

### Schulung vor Ort



### Wartung vor Ort



### Service vor Ort



### Kalibrierung vor Ort



### Showroom Urdorf



### Vorführung



### Kalibrierung im Labor

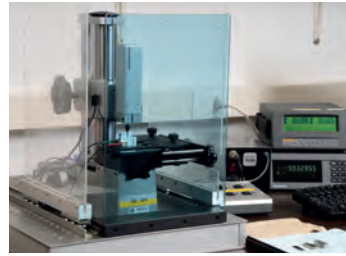


### Messtechnik Seminare



### Reparatur und After Sales Service





**Kalibrierservice im Labor**

**Lohnmessungen**

**Kalibrierservice vor Ort**

**Prüfmittel-Verwaltung**

**Wartungen vor Ort**

**Beratung**

**Reparaturen**

**Vorfürungen**

**Kostenvoranschläge**

**Schulungen**

**Leihgeräte**

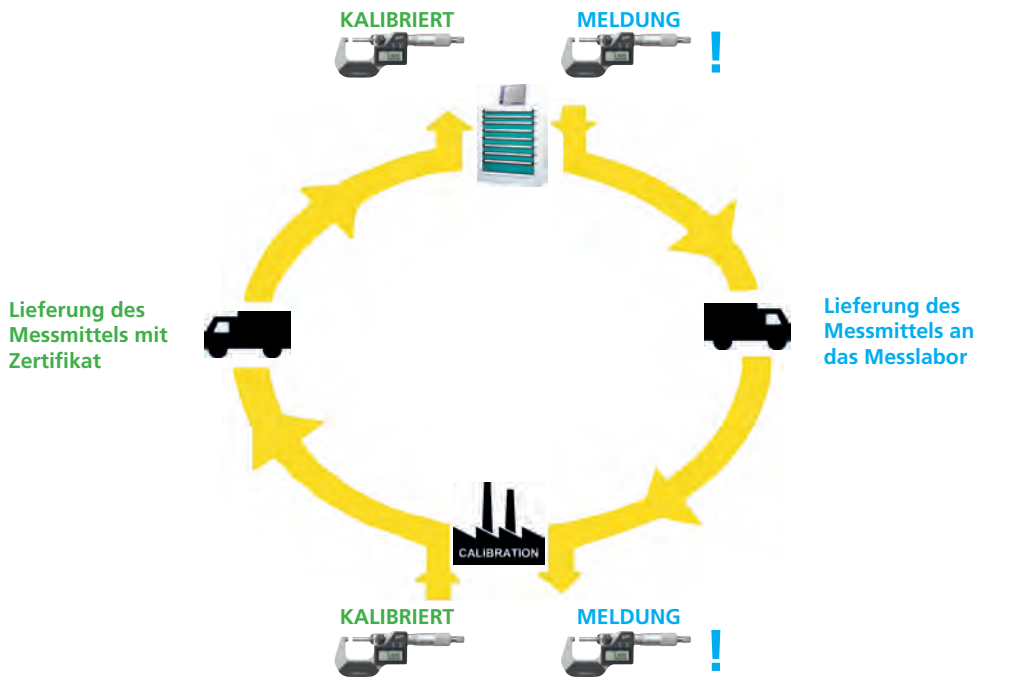
**Qualifizierungen**

**Lasergravuren**

**Kreislauf in der Prüfmittelverwaltung**

Damit sichergestellt werden kann, dass die durchgeführten Messungen die richtigen Ergebnisse liefern, müssen Messmittel in angemessenen Abständen überwacht werden.

Die Prüfmittelverwaltung stellt sicher, dass sich die Prüfmittel in einem einsatzbereiten Zustand befinden und die Verfügbarkeit klar definiert ist. Eine effiziente Prüfmittelverwaltung führt durch geregelte Kalibrierintervalle (keine Fehlmessung und Wartezeit) zu grossen Kosteneinsparungen.



**Kalibrierhierarchie**

Jedes Messergebnis ist idealerweise auf ein nationales Normal rückföhrbar. Damit dies gewöhrlleistet werden kann, wurden Kalibrierdienste (METAS und SCS) aufgebaut. Mit der Kalibrierkette wird dies gewöhrlleistet.

**Abfolge**


Die Abfolge geht von einem nationalen Normal bis zu einem schliesslich benutzten Pröfmittel im Unternehmen, wobei das Ergebnis einer jeden Kalibrierung vom Ergebnis der vorangegangenen Kalibrierung abhängt.


Zu beachten ist, dass sich die Messunsicherheit mit der Abfolge der Kalibrierungen erhöhrt.




**Bestellung eines Messmittels inklusiv Kalibrierung**


- 1. Katalog**  
Auswahl des Messmittels im Katalog



- 2. Kalibrierung**  
Auswahl der Kalibrierung auf der Preisliste \*



LÄNGE - LONGEUR - LUNGHEZZE		
Bezeichnung	Preis inkl. MwSt.	Calib. & norm.
0 - 150 mm	33,00	
0 - 200 mm	40,00	
- 3. Bestellung**  
Bestellung des Messmittels inklusiv der Kalibrierung


- 4. Akkreditiertes Messlabor**  
Das Messmittel wird direkt an ein akkreditiertes Messlabor geschickt


- 5. Versand**  
Ist die Kalibrierung durchgeführt, wird das Messmittel direkt mit dem Kalibrierschein an den Kunden versendet



\* Die aktuelle Kalibrierpreisliste finden Sie unter <https://info.brw.ch/toolservices/messtechnik/kalibrierung>



Länge	
L1	Messschieber
L2	Tiefenmessschieber
L3	Bügelmessschrauben
L3b	Einstellmassen für Bügelmessschrauben
L4	Innenmessschrauben mit 3-Linien-Berührung
L5	Innenmessschrauben mit 2-Punkt-Berührung
L6	Tiefenmessschrauben
L7	Einbaumessschrauben
L8	Messuhren Analog und Digital
L9	Fühlhebelmessgeräte
L10	Elektronische Messtaster
L12	Schnellmesser Innen-und Aussenmessung
L12b	Mechanische Feinzeiger
L13	Elektronische Längenmessgeräte
L14	Winkelmesser
L15	Lehrdorne einzel
L15b	Lehrdorne einzel konisch
L16	Grenzlehrdorne
L16b	Hexagonal-Lehrdorne
L17	Lehrdornsatz
L18	Prüflehren für Bügelmessschrauben
L19	Prüfstifte (einzel)
L20	Prüfstiftsatz
L21	Gewindemessdrähte Set (3 Stk.)
L22	Gewindelehrdorn (einzel)
L23	Gewindegrenzlehrdorne
L24	Lehrringe
L25	Gewindelehrringe
L26	Rachenlehre
L27	Parallelendmasse (einzel)
L28	Parallelendmasse (Satz)
L29	Einstellendmasse für Bügelmessschrauben
L30	Einstellendmasse für Messschieber
L31	Vertikale Längenmessgeräte
L32	Anreissgeräte
L33	Referenzkugel
L34	Kontrollplatten Hartgestein oder Keramik
L35	Messplatte aus Hartgestein oder Keramik
L36	Lineal aus Hartgestein oder Keramik
L36b	Lineal aus Stahl
L37	Kontrollwinkel in Hartgestein, Keramik oder Stahl
L38	Haarlineale
L39	Flachwinkel und Anschlagwinkel
L40	Präzisions-Haarwinkel
L41	Stahlmassstäbe, Rollmeter, Gliedermeter
L42	Circometer
L43	Fühlerlehre
L44	Neigungsmesser, Wasserwaagen
L45	Messsäule
L46	Planparallele Prüfgläser
L47	Messprojektoren
L47b	Messmikroskope
L48	Laser Distanzmessgerät
L50	Rauheit
L53	Innenmessgeräte
L54	Dickenmessgeräte
L54a	Ultraschall Dickenmessgerät (FE/NFE)
L55	Feinzeiger Rachenlehre mit Messuhr
L56	Messbank mit Messuhr
L57	Horizontal Messinstrument
L58	Horizontal Längenmessgeräte (LAB)
L59	Winkelmesstisch 360°
L60	Prüfstand MECMESIN
L100	Referenzlehrringe
L101	Lehrdorne (einzel) Formmessung
L102	Grenzlehrdorne Formmessung
L103	Prüfstifte (einzel) Rundheit

