



Jürgen P. Bläsing

# Workbook Quality Basics

Bausteine für  
erfolgreiches  
Qualitätsmanagement  
Qualität sichern  
in produzierenden Betrieben

Steinbeis-Transferzentren  
Qualität im Unternehmen



Jürgen P. Bläsing

# Workbook

Quality Basics  
Bausteine für  
erfolgreiches  
Qualitätsmanagement

Qualität sichern  
in produzierenden Betrieben

© TQU VERLAG

## Über den Autor

**Direktor Prof. Dr. Jürgen P. Bläsing** hat den TQU Verbund Qualität im Unternehmen aufgebaut und selbst in zahlreichen Projekten gearbeitet. Unter seiner aktiven Koordination erreichte das TQU mehrmals die Finalistenrunde im Deutschen Qualitätspreis (Ludwig-Erhard-Preis). Er lehrte an der Hochschule Ulm Qualitäts-, Umwelt- und Wissensmanagement. Als Autor und Herausgeber leitet er heute den TQU VERLAG und ist für die Workbooks und QUALITY APPs verantwortlich.

E-Mail: [juergen.blaesing@tqu-group.com](mailto:juergen.blaesing@tqu-group.com)



## Workbook

### Quality Basics

**Bausteine für erfolgreiches Qualitätsmanagement  
Qualität sichern in produzierenden Unternehmen**

Erstausgabe 2002, überarbeitet 2018

von Jürgen P. Bläsing, Ulm

Im Eigenverlag und Selbstvertrieb:

TQU VERLAG

Magirus-Deutz-Straße 18

D-89077 Ulm

Tel.: 0731/14660-200

Fax: 0731/14660-202

E-Mail: [verlag@tqu-group.com](mailto:verlag@tqu-group.com), Internet: [www.tqu-verlag.de](http://www.tqu-verlag.de)

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch bedingten Rechte, insbesondere der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen oder Tabellen, der Vervielfältigung und der Speicherung bleiben vorbehalten. Wenn in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften, Normen oder andere Richtlinien verwiesen oder auszugsweise zitiert wird, so übernehmen der Verlag und die Autoren keine Garantie für Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität. Bitte ziehen Sie bei Ihren eigenen Arbeiten die vollständigen und autorisierten Dokumente in der jeweils gültigen Fassung heran.

## Vorwort

### Workbook

### Quality Basics

### Bausteine für erfolgreiches Qualitätsmanagement

### Qualität sichern in produzierenden Unternehmen

Jedes Bauwerk braucht ein angemessenes Fundament. Die in diesem Workbook zusammengestellten Quality Basics sind die Bausteine für ein tragfähiges Fundament eines betrieblichen Qualitätsmanagements in produzierenden Unternehmen. Sie wurden aus der Sicht des Praktikers zusammengestellt und bieten ausreichend Wissen und Erfahrungen, um erfolgreich die produktionsnahe Qualitätssicherung zu gestalten.

Aufbau und Inhalt dieses Workbooks wurde im Rahmen der Vorlesung Qualitätsmanagement an der Hochschule Ulm über die Jahre kontinuierlich entwickelt und ständig verbessert. Es orientiert sich an der Aufgabenstellung, junge Ingenieure an das interessante Thema Qualität und Qualitätssicherung in produzierenden Unternehmen heran zu führen. Anliegen des Autors ist, dass die Bedeutung und die Möglichkeiten des Qualitätsmanagements für die Unternehmen erkannt, persönliche Berufsmöglichkeiten im Bereich des Qualitätsmanagements entdeckt, eine professionelle und moderne Einstellung zum Thema Qualität entwickelt werden, Zusammenhänge zwischen externen und internen Erfolgsfaktoren verstehen, einige Methoden des Qualitätsmanagements anwenden und Spaß am Lernen und Arbeiten entwickeln können.

Bereits im Beruf stehende Praktiker werden dankbar feststellen, dass in diesem Workbook mal nicht über Qualitätsmanagementsysteme philosophiert wird, sondern konkrete Aufgabenstellungen aus der täglichen Arbeit angesprochen und vertieft werden. Ihnen kann dieses Workbook helfen, ihr Wissen zu aktualisieren und zu erweitern.

Ich wünsche für alle Vorhaben viel Erfolg!

Jürgen P. Bläsing  
im März 2018

## Inhaltsverzeichnis

Die Grundsätze der heutigen Qualitätsarbeit.....	7
Quality Basics: die Bausteine, der Weg.....	8
<b>Qualität und Nutzen.....</b>	<b>9</b>
Kundennutzen, Eigennutzen, Nutzen für die Gesellschaft.....	10
Nutzen ergibt die Qualitätsanforderungen .....	11
Anforderungen in Spezifikationen übersetzen .....	12
Verluste reduzieren, Eigennutzen steigern .....	13
Muda.....	13
Poka Yoke .....	14
Die fünf S.....	14
Die Basisorganisation der Qualität .....	16
<b>Qualität und Prüfen .....</b>	<b>17</b>
Die Prüfverfahren festlegen .....	18
Die Prüfunsicherheit beherrschen .....	19
Über Abweichungen entscheiden .....	20
Die richtigen Entscheidungen treffen .....	21
Die produzierenden Bereiche unterstützen.....	22
Die administrativen Bereiche unterstützen .....	22
Weitere wichtige Aufgaben .....	23
<b>Qualität und Geld.....</b>	<b>24</b>
Qualitätsaspekte deutscher Unternehmen.....	25
Qualität aus Sicht der Analysten und Aktionäre.....	25
Qualität der Vorstände.....	25
Qualität der Marke .....	26
Qualität im Geldvergleich.....	27
Qualität, gemessen am Umsatz.....	28
Qualität aus volkswirtschaftlicher Sicht.....	29
Qualität aus Sicht der Arbeitnehmer und Arbeitgeber .....	30
Das Modell der qualitätsbezogenen Kosten .....	31
Abweichungs- und Fehlerkosten .....	32
Prüfkosten .....	33
Prüfkostenkalkulation .....	34
Prüfzeitkalkulation .....	35
Präventivkosten .....	35
<b>Qualität und Risiko.....</b>	<b>36</b>
Risikomanagement.....	37
Failure Mode and Effects Analysis .....	38

Risiken erkennen und beherrschen .....	39
<b>Qualität und Recht.....</b>	<b>43</b>
Die Produkthaftung .....	44
Das CE-Zeichen .....	45
Die Produktsicherheit.....	46
Die Kontrolle und Transparenz im Unternehmen.....	47
<b>Qualität und Prozessführung .....</b>	<b>48</b>
Qualität braucht Prognosen und Modelle.....	49
Prognosemodell Normalverteilung.....	50
Tabelle der Normalverteilung.....	51
Strichliste und Histogramme.....	52
Wahrscheinlichkeitsnetz .....	52
Das Berechnen der Kenngrößen .....	53
Die Auslesepaarung .....	54
Das Stichprobenverfahren .....	55
Die Fähigkeit einer Maschine beurteilen.....	56
Die Prozesse steuern .....	57
Die Prozessfähigkeit.....	58
Das Prozessverhalten.....	59
Das Prozessportfolio .....	59
Die Precontrol-Regelkarte .....	60
Die Prozessverbesserung.....	61
Perspektive: Six Sigma Prozesse.....	62
<b>Qualität und Toleranzen.....</b>	<b>63</b>
Johannes Kepler realisiert Maßverkörperung .....	64
Ausgangspunkt: Das internationale Maßsystem.....	65
Die Längeneinheit.....	65
Die Winkeleinheit.....	66
Maßverkörperungen .....	67
Das Laser-Interferometer.....	67
Die Maßstäbe .....	68
Die Parallelendmaße .....	69
Die Winkelmaße .....	71
Koordinatensysteme .....	72
Toleranzen für Längenmaße .....	73
Form- und Lagetoleranzen .....	75
Perspektive: Statistische Tolerierung.....	76
<b>Qualität und Planung .....</b>	<b>78</b>
Computer Aided Quality Management.....	79

