Franz J. Brunner
Karl W. Wagner

# Qualitätsmanagement

## Leitfaden für Studium und Praxis

6., überarbeitete Auflage

HANSER

Franz J. Brunner, Karl W. Wagner

# Qualitätsmanagement

BLEIBEN SIE AUF DEM LAUFENDEN!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

**www.hanser-fachbuch.de/newsletter**

In der Praxisreihe Qualitätswissen, herausgegeben von Kurt Matyas, sind bereits erschienen:

Franz J. Brunner
**Qualität im Service**
Wege zur besseren Dienstleistung
ISBN 978-3-446-42241-4

Kurt Matyas
**Instandhaltungslogistik**
Qualität und Produktivität steigern
6., aktualisierte Auflage
ISBN 978-3-446-44614-4

Franz J. Brunner
**Japanische Erfolgskonzepte**
Kaizen, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintainance, Shopfloor Management, Toyota Production Management, $GD^3$ – Lean Development
3., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-44010-4

Johann Wappis, Berndt Jung
**Null-Fehler-Management**
Umsetzung von Six Sigma
5., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-44630-4

Wilhelm Kleppmann
**Versuchsplanung**
Produkte und Prozesse optimieren
8., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-43752-4

Arno Meyna, Bernhard Pauli
**Zuverlässigkeitstechnik**
Quantitative Bewertungsverfahren
2., überarbeitete und erweiterte Auflage
ISBN 978-3-446-41966-7

Bernd Klein
**Kostenoptimiertes Produkt- und Prozessdesign**
ISBN 978-3-446-42131-8

Stephan Sommer
**Taschenbuch automatisierte Montage- und Prüfsysteme**
Qualitätstechniken zur fehlerfreien Produktion
ISBN 978-3-446-41466-2

Karl Koltze, Valeri Souchkov
**Systematische Innovation**
TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung
ISBN 978-3-446-42132-5

Veit Kohnhauser, Markus Pollhamer
**Entwicklungsqualität**
ISBN 978-3-446-42796-9

Konrad Wälder, Olga Wälder
**Statistische Methoden der Qualitätssicherung**
Praktische Anwendung mit MINITAB und JMP
ISBN 978-3-446-43217-8

Jörg Brenner
**Lean Production**
Praktische Umsetzung zur Erhöhung der Wertschöpfung
ISBN 978-3-446-44263-4

Franz J. Brunner
Karl W. Wagner

# Qualitätsmanagement

## Leitfaden für Studium und Praxis

unter Mitarbeit von
Numan M. Durakbasa, Kurt Matyas und Peter Kuhlang

6., überarbeitete Auflage

Praxisreihe Qualitätswissen
Herausgegeben von Kurt Matyas

HANSER

Der Autor:

*Dr. Franz J. Brunner* lehrte viele Jahre an der TU-Wien, Institut für Managementwissenschaften Bereich Betriebstechnik und Systemplanung.

*Dr. Karl Wagner* ist Geschäftsführer der PROCON Unternehmensberatung für Prozess- und Qualitätsmanagement.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Print-ISBN 978-3-446-44712-7
E-Book-ISBN 978-3-446-44840-7

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen dargestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Darstellungen und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Darstellungen oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2016 Carl Hanser Verlag München
www.hanser-fachbuch.de
Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg
Herstellung: Cornelia Rothenaicher
Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell
Coverrealisierung: Stephan Rönigk
Druck und Bindung: Kösel, Krugzell
Printed in Germany

# Inhaltsverzeichnis


**Vorwort** . . . . . **1**

**Vorwort zur 6. Auflage** . . . . . **3**

**1 Qualität als Managementaufgabe** . . . . . **5**

1.1 Qualitätspolitik . . . . . 5

1.2 Qualitätszielsetzungen . . . . . 7

1.3 Qualitätsmanagementkonzepte . . . . . 9

1.4 Qualitätsstrategien – der Weg zu TQM . . . . . 11

1.5 Wandel der Führungsaufgaben . . . . . 13

1.6 Literatur . . . . . 15

**2 TQM im Produktlebenszyklus** . . . . . **17**

2.1 Der Qualitätskreis und die Qualitätselemente . . . . . 17

2.2 Produktphasenmodell und Qualitätsplanung . . . . . 19

2.2.1 Qualitätsplanung . . . . . 20

2.3 Zuverlässigkeitsmanagement . . . . . 21

2.4 Umweltmanagementsystem UMS . . . . . 24

2.5 Literatur . . . . . 27

**3 Organisation der Qualität im Unternehmen** . . . . . **29**

3.1 Ablauforganisation . . . . . 29

3.2 Aufbauorganisation . . . . . 30

3.2.1 Der Beauftragte der Leitung und die Funktion Qualitätswesen . 30

3.2.2 Q-Aufbauorganisation im bereichsorientierten Unternehmen . . 31

3.2.3 Q-Aufbauorganisation im prozessorientierten Unternehmen . . . 33

3.3 Organisation der Zuverlässigkeit . . . . . 35
3.4 Literatur . . . . . 37

**4 Qualität im Beschaffungsprozess . . . . . 39**

4.1 Beschaffung: strategische Systempartnerschaft . . . . . 39
4.2 Lieferantenbewertung, Qualitätsvereinbarung . . . . . 40
4.3 Prüfung von Zulieferteilen . . . . . 41
4.3.1 Erstmusterprüfung, PPAP und Zuverlässigkeitsnachweis . . . . . 41
4.3.2 Wareneingangsprüfung, Stichprobenprüfung . . . . . 43
4.3.3 Prüfdynamisierung . . . . . 46
4.3.4 Messdienstleister . . . . . 46
4.4 Beschaffungslogistik im TQM . . . . . 47
4.5 Aufgaben des Beschaffungs-Qualitätsmanagement . . . . . 48
4.5.1 Supply-Chain-Qualitymanagement . . . . . 48
4.6 QS 9000 und VDA 6 ff und die Harmonisierung in der ISO/TS 16949 . . . 49
4.6.1 Struktur und Konzept von QS 9000, 3. Edition . . . . . 50
4.6.2 Forderungen der QS 9000 . . . . . 50
4.6.3 Zertifizierung nach QS 9000 . . . . . 51
4.6.4 VDA Band 6 ff Qualitätsaudit . . . . . 51
4.6.5 ISO/TS 16949 Die Harmonisierung von „Qualitysystems – Automotive Suppliers“ . . . . . 52
4.7 Literatur . . . . . 53

**5 Qualitäts- und Zuverlässigkeitsziele . . . . . 55**

5.1 Globale QZ-Ziele, Zielplanung . . . . . 55
5.2 Qualitätsziele-Ebenen . . . . . 57
5.3 Beispielhafte QZ-Zielvorgaben und Kennzahlen . . . . . 58
5.3.1 Qualitätsorientierte Balanced Scorecard . . . . . 66
5.4 Zielvereinbarungen . . . . . 66
5.5 Literatur . . . . . 67

**6 Einführung eines QM-Systems . . . . . 69**

6.1 Entscheidung der Führung . . . . . 70
6.2 Festlegung der Qualitätspolitik und der Qualitätsziele im Rahmen des Kontexts der Organisation . . . . . 71
6.3 Einführungsplanung . . . . . 72
6.4 Schulungen und Arbeitsgruppen . . . . . 74

6.5 Analyse des Istzustandes . . . . . 75
6.5.1 Prozessanalyse . . . . . 76
6.5.2 Produktanalyse . . . . . 77
6.5.3 Sammlung der vorhandenen dokumentierten Informationen . . 77
6.5.4 Schwachstellenanalyse . . . . . 79
6.5.4.1 Schwachstellen im Qualitätsmanagementsystem . . . . . 81
6.5.5 Soll-Ist-Vergleich, Normabgleich und Umsetzungsmaßnahmen 82

6.6 Prozessmanagement . . . . . 83
6.6.1 Funktionsorientierte Sichtweise des Unternehmens . . . . . 83
6.6.2 Prozessorientierte Sichtweise eines Unternehmens . . . . . 84
6.6.3 Grundlagen der Prozessorientierung . . . . . 84

6.7 Dokumentation des QM-Systems . . . . . 87
6.7.1 Qualitätsmanagementhandbuch . . . . . 88
6.7.1.1 Maßnahmen zur Erstellung des QM-Handbuchs . . . . . 89
6.7.1.2 Aufbau des QM-Handbuchs . . . . . 89
6.7.2 QM-Prozessbeschreibung . . . . . 91
6.7.2.1 Aufbau der QM-Prozessbeschreibung . . . . . 91
6.7.3 Tätigkeitsbezogene Dokumente . . . . . 94

6.8 Prozessorientierte Audits auf der Basis der ISO 9001 . . . . . 94
6.8.1 Bedeutung und Zielsetzung prozessorientierter Audits . . . . . 94
6.8.2 Auditarten . . . . . 95
6.8.2.1 Systemaudit . . . . . 95
6.8.2.2 Prozessaudit . . . . . 95
6.8.2.3 Produkt-/Dienstleistungsaudit . . . . . 95
6.8.3 Planung und Durchführung eines Systemaudits . . . . . 95
6.8.4 Planung und Durchführung eines Prozessaudits . . . . . 103

6.9 Literatur . . . . . 105

**7 Regelwerke, Normen und Zertifikate . . . . . 107**

7.1 Grundsätzliches . . . . . 107

7.2 Standards und Richtlinien für das Qualitätsmanagement . . . . . 108
7.2.1 Entwicklung der Qualitätsmanagementnormen . . . . . 108
7.2.2 Die Normenreihe ISO 9000, 9001 und 9004: Inhalte und Unterschiede (Stand Februar 2015) . . . . . 110
7.2.2.1 Normenreihe ISO 9000 . . . . . 110
7.2.3 Definition des Prozessmodells der ISO 9000 . . . . . 111
7.2.4 Prozessmodell . . . . . 111
7.2.4.1 Konzept der ISO 9001/ISO 9004 . . . . . 113
7.2.4.2 Kapitel und Unterkapitel der ISO 9001 . . . . . 116

7.3 Standards und Richtlinien für das Zuverlässigkeitsmanagement . . . . . 117

7.4 Richtlinien und Verordnungen für das Umweltmanagement ..... 119
7.4.1 EMAS Verordnung (EG-Vo. Nr. 1221/2009) ..... 119
7.4.2 ISO 14000 Normenreihe ..... 120
7.4.3 BS 7750:94 ..... 121

7.5 Sicherheitsmanagementsysteme SMS ..... 122

7.6 Zertifizierung von Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen ..... 123
7.6.1 Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen ..... 123
7.6.1.1 Die Bedeutung der Zertifizierung im gemeinsamen europäischen Markt ..... 124
7.6.1.2 Vorbereitung auf ein Zertifizierungsaudit ..... 124
7.6.1.3 Ablauf der Zertifizierung ..... 125
7.6.2 Zertifizierung von Umweltmanagementsystemen ..... 128

