

---

---

---



# Qualitätsmanagement

## Skript

**Dipl.-Ing. Thomas Amhaus**  
**Fakultät Maschinenwesen**

### Lernziele

- Begriffe
- Übersicht zu den Teilbereichen
- Normen
- Qualitätsmerkmale/Fehler
- Auditierung/Zertifizierung
- Werkzeuge des Qualitätsmanagements

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Grundbegriffe und Arbeitsbereiche des Qualitätsmanagements
2. Normenreihe DIN EN ISO 9000
3. Qualitätsforderungen, Qualitätsmerkmale und Fehler
4. Werkzeuge des QM
5. Qualitätslenkung
6. Qualitätssicherung
7. Maschinenfähigkeit
8. Prozessfähigkeit
9. Statistische Prozessregelung
10. Auditierung und Zertifizierung

Quelle: Fachkunde Metall, Verlag EUROPA-LEHRMITTEL, 56. Auflage 2010

## 1. Grundbegriffe und Arbeitsbereiche des Qualitätsmanagements

Produktqualität, Liefertreue und Service- und Beratungsqualität entscheiden heute maßgeblich über die Position eines Unternehmens am Markt.

Neben der Produktqualität ist die Qualität der Arbeitsabläufe wichtig um z.B. Fertigungskosten zu optimieren.

Das Qualitätsmanagement (QM) soll dafür sorgen, dass diese Bedingungen erfüllt werden. Außerdem werden Ziele vorgegeben, die Organisation der Arbeitsabläufe geplant, Arbeitsmittel bereitgestellt und Verantwortlichkeiten festgelegt.

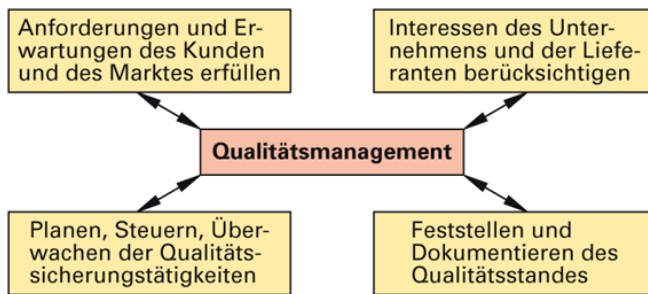


Abb. 1: Bereiche des QM

Von unabhängigen Prüfstellen kann dem QM eines Unternehmens bescheinigt werden, dass es die Forderungen international vereinheitlichter Normen erfüllt. Diese Zertifizierung erhöht das Vertrauen der Kunden und Mitarbeiter in die Qualitätsfähigkeit des Unternehmens.

Das QM umfasst alle Tätigkeiten, welche die Qualitätsziele und Verantwortlichkeiten festlegen und verwirklichen.

### Arbeitsbereiche des QM:

- **Qualitätsplanung** Umfasst alle planerischen Aufgaben vor dem Beginn der Fertigung. Die qualitätsbezogenen Ziele und Anforderungen müssen festgelegt, die erforderlichen Prozessabläufe geplant und die notwendigen Sach- und Geldmittel bereitgestellt werden.
- **Qualitätslenkung** Begleitet den Fertigungsprozess. Umfasst Tätigkeiten zur Überwachung aller Produktionsprozesse sowie zur Beseitigung von Fehlerursachen.
- **Qualitätssicherung** Nachweis, dass die festgelegten Qualitätsforderungen im gesamten Entstehungs- und Fertigungsprozess des Produktes eingehalten werden.
- **Qualitätsverbesserung** Tätigkeiten, die die kontinuierliche Verbesserung der Kundenzufriedenheit zum Ziel haben.

**Für die Verwirklichung der Qualitätsziele ist jeder Mitarbeiter in seinem Arbeitsbereich verantwortlich.**

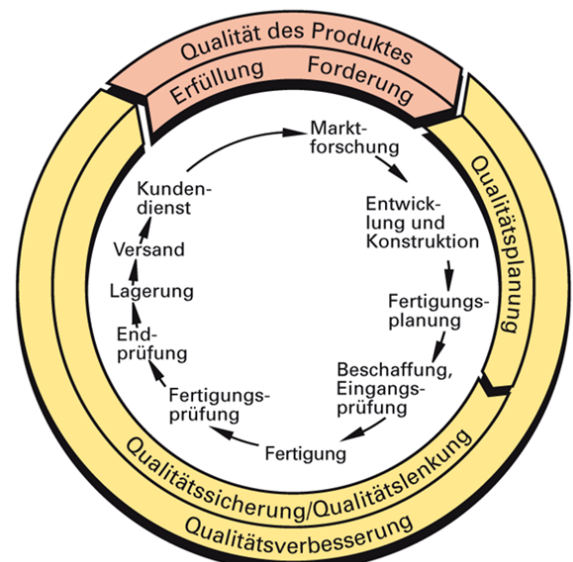


Abb. 2: Qualitätskreis mit ineinandergreifenden Tätigkeiten zur Erreichung der Produktqualität

## 2. Normenreihe DIN EN ISO 9000



Die Normen der ISO-9000-Familie wurden entwickelt, um Unternehmen beim Aufbau, der Aufrechterhaltung und ständigen Verbesserung von QM-Systemen zu unterstützen. Sie ermöglichen eine allgemeingültige Zertifizierung von QM-Systemen.

