

Bibliothek des technischen Wissens

Hans Kaufmann
Jonas Fischer
Arndt Kirchner
Dietmar Schmid
Georg Fischer
Jochen Weinschenk

QUALITÄT • UMWELT • ARBEIT

Qualitätsmanagement, Umweltmanagement und Arbeitsschutz

9., neugestaltete und erweiterte Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL • Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 • 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 53812

Die Autoren des Buches

Kirchner, Arndt, Dipl.-Ing. (FH), Geschäftsführer, Oberlenningen: *Umweltmanagement*

Schmid, Dietmar, Prof. Dr.-Ing., Essingen: *Arbeitsschutz, IT-Sicherheit*

Weinschenk, Jochen, M.Sc., Oberstudienrat, Aalen: *Qualitätsmanagement*

Kaufmann, Hans, Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor, Aalen: *Instandhaltung, IT-Sicherheit (Technik)*

Fischer, Georg, Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor, Neresheim: *Vertiefung statistische Prozessüberwachung, Pareto-Analyse, Klimaneutralität*

Fischer, Jonas, M.Sc., Erlangen: *Künstliche Intelligenz*

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises: Prof. Dr.-Ing. Dietmar Schmid, Essingen

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

9. Auflage 2026

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

Dem Buch wurden die neuesten Ausgaben der Normen und Gesetze zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die Normblätter selbst und die amtlichen Gesetzestexte. (Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Am DIN Platz, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.) Wie in Lehrbüchern üblich werden etwa bestehende Patente, Gebrauchsmuster oder Warenzeichen meist nicht erwähnt. Das Fehlen eines solchen Hinweises bedeutet daher nicht, dass die dargestellten Produkte frei davon sind. Daten und Darstellungen, die sich auf Herstellerangaben beziehen, sind gewissenhaft recherchiert. Sie sind aber mit keiner Gewährleistung irgendwelcher Art verbunden und können sich durch weiteren Fortschritt auch verändert haben. Der Verlag und die Autoren übernehmen daher keine Verantwortung oder Haftung aus der Nutzung von Daten oder Darstellungen dieses Buches. Die Bilder sind von den Autoren entworfen oder entstammen deren Arbeitsumfeld. Soweit Bilder einem Copyright Dritter unterliegen, sind diese im Quellenverzeichnis gelistet.

ISBN 978-3-8085-5389-3

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2026 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: MARPOSS Italia S.p.A.

Druck: UAB BALTO print, 08217 Vilnius (LT)

Vorwort zur 9. Auflage

Eine industrielle Produktion ist nur erfolgreich,

- wenn neben der richtigen Auswahl von geeigneten Verfahren das **Qualitätsmanagement (QM)** durchgängig **abgesichert** ist,
- wenn durch das **Umweltmanagement (UM)** die Produktion **nachhaltig** ist und
- wenn durch den **Arbeitsschutz** die Sicherheit und die Gesundheit bei der Arbeit **gewährleistet** wird.

Die 9. Auflage wurde neu strukturiert, erweitert, farblich nach den Kapiteln gegliedert und anhand der neuen Normen aktualisiert.

Das **Kapitel 1, Qualitätsmanagement (QM),** ist als **Teilgebiet der Produktionsorganisation** für den Techniker und Ingenieur von essenzieller Bedeutung. Es wird ihn im Berufsalltag fortwährend neu herausfordern. Daher ist es richtig, wenn begleitend zu einer technikzentrierten Ausbildung stets auch das Qualitätsbewusstsein geweckt wird und die Methoden des Qualitätsmanagements systematisch erlernt werden. Qualitätsmanagement ist für jede Art von Unternehmen eine Notwendigkeit. Nur damit erzielt man verkaufsfähige Produkte und Dienstleistungen und kann nachhaltig bestehen. **QM orientiert sich an den neuen Normen DIN EN ISO 9000:2026 und DIN EN ISO 9001:2026.**

Das **Kapitel 2, Umweltmanagement (UM),** ist in den Unternehmen zu einem **strategischen Faktor** geworden. Ohne Umweltschutz gibt es keinen nachhaltigen Unternehmenserfolg mehr – zumindest nicht bei uns in Europa. Für die Unternehmen und deren Mitarbeiter bedeutet das, dass sie ihren Verantwortungsbereich unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes analysieren, die Problemzonen erkennen, die Situationen dokumentieren und auf eine Verbesserung hinwirken. **UM orientiert sich an der neuen Norm EN ISO 14001:2026.**

Das **Kapitel 3, Arbeitsschutz,** thematisiert die Arbeit in den Unternehmen und steht unter dem Motto: **„Der Mensch ist das Maß“**. So sind in diesem Buch *die Unternehmenskultur, die Sicherheit am Arbeitsplatz, die Arbeitsbelastungen und der Gesundheitsschutz* an den Bedürfnissen und Befindlichkeiten der Beschäftigten dargestellt. Das **Arbeitsschutzmanagement** steuert hierzu alle Maßnahmen und ist spezifiziert in der **neuen Norm EN ISO 45001:2023**. Die **neue EU-Maschinenverordnung (EU-2023/1230)** ist anhand der wichtigsten **EU-Sicherheitsvorgaben** zum Betrieb von Maschinen ausführlich behandelt.

Das Buch hat ergänzend drei Anhänge: **Anhang 1: IT-Sicherheit, Anhang 2: Künstliche Intelligenz (KI/AI), Anhang 3: Glossar zu Qualitätsmanagement, Umweltmanagement, Datenschutz**.

Mit einer Vielzahl von Übungen, Beispielen, Fotos und Grafiken wird das Buch belebt und erleichtert das Lernen. Die Übungen sind zumeist ausgerichtet an den Aufgaben und den Geschehnissen der Fertigungstechnik/Metalltechnik und sprechen so vor allem den großen Bereich der Ausbildung und Weiterbildung in Berufen für das produzierende Gewerbe an.

Hinweise und Verbesserungsvorschläge können dem Verlag und damit den Autoren unter der E-Mail-Adresse lektorat@europa-lehrmittel.de gerne mitgeteilt werden.

Herbst 2026 Dietmar Schmid

Inhaltsverzeichnis

1 Qualitätsmanagement (QM) 7

1.1 Entwicklung des QM 7
1.1.1 Qualität 8
1.1.2 Ziele des QM 10
1.1.3 Qualitätskreis und Qualitätspyramide 12

1.2 Teilfunktionen des QM 13
1.2.1 Qualitätsplanung 13
1.2.2 Qualitätsprüfung 14
1.2.3 Qualitätssteuerung 18
1.2.4 Qualitätsförderung 19

1.3 DIN EN ISO 9000:2026 20

1.4 DIN EN ISO 9001:2026 22

1.5 DIN EN ISO 9004:2018 60

1.6 Die Zertifizierung eines Unternehmens 67
1.6.1 Vorbemerkungen 67
1.6.2 Dokumentierte Information 70
1.6.3 Dokumentenprüfung und Voraudit 72
1.6.4 Systemaudit und Zertifizierungsaudit 73
1.6.5 Wiederholungsaudit und internes Audit 79
1.6.6 Auditarten 80

1.7 Total Quality Management (TQM) 83
1.7.1 Einführung 83
1.7.2 TQM-Modell für Europa (EFQM) 85
1.7.3 TQM-Merkmale 87

1.8 Werkzeuge des TQM 98
1.8.1 7 Tools 98
1.8.2 QFD – Quality Function Deployment 107
1.8.3 FMEA – Failure Mode and Effects Analysis 109
1.8.4 Boxplot 112
1.8.5 Mathematische Modelle zur Beschreibung von Zufallsereignissen 114
1.8.6 Statistische Prozesslenkung 119

1.9 Vertiefung zur statistischen Prozessüberwachung 139
1.9.1 Allgemeines zu Fähigkeitsuntersuchungen 139
1.9.2 Prüfmittelfähigkeit 144
1.9.3 Maschinenfähigkeit 150
1.9.4 Prozessfähigkeit 155
1.9.5 Erstellen und Führen einer Qualitätsregelkarte 159
1.9.6 Korrelation und Regression 165
1.9.7 Nutzwertanalyse 168

1.10 Weitere Methoden des Qualitätsmanagements 169
1.10.1 Lean Production 170
1.10.2 KAIZEN 173
1.10.3 Kanban 175
1.10.4 Das Toyota-Produktions-System (TPS) 176
1.10.5 Wertstromdesign 179
1.10.6 Balanced Scorecard 180
1.10.7 Reifegradabsicherung in der Automobilindustrie 181

1.11 Instandhaltung 185
1.11.1 Wartung 188
1.11.2 Inspektion 192
1.11.3 Instandsetzung 194
1.11.4 Inbetriebnahme 195
1.11.5 Fehlersuche 197
1.11.6 Reparatur 198
1.11.7 Condition-Monitoring (Zustandsbedingte Instandhaltung) 199

2 Umweltmanagement (UM) 203

2.1 Umweltschutz im Unternehmen 203

2.2 Umweltorientierte Unternehmensführung 204

2.3 Umweltmanagementsystem (UMS) 205

2.4 DIN EN ISO 14001:2026 206

2.5 Umsetzungsprojekt 224

2.6 Die Eingabe/Ausgabe-Analyse 226

2.7 Umweltaudit 227

2.8 Klimaneutralität von Unternehmen 235
2.8.1 Klima 235
2.8.2 Klimawandel 235
2.8.3 Folgen des Klimawandels 236

2.9 Energiemanagement, DIN EN ISO 50001:2018 252

2.10 Verordnungen und Gesetze 258
2.10.1 Umweltverstöße 258
2.10.2 Umweltdelikte 258
2.10.3 Schadensregulierung 258

3 Arbeitsschutz 261

3.1 Der Mensch ist das Maß 261
3.1.1 Arbeitswelt 4.0 262
3.1.2 Mitarbeiterbeteiligung 263
3.1.3 Unternehmenskultur 263

3.2 Arbeitsschutzmanagement 264
3.2.1 Allgemeines 264
3.2.2 Das Arbeitsschutzgesetz 265

3.3 Gefährdungen 267

3.3.1 Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung 267
3.3.2 Mechanische Gefährdungen 269
3.3.3 Elektrische Gefährdungen 283
3.3.4 Gefahrstoffe 290
3.3.5 Gefahren bei Kühlschmierstoffen (KSS) 292
3.3.6 Brand- und Explosionsgefährdungen 294
3.3.7 Heiße und kalte Stoffe 298
3.3.8 Klima am Arbeitsplatz 299
3.3.9 Lärm 300
3.3.10 Vibration und Stöße 305
3.3.11 Strahlung 306
3.3.12 Das Licht am Arbeitsplatz 310
3.3.13 Arbeitsbelastung 312
3.3.14 Sicherheitszeichen 322
3.3.15 Persönliche Schutzausrüstungen (PSA) 324
3.3.16 Der PC-Arbeitsplatz 326
3.4 Sicherheit von Maschinen 328
3.4.1 Europäische Sicherheitsnormen 328
3.4.2 Die sichere Maschine 330
3.4.3 EU-Maschinenverordnung 334

