

QQM - Grundlagen des Qualitätsmanagements

Hinweis:

Diese Druckversion der Lerneinheit stellt aufgrund der Beschaffenheit des Mediums eine im Funktionsumfang stark eingeschränkte Variante des Lernmaterials dar. Um alle Funktionen, insbesondere Verlinkungen, zusätzliche Dateien, Animationen und Interaktionen, nutzen zu können, benötigen Sie die On- oder Offlineversion.

Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

©2023 Berliner Hochschule für Technik (BHT)

QQM - Grundlagen des Qualitätsmanagements



Grundlagen des
Qualitätsmanagements

Lernziele und Überblick



Lernziele

Lernziele

Die Lerneinheit „Grundlagen des Qualitätsmanagements“ hat das Ziel, Sie mit den Grundlagen zeitgemäßen Qualitätsmanagements und den in der Praxis relevanten Gesichtspunkten eines Qualitätsmanagementsystems (QM-System) vertraut zu machen.

Dabei geht es um Begriffe, wie:

- Qualität,
- Qualitätsmanagement,
- Qualitätsmanagementsystem (QM-System),
- Qualitätssicherung,
- Audit.



Gliederung

Gliederung der Lerneinheit

Sie lernen die Ziele von QM-Systemen kennen, die die Grundlage für eine Normenreihe, die DIN EN ISO - 9000 - Familie, bilden. Diese ist ein weltweiter Standard für die Gestaltung von QM-Systemen.

In den Lerneinheiten „Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9000ff - Teil 1“ und „Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9000ff - Teil 2“ wird diese wichtige Normreihe präsentiert.

Voraussetzungen

Mit dieser Lerneinheit sollten Sie unbedingt beginnen, um die folgenden Einheiten bearbeiten zu können.



Zeitbedarf

Zeitbedarf und Umfang

Für das Durcharbeiten dieser Lerneinheit benötigen Sie ca. 4 Stunden (240 Minuten).

 [Formelsammlung des Studienmoduls \(Siehe Anhang\)](#)



1 Der Begriff Qualität

Der Begriff „Qualität“ leitet sich aus dem lateinischen Begriff „qualitas“ ab, der zunächst nur „Beschaffenheit“ bedeutet.

Nach einer früheren Begriffsnorm bedeutete Qualität:

„... die Gesamtheit von Merkmalen (und Merkmalswerten) einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen.“

Mit Einheit sind Produkte oder Dienstleistungen gemeint.

*„**Erfordernisse** werden gewöhnlich in Merkmale mit festgelegten Prüfkriterien umgesetzt (Qualitätsanforderung). Diese **Erfordernisse** können beispielsweise Gesichtspunkte der Leistung, Brauchbarkeit, Zuverlässigkeit (also Verfügbarkeit, Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit), Sicherheit, Umwelt (die Anforderungen der Gesellschaft), der Wirtschaftlichkeit und der Ästhetik mit einbeziehen.“*

(soweit DIN EN ISO 8402, Anmerkung 3)

Qualität ist eine Funktion der Anspruchsklasse, die eine Funktion des Preis/Leistungsverhältnisses darstellt. Wenn Sie zum Beispiel in die Mensa gehen, haben Sie die Anspruchsklasse „Mensaessen“ und nicht „Ritz-Carlton-Dinner“. In jeder Anspruchsklasse können Sie auf hervorragende Qualität treffen.



Hinweis

Mit der Revision der DIN EN ISO im Jahre 2000 wurde die DIN EN ISO 8402 zurückgezogen.

Die aktuelle Definition nach DIN EN ISO 9000:2015 lautet:



Definition

Qualität

„Qualität ist: Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale (kennzeichnende Eigenschaften) Anforderungen erfüllt.“

Finden Sie diese Definition geglückt? Würden Sie so einem Dritten erklären, was Qualität ist?



Hinweis

Generell wurde in allen Normen der Terminus „Forderung“ durch „Anforderung“ ersetzt. Wir halten diese Änderung für so wenig substantiell, dass wir diese Änderung noch nicht gänzlich umgesetzt haben.



1.2 Qualitätsaphorismen

Die ISO-Definition von Qualität ist etwas abstrakt. Es gibt zahlreiche Aphorismen zum Begriff Qualität. Sie sollen Ihnen die Vielschichtigkeit der Qualitätsdefinitionen verdeutlichen.

Hier einige Beispiele:

„**Qualität** ist, wenn der Kunde zurück kommt und nicht die Ware.“

„**Qualität** = Technik und Geisteshaltung“

„**Technische Qualität**“

„Erfüllung von Anforderungen und Erwartungen auf der konkreten Ebene: Zeit, Fehlerquote, Haltbarkeit, Sicherheit, Garantie usw.“

„**Menschliche Qualität**“

„Erfüllung von Erwartungen auf der gefühlsmäßigen Ebene: Einstellung, Engagement, Verhalten, Aufmerksamkeit usw.“

“**Quality** exists, when the price is long forgotten!”

Wie diese Beispiele schon zeigen, spiegeln die Aphorismen einige wesentliche Punkte wieder, mit denen sich das Qualitätsmanagement (QM) befasst, bzw. Punkte, die beim QM zu berücksichtigen sind.

Der Kunde steht als Käufer und Nutzer der Waren (oder Dienstleistungen) im Mittelpunkt der Betrachtungen. Qualität hat sowohl eine technische als auch eine menschliche/personale Dimension, sie besteht damit aus einer auf harten Fakten basierenden und einer weichen, gefühlsmäßigen, verhaltensbezogenen Komponente.



1.3 Qualität interner Unternehmensprozesse

Neben der Qualität der Produkte und Dienstleistungen, ist die Qualität der internen Unternehmensprozesse, also die Qualität der Arbeit, für die Effizienz des Unternehmens von großer Bedeutung. Theoretisch können fehlerhafte Produkte durch mehrmaliges Prüfen und Nacharbeiten auf ein hohes Qualitätsniveau gebracht werden.

Für die Leistungsfähigkeit des Unternehmens ist das auf Dauer nicht tragbar. Die Kosten für das Erreichen des höheren Qualitätsniveaus steigen überproportional, die Wirtschaftlichkeit sinkt.



1.4 Der Qualitätskreis

Qualität entsteht in einem an Qualitätszielen orientierten, von allen Beteiligten getragenen Leistungsprozess des Unternehmens. D. h. Qualität ist nicht die Sache allein einer Qualitätsabteilung, sondern geht alle an.



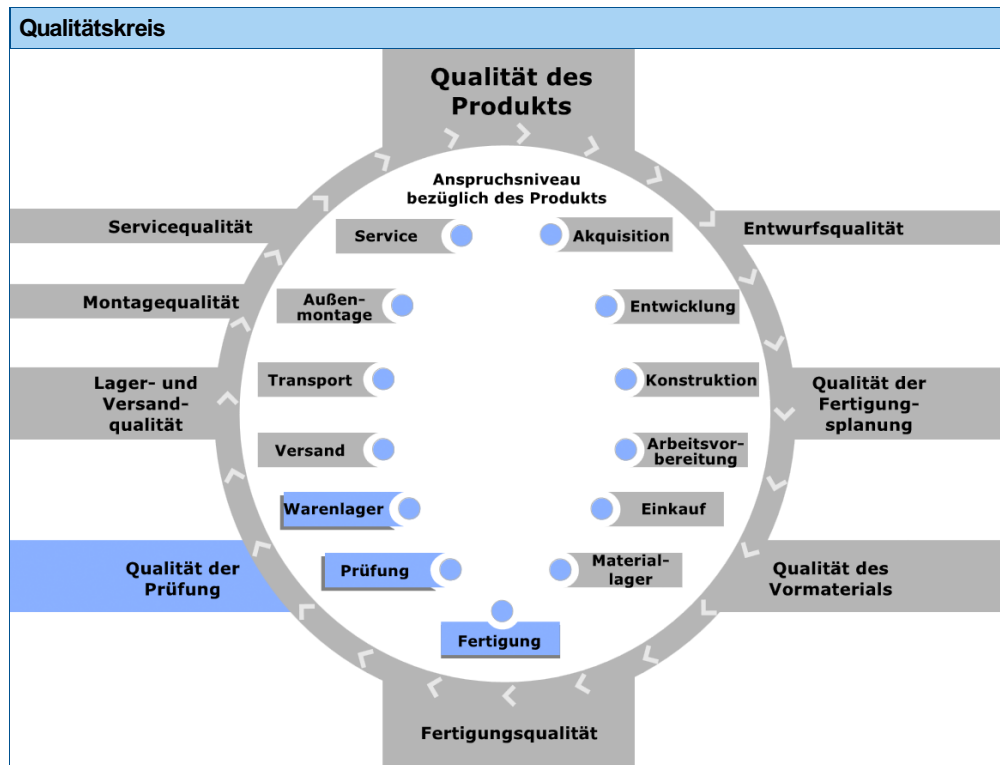
Hinweis

Qualität geht alle an!