Drehmoment	
C1	Drehmomentschlüssel und Schraubendreher
C2	Präz. Drehmomentmessgerät (z.B. Tohnichi ATG, BTG)
C3	Druckluft Schlagschrauber
C4	Drehmomentprüfgerät

Kraft	
F1	Federvaagen
F2	Kraftmessgeräte
F3	Kabel Tensiometer

Masse	
M1	Waagen

Druck	
P1	Manometer
P2	Druckkalibrator

Temperatur - Luftfeuchtigkeit	
T1	Temperaturmessgerät
T2	Temperaturmessgerät mit 1 Temperaturfühler
T2a	Temperaturmessgerät mit 1 Temperaturfühler und Feuchte
T3	Infrarot Temperaturmessgerät
T4	Raum Temperaturmessgerät
T5	Temperaturmessgerät und Datenlogger
T6	Ofen
T7	Temperatur Kalibrator
T8	Klimaschränke
T9	Temperatursensor für Lasermesssystem
T10	Thermoelement Module (Type K)

Luxmeter	
Lx	Luxmeter

Elektrisch	
E1	Multimeter
E5	Oszilloskop
E9	Spannungssonde
E11	Ampère Zange
E14	Frequenzzähler
E15	Funktionsgenerator
E16	Installationstester NIN/NIV
E23	Netzgeräte
E17	Funktionsgenerator
E26	Prozesskalibrator
E31	Analyse Netzqualität
E18	LCR Messgerät
E19	Ohmmeter
E37	Widerstand und Widerstanddekade
E21	Isolationstester
E38	Schallpegelmesser
E39	Chronometer
E40	PAT Tester (Messgerät für secutest nach VDE0701/0702)
E41	Hochspannungstester (HiPot)
E42	Hochspannungs -detektor / -prüfspitzen

Diverses	
D1	Diverse Messungen
D2	Vor Ort Kalibrierung
D3	Verschiedene Dienstleistungen
D4	Vor Ort Reisekosten
D8	Express Kalibrierung
D9	Diverses



## Meter

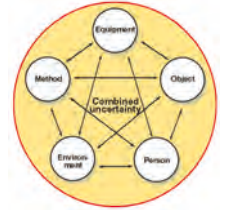
Ein Meter ist definiert als die Länge der Strecke, die das Licht im Vakuum während der Dauer von  $1/299'792'458$  Sekunde zurücklegt.

## Akkreditierung

Formelle Anerkennung der Kompetenz einer Kalibrier-, Prüf-, Inspektions- oder Zertifizierungsstelle, nach international massgebenden Anforderungen bestimmte Prüfungen oder Konformitätsbewertungen durchzuführen.

## Messunsicherheit

Zu einem Messergebnis als Näherungswert für den wahren Wert einer Messgröße soll immer die Angabe einer Messunsicherheit gehören. Diese grenzt einen Wertebereich ein, innerhalb dessen der wahre Wert der Messgröße mit einer anzugebenden Wahrscheinlichkeit liegt (üblich sind Bereiche für ungefähr 68% und ungefähr 95%). Dabei soll der als Messergebnis verwendete Schätzwert oder Einzelmesswert bereits um bekannte systematische Abweichungen korrigiert sein.



## Rückführbarkeit

Ein rückführbarer Messwert ist durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen jeweils auf ein anerkanntes nationales oder internationales Normal bezogen. Bei jeder dieser Vergleichsmessungen erfolgt die Kalibrierung in Anlehnung an einem höherwertigeren Standard aus der Kalibrierhierarchie (siehe Seite 2).

## Normal

Massverkörperung/Etalon, Messgerät, Referenzmaterial oder Messeinrichtung zum Zweck, eine oder mehrere Größenwerte festzulegen, zu verkörpern, zu bewahren oder zu reproduzieren. Ein Normal besitzt eine Kalibrierung, die durch eine ununterbrochene Kette von Kalibrierungen eine Beziehung zu den Definitionen der SI-Einheiten (SI: Internationales Einheitssystem) hat.

Für die nationale Umsetzung des SI sind meist die **metrologischen Staatsinstitute** zuständig (Bsp.):

Deutschland:	die <b>Physikalisch-Technische Bundesanstalt</b> (PTB)
Schweiz:	das <b>Eidgenössische Institut für Metrologie</b> (METAS)
Österreich:	das <b>Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen</b> (BEV)
Großbritannien:	das <b>National Physical Laboratory</b> (NPL)
USA:	das <b>National Institute of Standards and Technology</b> (NIST)

## Kalibrierung

Kalibrierung ist ein Messprozess zur zuverlässig reproduzierbaren Feststellung und Dokumentation der Abweichung eines Messgerätes zu einem anderen Gerät oder einer anderen Maßverkörperung (Etalon), die in diesem Fall als Normal bezeichnet werden.

## Justierung

Unter Justierung versteht man das möglichst exakte Einstellen durch einen fachmännischen Eingriff. Vorzugsweise handelt es sich um die Einstellung einer Messeinrichtung oder ihrer Anzeige so dass die Messabweichungen möglichst klein resp. die zulässigen Fehlergrenzen nicht überschreiten.

## Eichung

Unter Eichung versteht man die Folge von Operationen einer dazu ermächtigten Behörde oder Organisation zur Überprüfung und Bestätigung, dass ein Messmittel den gesetzlichen Vorschriften genügt. (Bsp. bei Waagen)

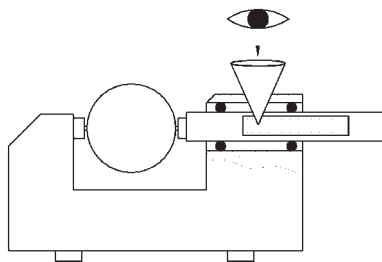
**Allgemeine Grundregeln**

Messen erfüllt nur dann seinen Zweck, wenn es zuverlässig und mit der erforderlichen Sorgfalt durchgeführt wird. Folgende allgemeinen Grundregeln sind deshalb zu beachten:

- Die zu messende Strecke am Prüfgegenstand und die Vergleichsstrecke an der Massverkörperung oder dem zu messenden Element sollen in Messrichtung fluchtend angeordnet sein. Bei Massstäben soll danach die zu messende Strecke die geradlinige Fortsetzung der als Massstab dienenden Teilung bilden (Grundsatz des mechanischen Messens von Abbe).
- Jeweils das geeignete Messgerät oder Messmittel mit der geforderten Genauigkeit zum Messen benutzen.
- Messmittel in bestimmten, regelmässigen Abständen auf Messgenauigkeit und Zustand prüfen (Messmittelüberwachung). Unbrauchbare oder ungenaue Messmittel nicht weiter einsetzen (auch nicht in der Produktion).
- Verstellbare Messmittel wiederholt auf ihre Nullstellung prüfen.
- Senkrecht auf die Ablesestelle blicken um Parallaxe zu vermeiden.
- Auf gute, blendfreie Beleuchtung des Messplatzes achten.
- Messmittel und Massverkörperungen – etwa Messschieber mit Feingefühl einsetzen. Nur an den dafür jeweils vorgesehenen Griff-elementen anfassen (Wärmeschutz).
- Messflächen der Werkstücke und Messmittel vor dem Messen reinigen. Werkstücke vor dem Messen entgraten.
- Bei Messmitteln und Messgeräten auf den richtigen Messdruck achten. Die alte Regel «Messe nicht mit Gewalt, sondern mit Gefühl» hat immer noch dieselbe Gültigkeit!
- Bei Feinmessungen auf die Bezugstemperatur von 20°C achten (durch Bearbeitung erwärmte Massstellen abkühlen lassen).