Anhang 1: IT-Sicherheit 376

1 Einführung 376
2 Gefährdungen und Abhilfen 380
2.1 Sicherheit und Gefährdung durch Missbrauch 380
2.2 Gefährdung durch technisches Versagen 392
3 Strukturierung eines IT-Sicherheitsmanagements 396
4 IT-Notfallmanagement 400
4.1 Notfallmanagementprozess 400
4.2 Initiierungen in der Notfallsituation 401
4.3 Kritische Geschäftsprozesse, Risikoanalyse und Strategien 402
4.3.1 Business-Impact-Analyse[1] (BIA) 402

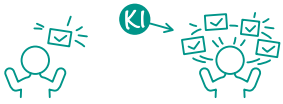
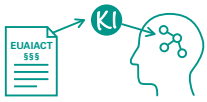
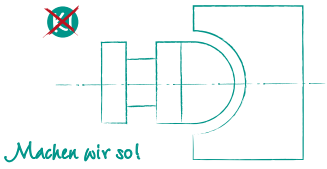
Anhang 2: Künstliche Intelligenz (KI/AI) 405

1 Grundlagen 405
1.1 Begriffe 405
1.2 Pipeline für das Erstellen eines KI-Modells 406
1.3 Die sechs Postulate der Mustererkennung 406
1.4 Deep Learning 408
1.5 Evaluierung von KI-Modellen anhand der Wahrheitsmatrix 409
1.6 Beispiele zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz anhand von ChatGPT 409
1.7 Grenzen und Gefahren Künstlicher Intelligenz 411
2 KI-Management 412
2.1 KI im Unternehmen 412
2.2 KI-Management im Produktionsbetrieb 412
2.3 Die Aufgaben des KI-Managers 413

Anhang 3: Glossar 414

1 Glossar zu Qualitätsmanagement 414
2 Glossar zu Umweltmanagement 418
3 Glossar zu Datenschutz 420

Sachwortverzeichnis 421
Bildquellenverzeichnis 424

Künstliche Intelligenz (KI) revolutioniert alles[1)] **Arbeit, Wirtschaft, Gesellschaft, Lernen, Lehren und der Alltag sind betroffen.**		
Arbeit und Wirtschaft. KI-Systeme **planen** eigenständig Aufgaben und **führen sie organisatorisch** aus.	Die materielle Ausführung verbleibt jedoch bei den handwerklichen und maschinellen Fähigkeiten.	
Alltag. KI wird in alle Betriebssysteme integriert. Sie assistiert das persönliche Zeitmanagement und liefert Automatisierungsvorschläge.	**Produktivität wird in KI-gestützten Branchen deutlich zunehmen** und damit Wettbewerbsverschiebungen auslösen.	
Bildungswesen im Allgemeinen. KI-Tools gibt es für alle schulischen Bereiche und werden von allen Altersstufen genutzt, es sei denn, dass die Schulleitungen es ausschließen.	**Basisfähigkeiten** wie Schreiben, Rechnen, Analysieren **werden** durch die KI-Verfügbarkeit **geschwächt**, da die Notwendigkeit zum eigenen Üben entfällt.	
Stress und Erkrankungen. Mit KI gehen Routinearbeiten am Computer schneller.	Das führt gewöhnlich nicht zu mehr Freizeit, sondern zu einer **Arbeitsverdichtung.**	
Verschiebung der Anforderungen in der Schule. Spezialkenntnisse werden weniger wichtig. Details kann man mit KI abfragen.	Kompetenz für kritische Bewertungen werden zu Schlüsselqualifikationen. **KI-Kompetenz** (engl. AI-Literacy) ist eine Voraussetzung.	
KI-Kompetenz ist die Fähigkeit, KI-Technologien zu verstehen, sie kritisch zu bewerten, verantwortungsvoll anzuwenden und ihre Auswirkungen zu erkennen.	**KI-Kompetenz** wird durch den EU AI Act (VERORDNUNG (EU) 2024/1689 über künstliche Intelligenz) als grundlegende Anforderung an Mitarbeiter verlangt.	
Ist Schreiben und Zeichnen mit Bleistift auf Papier noch aktuell? Ja, es ist wichtiger denn je. Die bisherigen analogen Techniken im Lernprozess sind unverzichtbar. Zur Absicherung eigener Leistungen gibt es vermehrt wieder „Stift-und-Papier-Prüfungen“.	**Beim Schreiben und Zeichnen mit Hand** werden die motorischen, visuellen und kognitiven (das Denken betreffende) Gehirnareale vernetzt beansprucht, was für das Lernen und die Gedächtnisbildung entscheidend ist.	
Verbotene Praktiken sind im KI-Bereich (Art. 5 Abs. 1 KI-Verordnung) KI-Anwendungen mit Risiko für die Grundrechte anderer Personen: • KI zur Bewertung von Personen auf Grundlage ihres Verhaltens mit dem Ziel der Benachteiligung.	• KI zur Emotionserkennung am Arbeitsplatz oder in Bildungseinrichtungen. • KI zur Kategorisierung, um sensible Daten wie Rasse, politische Einstellungen u. a. abzuleiten • KI, die unterschwellige Beeinflussungstechniken einsetzt.	
Kennzeichnungspflichten. Ab dem 2. August 2026 greifen strikte Transparenzregeln des EU AI Acts.	Wer KI-generierte Inhalte veröffentlicht, muss diese klar und verständlich kennzeichnen, z. B. mit dem Hinweis „KI-generierter Inhalt“.	
Urheberrechtsschutz für KI-Output. Rein KI-generierte Werke genießen nach aktuellem EU-Recht in der Regel **keinen eigenen urheberrechtlichen Schutz.**	**Autonome KI-Erzeugnisse** gelten als **gemeinfrei** und können von Dritten frei genutzt werden.	

[1] Die textlichen Inhalte dieser Seite sind zum Teil KI-generiert.

1 Qualitätsmanagement (QM)

1.1 Entwicklung des QM

Die Entwicklung des Qualitätsmanagements begann mit der zunehmenden Arbeitsteilung zu Beginn des letzten Jahrhunderts und wurde von einigen Vordenkern in den einzelnen Entwicklungsstufen maßgeblich geprägt. Bis Anfang des letzten Jahrhunderts blieben in der industriellen Produktion die einzelnen Fertigungsschritte zur Herstellung eines Produkts, wie in den Manufakturen vor der industriellen Revolution, im Wesentlichen im Verantwortungsbereich eines Werkers, der damit auch die Qualität seiner eigenen Arbeit prüfen konnte.

Die gestiegene Nachfrage nach Gütern aller Art zu Beginn des 20. Jahrhunderts machte eine geänderte Produktionsstrategie notwendig. Um den Produktionsausstoß der Fabriken zu erhöhen, spezialisierten sich Gruppen unter der Leitung eines Vorarbeiters auf einzelne Fertigungsschritte. Die Qualitätsprüfung wurde durch den Vorarbeiter durchgeführt, der für die Qualität der unter seiner Aufsicht durchgeführten Arbeiten verantwortlich war.

Erst zur Zeit des Ersten Weltkrieges wurden die ersten Vollzeitqualitätsprüfer eingesetzt. Nach Überlegungen des Ingenieurs *Frederick W. Taylor*[1] sowie dem Konzept von *Henry Ford*[2] zur Produktion des Automodells T (Tin Lizzy) wurden die Fertigungsvorgänge zerlegt, die dann von den geeignetsten Arbeitskräften ausgeführt wurden **(Bild 1)**. Diese als Funktionsmeisterprinzip bezeichnete Arbeitsorganisation führte dazu, dass in der Produktion am Band vor allem ungelernte Arbeiter eingesetzt wurden, die aufgrund ihrer geringen Qualifikation die Prüfung der hochtechnischen Produkte nicht durchführen konnten. Es entstanden Qualitätsprüfabteilungen, die ausschließlich für die Überwachung der Qualität der Produkte verantwortlich waren **(Bild 2)**.

Noch bis in die 50er Jahre hinein war *Taylors* Ansatz der Arbeitsorganisation weitgehend akzeptiert. Mit Beginn der Massenproduktion wurde immer deutlicher, dass eine 100 %-Kontrolle der gefertigten Produkte zu aufwendig ist. Diese wurde durch eine Teilkontrolle auf der Basis statistischer Verfahren ersetzt, um die Leistungsfähigkeit und den Durchsatz der Prüfabteilung zu erhöhen.

[1] *Fredrick Winslow Taylor* (1856 bis 1915) amerikanischer Ingenieur

[2] *Henry Ford* (1863 bis 1947), amerikanischer Automobilhersteller



Bild 1: Fließbandmontage: Ford T-Modell, 1929

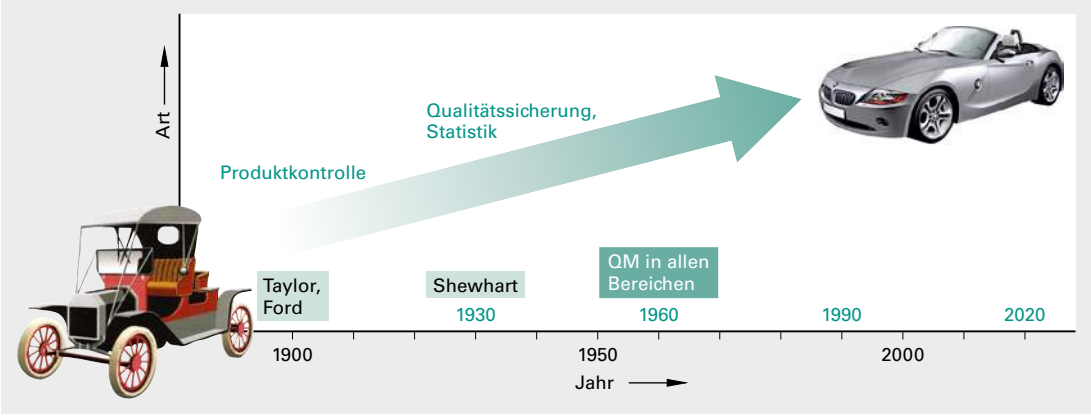


Bild 2: Entwicklung des Qualitätsmanagements

Das notwendige Know-how war bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts vorhanden, wurde aber erst ab etwa 1930 in der Industrie eingesetzt. 1924 wurden Methoden zur kontinuierlichen Prozessbeobachtung und Bewertung auf statistischer Grundlage (Kontrollkarten, Prozessregelkarten) entwickelt. In den 60er- und 70er-Jahren führte eine zunehmende Komplexität der Produkte und Fertigungsprozesse zu einer stärkeren Integration des Qualitätsmanagements in den Produktionsentwicklungs- und Herstellungsprozess.