Funktionen eines CAQ-Systems.....	80
Stammdatenverwaltung.....	80
Prüfplanung.....	81
Prüfdatenerfassung.....	82
Prüfdatenverarbeitung.....	83
Prüfdatenverwaltung.....	83
Perspektive: Graphische Prüfplanung.....	83
<b>Qualität und Prüftechnologie.....</b>	<b>84</b>
Mehrstellenmessgeräte.....	85
Prüfautomaten.....	86
Koordinatenmessgeräte.....	88
Messprinzip.....	88
Koordinatentransformation.....	89
Programmierung.....	89
Hardware.....	90
Programme.....	91
<b>Qualität und Prüfmittel.....</b>	<b>92</b>
Auswahl geeigneter Prüfmittel.....	93
Überwachung der eingesetzten Prüfmittel.....	94
Überwachungsintervalle festlegen.....	95
Abweichungen der Prüfmittel.....	96
Systematische Abweichungen.....	96
Zufällige Abweichungen.....	96
Messmittelfähigkeit.....	97
Messunsicherheit.....	97
Berücksichtigung der Messunsicherheit bei Messergebnissen.....	98
Abschätzen des Messunsicherheitsbudgets.....	99
Ursachen von Messabweichungen.....	99
Abplattung bei mechanischem Antasten.....	99
Längenänderung aufgrund Eigengewicht und Messkraft.....	100
Durchbiegung in Abhängigkeit der Werkstückauflage.....	100
Durchbiegung bei mechanischem Antasten.....	100
Messabweichungen erster Ordnung (Abbesche Prinzip).....	101
Messabweichung zweiter Ordnung.....	101
Temperatureinfluss und Längenänderung.....	102
Sehnenmessung und Schiefelage.....	102
Umkehrspanne.....	103
Taylorsche Grundsatz für Bohrungslehren.....	103
Abweichungen von Lehren.....	103
Beurteilung von Prüfvorrichtungen.....	104
Kenngrößen in der Übersicht.....	105

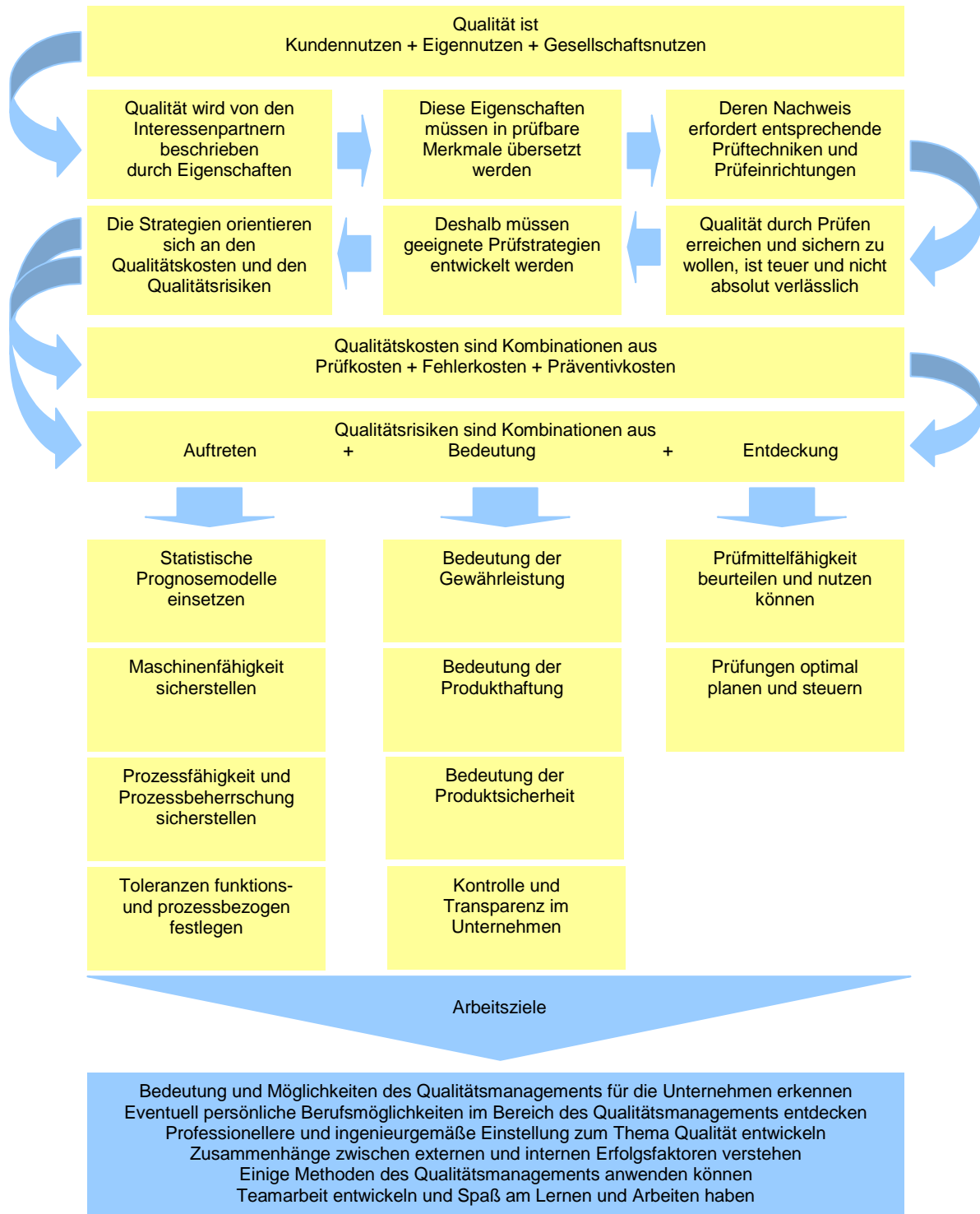
## Die Grundsätze der heutigen Qualitätsarbeit