**Abbescher Grundsatz**

Erst Abbe, einer der Gründer der Carl Zeiss-Werke in Jena, hat im Jahre 1893 folgenden Grundsatz aufgestellt: Die zu messende Strecke am Prüfgegenstand und die Vergleichsstrecke an der Massverkörperung in der Messrichtung sollten fluchtend angeordnet sein. Dieser Grundsatz kommt im sogenannten Komparator- Prinzip zur Anwendung.



**IP-Schutzart**

„Schutzart“ ist die Kennzeichnung eines Gerätschutzes gegen direktes Berühren sowie gegen das Eindringen von Fremdkörpern, wie Gegenständen, Staub oder Wasser. Die internationalen Schutzklassen „IP“ (International Protection) definieren den Grad der Widerstandsfähigkeit gegen Belastungen. Die IP-Normen (DIN EN 60529) beschreiben die jeweiligen Schutzklassen.

Erste Kennziffer: Schutzgrade für Berührungs- und Fremdkörperschutz			Zweite Kennziffer: Schutzgrade für Wasserschutz		
Kennziffer	Benennung	Erklärung	Kennziffer	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Das Eindringen fester Fremdkörper wird nicht durch besondere Schutzmassnahmen verhindert.	0	Kein Schutz	Das Eindringen von Wasser wird nicht durch besondere Schutzmassnahmen unterbunden.
1	Schutz gegen grosse Fremdkörper	Schutz gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser grösser als 50 Millimeter.	1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser	Wassertropfen, die senkrecht auf das Gerät fallen, dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Schutz gegen mittelgrosse Fremdkörper	Schutz gegen das Eindringen fester Fremdkörper mit einem Durchmesser grösser als 12,5 Millimeter.	2	Schutz gegen schräg fallendes Tropfwasser	Senkrecht fallendes Tropfwasser darf bei einem bis 15 Grad gegenüber seiner Normallage gekipptem Betriebsmittel keine schädliche Wirkung haben.
3	Schutz gegen kleine Fremdkörper	Schutz gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser grösser als 2,5 Millimeter.	3	Schutz gegen Sprühwasser	Schutz gegen Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60 Grad zur Senkrechten auf das Gerät fällt.
4	Schutz gegen kornförmige Fremdkörper	Schutz gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser grösser als 1 Millimeter.	4	Schutz gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Staubgeschützt	Das Eindringen von Staub muss nicht vollständig verhindert werden, jedoch in so hohem Mass, dass die Funktionsfähigkeit und Sicherheit des Geräts nicht beeinträchtigt wird.	5	Schutz gegen Strahlwasser	Ein aus jeder Richtung gegen das Gehäuse gerichteter Wasserstrahl darf keine schädlichen Auswirkungen haben.
6	Staubdicht	Das Eindringen von Staub wird vollständig unterbunden.	6	Schutz gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gerät spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
			7	Schutz bei zeitweiligem Untertauchen	Beim zeitweiligen Eintauchen in Wassertiefen von 1 Meter, ab Unterkannte des Geräts, darf keine so grosse Menge an Wasser eintreten, dass Schäden am Betriebsmittel entstehen.
			8	Schutz bei dauerndem Untertauchen in Wasser	Das Betriebsmittel ist für ein dauerndes Untertauchen in Wasser geeignet. Die Bedingungen sind zwischen Hersteller und Anwender individuell zu vereinbaren, müssen jedoch die Vorgaben der Kennziffer 7 übertreffen.

**Beispiel Schutzart IP65: Gegen «Staubeintritt» und «Strahlwasser»**

### Kalibrierzertifikat SCS

(entspricht DAKKS (D), UKAS (GB), ACCREDIA (I))

Kann nur von akkreditierten Laboratorien erstellt werden. Ein SCS-Zertifikat wird in Mitgliedländern der EA (European cooperation for Accreditation) anerkannt.

Das SCS-Zertifikat bestätigt die Kalibrierung eines Messgerätes mittels Prozess, welches von einem nationalen Kompetenz-Institut wie das METAS, dem Eidg. Institut für Messwesen in Bern, validiert worden ist. Der Vorteil der auf nationale Standards (und somit in der Regel auch auf internationale Standards) rückführbaren Messgeräte ist die weltweite Vergleichbarkeit der Messergebnisse. Nach internationalen Abkommen (ILAC) können lediglich nach EN ISO/IEC 17025 akkreditierte Prüflabors (Kalibrierlabors) rückführbare Kalibrierungen durchführen und somit volle internationale Vergleichbarkeit der Kalibrierergebnisse gewährleisten.

### Kalibrierzertifikat ISO 9000

Das Kalibrierzertifikat ISO 9000 wird von Kalibrierlaboratorien erstellt, welche die Rückführbarkeit der Messung auf nationale Normalen garantieren, ohne dafür die Akkreditierung zu haben.

Die Vergleichsmessung erfolgt nach internen Abläufen, welche die Anforderungen nach ISO 9001 oder auch nach ISO TS16949 erfüllen. Angewendete Prozesse, Labor-Qualifikation und die technische Kompetenz der Labor-Mitarbeiter beeinflussen den technischen Wert des Zertifikates.

Das ISO 9000-Zertifikat beinhaltet die Daten zur Geräidentifikation, die angewendeten Messbedingungen, die Umgebungsbedingungen und die Messergebnisse.

### Konformitäts-Zertifikat

Wird vom Kalibrierlabor erstellt, welches die Übereinstimmung des Messgerätes mit den technischen Daten aus den Lieferantenunterlagen zum grundsätzlichen Betrieb des Messgerätes bestätigt.

Das Konformitäts-Zertifikat bestätigt die Qualität des geprüften Messgerätes durch die Aussage: "konform oder nicht konform". Absolute Messergebnisse werden keine ausgegeben.

Die Qualität des Dokumentes wird garantiert durch die Rückführbarkeit der angewendeten Normalen.

### Messmittelfähigkeit

Die Messmittelfähigkeit hat zum Ziel, die systematischen und/oder zufälligen Abweichungen eines Messgerätes zu ermitteln und bei Bedarf am Messgerät Korrekturmaßnahmen vorzunehmen, oder das Messverfahren zu ändern.

#### Methode 1

- Anhand der Fähigkeitskennwerte  $C_g$  und  $C_{gk}$  wird entschieden, ob eine Messeinrichtung unter Verwendung eines „Normals“ für den vorgesehenen Einsatz unter Betriebsbedingungen geeignet ist.
- Ein Meisterteil (auch Normal) wird mindestens 25 mal vermessen. Kein Bedienerinfluss. Es werden die Fähigkeitsgrößen  $C_g$  und  $C_{gk}$  berechnet. Diese beiden Werte entsprechen den Werten  $C_p$  und  $C_{pk}$  in der Prozessfähigkeitsanalyse.

#### Methode 2

- Die Methode 2 wird im Wesentlichen der Bedienerinfluss ermittelt. Hier wird der Kennwert  $R\&R$  (repeatability (Wiederholbarkeit) and reproducibility (Vergleichbarkeit)) verwendet um zu beurteilen, ob die Messeinrichtung geeignet ist.
- Zehn Teile, deren Masse nicht bekannt zu sein brauchen, werden von zwei Bedienern mindestens zweifach vermessen. Es folgt eine Anzahl einfacherer mathematischer Schritte, bei denen auf sehr spezielle Tabellen (Eingriffsgrenzen für Qualitätsregelkarten – Vertrauensbereich z.B. 99.73%) zurückgegriffen werden muss. Als Ergebnis erhält man mehr oder weniger aufgeschlüsselte prozentuale Streuungen. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass man sie ohne grössere mathematische Kenntnisse und ohne spezielle Software durchführen kann.

