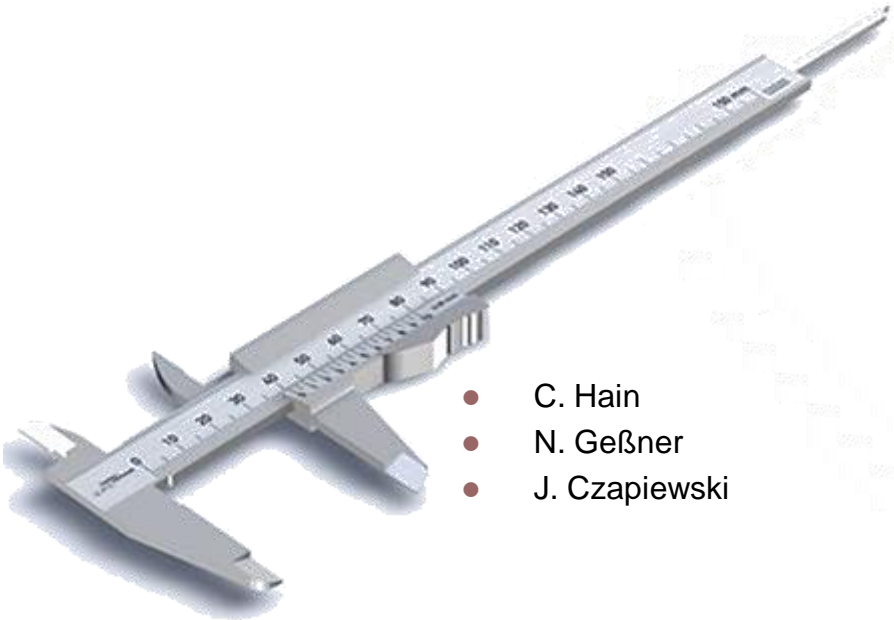


Messsystemanalyse / Prüfmittelfähigkeit

MSA → **M**easurement – **S**ystem – **A**nalysis (**M**esssystemanalyse)

PMFU → **P**rüfmittelfähigkeitsuntersuchung

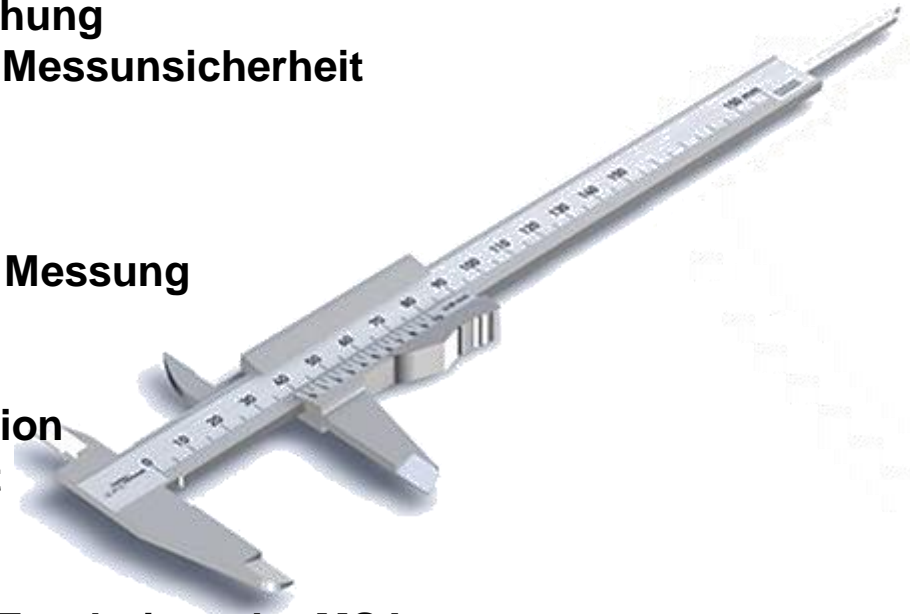
MMFU → **M**essmittelfähigkeitsuntersuchung



- C. Hain
- N. Geßner
- J. Czapiewski

Mess-System Analyse (MSA)

- 1. Einleitung
 - 1.1 Historie
 - 1.2 Definition
 - 1.3 Ziele der MSA
- 2. Messunsicherheit
 - 2.1 Einflussfaktoren auf die Messung
 - 2.2 systematische Abweichung
 - 2.3 zufällige Abweichung
 - 2.4 Auswirkung der Messunsicherheit
- 3 Analyseverfahren
 - 3.1 Übersicht
 - 3.2 Unterschiede
 - 3.3 Auswertung der Messung
- 4. Auswertung
 - 4.1 Genauigkeit
 - 4.2 Wiederholpräzision
 - 4.3 Vergleichbarkeit
 - 4.4 Stabilität
 - 4.5 Linearität
 - 4.6 Beurteilung der Ergebnisse der MSA



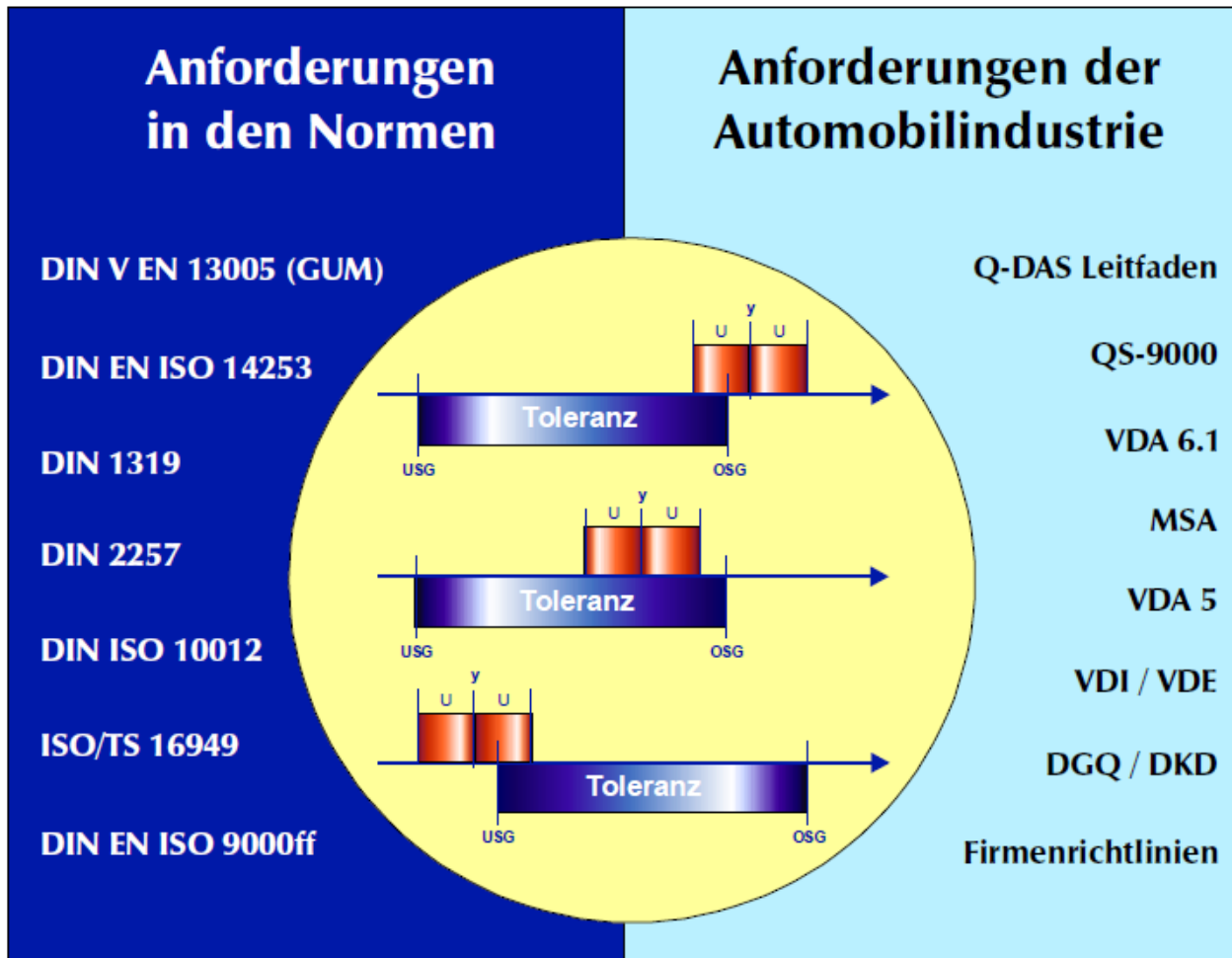
Prüfmittelfähigkeit

- **4. Auswertung**
 - **4.1 Genauigkeit**
 - **4.2 Wiederholpräzision**
 - **4.3 Vergleichbarkeit**
 - **4.4 Stabilität**
 - **4.5 Linearität**
 - **4.6 Auflösung**
 - **4.7 Beurteilung der Ergebnisse der MSA**