Rolloverbild

Der Qualitätskreis nach DIN soll Ihnen die Vielschichtigkeit des Qualitätsbegriffes verdeutlichen.



Textversion: Qualitätskreis

Qualität des Produkts. Die Unterpunkte stehen für das Anspruchsniveau bezüglich des Produkts.

- Entwurfsqualität
 - Akquisition
 - Entwicklung
 - Konstruktion
- Qualität der Fertigungsplanung
 - Konstruktion
 - Arbeitsvorbereitung
- Qualität des Vormaterials
 - Einkauf
 - Materiallager
- Fertigungsqualität
 - Materiallager
 - Fertigung
 - Prüfung
- Qualität der Prüfung

- Fertigung
- Prüfung
- Warenlager
- Lager- und Versandqualität
 - Warenlager
 - Versand
 - Transport
- Montagequalität
 - Transport
 - Außenmontage
- Servicequalität
 - Außenmontage
 - Service

1.5 Verständnisfragen

Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf ihre Richtigkeit.



Multiple Choice

Übung GQM-01			
	Richtig	Falsch	Auswertung
Qualität ist die Erfüllung von Spezifikationen (Übereinstimmung von Soll und Ist).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität ist die Übereinstimmung von Soll und Ist. Das Soll bestimmt der Kunde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität ist die Erfüllung und das Übertreffen von Kundenerwartungen und -forderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Bei einem 2-Sterne-Hotel kann/muss man von vornherein mit Qualitätsmängeln rechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität ist, wenn ein Auto mit 0 Fehlern die Fabrik verlässt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Bei wiederholten Kundenbeanstandungen muss mehr in die Prüfung investiert werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität ist eine Funktion der sogenannten Anspruchsklasse.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität wird von der Qualitätsabteilung erzeugt und von der Unternehmensleitung sichergestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>



2 Begriffe zum „Qualitätsmanagement“

Qualitätsmanagement (QM) ist der Oberbegriff für alle qualitätsbezogenen Zielsetzungen und Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität. Früher war das übrigens der Begriff Qualitätssicherung.

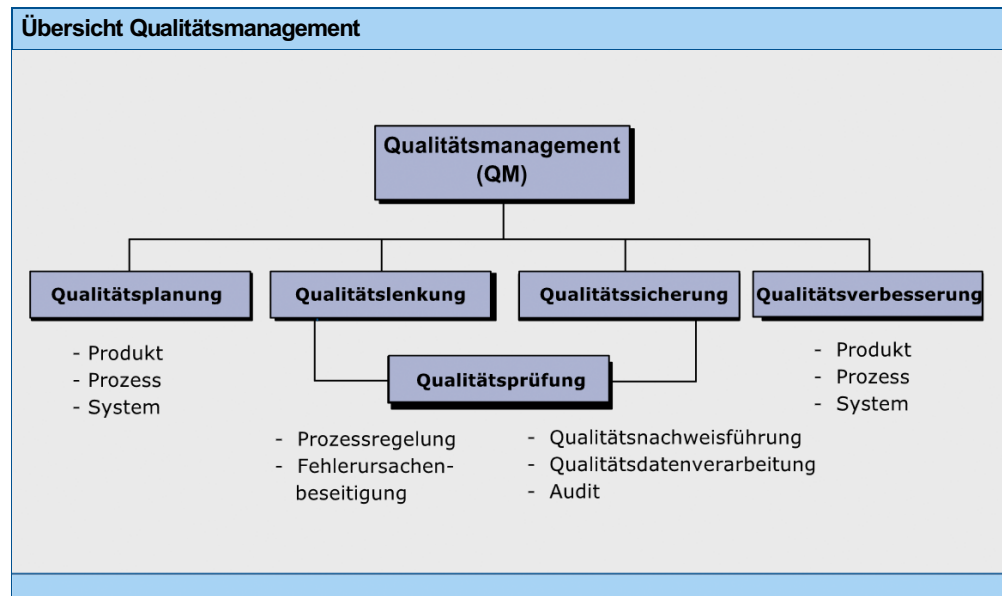
Den Begriff „Qualitätsmanagement“ kürzen wir im Folgenden mit QM ab. Er umfasst die Bereiche Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung, Qualitätsprüfung und Qualitätsverbesserung.

Bei der Qualitätsplanung unterscheiden wir die Produkt- und die Prozessplanung sowie die Qualitätsplanung des Qualitätsmanagement-Systems. Die Qualitätslenkung beinhaltet die Prozessregelung und die Fehlerursachenbeseitigung. Zur Qualitätssicherung zählt die Qualitätsnachweisführung, die Qualitätsdatenverarbeitung und das Qualitäts-Audit.

Last but not Least können wir die Qualität von Produkten, Prozessen oder von ganzen Systemen verbessern.



Rolloverbild



Textversion: Übersicht Qualitätsmanagement

Qualitätsplanung

Die Qualitätsplanung ist die Festlegung qualitätskonformer Produkt- und Realisierungsspezifikationen, die aufgrund von Kundenanforderungen und -erwartungen und der technischen Realisierbarkeit vor dem Hintergrund der materiellen, personellen und finanziellen Möglichkeiten bestimmt werden. Der Ablauf der Qualitätsplanung kann durch die Methode Quality Function Deployment, QFD, wirksam unterstützt und dokumentiert werden.

Qualitätslenkung

(Engl. quality control) Arbeitstechniken und Tätigkeiten, die zur Erfüllung der Qualitätsanforderungen angewendet werden. Statistische Prozesslenkung auf Basis von Stichprobenprüfungen sind ein Beispiel für Aktivitäten der Qualitätslenkung.

Qualitätssicherung

oder QM-Darlegung; alle geplanten und systematischen Tätigkeiten, die innerhalb des Qualitätsmanagementsystems verwirklicht sind, und die wie erforderlich dargelegt werden, um ausreichendes Vertrauen zu schaffen, dass eine Einheit die Qualitätsanforderung erfüllen wird. Siehe auch Qualitätsmanagement. Audits, Abnahmeprüfungen, Prozessfähigkeitsuntersuchungen sind Beispiele für Aktivitäten der Qualitätssicherung.

Qualitätsverbesserung

Unter Qualitätsverbesserung sind neben Verbesserung der Qualität von Produkten alle Maßnahmen zu verstehen, die der Erhöhung der Effektivität und Effizienz von Tätigkeiten und Prozessen dienen. Damit erzielen sie einen zusätzlichen Nutzen sowohl für die Organisation als auch für den Kunden.

Qualitätsprüfung

Feststellen der Konformität von Produkten, Teil der Qualitätslenkung und -sicherung.



2.1 Grundbegriffe des Qualitätsmanagements

Die **Qualitätsplanung** ist die Festlegung qualitätskonformer Produkt- und Realisierungsspezifikationen, d. h. die Festlegung der Qualitätsziele und der Ausführungsprozesse. Qualitätsziele werden aufgrund von Kundenanforderungen und -erwartungen und der technischen Realisierbarkeit vor dem Hintergrund materieller, personeller und finanzieller Möglichkeiten bestimmt. Der Ablauf der Qualitätsplanung kann durch die Methode Quality Function Deployment (QFD) wirksam unterstützt und dokumentiert werden. Diese Methode lernen Sie in einer späteren Lerneinheit detailliert kennen.

Qualitätslenkung

Qualitätslenkung umfasst die vorbeugenden, die überwachenden und die korrigierenden Aktivitäten, um sicherzustellen, dass die Qualitätsanforderungen erfüllt werden. Nicht nur technische Prozesse werden gelenkt, sondern alle Tätigkeiten wie Planung, Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Montage. Methoden wie FMEA und SPC unterstützen die Lenkungsprozesse.

In den Lerneinheiten „*FME - Fehlermöglichkeiten- und Einflussanalyse (FMEA)*“ sowie „*SPC - Statistische Prozessregelung*“ werden Sie später mehr darüber erfahren.

Qualitätssicherung /
Qualitätsnachweisführung

Nach derzeitigem Definitionsstand versteht man unter dem Begriff „**Qualitätssicherung**“ alle geplanten, systematischen und dargelegten Tätigkeiten, damit Produkte die Qualitätsanforderungen erfüllen.

Im Englischen heißt dieser Begriff „quality assurance“.

Die erforderlichenfalls dargelegten Qualitätssicherungsmaßnahmen dienen dem Vertrauen des Kunden, dass Anforderungen und Erwartungen an die Qualität des Produktes erfüllt werden. Bei der Qualitätssicherung geht es damit um den Nachweis der sogenannten Produktkonformität.