#### Methode 3

Ist ein Sonderfall der Methode 2 und wird bei Masssystemen angewendet, bei denen kein Bedienerinfluss vorliegt (z.B. mechanisierte Messeinrichtung, Prüfautomaten usw.). Die Berechnung erfolgt wie bei Methode 2, jedoch mit einem Prüfer.

## Messabweichungen

Allgemein unterscheidet man fünf verschiedene Kategorien von Messabweichungen:

**Genauigkeit, Wiederholpräzision, Vergleichspräzision, Linearität und Stabilität.**

### Genauigkeit, Richtigkeit, systematische Messabweichung

Die Genauigkeit oder Richtigkeit wird durch wiederholtes Messen ein und desselben Prüflings ermittelt. Hierzu vergleicht man den Mittelwert der erfassten Messwerte mit dem wahren Merkmalswert des Prüflings. Die Differenz zwischen dem Mittelwert und dem wahren Wert wird als systematische Messabweichung bezeichnet. Anhand dieser Differenz wird dann eine Aussage über die Genauigkeit des Messmittels getroffen.

### Wiederholpräzision, Wiederholbarkeit

Zur Ermittlung der Wiederholpräzision wird derselbe Prüfling vom selben Bediener und mit demselben Messmittel am selben Ort mehrmals in rascher Folge gemessen. Der Prüfling wird zwischen den einzelnen Messungen jedoch immer wieder zurückgelegt. Die Standardabweichung der Messwerte ist dann ein Mass für die Wiederholpräzision.

### Vergleichspräzision, Nachvollziehbarkeit

Zur Ermittlung der Vergleichspräzision werden an denselben Prüflingen gemäss einem festgelegten Messverfahren Messungen durch verschiedene Bediener, an verschiedenen Orten oder mit mehreren Geräten desselben Typs durchgeführt. In der Regel gibt es zwei oder drei Bediener, die mehrmals hintereinander die gleichen Teile messen, oder derselbe Bediener wiederholt denselben Messvorgang an verschiedenen Orten oder mit verschiedenen Geräten. Innerhalb einer Untersuchung wird aber immer nur eine dieser drei Variablen (Bediener, Ort, Gerät) verändert. Das Mass für die Vergleichspräzision sind dann die Unterschiede zwischen den von jedem Bediener (bzw. an jedem Ort oder mit jedem Gerät) beobachteten Mittelwerten.

### Stabilität

Zur Untersuchung der Stabilität werden gemäss einem festgelegten Messverfahren mit derselben Geräteausrüstung am selben Ort und vom selben Bediener in festgelegten Zeitabständen mehrere Messungen ein und desselben Prüflings vorgenommen. Nach jeder Messserie wird der Mittelwert der Messwerte berechnet. Die Differenzen zwischen den zu verschiedenen Zeitpunkten beobachteten Mittelwerten werden dann als Mass für die Stabilität des Messmittels verwendet.

### Linearität

Zur Untersuchung der Linearität werden vom selben Bediener und mit demselben Messmittel am selben Ort und nach einem festgelegten Verfahren Messungen an mehreren Prüflingen durchgeführt, deren Merkmalswerte den gesamten in der Praxis zu erwartenden Wertebereich abdecken. Jeder Prüfling wird mehrmals gemessen. Für jeden Prüfling wird dann der Mittelwert der beobachteten Messwerte berechnet. Dann wird für jeden Prüfling die Differenz zwischen dem wahren Wert und dem beobachteten Mittelwert (vgl. Genauigkeit) berechnet. Sind diese Differenzen unterschiedlich gross und sind diese Unterschiede so gross, dass sie nicht einfach als Zufallsstreuung erklärbar sind, so ist das Verhalten des Messmittels nicht linear.



## Messtechnische Begriffe

### Anzeigebereich

Der Anzeigebereich ist der Bereich zwischen grösster und kleinster Anzeige eines Messgerätes.

### Messbereich

Der Messbereich eines anzeigenden Messgerätes ist der Bereich von Messwerten, in dem vorgegebene oder vereinbarte Fehlergrenzen nicht überschritten werden.

### Messspanne

Der Anzeigebereich ist der Bereich zwischen grösster und kleinster Anzeige eines Messgerätes.

### Verstellbereich

Der Verstellbereich ist der Bereich der Messgrösse, um den der Messbereich verlagert werden kann.

### Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich ist gleich der Summe aus Verstellbereich und Messbereich. Anmerkung: Jeder Bereich wird durch seinen Anfangswert und seinen Endwert gekennzeichnet.

### Messgrösse

Physikalische Grösse, der die Messung gilt, d.h. sie ist die zu messende oder gemessene Länge bzw. der zu messende oder gemessene Winkel.

### Messwert

Der Messwert ist der durch eine Messung ermittelte Wert, er ist somit der Messgrösse zugehörig und der Ausgabe (z.B. Anzeige) eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung zugeordnet. Ein Messwert wird als Produkt aus Zahlenwert und Einheit angegeben. Der Messwert setzt sich aus dem wahren Wert und den zufälligen sowie systematischen Messabweichungen zusammen.

### Messergebnis

Der Messwert, korrigiert um bekannte systematische Messabweichungen, führt zum Messergebnis. Das Messergebnis ist wiederum mit einer Messunsicherheit behaftet, die die zufälligen sowie die unbekannt systematischen Messabweichungen umfasst.

### Grenzwerte eines messtechnischen Merkmals MPL

Für eine Messeinrichtung durch Spezifikationen, Werksnormen usw. zugelassene Extremwerte für ein messtechnisches Merkmal.

### Grenzwerte für Messabweichungen für ein messtechnisches Merkmal MPE

Für eine Messeinrichtung durch Spezifikationen, Werksnormen usw. zugelassene Extremwerte für eine Messabweichung eines messtechnischen Merkmals.

### Wiederholpräzision

Sie ist die Eigenschaft eines Messgerätes, Ergebnisse aufeinanderfolgender Messungen in gleicher Messrichtung und derselben Messgrösse, ausgeführt unter gleichen Messbedingungen, wiederzugeben. Die Wiederholpräzision ist als Standardabweichung der Streuungskennwerte auszudrücken. Die Wiederholpräzision ist eine wichtige Information zur Abschätzung der Messunsicherheit.

### Wiederholgrenze

Die Wiederholgrenze ist der Grenzwert für die Wiederholpräzision.

### Fehlergrenzen G

Fehlergrenzen entsprechen den „Grenzwerten für Messabweichungen für ein messtechnisches Merkmal MPE“. Fehlergrenzen sind Beträge für untere und obere Grenzabweichungen eines Messgerätes. Der Normalfall in der praktischen Messtechnik sind symmetrische Fehlergrenzen. Für diese wird nur ein einziger Wert ohne Vorzeichen angegeben.

### Abweichungsspanne

Die Abweichungsspanne ist der Ordinatenabstand zwischen dem höchsten und tiefsten Punkt im Abweichungsdiagramm. Die Abweichungsspanne gilt jeweils für die gesamte Messspanne oder den Messbereich bzw. für eine Teilmessspanne oder einen Teilmessbereich. Sie wird durch Messungen in einer Richtung (ohne Wechsel der Wirkrichtung der Messkraft), d.h. bei Messuhren mit hineingehendem Messbolzen ermittelt. Die Gesamtabweichungsspanne wird durch Messungen in beiden Richtungen (mit Wechsel der Wirkrichtung der Messkraft), d.h. bei Messuhren mit hinein- und herausgehendem Messbolzen ermittelt.