7.7 CE-Kennzeichnung ..... 128

7.8 Literatur ..... 132

**8 Qualität im Entwicklungsprozess ..... 135**

8.1 Integrierte Produktentwicklung ..... 135
8.1.1 Entwicklungsplanung ..... 135
8.1.2 Quality Gates ..... 136
8.1.3 Das GD3-Konzept ..... 137
8.1.4 Simultaneous Engineering ..... 138
8.1.4.1 Design for Manufacture and Assembly DfMA ..... 139
8.1.5 Konfigurationsmanagement ..... 140
8.1.6 Öko-Design – Design for Environment DfE ..... 140

8.2 Quality Function Deployment QFD ..... 141
8.2.1 Marktdaten, Kundenanforderungen, Lasten- und Pflichtenheft 141
8.2.2 QFD-Ansatz ..... 142
8.2.3 QFD-Ablauf ..... 143

8.3 TRIZ – Ideenfindungsmethodik ..... 150
8.3.1 Grundsätze der TRIZ-Ideenfindung ..... 150
8.3.2 Phasen der TRIZ-Methodik ..... 150

8.4 Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse FMEA ..... 152
8.4.1 FMEA-Vorbereitung ..... 153
8.4.2 System- und Funktionsanalyse ..... 153
8.4.3 FMEA-Durchführung ..... 154
8.4.3.1 Brainstorming, Ursache-Wirkung-Diagramm, ..... 154
8.4.3.2 Fehler – Folgen – Ursachen: Risikoanalyse ..... 155
8.4.3.3 Risikobewertung ..... 156
8.4.3.4 Verbesserungsmaßnahmen, Optimierung ..... 157
8.4.4 FMEA-Praxis ..... 157

8.5 Fehlerbaumanalyse FTA (Fault Tree Analysis) . . . . . 160
8.5.1 Qualitative und quantitative Analyse . . . . . 162
8.5.2 Ausfallkategorien, Verknüpfungen . . . . . 163
8.5.3 Ablauf der Fehlerbaumanalyse . . . . . 165

8.6 Statistische Versuchsplanung – Design of Experiments DOE . . . . . 165
8.6.1 Vorgehensweise bei der Versuchsplanung . . . . . 168
8.6.2 Versuchsmethoden . . . . . 169
8.6.2.1 Ein-faktorieller Versuch (one-by-one) . . . . . 169
8.6.2.2 Vollfaktorieller Versuch . . . . . 169
8.6.2.3 Teil-faktorieller Versuch . . . . . 170
8.6.2.4 Teil-faktorieller Versuch nach Taguchi . . . . . 171
8.6.2.5 Versuchsmethodik nach Shainin . . . . . 174
8.6.2.6 Regressionsanalytisch beschleunigte Evolutionsstrategie EES . . . . . 174
8.6.2.7 Auswertung der Ergebnisse . . . . . 175
8.6.3 Methodenvergleich . . . . . 175

8.7 Zuverlässigkeitstechnik . . . . . 175
8.7.1 Zuverlässigkeitsvorausbestimmung . . . . . 176
8.7.1.1 Zuverlässigkeitsmodelle für Systeme (System Modelling) . . . . . 176
8.7.1.2 Parts-Count Method PCM . . . . . 177
8.7.1.3 Stress-Strength Analyse . . . . . 177
8.7.1.4 Markow-Analyse und Monte-Carlo-Verfahren . . . . . 178
8.7.2 Zuverlässigkeitsprüfung . . . . . 179
8.7.2.1 Testplanung und Testspezifikationen . . . . . 179
8.7.2.2 Prüfmethoden . . . . . 181
8.7.3 Zuverlässigkeitsanalyse . . . . . 182
8.7.3.1 Analysetechniken . . . . . 182
8.7.3.2 Vertrauensniveau C (Confidence Level) . . . . . 182
8.7.3.3 Reparierbare Systeme . . . . . 183
8.7.3.4 Verteilungsfunktionen . . . . . 183
8.7.3.5 Erfolgslauftheorem (Success Run) . . . . . 186

8.8 Design Review . . . . . 188

8.9 Literatur . . . . . 189

**9 Qualität in der Herstellung . . . . . 191**

9.1 Qualitätssicherung und Qualitätslenkung . . . . . 191

9.2 Qualitätsprüfung . . . . . 191
9.2.1 Prüfplanung . . . . . 192
9.2.1.1 Aufgaben der Prüfplanung . . . . . 192

9.2.1.2 Durchführung der Prüfplanung . . . . . 192
9.2.2.1 Stichprobenprüfung . . . . . 194
9.2.3 Prüfdatenerfassung und -auswertung . . . . . 195

9.3 Selbstprüfung . . . . . 195

9.4 Problemlösungsmethoden . . . . . 197
9.4.1 Die sieben elementaren Qualitätswerkzeuge (Q7) . . . . . 197
9.4.1.1 Fehlersammelliste . . . . . 197
9.4.1.2 Stratifikation/Datenerfassung . . . . . 197
9.4.1.3 Histogramm (Säulendiagramm) . . . . . 198
9.4.1.4 Qualitätsregelkarte . . . . . 199
9.4.1.5 Korrelationsdiagramm (Streudiagramm) . . . . . 200
9.4.1.6 Pareto-Diagramm . . . . . 201
9.4.1.7 Ursache-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa-Diagramm, 7M-Methode) . . . . . 202
9.4.2 Brainstorming . . . . . 203
9.4.3 Fehlhandlungsvermeidung Poka-yoke . . . . . 203
9.4.5 Prozessoptimierung nach Shainin . . . . . 207
9.4.5.1 Multivariationskarten . . . . . 208
9.4.5.2 Komponentensuche . . . . . 210
9.4.5.3 Paarweiser Vergleich (Gut-Schlecht-Vergleich) . . . . . 210
9.4.5.4 Variablensuche (Variables Search) . . . . . 210
9.4.5.5 Vollfaktorieller Versuch . . . . . 211
9.4.5.6 Prozessvergleich oder A zu B Analyse . . . . . 211
9.4.5.7 Streudiagramm (scatter plot) . . . . . 211

9.5 Statistische Prozessregelung SPC . . . . . 212
9.5.1 Statistische Grundlagen . . . . . 212
9.5.2 Regelkartentechnik . . . . . 214
9.5.2.1 Regelkarten für attributive Daten . . . . . 214
9.5.2.2 Regelkarten für variable Daten . . . . . 214
9.5.2.3 Regelkarten für Verfahrenstechnik und chemische Industrie . . . . . 215
9.5.2.4 Cusum-Karte . . . . . 215
9.5.2.5 Berechnung der Mittellinie, der Warn- und Eingriffsgrenzen . . . . . 215
9.5.2.6 QRK-Standard-Tests . . . . . 219
9.5.2.7 Pre-Control Regelkarten . . . . . 220

9.6 Prozessfähigkeitsuntersuchung PFU . . . . . 221
9.6.1 Arten der Fähigkeitsuntersuchung . . . . . 222
9.6.2 Berechnung und Durchführung . . . . . 223
9.6.2.1 Ermittlung der Kennwerte . . . . . 223
9.6.2.2 Schritte zur Durchführung . . . . . 224

9.6.3 Stichprobenumfang und Vertrauensbereich . . . . . 225
9.6.4 Sichere, stabile Null-Fehler-Fertigung . . . . . 225

9.7 Qualitätsaudit in der Herstellung . . . . . 228
9.7.1 Produktaudit . . . . . 228
9.7.1.1 Ablauf des Produktaudits . . . . . 229
9.7.1.2 Super-Produktaudit . . . . . 232
9.7.2 Prozessaudit . . . . . 232

9.8 Qualitätsaufzeichnungen, Dokumentation und Rückverfolgbarkeit . . . . 232
9.8.1 Qualitätsaufzeichnungen . . . . . 232
9.8.2 Dokumentation und Rückverfolgbarkeit (tracebility) . . . . . 233

9.9 CAQ – rechnerunterstützte Qualitätsdatenverarbeitung . . . . . 234

9.10 Prozess Review . . . . . 237

9.11 Literatur . . . . . 238

**10 Prüfmittelmanagement und Messtechnik . . . . . 241**

10.1 Qualitätsregelkreise . . . . . 241

10.2 Messtechnik und Prüfmittel – Grundbegriffe . . . . . 242
10.2.1 Größen und ihre Messung . . . . . 242
10.2.2 Messunsicherheit und Messabweichung . . . . . 243
10.2.3 Messgeräte und ihre Eigenschaften . . . . . 243
10.2.4 Kalibrierung, Eichung und metrologische Bestätigung . . . . . 244
10.2.5 Normale und Rückverfolgbarkeit . . . . . 245

10.3 Messtechnik für die moderne Produktion . . . . . 247
10.3.1 Entwicklung der Präzisionsmesstechnik . . . . . 247
10.3.2 Einteilung der Prüfmittel für die Produktionsmesstechnik . . . . . 248
10.3.3 Mehrstellenmesstechnik . . . . . 249
10.3.4 Rechnergestützte Koordinatenmesstechnik . . . . . 250
10.3.5 Optoelektronische Messtechnik . . . . . 251
10.3.6 Prozessintegrierte Prüfung (In-process-Messtechnik) . . . . . 253

10.4 Grundlagen der Prüfmittelüberwachung . . . . . 254
10.4.1 Aufgaben der Prüfmittelüberwachung . . . . . 254
10.4.2 Organisation der Prüfmittelüberwachung . . . . . 255
10.4.3 Prüfverfahren . . . . . 256
10.4.3.1 Direkter Vergleich . . . . . 257
10.4.3.2 Indirekter Vergleich . . . . . 257
10.4.4 Abgrenzung überwachungspflichtiger Prüfmittel . . . . . 257
10.4.5 Prüfmittelkennzeichnung . . . . . 257
10.4.5.1 Prüfmittelkennzeichen . . . . . 258
10.4.5.2 Überwachungskennzeichen . . . . . 258

10.5 Ablauf der Prüfmittelüberwachung . . . . . 258
10.5.1 Eignungs- bzw. Qualifikationsprüfung . . . . . 258
10.5.2 Laufende Überwachungsprüfung . . . . . 258
10.5.3 Prüfintervall . . . . . 259

10.6 Einrichtung eines Prüfmittelüberwachungssystems in der Industrie . . 260
10.6.1 Manuelle Prüfmittelüberwachung . . . . . 260
10.6.2 Rechnerunterstützte Prüfmittelüberwachung . . . . . 260

10.7 Prüfanweisungen und Prüfprotokoll . . . . . 262

10.8 Prüfmittelfähigkeit . . . . . 263
10.8.1 Begriffe zur Prüfmittelfähigkeit . . . . . 264
10.8.1.1 Genauigkeit . . . . . 265
10.8.1.2 Linearität . . . . . 265
10.8.1.3 Stabilität . . . . . 265
10.8.1.4 Wiederholbarkeit . . . . . 265
10.8.1.5 Nachvollziehbarkeit . . . . . 265
10.8.2 Ermittlung von Prüfmittelfähigkeitsindizes . . . . . 267