Ziel der Bemühungen war und ist es, die Fehler nicht erst dort, wo sie entdeckt werden, sondern dort, wo sie entstehen, zu beseitigen; denn je später ein Fehler entdeckt wird, desto höher sind die Kosten der Fehlerbehebung. Reine Kontrollmaßnahmen treten dadurch in den Hintergrund. Die wesentlichen Änderungen im Bereich des Qualitätsmanagements, die sich in den letzten 20 Jahren vollzogen haben, lassen sich in vier Kernpunkten zusammenfassen **(Tabelle 1)**.

Tabelle 1: Ganzheitliche Anwendung des QM

- Verstärken der Qualitätsplanung mit dem Ziel, vorbeugend Fehlerquellen zu erkennen und durch entsprechende Maßnahmen auszuschließen,
- Möglichst weitgehende Vorverlagerung von Qualitätsprüfungen mit dem Ziel, Ausschuss und Nacharbeit von Bauteilen von vornherein zu vermeiden,
- Zunehmende Anwendung statistischer Verfahren bei der Qualitätsplanung, Steuerung und Überwachung,
- Zunehmende Automatisierung des Qualitätsmanagements und Einführung von rechnergestützten Mess-, Prüf-, Auswerte- und Darstellungstechniken,
- Bildung von Kennzahlen zur schnellen Bewertung der Qualität kritischer Prozesse.

1.1.1 Qualität

Qualität wird laut DIN EN ISO 9000 als „Grad, in dem ein Satz inhärenter (zugehörender) Merkmale Anforderungen erfüllt“, definiert.
Die Qualität gibt damit an, in welchem Maße ein Produkt (oder Dienstleistung) den bestehenden Anforderungen entspricht.

Die **Qualitätsanforderungen** werden vom Kunden oder der Gesellschaft in Form von Erwartungen und Wünschen an den Hersteller festgelegt.

Qualität ist die Erfüllung geforderter und erwarteter Kundenansprüche.

Der Kunde erwartet zum Beispiel eine optimale *Funktion*, hohe *Sicherheit* und *Zuverlässigkeit*, eine gute Beratung und Betreuung und wünscht ein gutes Aussehen des Produkts. Eng damit verbunden ist auch eine **maximale Preisvorstellung** und ein akzeptabler **Liefertermin**. Auf Seite der Lieferanten verursachen die Qualitätsforderungen Kosten, die nicht immer mit der Preisvorstellung der Kunden in Einklang zu bringen sind.

Die **Beschaffenheit** eines Produkts wird durch die Gesamtheit aller **Qualitätsmerkmale** bestimmt **(Tabelle 2)**.

Tabelle 2: Qualitätsmerkmale

Merkmalsart		Kennzeichen	Beispiel
quantitativ	kontinuierliches Merkmal	messbarer, stetiger Merkmalswert	Durchmesser eines Bolzens **Merkmalswert:** z. B. 20,05 mm, 20,1 mm oder 20,02 mm
quantitativ	diskretes Merkmal	zählbar (0, 1, 2, ...)	Schweißpunkte Merkmalswert: z. B. 23, 24 oder 20 Schweißpunkte
qualitativ	Ordinalmerkmal	Beurteilung mit Ordnungsbeziehung	Aussehen einer Oberfläche Merkmalswert: z. B. sehr gut, gut, geeignet, schlecht,sehr schlecht
qualitativ	Nominalmerkmal	Beurteilung ohne Ordnungsbeziehung	Rillenrichtung einer geschliffenen Fläche Merkmalswert: gekreuzt, quer oder längs zum Werkstück

[1] Bis zum Jahr 1993 war die Benennung für diesen Oberbegriff im ganzen deutschen Sprachraum „Qualitätssicherung“. Um eine Anpassung an den internationalen Sprachgebrauch zu erreichen, wurde dieser Oberbegriff in der DIN 55 350 in „Qualitätsmanagement“ umbenannt.

Qualitätsmerkmale

Die Merkmale eines Produkts, z. B. Farbe, Länge oder Schweißpunkte, weisen unterschiedliche Charakteristiken auf. Deshalb unterscheidet man verschiedene **Merkmalsarten**. Mit den Merkmalsarten werden auch die Arten der **Merkmalswerte** festgelegt **(Tabelle 2, Seite 8)**.

Da die quantitativen (mengenmäßigen) Merkmale bei der Fertigung erfahrungsgemäß eine Streuung aufweisen, werden die vom idealen Merkmalswert, dem Sollwert, abweichenden Werte durch die Grenzwerte **Mindestwert** und **Höchstwert** eingegrenzt. Bei Längenmaßen nennt man diese Grenzwerte **Mindestmaß** und **Höchstmaß**. Die Differenz zwischen Höchstwert und Mindestwert ist die **Toleranz**.

Bewegt sich ein **Merkmalswert** innerhalb der Toleranz, so ist er **geeignet**. Erreicht er den **Sollwert**, so ist seine **Qualität am höchsten**. In Richtung der Toleranzgrenzen wird die Qualität zwar reduziert, ist aber noch akzeptabel **(Bild 1)**.

Betrachtet man die Auswirkung bei fortschreitendem Fertigungsverlauf, so kann man feststellen, dass bei Merkmalswerten, die immer weiter vom Sollwert entfernt liegen, mehr Probleme auftauchen als bei Merkmalswerten am Sollwert. Das Fügen zweier Werkstücke kann z. B. in der Montage nur durch Nacharbeit oder Einsatz von speziellen Werkzeugen durchgeführt werden. Die Folge sind zusätzliche Kosten und damit Verluste. Dieser Zusammenhang wird durch die **Verlust-Funktion** nach *Taguchi*[1] **(Bild 2)** deutlich.

Ziel der Produktion muss also sein, den Merkmalswert am Sollwert mit einer möglichst geringen Streuung zu erreichen.

[1] *Genichi Taguchi* (sprich Tagudschi), japanischer Wissenschaftler

Fehler

Wird eine Qualitätsforderung nicht erfüllt, so liegt ein Fehler vor. Dies kann sein, wenn ein Merkmalswert außerhalb des Toleranzbereichs liegt oder eine geforderte Eigenschaft nicht vorhanden ist.

Fehler werden nach ihren Folgen in Fehlerklassen eingeteilt:

1. **Kritischer Fehler** (Fehler mit kritischen Folgen). Dieser Fehler hat eine Gefahr für die Personen, die das Produkt benutzen, instand halten oder auf das Produkt angewiesen sind, zur Folge. Ein kritischer Fehler kann auch ein Fehler sein, der zum Ausfall einer größeren, wichtigen Anlage führt. Dies kann der Fall sein, wenn z. B. ein Schiffsantrieb ausfällt, eine Rechenanlage stillsteht oder ein Nachrichtensatellit nicht mehr funktioniert.
2. **Hauptfehler** (Fehler mit erheblich beeinträchtigenden Folgen). Dies ist ein nichtkritischer Fehler, der eine vollständige Beeinträchtigung der Brauchbarkeit (Ausfall oder Verlust) eines Produkts zur Folge hat (Hauptfehler A) oder die Brauchbarkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck wesentlich herabsetzt (Hauptfehler B). Dies kann zum Beispiel beim Ausfall der Belichtungsautomatik an einem Fotoapparat oder beim Ausfall des Antriebsmotors eines Staubsaugers der Fall sein.
3. **Nebenfehler** (Fehler mit nicht wesentlichen Folgen). Dies ist ein Fehler, der die Brauchbarkeit eines Produkts für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht wesentlich herabsetzt oder ein Fehler, der den Gebrauch oder den Betrieb der Einheit nur geringfügig beeinflusst (Nebenfehler A) oder die Brauchbarkeit nicht beeinflusst (Nebenfehler B). Ein Riss im Kunststoffglas einer Kraftfahrzeugrückleuchte oder ein Lackierfehler wären z. B. solche Fehler.

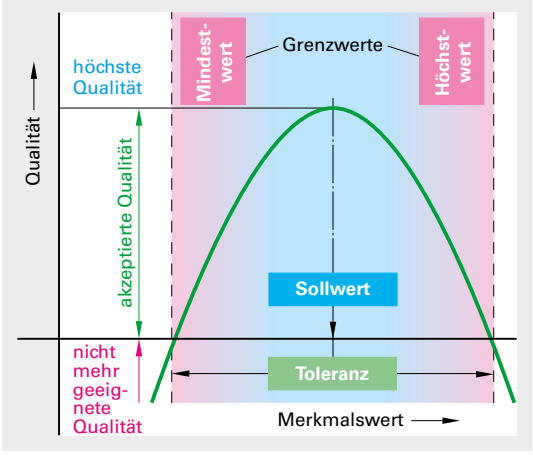


Bild 1: Qualitätsverlauf eines Merkmalswerts

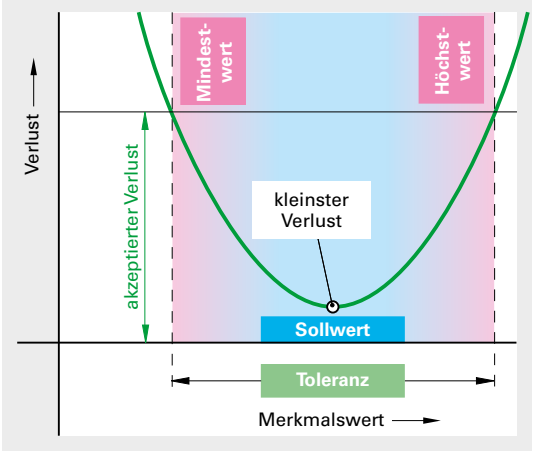


Bild 2: Verlust-Funktion nach Taguchi

1.1.2 Ziele des QM

Kundenorientierung

Kaufen wir heute ein Produkt, so erwarten wir, dass es zuverlässig unsere gestellten Anforderungen erfüllt. Erfüllt es eine oder mehrere Anforderungen nicht, so sind wir verärgert. Treten Folgeschäden an Menschen oder Sachen auf, machen wir die Herstellerfirma haftbar. Wir werden das Produkt in Zukunft meiden und unsere Erfahrung anderen mitteilen. Die Folge ist ein Umsatzrückgang und Kosten für Haftung und Schadenersatz bei der Herstellerfirma. Ihre Kapazitätsauslastung und ihr Gewinn sinken, Arbeitsplätze müssen reduziert werden.