- **5. Prüfmittelfähigkeit**
 - **5.1 Ziele der Prüfmittelfähigkeitsuntersuchung**
 - **5.2 Durchführung der Untersuchung**
 - **5.3 Auswertung der Prüfmittelfähigkeitsuntersuchung**
 - **5.4 Konsequenzen aus der Prüfmittelfähigkeitsuntersuchung**



1. Einleitung / Basis Anforderungen



1. Einleitung / Basis Anforderungen

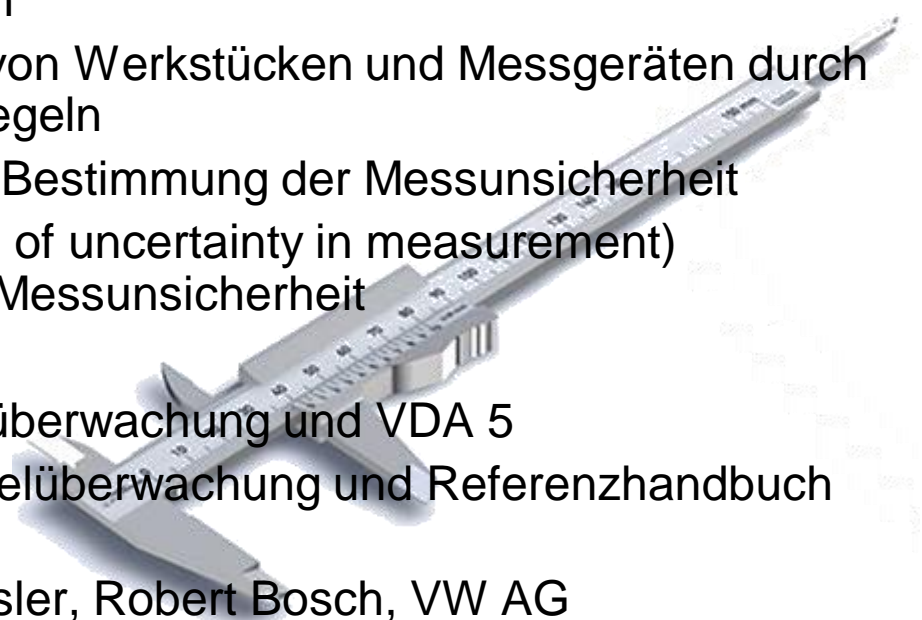
- Die Beurteilung der Herstellungsprozesse basieren heutzutage auf Messwerten
- Wie genau sind diese Messwerte?
- Messwerte müssen mit ausreichender Genauigkeit, bezogen auf die Toleranz bzw. Prozessstreuung erfasst werden



1. Einleitung / Basis Anforderungen

Anforderungen an Messsysteme und Messgeräte werden gestellt durch:

- QS 9000 MSA(Mess-System Analyse) Referenzhandbuch
- DIN EN ISO 9001:1994 im Qualitätselement 4.11
- DIN EN ISO 9001:2000 in Abschnitt 7Pkt. 7.6 Lenkung von Überwachungs- und Prüfmitteln
- DIN EN ISO 14253-1 Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen Teil 1 Entscheidungsregeln
- DIN EN V 13005 Anleitung zur Bestimmung der Messunsicherheit
- GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurement) Leitfaden zum Bestimmen der Messunsicherheit
- Branchenrichtlinien, wie
 - VDA 6.1 Pkt. 16 Prüfmittelüberwachung und VDA 5
 - QS 9000 Pkt. 11.4 Prüfmittelüberwachung und Referenzhandbuch MSA
- Firmenrichtlinien Daimler-Chrysler, Robert Bosch, VW AG



1.1 Historie

- Die MSA wurde 1990 durch eine Arbeitsgruppe unter der Schirmherrschaft der American Society for Quality (ASQ) entwickelt.
- Beteiligt waren Vertreter der Firmen Chrysler, Ford, und General Motors
- Ziel war es die vorhandenen Richtlinien und Vorgaben zu vereinheitlichen und den Aufwand für Lieferanten zu minimieren.



1.2 Definition

- Beim Messprozess müssen alle ihn beeinflussenden „Störgrößen“ in ihrer Auswirkung betrachtet werden, um den Bereich der wahren Lage des Messergebnisses eingrenzen zu können.
- Sie ist an Unternehmungen gerichtet, die die MSA in ihre Herstellprozesse einbinden, um den Forderungen der QS-9000 zu entsprechen.

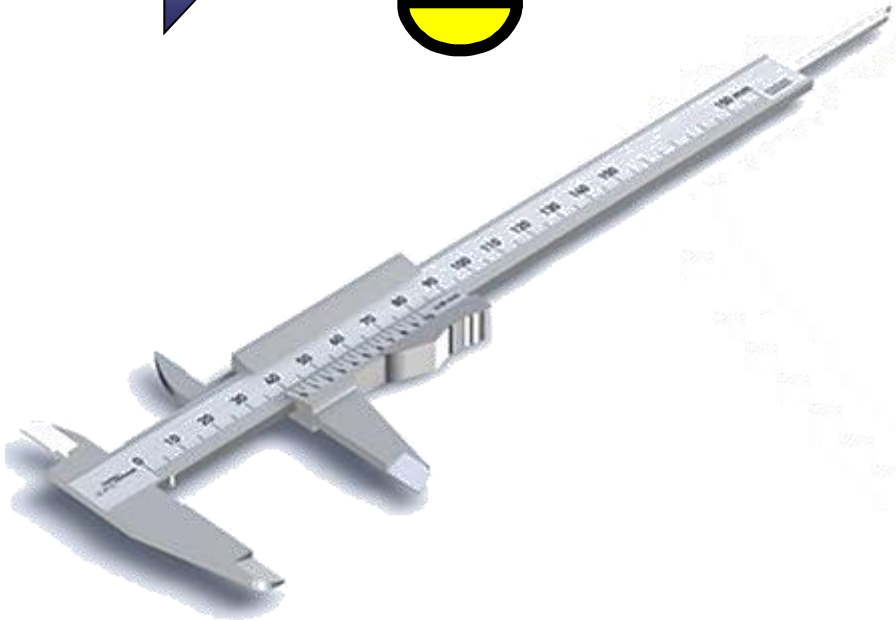
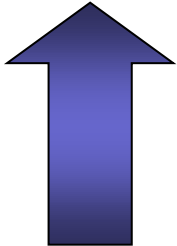
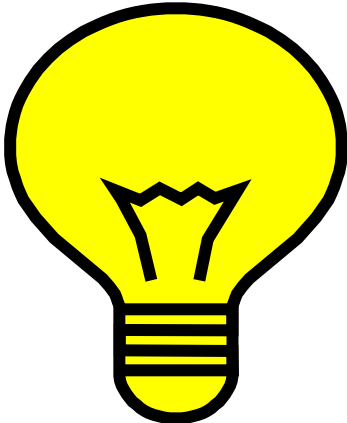
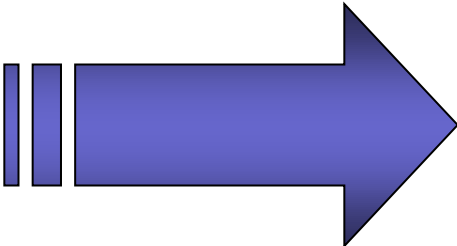


1.3 Ziele der MSA

- Vergleich von Messeinrichtungen ermöglichen
- Eignung einer Messeinrichtung für eine bestimmte Prozessstreuung oder Toleranz feststellen
- Ständige Überwachung der Messeinrichtungen
- Funktionstüchtigkeit des Messgerätes feststellen
- Richtigkeit der Messergebnisse beurteilen
- Erfassen der Einflussgrößen durch die Gerätebediener und den Aufstellort
- Finden von Hinweisen auf Fehlerursachen zur Fehleranalyse
- Basis für die Akzeptanz oder Ablehnung eines neuen Messsystems



Welche Einflussfaktoren auf ein Messsystem fallen Ihnen ein?