10.9 Literatur . . . . . 268

**11 Dienstleistungsqualität . . . . . 271**

11.1 Dienst am Kunden . . . . . 271
11.1.1 Die sieben Dienstleistungsqualitätswerkzeuge D7 . . . . . 272
11.1.2 KANO-Modell . . . . . 275
11.1.3 Marktbeobachtung . . . . . 275
11.1.4 Messen der Kundenakzeptanz, Kundenkontakte . . . . . 278
11.1.5 Beschwerdemanagement . . . . . 278

11.2 Service-Engineering . . . . . 280

11.3 Felddatenerfassung und -analyse . . . . . 280
11.3.1 Garantiedaten . . . . . 280
11.3.2 Weibullanalyse von Garantieausfällen . . . . . 282
11.3.3 Lebensdauerdaten und Life Cycle Cost Analyse LCCA . . . . . 283
11.3.4 Servicenetzwerke . . . . . 284

11.4 Literatur . . . . . 284

**12 Wirtschaftlichkeit und Qualität . . . . . 285**

12.1 Qualitätsbedingte Verluste eliminieren . . . . . 285
12.1.1 Analyse qualitätsbedingter Verluste . . . . . 285
12.1.2 Verlustkostenfunktion, Zielabweichungen reduzieren . . . . . 288
12.1.3 Blind- und Fehlleistungen vermeiden; Wertstromanalyse und Wertstromdesign . . . . . 289

12.2 Das Qualitätskostenmodell . . . . . 290
12.2.1 Aufteilung und Zuordnung . . . . . 290
12.2.2 Erfassung und Bewertung . . . . . 291
12.3 Energieeffizienz . . . . . 293
12.4 Qualitätscontrolling . . . . . 293
12.5 Rationalisierungs- und Kostensenkungspotentiale . . . . . 294
12.6 Literatur . . . . . 295

**13 Verbesserungsstrategien . . . . . 297**
13.1 KAIZEN . . . . . 299
13.2 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess KVP . . . . . 302
13.2.1 KVP-Umsetzungsworkshop . . . . . 302
13.2.2 EKUV-Analyse . . . . . 303
13.3 Qualitätszirkel QC und Verbesserungsteams QVT . . . . . 304
13.4 Null-Fehler-Management . . . . . 305
13.5 SIX SIGMA – Managementkonzept . . . . . 308
13.5.1 Einstieg und Nutzen . . . . . 308
13.5.2 Messsystem . . . . . 309
13.5.2.1 Maßeinheit . . . . . 309
13.5.2.2 Regeln des Messsystems . . . . . 310
13.5.2.3 Konsolidierte Unternehmens-Prozessleistung . . . . . 311
13.5.2.4 Verschiebung des Prozessmittelwertes um ± 1,5 Sigma 311
13.5.2.5 Kontinuierliche Merkmale . . . . . 313
13.5.2.6 Diskrete Merkmale . . . . . 313
13.5.3 Verbesserungsprojekte . . . . . 313
13.5.3.1 Design for Six Sigma DFSS . . . . . 313
13.5.3.2 Verbesserungswerkzeuge . . . . . 314
13.5.4 Umsetzung und Einführung . . . . . 315
13.5.4.1 Projektablauf . . . . . 315
13.5.4.2 Zielsetzung . . . . . 315
13.5.5 Six Sigma und TQM . . . . . 316
13.5.6 Beispielhafte Bewertungsansätze . . . . . 316
13.5.6.1 Vereinfachter Bewertungsansatz für gemessene Werte 316
13.5.6.2 Vereinfachter Bewertungsansatz für gezählte Werte . . . 316
13.5.6.3 Six-Sigma-Projektverfolgung . . . . . 317
13.5.7 Die Six Sigma-Roadmap – Verbessern wird zur Routine . . . . . 317
13.6 Einbeziehung der Mitarbeiter . . . . . 318
13.6.1 Betriebliches Vorschlagwesen BVW . . . . . 318

13.6.2 Gruppenarbeit, Shopfloor-Management . . . . . 319
13.6.3 Eigenverantwortlichkeit, Employee-Empowerment . . . . . 320
13.6.4 Problemlösungskompetenz, Multiskilled Workers . . . . . 321
13.6.5 Autonomes Qualitätsmanagement . . . . . 321
13.6.5.1 Horizontale Prozesssicherung . . . . . 322
13.6.5.2 Vertikale Prozesssicherung . . . . . 322
13.6.5.3 Null-Fehler-Qualitätsniveau . . . . . 322

13.7 Literatur . . . . . 322

**14 Total Productive Management (TPM) . . . . . 323**

14.1 „Lean Production“ als Zustand . . . . . 323
14.1.1 Grundlagen . . . . . 323
14.1.2 Vermeidung von Verschwendung . . . . . 324

14.2 Der Begriff TPM . . . . . 325
14.2.1 Von Total Productive Maintenance zu Total Productive Management . . . . . 325
14.2.2 Geschichte von TPM . . . . . 325
14.2.3 Autonome Instandhaltung . . . . . 327
14.2.4 Zukünftige Aufgaben der zentralen Instandhaltung . . . . . 328

14.3 Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz (OEE-Analyse) . . . . . 330
14.3.1 Die 6 großen Verluste . . . . . 330
14.3.2 Erkennen von Verlusten – Grafische Aufbereitung der OEE . . . . 331
14.3.3 Wie beeinflusst man die OEE positiv? . . . . . 335

14.4 Einführung und Organisation von TPM . . . . . 336
14.4.1 Die 4 Phasen der TPM-Einführung . . . . . 336
14.4.2 Das TPM-Bewusstsein auf der Managementseite . . . . . 339
14.4.3 Das 5-Säulenmodell von TPM . . . . . 341
14.4.4 Die 6-Schritte-Methode zur TPM-Einführung – Der Weg zur produktiven, autonomen Instandhaltung . . . . . 343
14.4.5 TPM auf der Anlagenseite . . . . . 347

14.5 Ausblick: Der Weg zur Weltklasse-Instandhaltung . . . . . 349

14.6 Literatur . . . . . 350

**15 Qualitätsmanagement und Recht . . . . . 351**

15.1 Folgen fehlerhafter Produkte . . . . . 352

15.2 Vertragliche Haftung . . . . . 353
15.2.1 Gewährleistung . . . . . 354
15.2.2 Haftung für Folgeschäden (Haftung aus positiver Vertragsverletzung) . . . . . 354

15.3 Außervertragliche Haftung . . . . . 355
15.3.1 Haftung nach Spezialgesetzen . . . . . 355
15.3.2 Produkthaftungsgesetz (PHG) . . . . . 355
15.3.2.1 Wichtige Produkthaftungsgesetzaussagen . . . . . 356
15.3.2.2 Haftende Personen nach dem PHG . . . . . 357
15.3.2.3 Haftungsausschluss . . . . . 358
15.3.2.4 Empfehlungen für Produzenten . . . . . 359
15.3.3 Die deliktische Haftung nach § 823 BGB („Haftung aus unerlaubter Handlung“) . . . . . 360
15.3.3.1 Haftungsvoraussetzungen . . . . . 360
15.3.3.2 Pflichten des Herstellers . . . . . 361
15.4 Instruktionshaftung . . . . . 361
15.5 Literatur . . . . . 362

**16 Auf dem Weg zur Weltspitze . . . . . 363**
16.1 TQM-Projekt . . . . . 364
16.2 Policy Deployment . . . . . 364
16.3 Benchmarking . . . . . 365
16.4 Die sieben Managementwerkzeuge M7 . . . . . 366
16.4.1 Kreativitätstechniken . . . . . 368
16.5 Lean Management, schlanke Strukturen . . . . . 368
16.6 Qualitätsorientiertes Prozessmanagement . . . . . 370
16.7 Industrie 4.0 – total vernetzt in die Zukunft . . . . . 371
16.8 Lernende Organisation, Wissensmanagement . . . . . 373
16.8.1 Wissensmanagement . . . . . 373
16.8.2 Changemanagement . . . . . 374
16.9 Führungsqualität . . . . . 375
16.9.1 Qualitätsmanagement ist Unternehmensführung . . . . . 375
16.10 Literatur . . . . . 376

**17 Excellence, Qualitätspreise und Selbstbewertung . . . . . 377**
17.1 Umfassendes Qualitätsverständnis . . . . . 377
17.2 Qualitätspreise . . . . . 379
17.2.1 Deming-Prize . . . . . 380
17.2.2 Malcom Baldrige National Quality Award . . . . . 382
17.2.3 EFQM Excellence Award . . . . . 384
17.2.4 Staatspreis für Unternehmensqualität (Österreich) . . . . . 385
17.2.5 Ludwig-Erhard-Preis . . . . . 385

17.3 Excellence – Begriffsbestimmung . . . . . 386
17.4 Das EFQM-Modell für Excellence . . . . . 387
17.4.1 Übersicht der Haupt- und Teilkriterien des EFQM-Modells 2010 389
17.4.2 Die Grundkonzepte von Excellence . . . . . 392
17.4.3 RADAR-Logik . . . . . 394
17.4.4 Der Unternehmerische Regelkreis . . . . . 395
17.4.5 Schlüsselprozesse . . . . . 397
17.5 Änderungen beim aktualisierten EFQM-Modell 2010 . . . . . 398
17.6 ISO und EFQM-Modell – Vergleichende Betrachtung . . . . . 400
17.6.1 Grundsätzliche Unterschiede ISO – EFQM-Modell . . . . . 402
17.6.2 Einsatzgebiete der ISO und des EFQM-Modells . . . . . 403
17.6.3 Vergleichender Überblick ISO – EFQM . . . . . 404
17.7 Levels of Excellence . . . . . 406
17.8 Selbstbewertung . . . . . 408
17.9 Selbstbewertungsmethoden . . . . . 410
17.9.1 Selbstbewertung mittels Standardformular . . . . . 411
17.9.2 Quick Scan . . . . . 411
17.9.3 Simulation der Preis-Bewerbung mit RADAR . . . . . 411
17.9.4 Wegweiser Karte . . . . . 412
17.10 Literatur . . . . . 412

**18 Prinzip der Balanced Scorecard . . . . . 413**
18.1 „Balanced“ . . . . . 414
18.2 „Scorecard“ . . . . . 415
18.3 Die Perspektiven der BSC . . . . . 415
18.3.1 Die Finanzperspektive . . . . . 416
18.3.2 Die Kundenperspektive . . . . . 417
18.3.3 Die Interne Prozessperspektive . . . . . 417
18.3.4 Die Potenzialperpektive . . . . . 418
18.4 Strategy Map . . . . . 418
18.5 Entwicklung . . . . . 419
18.6 Literatur . . . . . 421

**Die Autoren . . . . . 423**

**Stichwortverzeichnis . . . . . 427**

# Vorwort

Die Grundidee zu diesem Taschenbuch war diese: Durch das immer unübersichtlicher werdende Labyrinth aller aktuellen Qualitätsmanagementideen, Methoden und Techniken sollten rote Fäden gezogen und diese logisch und nachvollziehbar zu einem brauchbaren QM-Leitfaden verknüpft werden.