Qualitätsprüfung

Für die Qualitätslenkung und -sicherung sind Qualitätsprüfungen notwendig.

Qualitätsverbesserung

Unter **Qualitätsverbesserung** sind neben Produktverbesserung alle Maßnahmen zu verstehen, die der Erhöhung der Effektivität und Effizienz von Tätigkeiten und Prozessen dienen. Dazu gehören auch solche, die den Kundennutzen erhöhen. Somit erzielen sie einen Zusatznutzen sowohl für die Organisation als auch für den Kunden.



2.2 Qualitätsprüfungen

Prüfen ist die Feststellung, ob die Anforderungen erfüllt werden. Prüfen ist ein Soll-Ist-Vergleich. „Messen“ ist der Vergleich der zu messenden Größe mit einem Bezugswert.

Die zu prüfenden Größen, die Merkmalsausprägungen, können quantitativer oder qualitativer Art sein.

Quantitative Merkmale sind Messwerte

(z. B. wird der Durchmesser einer Welle gemessen und in mm ausgedrückt)



Abb.: Messen eines Durchmessers mit einem Messschieber

oder Zählwerte

(z. B. wird auf einem elektronischen Bauteil die Anzahl defekter Lötstellen gezählt).

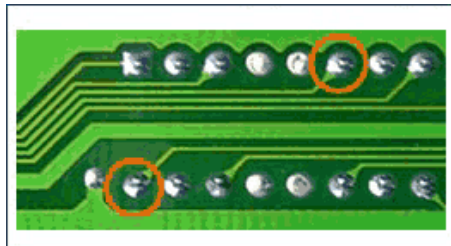


Abb.: Lötstellen auf einer Leiterplatte

Qualitative Merkmale ergeben sich, wenn eine Einteilung in „gut“ oder „unbrauchbar“ oder auch „innerhalb der Spezifikation“ oder „außerhalb der Spezifikation“ vorgenommen wird.

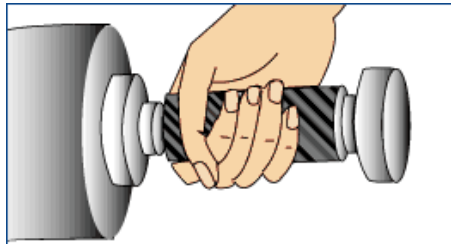


Abb.: Prüfen einer Innenpassung mittels Grenzlehrdorn, sogenanntes Lehren.

Eine wichtige Tätigkeit im Rahmen der Qualitätslenkung und der Qualitätssicherung ist das Prüfen. Daher werden Sie auf den folgenden Seiten näheres über die Qualitätsprüfung erfahren.



2.3 Arten von Qualitätsprüfungen

Qualitätsprüfungen finden an allen Stellen des **Qualitätskreises** statt.

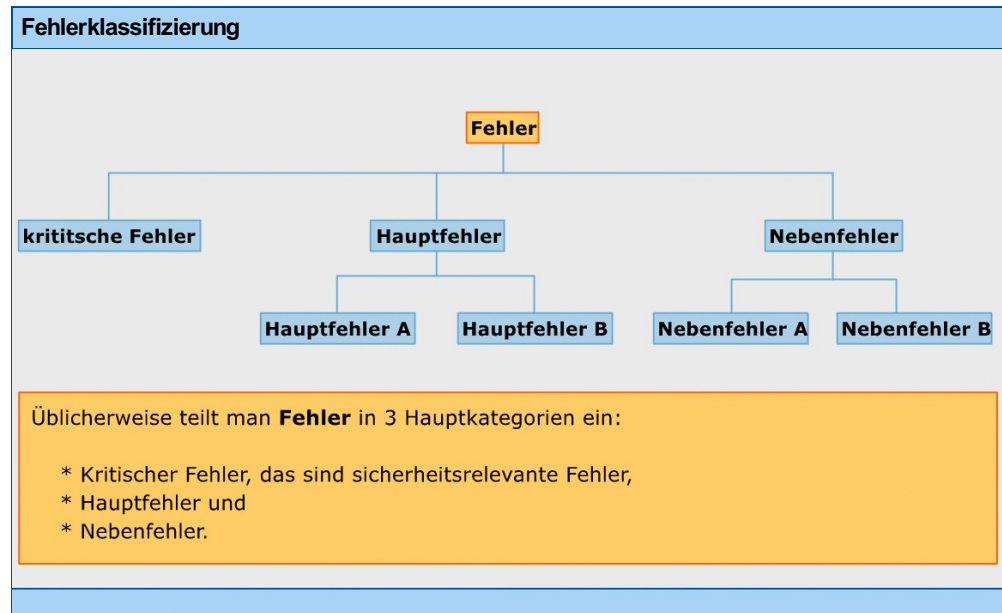
Bei der Gestaltung von Prüfungen ist unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten und unter Beachtung von Qualitätsrisiken Folgendes festzulegen: Sollen Vollprüfungen, auch 100 %-Prüfungen genannt, oder Stichprobenprüfungen durchgeführt werden?

Bei Vollprüfungen werden bestimmte Prüfmerkmale an jedem gefertigten Teil geprüft, bei Stichprobenprüfungen dagegen nur eine Teilmenge, die sogenannte Stichprobe. Von der Beschaffenheit der Stichprobe wird aufgrund von Gesetzmäßigkeiten der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Beschaffenheit der Gesamtmenge, z. B. auf ein gefertigtes Los, geschlossen.



2.4 Fehlerklassifizierung

Im Zusammenhang mit der Qualitätsprüfung ist noch die Fehlerklassifizierung zu nennen.



Textversion: Fehlerklassifizierung

Üblicherweise teilt man Fehler in 3 Hauptkategorien ein:

- Kritischer Fehler, das sind sicherheitsrelevante Fehler,
- Hauptfehler und
- Nebenfehler.

Haupt- und Nebenfehler werden in der Praxis noch weiter unterschieden:

- Hauptfehler A,
- Hauptfehler B,
- Nebenfehler A und
- Nebenfehler B.

Einige Beispiele sollen Ihnen diese Einteilung verdeutlichen:

Kritische Fehler

Fehler, die zum Tode oder zu Verletzung von Menschen führen können
(Dazu gehören zum Beispiel gelöste Radmuttern bei einem PKW).

Hauptfehler A

Fehler, die zum Ausfall des Produktes führen können
(z. B. fällt die Zündung eines PKW aus und der PKW bleibt liegen).

Hauptfehler B

Fehler, die die Funktion des Produktes stark beeinträchtigen
(z. B. eine Unwucht beim Reifen).

Nebenfehler A

Fehler, die den Komfort eines Produktes beeinträchtigen
(z. B. eine schwergängige PKW-Tür).

Nebenfehler B

Fehler, die geringe Auswirkungen auf den Kunden haben
(z. B. ein schwaches Prägebild eines Schildes am Motor).



3 Der Begriff „Qualitätsmanagementsystem“

Unter Qualitätsmanagementsystem (QM-System) verstehen wir die zur Verwirklichung des Qualitätsmanagements erforderlichen Organisationsstrukturen, Verfahren, Prozesse und Mittel. In einem QM-System ist festgelegt:

- wer, was, wie, wann, womit bezüglich qualitätsbezogener Aufgaben zu tun hat und
- wie die damit in Zusammenhang stehenden Dokumente und Aufzeichnungen gestaltet werden.

QM-Systeme müssen entsprechend der Qualitätspolitik und Qualitätszielsetzungen von jeder Organisation auf ihre Belange hin maßgeschneidert werden. Zwar existieren internationale Normen und Standards zu QM-Systemen, wie die DIN EN ISO 9000er Reihe, die Sie noch kennenlernen werden, doch beschreiben diese Normen und Standards nur:

- wie der Rahmen eines QM-Systems aussehen sollte und
- welche Elemente und Module ein QM-System haben sollte oder haben muss.

Festgelegt ist also nur das, was realisiert und im Vertragsfall auch nachzuweisen ist, aber nicht das „Wie“. Aufbauend auf der DIN EN ISO 9000ff existieren branchenbezogene Standards.

Die sich an der QM-Norm DIN EN ISO 9000ff orientieren, sind u.a. die ISO/TS 16949 für die Automobilindustrie (TS steht für Technical Specification) oder die TL 9000 QuEST (Quality Excellence for Suppliers of Communication). Für Medizinprodukte existiert für die QM-Systeme eine völlig eigenständige Norm (DIN EN ISO 13485). Hier sind Anforderungen an das „Wie“ konkreter formuliert.



4 Der Begriff „Audit“

Unter einem Audit verstehen wir die geplante, systematische und unabhängige Untersuchung qualitätsbezogener Aktivitäten und Ergebnisse. Damit können die Existenz und die angemessene, sachgerechte Umsetzung spezifizierter Anforderungen beurteilt und dokumentiert werden.