Die DIN EN ISO 9000 beschreibt wichtige Qualitätsgrundsätze und Grundlagen für QM-Systeme sowie Begriffe und Terminologien des QM.

Die DIN EN ISO 9001 legt umfangreiche Anforderungen an ein QM-System fest. Sie ist somit eine Nachweisnorm.

DIN EN ISO 9004 stellt einen Leitfaden zur Betrachtung der Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit und Gesamtleistung eines QM-Systems dar.

Die DIN EN ISO 19011 dient als Anleitung für das Auditieren von Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen.

Abb. 3: Normen zum Qualitätsmanagement

## 3. Qualitätsforderungen, Qualitätsmerkmale und Fehler

Die Qualität eines Produktes muss mit den Kundenforderungen übereinstimmen!

**Qualität ist die erreichte Beschaffenheit eines Produktes bezüglich der einzelnen Qualitätsforderungen, die entweder festgelegt sind oder vorausgesetzt werden können.**

Das können z.B. sein:

- Zuverlässigkeit, Funktionsfähigkeit, Instandhaltungsfähigkeit
- Berücksichtigung von Gesetzen und Vorschriften
- Beratung, Betreuung und Kundendienst
- Lieferzeiten und Termintreue

Qualitätsmerkmale können in quantitative und qualitative Merkmale eingeteilt werden:

Quantitative Merkmale		Qualitative Merkmale	
messbare Merkmale	zählbare Merkmale	attributive Merkmale	Ordnungsmerkmale
z. B. Länge, Durchmesser, Ebenheit, Rautiefe	z. B. Umdrehungen, gefertigte Werkstücke je Stunde	z. B. Fehler je Prüfeinheit, Funktion „in Ordnung“ oder „n.i.O.“	z. B. Lackierung der Qualität 1, 2 oder 3

Abb. 4: Arten von Qualitätsmerkmalen

Fehler liegen vor, wenn eine oder mehrere Qualitätsforderungen nicht erfüllt werden, z.B. Messwerte außerhalb der Toleranzgrenzen oder Funktionsstörungen.

Nach der Zehnerregel verzehnfachen sich die Folgekosten für nicht entdeckte Fehler von Stufe zu Stufe (Abb. 5).

Durch die Null-Fehler-Strategie sollen bei jedem Fertigungsschritt Fehler vermieden werden. Gelingt das von 100 Mitarbeitern einer Fertigungslinie jedem zu 99%, so ist das Fertigteil nur noch zu 37% fehlerfrei (Abb. 6).

**Produktivität entsteht aus Arbeitsqualität. Fehlervermeidung ist wirtschaftlicher als Fehlerbeseitigung.**

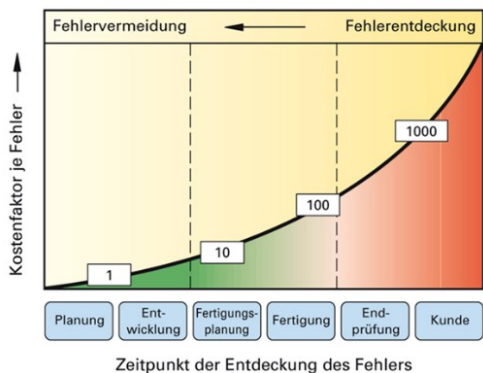


Abb. 5: Zehnerregel der Fehlerkosten

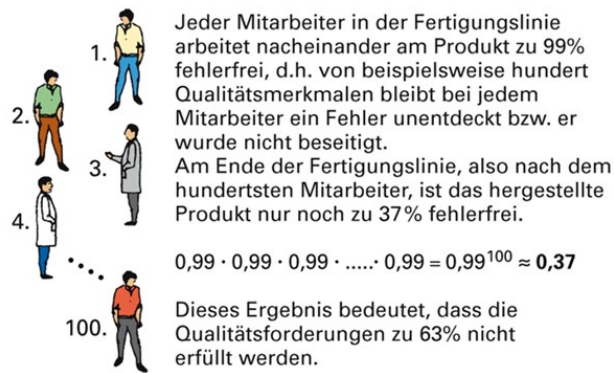


Abb. 6: Fehlerzunahme durch Weitergabe

**4. Werkzeuge des QM**

Im QM kommen verschiedene grafische Analyse- und Dokumentationsmethoden zum Einsatz (bezeichnet als Qualitätswerkzeuge).