Dieser Leitfaden möchte sich nun im industriellen Anwendungsbereich und bei der technisch-wirtschaftlichen Ausbildung bewähren.

Da man heute nicht nur Schlankheit von Management und Unternehmen fordern, sondern diese besser gleich vorleben soll, wurde nicht etwa die Fülle der Themen eingeschränkt, sondern vielmehr auf eine knappe und trotzdem hinreichend aussagefähige Darstellung geachtet.

So präsentiert sich dieses QM-Taschenbuch als komprimierte, aber doch recht komplette Aussage zu allen relevanten Problemen des umfassenden Qualitätsgeschehens. Es sind dabei nicht nur die Theorien aufbereitet, sondern auch viele praktischen Erfahrungen berücksichtigt worden.

Der Weg zur „Excellence“ ist nun einmal im Detail recht mühevoll und außerdem so facettenreich, dass es gilt, den Überblick zu behalten. Dieser Leitfaden soll Ihnen dabei helfen!

Im ständigen Bemühen um Verbesserung werden konstruktive Hinweise dankbar entgegengenommen.

*Wien, Ulm, im Februar 1997* *Franz J. Brunner*

# Vorwort zur 6. Auflage

Das Qualitätswissen hat seine Dynamik beibehalten und sich laufend weiterentwickelt. Dieses Buch hat sich als Ratgeber bewährt und so können die Autoren zum fünften Mal seine Überarbeitung und Ergänzung vorlegen.

Es präsentiert sich jetzt wieder auf der Höhe des gegenwärtigen Wissensstandes und soll in dieser verbesserten und erweiterten Form für Praxis und Lehre ein vielbenutzter Leitfaden bleiben.

Die daraus im Carl Hanser Verlag entstandene, weiterführende „Praxisreihe Qualitätswissen“ möchte zur Vertiefung und Ergänzung der vielen Themen beitragen.

*Wien, Ulm, im Februar 2016* *Franz J. Brunner, Karl Wagner*

# 1 Qualität als Managementaufgabe

Qualität bedeutet die Erfüllung von Anforderungen und Erwartungen gegenüber allen Interessenspartnern eines Unternehmens; also seinen Kunden, Mitarbeitern, Lieferanten, Kapitalgebern, den Behörden, der Gesellschaft und damit auch der Umwelt.

Diese Erfüllung von Anforderungen und Erwartungen wird nur dann reibungslos funktionieren, wenn sie bereits unternehmensintern innerhalb der Geschäfts- und Produktionsprozesse lückenlos praktiziert wird. Jede Funktion muss demnach der nachfolgenden Funktion rechtzeitig ein in jeder Hinsicht einwandfreies Arbeitsergebnis liefern.

**Qualität ist Überlebensstrategie, Produktivität ist die Folge!**

Jede Nichterfüllung von Qualitätsanforderungen ist Verschwendung, die Zeit, Geld und Marktanteile kostet und somit überflüssig! Die Planung, Umsetzung und Erfüllung dieser globalen Qualitätsforderung ist daher eine anspruchsvolle Managementaufgabe.

Das Management muss im ganzen Unternehmen einen qualitätsorientierten Umdenkungsprozess in Gang setzen und vorleben! Dieser Wandel kann nur bei konsequenter *Kunden-*, *Mitarbeiter- und Prozessorientierung* zum Erfolg führen.

## 1.1 Qualitätspolitik

Die Qualitätsorientierung eines Unternehmens muss Teil seiner Unternehmenspolitik sein und Qualität zur unternehmerischen Dimension für alle Mitarbeiter und Geschäftspartner werden lassen. Die Qualitätspolitik ist somit die zentrale Aussage über das Qualitätsverständnis eines Unternehmens, das in einem *Leitbild* festgelegt wird. Unverzichtbarer Bestandteil jedes Unternehmensleitbildes ist nachfolgendes Bekenntnis:

**Unternehmensleitbild:**

**„im Mittelpunkt stehen die Menschen als Kunden, Mitarbeiter, Geschäftspartner und Gesellschaft“**

Eine umfassende *Qualitätsorientierung* stellt also immer den Menschen – als Kunde, Mitarbeiter und Partner – in den Mittelpunkt und versucht alle Potentiale zu erschließen sowie Fehlleistungen zu vermeiden. Daraus ergibt sich ein neues *Leitbild und Wertesystem im Unternehmen* mit dem Bestreben, Excellence und Marktführerschaft zu erreichen. Die Aufgabe, immer komplexere Produkte immer besser, kostengünstiger und schneller auf den Markt zu bringen, kann nur auf der Basis einer anspruchsvollen Qualitätspolitik, zu der sich das Management verpflichtet, gelöst werden. Das Management muss daher

**Ein Umfeld schaffen, damit Qualität gelebt und erzeugt wird!**

Die Grundaussagen der Qualitätspolitik eines Unternehmens sollten etwa folgende sein:

**Grundaussagen der Qualitätspolitik**

- Verpflichtung des Managements
- Unternehmensleitbild
- Einbeziehung aller Mitarbeiter und Geschäftspartner
- Verhaltensänderung und Paradigmenwechsel
- Erfüllen und Übertreffen von Kundenerwartungen
- ständige Verbesserung
- Null-Fehler-Zielsetzung
- Umweltorientierung
- Anspruch, zu den Besten zu zählen und Excellenze zu erreichen

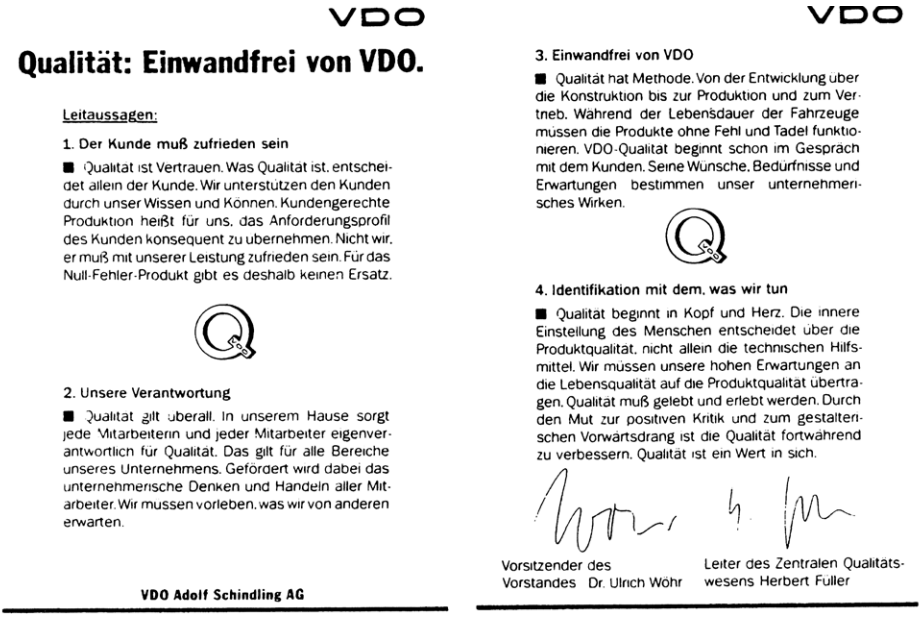
Oberstes Ziel der Qualitätspolitik ist eine systematische Qualitätsverbesserung in allen Bereichen, wobei die Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit der Gewinnerzielung nicht mehr nachgeordnet wird. Eine solche klare, richtungsweisende Qualitätspolitik muss von der Unternehmensleitung formuliert und bekannt gemacht werden, damit sie allen an den Geschäftsprozessen des Unternehmens Beteiligten als *Qualitätsleitlinie* dienen kann. Bild 1.1 zeigt beispielhaft eine umfassend formulierte Qualitätspolitik.

Eine über längere Zeit von Managern und Mitarbeitern konsequent gelebte Qualitätspolitik führt zu einer neuen Unternehmensidentität mit positiver Ausstrahlung auf die Gesellschaft.

Die Qualitätspolitik kann ergänzt werden durch eine Reihe intern festgelegter

| Unternehmenswerte und -prioritäten |
| --- |
| 1. Vorsprung am Markt |
| 2. Steigerung der Kundenzufriedenheit |
| 3. bester Arbeitsplatz für die Mitarbeiter |
| 4. Business Excellence |
| 5. World Class Manufacturing WCM |

die zusätzlich unternehmensintern als Handlungsmaxime gelten.



VDO

**Qualität: Einwandfrei von VDO.**

Leitaussagen:

**1. Der Kunde muß zufrieden sein**

■ Qualität ist Vertrauen. Was Qualität ist, entscheidet allein der Kunde. Wir unterstützen den Kunden durch unser Wissen und Können. Kundengerechte Produktion heißt für uns, das Anforderungsprofil des Kunden konsequent zu übernehmen. Nicht wir, er muß mit unserer Leistung zufrieden sein. Für das Null-Fehler-Produkt gibt es deshalb keinen Ersatz.

**2. Unsere Verantwortung**

■ Qualität gilt überall. In unserem Hause sorgt jede Mitarbeiterin und jeder Mitarbeiter eigenverantwortlich für Qualität. Das gilt für alle Bereiche unseres Unternehmens. Gefördert wird dabei das unternehmerische Denken und Handeln aller Mitarbeiter. Wir müssen vorleben, was wir von anderen erwarten.

**VDO Adolf Schindling AG**

VDO

**3. Einwandfrei von VDO**

■ Qualität hat Methode. Von der Entwicklung über die Konstruktion bis zur Produktion und zum Vertrieb. Während der Lebensdauer der Fahrzeuge müssen die Produkte ohne Fehl und Tadel funktionieren. VDO-Qualität beginnt schon im Gespräch mit dem Kunden. Seine Wünsche, Bedürfnisse und Erwartungen bestimmen unser unternehmerisches Wirken.

**4. Identifikation mit dem, was wir tun**

■ Qualität beginnt in Kopf und Herz. Die innere Einstellung des Menschen entscheidet über die Produktqualität, nicht allein die technischen Hilfsmittel. Wir müssen unsere hohen Erwartungen an die Lebensqualität auf die Produktqualität übertragen. Qualität muß gelebt und erlebt werden. Durch den Mut zur positiven Kritik und zum gestalterischen Vorwärtsdrang ist die Qualität fortwährend zu verbessern. Qualität ist ein Wert in sich.