Im Qualitätsmanagement unterscheidet man 3 Arten von Audits:

- Systemaudit,
- Verfahrensaudit (Prozessaudit) und das
- Produktaudit.

Alle Audits dienen letztlich dem Nachweis der Wirksamkeit des QM-Systems und zielen auf die Steigerung der Systemeffizienz. Selbst das Produktaudit dient dazu, eventuelle Schwachstellen im System auszumachen.

Ein Produktaudit ist kein Ersatz für eine notwendige Endprüfung, zumal die im Rahmen von Audits untersuchte Menge meist verhältnismäßig klein ist.



4.1 Die 3 Auditarten

Die nachfolgende Übersicht zeigt den Zweck, Arbeitsgrundlagen und Untersuchungsgegenstände der drei Auditarten (Systemaudit, Verfahrensaudit (Prozessaudit) und Produktaudit).

Qualitätsauditart	Zweck	Grundlagen	Gegenstand
Systemaudit	Beurteilung der Wirksamkeit eines <u>QM-Systems</u> durch Feststellung, ob die notwendigen QM-Elemente existieren; Beurteilung der Kenntnisse des Personals; Prüfung der praktischen Anwendung der einzelnen QM-Elemente	<u>QM-Handbuch</u> , QM-Anweisungen, <u>Auftragsunterlagen</u> , Richtlinien der Unternehmensleitung, Checklisten, Prüfunterlagen, Qualitäts- und Kostenberichte	Gesamtbereich oder Teilbereiche der Organisation
Verfahrensaudit (Prozessaudit)	Beurteilung der Wirksamkeit der Qualitätssicherungsmaßnahmen; Beurteilung der <u>Qualitätsfähigkeit</u> sowie der Einhaltung und der Zweckmäßigkeit festgelegter Verfahren; Ermittlung von Verbesserungsmaßnahmen	Unterlagen für die Durchführung, Überwachung und Prüfung des Verfahrens; Anforderungen an die Personalqualifikation	Herstellungs- / Dienstleistungsprozesse und -abläufe
Produktaudit	Beurteilen der Wirksamkeit der Qualitätssicherungsmaßnahmen durch die Untersuchung einer festgelegten Anzahl von Endprodukten und/oder Teilen; Bestätigung einer zufriedenstellenden Produktqualität; Ermittlung von Verbesserungsmaßnahmen	QM-Richtlinien, Prüf- und Fertigungsunterlagen, Prüf- und Fertigungsmittel, die für die Herstellung vorgegeben sind	Teile, Baugruppen, Endprodukte

Tab.: Die drei Auditarten



4.2 Anforderungen an Auditoren

Die Anforderungen an die Auditoren sind hoch.

Neben einem hohen fachlichen Wissen und Können sind folgende methodischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen erforderlich:

- Analyse- und Beurteilungsvermögen aufgrund oft komplexer Sachverhalte,
- kommunikative Fähigkeiten, d. h. sich sprachlich und schriftlich angemessen ausdrücken und anderen zuhören zu können,
- Einfühlungsvermögen in die Situation der jeweiligen Gesprächsteilnehmer bei den Audits,
- Fähigkeit, Dinge zu erfassen, zu strukturieren und angemessen wiederzugeben,
- Belastbarkeit in Stresssituationen.

5 Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem



Lernziele

Die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem (QM-System) werden durch eine Vielzahl externer und interner Einflussgrößen geprägt.

Nach Bearbeitung dieses Abschnitts sollen Sie:

- diese Einflussgrößen und deren Wechselwirkung mit QM-Systemen kennen und verstanden haben,
- eine Basis für die Interpretation von QM-Normen (DIN EN ISO 9000 ff) unter Berücksichtigung dieser Einflussgrößen haben.



5.1 Qualität im Wandel der Zeit

Die Begriffe Qualität und Qualitätsmanagement waren immer durch den Zeitgeist und den technischen Entwicklungsstand geprägt. Sowohl politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Ereignisse als auch technische Innovationen und Veränderungen in der Gesetzgebung beeinflussten stets das Geschehen in den Unternehmen und hatten Änderungen der Produkte, der Abläufe und der Organisation und zwangsläufig auch der Qualitätsphilosophie und des Qualitätsmanagements zur Folge.

Ständige Anpassung ist erforderlich.



5.2 Qualität als Wettbewerbsfaktor

Qualität wird heutzutage als Wettbewerbsfaktor gesehen.

In der folgenden Grafik finden Sie einige wesentliche Gründe für steigende Qualitätsanforderungen.

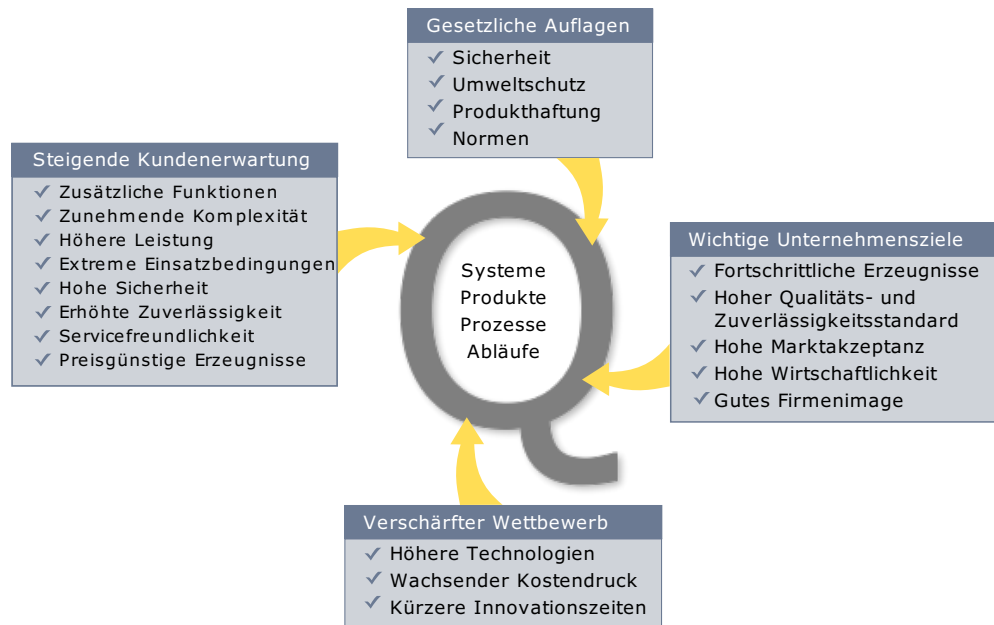


Abb.: Gründe für steigende Qualitätsanforderungen



5.3 Anforderungen an QM-Systeme

Hieraus ergeben sich Anforderungen, die bei der Anpassung bzw. Implementierung eines modernen Qualitätsmanagementsystems berücksichtigt werden müssen.

Die Anforderungen lassen sich aufteilen in:

- gesellschaftliche Anforderungen (Anforderungen der Allgemeinheit),
- Kundenanforderungen sowie
- unternehmensinterne Anforderungen

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Aspekte vertieft.



5.4 Qualitätsrelevante Interessen

Die einzelnen gesellschaftlichen Gruppen haben unterschiedliche Interessen und besitzen daher auch eine unterschiedliche Sichtweise auf den Begriff „Qualität“. So lassen sich dann auch qualitätsrelevante Interessen von Kunden, Herstellern und der Allgemeinheit unterscheiden.

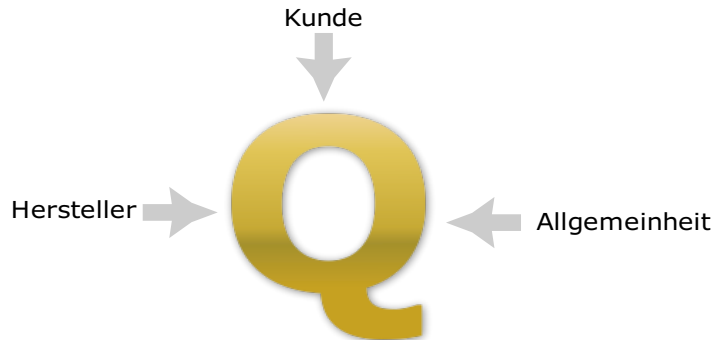


Abb.: Unterschiedliche Sichtweisen auf Qualität

Einige wesentliche qualitätsbezogene Interessen von Kunden, Herstellern und der Allgemeinheit sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Kunden	Hersteller	Allgemeinheit
Gebrauchstauglichkeit und Zuverlässigkeit des Produktes	Marktakzeptanz des Produktes	Gefahrenbegrenzung für Dritte
Termintreue der Lieferung	Fehlerfreiheit der Prozesse (Produktivität)	Umweltverträglichkeit
Technischer Service	Begrenzung des Risikos aus Garantie und Produkthaftungspflicht	Ressourcenschonung
Preiswürdigkeit	auskömmlicher Gewinn	sonstige soziale Aspekte

Tab.: Qualitätsbezogene Interessen (nach Masing)



5.5 Anforderungen der Allgemeinheit

Anforderungen der Allgemeinheit sind:

„Verpflichtungen, die sich ergeben aus Gesetzen, Vorschriften, Verordnungen, Kodizes, Statuten und anderen Erwägungen“.