Dazu gehören:

- Flussdiagramm
- Fehlersammelkarten
- Pareto-Analyse (ABC-Analyse)
- Ursache-Wirkungs-Diagramme (Ishikawa-Diagramm)
- Baumdiagramm
- Korrelationsdiagramm (Streudiagramm)
- Matrixdiagramm
- Verlaufsdigramm
- Histogramm (Balkendiagramm)

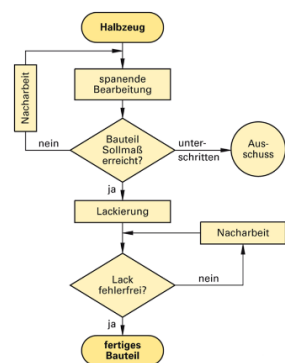


Abb. 7: Flussdiagramm

Fehlerart	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
Werkstück verkantet				18
Übergabefehler				38
Steuerungsfehler				9
Programmfehler				6
Werkstück lose				45
Rollenverschleiß				9
E-Kabel abgerissen				1
Gesamt:	42	43	41	126

Abb. 8: Fehlersammelkarte

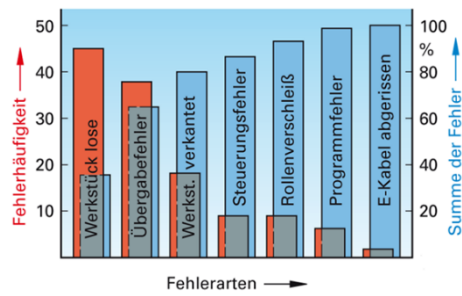


Abb. 9: Pareto-Analyse der Fehlerzahlen

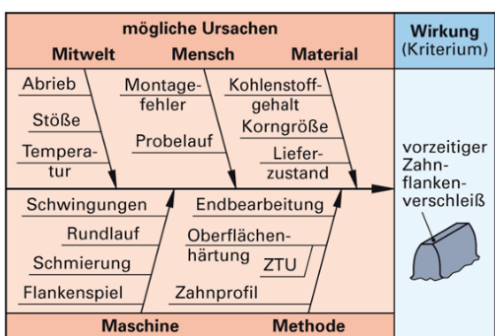


Abb. 10: Ursache-Wirkungs-Diagramm

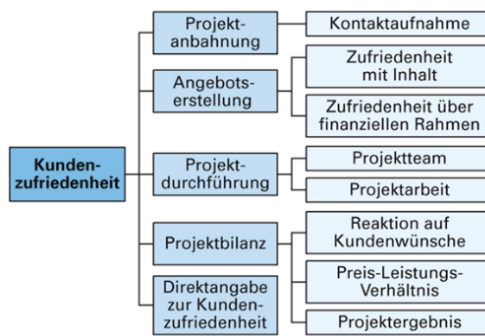


Abb. 11: Baumdiagramm zur Kundenzufriedenheit

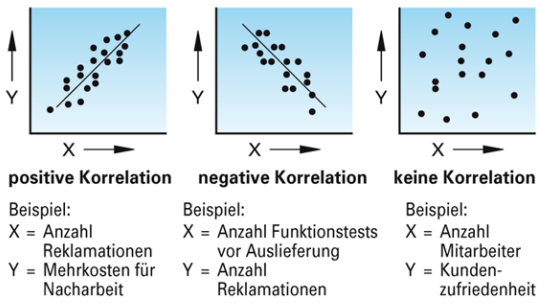


Abb. 12: Korrelationsdiagramme

Kriterien	Preis	Kraglänge	Sicherheit	Motorleistung	max. Hubkraft	Verarbeitung	Farbe	Summe
Preis	2	0	2	0	2	2	2	8
Kraglänge	0	2	0	2	0	2	2	6
Sicherheit	2	2	2	2	2	2	2	12
Motorleistung	0	0	0	2	0	0	2	2
max. Hubkraft	2	2	0	2	2	2	2	10
Verarbeitung	0	0	0	2	0	2	2	4
Farbe	0	0	0	0	0	0	2	0