2.1 Einflussfaktoren auf die Messung



2.1 Einflussfaktoren auf die Messung

Prüfmittel

- Auflösung
- Belastbarkeit
- Stabilität
- Zeit/Kosten
- Messbereich
- Empfindlichkeit
- Kalibrierung/Justierung
- Einstellunsicherheit
- Messunsicherheit

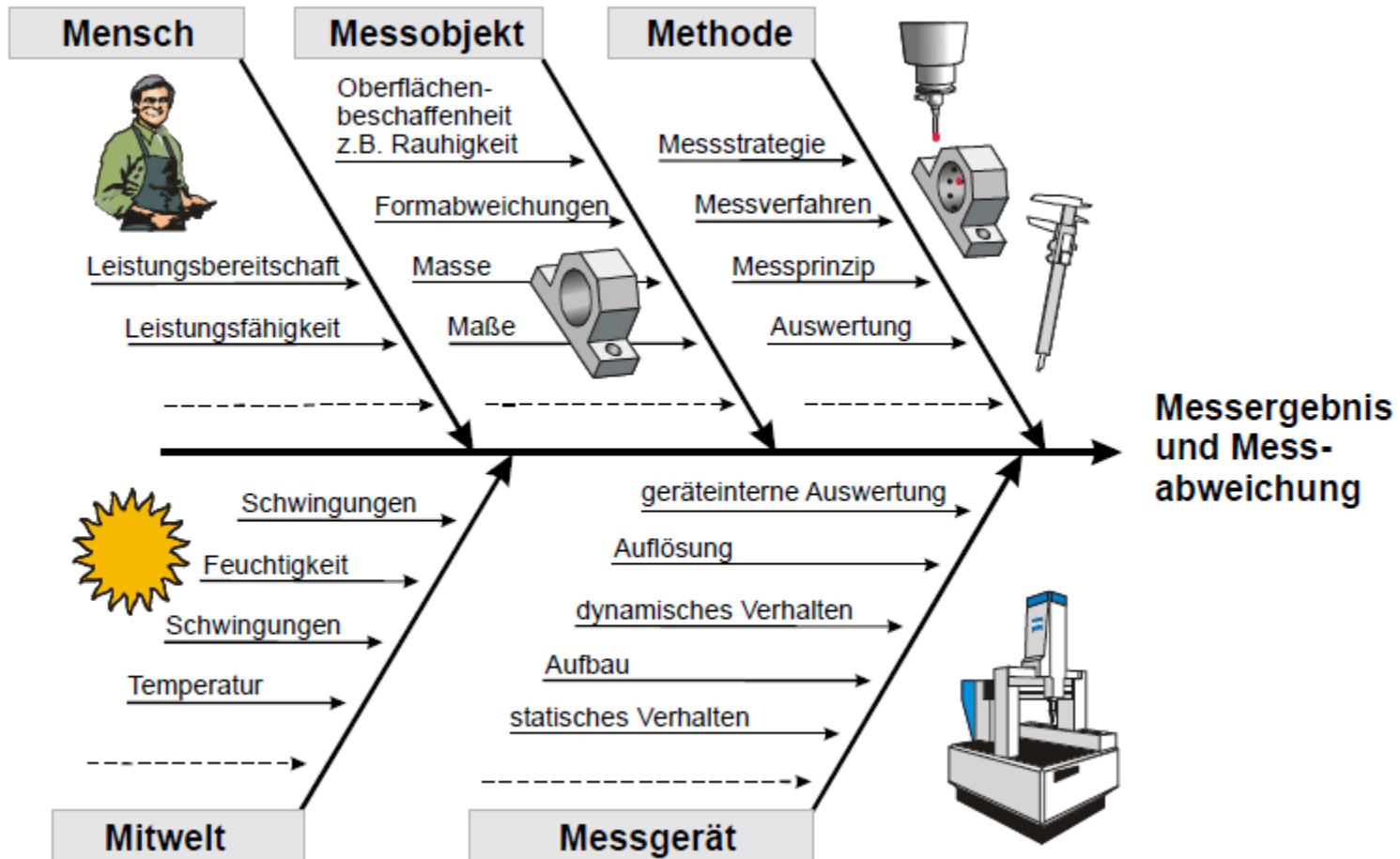
Aufnahmevorrichtung

- Stabilität
- Geometrischer Fehler
- Form
- Lage
- Position

Durch das Einwirken von zufälligen und systematischen Abweichungen wird die Größe der Messunsicherheit bestimmt.



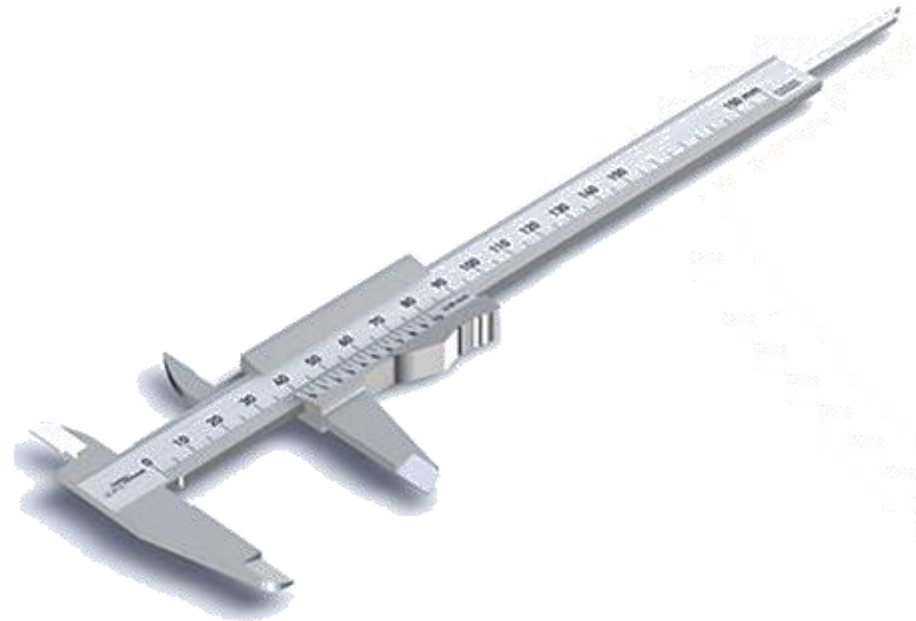
2.1 Einflussfaktoren auf die Messung



2. Ursachen für Abweichungen

2.2 Erfassbare systematische Abweichungen

- Durch Berechnung oder Messung bestimmbar; werden zur Berichtigung des Messergebnisses erfasst und berücksichtigt (z.B. Teilungsfehler der Maßverkörperung, unterschiedliche Steigung des Gewindes am Messgerät)



2.4 Auswirkung der Messunsicherheit

Die Ermittlung der Messunsicherheit wird in verschiedenen Schriften beschrieben. Entscheidend zur Anwendung ist primär die Kundenforderung.

VDA Band 5

Prüfprozesseignung (DIN V EN 13005 Leitfaden zur Angabe von Unsicherheiten beim Messen GUM)
(DIN EN ISO 14253 Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen Teil 1 und Teil 2)

QS-9000 MSA

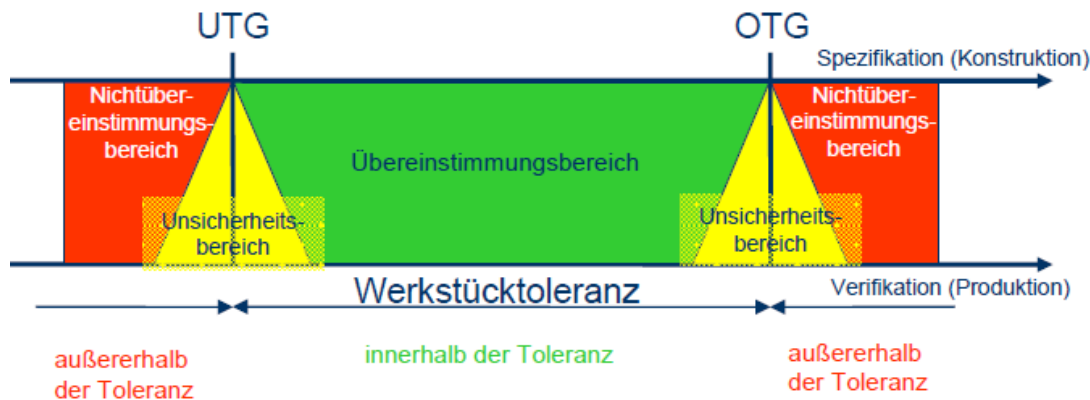
Measurement Systems Analysis

DGQ-Band 13-61

Prüfmittelmanagement

VDI/DGQ 3441

Statistische Prüfung der Arbeits- und Positionsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen
(6.4 Ermittlung der Messunsicherheit der zu verwendenden Messgeräte)



Bei Messwerten in der Nähe der Toleranzgrenzen kann die Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung nicht eindeutig nachgewiesen werden.

Bei dem Nachweis der Fähigkeit des Fertigungsprozesses braucht die Messunsicherheit nicht berücksichtigt werden, da diese in der Prozessbeurteilung enthalten ist (VDA Band 5).

