



Industrie

PROFESSIONAL MEASURING

# Wiegetechnische Basisschulung

Referent: Hr. Mustermann

# Inhalt

ition |, de  
fication of  
ntial to th



- 1 Allgemeine Begriffe
- 2 Eichung
- 3 Bauformen und Wiegesysteme
- 4 Prüfbedingungen
- 5 Handhabung der Prüfgewichte
- 6 Wiegung
- 7 Typische Wiegefunktionen

Definition  
signification of a word

# Allgemeine Begriffe

Der wiegetechnische Grundwortschatz

# Ablesbarkeit (d)

- Kleinster ablesbarer Gewichtswert bei einer Digitalwaage (Ziffernschritt)



# Auflösung

- Berechnet sich aus dem Maximalgewicht / Ablesbarkeit

Beispiel:

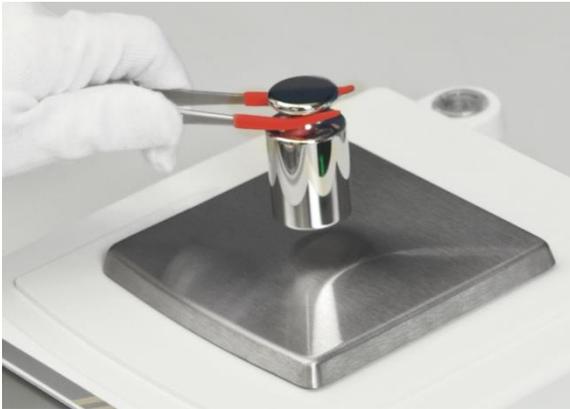


$$\text{Digits} = \frac{\text{Max}}{d} = \frac{250}{0,001} = 250.000$$

# Reproduzierbarkeit

- Maß der Übereinstimmung bei Wiederholungsmessungen unter den selben Bedingungen

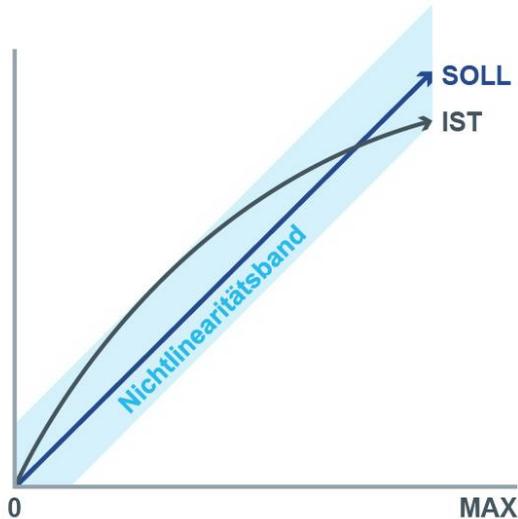
Dasselbe Gewicht wird mehrfach auf die Waage gestellt



	Prüfung	Gewicht	Abweichung
<b>SOLL</b>		<b>100,000 g</b>	
<b>IST</b>	1	99,998 g	-0,002 g
	2	100,001 g	0,001 g
	3	100,000 g	0,000 g
	4	99,997 g	-0,003 g
	5	99,999 g	-0,001 g

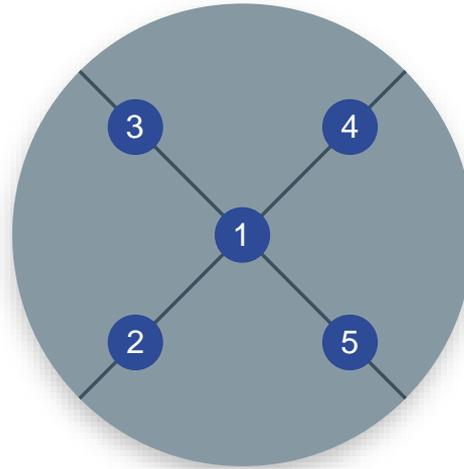
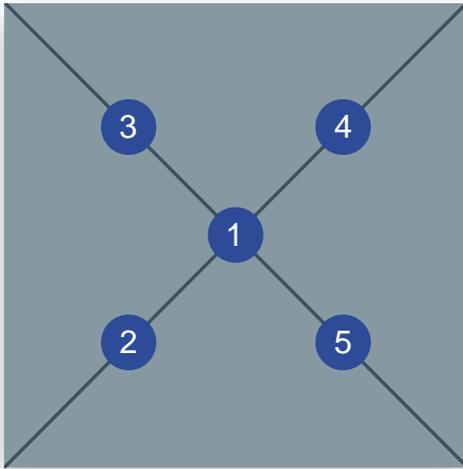
# Linearität / Richtigkeit

- Größte Abweichung der Gewichtsanzeige der Waage zum Wert des entsprechenden Prüfgewichts nach Plus und Minus über den gesamten Wägebereich.