Vorsitzender des Vorstandes Dr. Ulrich Wöhr

Leiter des Zentralen Qualitätswesens Herbert Fuller

**Bild 1.1** Qualitätspolitik eines Unternehmens

## ■ 1.2 Qualitätszielsetzungen

Den allgemeinen Qualitätszielsetzungen soll zunächst die Definition von Qualität vorausgestellt werden:

- Qualität ist die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit (Produkt, Prozess, Dienstleistung) bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen (DIN ISO 8402:1995).
- aus der Sicht des Kunden,
- im Vergleich zur Qualität der Mitbewerber,
- als Ergebnis beherrschter Prozesse.

Von der Erfüllung dieser Erfordernisse leiten sich die Qualitätszielsetzungen des Unternehmens ab, die immer am Kunden orientiert sein müssen. Es gilt daher, die *kaufentscheidende Dimension der Qualität* zu ermitteln, da das Anbieten entsprechender Qualität als der wesentlichste Konkurrenzvorteil angesehen wird. Marktgerechte Qualitätsziele bedürfen daher einer ständigen Marktbeobachtung und -analyse – auch in Hinblick auf zukünftige Kundenwünsche – sowie gründlicher Konkurrenzstudien.

Der Kunde erwartet sichere, zuverlässige, langlebige und wartungsarme Produkte. Seine Erwartungen erstrecken sich aber immer mehr auch auf den Umweltbereich. Es werden umweltfreundliche, rezyklierbare Produkte aus umweltverträglichen, ressourcenschonenden Prozessen bevorzugt. Die allgemeinen Qualitätszielsetzungen werden sich daher an folgenden Produkteigenschaften zu orientieren haben,

**Produkteigenschaften**

sicher + zuverlässig + langlebig + wartungsarm + ergonomisch + ökologisch

die dann in detaillierte, **quantifizierbare Qualitätsziele** zu spezifizieren sind. Das Erreichen dieser spezifizierten, messbaren Qualitätsziele ist dokumentiert nachzuweisen (siehe Abschnitt 4). Die Qualitätsziele werden konsequenter erreicht, wenn der Kundengedanke innerhalb der Arbeitsgruppen im ganzen Unternehmen gültig wird. Dieses Prinzip des *internen Kunden-/Lieferantenverhältnisses* sorgt dafür, dass jede Gruppe an die nachfolgende Gruppe ein fehlerfreies Arbeitsergebnis weitergibt.

Die globalen *Ziele eines TQM-orientierten Unternehmens* können wie folgt beschrieben werden

1. Langfristiger Geschäftserfolg
2. Nutzen für alle Mitglieder des Unternehmens
3. Nutzen für die Gesellschaft

Damit sind die Ziele für die Geschäftsführung, die sich für TQM engagiert, definiert. Mit dem Engagement des Managements ist **Qualität Chefsache.**

## 1.3 Qualitätsmanagementkonzepte

Die Basis eines Qualitätsmanagementkonzeptes bildet der kontinuierliche Verbesserungsprozess. Die unternehmensweite Qualitätsidee wird von einer rationalen Säule (Prozesse) und einer emotionalen Säule (Motivation) getragen und durch Einbeziehung und Schulung aller Beschäftigten dynamisiert. Ausgerichtet ist dieses Konzept auf die Erfüllung aller Kundenerwartungen. Bild 1.2 illustriert schematisch dieses Konzept.

Einige bekannte, erfolgreiche Qualitätsmanagementkonzepte wurden von bedeutenden, amerikanischen Qualitätsexperten entwickelt:

| | |
|---|---|
| W. E. Deming | The Way Out of the Crisis; The 14 Management Duties |
| J. M. Juran | Strategic Quality Planning |
| A. V. Feigenbaum | Total Quality Control TQC |
| Ph. B. Crosby | Quality is free; Zero Defect Programm |

Eine Weiterentwicklung und Verfeinerung, verbunden mit konsequenterem Einsatz, erfolgte vornehmlich in Japan durch:

| | |
|---|---|
| Karo Ishikawa | Company Wide Quality Control CWQC; Quality Circle |
| Masaaki Imai | KAIZEN – Never Ending Improvement |
| Taichi Ohno | KANBAN; Lean Production Management LPM; Autonomes Qualitätsmanagement; Toyota-Produktionssystem |
| Seiiche Nakajima | Total Productive Maintenance TPM |

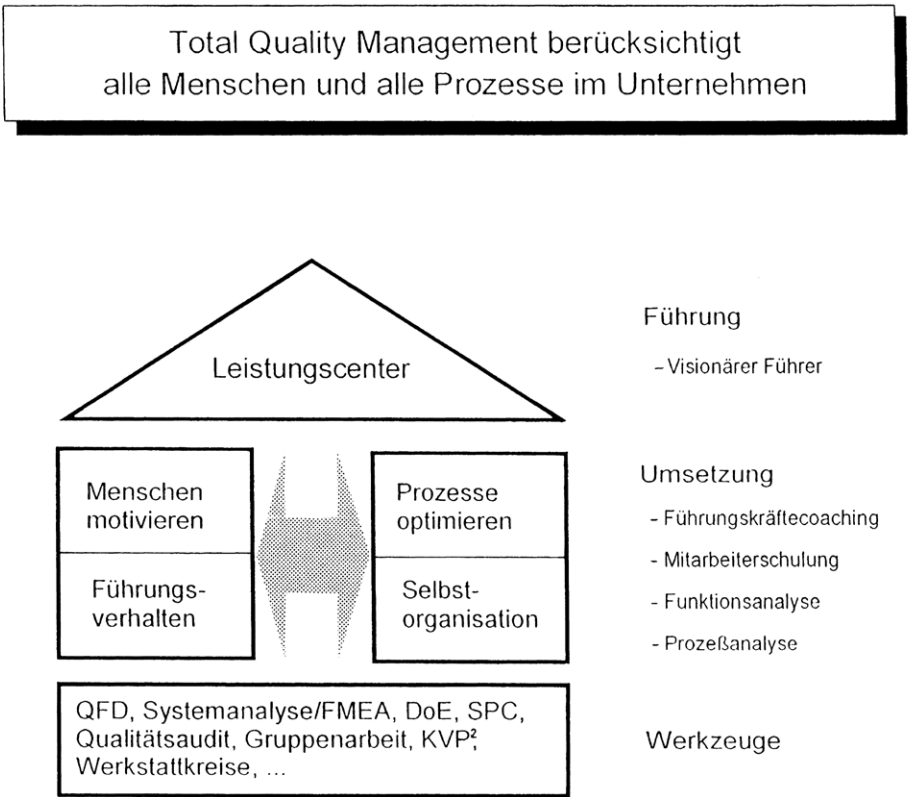



**Bild 1.2** Qualitätsmanagementkonzept

Versucht man nun, aus der Fülle dieser hervorragenden Ideen die Grundstruktur für ein umfassendes Qualitätskonzept herauszukristallisieren, könnte dies etwa folgendermaßen aussehen:

| Umfassendes Qualitätskonzept |
|---|
| **ganzheitlich:**<br>für das gesamte Management verpflichtend<br>alle Mitarbeiter und Geschäftspartner einbeziehend<br>für alle Geschäftsprozesse gültig |
| **präventiv:**<br>durch systematische Qualitätsplanung<br>durch Fehlervermeidung bereits im Entwicklungsstadium<br>durch kontinuierliche Verbesserung |
| **prozessorientiert:**<br>durch schlanke, beherrschte Prozesse<br>durch Gruppenarbeit mit Eigenverantwortung<br>durch das Prinzip des internen Kunden/Lieferanten-Verhältnisses |

**Umfassendes Qualitätskonzept**

**kundenbezogen:**
durch Erfüllung aller Kundenwünsche
durch Produktbetreuung bis zur Wiederbeschaffung
durch Berücksichtigung von Umwelterfordernissen

## 1.4 Qualitätsstrategien – der Weg zu TQM

Die Unternehmen sollen den Akzent auf strategisches Qualitätsmanagement, das auf Kundenzufriedenheit aufbaut, setzen und exzellente, nicht bloß konforme Leistungen erbringen. Gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit erfordert eine wirtschaftsweite Qualitätsstrategie, die über Gesetzesvorschriften, Standards und Zertifizierungspraktiken hinausgeht! Eine Strategie also, die von einer umfassenden Neuorientierung des Managements ausgeht und alle verfügbaren Kräfte und Ressourcen im Unternehmen mobilisiert.

Man kann sagen, dass sich die Qualitätsstrategien geradezu evolutionär entwickelt haben:

**Entwicklung der Qualitätsstrategien**

- Prüfung durch den Meister
- Gut/Schlecht-Sortieren; Endkontrolle
- Stichprobenprüfung; Regelkartentechnik
- Qualitätssicherung; Zeichnungskonformität
- Qualitätsmanagement nach ISO 9000 ff; Zertifizierungspraxis
- Unternehmensweites, umfassendes Qualitätsmanagement TQM
- World Class Quality; EFQM – Excellence Modell

In der internationalen Normenreihe ISO 9000ff wird der Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems detailliert beschrieben. Man kann diese Normenreihe für Unternehmen, die sich eine Qualitätsorientierung auf international anerkanntem Niveau vorgenommen haben, als das Qualitäts-Strategiepapier schlechthin bezeichnen. Das heißt also, der wesentliche strategische Schritt im Bemühen um eine effiziente Qualitätsorientierung ist die planvolle Ausrichtung, Überprüfung und schließlich Zertifizierung eines Unternehmens nach ISO 9000 ff. Geschieht dies mit engagierter Sorgfalt, so kann sich das Unternehmen bereits auf dem Weg zum Total Quality Management TQM befinden. Hier zunächst die

### Definition und Ansatz von Total Quality Management TQM

Zweifellos ist heute TQM die Strategie der Wahl und es ist schwer vorstellbar, sich weniger vorzunehmen, wenn man im internationalen Verdrängungswettbewerb bestehen will. Total Quality Management heißt ganzheitliches, qualitätsorientiertes Handeln im gesamten Unternehmen, mit persönlicher Verantwortung jedes Einzelnen für Qualität und dem Bemühen um *kontinuierliche Verbesserung*.

| TQM nach DIN ISO 8402 |
|---|
| Auf die Mitwirkung aller ihrer Mitglieder gestützte Managementmethode einer Organisation, die Qualität in den Mittelpunkt stellt und durch Zufriedenstellung der Kunden auf langfristigen Geschäftserfolg sowie auf den Nutzen für die Mitarbeiter der Organisation und für die Gesellschaft zielt. |
| Anmerkung 1: Der Ausdruck „alle ihre Mitglieder“ bezeichnet jegliches Personal in allen Stellen und allen Hierarchie-Ebenen der Organisationsstruktur. |
| Anmerkung 2: Wesentlich für den Erfolg dieser Methode ist, dass die oberste Leitung überzeugend und nachhaltig führt und dass alle Mitglieder der Organisation ausgebildet und geschult sind. |
| Anmerkung 3: Der Begriff Qualität bezieht sich beim *umfassenden Qualitätsmanagement* auf das Erreichen *aller geschäftlichen Ziele.* |
| Anmerkung 4: Der Begriff „Nutzen für die Gesellschaft“ bedeutet Erfüllung der an die Organisation gestellten Forderungen der Gesellschaft. |

Oftmals wird TQM als Philosophie bezeichnet. TQM soll aber vor allen Dingen praktisch umgesetzt werden, und dazu ist es notwendig, die strategischen Ansätze transparent zu machen.