2 = wichtiger als...; 0 = weniger wichtig als...  
 → wichtigste Kriterien

Abb. 13: Matrixdiagramm

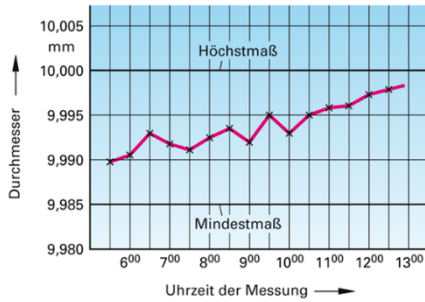


Abb. 14: Verlaufsdiagramm

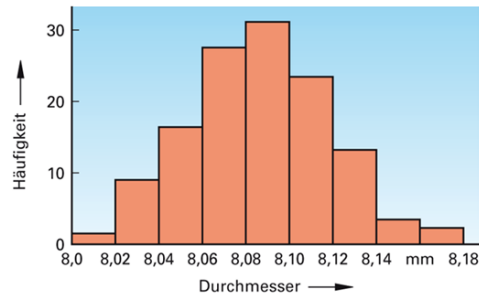


Abb. 15: Histogramm

## 5. Qualitätslenkung

Ziel der Qualitätslenkung ist die Erfüllung von Qualitätsforderungen durch vorbeugende, überwachende und korrigierende Tätigkeiten sowie die Beseitigung von Fehlerursachen.

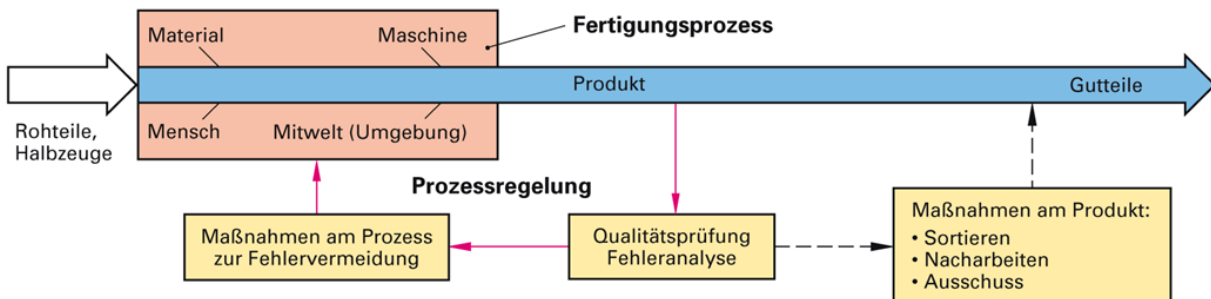


Abb. 16: Qualitätslenkung zur Fehlervermeidung

Qualitätslenkung verfolgt das Ziel, die Streuung von Merkmalswerten eines Produktionsprozesses zu begrenzen. Die Ursachen für die Streuung werden als „M-Einflüsse“ bezeichnet.

<b>Mensch</b>	Qualifikation, Motivation, Belastungsgrad, Verantwortungsbewusstsein
<b>Maschine</b>	Steifigkeit, Bearbeitungsstabilität, Positionsgenauigkeit, Gleichförmigkeit der Bewegung, Wärmeverzug, Werkzeug- und Spannsystem
<b>Material</b>	Abmessungen, Festigkeit, Härte, Spannungen, z. B. durch Wärmebehandlung oder Bearbeitung
<b>Methode</b>	Fertigungsverfahren, Arbeitsfolge, Schnittbedingungen, Prüfverfahren
<b>Mitwelt</b>	Temperatur, Bodenerschütterungen

Abb. 17: 5M-Einflüsse auf die Streuung von Merkmalswerten

### Maßnahmen zur Qualitätslenkung:

- Qualitätsprüfung
- Messwertverarbeitung
- Trenderkennung
- Prozessregelung

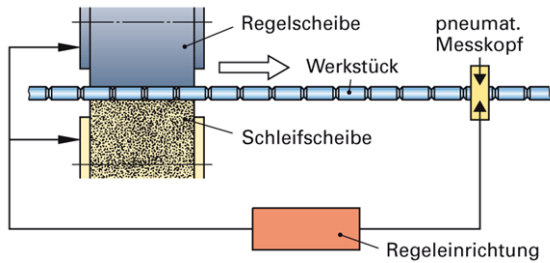
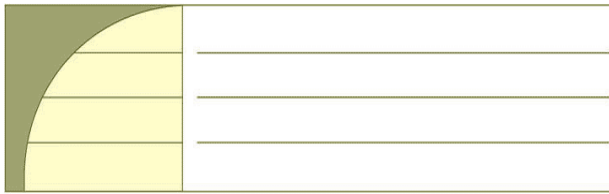


Abb. 18: Prozessregelung

## 6. Qualitätssicherung

Neben der Qualitätslenkung ist die Qualitätssicherung ein wichtiger Bestandteil des QM. Sie soll den Nachweis erbringen, dass die Qualitätsforderungen in der Produktion erfüllt werden.