Eine Qualitätsverbesserung des Produkts und des Herstellungsprozesses führt zu einer Produktivitätsverbesserung. Die Maßnahmen hierfür haben oft kurzfristig eine Kostensteigerung zur Folge, führen aber bei sinnvollem Einsatz langfristig zu einer Kostenreduzierung und damit zu der Möglichkeit, die Preise zu reduzieren. Der Marktanteil wird sich erhöhen, die Position des Unternehmens und die Arbeitsplätze werden gesichert **(Bild 1** und **Bild 2)**.

Oberstes Ziel des Qualitätsmanagements muss also sein, die Kundenanforderungen optimal zu erfüllen. Jeder Mitarbeiter des Unternehmens muss hierzu seinen Beitrag leisten.

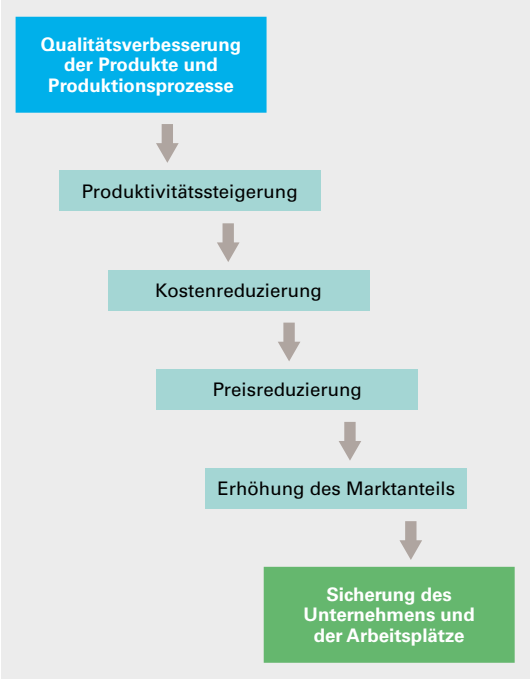


Bild 1: Die Kette von der Qualitätsverbesserung bis zum Geschäftserfolg

Das *Kano*-Modell

Will ein Unternehmen die Merkmale seines Produkts an den Kundenforderungen ausrichten, so müssen diese ständig untersucht und neu festgelegt werden. Es liegt in der Natur des Menschen, dass er ständig neue Bedürfnisse entwickelt.

Die aus den Bedürfnissen entstehenden Kundenanforderungen an die Merkmale eines Produkts sind demzufolge im Laufe der Zeit einem steten Wandel unterzogen. Weiterhin setzen die Kunden im Laufe der Zeit unterschiedliche Prioritäten bei den einzelnen Merkmalen.

So werden manche Merkmale als selbstverständlich vorausgesetzt, andere wiederum sind zwar nicht unbedingt erforderlich, können aber bei einer Kaufentscheidung von großer Wichtigkeit sein. Durch Trends und Werbeaktionen können solche Merkmalsforderungen noch verstärkt werden.

Diese unterschiedliche Bedeutung der Merkmale bei Kunden untersuchte der japanische Wissenschaftler *Noriaki Kano* und fasste seine Erkenntnisse in einem **Modell** zusammen.

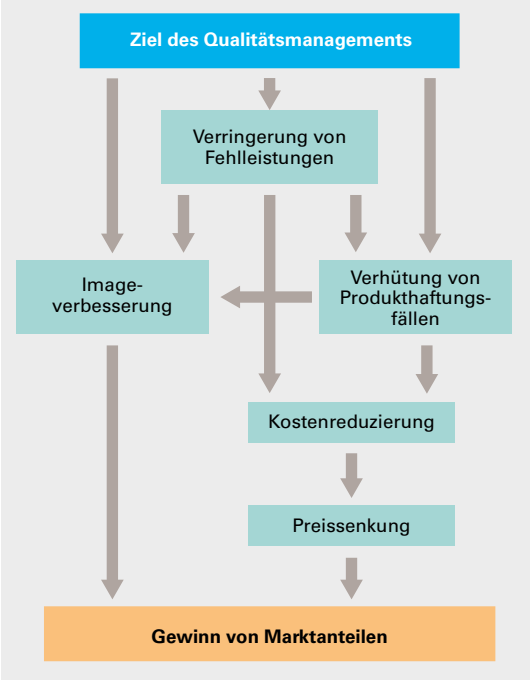


Bild 2: Die wichtigsten Ziele des Qualitätsmanagements

Die Anforderungen, die von den Kunden an ein Produkt gestellt werden, teilt ***Kano*** in **3 Kategorien** ein:

A) Die Basisanforderungen

Diese Anforderungen sind Selbstverständlichkeiten, bei denen ein Kunde davon ausgeht, dass sie in jedem vergleichbaren Produkt realisiert sind. Bei einem Personenwagen sind dies zum Beispiel Sicherheitsgurte mit Aufrollautomatik, Scheibenbremsen oder verstellbare Sitze. Die Basisanforderungen erzeugen auch bei starker Erhöhung des Erfüllungsgrads, z. B. durch eine wesentliche Konstruktionsänderung, die zur Verbesserung führt, kaum zusätzliche Kundenzufriedenheit. Der Kunde nimmt diese Basisanforderungen als selbstverständlich hin und achtet beim Kauf kaum mehr darauf.

B) Die Leistungsanforderungen

Dies sind Anforderungen, die einem Kunden besonders wichtig sind und auch direkt von ihm genannt werden. Bei einem Wettbewerbervergleich spielen diese Anforderungen eine entscheidende Rolle. Dies können zum Beispiel bei einem PKW Airbags auf der Fahrer- und Beifahrerseite, eine höhenverstellbare Lenksäule oder eine Klimaanlage sein. Diese Leistungsanforderungen beeinflussen die Kunden direkt und ihr Erfüllungsgrad beeinflusst die Kaufentscheidung am stärksten.

C) Die Begeisterungsanforderungen

Diese Anforderungen erwarten die Kunden noch nicht. Es können z. B. technische Neuerungen aneinem Produkt sein, die noch unbekannt oder noch zu wenig bekannt sind. Entdecken die Kunden solch eine besondere Eigenschaft eines Produkts, löst diese eine Begeisterung aus und kann entsprechend ihrem Erfüllungsgrad wesentlich zu einer Steigerung der Kaufentscheidung beitragen. Bei einem PKW können dies zum Beispiel Seitenairbags, automatische Handbremse oder ein Tempomat sein.

Bild 1 zeigt die grafische Darstellung des *Kano*-Modells. Die drei verschiedenen Anforderungskategorien sind hier in Bezug zum Erfüllungsgrad und zur Kundenzufriedenheit dargestellt.

Kommt eine Begeisterungsanforderung beim Kunden mit großem Erfolg an, werden die Konkurrenten ihre Produkte ebenfalls auf diese neu entstandenden Anforderungen anpassen.

Nach einer gewissen Zeit, wenn alle Konkurrenzprodukte die gleichen Anforderungen erfüllen, können die Begeisterungsanforderungen zu Leistungsanforderungen und die Leistungsanforderungen zu Basisanforderungen werden. Will ein Unternehmen mit seinem Produkt am Markt mithalten, so müssen ständig Verbesserungen eingeführt werden, um neue Begeisterungs- und Leistungsanforderungen auszulösen.

Noriaki Kano hat durch strukturierte Befragungen die Kundenwünsche analysiert und zwar einerseits durch eine **positive Befragung** nach herausragenden Produktmerkmalen etwa mit der Formulierung: Was würden Sie sagen, wenn das Produkt, z. B. das Auto, eine Radardistanzregelung **hätte**? Andererseits wird durch eine **negative Befragung** ermittelt, wie ein Produktmerkmal eingeschätzt würde, wenn es diese Eigenschaft **nicht hätte**.

Die Antworten (x) könnten sein:
(1) Das würde mir gut gefallen.
(2) Das muss sein.
(3) Das ist mir gleichgültig.
(4) Das könnte ich gerade noch akzeptieren.
(5) Das würde mir gar nicht gefallen.

Aus den Antwortkombinationen der positiven Befragung (x pos) und der negativen Befragung (x neg) kann man die Anforderungen ableiten:

- Basisanforderungen (2 pos) + (5 neg),
- Leistungsanforderungen (1 pos) + (5 neg) und
- Begeisterungsanforderungen (1 pos) + (3 neg).

Die Kombination (3 pos) + (3 neg) weist auf Unerheblichkeit hin und die Kombination (1 pos) + (5 neg) ist in sich ein Widerspruch.

Literatur:
Kano, Noriaki: Attractive Quality and Must-be Quality, In: Journal of the Japanese Society for Quality Control, H. 4, S. 39–48, 1984

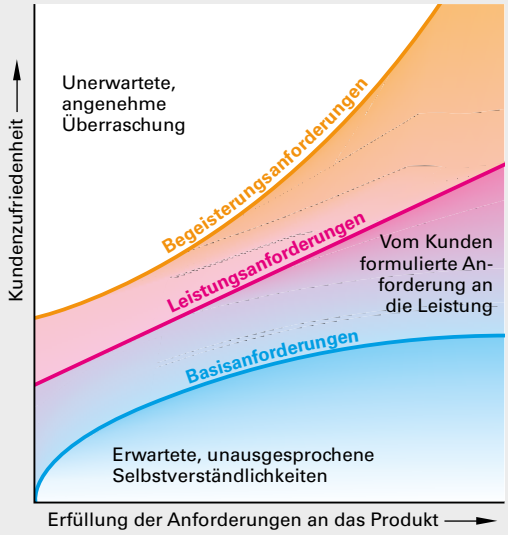


Bild 1: Kano-Modell

1.1.3 Qualitätskreis und Qualitätspyramide

Denkt man an die Qualität eines Autos, so stellt man fest, dass sich die Gesamtqualität aus einer Menge an Einzelelementen zusammensetzt. Eine Gliederung dieser Einzelelemente und ihre Zusammenhänge verdeutlichen zwei Denkmodelle des Qualitätsmanagements: der **Qualitätskreis** und die **Qualitätspyramide**.