**Zehn strategische Ansätze von TQM**

1. **Alle Aktivitäten auf Kundenzufriedenheit** ausrichten
2. **Top-Down-Ansatz** mit Verpflichtung des Managements
3. **Bottom-Up-Ansatz** mit Mobilisierung aller Mitarbeiter
4. **Team- und Gruppenarbeit** mit Eigenverantwortung und Selbstprüfung
5. **Prozess- und Wertschöpfungsorientierung;** Nennung der Prozesseigner
6. **Kontinuierlicher Verbesserungsprozess KVP**
7. **Fehlervermeidung von Anfang an**. Fehlerabstellung an der Wurzel
8. **Internes Kunden-/Lieferantenverhältnis**
9. **Leistungsvergleich mit den Besten**
10. **Vermeidung von Verschwendung** Ziel: 0-Fehler, 0-Stillstand, 0-Stock

Diese anspruchsvollen, strategischen Ansätze zeigen, dass TQM nur mit einem engagierten Management erfolgreich sein kann, das entsprechend langfristig für TQM alle notwendigen Weichen stellt. Ein erfolgreiches Anstreben von TQM macht ein *methodisches Projektmanagement und unterstützende Organisationsmaßnahmen* erforderlich!

Man kann den TQM-Ansatz auch auf einen einfachen Nenner bringen:

**Total Quality Management TQM:**

Kundenorientierung – Mitarbeiterorientierung – Prozessorientierung

Diese drei Säulen sind die Grundvoraussetzung für ein umfassendes Qualitätsmanagement.

Eine Qualitätsstrategie auf der Basis eines TQM-Prozesses illustriert Bild 1.3.

## 1.5 Wandel der Führungsaufgaben

Viele Hierarchieebenen mit engen Kompetenzabgrenzungen unterdrücken Kreativität, Initiative, Eigenverantwortlichkeit und Innovationsfreude. Spärlicher Informationsfluss und genau vorgegebene Karrierestufen wirken ebenfalls entfaltungshemmend. TQM hingegen fordert und fördert ein Höchstmaß an Eigenverantwortung, Eigeninitiative, Selbstkontrolle und Teamgeist und führt zu Freude an Leistung, Arbeitsqualität und Entfaltung der Persönlichkeit.

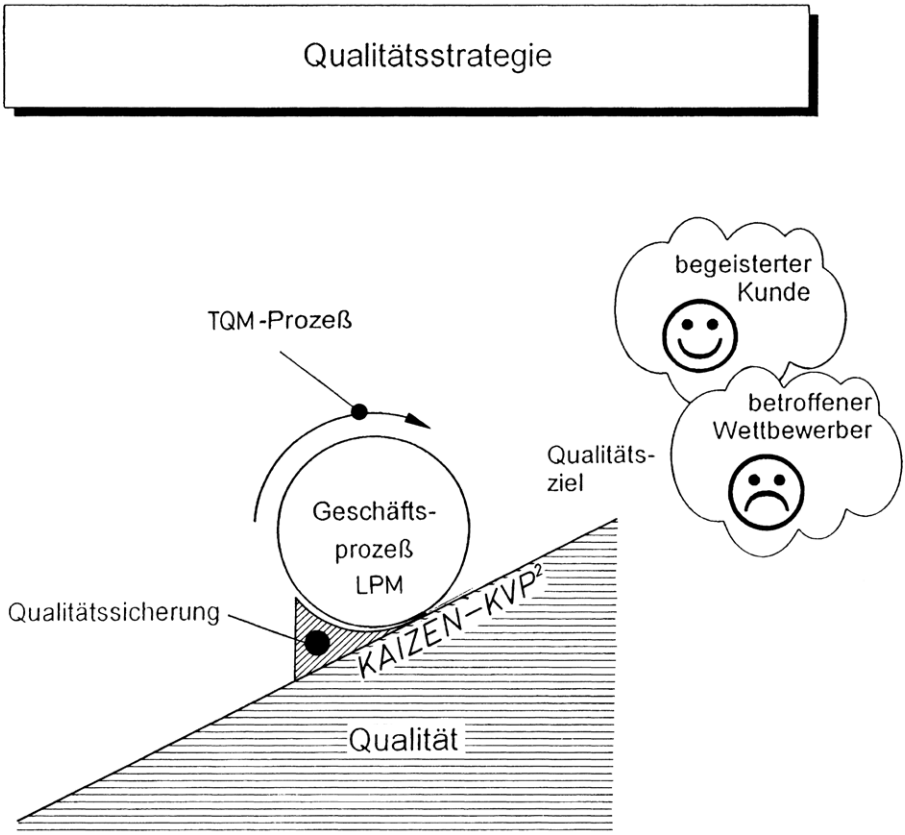



**Bild 1.3** Strategischer Ansatz eines TQM-Prozesses

Qualifikation und Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter stellen ein Potential dar, dessen Erschließung oberste Führungsaufgabe ist! Die grundlegenden Elemente dafür sind harmonische Kooperation, freier Informationsaustausch und gegenseitige Achtung und Unterstützung bei Problemen.

Der Mitarbeiter versteht sich nicht als reines Ausführungsorgan, sondern er will sich informieren, sich kreativ und interessiert engagieren. Die Arbeit hat für ihn Erlebniswert. Dies erfordert offene Grenzen zwischen Führung und Mitarbeiter, Raum für kreatives Hinterfragen und konstruktive Kritik.

Die Führung muss bereit sein, Verantwortung zu teilen; sie muss den Nachwuchs heranrücken lassen. Ihre Aufgabe ist es, Zukunftsvisionen zu entwerfen, Teams zu inspirieren, ihr hervorragender Coach zu sein und sie für hochgesteckte Ziele zu begeistern. Führungskräfte sollen sich als Dienstleister für ihre Mitarbeiter sehen.

Jeder Mitarbeiter muss sicher sein, gefördert und informiert zu werden. Motivation und Schulung der Mitarbeiter besitzen einen hohen Stellenwert. Nur wenn Mitarbeiter gut geschult und informiert sind, können sie sich für höchste Quali-

tätsziele einsetzen. Anzustreben ist eine Ausbildung. Der Trend geht zu multiskilled workers, die flexibel einsetzbar sind und *Problemlösungskompetenz* besitzen.

Ein wesentlicher Aspekt der Führungsverantwortung ist das Bereitstellen aktueller, umfassender Informationen: *Visual Management, Feedback*. Allen zugängliche Informationsstände mit Graphiken, Soll/Ist-Vergleichen müssen jeden Interessierten informieren. Dabei kann auch im Quervergleich das Informationsangebot zur motivierenden Lernstatt werden.

Zum unverzichtbaren Instrumentarium des *teamleading* gehören klare, kontrollierbare *Zielvereinbarungen* (vgl. 5.4). Die Allgemeinverbindlichkeit der unternehmensweiten Qualitätsanstrengungen des Unternehmens muss die Triebfeder jeder Teamarbeit sein! Man kann die Erwartungen an den TQM-orientierten Führungsstil etwa folgendermaßen zusammenfassen:

**Erwartungen an Führungskräfte im TQM**

- Überzeugen durch Vorbild
- Soziale Kompetenz
- Teamfähigkeit, Team-Coaching
- kooperativer, partizipativer Führungsstil
- Präsenz vor Ort bei schwierigen Problemen
- Mitarbeiter zum Mitgestalten motivieren
- Nutzen der innovativ-kreativen Potentiale
- Fördern von Ideen und Verbesserungen
- Konflikt- und Kritikfähigkeit
- klare, kontrollierbare Zielvereinbarungen
- freizügige Information; Visual Management
- Entwerfen von Zukunftsvisionen

Die Befähigung der Mitarbeiter – *employee empowerment* – zum Selbstmanagement soll zur eigenverantwortlichen Verbesserung ihrer Arbeitsplätze, so als wären die Mitarbeiter Unternehmen – *ownership, entrepreneurship* – führen. Das Führungssystem folgt dieser Logik und nicht umgekehrt (vgl. 16.11).

## 1.6 Literatur

[1] Feigenbaum, A. V.: Total Quality Control, Mc Graw-Hill, New York 1994

[2] Deming, W. E.: Out of the Crisis, MIT-Press, Cambridge 1993

[3] Crosby, Ph. B.: Qualität 2000, Carl Hanser Verlag, München 1994

[4] Kamiske, Gerd F.: Der Weg zur Spitze, Carl Hanser Verlag, München 1998

# 2 TQM im Produktlebenszyklus

Das totale Qualitätsmanagementsystem ist an allen Phasen im Lebenszyklus eines Produktes beteiligt. Also an der

Konzeptphase
Entwicklungsphase
Herstellungsphase
Nutzungsphase
Entsorgungsphase.

Während jeder dieser Phasen des Produktlebenszyklus ist intensive Qualitätsarbeit notwendig. Der Schwerpunkt der Qualitätsbemühungen liegt jedoch vor Produktionsbeginn, damit am Markt von Anfang an fehlerfreie Produkte angeboten werden können.

Bei der Produktlebenszyklusbetrachtung ist auch das *Life Cycle Cost*-Konzept sehr nützlich, da es alle Kosten während des gesamten Produktlebenszyklus erfasst, analysiert und daraus Schlüsse zieht. Bei manchen Ausschreibungen wird ein LCC-Nachweis zusätzlich verlangt. Höhere Qualität, insbesondere höhere Zuverlässigkeit und Lebensdauer senken die LCC und machen ein Produkt für den Kunden wirtschaftlicher.

## 2.1 Der Qualitätskreis und die Qualitätselemente

Als unterstützendes Modell für ein systematisches, unternehmensweites Qualitätsmanagement kann der in Bild 2.1 dargestellte Qualitätskreis dienen. Er verbindet alle Qualitätselemente von Marktforschung bis Entsorgung. Man kann daraus erkennen, dass alle Tätigkeitsbereiche die Qualität mitbestimmen.

Jedes Element im Qualitätskreis besteht aus vielen elementspezifischen Aktivitäten, die je einen *Regelkreis* bilden. Diese Element-Regelkreise verzahnen sich untereinander entlang des Qualitätskreises, sodass während des gesamten Produktlebenszyklus keine Qualitätslücke entstehen kann. Auf diese Weise ist es möglich. das globale Qualitätsmanagementkonzept – **Qualität geht alle an** – praktisch umzusetzen.