1. Machen Sie das Prinzip der „ständigen Verbesserung“ aller Leistungen zum Unternehmensziel.
2. Nehmen Sie neue Denkweisen an. Die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ändern sich beständig.
3. Beenden Sie die Abhängigkeit von der Vollkontrolle und von Routineprüfungen. Qualität über Prüfungen zu verbessern, dauert zu lange und ist zu teuer.
4. Beenden Sie die Praxis, Geschäfte allein auf der Basis niedrigster Preise zu machen. Nicht die billigste Lösung ist auch die beste.
5. Verbessern Sie ständig und für immer die Produktions- und Servicesysteme. Suchen Sie die Probleme. Die Qualität wird durch Teamarbeit geschaffen.
6. Schaffen Sie moderne Ausbildungsmöglichkeiten. Qualifizierte und motivierte Menschen sind die wichtigste Ressource Ihres Unternehmens.
7. Sorgen Sie für das richtige Führungsverhalten. Die meisten Menschen arbeiten in komplexen Systemen und haben nur einen begrenzten Handlungsspielraum. Helfen Sie ihnen, ihren Job besser zu machen.
8. Beseitigen Sie jede Atmosphäre der Angst. Niemand kann sich entfalten, wenn er sich nicht sicher fühlen kann.
9. Reißen Sie die Barrieren zwischen den Abteilungen ein. Entwickler, Konstrukteure, Verkäufer und Produktionsexperten sollen im Team zusammenarbeiten.
10. Vermeiden Sie allgemeine Slogans, Ermahnungen oder Zielsetzungen zur besseren Arbeit und höheren Produktivität. Wenn Sie keine entsprechenden Lösungen anbieten, hilft dies niemandem, seine Arbeit besser zu tun.
11. Beseitigen Sie rein zahlenmäßige Leistungsvorgaben für das Management und die Werker. Diese Vorgaben sind zu oft willkürlich. Den „durchschnittlichen“ Mitarbeiter gibt es nicht, ungenutzte Reserven sind die Folge.
12. Beseitigen Sie alle Barrieren, die Angestellte und Werker daran hindern, stolz auf ihre Arbeit zu sein.
13. Fördern Sie ein durchgängiges Aus- und Weiterbildungsprogramm vom Management bis zum Werker in den neuen Methoden, im Teamwork und in statistischen Methoden.
14. Sorgen Sie dafür, dass eine ausreichende Zahl von geeigneten Mitarbeitern dieses Programm versteht und weiterträgt.

nach W. Edwards Deming (Out of the Crisis)



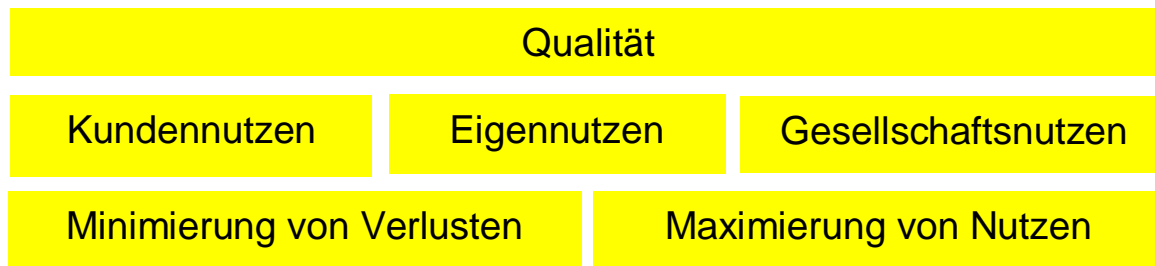
## Quality Basics: die Bausteine, der Weg



# Qualität und Nutzen

*Wo Qualität nicht fest im Unternehmen verankert ist, kommt sie nie zustande.  
Phil Crosby*

## Kundennutzen, Eigennutzen, Nutzen für die Gesellschaft



Unter dem Begriff „Qualität“ werden alle Eigenschaften eines Gegenstandes oder einer Tätigkeit zusammengefasst, die in ihrer Summe das „Typische“ und „Unverwechselbare“ ausmachen (Aristoteles geb. 384 v.Chr.). Theodor Heuß bezeichnete 1954 Qualität als „das Anständige“.

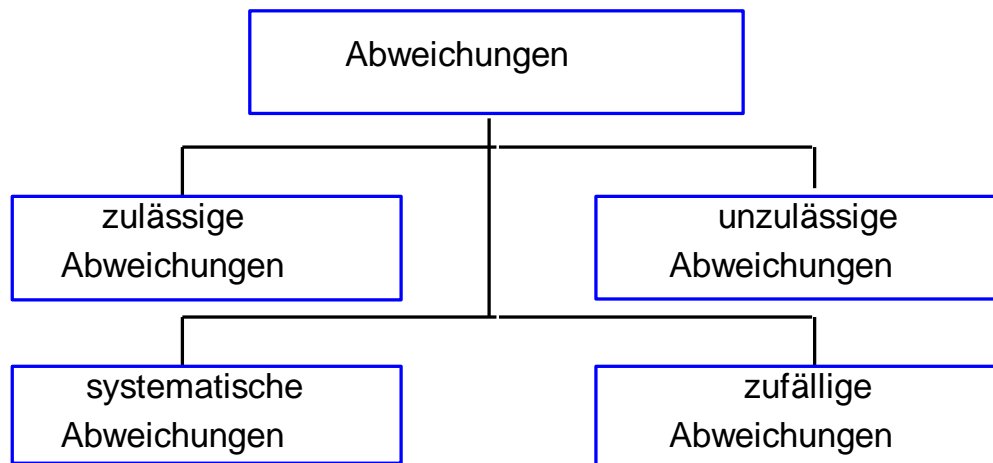
In der alltäglichen Praxis wird Qualität als summarischer Begriff „Zweckeignung“ (fitness for use) für den Gebrauch verstanden. Einzelne Eigenschaften werden dabei durch gesetzliche Auflagen, durch Werbung oder im Verbraucherverhalten besonders hervorgehoben.

Das, was Qualität ausmacht, ist nicht statisch ein für allemal festlegbar. Die Meinung über und die Maßstäbe der Qualität verändern sich (running target), die Anforderungen werden höher, der internationale Wettbewerb zwingt alle Anbieter zu immer „höherer Qualität“ ihres Angebots für den Käufer, gegenüber dem Wettbewerb und besserer Beherrschung der eigenen Fertigung. In diesem Zusammenhang hat sich in den letzten Jahren der Qualitätsbegriff vom Produkt und der konkreten Dienstleistung immer mehr entfernt und auf das gesamte Unternehmen (Total Quality Management) ausgedehnt.

In der industriellen Praxis wird Qualität produktbezogen als „Erfüllung vorgegebener Forderungen“ verstanden. Qualität wird dabei auf einzelne Eigenschaften (prüfbare Merkmale) und in Verbindung mit statistischen Größen verwendet (z.B. Fehlerfreiheit 99,9 Prozent).

Qualität und die notwendigen Kosten, diese zu erreichen und zu halten, führte etwa ab 1985 zu einer Erweiterung des industriellen Qualitätsbegriffs durch Genichi Taguchi (Japan, USA). Qualität ist danach erreicht, wenn die Minimierung von Verlusten erreicht wird. Verluste durch „Nicht-Qualität“ entstehen sowohl für das Unternehmen selbst (Ausschuss, Nacharbeit, Fehlleistungen), den Kunden (Ausfälle, Reklamationen, Unzufriedenheit, unzureichende Gebrauchsdauer), wie auch für die Gesellschaft (Umweltbelastung bei Herstellung und Transport, Akzeptanzprobleme, ungelöste Beseitigung nach Nutzungsende). Ideales Ziel der Qualitätsarbeit ist es nach diesem Ansatz, ein gleichzeitiges Minimum aller Verluste.