Qualitätskreis. Im Qualitätskreis **(Bild 1)** werden sämtliche Qualitätselemente im Laufe eines Produktzyklus von der Idee bis zur Entsorgung aufgelistet. Jedes dieser Elemente bildet einen Baustein zur gesamten Produktqualität. Kommt z. B. die Marktforschung zu einem fehlerhaften Ergebnis oder wird in der Beschaffung ein zwar billigeres, aber minderwertigeres Zulieferteil eingekauft, so sinkt die Produktqualität.

Qualitätsförderung muss also ein Ziel sämtlicher organisatorischer Unternehmensbereiche sein.

> Durch die ständige Weiterentwicklung der Produkte beginnt der Qualitätskreis immer wieder von Neuem.

Qualitätspyramide (Bild 2). Die Gesamtqualität eines Erzeugnisses setzt sich aus der Beschaffenheit der einzelnen Baugruppen zusammen. Deren Qualitäten hängen wiederum von den Merkmalswerten der Einzelteile und deren Rohmaterialien ab. Umgekehrt kann man folgern, dass bei der Erwartung eines bestimmten Qualitätsstandards eines Erzeugnisses von den Baugruppen, deren Einzelteilen und ihren Rohmaterialien ganz bestimmte Forderungen erfüllt sein müssen. Werden Baugruppen oder Einzelteile fremd bezogen, so muss auch hier gewährleistet sein, dass diese Fremdbezugsteile bzw. Fremdbezugsbaugruppen den erwarteten Qualitätsanforderungen entsprechen.

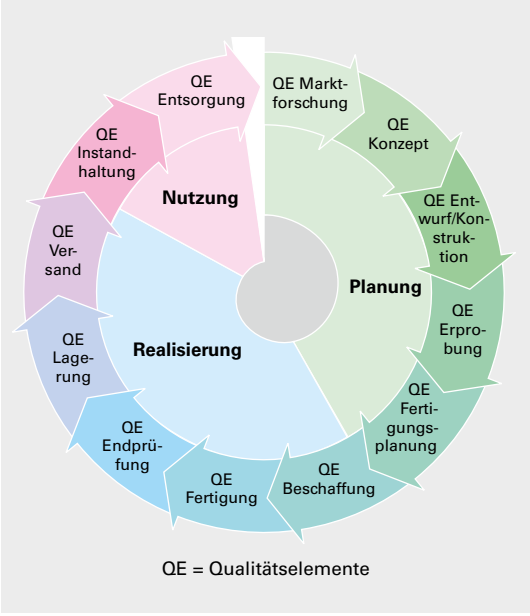


Bild 1: Qualitätskreis nach DIN 55 350

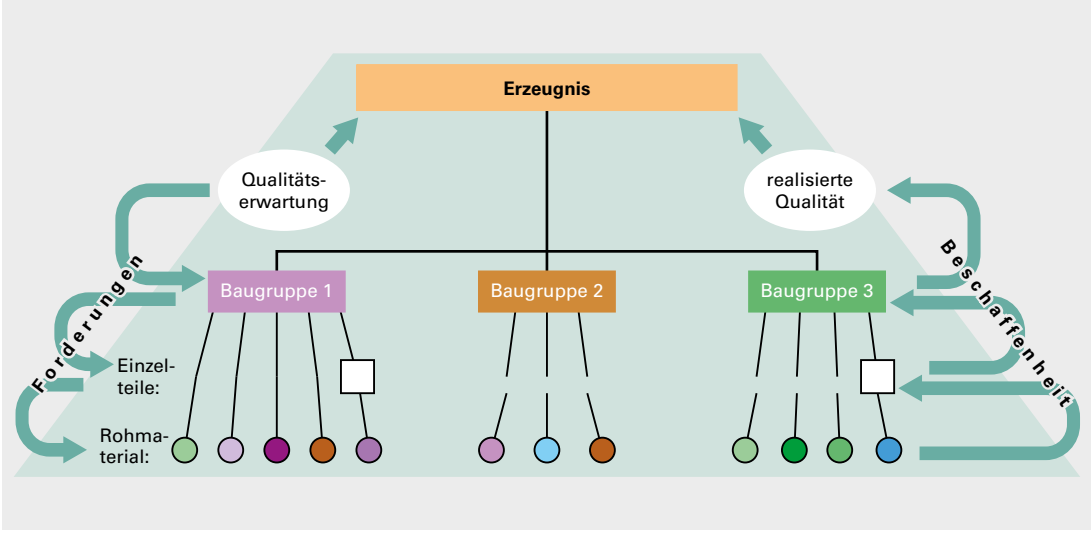


Bild 2: Qualitätspyramide

1.2 Teilfunktionen des QM

Maßnahmen zum Erreichen und zur Verbesserung der geforderten Produktqualität finden sich in allen Bereichen eines Unternehmens wieder. Sie verfolgen den gesamten Produktlebenslauf, von der Produktentstehung bis hin zur Anwendung des Produkts durch den Kunden.

Die **Funktionen eines Qualitätsmanagementsystems** werden im Wesentlichen in vier Teilfunktionen aufgeteilt **(Bild 1)**.

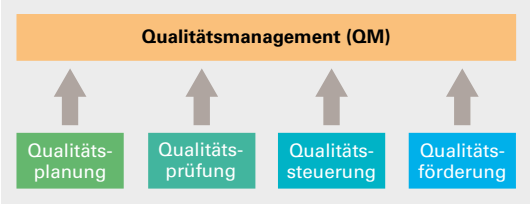


Bild 1: Teilfunktionen des QM

1.2.1 Qualitätsplanung

> Definition nach DIN ISO 8402:
> Unter Qualitätsplanung versteht man die Tätigkeiten, welche die Zielsetzungen und die Qualitätsforderungen sowie die Forderungen für die Anwendung der Elemente des Qualitätsmanagements festlegen.

Die **Qualitätsplanung** umfasst also die Gesamtheit aller planerischen **Tätigkeiten vor dem Produktionsbeginn**. In dieser Phase wird die Qualität eines Produkts im Wesentlichen bestimmt durch folgende drei Einflussgrößen:

- die aus den Anforderungen des Kunden abgeleiteten und festgelegten Produkteigenschaften,
- die technische Realisierbarkeit der Produkteigenschaften,
- die materiellen, personellen und finanziellen Voraussetzungen des Unternehmens.

> Qualitätsplanung bezüglich eines Produkts:
> Identifizieren, Klassifizieren und Gewichten der Qualitätsmerkmale sowie Festlegen der Ziele, der Qualitätsforderungen und der einschränkenden Bedingungen.

In vielen Untersuchungen wurde mehrmals festgestellt, dass die meisten Fehler in der Produktplanungsphase entstehen. Die Fehlerbehebung erfolgte häufig aber erst, nachdem die Fertigung schon angelaufen war oder das Produkt den Kunden schon erreicht hatte **(Bild 2)**.

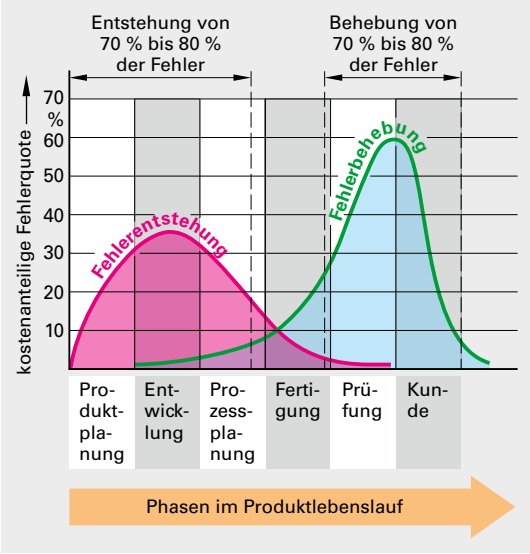


Bild 2: Fehlerentstehung und Fehlerbehebung

Fehler und Folgekosten

Je später ein Fehler entdeckt und behoben wird, desto höher werden die Kosten zur Behebung des Fehlers. Wird der Fehler erst beim Kunden entdeckt, so wird auch der Ruf des Unternehmens geschädigt.

Erfahrungswerte haben gezeigt, dass die Folgekosten von Fehlern, je später sie entdeckt werden, nach der so genannten „Zehnerregel“ ansteigen. Diese besagt, dass die Folgekosten von Phase zu Phase im Produktlebenslauf um das 10-Fache ansteigen **(Bild 3)**. Rückrufaktionen in der Automobilindustrie, die mehrstellige Millionensummen kosteten, belegen diese „Zehnerregel“.

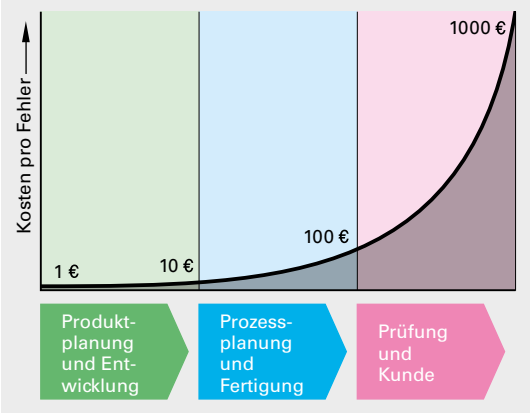


Bild 3: Zehnerregel der Fehlerkosten

Ziele der Qualitätsplanung

Die Qualitätsplanung hat zum Ziel, das Produkt, die Produktentstehungsprozesse und die Vertriebsprozesse zu optimieren. Da die Beschaffenheit eines Produkts durch seine **Merkmale** (siehe „Qualitätsmerkmale“) bestimmt wird, gilt es zunächst, diese Merkmale **optimal** festzulegen.

Den Bereichen Produktplanung und Produktentwicklung kommt demzufolge die Aufgabe zu, die Merkmale aus den Anforderungen des Kunden abzuleiten und die Toleranzbereiche festzulegen. Da weitere Fehler noch bei den **Produktions- und Vertriebsprozessen** entstehen, gilt es, diese Prozesse zu **optimieren**. Dies wird dann erreicht, wenn zum einen die geeigneten Verfahren ausgewählt werden und zum anderen die Prozesse ständig überwacht werden. Als Hilfsmittel stehen die Werkzeuge des TQM bereit.

Sie tragen dazu bei, Fehler im Voraus zu erkennen, damit diese erst gar nicht entstehen. Sie werden deshalb als präventive (vorbeugende, verhütende) Hilfsmittel eingestuft und reduzieren durch weniger Fehler auch die meist sehr aufwendigen Fehlerbehebungsmaßnahmen.