Im Zusammenhang mit den Anforderungen der Allgemeinheit, der „Gesellschaft“, aber auch im Verhältnis Kunde und Lieferant, sind juristische Aspekte von Bedeutung.

Fehlerhafte Produkte können rechtliche Konsequenzen haben. Einerseits bestehen im Falle von fehlerhaften Produkten vertragliche Haftungsansprüche zwischen Kunden und Produzenten. Stichworte hierzu sind die Gewährleistungshaftung und die Haftung wegen positiver Vertragsverletzung (PVV). Andererseits besteht eine Produkt- und Produzentenhaftung für Folgeschäden, die durch die Benutzung fehlerhafter Produkte entstehen.



5.6 Zivil- und strafrechtliche Produktverantwortung

Die Verantwortung für das Produkt ergibt sich aus der vertraglichen Haftung sowie aus der Produzentenhaftung und dem Produkthaftungsgesetz.

Einen Überblick gibt die folgende Grafik:

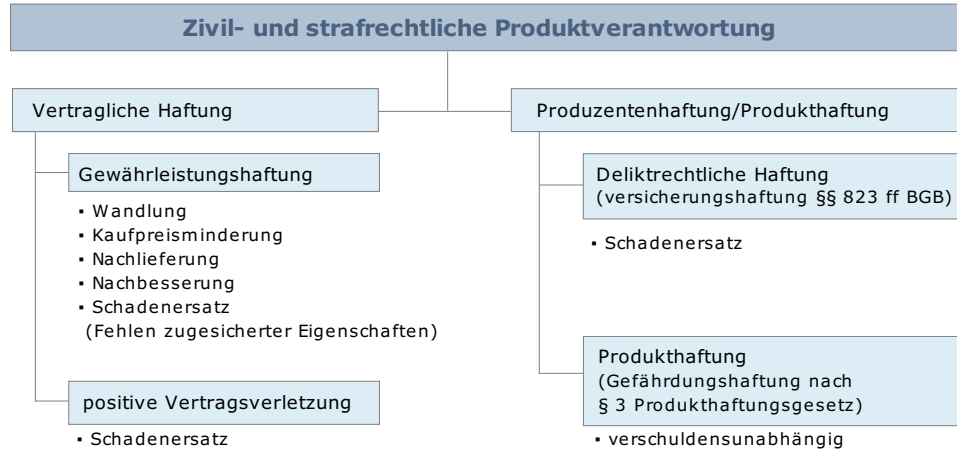


Abb.: Zivil- und strafrechtliche Produktverantwortung



5.7 Gewährleistungshaftung

Die Gewährleistungshaftung setzt wie die Haftung wegen positiver Vertragsverletzung eine rechtliche Beziehung zwischen Produzenten und Käufern voraus (z. B. Kaufvertrag).

In der Gewährleistungshaftung hat der Käufer bei fehlerhaften Produkten Rechte wie Wandlung, Minderung des Kaufpreises, Nachbesserung sowie das Recht auf Neulieferung bis hin zum Schadensersatz beim Fehlen zugesicherter Eigenschaften.

Haftungsansprüche bei positiver Vertragsverletzung in Form von Schadensersatz begründen sich zum Beispiel, wenn der Produzent oder der Verkäufer schuldhaft, d. h. fahrlässig oder vorsätzlich, seine Beratungspflicht verletzt hat.



5.8 Produzentenhaftung

Die Produzentenhaftung ist in den Paragraphen § 823 ff des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) begründet. Zu den sogenannten Verkehrssicherungspflichten des Herstellers gehört es, zu vermeiden, dass fehlerhafte Waren, die Leben, Gesundheit und Eigentum anderer verletzen, in den Verkehr gebracht werden dürfen. Andernfalls ist der Hersteller zum Ersatz etwaiger Schäden verpflichtet.

Ein Produzent hat die anerkannten Regeln und den Stand von Wissenschaft und Technik zu beachten und sein Unternehmen so zu organisieren und zu führen, dass Produktfehler vermieden werden, welche die in §823 ff BGB genannten Rechte anderer verletzen.



5.9 Sorgfaltspflichten im QM-System

Die Rechtsprechung hat Grundsätze der Sorgfaltspflicht entwickelt, die bei der Gestaltung eines QM-Systems beachtet werden müssen.

Die folgende Tabelle führt die Verantwortungsbereiche auf, die in QM-Systemen gefordert werden. Ihnen werden die wesentlichen Möglichkeiten zur Erfüllung und zum Nachweis der Sorgfaltspflicht zugeordnet.

Anforderung	Erfüllung und Nachweis z. B. durch:
Organisationsverantwortung	<ul style="list-style-type: none"> • Transparente Aufbau- und Ablauforganisation • Regelung der Zuständigkeiten und Befugnisse • Qualifizierung der Mitarbeiter
Konstruktionsverantwortung	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung des Standes der Wissenschaft und Technik • Durchführung von Risikoanalysen
Produktionsverantwortung	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl geeigneter Produktionsverfahren • Einsatz von geeigneten und zuverlässigen Produktionseinrichtungen
Instruktionsverantwortung	<ul style="list-style-type: none"> • Warnen vor nicht ohne Weiteres erkennbaren Gefahren • Erstellung von verständlichen Betriebs- oder Gebrauchsanweisungen
Produktbeobachtungspflicht	<ul style="list-style-type: none"> • Sammeln und Auswerten von Informationen über das Verhalten der Produkte im Einsatz

Tab.: Verantwortungsbereiche (nach VDMA)



5.10 Zertifiziertes QM-System und Haftung

Ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem entspricht dem heutigen Stand der Technik.

Im Haftungsfall kann das Fehlen eines zertifizierten Qualitätsmanagementsystems auf mangelnde Organisationsverantwortung hinweisen.

Mit einem praktizierten QM-System sollen die in der Rechtsprechung zur Produzentenhaftung genannten Konstruktions-, Fabrikations-, Kontroll-, Instruktions- und Produktbeobachtungsfehler vermieden werden.

Setzt die Produzentenhaftung noch schuldhaftes Verhalten voraus, so gilt für die Produkthaftung nach dem Produkthaftungsgesetz vom 1. Januar 1990 das

Prinzip der Verschuldensunabhängigkeit

Der Hersteller haftet also für Personen- oder Sachschäden, die durch Fehler seines Produktes entstanden sind. Er haftet auch, wenn er von dem Fehler keine Kenntnis hatte, also für die Situation keine Schuld trägt.



5.11 Kundenanforderungen

Die Erwartungen der Kunden steigen ständig. Untersuchungen haben gezeigt, dass das gute Image und damit der Erfolg eines Unternehmens ganz wesentlich von der Qualität und Zuverlässigkeit seiner Produkte und der Zusammenarbeit mit den Auftraggebern bestimmt wird.

Kundenanforderungen werden unterteilt in:

- ☒ Produktbezogene Anforderungen
- ☒ Herstellerbezogene Anforderungen.



5.12 Produktbezogene Anforderungen

Die produktbezogenen Anforderungen lassen sich aus einer älteren Definition des Begriffes Qualität ableiten:

„die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen.“

Hiernach wird zwischen festgelegten und vorausgesetzten Anforderungen unterschieden.

Wie gesagt ist die neue Definition von Qualität ähnlich, jedoch wird die Unterscheidung in festgelegte und vorausgesetzte Anforderungen an anderer Stelle der DIN EN ISO 9000 gemacht.

Die (vertraglich) festgelegten Anforderungen beinhalten in der Regel die Qualitätsanforderungen, die der Kunde an das zu kaufen beabsichtigte Produkt stellt. Im Falle von Produkten, die speziell für einen Kunden bestimmt sind, werden die wesentlichen Produktmerkmale vom Kunden in einem Lastenheft festgehalten.

Ist der Kunde anonym, z. B. bei Konsumgütern, so werden die Produkthanforderungen mit Methoden der Marktforschung ermittelt und dokumentiert.

Besonders kritisch ist aus haftungsrechtlicher Sicht die Erfüllung der vorausgesetzten Erfordernisse.

Dies beinhaltet beispielsweise

- die Einhaltung des Standes der Technik und der Wissenschaft,
- die Erfüllung von Leistungsmerkmalen, die grundsätzlich von einem speziellen Produkt erwartet werden (Sicherheit, Funktionstüchtigkeit) und
- die Erfüllung der aus Prospekten erweckten Erwartungen des Kunden zur Gebrauchstauglichkeit des Produktes.