## Über Abweichungen entscheiden



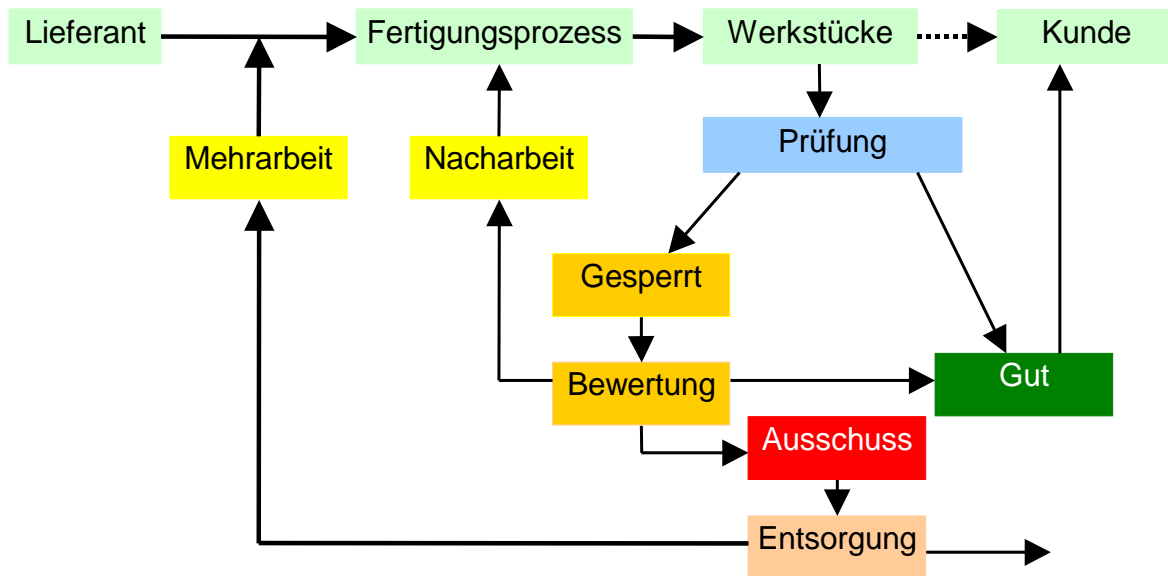
Die Toleranzen sind zulässige Abweichungen des Werkstücks, nicht des Prüfmittels. Das Sollmaß  $S$  (auch Nennmaß) wird durch die obere (OT, OSG) und die untere (UT, USG) Toleranzgrenze, bzw. Spezifikationsgrenze („Höchstmaß  $G$ “ und „Mindestmaß  $K$ “) toleriert.

Diese „zulässigen“ Abweichungsgrenzen sind ein Kompromiss zwischen den funktionalen Forderungen der Konstruktion (je genauer, desto bessere Funktionserfüllung) und der wirtschaftlich machbaren Genauigkeit der Herstellprozesse (je größer, desto kostengünstiger die Produktion).

Die in industriellen Fertigungsprozessen erzeugten Werkstücke entstammen einer Serie nacheinander produzierter Einheiten. Obwohl die Einheiten unter weitgehend „gleichen“ Bedingungen (Maschine, Einstellung, Werkzeuge, Werker, Schmiermittel u.a.m.) hergestellt werden, streuen die Ergebnisse. Diese Maßabweichungen haben systematisch wirkende Ursachen (z.B. Verschleiß des Werkzeuges, Temperaturverhalten der Maschine) und zufällig wirkende Ursachen (z.B. Schwingungen, Zustand der Maschine, Einwirkungen von Außen).

Liegt das Istmaß  $I$  außerhalb der festgelegten Grenzen, dann ist der Messgegenstand (Werkstück) mit „unzulässigen“ Abweichungen behaftet (außerhalb der „zulässigen“ Toleranzgrenzen). Aber nicht jede Toleranzüberschreitung bedeutet in der Praxis, daß ein „Fehler“ oder ein „fehlerhaftes Produkt“ vorliegt. Über deren weitere Verwendungsfähigkeit muss in Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Konstruktion (Angsttoleranzen) und in Abstimmung mit dem Kunden (Funktionsreserven) entschieden werden.

## Die richtigen Entscheidungen treffen



Mit jeder Prüfung müssen stets Entscheidungen verbunden sein! Diese Entscheidungen können sein: „Gut“, „Gesperrt“, „Nacharbeit“, „Ausschuss“ u.a.m. Zielsetzung ist, dass durch geschickte Prozessführung und optimale Qualitätssicherung der Anteil „guter“ Produkte, also Produkte, die ohne zusätzliche Prüfungen zum Kunden gehen, gegen 100 Prozent geht. Jeder darunter liegende Anteil führt zu Verlusten durch unnötige Kosten und Verzögerungen.

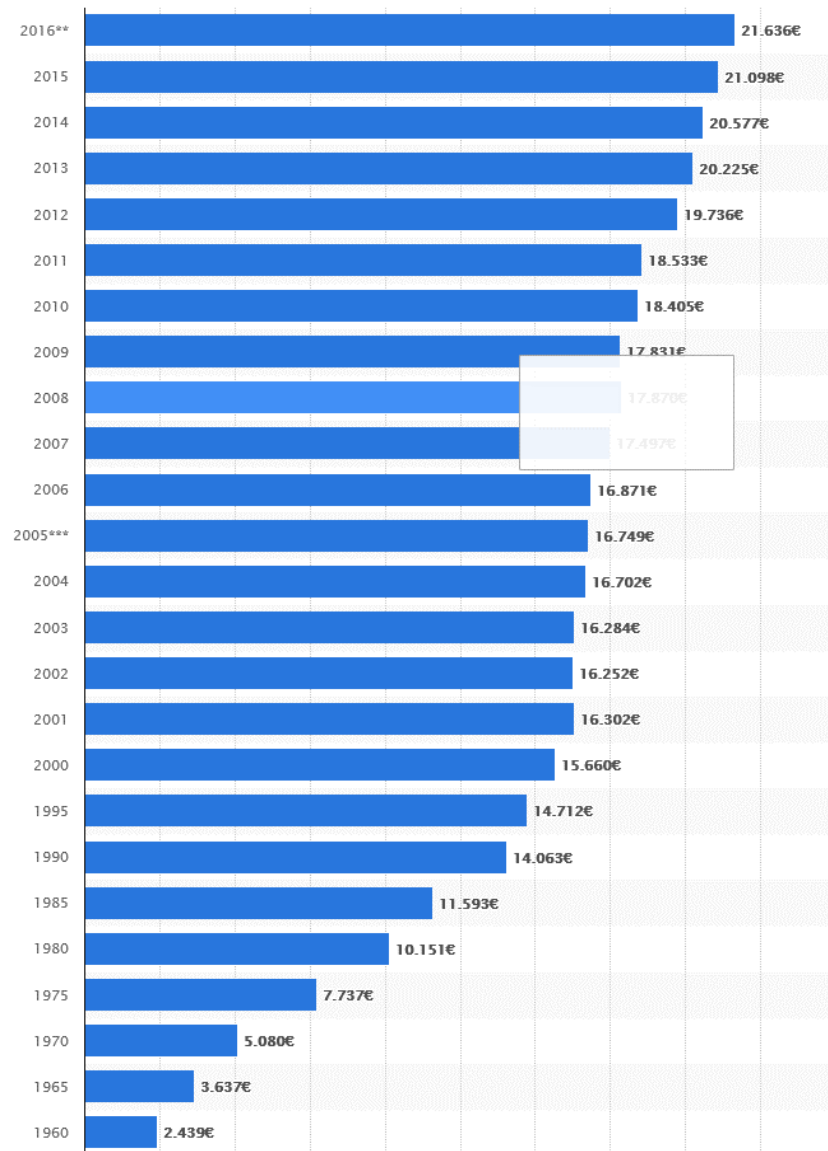
Aus dem Ergebnis der Prüfung können unterschiedliche Folgerungen gezogen werden, z.B. im Hinblick auf die Qualität

- des verwendeten Materials (Chargenqualität),
- des Lieferanten, der Material oder Werkstücke liefert (Lieferantenfähigkeit),
- des Prüfobjektes selbst (Einhalten vorgegebener Spezifikationen),
- der verwendeten Maschine (Maschinenfähigkeit),
- der Fertigungsprozesses, durch die das Werkstück hergestellt wurde (Prozessfähigkeit),
- der Prüfung selbst (Messgeräteeignung, Sorgfalt der Prüfung).