Zur Qualitätssicherung gehören:

### Prüfplanung

legt die zu prüfenden Qualitätsmerkmale fest, beschreibt die verwendeten Prüfverfahren und legt fest, wie die Prüfergebnisse zu dokumentieren sind. Es werden Prüfpläne, Prüfort und Prüfzeitpunkt festgelegt.

Tabelle 1: Prüfplan

lfd. Nr.	Prüfmerkmal	Prüfmittel	Prüfumfang	Prüfmethode <sup>1)</sup>	Prüfzeitpunkt	Prüfdokumentation
1	Länge $l_1$ 20 h11 = 20 0/−0,13 mm	Messschieber	n = 1	1/V	jede Stunde	Prüfprotokoll
2	Innendurchmesser $d_i$ 20 E6 = 20 +0,053/+0,040 mm	selbstzentrierendes Innenmessgerät	n = 5	1/V	alle 15 min	Regelkarte
3	Außendurchmesser $d_e$ 26 s6 = 26 +0,048/+0,035 mm	Feinzeiger	n = 5	1/V	alle 15 min	Regelkarte
4	Koaxialität $t_{co} = 0,033$ mm	Formmessgerät	n = 1	3/V	jede Stunde	Prüfprotokoll

<sup>1)</sup> Prüfmethode: 1 = Prüfung durch Mitarbeiter  
2 = Prüfung durch QS-Abteilung  
3 = Prüfung durch Messlabor

V = variabel (quantitativ, messend ermitteln)  
A = attributiv (qualitativ, Eigenschaften ermitteln)  
n = Stichprobenumfang

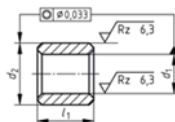


Abb. 19: Prüfplan

### Wahrscheinlichkeit

errechnet nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung die zu erwartende Wahrscheinlichkeit des Eintreffens bestimmter Ereignisse.

### Normalverteilung

entsteht, wenn viele zufällige Einflüsse wirksam werden. Die grafische Darstellung ergibt eine glockenförmige Häufigkeitskurve.

### Mischverteilung

entsteht durch Mischung der Teile verschiedener Maschinen oder Serien, Wechsel des Werkstoffes innerhalb einer Serie oder starken Einfluss des Werkzeugverschleißes bzw. der Wärmebelastung einer Maschine.



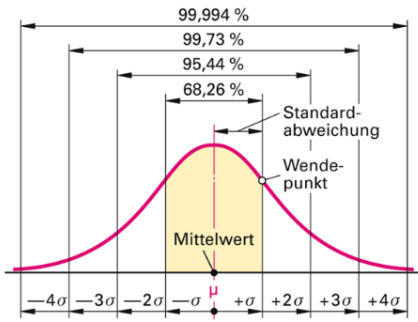


Abb. 20: Häufigkeiten in Normalverteilung

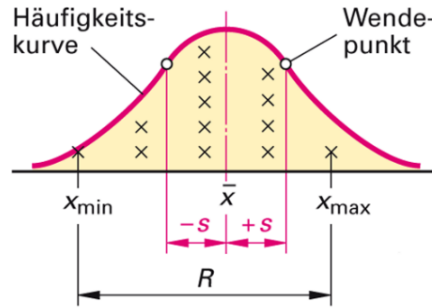


Abb. 21: Kennwerte der Normalverteilung

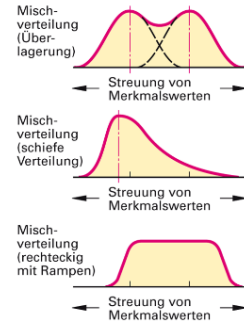


Abb. 22: Mischverteilung

### Stichprobenverfahren

Prüfung mehrerer Teilmengen einer Grundgesamtheit. Kostengünstig, aber weniger sicher gegenüber der 100%-Prüfung.

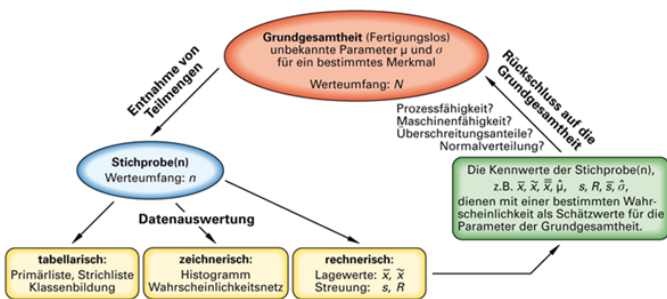


Abb. 23: Modell der Stichprobenprüfung (induktive Statistik)

### 7. Maschinenfähigkeit

Unter Maschinenfähigkeit versteht man die Fähigkeit einer Maschine, bei gleich bleibenden Bedingungen fehlerfreie Teile zu fertigen. Sie ist damit Voraussetzung für die Prozessfähigkeit, die statistische Prozessregelung und den Einsatz von Qualitätsregelkarten.