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers, diese Erfordernisse zu ermitteln und einzuhalten.

☞ Überblick der Kundenanforderungen



5.13 Herstellerbezogene Anforderungen

Die herstellerbezogenen Anforderungen beinhalten in der Regel den Nachweis der Qualitätsfähigkeit, was mit dem Nachweis eines Qualitätsmanagementsystems auf der Basis der DIN EN ISO 9000 gleichzusetzen ist. In vielen Fällen ist dies Gegenstand des Liefervertrages. Allerdings hat die Entwicklung gezeigt, dass die Norm nur Mindeststandards darstellt.

Branchenstandards wie die ISO/TS 16949 der Automobilindustrie gehen erheblich über die Anforderung der DIN EN ISO 9000 hinaus.

☞ Überblick der Kundenanforderungen



5.14 Unternehmensinterne Anforderungen

Die Herleitung der unternehmensinternen Anforderungen an ein QM-System ergeben sich aus den grundsätzlichen Zielen und den unternehmensspezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens.

Die übergeordneten Unternehmensziele sind meist die Erzielung von Gewinnen und eine langfristige Sicherung der Existenzfähigkeit. Das erfordert dauerhafte Wirtschaftlichkeit, zufriedene Kunden sowie Produkte, die anforderungsgerecht, preislich wettbewerbsfähig und rechtzeitig lieferbar sind. Hieraus lässt sich die zentrale, unternehmensneutrale Anforderung an ein QM-System ableiten, nämlich die Erzielung einer zufriedenstellenden Qualität unter Optimierung von Kosten und Terminen.

Daneben müssen jedoch auch die unternehmensspezifischen Gegebenheiten berücksichtigt werden, wie

- die Organisation (Konzern, Einzelunternehmen, Hierarchie etc.),
- die Qualifikation der Mitarbeiter (Fach-, Hilfskräfte),
- die Produkte und Prozesse (Unikat-, Serienfertigung, Dienstleistung),
- die Entwicklungstiefe (Eigen-, Fremdentwicklung),
- die Fertigungstiefe (Grad der Eigenfertigung),
- die Anzahl und Struktur der Lieferanten (Global Sourcing, d. h. weltweite Beschaffung, Single Sourcing, d. h. nur eine Beschaffungsquelle),
- Wettbewerbssituation (Konkurrenzfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Außendarstellung).



5.15 Kosten von QM-Systemen

Zweifelsohne kostet die Einführung eines umfassenden, auf Fehlerverhütung ausgerichteten QM-Systems Geld. Es ist jedoch immer teurer, Fehler und deren Auswirkungen nachträglich durch Nacharbeit oder Rückholaktionen zu beheben.

Hier gilt es zum Beispiel, Ansprüche auf Wertminderung (Minderung), Imageschäden oder sogar einen Imageverlust sowie Schadensersatzansprüche zu berücksichtigen.

Den Zusammenhang der Fehlerkosten zur Entstehung der Fehler zeigt die folgende Grafik. Sie ist auch unter der Bezeichnung „Zehnerregel der Fehlerkosten“ bekannt.

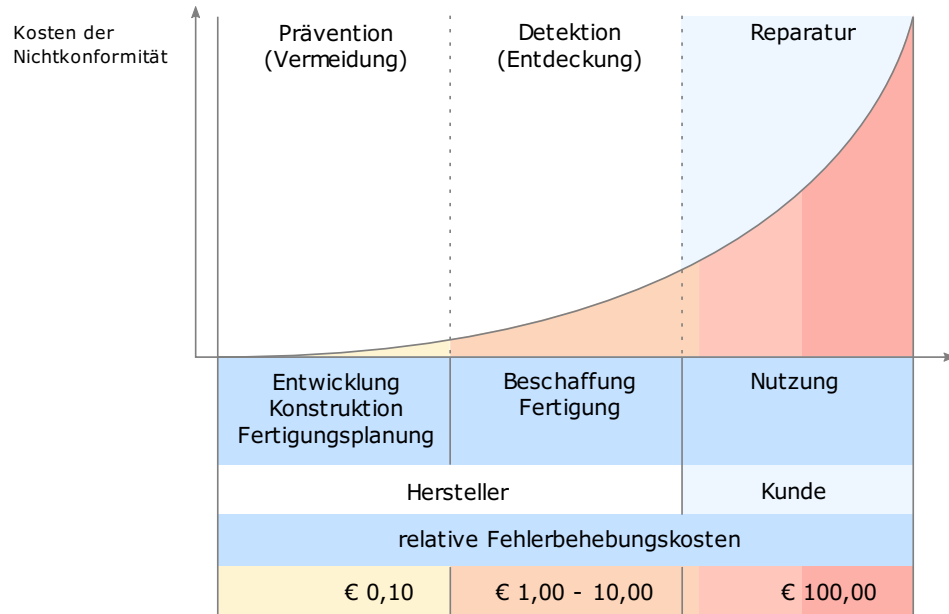


Abb.: Zehnerregel der Fehlerkosten

Prinzipiell gilt es daher, Fehler schon vor ihrer Entstehung zu vermeiden bzw. ihre Entdeckung so früh wie möglich zu sichern.



5.16 Studien zu Fehlerkosten

Der in der Grafik „Zehnerregel der Fehlerkosten“ aufgezeigte Zusammenhang wird eindrucksvoll durch die Ergebnisse einiger Studien aus den 70er Jahren in Japan, USA und Großbritannien belegt, die sich mit den Ursachen von Produkt- bzw. Qualitätsmängeln beschäftigten.

Alle Analysen lieferten nahezu die gleichen Ergebnisse:

- Ca. 70 % aller Produktmängel hatten ihre Ursache bereits in der Entwicklung, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung.
- Der Herstellungsprozess selbst hat bezüglich der Endqualität des Produktes offensichtlich eher einen sekundären Einfluss.

Qualitätsbezogene Kosten werden üblicherweise in folgende Kategorien eingeteilt:

Verhütungskosten:	Der finanzielle Aufwand für Bemühungen, damit alles von Anfang an richtig gemacht wird.
Prüfkosten:	Der finanzielle Aufwand für Nachsehen, ob alles von Anfang an richtig gemacht wurde.
Interne Fehlerkosten:	Der Preis, der bezahlt werden muss, wenn herausgefunden wird, dass etwas nicht von Anfang an richtig gemacht wurde.
Externe Fehlerkosten:	Der Preis, der bezahlt werden muss, wenn nicht herausgefunden wurde, dass etwas nicht von Anfang an richtig gemacht wurde.

Tab.: Qualitätsbezogene Kosten
(Quelle:
Thyssen Stahl AG)

Danach betragen die gesamten qualitätsbezogenen Kosten im deutschen Maschinenbau ca. 4 % vom Umsatz, wovon 40 % auf Prüfkosten, 50 % auf Fehlerkosten und 10 % auf Fehlerverhütungskosten entfallen.

Im Dienstleistungsgewerbe werden die qualitätsbezogenen Kosten von Experten auf 7 - 15 % geschätzt, liegen also deutlich höher. In den meisten Branchen wird eher weniger als 5 % der Qualitätskosten in Fehlerverhütungsmaßnahmen investiert. Das bedeutet, dass der Zusammenhang zwischen einem auf Fehlerverhütung ausgerichteten QM-System und Wirtschaftlichkeit bis heute nicht in vollem Umfang erkannt wurde.

Zusammenfassung

- ✔ Unbestritten ist, dass Fehlerquellen, vor allem durch Mängel in der innerbetrieblichen Kommunikation, durch unklare vertragliche Vereinbarungen mit Auftraggebern und Zulieferern, durch fehlerhafte und verspätet eingehende Unterlagen und anderes verursacht werden. Diese Fehlerquellen vervielfachen sich zwangsläufig mit der Größe des Unternehmens bzw. mit der Anzahl der am Prozess beteiligten Personen.
- ✔ Um die Qualität von Produkten (Dienstleistungen) gewährleisten zu können, müssen nicht nur die Fertigungsprozesse, sondern alle unternehmerischen Prozesse beherrscht werden. Die Entwicklung und Herstellung immer komplexerer Produkte erfordert den Einsatz moderner Methoden und ein hohes Maß an Planungssicherheit, Koordination, Kommunikation und Disziplin.

Ein neues Verständnis für Qualität ist gefordert, das nicht nur die technischen, sondern auch die nicht-technischen Bereiche erfasst.