### (Messwert-) Umkehrspanne

Die (Messwert-) Umkehrspanne ist die ermittelte Differenz der Anzeigen eines Messgerätes, wenn unter gleichen Messbedingungen derselbe Wert der Messgrösse bei ansteigenden und bei abfallenden Werten gemessen wird. Die (Messwert-) Umkehrspanne ist als Standardabweichung der Streuungskennwerte auszudrücken. Die (Messwert-) Umkehrspanne kann durch einzelne Messungen an beliebiger Stelle innerhalb der Messspanne bzw. des Messbereichs bestimmt oder aus dem Gesamtabweichungsdiagramm gewonnen werden.

### Messkraft

Mit Messkraft definiert man in der Messtechnik diejenige Kraft, die bei jeder Messung vom Messgerät bzw. von der Messeinrichtung ausgeht und die auf den zu messenden Gegenstand ausgeübt wird.

Die Geometrie, das Material und Messkraft des Tasters haben einen erheblichen Einfluss auf das Messergebnis.

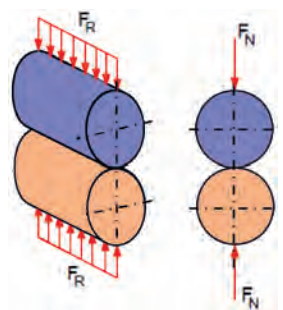
So ist unter anderem die Hertzsche Pressung mit zu berücksichtigen. Diese ist je nach Geometrie und Material des Tastkörpers unterschiedlich und führt zu einer Abplattung der Berührflächen. Berühren sich zwei gekrümmte Körper, beispielsweise zwei Kugeln oder zwei gekreuzte Walzen, so entsteht eine Berührellipse. Bei zwei parallelen Zylindern dagegen entsteht eine rechteckige Berührfläche.

Je kleiner die Messfläche, umso grösser die Hertzsche Pressung und somit der Messfehler durch Verformung.

Um Messwerte miteinander vergleichen zu können ist es unbedingt notwendig, dass die Messflächen in Geometrie gleich sind und mit gleicher Kraft beaufschlagt werden.

Wenige taktile Messgeräte bieten die Möglichkeit der Reduzierung der Messkraft auf unter 1 mN um den Einfluss der Hertzsche Pressung zu minimieren und eine Deformation oder gar Beschädigung des Prüflings zu vermeiden.

Alternativ bietet sich die berührungslose oder optische Messtechnik an. Die Grenzen hier sind die Wellenlänge des Lichtes (ca. 0.6  $\mu\text{m}$ ) und Effekte wie die Fraunhofersche Beugung oder Streuung, so dass eine Genauigkeit bei hochgenauen Messungen unter 1  $\mu\text{m}$  nicht mehr gegeben ist. Je nach Beleuchtungsart und Stärke sind die Erscheinungen unterschiedlich ausgeprägt.



**Anzeige**

Die Anzeige ist die unmittelbar mit den menschlichen Sinnen erfassbare Information über den Messwert. Sie kann optisch, akustisch oder auf andere Weise vermittelt werden. Bei anzeigenden Messgeräten werden die Skalenanzeige, die Ziffernanzeige und sonstige Anzeigen unterschieden. Bei Massverkörperungen entspricht die Aufschrift der Anzeigen.

*Anmerkung: Die Begriffe „analog“ und „digital“ sind durch die Normen der Unterscheidung von Messverfahren vorbehalten. Sie sollten nicht zur Bezeichnung von Anzeigen verwendet werden.*

**Skalenanzeige**

Eine Skalenanzeige ist der an einer Strichskale ablesbare Stand einer Marke.

**Strichskale**

Eine Strichskale (Teilung) ist die Aufeinanderfolge einer Anzahl von Teilstrichen auf einem Skalenträger.

**Teilstrichabstand**

Der Teilstrichabstand einer Strichskale ist der längs des Weges der Ablesemarke (z.B. Zeigerspitze) in Längeneinheiten gemessene Mittenabstand zweier benachbarter Teilstriche.

**Skalenteil**

Teil einer Skale zwischen zwei aufeinanderfolgenden Teilstrichen.

**Skalenteilungswert**

Der Skalenteilungswert ist der Betrag der Differenz zwischen den Werten, die zwei aufeinanderfolgenden Teilstrichen entsprechen. Der Skalenteilungswert wird in der auf der Skale stehenden Einheit angegeben.

**Noniuswert**

Der Noniuswert ist die Änderung des Wertes der Messgröße, die eine Änderung der Anzeige um einen Skalenteil der Noniusteilung bewirkt.

**Ziffernanzeige**

Die Ziffernanzeige ist die Anzeige in Form einer Zahl (Ziffernfolge).

**Ziffersschritt**

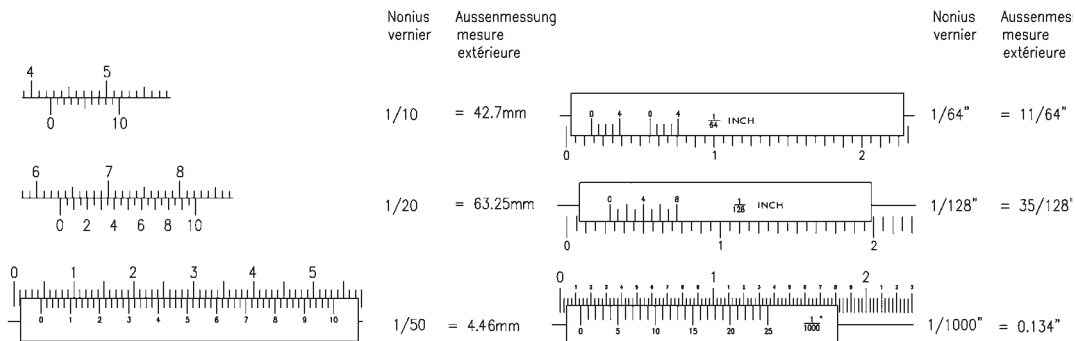
Der Ziffersschritt ist die Differenz zweier aufeinanderfolgender Ziffern der letzten Stelle einer Ziffernskala.

**Ziffernskala**

Eine Ziffernskala ist eine Folge von Ziffern (meist 0 bis 9) auf einem Ziffernträger. Bei einer mehrstelligen Ziffernskala sind einstellige Ziffernskalen in dezimaler Abstufung nebeneinander angeordnet.

**Zifferschriftwert**

Der Zifferschriftwert ist die Änderung der Anzeige um einen Ziffernwert. Der Zifferschriftwert, der dem Skalenteilungswert entspricht, wird in der Einheit der Messgröße angegeben.





### Grundeinheiten des MKS-Einheiten-Systems

auch bekannt als SI-System. Vollständige Bezeichnung: MKSAKC-System (in der Mechanik gebräuchliche Abkürzung).