Man könnte sich dem Qualitätskreis sinngemäß einen Zeit- und Kostenkreis überlagert vorstellen und hätte damit ein **Qualität-Zeit-Kosten-Modell,** das ein Produkt über seinen gesamten Lebenszyklus begleitet. Der Qualitätskreis und seine Qualitätselement-Regelkreise fordern eben zu ganzheitlichen Überlegungen auf.

**Bild 2.1** Qualitätskreis

## 2.2 Produktphasenmodell und Qualitätsplanung

Um die strategische Wichtigkeit präventiver Qualitätsplanung und -sicherung in den frühen Produktentwicklungsphasen zu verdeutlichen, sollen einige hierfür besonders kennzeichnende Zusammenhänge über den Produktphasen aufgetragen und entsprechende Schlüsse daraus gezogen werden (Bild 2.2).

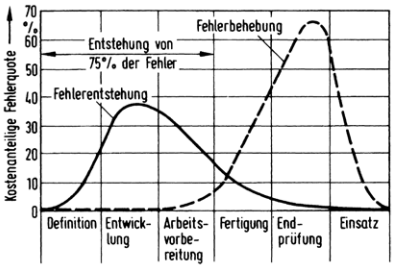



**Bild 2-2A:** Übliche Fehlerentstehung und -behebung in den Produktphasen

*Fazit:* Fehlerbehebung ist Entwicklungsaufgabe und darf nicht auf den Rücken der Kunden stattfinden!

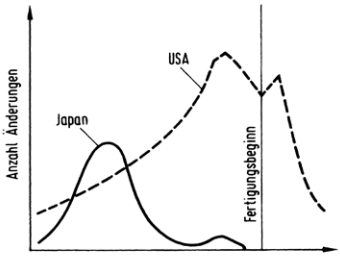



**Bild 2-2B:** Präventive Fehlerentdeckung und -eliminierung in Japan und im Westen

*Fazit:* Null-Fehler zu Serienbeginn ist anzustreben und für einen erfolgreichen Anlauf von Produktion und Verkauf entscheidend!

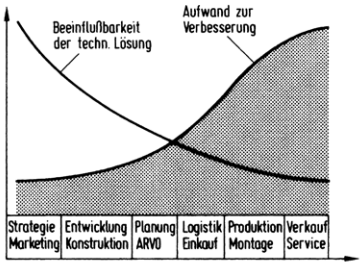



**Bild 2-2C:** Beeinflußbarkeit und Aufwand für technische Änderungen in den Produktionsphasen sind gegenläufig

*Fazit:* Leichtere Beeinflußbarkeit und niedrigerer Kosten- und Zeitaufwand sprechen deutlich für präventive Fehlervermeidung im Entwicklungsstadium!

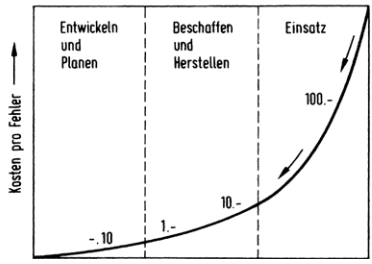



**Bild 2-2D:** Die "Zehner-Regel" der Fehlereliminierungskosten

*Fazit:* 10mal bis 100mal höhere Fehlereliminierungskosten, als im Konstruktionsstadium entstehen würden, müssen unbedingt vermieden werden!

**Bild 2.2** Zusammenhang Qualität-Kosten-Zeit in den Produktphasen

Sehr anschaulich kommt hier der Zusammenhang Qualität-Kosten-Zeit zum Ausdruck. Qualität muss vom Konzept an in ein Produkt hineinentwickelt und notwendige Änderungen möglichst frühzeitig im Entwicklungsstadium berücksichtigt werden.

### 2.2.1 Qualitätsplanung

Ähnliches gilt für die Planung der Produktionsprozesse. Ein perfekt konzipiertes Produkt und ein perfekter Prozess müssen zu einer perfekten Serienfertigung führen. Hohe Produkt- und Prozessänderungskosten im Nachhinein entfallen. Die Erkenntnisse aus diesen Zusammenhängen führen zu einer präventionsorientierte *Qualitätsplanung.*

| Qualitätsplanungsmodell |
|---|
| **Definitionsphase**<br>Marktanalyse, Beanspruchungsprofile, Qualitäts- und Zuverlässigkeitsziele, gesetzliche Auflagen, Lastenheft, Systemlieferantenauswahl (Single Sourcing) |
| **Entwicklungsphase**<br>Qualitätsspezifikationen, Qualitätsprogramme, Zuverlässigkeitsplanung, Lieferantenbewertung, Simulationen, Berechnungen, Einsatz präventiver Methoden, Qualitäts- und Zuverlässigkeitsnachweis, Prototyptests, *1. Design Review*, vorläufige Konstruktionsfreigabe |
| **Erprobungs- und Beschaffungsphase**<br>Versuchspläne und -durchführung, Bemusterungen, Qualitäts- und Zuverlässigkeitsbewertung der Zulieferteile, Soll/Ist-Vergleiche, Korrekturmaßnahmen, fertigungsgerechte Prototypen, ***2. Design Review,*** endgültige Konstruktionsfreigabe, Abschluss der Prozessplanung |
| **Fertigungsvorbereitung, Vorserie**<br>Prüfplanung, Vorserientests, Prüfberichte, Prozessfähigkeitsnachweis, Soll/Ist-Vergleiche, Korrekturmaßnahmen, *1. Prozess Review*, vorläufige Serienfreigabe |
| **Beginn der Serienfertigung**<br>Produkt- und Prozessaudits, 100%-Kontrollen, Auswertung der Langzeittests, Korrekturmaßnahmen, ***2. Prozess Review,*** Serienfreigabe |
| **Vollserie, Produktbetreuung**<br>Produkt- und Prozessaudits, Qualitätslenkung, Frühausfallberichte, Sofortmaßnahmen, Garantie- und Felddatenanalyse, Lebensdauerdaten |

Dieses *Qualitätsplanungsmodell* beruht auf dem Konzept, dass in jeder Produktphase Qualität und Zuverlässigkeit definiert, optimiert und nachgewiesen werden. Die Grenzen zwischen den Phasen sind fließend und überlappen sich im praktizierten *Simultaneous Engineering.* Alle Informationen sind den interfunktionalen Teams zugänglich; jeder kennt die Ziele und tut alles, um sie rechtzeitig zu errei-

chen. Oberstes Gebot ist die Vermeidung von Fehlern von Anfang an und sofortiges Eliminieren einer erkannten Fehlermöglichkeit an der Wurzel.

Für eine umfassende, kundenwunschorientierte Qualitätsplanung bietet sich besonders die Methode des *Quality Function Deployment QFD* an, auf die in Kapitel 8.2 näher eingegangen wird.

## 2.3 Zuverlässigkeitsmanagement

Die Forderung der Märkte nach besonders zuverlässigen und langlebigen Produkten ist hoch und nimmt ständig zu. Zuverlässig ist ein Produkt dann, wenn es möglichst lange fehlerfrei funktioniert. Die Hersteller müssen Zuverlässigkeits- und Lebensdauerzielwerte ihrer Produkte entsprechend den wachsenden Kundenerwartungen festlegen und überlegen, welche Abläufe und Maßnahmen zu deren Nachweis notwendig sind. Die Normenreihe IEC 60300 ff „Zuverlässigkeitsmanagement“ gibt hierzu wertvolle Hinweise.

| Merkmale der Zuverlässigkeit und Funktionsfähigkeit: RAMSS |
| --- |
| Zuverlässigkeit (**R**eliability)<br>Verfügbarkeit (**A**vailability)<br>Instandhaltbarkeit (**M**aintainability)<br>Sicherheit (**S**afety)<br>Serviceleistung (maintenance **S**upport) |

Hierzu einige kurze Begriffserläuterungen:

**Sicherheit** gibt die Fähigkeit an, weder Menschen, Sachen oder Umwelt zu gefährden. Die Sicherheitstechnik untersucht Maßnahmen, bei einem Ausfall einen sicheren Zustand zu erreichen, z. B. durch Redundanzen, fail safe, fault tolerant.

**Zuverlässigkeit** gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass in einer bestimmten Zeit T keine Betriebsunterbrechungen auftreten werden. Die Zuverlässigkeitstechnik untersucht Maßnahmen, um die Anzahl der Ausfälle zu vermindern und die Lebensdauer zu erhöhen.

**Verfügbarkeit** (momentane) gibt die Wahrscheinlichkeit der Funktionstüchtigkeit zu einer bestimmten Zeit T an, wobei reparierbare Ausfälle Berücksichtigung finden.

**Instandhaltbarkeit** nennt man die (möglichst rasche und einfache) Wiederherstellung des Sollzustandes nach einem Ausfall. Der Sollzustand kann durch regelmäßige *Wartung* länger erhalten bleiben.

**Serviceleistung** stellt die logistische Unterstützung (Kapazität, Fachkräfte, Einrichtungen, Ersatzteilverfügbarkeit) für eine effiziente Instandhaltung dar.

Diese fünf Verlässlichkeitsmerkmale sind theoretisch und praktisch eng miteinander verknüpft und die zahlreichen sich daraus ergebenden Aktivitäten machen eine sorgfältige Planung notwendig, um eine *sichere Nutzung* und *zuverlässige Funktion* eines Produktes oder Prozesses zu gewährleisten.

Beschränkt man sich zunächst auf die Zuverlässigkeitsarbeit, die ja den Kernbereich darstellt, so können die wichtigsten Elemente eines Zuverlässigkeitsprogrammes folgendermaßen den Produktphasen zugeordnet werden:

| Produktphase | Zuverlässigkeitsprogramm |
|---|---|
| Planung | Zuverlässigkeitsvorgaben, Sicherheitsteile |
| Entwicklung | Zuverlässigkeitssystemstudie<br>Zuverlässigkeitsvorausbestimmung<br>Zuverlässigkeitstestplanung<br>Zuverlässigkeitsdemonstration<br>Zuverlässigkeit Zukaufteile |
| Produktion | Prozesszuverlässigkeit und Verfügbarkeit<br>Zuverlässigkeitsnachweis |
| Anwendung | Zuverlässigkeitsfelddatensammlung, Analyse |

Erwartungsgemäß liegt in der Planungs- und Entwicklungsphase der Schwerpunkt der Zuverlässigkeitsarbeit, was manche Firmen dazu veranlasst hat, im Entwicklungsbereich eine Funktion *Reliability Engineering* mit diesen Aufgaben zu betrauen.