- ✔ All diese Anforderungen lassen sich in einem QM-System umsetzen, das zusammengefasst folgende Aufgaben hat:
 - Erhöhung der Wirtschaftlichkeit,
 - Vorbeugende Vermeidung von Produktfehlern, also die Vermeidung von Ausschuss, Reklamationen, Gewährleistungskosten und ggf. Haftungsrisiken,
 - Verbesserung des Qualitätsniveaus,
 - Erhöhung der Kundenzufriedenheit und
 - Verbesserung des Qualitätsimages.
 - ✔ Daneben ergeben sich durch die externe Darlegung der Qualitätsfähigkeit (Zertifizierung) weitere Vorteile, wie:
 - Vertrauensbildung bei Kunden und Versicherern,
 - Zutritt zu neuen Märkten, genannt Eintrittskartenfunktion,
 - Kosteneinsparung durch Vermeidung von Audits (Speziell Systemaudits) durch Anerkennung des Zertifikates durch viele Kunden.
-

Wissensüberprüfung

Versuchen Sie die hier aufgeführten Fragen selbständig kurz zu beantworten, bzw. zu skizzieren. Wenn Sie eine Frage noch nicht beantworten können, kehren Sie noch einmal auf die entsprechende Seite in der Lerneinheit zurück und versuchen Sie sich die Lösung zu erarbeiten.




Multiple Choice

Übung GQM-02			
	Richtig	Falsch	Auswertung
Die DIN EN ISO 9000 Familie regelt im Einzelnen die Gestaltung qualitätsrelevanter Abläufe in Unternehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Wesentlicher Bestandteil von Qualitätsaudits sind Check- bzw. Fragelisten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Produktaudit ist eine wirtschaftliche Alternative zu einer notwendigen Endprüfung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Bei der Gestaltung von QM-Systemen sind auch die Anforderungen von Nichtkunden zu berücksichtigen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Kosten einer nicht geplanten Sortierprüfung nach festgestellten Qualitätsmängeln sind Prüfkosten zuzurechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
QM-Systeme entsprechen Standard DIN EN ISO 9000 und sind für alle Unternehmen gleich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
QS9000, VDA 6.1 und 6.2 ergänzen und präzisieren die DIN EN ISO 9000 für die Automobilindustrie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>



Formulieren

Übung GQM-03
<p>Wissensfragen zur Lerneinheit „Grundlagen“</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Was verstehen Sie unter Qualität? 2. Welche Aufgaben hat das Qualitätsmanagement? 3. Was ist die Aufgabe eines Qualitätsmanagementsystems? 4. Was stellt der Qualitätskreis dar? 5. Welche hauptsächlichen Qualitätsauditarten gibt es? 6. Was sind die Gründe für steigende Qualitätsanforderungen? 7. Welche grundsätzlichen Haftungsarten gibt es? 8. In welcher Phase der Produktentstehung sollte mit Qualitätssichernden Maßnahmen begonnen werden? <p> Lösungshinweise (Siehe Anhang)</p> <p>Bearbeitungszeit: 60 Minuten</p>

Appendix

Dienstleistungsqualität

Zu den Gebieten in denen Dienstleistungen erbracht werden, gehören u.a.:

- öffentliche Einrichtungen
(mit Verwaltung, Polizei, Brand- und Katastrophenschutz,
- Energie- und Wasserversorgung, Abfallbeseitigung),
- Gesundheits- und Rettungswesen,
- Hotel- und Gaststättengewerbe,
- Kommunikationsdienste,
- Bank- und Finanzdienstleistungsgewerbe,
- Handel und Beschaffung,
- Technische Dienste und Instandhaltung (Kundendienst) und
- Lehre, Forschung und Wissenschaft.

Typische Eigenschaften von Dienstleistungen sind:

- Immaterialität,
- Integration des Kunden und
- Gleichzeitigkeit von Produkten und Konsum.

Die Systematik des Qualitätsmanagements mit Qualitätsplanung, -lenkung, -sicherung, -verbesserung, -prüfung sowie die Struktur der Qualitätsmanagementsysteme (DIN EN ISO 9001) ist die gleiche wie bei materiellen Produkten.

Die Qualitätswahrnehmungen des Kunden haben gerade bei Dienstleistungen eine starke subjektive Komponente wie

- Freundlichkeit des Personals,
- Benutzungsfreundlichkeit und die
- Qualität von Beratungsleistungen.

Für eine Reihe von Kriterien sind messbare Qualitätsmerkmale darstellbar wie

- Bearbeitungszeiten und -dauer,
- Laufzeiten von Transaktionen,
- Fehlerquoten und -häufigkeiten,
- Verfügbarkeit von Serviceautomaten und Verschiedenes mehr.

Softwarequalität

Softwarequalität ist die Gesamtheit der Merkmale und Merkmalausprägung von Softwareprodukten bezüglich ihrer Eignung festgelegte oder vorausgesetzte Qualitätsanforderungen zu erfüllen.

Allgemeine Qualitätsmerkmale von Software nach DIN 66272 sind:

- **Funktionalität** Vorhandensein der geforderten Funktion mit spezifizierten Eigenschaften
- **Zuverlässigkeit** Aufrechterhalten des Leistungsniveaus von Software unter festgelegten Bedingungen und über festgelegte Zeiträume

- Benutzbarkeit Aufwand für die Benutzung und die Beurteilung der Benutzung durch die geplante Benutzergruppen
- Effizienz Verhältnis zwischen Leistungsniveau und dem Umfang der eingesetzten Ressourcen unter festgelegten Bedingungen
- Änderbarkeit Aufwand für die Durchführung vorgegebener Änderungen
- Übertragbarkeit Eignung von Software bezüglich ihrer Portierbarkeit in andere Umgebungen

Die Produktqualität von Software wird über die Lenkung der Entwicklungsprozesse sowie über die Prüfung des Endproduktes gesichert.

Die Prüfungen erfolgen wie bei materiellen Produkten in Form von Bewertungen (Reviews), Verifizierungen und Validierungen.

Übung GQM-04

1. Erfüllen und Übertreffen von Kundenerwartungen und Forderungen oder DIN EN ISO 9000-Definition.
2. Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung, Qualitätsverbesserung.
3. Festlegung, wer, was, wann wie, womit bezüglich qualitätsbezogener Aufgaben zu tun hat, d. h. Organisationsstruktur, Verfahren, Prozesse und Mittel.
4. Der Qualitätskreis veranschaulicht die Qualitätsaspekte im Produktentstehungsprozess.
5. System-, Prozess- (Verfahrens-), Produktaudit.
6. Steigende Kundenerwartungen, erhöhte gesetzliche Auflagen, wichtige Unternehmensziele, verschärfter Wettbewerb.
7. Vertragliche Haftung (Gewährleistungshaftung, positive Vertragsverletzung), Produzentenhaftung, Produkthaftung.
8. Zwischen Marketing und Produktentwicklung.

Formelsammlung

MGF · Messgerätefähigkeitsuntersuchung (MgFU)

$$4 \times s_W + |\bar{x}_a - x_r| \stackrel{!}{\leq} \frac{T}{10} = \frac{OGW - UGW}{10}$$

Der 95,4%-Bereich der Messunsicherheit $4 \times s_W$ entspricht der sogenannten Wiederholstreuung und soll laut „Goldener Regel der Messtechnik“ nicht mehr als 10 % der Toleranz verbrauchen. Zusammen mit der systematischen Abweichung $|\bar{x}_a - x_r|$ kann diese Schranke gegebenenfalls auf 15% der Toleranz erweitert werden.

$$AL \stackrel{!}{\leq} \frac{T}{20} = \frac{OGW - UGW}{20}$$

Die Auflösung **AL** entspricht der kleinsten Skalenteilung zwischen zwei möglichen Messwerten bei analoger Anzeige. Bei digitalen Messgeräten richtet sich die Auflösung nach dem kleinsten Inkrement des Messwertgebers.

$$C_g = \frac{T \times 0,2}{4 \times s_W} \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Der Messgerätefähigkeitskennwert **C_g** überprüft die Einhaltung der Anforderung bei der Beurteilung der Präzision. Dabei steht **C** für engl. Capability(Fähigkeit) und **g** für engl. gauge (Gebrauchsnorm, Lehre, Messuhr). Als Bezugsgröße gilt der übliche 95,4 %-Bereichs der Meßunsicherheit mit $4 \times s_W$.

$$C_{gk} = \text{Min} \left(\frac{(0,1 \times T + x_r) - \bar{x}_a}{2 \times s_W}; \frac{\bar{x}_a - (x_r - 0,1 \times T)}{2 \times s_W} \right) \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Der Messgeräte-Fähigkeitskennwert **C_{gk}** wird für die Beurteilung der Genauigkeit berechnet und beinhaltet die systematischen und zufälligen Abweichungen.

$$T = OGW - UGW$$

Toleranzbereich.

$$s_W = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_a)^2}$$

Die Berechnung der Wiederholstandardabweichung s_w erfolgt zur Beurteilung der Präzision.

$$\bar{x}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Die Berechnung des Mittelwertes (Index **a** für accuracy = Richtigkeit) ist für die Beurteilung der Genauigkeit erforderlich.