Die Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) ist eine Kurzzeituntersuchung über die Fertigungsgenauigkeit einer Maschine.

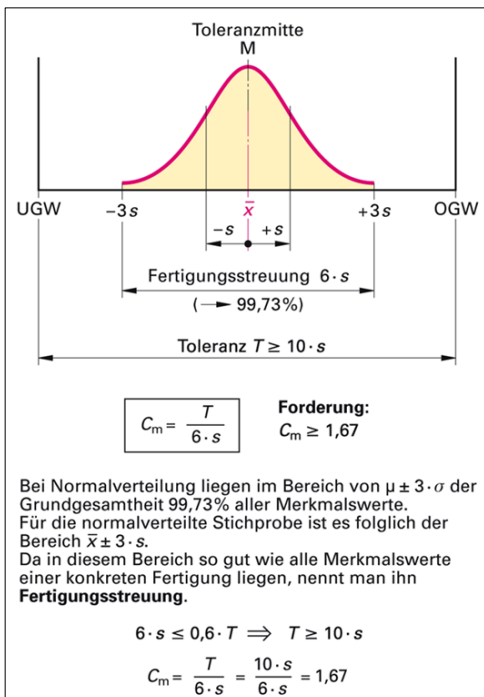


Abb. 24: Maschinenfähigkeitsindex  $C_m$

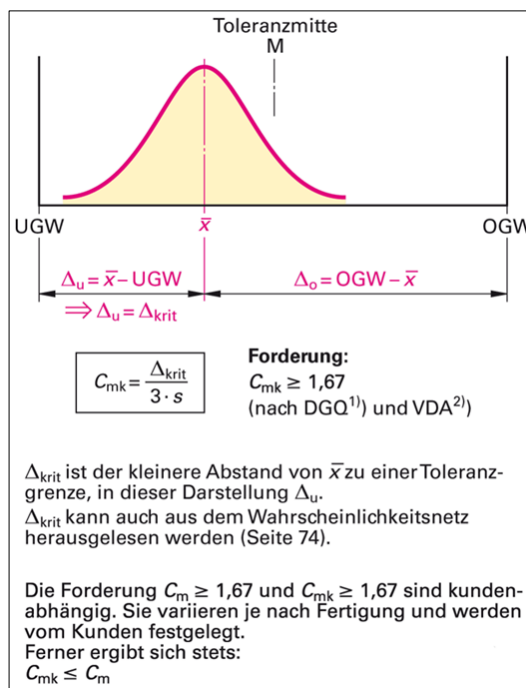


Abb. 25: Maschinenfähigkeitsindex  $C_{mk}$



Für die Berechnung der Maschinenfähigkeit existieren verschiedene mathematische Modelle.

### 8. Prozessfähigkeit

Die Prozessfähigkeit gibt Auskunft darüber, ob ein Fertigungsprozess in der laufenden Produktion, also unter Berücksichtigung aller Einflüsse, langfristig in der Lage ist, fehlerfreie Produkte zu produzieren.

Die Prozessfähigkeitsuntersuchung (PFU) berücksichtigt die „5-M-Einflüsse“ auf den Fertigungsprozess. Sie ist somit eine Langzeituntersuchung zur Fähigkeit und Beherrschung eines Fertigungsprozesses.

$C_p = \frac{T}{6 \cdot \hat{\sigma}}$ $C_{pk} = \frac{\Delta_{krit}}{3 \cdot \hat{\sigma}}$	Mindestforderungen $C_p \geq 1,33$ $C_{pk} \geq 1,33$
Die Erfahrung zeigt, dass die Prozessstreuweite $6 \cdot \hat{\sigma}$ die Toleranz nur zu $75\% \approx 3/4$ ausnutzen darf. Das bedeutet, die Toleranz muss größer oder gleich $8 \cdot \hat{\sigma}$ und damit $C_p \geq 4/3 = 1,33$ sein. $C_{pk} \geq 1,33 = 4/3$ bedeutet, dass der Prozessmittelwert von jedem Grenzwert mindestens $4 \cdot \hat{\sigma}$ entfernt sein muss.	

Abb. 26: Prozessfähigkeit

Ein Prozess ist **fähig**, wenn langfristig fehlerfreie Teile gefertigt werden können. Der Prozess wird **beherrscht**, wenn keine unbekannt systematischen Einflüsse den Fertigungsverlauf stören.