Das Prüfen sollte niemals Selbstzweck sein. Das ist zu teuer. Eine Dokumentation der Prüfergebnisse alleine rechtfertigt keine Prüfung. Prüfungen aus denen keinerlei Folgerungen gezogen werden, müssen aus Kostengründen unterbleiben.

## Qualität aus volkswirtschaftlicher Sicht

Verfügbares Einkommen je Arbeitnehmer in Deutschland von 1960 bis 2016



Durchschnittliches verfügbares Einkommen\*

## Qualität aus Sicht der Arbeitnehmer und Arbeitgeber

Die 25 besten Arbeitgeber Deutschlands für 2018

Platz	Arbeitgeber
1	adidas
2	Google Germany
3	Bayer
4	BMW
5	Daimler
6	SAP
7	PUMA
8	Flughafen München
9	Audi
10	Diringer & Scheidel
11	Stadtwerke Osnabrück
12	Cisco Systems
13	Volkswagen
14	Vector Informatik
15	Bauder
16	Stadtwerke Kiel
17	Busch-Jäger
18	Porsche
19	Witzenmann
20	Datev
21	dm drogerie markt
22	Beiersdorf
23	SWN Stadtwerke Neumünster
24	AOK Hessen
25	Techniker Krankenkasse
26	Airbus Group
27	Koenig & Bauer Group
28	John Deere
29	Südzucker
30	Microsoft Deutschland

Quelle: FOCUS

## Die Produktsicherheit

Am 22. April 1997 wurde das Gesetz zur Regelung der Sicherheitsanforderungen an Produkte (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG) veröffentlicht. Damit werden Fragen der Warnung der Öffentlichkeit und des Rückrufes unsicherer Produkte gesetzlich geregelt. Für Hersteller und Händler entstehen daraus ernstzunehmende Pflichten. Ordnungswidrigkeiten können mit einer Geldbuße bis zu fünfzigtausend EURO geahndet werden.

### Welche Pflichten hat der Hersteller?

(§4) Der Hersteller darf ein Produkt nur dann in den Verkehr bringen, wenn es sicher ist. Er hat

- dem Verbraucher die erforderlichen Angaben zu machen, damit dieser eine Gefahr, die von dem Produkt während der üblichen oder zu erwartender Gebrauchsdauer ausgeht, beurteilen und sich dagegen schützen kann,
- den Eigenschaften des Produktes angemessene Maßnahmen zu ergreifen, um eine vom Produkt ausgehende Gefahr zu erkennen und diese abzuwehren, dies gilt auch für Produkte, die bereits zuvor in den Verkehr gebracht worden sind.

### Was ist ein sicheres Produkt?

(§6) Ein Produkt ist sicher, wenn von ihm bei bestimmungsgemäßer oder zu erwartender Verwendung unter Einbeziehung der üblichen oder zu erwartender Gebrauchsdauer keine

- erhebliche,
- mit der Art der Verwendung nicht zu vereinbarende und
- bei Wahrung der jeweils allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht hinnehmbare Gefahr für die Gesundheit und Sicherheit von Personen ausgeht.

### Wie wird Sicherheit beurteilt?

Die Beurteilung der Sicherheit eines Produktes erstreckt sich insbesondere

- auf die Eigenschaften eines Produktes einschließlich seiner Zusammensetzung, Verpackung, der Anleitungen für seinen Zusammenbau und der Wartung,
- seine Einwirkungen auf andere Produkte, soweit seine Verwendung mit anderen Produkten zusammen zu erwarten ist,
- seine Darbietung, Aufmachung im Handel, Kennzeichnung, die Anweisungen für seinen Gebrauch und seine Beseitigung sowie die sonstigen Angaben oder Informationen durch den Hersteller,
- besondere Verbrauchergruppen, die bei der Verwendung des Produktes einer größeren Gefährdung ausgesetzt sind als andere, besonders Kinder.

### Warnung vor nicht sicheren Produkten

(§8) Nach dem Inverkehrbringen darf die zuständige Behörde anordnen, dass alle, die einer von einem Produkt ausgehenden Gefahr ausgesetzt sein können, rechtzeitig in geeigneter Form, insbesondere durch den Hersteller, auf diese Gefahr hingewiesen werden. Die Behörde selbst darf die Öffentlichkeit warnen, wenn bei Gefahr im Verzug andere ebenso wirksame Maßnahmen, insbesondere Warnungen durch den Hersteller, nicht getroffen werden können.

### Rückruf nicht sicherer Produkte

(§9) Die zuständige Behörde darf den Rückruf eines in den Verkehr gebrachten nicht sicheren Produktes anordnen, solche Produkte sicherstellen und, soweit die Gefahr für den Verbraucher auf andere Weise nicht zu beseitigen ist, ihre Vernichtung veranlassen. Sie sieht von diesen Maßnahmen ab, wenn die Abwehr der von dem Produkt ausgehenden Gefahr durch eigene Maßnahmen des Herstellers oder Händlers sichergestellt wird.



## Die Kontrolle und Transparenz im Unternehmen

Mit Risikomanagement den Unternehmenswert sichern

Werterhaltung und Wertsteigerung eines Unternehmens sind für Shareholder ebenso wichtig wie für die Stakeholder. Vorstände und Geschäftsführer sind gefordert. Dazu gehört auch die funktionsfähige präventive Unternehmensüberwachung. Mit dem Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) werden sie gesetzlich verpflichtet, ein wirksames System mit Früherkennung existenzgefährdender Entwicklungen (Risiken) einzurichten.

Doch nicht nur Aktiengesellschaften sind dazu verpflichtet. Auch mittelständische Unternehmen in anderer Rechtsform sind von den Bestimmungen betroffen, wenn sie zwei der drei nachfolgenden Kriterien erfüllen: Bilanzsumme > 3,44 Mio. EUR; Umsatz > 6,87 Mio. EUR; Mitarbeiterzahl > 50. Die Umsetzung des Risikomanagements wird von unabhängigen Wirtschaftsprüfern im Rahmen der Abschlussprüfung überprüft.

Es wird keine Unternehmung geben, die völlig risikofrei wirtschaften kann. Keine Chance ohne Risiko! So stellt sich die Frage nach der Angemessenheit von Gefährdungen permanent und muss täglich neu beantwortet werden. Nur ungern verwenden manche Unternehmer dafür das Wort „Risiko“. Sie sprechen dann lieber von „Special Situations“ oder von „Kritischen Erfolgsfaktoren“.