MFU · Maschinenfähigkeitsuntersuchung

$$C_m = \frac{T}{6 \times s} = \frac{OGW - UGW}{6 \times s} \stackrel{!}{\geq} 1,67$$

Berechnung des Maschinenfähigkeitskennwertes C_m , der aussagt, wie viel mal die Fertigungsstreuung in die Toleranz passt.

$$C_{mo} = \frac{OGW - \bar{x}}{3 \times s}$$

$$C_{mu} = \frac{\bar{x} - UGW}{3 \times s}$$

Berechnung der Grenzwerte des kritischen Maschinenfähigkeitkennwertes, C_{mo} (Oberer Zwischenwert) und C_{mu} (Unterer Zwischenwert) anhand von Mittelwert und Standardabweichung.

$$C_{mk} = \text{Min}(C_{mo}; C_{mu}) \stackrel{!}{\geq} 1,67$$

Der kritische Maschinenfähigkeitkennwert C_{mk} ist der kleinere – das Minimum – von beiden und damit grundsätzlich nicht größer als C_m .

$$s = +\sqrt{s^2} = +\sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Die rechnerische Ermittlung der Standardabweichung s berechnet sich aus der positiven Quadratwurzel der Stichproben-Varianz, die sich als Summe aller quadrierten Abweichungen zwischen den Merkmalswerten x und dem Mittelwert \bar{x} , geteilt durch den um eins reduzierten Stichprobenumfang, berechnen lässt.

$$\hat{u}_{OGW} = \frac{C_{mo}}{3} = \frac{OGW - \bar{x}}{s}$$

$$\hat{u}_{UGW} = \frac{C_{mu}}{3} = \frac{\bar{x} - UGW}{s}$$

Berechnung des Überschreitungsanteils durch die Umrechnung der Fähigkeitskennwerte in die sogenannte Standard-Normalverteilungsvariable **u**.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i$$

Der Mittelwert ist als Summe aller Merkmalswerte, geteilt durch den Stichprobenumfang, definiert.

$$x_{ob} = \mu + 3 \times s$$

$$x_{un} = \mu - 3 \times s$$

$$\mu \pm 3s = \sigma s - \text{Streubereich (99,73 \% Zufallsstreubereich)}$$

Beschrieben wird die Fertigungsstreuung durch den Fertigungsstreubereich zwischen den Grenzen. Die Grenzen bildet die untere Zufallsgrenze **xun** und die obere Zufallsgrenze **xob**.

PFS · Prozessfähigkeit und Prozesssicherheit

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m \bar{x}_j$$

Der Schätzwert für **μ** wird als Mittelwert der Stichproben-Mittelwerte berechnet.

$$\overline{s^2} = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m s_j^2$$

Berechnung der mittleren Varianz durch das Quadrieren jeder Stichproben-Standardabweichung **s**. Dadurch entstehen die Varianzen **s²**.

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\overline{s^2}}$$

Nur durch diesen Umweg über die mittlere Varianz kann ein sogenannter Berechnung des erwartungstreuen Schätzwertes der Prozess-Standardabweichung **σ**.

$$C_p = \frac{T}{6 \times \hat{\sigma}} = \frac{OGW - UGW}{6 \times \hat{\sigma}} \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Gilt für normalverteilte Prozesse $6\hat{\sigma} = 99,73\%$ Zufallsstreuung einer Normalverteilung. Die Ermittlung des Prozessfähigkeitskennwertes C_p ist ein Maß für die potenzielle Qualitätsfähigkeit eines beherrschten Prozesses: Für nicht normalverteilte Prozesse erfolgt die Berechnung nach der Percentilmethode..

$$C_p = \frac{OGW - UGW}{O_{p3} - U_{p3}}$$

Die Ermittlung des Prozessfähigkeitskennwertes C_p nach dem Prinzip der Percentilmethode.

$$C_{po} = \frac{OGW - \hat{\mu}}{3 \times \hat{\sigma}}$$

$$C_{pu} = \frac{\hat{\mu} - UGW}{3 \times \hat{\sigma}}$$

Berechnung der Grenzwerte des kritischen Prozessfähigkeitskennwertes, C_{po} (Oberer Zwischenwert) und C_{pu} (Unterer Zwischenwert) anhand der Schätzwerte.

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}; C_{po}) \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Ermittlung des kritischen Prozessfähigkeitskennwert C_{pk} , der als Verhältnis zwischen dem kritischen Abstand des Prozessmittelwertes zur halben Prozess-Streubreite definiert ist.

$$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{OGW - \mu}{O_{p3} - \mu}; \frac{\mu - UGW}{\mu - U_{p3}} \right)$$

Die Ermittlung des kritischen Prozessfähigkeitskennwertes C_{pk} nach dem Prinzip der Percentilmethode.

$$O_{p3} = \mu + 3 \times \sigma$$

$$U_{p3} = \mu - 3 \times \sigma$$

$$O_{p2} - U_{p2} \hat{=} 6\sigma$$

$6\sigma = 99,73\%$ Zufallsstreuung der Normalverteilung.

Alternative Berechnung von C für normalverteilte Prozesse:

$$C_{Pk} = (1 - k) * c_p \quad k = \frac{|z - \mu|}{\frac{T}{2}}$$

T= Toleranzbreite, $|z - \mu|$ = Differenz zwischen Zielwert und Prozessmittelwert

SPC · Statistische Prozesslenkung

$$OEG = \mu + A_E \times \sigma$$

$$OWG = \mu + A_W \times \sigma$$

$$M = \mu$$

$$UWG = \mu - A_W \times \sigma$$

$$UEG = \mu - A_E \times \sigma$$

Berechnung der Eingriffs- und Warngrenzen einer Sollwert-QRK.

$$OEG = B_{OEG} \times \sigma$$

$$OWG = B_{OWG} \times \sigma$$

$$M = a_n \times \sigma$$

$$UWG = B_{UWG} \times \sigma$$

$$UEG = B_{UEG} \times \sigma$$

Standardabweichungskarte (s-Karte), die zur Streuungsüberwachung angelegt wird.

SPS · Stichprobensysteme

$$P(x) = \binom{n}{x} \times p^x \times q^{n-x}$$

Modell der Binomialverteilung - stellt die Wahrscheinlichkeit dar, x fehlerhafte UND (n-x) fehlerfreie Einheiten bei Entnahme einer Stichprobe von n Einheiten aus einer Grundgesamtheit mit einem Anteil fehlerhafter Einheiten p zu entnehmen.

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{(n-x)!x!}$$

Binomialverteilung gibt die Anzahl der Möglichkeiten an, fehlerhafte Einheiten aus der Stichprobe auszuwählen.

$$g(x) = g(x; n, p) = \binom{n}{x} \times p^x \times (1 - p)^{n-x}, \quad \text{für } 0 \leq x \leq n$$

Die Wahrscheinlichkeitsfunktion **g(x)** gibt Auskunft über die x fehlerhaften Einheiten die in einer Stichprobe in Abhängigkeit des Stichprobenumfangs n und des Fehleranteils im Los zu finden sind.

ZUV - Zuverlässigkeitsprüfung

$$R(t \leq t_0) = 1$$

$$R(t > t_0) = \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{T - t_0} \right)^b \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion **R(t)** der Weibullverteilung wird zur Berechnung der Zuverlässigkeit für die Nutzungsphase verwendet - Dreiparametrische Weibullverteilung.

$$F(t \leq t_0) = 0$$

$$F(t > t_0) = 1 - R(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{T - t_0} \right)^b \right]$$

Die Ausfallwahrscheinlichkeit wird nach der Ausfall-Verteilungsfunktion **F(t)** berechnet.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right) \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion beschreibt den Vorfall, wenn keine ausfallfreie Zeit vorliegt und der Formparameter b=1 lautet - Einparametrische Exponentialverteilung.

$$\text{MTTF} = T$$

Die charakteristische Lebensdauer **T** ist gleich der mittleren Lebensdauer **MTTF**.

$$\text{MTBF} = T$$

Die charakteristische Lebensdauer **T** ist gleich der mittlere Ausfallabstand **MTBF**.

$$\lambda = \lambda(t) = \frac{1}{T}$$

Die Ausfallrate $\lambda(t)$ ist bei Zufallsausfällen konstant und entspricht dem Kehrwert der charakteristischen Lebensdauer.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right)^b \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion beschreibt den Vorfall, wenn keine ausfallfreie Zeit vorliegt - Zweiparametrische Weibullverteilung.

$$t_j^* = t_j - \hat{t}_0$$

Verfahren zur Wiederholauswertung, sobald der Kennwert der ausfallfreien Zeit vorliegt.