Das weiter gesteckte Aufgabengebiet des ***Dependability Management*** umfasst unter anderem auch Risikoanalysen, Instandhaltungsplanung, human factor Analysen, Serviceverfügbarkeit und Umwelttests. Die internationale Norm für Zuverlässigkeitsmanagement IEC 60300-1/2 bringt eine Tabelle und ein Flussdiagramm mit allen Aktivitäten eines *Dependability Programm*, die den Produktphasen entsprechend zugeordnet sind.

| Clause | Element/task | Life-cycle phase | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Concept and definition | Design and develop-ment | Manufac-turing | Instal-lation | Operation and main-tenance | Dis-posal |
| 6.1 | PLANNING AND MANAGEMENT | | | | | | |
| 6.1.1 | Dependability plans | | | | | | |
| 6.1.2 | Project decision management | | | | | | |
| 6.1.3 | Traceability management | | | | | | |
| 6.1.4 | Configuration management | | | | | | |
| 6.2 | CONTRACT REVIEW AND LIAISON | | | | | | |
| 6.2.1 | Contract review | | | | | | |
| 6.2.2 | Management representative | | | | | | |
| 6.3 | DEPENDABILITY REQUIREMENTS | | | | | | |
| 6.3.1 | Specification of dependability requirements | | | | | | |
| 6.3.2 | Requirements interpretation | | | | | | |
| 6.3.3 | Requirements allocation | | | | | | |
| 6.4 | ENGINEERING | | | | | | |
| 6.4.1 | Reliability engineering | | | | | | |
| 6.4.2 | Maintenability engineering | | | | | | |
| 6.4.3 | Maintenance support engineering | | | | | | |
| 6.4.4 | Testability engineering | | | | | | |
| 6.4.5 | Human Factors engineering | | | | | | |
| 6.5 | EXTERNALLY PROVIDED PRODUCTS | | | | | | |
| 6.5.1 | Subcontracted products | | | | | | |
| 6.5.2 | Customer-provided products | | | | | | |
| 6.6 | ANALYSIS, PREDICTION AND DESIGN REVIEW | | | | | | |
| 6.6.1 | Fault modes and effects analysis | | | | | | |
| 6.6.2 | Fault tree analysis | | | | | | |
| 6.6.3 | Stress and load analyses | | | | | | |
| 6.6.4 | Human factors analysis | | | | | | |
| 6.6.5 | Predictions | | | | | | |
| 6.6.6 | Trade-off analysis | | | | | | |
| 6.6.7 | Risk analysis | | | | | | |
| 6.6.8 | Formal design review | | | | | | |
| 6.7 | VERIFICATION, VALIDATION AND TEST | | | | | | |
| 6.7.1 | Verification, validation and test planning | | | | | | |
| 6.7.2 | Life testing | | | | | | |
| 6.7.3 | Dependability testing | | | | | | |
| 6.7.4 | Reliability growth testing | | | | | | |
| 6.7.5 | Production testing | | | | | | |
| 6.7.6 | Acceptance testing | | | | | | |
| 6.7.7 | Reliability stress screening | | | | | | |
| 6.8 | LIFE-CYCLE COST PROGRAMME | | | | | | |
| 6.9 | OPERATION AND MAINTENANCE SUPPORT PLANNING | | | | | | |
| 6.9.1 | Maintenance support planning | | | | | | |
| 6.9.2 | Installation | | | | | | |
| 6.9.3 | Support services | | | | | | |
| 6.9.4 | Support engineering | | | | | | |
| 6.9.5 | Spares provisioning | | | | | | |
| 6.10 | IMPROVEMENTS AND MODIFICATIONS | | | | | | |
| 6.10.1 | Improvement programmes | | | | | | |
| 6.10.2 | Modification control | | | | | | |
| 6.11 | EXPERIENCES FEEDBACK | | | | | | |
| 6.11.1 | Data aquisition | | | | | | |
| 6.11.2 | Data analysis | | | | | | |

**Bild 2.3** Dependability Programm und Lebenszyklusphasen (aus IEC 60300-2:1996)

## 2.4 Umweltmanagementsystem UMS

Qualitäts- und Umweltmanagement ergänzen und überlappen sich teilweise. Es ist daher angezeigt, sie in ein umfassendes Managementsystem zu integrieren sowie Analogien und Synergien zu nutzen. Für QM und UM gelten gleichermaßen die Prinzipien der Prävention, des Vermeidens von Verschwendung, der Nachhaltigkeit und der ständigen Verbesserung. Der Umweltgedanke muss zum integralen Bestandteil der Unternehmenszielsetzungen im Rahmen einer TQM-Strategie werden. Bestehende, funktionierende QM-Systeme werden zweckmäßigerweise durch zusätzliche Umweltelemente erweitert, denn es ist offenkundig, dass mehrere Managementsysteme nebeneinander – insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen – kaum praktikabel sein können.

Durch Umweltmanagement wird gezielt eine Vermeidung bzw. Reduzierung des Ressourceneinsatzes und des Anfalles von Abfällen in allen Aggregatzuständen angestrebt. Grundlage ist eine Erfassung aller stofflichen und energetischen Inputs und Outputs. Die für ein **Umweltmanagementsystem UMS gültige internationale Norm ist die ISO 14001:2004.**

Für eine derartige Input/Output-Analyse bzw. **Ökobilanz** muss aber die Wertschöpfungskette nach rückwärts bis zur Rohstoffgewinnung und vorwärts bis zur Verwertung am Ende der Produktnutzung verlängert werden (Bild 2.4). Die UM-Aufgaben werden sich auf schadstoffärmere Produktion, rohstoff- und energiesparende Verfahren und Recyclingtechnologien konzentrieren, wobei als Faustregel gilt:

**Vermeidung vor Wiederverwendung; Wiederverwendung vor Verwertung; Verwertung vor Entsorgung.**

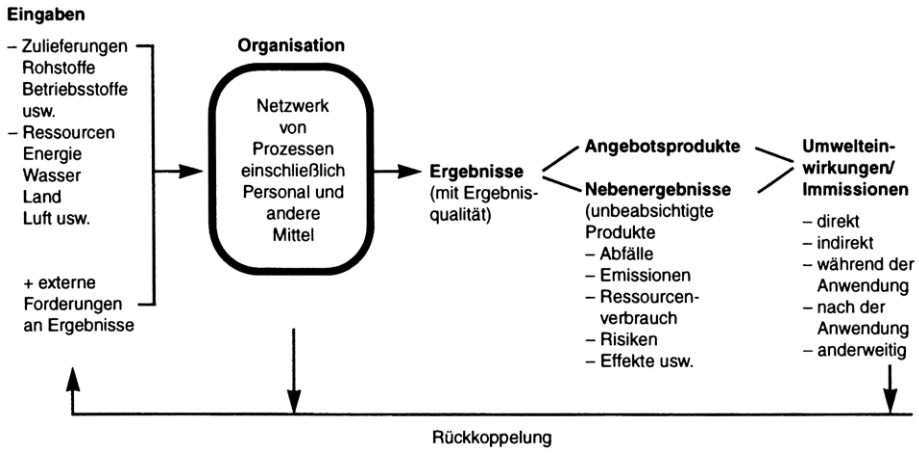



**Bild 2.4** Modell einer erweiterten Wertschöpfungskette und deren Umwelteinflüsse (aus DGQ-Schrift 100-21:1994)

Am Beginn steht die Strategie, *langlebige, umweltfreundliche Güter* mit sauberen Prozessen – **clean technologies** – zu erzeugen und von vornherein dafür zu sorgen, dass sie nur wenige Verschleißteile haben, die sich leicht austauschen lassen. Daran schließt sich eine Strategie der konsequenten **Verminderung aller Stoffströme und Energieverbräuche.** Die Ansatzpunkte hierfür liefert die *Ökobilanz*. Die Stoff- und Energieströme lassen sich in der Regel um erstaunliche Größenordnungen reduzieren, was gleichbedeutend ist mit *Vermeidung von Verschwendung.* Die dritte Strategie betrifft das eigentliche Umwelt-Engineering oder **Öko-Design,** nämlich die Strategie der

**umweltfreundlichen Produktgestaltung**

- umweltverträgliche Prozesse
- Vermeidung von Gefahrenstoffen
- reduzierte Materialvielfalt – besonders bei Kunststoffen
- Ressourcenschonung
- biologisch abbaubare Materialien
- hohe Lebensdauer
- leichte Demontierbarkeit
- Recyclingfähigkeit

Hierzu gibt Bild 2.5 einen Hinweis auf die Möglichkeit einer produktphasenbezogenen, ökologischen Produktplanung, wobei hier noch zusätzliche, umweltrelevante Elemente wie Lärm, Erschütterung, Verpackung erfasst werden können. Unnötige Transportleistungen würden noch gut dazu passen.

Der Aufbau eines UM-Systems kann durch ein praktiziertes QM-System erleichtert werden. In beiden Managementsystemen müssen die Abläufe in allen Betriebsbereichen umfassend dokumentiert und Zuständigkeiten benannt werden. Konzepte, Methoden und Techniken sind ähnlich. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem **integrierten Managementsystem IMS.** Die Kundenwünsche nach Qualität, Zuverlässigkeit, Umweltverträglichkeit gehen fließend ineinander über. Für manche Unternehmen – insbesondere KMU's – mag es interessant und rationell sein, ein QM- und UM-System in Kombination unter Ausnutzung von Synergien und Analogien aufzubauen und nach ISO 9001:2008 und ISO 14000:2004 zertifizieren zu lassen.

| ökologische Kriterien \ Lebensphasen | | Vorproduktgewinnung | Herstellung | Transporte | Verwendung | Reparatur/ Wartung | Beseitigung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rohstoffe** | Art<br>Höhe des Verbrauchs<br>Effizienz | | | | | | |
| **Energie** | Art<br>Höhe des Verbrauchs<br>Effizienz | | | | | | |
| **Umweltmedien**<br>*Luft* | Art und Menge der Verschmutzung<br>Abbaubarkeit<br>Akkumulation<br>Ausbreitung<br>Geruch<br>Verfahren | | | | | | |
| *Wasser* | Art und Menge der Verschmutzung<br>Höhe des Verbrauchs<br>Effizienz<br>Verfahren | | | | | | |
| *Boden* | Art und Menge | | | | | | |
| **Lärm** | Art der Geräuschemission<br>Höhe der Geräuschemission<br>Ort der Geräuschemission | | | | | | |
| **Konstruktion** | Recyclingfähigkeit (Beachtung der Konstruktionsregeln)<br>Lebensdauer (Beachtung der Gestaltungsregeln)<br>Sonstiges | | | | | | |
| **Verpackung** | Packstoffaufwand<br>Mehrwegverpackungen<br>Recyclingfähigkeit | | | | | | |
| **Sonstige** | Kombinationswirkungen<br>Abwärme<br>Erschütterungen | | | | | | |

**Bild 2.5** Ökologische Produktplanung und -bewertung

## 2.5 Literatur

[1] Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement, 3. Aufl., Carl Hanser Verlag, München 2001

[2] Petrick, K. und Eggert, R.: Umwelt- und Qualitätsmanagementsysteme, Carl Hanser Verlag, München 1995

[3] DGQ-Band 17-10: Zuverlässigkeitsmanagement, Beuth Verlag, Berlin 2002