1.2.2 Qualitätsprüfung

Aufgabe der Qualitätsprüfung ist festzulegen, wie die definierten Merkmale eines Produkts zu prüfen sind **(Prüfplanung)**, wann, wo und durch wen die Prüfung auszuführen ist **(Prüfausführung)** und wie die erhaltenen Prüfdaten weiterverarbeitet werden sollen **(Prüfdatenverarbeitung)**.

In der Qualitätsprüfung wird festgestellt, inwieweit eine Einheit, d. h. die Merkmale einer Einheit, die Qualitätsforderung erfüllt **(Bild 1)**.

Prüfplanung

Sind die Qualitätsmerkmale im Rahmen der Qualitätsplanung festgelegt, wird bei der Prüfplanung die **Qualitätsprüfung im gesamten Produktionsablauf** vom Wareneingang bis zum Versand eines Produkts geplant. Alle geforderten Prüfungen werden im **Prüfplan** dokumentiert.

Die Festlegungen, die im Prüfplan gemacht werden müssen, lassen sich durch die Beantwortung von 8 Fragen **(Tabelle 1)** zusammenfassen.

Zunächst werden die zu prüfenden Merkmale mit den geforderten Grenzwerten aufgelistet. Danach wird die Prüfmethode mit dem passenden Prüfmittel ausgewählt. Das Prüfmittel darf vor allem in Bezug zur Toleranz eine bestimmte Messunsicherheit nicht überschreiten, da sonst das Messergebnis nicht verlässlich festgestellt werden kann. In Prüfmittelfähigkeitsuntersuchungen wird deshalb die Eignung eines Prüfmittels ermittelt.

Der Prüfumfang ist so festzulegen, dass möglichst alle fehlerhaften Teile erfasst werden können. Trotzdem soll die Prüfung wirtschaftlich und kostengünstig sein, d. h., es soll nur so viel wie nötig geprüft werden. Werden die Fertigungsprozesse weitgehend beherrscht, so genügt es, in größeren Zeitintervallen nur eine Stichprobe zu untersuchen. Mit gleicher Sensibilität sind auch der Prüfer und der Prüfort passend auszuwählen. Sind die Prüfdaten ermittelt, so muss überlegt werden, wie sie ausgewertet werden sollen. Neben der Feststellung, ob ein Produkt als „Gut" eingestuft werden kann, will man häufig auch Daten über die Charakteristik des Fertigungsprozesses ermitteln. Art und Umfang der Auswertung und Datenarchivierung müssen also gezielt festgelegt werden.

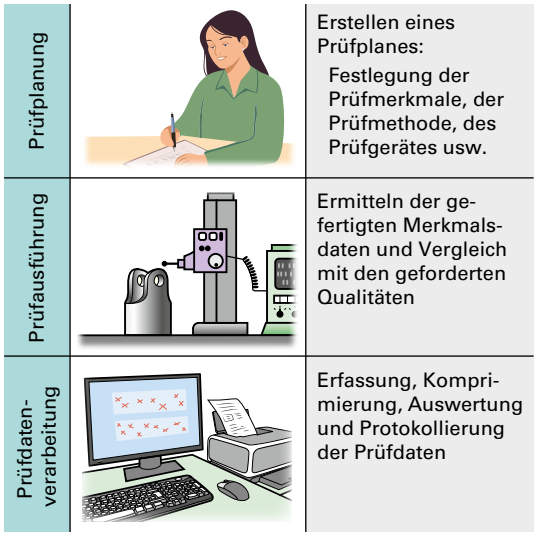


Bild 1: Teilbereiche der Qualitätsprüfung

Tabelle 1: Acht Fragen zum Prüfplan

Fragen	Erläuterung
Was?	Beschreibung der Prüfmerkmale, z. B. Längenmaß, Rundheit, Härte, Farbe
Wie?	Festlegung der Prüfmethode, z. B. Attributsprüfung oder Variablenprüfung
Womit?	Auswahl des Prüfmittels, z. B. vertikales Höhenmessgerät,digitaler Messschieber, Rockwell-Härteprüfgerät
Wie viel?	Festlegung des Prüfumfangs, z. B. Stichprobenprüfung, 100 %-Prüfung
Wann?	Festlegung des Prüfzeitpunkts, z. B. Eingangs-, Zwischen- oder Endprüfung
Wer?	Auswahl der Person, die prüfen soll, z. B. Werker, Maschinenbediener, Fachmann aus dem QM-Bereich
Wo?	Festlegung des Prüforts, z. B. direkt an der Maschine, im Mess- und Prüfraum
Was geschieht mit den Prüfdaten?	Auswertung und Dokumentation der Prüfdaten z. B. statistische Auswertung, Form und Umfang der Prüfprotokolle

Ablauf der Prüfplanerstellung. In der „VDI/VDE/DGQ-Richtlinie 2619“ wird die Verfahrensanweisung zur Erstellung eines Prüfplans beschrieben. Sie ist in **Bild 1** in verkürzter Form als Ablaufplan dargestellt. Als Beispiel ist auf der folgenden Seite der Prüfplan eines Rohrwellenschafts dargestellt.

Prüfausführung

In der Prüfausführung wird festgestellt, ob und inwieweit die Produkte oder Dienstleistungen die an sie gestellten Qualitätsanforderungen erfüllen. Dabei werden die ermittelten Werte mit den in der Prüfplanung festgelegten Vorgabewerten verglichen. Werden Abweichungen festgestellt, sollen möglichst schnell die Ursachen gefunden und geeignete Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.

Dies kann zur Folge haben, dass die fehlerhaften Teile für die Weiterbearbeitung gesperrt werden und abgewogen wird, ob eine Nacharbeit möglich ist oder ob Teile ausgesondert werden müssen. Eine genaue Untersuchung der Fehlerursachen bildet die Grundlage für Verbesserungsmaßnahmen am Fertigungsprozess mit dem Ziel, weitere Fehler zu reduzieren oder ganz auszuschließen.

Innerhalb des Produktentstehungsprozesses unterscheidet man drei Arten der Prüfungen:

a) **Die Eingangsprüfung**
Sie muss sicherstellen, dass ein angeliefertes Produkt nicht verwendet oder weiterverwendet wird, solange nicht festgestellt ist, ob die festgelegten Qualitätsanforderungen erfüllt sind.

b) **Die Zwischenprüfung**
Sie stellt innerhalb eines Fertigungsablaufs immer wieder fest, ob bei den einzelnen Fertigungsschritten die geforderte Qualität erreicht wurde. Erst dann wird der Weg für die weitere Fertigung freigegeben. Die Zwischenprüfung hat weiterhin das Ziel, die einzelnen Fertigungsprozesse genauer kennenzulernen. Häufig werden hier zur Auswertung statistische Verfahren angewendet (siehe „Statistische Prozesslenkung“).

c) **Die Endprüfung:** Diese Prüfung findet bei Fertigerzeugnissen bzw. Endprodukten ihre Anwendung. Bevor ein Produkt eingelagert oder zum Kunden versendet wird, werden hier als Abschluss die gefertigten Merkmalswerte mit den Vorgabewerten verglichen. Bei kompletten Systemen werden dabei häufig umfangreiche Funktionsprüfungen durchgeführt.

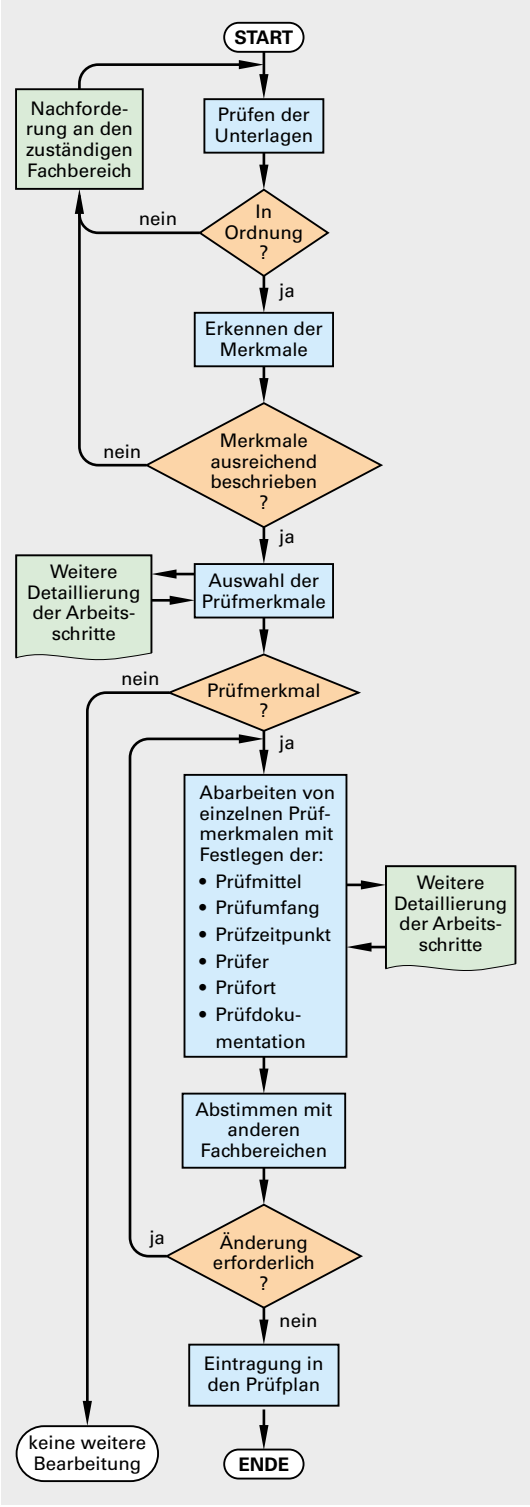
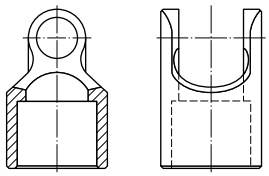