M = Meter (Länge)  
 A = Ampère (Stromstärke)  
 K = Kilogramm (Masse)

K = Kelvin (Temperatur)  
 S = Sekunde (Zeit)  
 C = Candela (Lichtstärke)

Grösse	SI-Einheiten und weitere gesetzlich zugelassene Einheiten			Seit 01.01.1983 gesetzlich nicht mehr zugelassene Einheiten
	Name	Zeichen	Beziehung	
<b>Raum und Zeit</b>				
Länge	Meter	<b>m</b>	Basiseinheit	1 fm (Fermi) = 10 <sup>-15</sup> m 1 Å (Ångström) = 10 <sup>-10</sup> m 1 sm (Seemeile) = 1852 m 1 AE (Astronom. Einheit) = 1.496·10 <sup>11</sup> m 1 pc (Parsec) = 3.0857·10 <sup>16</sup> m
Fläche	Quadratmeter Are Hektar	<b>m<sup>2</sup></b> <b>a</b> <b>ha</b>	1 m <sup>2</sup> = 1 m·m 1 a = 100 m <sup>2</sup> 1 ha = 10000 m <sup>2</sup>	1 b (Barn) = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
Volumen	Kubikmeter Liter	<b>m<sup>3</sup></b> <b>l, L</b>	1 m <sup>3</sup> = 1 m·m·m 1 l = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> = 1 dm <sup>3</sup>	
Ebener Winkel	Radian Winkel-Grad Winkel-Minute Winkel-Sekunde	<b>rad</b> <b>°</b> <b>'</b> <b>"</b>	1 rad = 1 m/m 1° = (n/180) rad 1' = 1°/60 1" = 1'/60	1 gon (Gon) = (n/200) rad
Raumwinkel	Steradian	<b>sr</b>	1 sr = 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
Zeit	Sekunde Minute Stunde Tag	<b>s</b> <b>min</b> <b>h</b> <b>d</b>	Basiseinheit 1 min = 60 s 1 h = 3600 s 1 d = 86400 s	
Geschwindigkeit	Meter/Sekunde Kilometer/Stunde	<b>m/s</b> <b>km/h</b>	1 km/h = (1/3.6) m/s	1 M (Mach) = ca. 340 m/s 1 Knoten = 0.51444 m/s
Winkelgeschwindigkeit	Radian/Sekunde	<b>rad/s</b>		
Beschleunigung	Meter/Sekunde <sup>2</sup>	<b>m/s<sup>2</sup></b>		1 Gal = 10 <sup>-2</sup> m/s <sup>2</sup>
Winkelbeschleunigung	Radian/Sekunde <sup>2</sup>	<b>rad/s<sup>2</sup></b>		
Frequenz	Hertz	<b>Hz</b>	1 Hz = 1/s	
Drehzahl	1/Sekunde 1/Minute	<b>1/s</b> <b>1/min</b>	1/s = 1 s <sup>-1</sup> 1/min = 1 min <sup>-1</sup> = (1/60)s <sup>-1</sup>	
<b>Mechanik</b>				
Masse	Kilogramm Gramm Tonne atomare Masseneinheit  metrisches Karat	<b>kg</b> <b>g</b> <b>t</b> <b>u</b>  <b>ct</b>	Basiseinheit 1 g = 10 <sup>-3</sup> kg 1 t = 10 <sup>3</sup> kg 1 u = 1.660 565 5·10 <sup>-27</sup> kg  1 ct = 0.2 g	1 q (Zentner) = 100 kg
Längenbezogene Masse	Kilogramm/Meter Tex	<b>kg/m</b> <b>tex</b>	1 tex = 10 <sup>-6</sup> kg/m	1 den (Denier) = (1/9)·10 <sup>-6</sup> kg/m
Flächenbezogene Masse	Kilogramm/Meter <sup>2</sup>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>		
Dichte	Kilogramm/Meter <sup>3</sup>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		
Volumenstrom	Meter <sup>3</sup> /Sekunde	<b>m<sup>3</sup>/s</b>		
Massenstrom	Kilogramm/Sekunde	<b>kg/s</b>		
Impuls	Kilogramm·Meter/Sekunde	<b>kg·m/s</b>	1 kg·m/s = 1 N·s	
Drehimpuls	Kilogramm·Meter <sup>2</sup> /Sekunde	<b>kg·m<sup>2</sup>/s</b>	1 kg·m <sup>2</sup> /s = 1 N·s·m	
Massenträgheitsmoment	Kilogramm·Meter <sup>2</sup>	<b>kg·m<sup>2</sup></b>		1 kp·m <sup>2</sup> = 9.50665 kg·m <sup>2</sup>
Kraft	Newton	<b>N</b>	1 N = 1 kg·m/s <sup>2</sup>	1 dyn = 10 <sup>-5</sup> N, 1 kp = 9.806 65 N 1 kpf = 1 kg* = 9.806 65 N
Drehmoment	Newton·Meter	<b>N·m</b>		1 kp·m = 9.806 65 N/m <sup>2</sup>
Mech. Spannung	Newton/Meter <sup>2</sup>	<b>N/m<sup>2</sup></b>		1 kp/m <sup>2</sup> = 9.806 65 N/m <sup>2</sup>
Druck	Pascal Bar Milimeter Quecksilbersäule	<b>Pa</b> <b>bar</b> <b>mm Hg</b>	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa 1 mm Hg = 1.33322·10 <sup>2</sup> Pa	1 atm = 1.01325·10 <sup>5</sup> Pa 1 at = 0.980665·10 <sup>5</sup> Pa 1 torr = 1.33322·10 <sup>2</sup> Pa 1 barye = 0.1 Pa, 1 pz (Piëze) = 10 <sup>3</sup> Pa 1 mm WS = 9.80665 Pa
Dynamische Viskosität	Pascal·Sekunde	<b>Pa·s</b>	1 Pa·s = 1 N·s/m <sup>2</sup>	1 P (Poise) = 10 <sup>-1</sup> Pa·s
Kinematische Viskosität	Meter <sup>2</sup> /Sekunde	<b>m<sup>2</sup>/s</b>		1St (Stokes) = 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
<b>Energie und Leistung</b>				
Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule Kilowattstunde Elektronvolt	<b>J</b> <b>kW·h</b> <b>eV</b>	1 J = 1 N·m = 1 W·s 1 kW·h = 3.6 MJ 1 eV = 1.602189·10 <sup>-19</sup> J	1 cal = 4.1868 J, 1 kp·m = 9.80665 J 1 PS·h = 2.6478 MJ, 1 erg = 10 <sup>-7</sup> J 1 th (Thermie) = 4.1855 MJ 1 SKE = 29.3076 MJ
Leistung, Energiefluss, Wärmestrom	Watt	<b>W</b>	1 W = 1 J/s = 1 N·m/s = 1 V·A	1 PS = 0.735499 kW 1 kcal/h = 1.163 W

Grösse	SI-Einheiten und weitere gesetzlich zugelassene Einheiten			Seit 01.01.1983 gesetzlich nicht mehr zugelassene Einheiten
	Name	Zeichen	Beziehung	
<b>Akustik</b>				
Schallleistungspegel	Watt Dezibel	<b>W/W</b> <b>dB</b>	Schallleistungspegel (dB)= 10·log <u>Schallleistung (W)</u> 10 <sup>-12</sup> W	
Schalldruckpegel	Pascal Dezibel	<b>Pa</b> <b>dB</b>	Schalldruckpegel (dB)= 20·log <u>Schalldruck (µPa)</u> 20 µPa	
<b>Temperatur und Wärme</b>				
Temperatur	Kelvin Grad Celsius	<b>K</b> <b>°C</b>	Temp. (°C)=Temp. (K)-273,15 Temp. differenz: 1°C=1K	
Wärmekapazität Entropie /	Joule/Kelvin	<b>J/K</b>		1 kcal/°C=4.1868 J/K 11 Cl (Clausius)= 4.1868 J/K
Spez. Wärmekapazität /	Joule/(Kilogramm·Kelvin)	<b>J/(kg·K)</b>		1 kcal/(kg·°C)=4.1868 kJ/kg·K
Spez. innere Engerie /	Joule/Kilogramm	<b>J/kg</b>		1 kcal/kg=4.1868 kJ/kg
Wärmeleitfähigkeit /	Watt/(Meter·Kelvin)	<b>W(m·K)</b>		1 kcal/(h·m·°C)=1.163 W(m·K)
Wärmeübergangskoeffizient /	Watt/(Meter²·Kelvin)	<b>W/(m²·K)</b>		1 kcal/(h·m²·°C)=1.1163 W/(m²·K)
<b>Elektrizität, Magnetismus und Licht</b>				
El. Stromstärke	Ampere	<b>A</b>	Basiseinheit	
Ladung	Coulomb	<b>C</b>	1 C =1 A·s; 1A·h=3600 C	
Spannung	Volt	<b>V</b>	1V=1 W/A	
Widerstand	Ohm	<b>Ω</b>	1Ω=1V/A	
Leitwert	Siemens	<b>S</b>	1S=1/Ω	
Kapazität	Farad	<b>F</b>	1F=1C/V	
Magn. Fluss	Weber	<b>Wb</b>	1Wb=1V·s=1W·s/A	1 Mx (Maxwell) = 10 <sup>-8</sup> Wb
Magn. Flussdichte /	Tesla	<b>T</b>	1T=1Wb/m²	1G (Gauss) =10 <sup>-4</sup> T
Induktivität	Henry	<b>H</b>	1H=1Wb/A	
Magn. Feldstärk	Ampere/Meter	<b>A/m</b>		1 Oe (Oersted)=79.5775 A/m
Lichtstärke	Candela	<b>cd</b>		1Ik (Int. Kerze)=1.019 cd 1 NK (Neue Kerze)=1 cd
Leuchtdichte	Candela/Meter²	<b>cs/m²</b>		1 sb (Stilb)=10 <sup>4</sup> cd/m² 1 asb (Apostilb)=(1/π) cd/m² 1 La (Lambert)=( 1/π)·10 <sup>4</sup> cd/m²
Lichtstrom	Lumen	<b>lm</b>	1 lm=1 cd·sr	
Beleuchtungsstärke	Lux	<b>lx</b>	1 lx=1 lm/m²	