2. Ursachen für Abweichungen

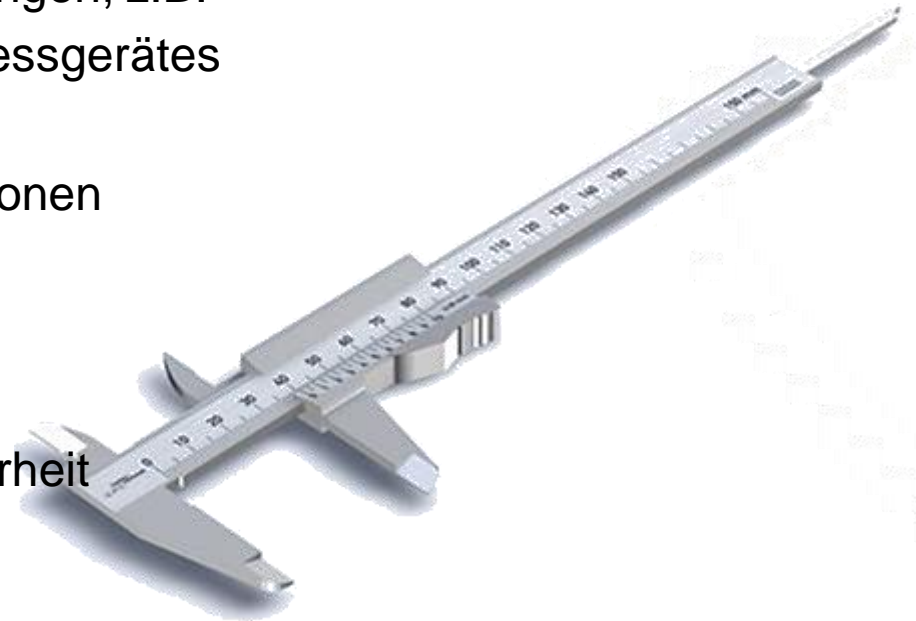
- Kennzeichen: unter gleichen Bedingungen unterschiedliche Richtung (+ / -)

Es sind nicht erfassbare Veränderungen, z.B.

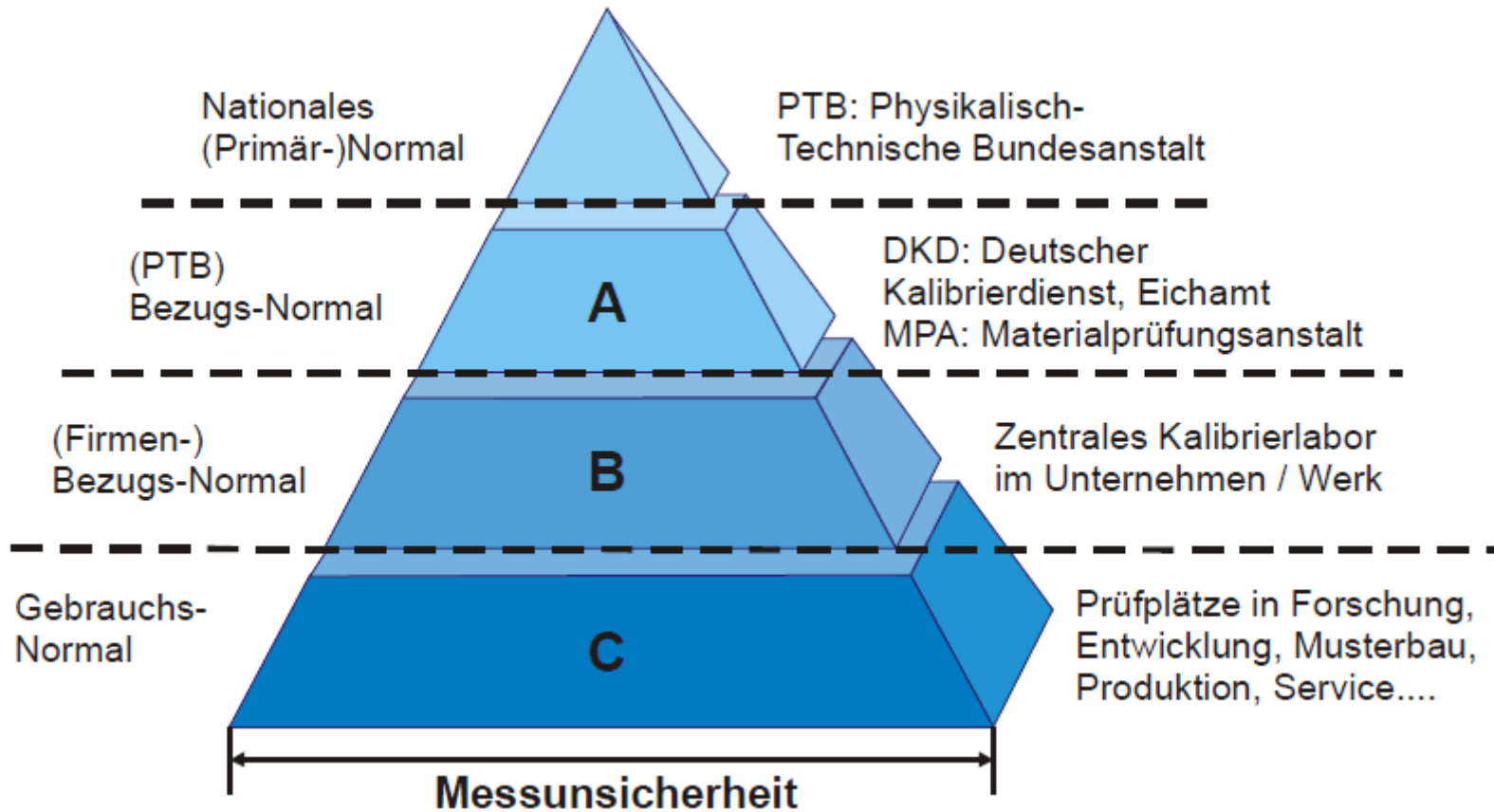
- der Maßverkörperung des Messgerätes
- der Prüfgegenstände
- der Umwelt und der Prüfpersonen

Sie sind

- Einzel nicht erfassbar,
- Bestandteil der Messunsicherheit

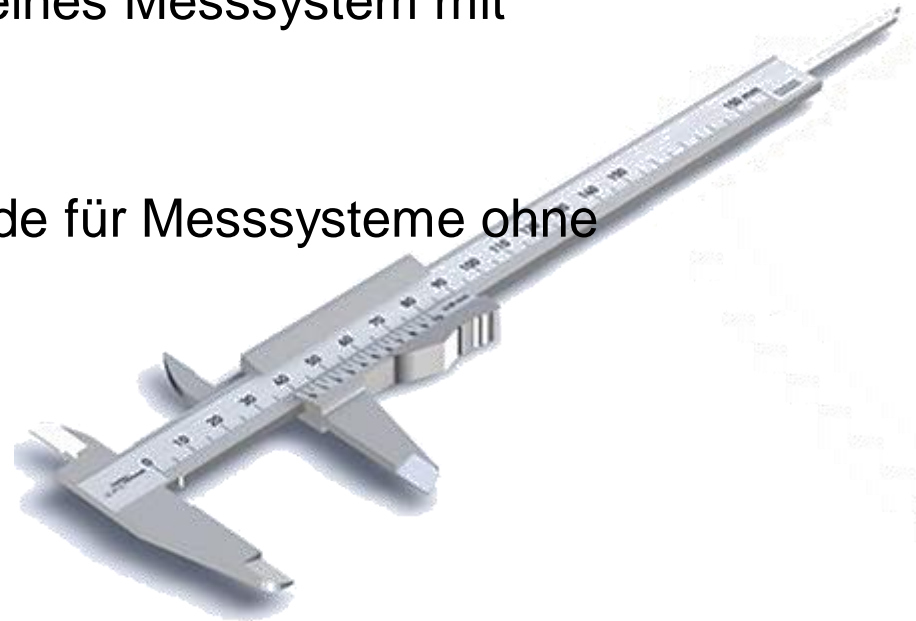


Hierarchie der Normale



3.1 Verfahren der MSA

1. C_g / C_{gk} – Verfahren:
 Prüfung auf Eignung des Messgerätes für vorliegende
 Messaufgabe ohne Bedienerinfluss
2. 2-R Methode:
 Beurteilung der Eignung eines Messsystem mit
 Bedienerinfluss
3. Messautomatentest:
 Sonderfall der 2-R Methode für Messsysteme ohne
 Bedienerinfluss



