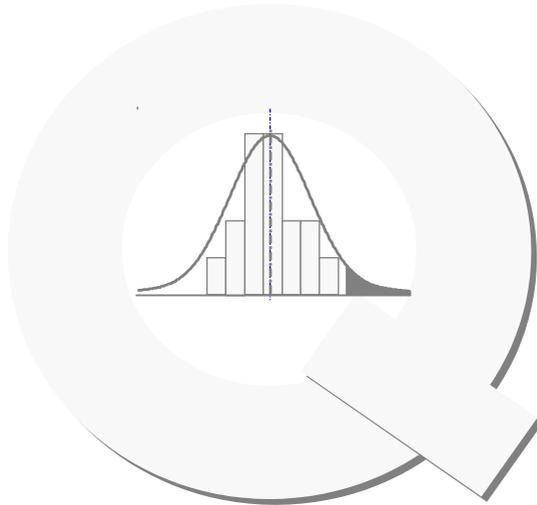
ISBN 3-8322-2870-5

ISSN 1614-0249

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de



**Nicht alles, was man zählen kann, zählt auch.
Und nicht alles, was zählt, kann man auch
zählen.**

Zitat: Albert Einstein (1879 – 1955)
Physiker

Vorwort

Ein modernes Qualitäts- bzw. Unternehmensmanagement betrachtet die Verbesserung von Qualität, Liefererfüllung und Kosten der Produkte als wesentliches Element zur nachhaltigen Erhöhung des Wertbeitrags im Unternehmen. Die in diesem Zusammenhang häufig verwendete Formulierung „kontinuierliche Verbesserung“ bezieht sich auf die Bemühungen eines Unternehmens, die ständig wachsenden Anforderungen an die Produkte ohne Einschränkung zu erfüllen. Es bedeutet nicht zwingend, dass z.B. eine sehr gute, von allen Beteiligten akzeptierte Qualität auch weiterhin verbessert werden muss. Selbst wenn es technisch und organisatorisch möglich wäre, würde der Aufwand dazu nicht gerechtfertigt sein, da niemand ein solches Produkt bezahlen wollte. Also werden in Abhängigkeit von Kundenforderungen bzw. Marktgegebenheiten Ziele festgelegt, die als Sollwerte für die Unternehmen verbindlich sind. Bei der Produktqualität und Liefertreue werden beispielsweise keine anderen Sollwerte zu erwarten sein als Null-Fehler bei den Produkten und eine 100%ige Erfüllung der Lieferung, d.h. die vereinbarte Menge der geforderten Produkte zum rechten Zeitpunkt am richtigen Ort. Auch unter dem Aspekt der Reduzierung von Kosten ist bei den Produkten eine geringst mögliche Abweichung vom Sollwert erforderlich. Abweichungen gehen einher mit Verschwendung, die Zeit, Geld und Marktanteile kostet. Produktbezogen bedeutet diese Forderung eine fehlerfreie Entwicklung und eine Produktion ohne Ausschuss und Nacharbeit.

Nun wird kein produzierendes Unternehmen von sich behaupten können, frei von Ausschuss und Nacharbeit in der Produktion oder Fehlmengen bei der Lieferung zu sein. Verantwortlich für diese Fehler sind fast immer Störungen des normalen Betriebsablaufs. Die Ursachen für diese Störungen müssen deshalb erkannt und beseitigt werden. Da Produkte und Prozesse sehr komplexe Gebilde sind, können theoretisch sehr viele Ursachen für die Störungen verantwortlich sein, die von unterschiedlicher Art und Intensität sind. Die Aufgabe besteht nun darin, die wichtigsten Ursachen für die Störungen zu ermitteln und zu beseitigen, um systematische und zufällige Abweichungen von den Sollwerten zu verhindern bzw. so klein zu machen, dass die Arbeitsergebnisse in der festgelegten Toleranz liegen.