**Gegenüberstellung anglo-amerikanischer zu metrischen Einheiten**

**Längen-Einheiten**

	in	ft	yd	mm	m	km
1 in =	1	0.08333	0.02778	25.4	0.0254	-
1 ft =	12	1	0.3333	304.8	0.3048	-
1 yd =	36	3	1	914.4	0.9144	-
1 mm =	0.03937	3281·10 <sup>-6</sup>	1094·10 <sup>-6</sup>	1	0.001	10 <sup>-6</sup>
1 m =	39.37	3.281	1.094	1000	1	0.001
1 km =	39370	3281	1094	10 <sup>6</sup>	1000	1

**Volumen-Einheiten**

	cu in	cu ft	cu yd	cm³	dm³	m³
1 cu in =	1	5.786·10 <sup>-4</sup>	2.144·10 <sup>-5</sup>	16.39	0.01639	1.64·10 <sup>-6</sup>
1 cu ft =	1728	1	0.037	28316	28.32	0.0283
1 cu yd =	46656	27	1	764555	764.55	0.7646
1 cm³ =	0.06102	3532·10 <sup>-8</sup>	1.31·10 <sup>-6</sup>	1	0.001	10 <sup>-6</sup>
1 dm³ =	61.02	0.03532	0.00131	1000	1	0.001
1 m³ =	61023	35.32	1.307	10 <sup>6</sup>	1000	1

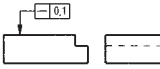
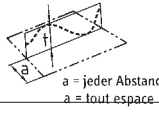
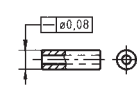
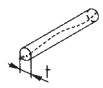
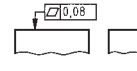

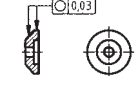
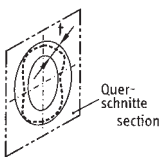
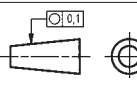
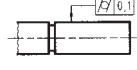
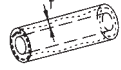
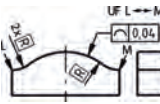
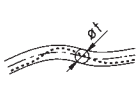
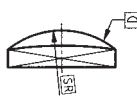
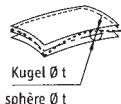
**Flächen-Einheiten**

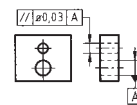
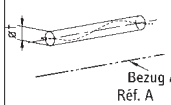
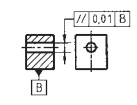
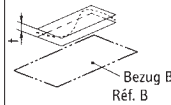
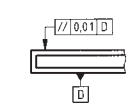
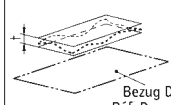
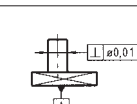
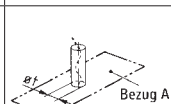
	sq in	sq ft	sq yd	cm²	dm²	m²
1 sq in =	1	6.944·10 <sup>-3</sup>	0.772·10 <sup>-3</sup>	6.452	0.06452	64.5·10 <sup>-6</sup>
1 sq ft =	144	1	0.1111	929	9.29	0.0929
1 sq yd =	1296	9	1	8361	83.61	0.8361
1 cm² =	0.155	1.076·10 <sup>-3</sup>	1.197·10 <sup>-4</sup>	1	0.01	0.0001
1 dm² =	15.5	0.1076	0.01196	100	1	0.001
1 m² =	1550	10.76	1.196	10000	100	1

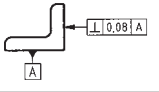
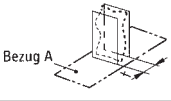
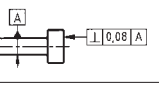
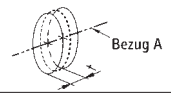
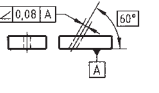



**Massen-Einheiten**

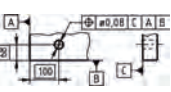
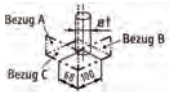
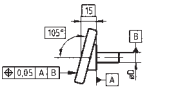
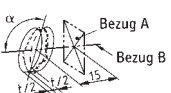
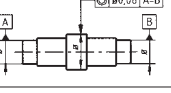
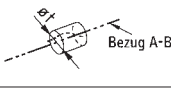
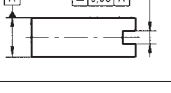

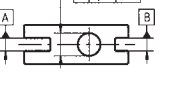

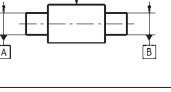
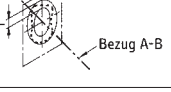
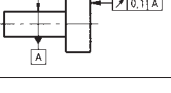
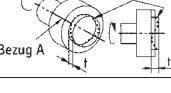
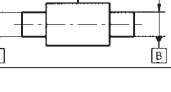
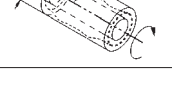
	dram	oz	lb	g	kg	Mg
1 dram =	1	0.0625	0.003906	1.772	0.00177	1.77·10 <sup>-6</sup>
1 oz =	16	1	0.0625	28.35	0.02832	28.3·10 <sup>-6</sup>
1 lb =	256	16	1	453.65	0.4531	4.53·10 <sup>-4</sup>
1 g =	0.5643	0.03527	0.002205	1	0.001	10 <sup>-6</sup>
1 kg =	564.3	35.27	2.205	1000	1	0.001
1 Mg =	564.4·10³	35270	2205	10 <sup>6</sup>	1000	1