3.2 Vergleich der 3 Verfahren

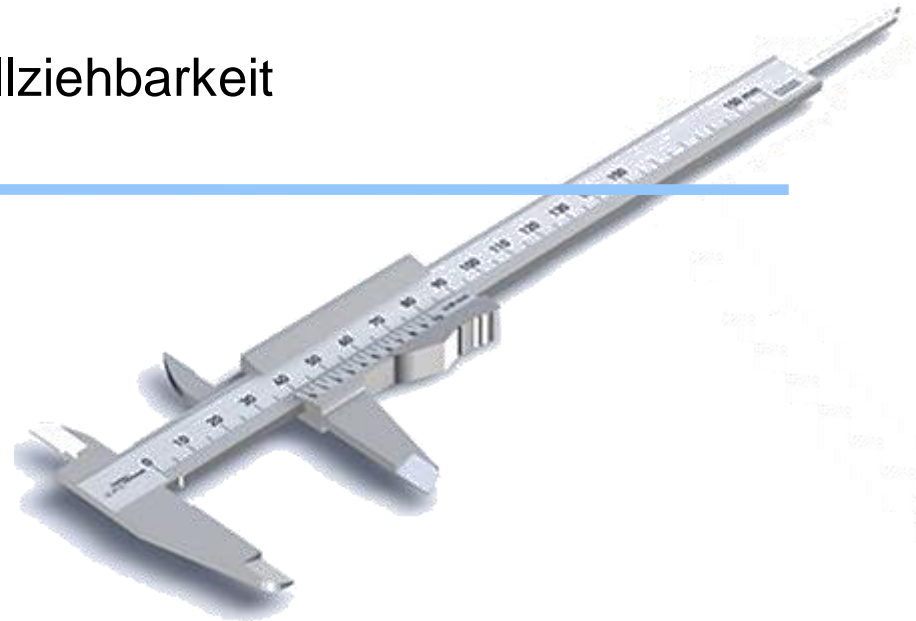
Verfahren	Bewertung	Zielsetzung
1 Cg / Cgk Verfahren	Genauigkeit, Wiederholpräzision (Wiederholbarkeit), Fähigkeitsindizes C_g, C_{gk} C=capability=Fähigkeit g=gauge=Messmittel	Einfacher Eignungsnachweis mit Normal (z.B. Endmaß) Beurteilung der Herstellerangaben für neue Messmittel und Messeinrichtungen beim Lieferanten bzw. Hersteller oder für vorhandene Messmittel und Messeinrichtungen vor dem Einsatz im Betrieb
2 2- R Methode	Wiederholpräzision (Wiederholbarkeit), Vergleichspräzision (Nachvollziehbarkeit), Gesamtstrebereich	Beurteilung der Eignung neuer oder vorhandener Messmittel und Messeinrichtungen für den Einsatz im Betrieb. Routinemäßige Überwachung vorhandener Messmittel und Messeinrichtungen
3 Messautomat	Wiederholpräzision (Wiederholbarkeit), Gesamtstrebereich (ohne Bedienereinfluss)	Eignung oder routinemäßige Überwachung von automatischen Messeinrichtungen (z.B. Messroboter)

3.3 Auswertung der Messung

Aus den Messverfahren 1-3 ergeben sich folgende Größen:

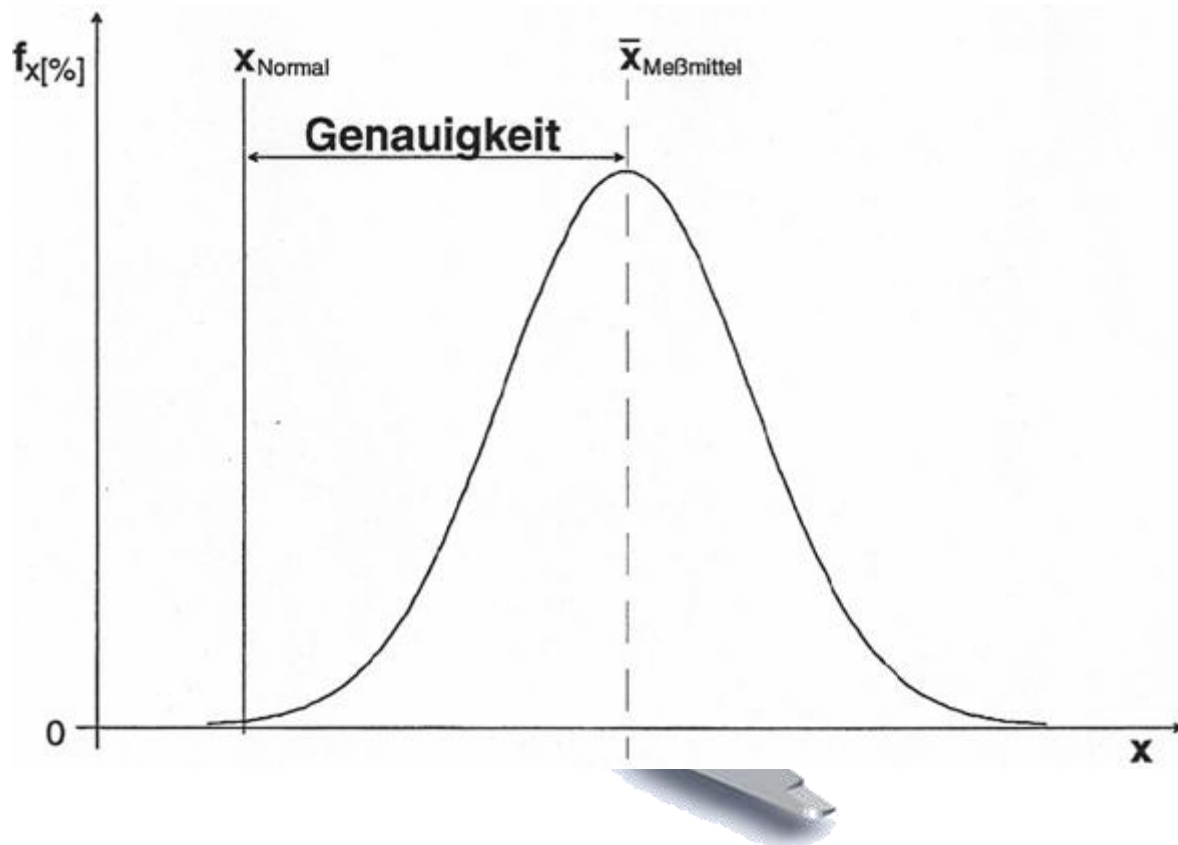
- Messmittelfähigkeit
- Genauigkeit
- Wiederholpräzision
- Vergleichspräzision/ Nachvollziehbarkeit
- Gesamtstreuung
- Stabilität
- Linearität
- Auflösung

separate Verfahren



4.1 Genauigkeit:

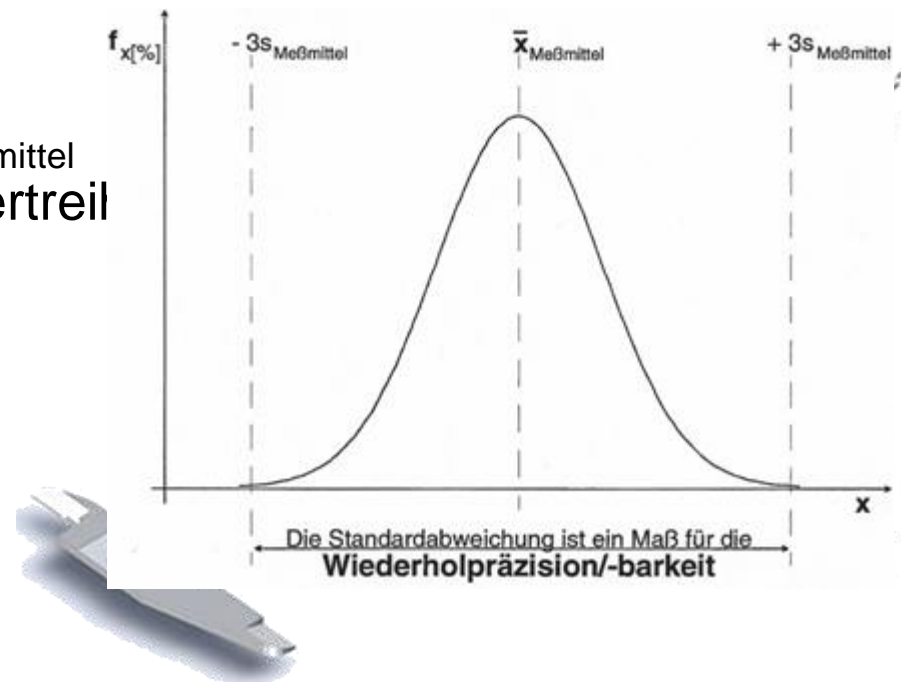
Abweichung vom Mittelwert der Messreihe zum realen Wert