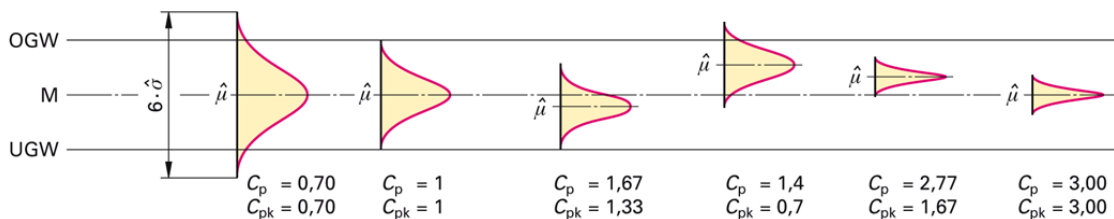


Abb. 27: Prozessfähigkeitskennwerte (Beispiele)

		beherrscht	nicht beherrscht		
fähig	OGW	Idealfall: • $\hat{\mu}$ und $\hat{\sigma}$ sind stabil • kein Grenzwert wird überschritten	Kommt häufig in der Praxis vor: • $\hat{\mu}$ schwankt • $\hat{\sigma}$ ist stabil	fähig	OGW
	M				M
UGW	UGW				
nicht fähig	OGW	Kommt häufig in der Praxis vor: • $\hat{\mu}$ ist stabil • $\hat{\sigma}$ ist zu groß und Grenzwerte werden überschritten	Ungünstigster Fall: (kommt gelegentlich in der Praxis vor) • $\hat{\mu}$ und $\hat{\sigma}$ schwanken • $\hat{\sigma}$ ist zu groß ⇒ ORK ist nicht möglich!	nicht fähig	OGW
	M				M
UGW	UGW				

Abb. 28: Matrix möglicher Prozesszustände

### 9. Statistische Prozessregelung (Statistical Process Control, SPC)

Bei der SPC wird ein Fertigungsprozess mit Hilfe von Qualitätsregelkarten fortlaufend beobachtet und geregelt. Das Ziel besteht darin, systematische Abweichungen zu erkennen und somit rechtzeitig in den Prozess einzugreifen.

Eingesetzt wird SPC vorwiegend bei großen Stückzahlen.

#### Qualitätsregelkarten (QRK)

Zeigen den zeitlichen Verlauf der Merkmalswerte und das Auftreten von Störungen.

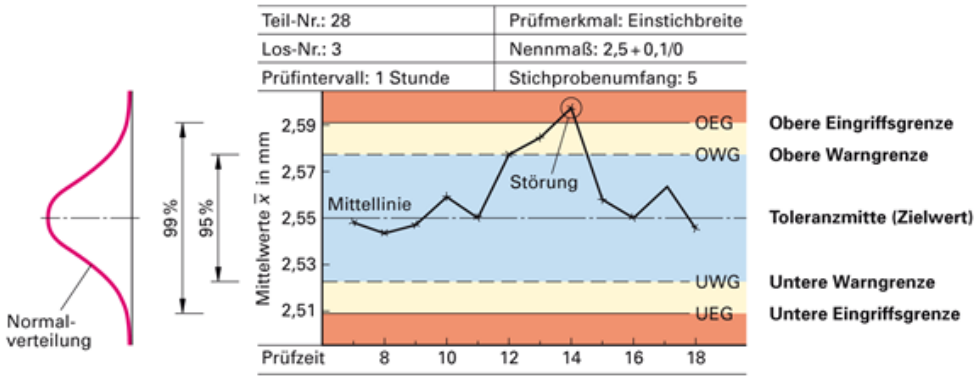


Abb. 29: QPK für Mittelwerte

Folgende Arten von QPK sind bekannt:

- Urwertkarte
- Median-Spannweitenkarte
- Mittelwert-Standardabweichungskarte

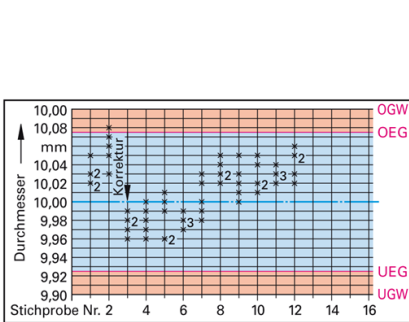


Abb. 30: Urwertkarte

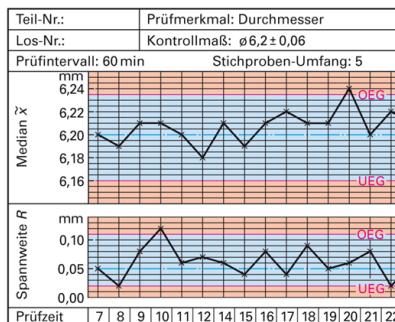


Abb. 31: Median-Spannweitenkarte (R-Karte)