Toleranz-Symbole und tolerierte Eigenschaften		Anwendungsbeispiele		
		Zeichnungsangaben	Toleranzzone	Interpretation
—	<b>Geradheit</b> einer Linie oder Achse			Jede erfasste Linie der oberen Fläche muss zwischen zwei parallelen geraden Linien im Abstand $t = 0,1$ liegen. Die Richtung der Linien ist parallel zur Zeichenebene der tolerierten Darstellung definiert.
				Die mit dem Toleranzrahmen bezeichnete Achse des Aussen-Zylinders muss innerhalb einer zylindrischen Toleranzzone von $\varnothing t = 0,08$ liegen.
□	<b>Ebenheit</b> einer Fläche			Die tolerierte Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen.
○	<b>Rundheit</b> einer Scheibe, eines Zylinders, eines Kegels usw.			Die erfasste Umfanglinie jedes Querschnittes der Zylinder- und Kegelmantelflächen muss zwischen zwei in derselben Ebene liegenden konzentrischen Kreisen mit radialem Abstand $t = 0,03$ liegen.
				Die erfasste Umfanglinie jedes Querschnittes des Kegels muss zwischen zwei in derselben Ebene liegenden konzentrischen Kreisen mit radialem Abstand $t = 0,1$ liegen.
∅	<b>Zylindrizität</b>			Die tolerierte Oberfläche muss zwischen zwei koaxialen Zylindern liegen, die einen radialen Abstand von $t = 0,1$ aufweisen.
⌒	<b>Linienprofil</b>			Das tolerierte Profil muss zwischen zwei Hülllinien liegen, deren Abstand durch Kreise mit $\varnothing t = 0,04$ begrenzt wird. Die Mittelpunkte dieser Kreise liegen auf einer Linie von theoretisch genauer Form.
⌓	<b>Flächenprofil</b>			Die tolerierte Fläche muss zwischen zwei Hüllflächen liegen, deren Abstand durch Kugeln mit $\varnothing t = 0,02$ begrenzt wird. Die Mittelpunkte dieser Kugeln liegen auf einer Fläche von theoretisch genauer Form.

Richtungstoleranzen	//	<b>Parallelität</b> einer Linie (Achse) in Bezug auf eine Bezugslinie (Achse)			Die tolerierte Bohrungsachse muss innerhalb eines Zylinders von $\varnothing t = 0,03$ liegen, der parallel zur Bezugsachse A ist.
		<b>Parallelität</b> einer Linie (Achse) in Bezug auf eine Bezugsebene			Die tolerierte Achse muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,01$ liegen. Die Ebenen verlaufen parallel zur Bezugsebene B.
		<b>Parallelität</b> einer Fläche in Bezug auf eine Bezugsebene			Die erfasste Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,01$ liegen. Die Ebenen liegen parallel zur Bezugsebene D.
		<b>Rechtwinkligkeit</b> einer Linie (Achse) in Bezug auf eine Bezugsebene			Die Achse des Zylinders muss in einer zylindrischen Toleranzzone mit Durchmesser $t = 0,01$ liegen. Die Toleranzzone steht senkrecht auf der Bezugsebene A.

Toleranz-Symbole und tolerierte Eigenschaften		Anwendungsbeispiele		
		Zeichnungsangaben	Toleranzzone	Interpretation
Richtungstoleranzen	⊥ <b>Rechtwinkligkeit</b> einer Fläche in Bezug auf eine Bezugsebene			Die senkrechte Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen. Die Ebenen stehen senkrecht auf der Bezugsebene A.
	⊥ <b>Rechtwinkligkeit</b> einer Fläche in Bezug auf eine Bezugslinie			Die tolerierte Planfläche des Werkstückes muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen. Die beiden Ebenen stehen senkrecht zur Bezugsachse A.
∠	<b>Neigung</b> einer Linie (Achse) in Bezug auf eine Bezugsebene			Die Bohrungsachse muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen. Die beiden Ebenen sind im theoretisch genauen Winkel von $60^\circ$ zur Bezugsebene A geneigt.
	<b>Neigung</b> einer Fläche in Bezug auf eine Bezugs-ebene			Die tolerierte Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen. Die Ebenen sind um theoretisch genau $40^\circ$ zur Bezugsebene A geneigt.

⊕	<b>Position</b> von Linien, Achsen oder Flächen untereinander oder zu einem oder mehreren Bezugselementen			Die Achse der Bohrung muss sich innerhalb einer zylindr. Toleranzzone mit $\varnothing t = 0,08$ befinden, deren Achse am theoretisch genauen Ort bezogen auf die Bezugsebene A, B und C liegt.
				Die geneigte Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen liegen mit Abstand $t = 0,05$ . Die Ebenen liegen symmetrisch zum theoretisch genauen Ort der tolerierten Fläche, bezogen auf die Bezugsebene A und die Achse des Zylinders (Bezugsgerade B).
○	<b>Koaxialität</b> einer Achse zu einer gemeinsamen Bezugsachse			Die erfasste Achse des grossen Zylinders muss sich in einer zylindr. Toleranzzone mit $\varnothing t = 0,08$ befinden. Die Achse der zylindrischen Toleranzzone stimmt mit der Bezugsachse A-B überein.
≡	<b>Symmetrie</b> einer Mittelebene oder -linie (Achse) zu einer Bezugs- Geraden oder -Ebene			Die Mittelebene der Nut muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen. Die beiden Ebenen müssen sym. zur Mittelebene des Bezugs-elementes A sein.
				Die Achse der Bohrung muss zwischen zwei parallelen Ebenen mit Abstand $t = 0,08$ liegen. Die Ebenen liegen symmetrisch zur gemeinsamen Mittelebene der Bezugsnuten A und B.
/	<b>Einfacher Lauf radial</b>			Während einer Umdrehung um die gemeinsame Bezugsachse A-B darf die radiale Rundlaufabweichung an jeder beliebigen Messebene nicht grösser sein als $t = 0,1$ .
	<b>Einfacher Lauf axial</b>			Während einer Umdrehung um die Bezugsachse A darf die axiale Rundlaufabweichung an jeder beliebigen Messstelle nicht grösser sein als $t = 0,1$ .
∥	<b>Gesamtlauf radial</b> (Gesamtlauf axial ist auch angebar)			Die Zylinderfläche muss zwischen zwei koaxialen Zylindern mit radialem Abstand $t = 0,1$ liegen, deren Achsen mit der gemeinsamen Bezugsgeraden A-B übereinstimmen.

# Dienstleistungen aus einer Hand



## Kalibrierung und Wartung vor Ort

- Vertikale Längenmessgeräte
- Horizontale Längenmessgeräte
- Mikroskope
- Profilprojektoren
- Hartgesteinsplatten (Granitplatten)
- Konturenmessgeräte
- Mecmesin Prüfstände (nur Wartung)

## Unsere Dienstleistungen an Ihren Geräten

- Visuelle Prüfung
- Komplette Reinigung
- Prüfung der Optik und Mechanik
- Kalibrierung mit rückführbaren Normalen
- Erstellung eines Prüfprotokolls
- Wartungsbestätigung mittels Prüfplakette

## Vorteile durch unsere Dienstleistungen vor Ort

- Vorteile durch unsere Dienstleistungen vor Ort
- Kurze Durchlaufzeiten, kurze Stillstandzeiten
- Berücksichtigung der Einsatzbedingungen vor Ort
- Termingerechte Ausführung der Dienstleistung
- Ersatzprüfmittel zur Sicherung des Betriebes sind nicht mehr nötig
- Administrativer / organisatorischer Aufwand wird stark reduziert
- Teure Verpackungs- und Transportkosten entfallen
- Kein Risiko durch Transportschaden
- Persönlicher Kontakt mit dem Servicetechniker vor Ort
- Justierung, Reparatur oder Austausch einzelner oder kompletter Komponenten bei fehlerhaften Messergebnissen
- Zuverlässiges, rückführbares Messgerät steht nach kurzer Zeit wieder vollumfänglich zur Verfügung
- Bei Bedarf kalibrieren wir auch in Ihren Räumen
- Zusätzlich notwendige Justierungen, Reparaturen, Geräteaustausch und andere Wartungsarbeiten können direkt ausgeführt oder unmittelbar initialisiert werden

Ihre Anfrage an unsere Service-Abteilung senden Sie bitte per E-Mail an [service.messtechnik@brw.ch](mailto:service.messtechnik@brw.ch)