4.2 Wiederholpräzision:

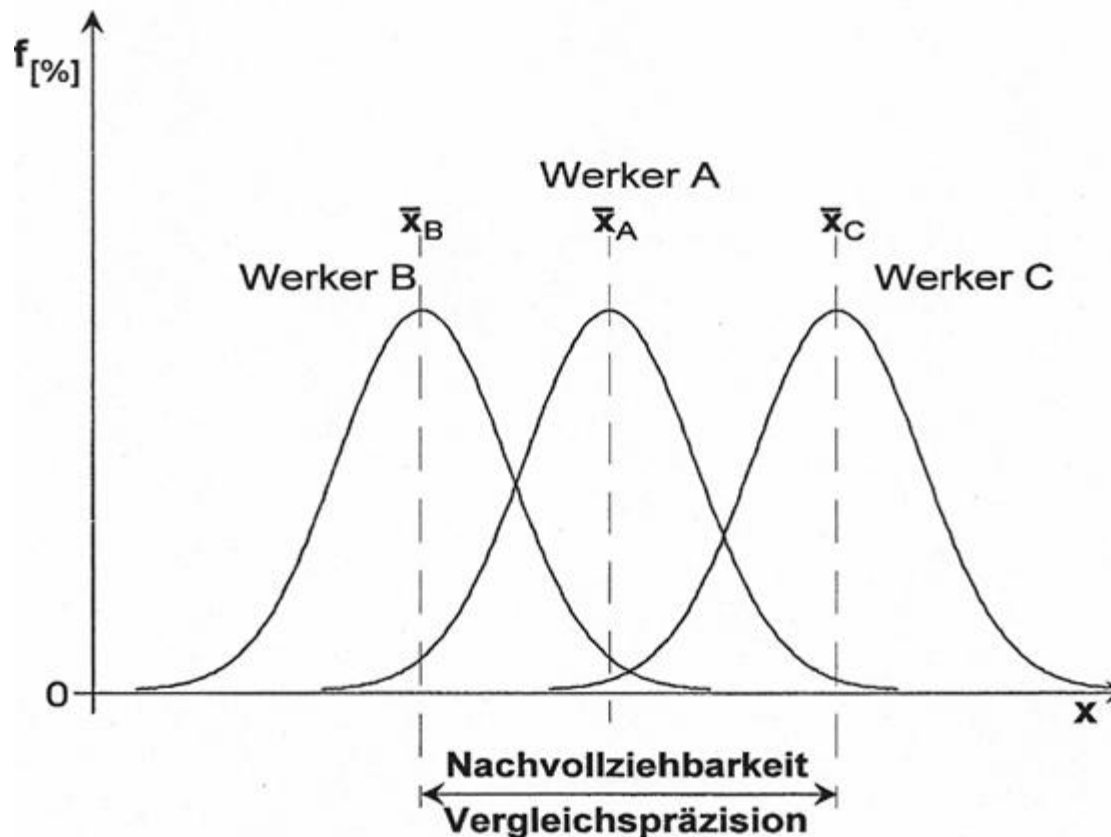
Ermittlung durch in kurzen Zeitabständen durchgeführte Wiederholungsmessung mit festgelegtem Messverfahren

- Messung erfolgt an einem gleichartigen Prüfkörper (Werkstücke aus einer Serie)
- Kennwerte sind:
 - Die Standardabweichung $s_{\text{Meßmittel}}$
 - Die Spannweite R der Messwertreil



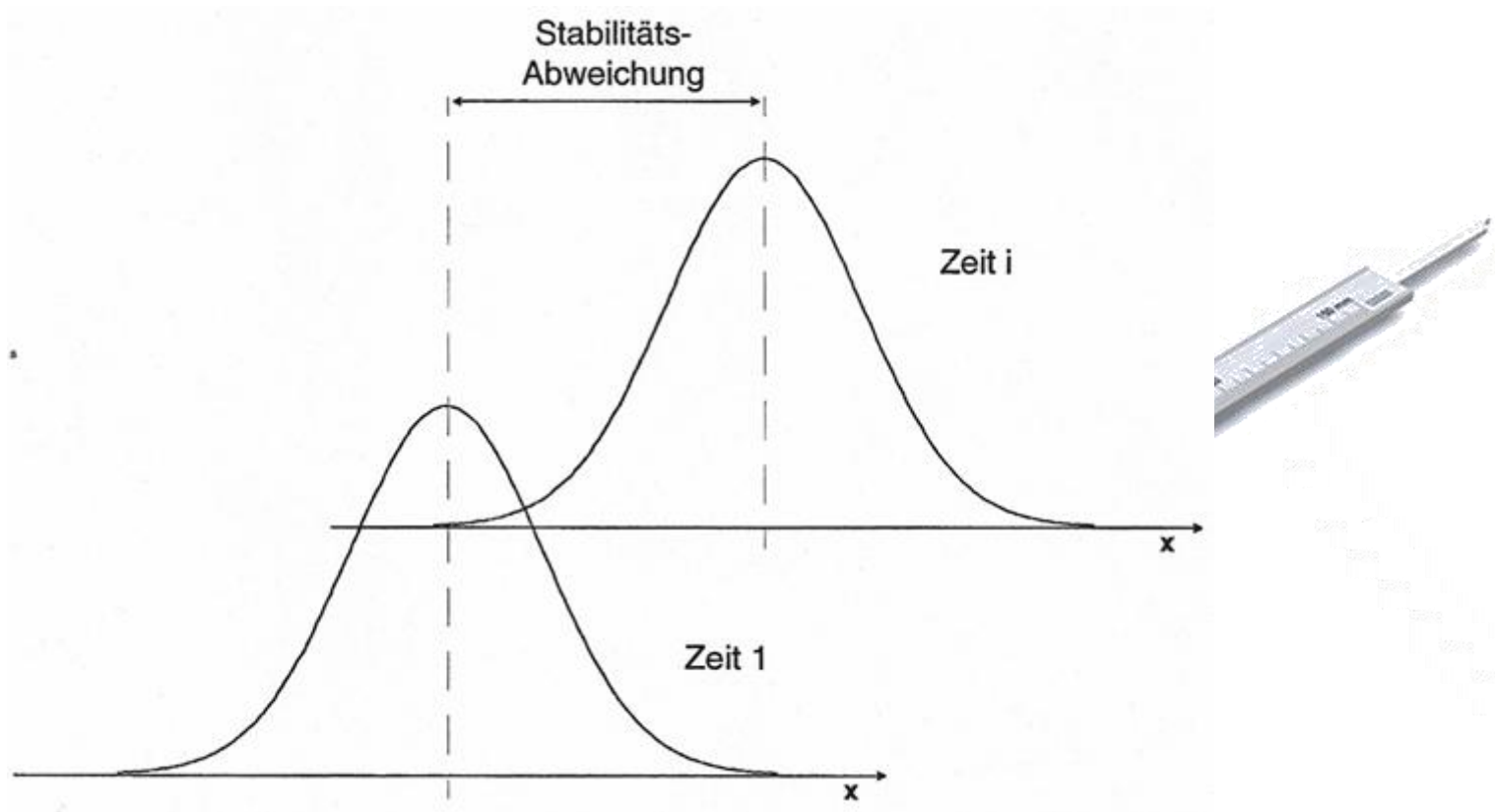
4.3 Vergleichspräzision / Nachvollziehbarkeit:

Differenz / Streuung zwischen einzelnen Prüfern



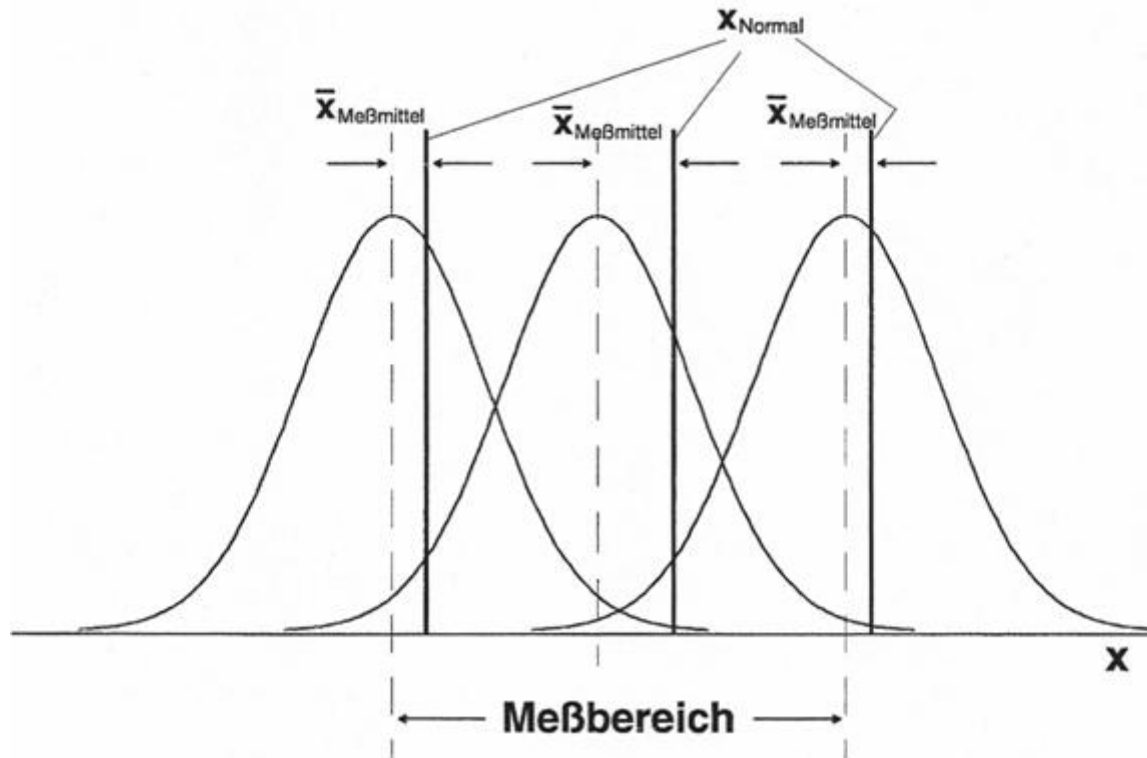
4.4 Stabilität:

Abweichung durch Differenz der Mittelwerte über den Zeitverlauf



4.5 Linearität:

Genauigkeit des Messmittels bezogen auf den gesamten Messbereich



4.6 Auflösung:

Auflösung des Messmittels bezogen auf die Toleranz

Ist mein Prüfmittel überhaupt verwendbar?

$$\text{Auflösung (\%)} = \frac{\text{Auflösung}}{T} \times 100\%$$



Auflösung (%) ≤ 5% ⇒ Auflösung geeignet
 Auflösung (%) > 5% ⇒ Auflösung nicht geeignet

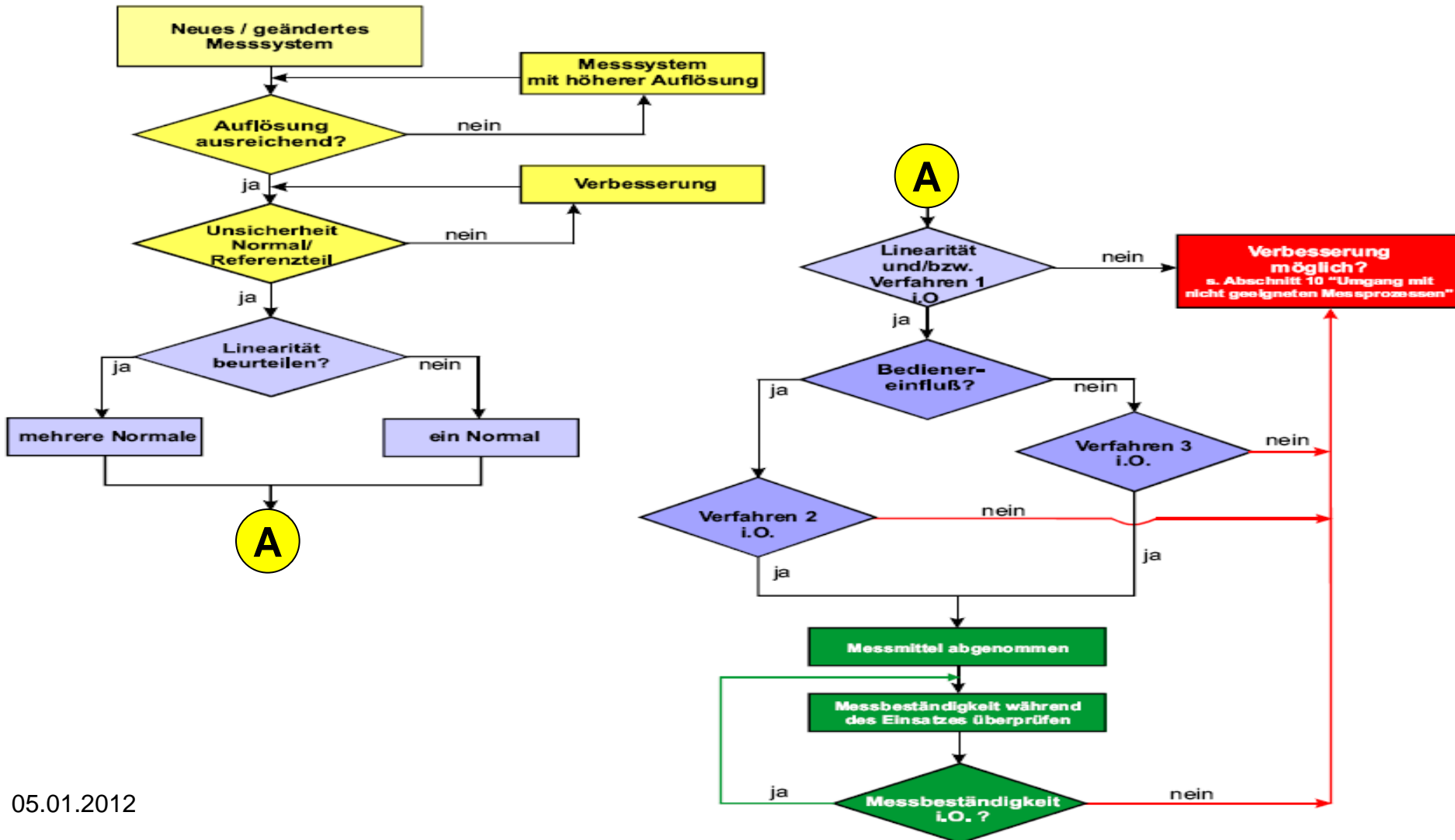


4.7 Beurteilung der Ergebnisse der MSA

Falls die Messmittelfähigkeit (nicht) nachgewiesen wurde, dann sollten folgende möglich Ursachen untersucht (abgestellt) werden:

Wiederholpräzision groß gegenüber der Vergleichspräzision	Vergleichspräzision groß gegenüber der Wiederholpräzision
<ol style="list-style-type: none"> 1. Das Prüfmittel muss gewartet oder instandgesetzt werden 2. Prüfvorrichtung muss stabiler werden 3. Befestigungselemente müssen verbessert werden 4. Streuung an einem Teil ist zu groß 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Werker muss in der Handhabung des Prüfmittels geschult werden 2. Ablesbarkeit der Messanzeige muss verbessert werden 3. Haltermöglichkeiten und Auflagen sind erforderlich, um den Werker bei der Messung zu unterstützen