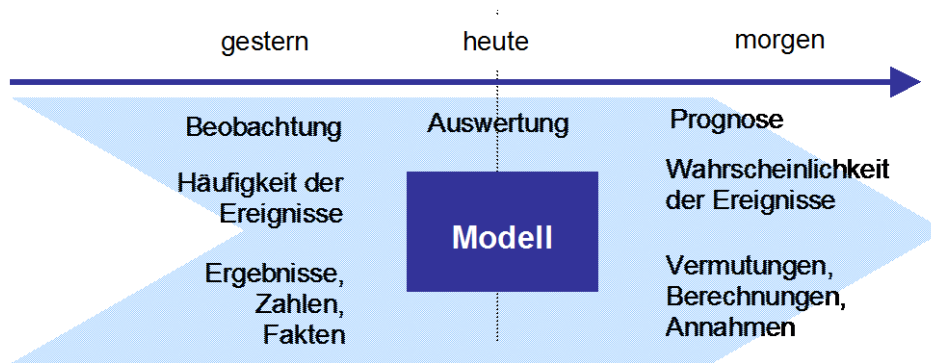
Um das Risikomanagement effektiv, effizient und anerkannt umzusetzen, empfiehlt sich der Aufbau eines Abwehr- und Verhütungssystems nach der Top-down-Strategie. Über den methodischen Ansatz der Failure Mode and Effects Analysis FMEA entstehen über das ganze Unternehmen vergleichbare Risikoprofile (Risikoprioritäten). Das Festlegen von gezielten Maßnahmen (Sofortmaßnahmen, Veränderungsprojekte, Prozesssicherung, Mitarbeitertraining) schließt die aufwendigen Analysearbeiten ab.

# Qualität und Prozessführung

*Es gibt drei Arten von Lügen, die einfache Lüge,  
die verdammte Lüge und die Statistik.  
Benjamin Disraelis*

*Glaube keiner Statistik,  
die Du nicht selbst  
gefälscht hast!*

## Qualität braucht Prognosen und Modelle

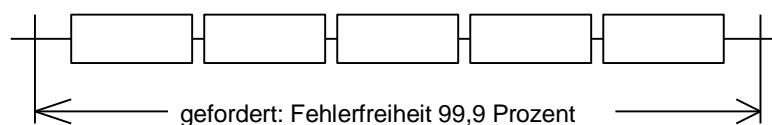


Um aufgrund von Beobachtungen von Maschinen und Prozessen einigermaßen zuverlässige Aussagen über Produktivität oder Fehleranteile heute und morgen ableiten zu können, benötigt man geeignete Prognosemodelle. Neben sehr einfachen Modellen („So wie es war, so wird es bleiben“) spielen die statistisch begründeten Modelle im Qualitätsmanagement eine wichtige Rolle.

Jede Aussage zum Geschehen in der Vergangenheit (zum Beispiel die Ergebnisse aus einer Messreihe über gefertigte Werkstücke) ist mit der Unsicherheit der eingesetzten Messtechnik (Messunsicherheit) behaftet. Jede Aussage in die Zukunft (Prognose) ist mit oft erheblichen Unsicherheiten behaftet. In der Statistik wird diese Unsicherheit als „Vertrauensbereich“ der Prognose bezeichnet. Allgemein gilt, je kleiner eine Stichprobe, desto größer der Vertrauensbereich, sprich, die Unsicherheit der Prognose.

Werte aus der Vergangenheit (aus der Beobachtung) erhalten den Begriff „Häufigkeit“, Werte in der Zukunft (in der Prognose) den Begriff „Wahrscheinlichkeit“ (Probability).

Die Wahrscheinlichkeit ist definiert als Verhältnis der Zahl der „positiven“ Ereignisse zur Zahl der möglichen Ereignisse. Die Wahrscheinlichkeiten voneinander abhängiger Ereignisse (logisch und) werden multipliziert:  $P_{ges} = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_{...}$

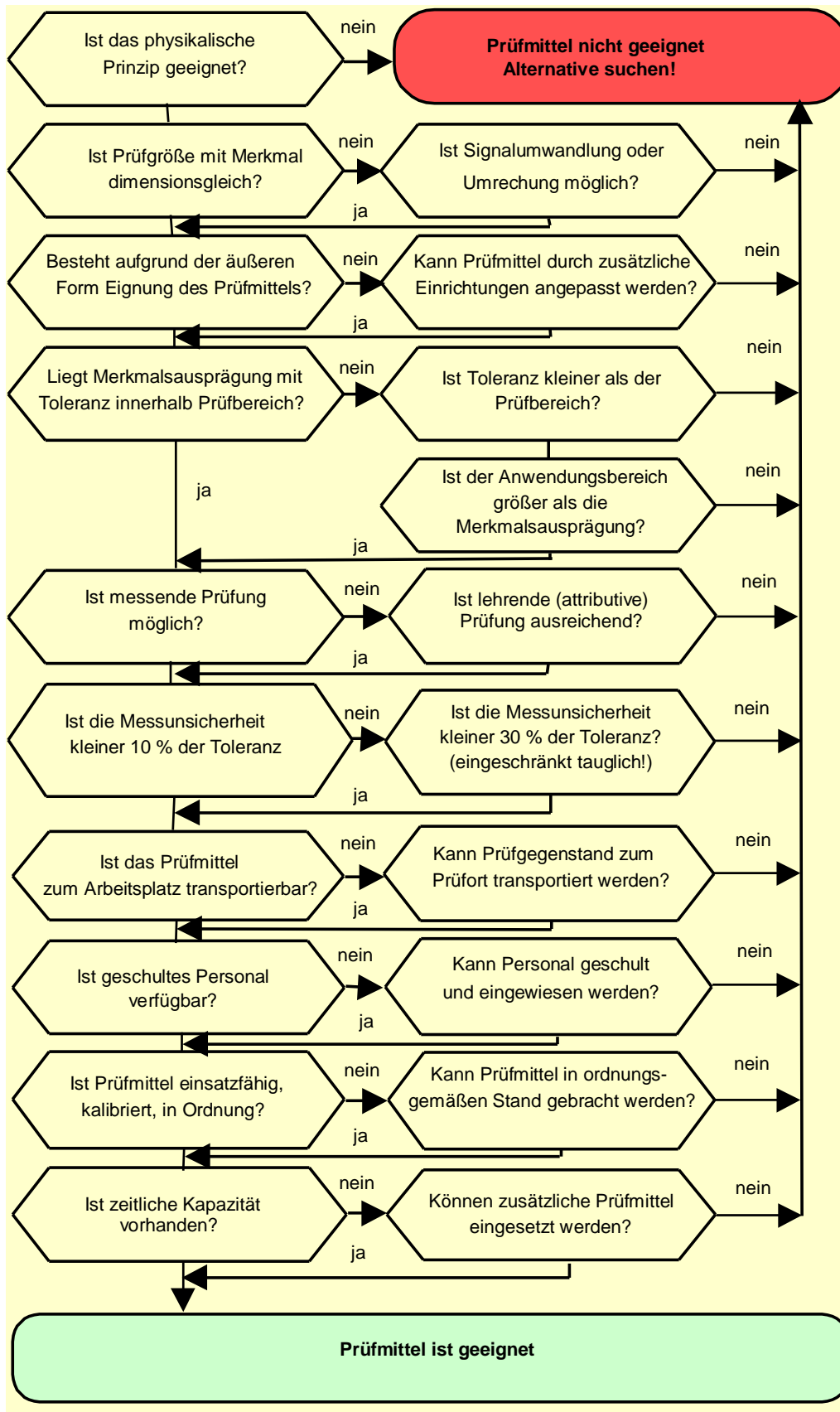


Prozesskette besteht aus	gefordert je Stufe	bedeutet je Stufe	Fähigkeit Cp je Stufe
1 Stufe	99,90 Prozent	10 : 10.000	1,10
2 Stufen	99,94 Prozent	6 : 10.000	1,15
3 Stufen	99,97 Prozent	3 : 10.000	1,20
5 Stufen	99,98 Prozent	2 : 10.000	1,23
7 Stufen	99,99 Prozent	1 : 10.000	1,30
10 Stufen	99,992 Prozent	0,8 : 10.000	1,32
20 Stufen	99,995 Prozent	0,6 : 10.000	1,50