Um diese Ziele zu erreichen, werden Methoden eingesetzt, die entweder im Vorfeld der Produktentstehung präventiv eingesetzt werden oder begleitend zur laufenden Fertigung. Die präventiven Methoden des Qualitätsmanagements werden unter anderem im zweiten Heft dieser Schriftenreihe behandelt. Im vorliegenden ersten Band wird schwerpunktmäßig die statistische Analyse der Produktionsprozesse beschrieben, d.h. es geht um produktionsbegleitende Methoden. Die vorgestellten statistischen Verfahren sollen den Lesern die erforderlichen Kenntnisse vermitteln, mit denen Abweichungen vom Sollwert analysiert und Bewertungen von Maschinen und Prozessen vorgenommen werden können. Die Auswertung der Messreihen erfolgt dabei unter der Voraussetzung normalverteilter Mess- bzw. Prozesswerte.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung in das Qualitätsmanagement	1
1.1 Qualität	1
1.2 Qualitätsmanagement	5
1.3 Qualität und Wettbewerb	7
1.4 Qualitätsmanagementsystem (QM-System)	8
1.5 Statistische Methoden	10
2. Grundlagen der technischen Statistik	17
2.1 Einleitung	17
2.2 Merkmale	18
2.3 Wahrscheinlichkeitsrechnung	20
2.3.1 Einführung	20
2.3.2 Häufigkeits- und Wahrscheinlichkeitsverteilungen	22
2.3.2.1 Grenzverteilung	22
2.3.2.2 Binomialverteilung	25
2.3.2.3 Poissonverteilung	26
2.3.2.4 Hypergeometrische Verteilung	26
2.3.2.5 Wahrscheinlichkeitsverteilung für kontinuierliche Merkmalswerte	27
2.4 Kennwerte einer Stichprobe	27
2.4.1 Lage und Streuung	27
2.4.2 Kenngrößen der Lage	28
2.4.3 Kenngrößen der Streuung	29
2.5 Stichprobentheorie	30
2.5.1 Einleitung	30
2.5.2 Verfahren	32
2.5.3 Stichprobenpläne (Einfach-Stichprobenplan)	33
3. Auswertung von Messreihen	34
3.1 Einführung	34
3.2 Histogramm	36
3.2.1 Relative Häufigkeit	36
3.2.2 Verteilungsfunktion einer Stichprobe	40
3.2.3 Regression und Korrelation	41
3.2.3.1 Regression	41
3.2.3.2 Korrelationsrechnung	43
4. Normalverteilung	44
4.1 Einleitung	44
4.2 Grenzverteilung $f(x)$ und Kenngrößen	45
4.3 Die Normalverteilung als Wahrscheinlichkeitsfunktion	48
4.4 Verteilungsfunktion und Wahrscheinlichkeitsnetz	55
4.4.1 Verteilungsfunktion	55
4.4.2 Wahrscheinlichkeitsnetz	58
5. Einführung in die Fehleranalyse	62
5.1. Messabweichungen	62
5.2 Systematische und zufällige Messabweichungen	63
5.3 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung	67
5.4 Bestimmung der Messunsicherheit eines Messverfahrens	70
6. Mittelwertverteilung und Vertrauen	73
6.1 Standardabweichung des Mittelwertes	73
6.2 Vertrauensbereiche	78
6.2.1 Vertrauensbereich für den Mittelwert μ	78
6.2.2 t - Verteilung	81
6.2.3 Vertrauensbereich für die Standardabweichung σ	82
7. Hypothesen und statistische Testverfahren	84
7.1 Allgemeines	84
7.2 Testverfahren	89

7.2.1 Test auf Normalverteilung	89
7.2.2 Ausreißertest	94
7.2.3 Weitere Testverfahren (F-Test und t-Test)	95
7.2.3.1 F-Test	95
7.2.3.2 t-Test	97
7.2.3.2.1 t-Test allgemein	97
7.2.3.2.2 t-Test für den Vergleich des Mittelwertes zweier Messreihen mit gleicher Varianz	98
7.2.3.2.3 t-Test für den Vergleich des Mittelwertes zweier Messreihen mit ungleicher Varianz	99
8. Statistische Prozessregelung SPC	101
8.1 Einleitung	101
8.2 Beschreibung der Methode	105
8.2.1 Qualitätsregelkarte	105
8.2.2 Prozessfähigkeitsuntersuchung PFU und Maschinenfähigkeitsuntersuchung MFU	111
8.2.2.1 Fähigkeit von Prozessen	111
8.2.2.2 Maschinenfähigkeitsuntersuchung MFU	116
8.2.3 Berechnung der Eingriffsgrenzen	121
8.2.4 Ablauf einer statistischen Prozessregelung SPC	127
8.2.5 Weitere Verteilungsformen	129
8.2.5.1 Prozesstypen	129
8.2.5.2 Schiefe Verteilungen	130
8.2.5.3 Transformation	133
8.2.5.4 Prozessfähigkeit bei nichtnormalen Prozessen	133
9. Statistische Tolerierung	135
9.1. Maßketten und Schließmaß bei arithmetischer Tolerierung	135
9.2 Statistische Tolerierung	137
9.2.1 Schließmaßtoleranzen bei verschiedenen Verteilungsformen	137
9.2.2 Reduktionsfaktor	143
9.2.3 Schließmaßtoleranz bei Annahme unterschiedlicher Verteilungen der Einzelmaße	145
9.2.4 Prozessfähigkeit eines Schließmaßes	145
9.2.5 Voraussetzungen zur statistischen Tolerierung	146
10. Computer Aided Quality Management CAQ	146
10.1 Einleitung	146
10.2 Statistische Qualitätssicherung mit Hilfe von CAQ-Software	149
11. Literaturverzeichnis	153
12. Formelzeichen und Abkürzungen	157
13. Glossar	161
14. Sachwortverzeichnis	167
15. Abbildungsverzeichnis	169
16. Tabellen und Nomogramme	171