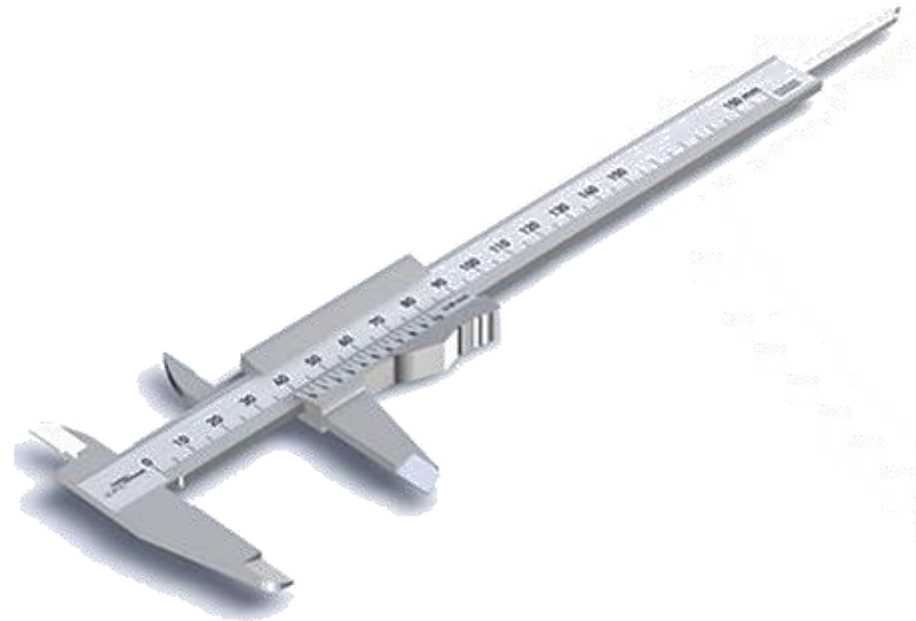
Ablauf - Verfahren



5. Prüfmittelfähigkeit:

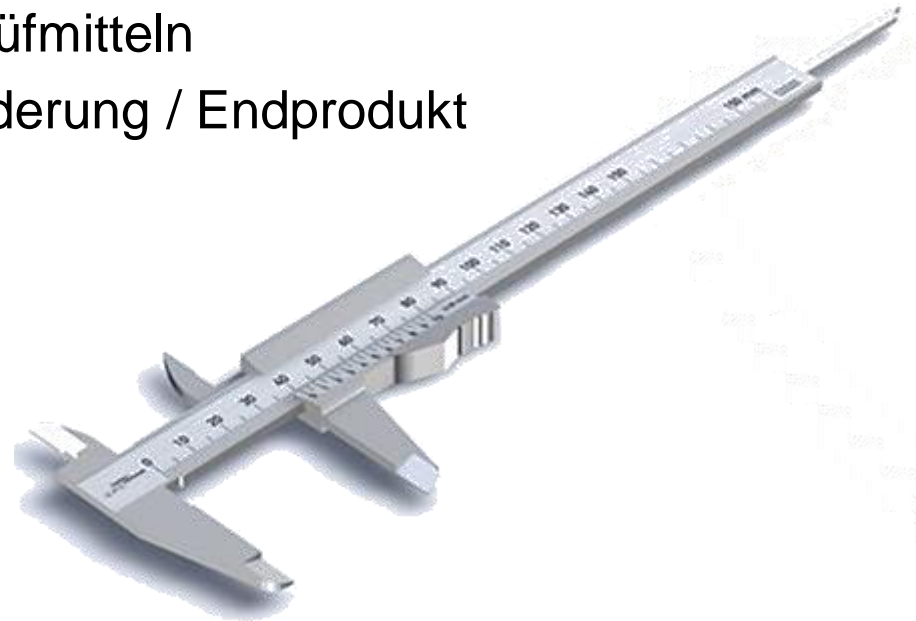
Aussage über die Eignung eines Prüfmittels für:

- Überwachung von Prozessen
- Überprüfung von Teileigenschaften / Prozesskenngößen



Welchen Nutzen haben Unternehmen durch die Überwachung der Prüfmittelfähigkeit?

- Unternehmensintern Vergleichbarkeit von Messungen durch Prüfmittel
 - Einhaltung von Normen / Toleranzen
 - Kein Ausschuss durch unfähige Prüfmittel
- Messen mit standardisierten Prüfmitteln
 - Vergleichbarkeit Kundenforderung / Endprodukt



5.1 Ziele der Prüfmittelfähigkeitsuntersuchung

- Aussage Eignung / Funktionsfähigkeit eines Prüfmittels
- Ständige Überwachung der Prüfmittel
- Grundlage für Abnahme neuer Prüf- und Messmittel
- Prüfung der Richtigkeit von Messergebnissen
- Erfassung von Einflussgrößen
- Identifizierung von Fehlerursachen
- Vergleichbarkeit von Prüfmitteln



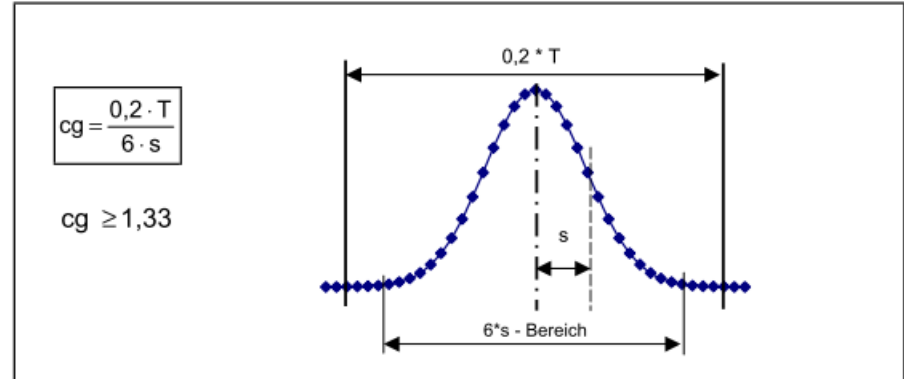
5.2 Durchführung der Untersuchung

- Hauptsächlich Überprüfung der gegenseitigen Beeinflussung von Genauigkeit und Wiederholbarkeit der Messung
 - Vergleich zu genauerem Normal/Meisterstück
 - Entfernen / Neuauflösen des zu messenden Werkstücks
 - Gleiche Orientierung des zu messenden Werkstücks
 - Möglichst einsatznahe Prüfbedingungen
 - Min. 25 Messungen (opt. > 50) am gleichen zu messenden Werkstück
 - Bestimmung von Mittelwert und Standardabweichung der Messreihe

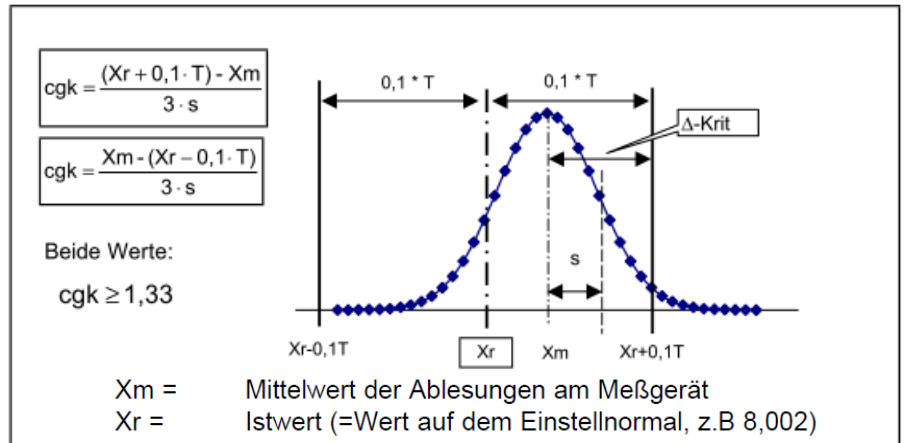


5.3 Auswertung der Prüfmittelfähigkeit

- Fähigkeitsindex c_g für Wiederholbarkeit



- Fähigkeitsindex c_{gk} für Genauigkeit



- Mindestanforderung an Prüfmittelfähigkeitsindizes:

- $c_g, c_{gk} > 1.00$ bzw. 1.33 oder unternehmensinterne Norm



MSA-1

5.4 Konsequenzen aus Prüfmittelfähigkeitsuntersuchung

a) Bei Nichterreichen der erforderlichen Prüfmittelfähigkeitsindizes:

- Kalibrierung / Justierung / Eichung des Prüfmittels, falls möglich
- Verwendung in Produktion nicht mehr sicher möglich
- Außerbetriebnahme des Prüfmittels / Ersatzbeschaffung

b) Bei Erreichen der erforderlichen Prüfmittelfähigkeitsindizes:

- Weiterverwendung des Prüfmittels
- Prüfung des Prüfmittels in festgelegten Prüfintervallen



Nutzen der Prüfmittelfähigkeit

Eine hoch entwickelte und sachgemäß eingesetzte Prüfmitteltechnik ist wesentliche Grundlage für die Erzeugung eines der Qualitätsforderungen erfüllenden Produktes.

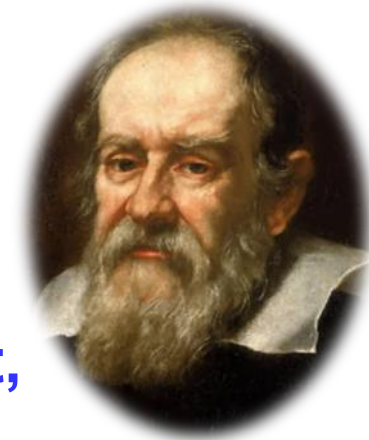
Der Einsatz mangelhafter Prüfmittel kann u. a. folgenden Auswirkungen haben:

- nicht wirksame Regelkreise in der Produktion
- Durchschlupf fehlerbehafteter Teile zum Kunden,
- Missachtung der Forderungen aus Produzenten- und Produkthaftung.
- Qualitätsrückgang (Folge=Kundenunzufriedenheit)



Galileo Galilei (1564-1642)

„Miss alles, was sich messen lässt,
und mach alles messbar,
was sich nicht messen lässt.“



Quellen:

- www.wikipedia.de, Stichworte: „eichen“, „justieren“, „kalibrieren“
- „Qualitätsmanagement für Ingenieure“, Autoren: Hering, Triemel, Blank, 4. Auflage, Springer Verlag
- „Qualitätsmanagement“, Tilo Pfeifer, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag
- „Fachkunde Metall“, 54. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel
- „Taschenbuch Qualitätsmanagement“, Autoren: Brunner, Wagner, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag
- „Qualitätsmanagement für Ingenieure“, 2. Auflage, Gerhard Linz, Fachbuchverlag Leipzig