Bild 1: VDI/VDE/DGQ-Richtlinie 2619 zur Prüfplanerstellung

Prüfplan	Dok.-Nr.:	Q-PO-160297-2/97
	Blatt:	1 von 1

Ident-Nr.	3107
Zeichnungs-Nr.:	3107-1
Benennung:	Rohrwellenschaft 40
Prüfplan-Nr.	3107-P



lfd. Nr.	Prüfmerkmal	Prüfmittel	Prüf-umfang	Prüf-methode	Prüf-zeitpunkt	Prüfdoku-mentation
1	Gesamtlänge 54 ± 0,2 Maschinenfähigkeits-untersuchung	Messschieber mit digitaler Anzeige und SPC-System	n = 50	2/V	Serien-beginn	Prüfprotokoll (SPC-System)
2	Gesamtlänge 54 ± 0,2	Messschieber mit digitaler Anzeige und SPC-System	n = 5	1/V	100 Stück	SPC-System Regelkarte
3	Innendurchmesser 36 F8 GoB = 36,064 GuB = 36,025 Maschinenfähigkeits-untersuchung	Selbstzentrierende digitale Innenmess-schraube 35 bis 50 mm	n = 50	2/V	Serien-beginn	Prüfprotokoll (SPC-System)
4	Innendurchmesser 36 F8 GoB = 36,064 GuB = 36,025	Selbstzentrierende digitale Innenmess-schraube 35–50 mm	n = 5	1/V	100 Stück	SPC-System Regelkarte
5	Oberflächenrauheit Innenbohrung Rz = 6,3 (Durchmesser 36 F8)	Rauheitsmessgerät	n = 5	1/V	100 Stück	SPC-System Regelkarte
6	Härte 58 + 2 HRC	Rockwell-Härteprüfgerät	n = 1	3/V	2 je Charge	Prüfprotokoll

Prüfmethode:
1 = Werker-Selbstprüfung
2 = Prüfung durch die Abteilung „Qualitätswesen“
3 = Prüfung im Mess- und Prüfraum
4 = Prüfung im Labor

V = variabel (quantitativ ermitteln)
A = attributiv (qualitativ ermitteln)
n = Stichprobenumfang (Anzahl der Teile aus dem Gesamtlos)

Erstellt durch:	Baumann	Datum:	22.10.20XX
Freigabe:	Schlipf	Datum:	22.10.20XX

Änderungsstand:	28.01.XX					
Verteiler:	BmlSfiRo					

Prüfhäufigkeit

Bei der Prüfhäufigkeit werden die **100%-Prüfung, die Stichprobenprüfung** und **die dynamisierte Stichprobenprüfung** unterschieden.

100 %-Prüfung: Alle gefertigten Einheiten werden auf die gestellte Qualitätsanforderung geprüft. Da diese Prüfung sehr zeitaufwendig und damit kostenintensiv ist, wird sie nur bei kritischen Teilen angewendet.

Stichprobenprüfung: Aus der Grundgesamtheit („*N*“ = die Anzahl der Grundgesamtheit) wird eine Stichprobe mit kleinerer Anzahl („*n*“= Umfang der Stichprobe) entnommen und geprüft. Diese Prüfung wird bei der Wareneingangsprüfung bei der Annahme von Losen mit größerem Umfang („*N*“) angewendet. Um den Prüfumfang bei Fertigungsprozessen in der Serienfertigung zu vermindern, beschränkt man sich auch hier auf Stichproben. Diese können entweder nach bestimmter Anzahl gefertigter Werkstücke oder in bestimmten Zeitabständen entnommen werden. Grundlage für diese Prüfung ist eine genaue Kenntnis der Prozesscharakteristik. Dafür werden in bestimmten Zeitabständen spezielle Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen durchgeführt.

Dynamisierte Stichprobenprüfung: Zeigt eine Stichprobenprüfung über längere Zeit sehr gute Prüfergebnisse, so werden die Prüfhäufigkeit, der Prüfungsumfang oder beide verringert. Zeigt die Prüfung wieder ein schlechteres Ergebnis, so wird die Prüfung wieder verschärft.

Beispiel für eine dynamisierte Stichprobenprüfung:

Für die Kreuzgelenkwelle werden von einem Lieferanten Gummilippenringe in Losen zu je 500 (= „*N*“) Stück bezogen. Zur Beurteilung der Lose wird von jedem Los eine Stichprobe vom Umfang $n = 20$ Stück entnommen. Befinden sich darin keine fehlerhaften Ringe, so wird das Los angenommen. Wird ein fehlerhaftes Teil gefunden, so wird das Los abgewiesen und bei den nächsten Losen der Stichprobenumfang auf $n = 50$ erhöht **(verschärfte Prüfung)**. Fallen fünf Prüfungen in Folge wieder fehlerfrei aus, so wird wieder normal geprüft. Ergeben fünf normale Prüfungen keine fehlerhaften Teile, so wird auf die **„reduzierte Prüfung“** übergegangen. Dabei wird nur noch ein Stichprobenumfang von $n = 10$ geprüft. Fallen hier 5 Prüfungen in Folge fehlerfrei aus, so wird nur noch jedes zweite Los mit einer Stichprobe vom Umfang $n = 10$ geprüft **(Skip-Los-Prüfung)**. Wird aber wieder ein fehlerhaftes Teil gefunden, so wird die Prüfschärfe wieder auf die nächste Stufe gesetzt. **Bild 1** verdeutlicht diese Prüfstufensteuerung.

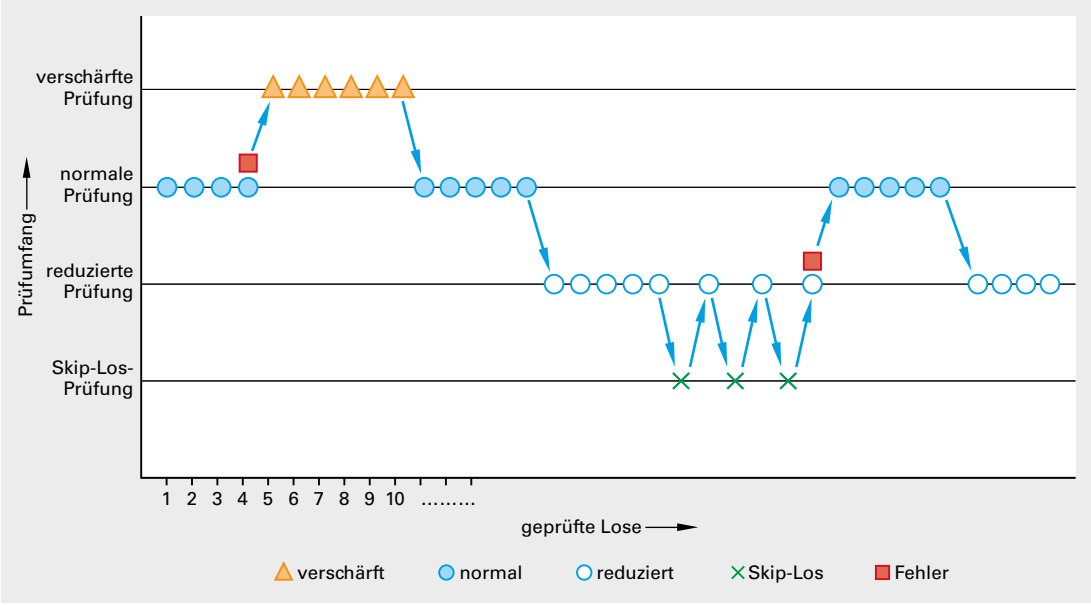


Bild 1: Prüfstufensteuerung am Beispiel Wareneingangsprüfung „Gummilippendichtringe“

Prüfdatenverarbeitung

Prüfdaten werden aus zwei Gründen gespeichert:

1. Durch eine **Archivierung der Prüfdaten** kann jederzeit nachträglich nachvollzogen werden, wann und mit welchen Ergebnissen einzelne Werkstücke, Baugruppen oder Erzeugnisse die Fertigungsprozesse durchlaufen haben. Fällt also ein Erzeugnis bei seinem Einsatz aufgrund eines Fehlers, der im Produktionsprozess seinen Ursprung hatte, vorzeitig aus, so kann festgestellt werden, ob der Fehler nur bei einem einzelnen Erzeugnis vorkam oder eine ganze Serie betroffen ist. Durch Rückrufaktionen können dann weitere Ausfälle verhindert werden.

   Häufig fordern auch Kunden vom Hersteller eine Prüfdatenarchivierung, um beim Auftreten von Schäden und Haftungsfällen eine **Rückverfolgbarkeit** zu gewährleisten. Außerdem kann sich ein Kunde durch mitgelieferte Prüfdaten des Zulieferers eine umfangreiche und kostenintensive Wareneingangsprüfung ersparen. Besonders die Vorteile einer „Just-in-time"-Produktion würden durch eine Wareneingangsprüfung wieder weitgehend zunichte gemacht.

   Die Art und der Umfang der Dokumentation werden im Prüfplan vorgegeben. Wenn Prozesse ausreichend beherrscht werden, genügt es auch häufig, nur Kenndaten von **komprimierten Prüfdaten** (z. B. Mittelwert und Standardabweichung bei normalverteilten Prozessen) oder Prüfdaten von Stichproben zu archivieren.

2. Die gesammelten Prüfdaten lassen wertvolle Rückschlüsse auf die Qualität und zeitliche Entwicklung der Produktionsprozesse zu. Es können Aussagen gemacht werden über die **Fähigkeit von Prozessen** (siehe „Maschinen- und Prozessfähigkeit") oder beim Erkennen von negativen Tendenzen kann rechtzeitig ein Prozess gestoppt und korrigiert werden. Damit wird ein **Regelkreis** geschlossen, der eine möglichst homogene Qualitätsentwicklung garantiert **(siehe Qualitätssteuerung)**.

   Häufig werden in Produktionen die gesammelten Daten recht selten zu Prozessuntersuchungen genutzt. Eine Berücksichtigung des untenstehenden Grundsatzes hilft unnötige Prüfungen zu vermeiden.

Grundsatz bei Prüfplanung:
Prüfe nur, was du auch dokumentierst,
dokumentiere nur, was du auch auswertest,
werte nur aus,
wenn du daraus auch Schlussfolgerungen ziehst!

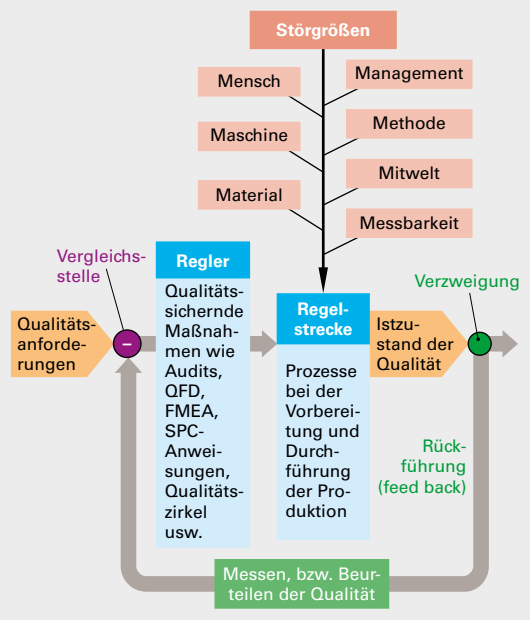


Bild 1: Qualitätsregelkreis

1.2.3 Qualitätssteuerung

Bei der Qualitätssteuerung steht die Prozessbeherrschung im Vordergrund. Oberstes Ziel ist die Vermeidung von Fehlern. Im gewünschten Endzustand werden die Prozesse in allen Bereichen eines Betriebs beherrscht und es können keine Fehler mehr vorkommen.