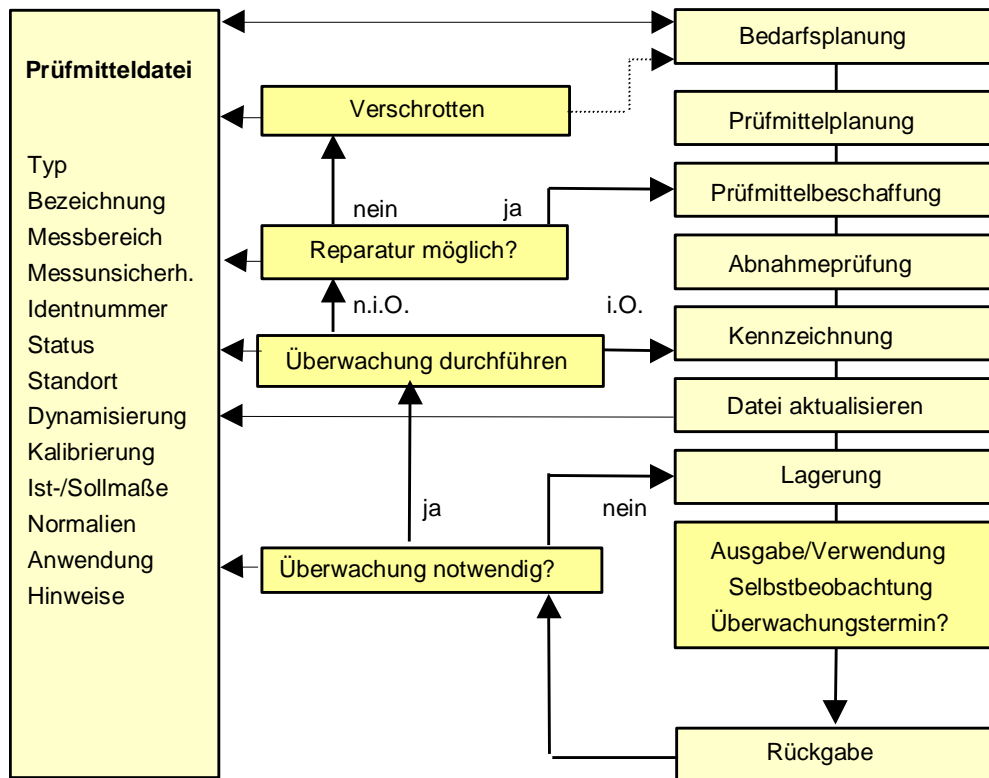
# Qualität und Prüfmittel

*Eine Prüfmittelüberwachung sollte aufrechterhalten werden,  
um Vertrauen in Entscheidungen oder Maßnahmen herbeizuführen,  
die auf Messergebnisse beruhen.  
DIN EN ISO 9004-1*

## Auswahl geeigneter Prüfmittel



## Überwachung der eingesetzten Prüfmittel



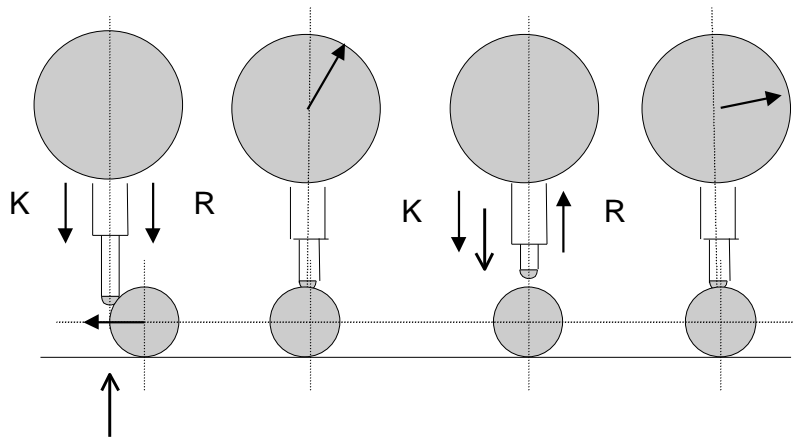
Der einwandfreie Zustand aller im Betrieb verwendeten Prüfmittel soll durch ein Überwachungssystem sichergestellt werden. Die fortlaufende Überwachung von systematischen und zufälligen Abweichungen der Prüfmittel, deren Zuverlässigkeit und Einsatzfähigkeit ist die Voraussetzung für einwandfreie Prüfergebnisse.

Der Prüfmittelüberwachung kommt im Zusammenhang mit der „Produkthaftung“ als Entlastungsbeweis besondere Bedeutung zu. Die Ablauforganisation zur Prüfmittelüberwachung muss festgelegt werden und im Audit überwacht werden.

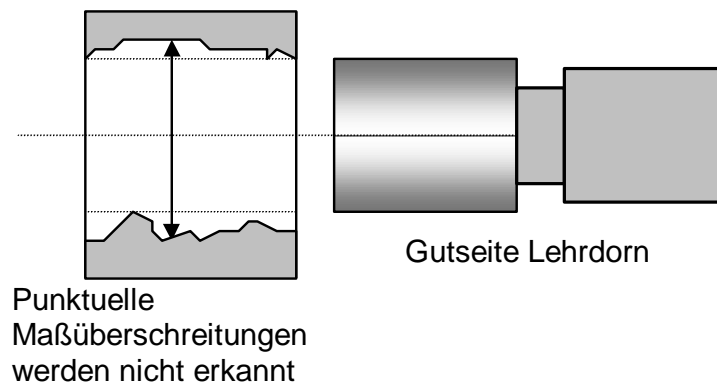
Bei einem kleinen Prüfmittelpark genügt es, die Prüfmittel mit einer Farbe oder Marke für den nächsten Überwachungstermin ähnlich zu kennzeichnen. Wird zusätzlich eine einfache Kartei geführt, dann lassen sich die Überwachungstermine besser einhalten. Durch Einsatz eines EDV-Systems lassen sich viele Regelungen automatisieren. Ergebnisse der rechnerunterstützten Prüfmittelüberwachung sind ein aktuelles Verzeichnis aller Prüfmittel, keine Überschreitung von Überwachungsterminen sowie Kenntnisse über Verwendung und Verschleißzustand der im Betrieb vorhandenen Prüfmittel.

Die Überwachung der Prüfmittel beruht auf dem Vergleich mit einem Normal oder mit einem Normalgerät (Kalibrierung). Sie wird häufig durch den Betrieb selbst vorgenommen. In größeren Unternehmen werden die Prüfmittel durch ein übergeordnetes Labor, die A-Stelle, überwacht, die ihre Prüfmittel von einer Kalibrierstelle oder durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) prüfen lässt.