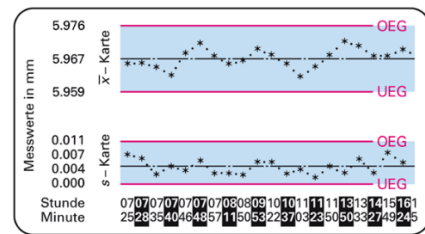


Abb. 32: Mittelwert-Standardabweichungskarte (s-Karte)

Regeln für die Beurteilung von Fertigungsprozessen:

- (1) Liegen die Kennwerte eines Fertigungsprozesses innerhalb der Warngrenzen (OWG, UWG) kann von einem beherrschten Prozess ausgegangen werden.
- (2) Liegt mindestens ein Kennwert zwischen Warn- und Eingriffsgrenze (OEG, UEG) besteht die Gefahr einer systematischen Veränderung. Daraufhin sind die Prüfintervalle zu verkürzen.
- (3) Liegt mindestens ein Kennwert außerhalb der Eingriffsgrenzen ist die Produktion zu stoppen und die Ursachen zu beseitigen.
- (4) Wird bei einer s- oder R-Karte die UEG unterschritten liegt eine systematische Verringerung der Streuung und damit eine Verbesserung des Prozesses vor.

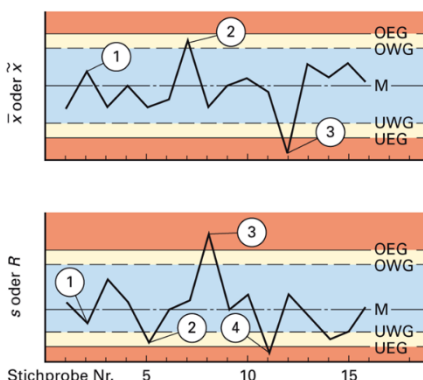


Abb. 33: Beurteilungsregeln

## 10. Auditierung und Zertifizierung

Begriff AUDIT: lateinisch, bedeutet HÖREN

*Qualitätsaudit: systematische und unabhängige Untersuchung mit dem Ziel, Schwachstellen aufzudecken, Verbesserungen anzuregen und ihre Wirksamkeit zu überprüfen.*

Qualitätsaudits werden von eigens geschulten Auditoren nach festgelegten Plänen durchgeführt. Als Unterlagen dienen z.B. Pflichtenhefte, Zeichnungen, Normen, Prüfpläne, Fehlersammellisten und Checklisten.

Man unterscheidet folgende Auditarten:

- Produktaudit** Produkte werden darauf untersucht, ob die Qualitätsmerkmale mit den Vorgaben (z.B. Normen, Zeichnungen) übereinstimmen und ob die Qualitätsforderungen erfüllt werden.
- Prozessaudit** es sollen Verbesserungsmöglichkeiten eines Prozesses aufgezeigt werden.
- Systemaudit** das gesamte QM-System eines Unternehmens wird auf seine Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit hin beurteilt und Schwachstellen, Korrektur- und Verbesserungsmaßnahmen ermittelt.
- Internes Audit** dient als Managementwerkzeug zur Beurteilung der eigenen Leistungen.
- Externes Audit** Durch Lieferantenaudits bewerten Firmen ihre Lieferanten, beim Zertifizierungsaudit wird die Fähigkeit eines Unternehmens und seines Managementsystems auditert.

### Zertifizierung:

Verfahren, bei dem eine unabhängige akkreditierte Zertifizierungsgesellschaft einem Unternehmen sein QM-System anerkennt. Sie erfolgt grundsätzlich freiwillig.

Die Zertifizierung erfolgt nach den Vorgaben international standardisierter Normen, z.B. der ISO-9000-Normenreihe.

Geprüft werden die Dokumentation des QM-Systems (Handbücher u.a.m.), die Umsetzung der dokumentierten Abläufe in die Praxis und die Effektivität und Effizienz der Prozesse.



Abb. 34: Auditarten

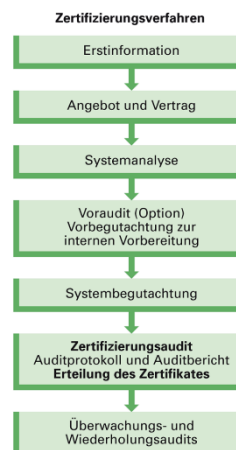


Abb. 35: Ablaufschema Zertifizierung