Qualitätssteuerung beinhaltet die vorbeugenden, überwachenden und korrigierenden Tätigkeiten bei der Realisierung von einem Erzeugnis mit dem Ziel, unter Einsatz von Qualitätstechniken die Qualitätsforderungen zu erfüllen. Qualitätssteuerung umfasst also alle Arbeitstechniken und Tätigkeiten, deren Zweck sowohl die Überwachung eines Prozesses als auch die Beseitigung von Ursachen nicht zufriedenstellender Leistung in allen Stadien des Qualitätskreises ist, um wirtschaftliche Effizienz zu erreichen.

Demnach gilt es also, in allen Betriebsprozessen Qualitätsregelkreise **(Bild 1)** aufzubauen. Hierbei werden die Prozessergebnisse ständig geprüft und mit den Qualitätsforderungen verglichen. Regelmechanismen greifen bei Abweichungen in den Prozess ein und korrigieren ihn, bis die geforderten Qualitäten wieder erreicht werden. Die Streuung der Qualitätsmerkmale wird durch die **7M-Störgrößen** verursacht.

Die 7M-Störgrößen mit Beispielen:

Mensch: Qualifikation, Pflichtbewusstsein, Engagement, Motivation, Kondition, Verantwortungsgefühl

Maschine: Leistung, Steifigkeit, Positioniergenauigkeit, Verschleißzustand, Beschaffenheit des Werkzeugs, Schwingungsverhalten.

Material: Festigkeit, Spannungen, Gefügezustand, Abmessungen, Formgenauigkeit, Homogenität.

Management: Stellenwert der Qualität, Qualitätspolitik, Qualitätsziele, Vorbildfunktion.

Methode: gewählte Fertigungsverfahren, Prüfmethoden, Arbeitsschritte.

Mitwelt: Einflüsse der Umgebung wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtverhältnisse, Bodenbeschaffenheit.

Messbarkeit: Prüfbarkeit der Qualitätsmerkmale, Möglichkeiten und Qualitäten der vorhandenen Prüfmittel, Prüfmittelfähigkeit.

Die Qualitätssteuerung hat zum Ziel, die durch die 7M-Störgrößen verursachten Streuungen der Qualitätsmerkmale zu minimieren und in Grenzen zu halten. Dies wirkt sich positiv auf die Verbesserung der Qualität und der Lebensdauer aus.

Aufgabe einer modernen Unternehmensführung muss also sein, Qualitätsregelkreise in allen Unternehmensbereichen aufzubauen, sie laufend zu pflegen und sie immer wieder auf ihre Effektivität zu überprüfen. Nur so kann ein Unternehmen in der heutigen Zeit auf den immer schneller werdenden Wandel in der Bedürfnisstruktur der Kunden reagieren, der Konkurrenz gegenüber bestehen und damit die Wettbewerbsfähigkeit sichern.

Die Motivation der Mitarbeiter lässt sich durch folgende Maßnahmen erhöhen:

- Fairness im Umgang miteinander,
- Ermutigung der Mitarbeiter,
- Vertrauensförderung durch mehr Transparenz und Offenheit,
- Information über Ziele und Entscheidungen,
- Beratung, Unterricht und Schulung der Mitarbeiter,
- Austausch von Erfahrung und Wissen,
- Beteiligung der Mitarbeiter bei Zielfindungen und Entscheidungen.

1.2.4 Qualitätsförderung

Wie Untersuchungen über Fehler und Probleme in Unternehmen zeigen, liegen deren Ursachen öfter im **menschlichen** als im technischen oder technisch-organisatorischen Bereich. Die Qualitätsförderung hat deshalb zum Ziel, jeden Mitarbeiter zu einem **qualitätsorientierten Denken und Handeln** zu bringen. Es muss ihm bewusst werden, dass seine Tätigkeit ein wesentlicher Baustein zur Gesamtqualität des Produkts ist. Er muss motiviert werden, an seinem Platz stetig darauf zu achten, dass der Qualitätsstandard mindestens gehalten oder verbessert wird. Verbesserungsvorschläge von Seiten des Mitarbeiters müssen gefördert werden und ihnen die notwendige Beachtung, z. B. durch ein Prämiensystem, geschenkt werden.

Qualitätsförderung kann über zwei Wege begonnen werden **(Bild 1)**:

1. Qualitätsförderung am Produkt bzw. der Dienstleistung,
2. Qualitätsförderung über die Menschen.

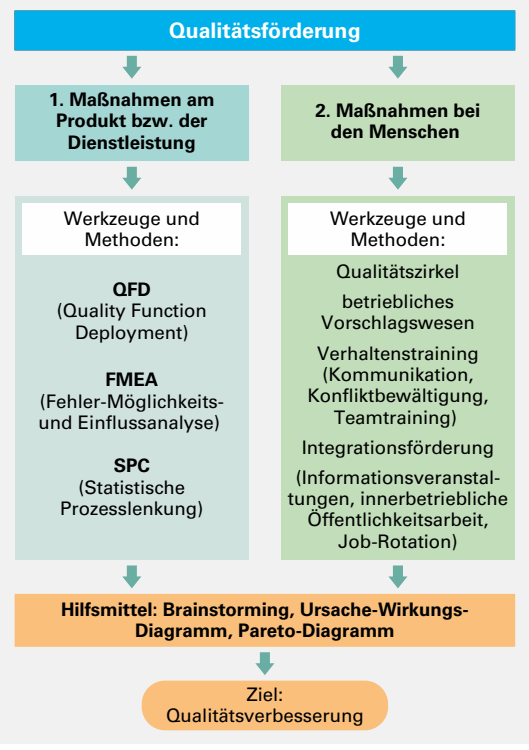


Bild 1: Methoden der Qualitätsförderung

1.3 DIN EN ISO 9000:2026

Qualitätsmanagement – Grundlagen und Begriffe

Den Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems (QM-System) haben viele Unternehmen in den zurückliegenden Jahren verwirklicht. Der Anstoß dabei kam in der Regel vom Kunden oder weil sich das Unternehmen nach außen und innen als qualitätsbewusst darstellen wollte.

Der Kunde verlangte vom Lieferanten eine Zusicherung, Qualitätsstandards der zu liefernden Produkte einzuhalten. Um diese Anforderungen an das QM-System zu vereinheitlichen und transparenter zu machen, wurden Ende der achtziger Jahre die bestehenden Normen weiter verbessert und im Jahre 2000 auf die Prozessorientierung umgestellt. Die aktuell gültige Norm erkennt man an dem Zusatz der Jahreszahl ihres Erscheinens, z. B. **DIN EN ISO 9001:2026**.

Nach den Richtlinien der ISO (International Organization for Standardization) müssen alle ISO-Normen im Zyklus von ca. fünf Jahren überprüft werden (EN = Europäische Norm). Die offizielle Sprache des ISO-Quellentextes ist Englisch. Die deutsche Übersetzung der Grundstruktur wurde zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz abgestimmt und gilt für alle Übersetzungen von Managementsystemnormen, die vollständig oder teilweise der ISO-Grundstruktur folgen.

Dabei bestimmt die Norm **DIN EN ISO 9000** die **Grundlagen** und **Begriffe**, die Norm **DIN EN ISO 9001** die zertifizierbaren **Normenforderungen** und **DIN EN ISO 9004** dient als **Leitfaden** für ein umfassendes QM-System, das sich in Richtung TQM weiterentwickeln kann (TQM = Total Quality Management).

Die **Ansatzpunkte** der Normen sind:

- Prozessorientierung,
- Kundenorientierung,
- Qualitätsziele und Qualitätspolitik,
- Ständige Verbesserung,
- Vorbeugung (Prävention),
- eine Norm für alle Organisationen,
- interne und externe Audits,
- jährlicher Auditrhythmus.

Es gibt folgende Änderungen:

- Die Inhalte von DIN EN ISO 9001 /A1:2024-11 mit Ergänzungen zu klimabezogenen Maßnahmen wurden integriert.
- Die aktuellen Vorgaben der in den ISO-Bestimmungen „verankerten Harmonisierten Struktur“ für Managementsystemnormen wurden berücksichtigt und die entsprechenden Inhalte sprachlich präzisiert sowie vereinheitlicht.
- Die Anforderungen wurden um die „Förderung einer Qualitätskultur und ethischen Verhaltens“ ergänzt.
- Anstelle von „Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen“ wird nun der Umgang mit Chancen und der Umgang mit Risiken separat betrachtet.
- An die Planung von Änderungen werden erweiterte Anforderungen zur Wirksamkeit, deren Mitteilung sowie Ergebnisüberprüfung gestellt.
- Der Anhang B (informativ) für andere internationale Normen wurde ersatzlos gestrichen.
- Die Begriffe „lenken/Lenkung“ in Bezug auf dokumentierte Information wurden ersetzt durch die Begriffe „steuern/Steuerung“.

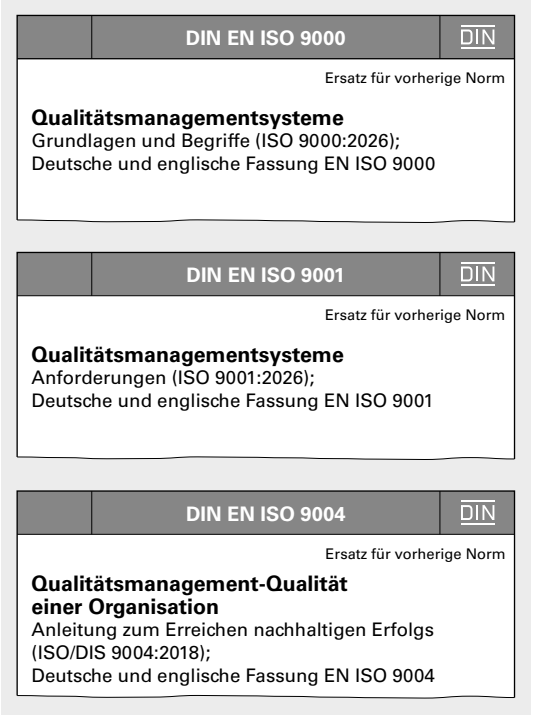


Bild 1: Die Normenreihe DIN EN ISO 9000 - 9004