### Umkehrspanne

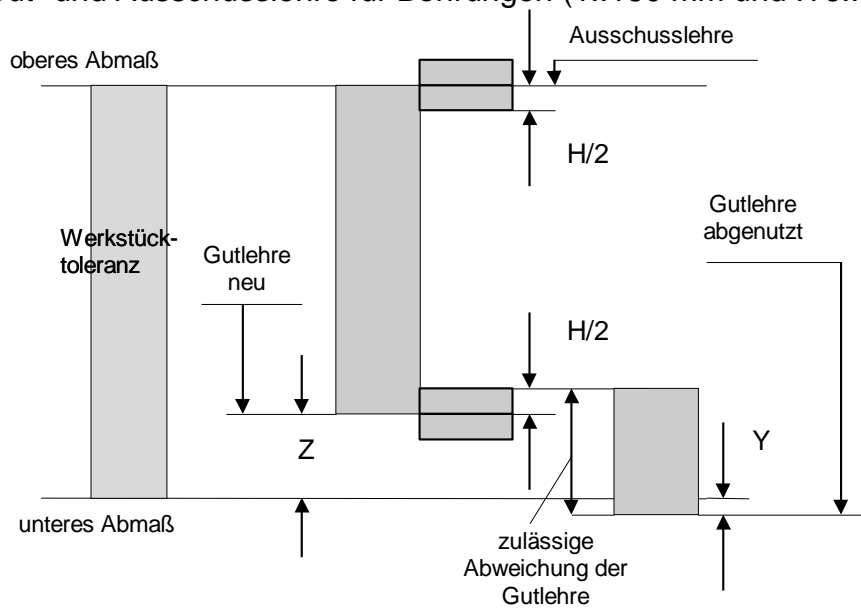


### Taylor'sche Grundsatz für Bohrungslehren

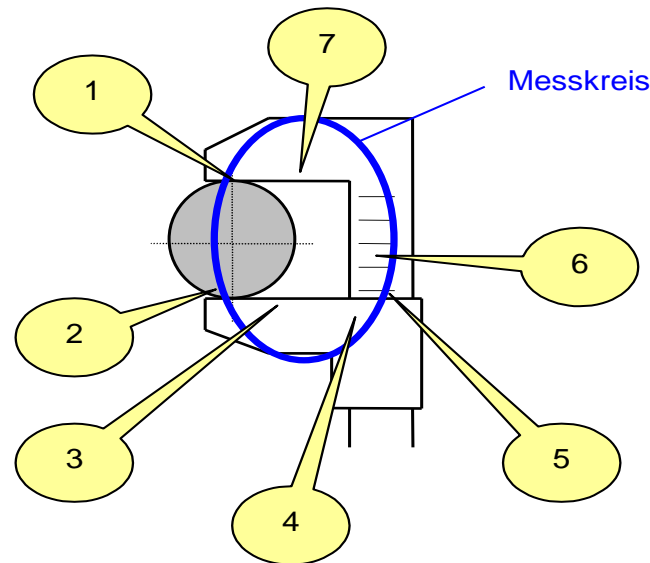


### Abweichungen von Lehren

Maße der Gut- und Ausschusslehre für Bohrungen (1..180 mm und IT6..IT8)



## Beurteilung von Prüfvorrichtungen



Der Messkreis dieser Messvorrichtung enthält zum Beispiel 7 Abweichungselemente, die bei einer Abschätzung der Messunsicherheit berücksichtigt werden müssen. Die in jedem Element möglichen Abweichungen werden sachkundig geschätzt und nach dem Fortpflanzungsgesetz überlagert.

	Element	Bedingung	geschätzt in $\mu\text{m}$	Grafik
1	Abplattung	bei $F = 5 \text{ N}$	1	
2	Abplattung	bei $F = 5 \text{ N}$	1	
3	Durchbiegung	Abstand = 30 mm	2	
4	Führungsabweichung	bei 30 mm und $\varphi = 1'$	10	
5	Ableseunsicherheit	Strichablesung	10	
6	Maßstabsabweichung	bei 25 mm	5	
7	Durchbiegung	bei 30 mm	2	

$$U_{\text{ges}} = \sqrt{1^2 + 1^2 + 2^2 + 10^2 + 10^2 + 5^2 + 2^2} = \sqrt{235} = 15,3 \mu\text{m}$$

Bei der Bedingung, dass die Messunsicherheit nicht größer als 10 Prozent der nachzuweisenden Toleranz sein sollte, ergibt sich aus dieser Abschätzung, dass diese einfache Vorrichtung für Toleranzen  $> 150 \mu\text{m}$  ohne Bedenken eingesetzt werden kann. Die Aufstellung zeigt, dass konstruktive Verbesserungspotenziale in der Führung und in der Ablesung liegen.



## Kenngrößen in der Übersicht

### Messungsgenauigkeit

Die Messungsgenauigkeit ist der Unterschied zwischen dem beobachteten Messwertdurchschnitt einer Messreihe und dem wahren Wert des Messmerkmals. Als Messobjekt dient hier ein Kalibrier- oder Einstellstück, dessen Maß hinreichend bekannt ist. Die Messungsgenauigkeit ist eine typische systematische Abweichung.

### Messunsicherheit (Wiederholbarkeit)

Unter der Messwiederholbarkeit (Messunsicherheit) versteht man das Streuen der Messwerte, das auftritt, wenn ein Benutzer dasselbe Messmittel zum Messen identischer Merkmale von gleichen Werkstücken benützt. Diese Größe wird auch mit "r" repeatability bezeichnet. Die Messunsicherheit  $u$  wird zur Beurteilung von Messmitteln verwendet.

### Vergleichbarkeit

Wenn verschiedene Benutzer das gleiche Messmittel in einer Messreihe am gleichen Objekt benutzen, wird sich trotzdem im Vergleich ein voneinander unterschiedlicher Mittelwert einstellen. Diese Mittelwertabweichung wird mit „Vergleichbarkeit“ oder „R“ reproducability bezeichnet. Sie wird analog zur Messunsicherheit angegeben.

### Stabilität

Werden zwei Messreihen zu unterschiedlichen Zeitpunkten vom gleichen Prüfer mit dem gleichen Messmittel durchgeführt, kann es aufgrund von geräte- oder umfeldspezifischen Eigenschaften zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen.

### Linearität

Besitzt ein Messgerät innerhalb des Messbereichs Abweichungen systematischer Art (z.B. durch Federkennlinien) spricht man von Linearitätsabweichungen. Sie sind grundsätzlich korrigierbar, werden oft aber vereinfachend der Messunsicherheit zugeschlagen (z.B. 1 % des Messbereichs).

### Brauchbarkeit (Toleranzausnutzung)

Das Verhältnis aus Messunsicherheit und dem zu messenden Bereich (z.B. Toleranz oder Klassenbreite bei Paarungsauswahl) ist eine Kenngröße, die die Brauchbarkeit  $V$  des Messmittels ausdrückt:  $V < 10\%$  uneingeschränkt brauchbar,  $10 \leq V \leq 30\%$  bedingt tauglich,  $V > 30\%$  nicht brauchbar

### Empfindlichkeit

Das Verhältnis zwischen Anzeigewert (z.B. 1,8 mm) und zugehöriger Messgröße (z.B. 0,001 mm) wird Empfindlichkeit (z.B. 1800 mm/mm) genannt. Sie verändert sich bei Nichtlinearität über den Messbereich)

### Auflösung

Auflösung ist die quantitative Angabe, zwischen zwei unmittelbar nebeneinander liegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden. Sie sollte kleiner als 2% der Toleranz sein. Eine Messeinrichtung ist ungeeignet, wenn die Auflösung  $>5\%$  ist