# Außermittige Belastung

- Abweichung der Prüfpunkte 2, 3, 4 und 5 bezogen auf die Mitte (Punkt 1) der Wägeplatte
- Außermittig bedeutet: Halbe Distanz zwischen Mitte und Außenkante der Waagschale



# Kalibrieren

## Prüfen des Ist-Zustandes

- Kalibrieren ist die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen den angegebenen Werten eines Messgeräts und den durch genaue Normale festgelegten Werten.**
- Der Kalibrierschein enthält den Messwert mit der Angabe der jeweiligen Messunsicherheit.**
- Kurz: Kalibrierung ist nur Prüfung– keine Einstellung oder Richtigestellung der Waage**



**KERN & Sohn GmbH**  
1846 ein deutsches Familien- und Gewerbetriebe seit 1844  
 Oldest European Manufacturer of Precision Balances since 1844

akkreditiert durch die / accredited by the  
**Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH**  
 als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the  
**Deutschen Kalibrierdienst DKD**



**G 1-123**  
 Deutscher Kalibrierdienst  
**2014-05**

---

**Kalibrierschein** / Calibration certificate      **Kalibrierzeichen** / Calibration mark

Gegenstand / Objekt Klasse E2 Ser./serial no. 1 mg - 1 kg Ome E2 Hersteller / Manufacturer KERN & Sohn GmbH Zögels 1 D-72336 Balingen Germany Typ / Type 313-052 Fabrikat/Serial-No. / Serial number G123456789 Auftraggeber / Customer Mustermann GmbH Tepler 1 49446 Musterstadt Deutschland	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung des Erhabens in Übereinstimmung mit dem internationalen Einheitsystem (SI). Die DAKMS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European Cooperation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung von Kalibrierzeugnissen. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wertsicherung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. This calibration certificate documents the traceability to national standards, which enable the user to measure accurately in the International System of Units (SI). The DAKMS is signatory to the multilateral agreements of the European cooperation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
---	--

Auftragsnummer 2014-123456789

---

Messergebnisliste / Measurement results:

Nennwert nominal value	Kennzeichnung marking	konventioneller Wägewert conventional mass	Unsicherheit uncertainty	Fehlergrenze max. perm. error	Klasse* class*
1 mg		1 mg + 0.0010 mg	± 0.0029 mg	± 0.0060 mg	E2 ✓
2 mg		2 mg + 0.0020 mg	± 0.0029 mg	± 0.0060 mg	E2 ✓
2 mg	*	2 mg + 0.0010 mg	± 0.0029 mg	± 0.0060 mg	E2 ✓
5 mg		5 mg + 0.0010 mg	± 0.0029 mg	± 0.0060 mg	E2 ✓
10 mg		10 mg + 0.0020 mg	± 0.0029 mg	± 0.0060 mg	E2 ✓
20 mg		20 mg + 0.001 mg	± 0.003 mg	± 0.010 mg	E2 ✓
20 mg	*	20 mg + 0.001 mg	± 0.003 mg	± 0.010 mg	E2 ✓
50 mg		50 mg + 0.001 mg	± 0.004 mg	± 0.012 mg	E2 ✓
100 mg		100 mg + 0.001 mg	± 0.005 mg	± 0.016 mg	E2 ✓
200 mg		200 mg + 0.002 mg	± 0.005 mg	± 0.020 mg	E2 ✓
200 mg	*	200 mg + 0.003 mg	± 0.005 mg	± 0.020 mg	E2 ✓
500 mg		500 mg + 0.005 mg	± 0.008 mg	± 0.025 mg	E2 ✓
1 g		1 g + 0.002 mg	± 0.010 mg	± 0.030 mg	E2 ✓
2 g		2 g + 0.002 mg	± 0.013 mg	± 0.040 mg	E2 ✓
2 g	*	2 g + 0.002 mg	± 0.013 mg	± 0.040 mg	E2 ✓
5 g		5 g + 0.010 mg	± 0.016 mg	± 0.050 mg	E2 ✓
10 g		10 g + 0.007 mg	± 0.020 mg	± 0.060 mg	E2 ✓
20 g		20 g + 0.005 mg	± 0.026 mg	± 0.080 mg	E2 ✓
20 g	*	20 g + 0.015 mg	± 0.026 mg	± 0.080 mg	E2 ✓
50 g		50 g + 0.02 mg	± 0.03 mg	± 0.10 mg	E2 ✓
100 g		100 g + 0.01 mg	± 0.05 mg	± 0.16 mg	E2 ✓
200 g		200 g + 0.05 mg	± 0.10 mg	± 0.30 mg	E2 ✓
200 g	*	200 g + 0.00 mg	± 0.10 mg	± 0.30 mg	E2 ✓
500 g		500 g + 0.10 mg	± 0.26 mg	± 0.80 mg	E2 ✓
1 kg		1 kg + 0.1 mg	± 0.5 mg	± 1.6 mg	E2 ✓

# Kalibrieren

- Normative Kalibrierungen (gem. DIN EN ISO 17025 bzw. CG 18)
  - Prüfungen **nach international anerkannten und verwendeten Abläufen**
  - Die dafür eingesetzten **Messmittel** (z. B. Gewichte) **unterliegen ebenfalls konkreten Anforderungen** (Rückführung auf das nationale Prüfnormal).
  - Die Prüflabore sind akkreditiert und unterliegen regelmäßigen Audits
- Prüfergebnisse sind **stets vergleichbar und international anerkannt**



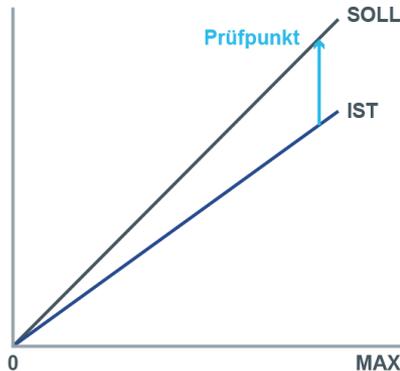
# Kalibrieren

- Nicht-normative Kalibrierungen (z. B. Werkskalibrierungen)
  - Folgen oftmals **keiner anerkannten Norm**
  - Werden in Prüflaboratorien **individuell gehandhabt** (Hausnorm)
  - Die Rückführung der Prüfnormale auf ein nationales (Prüf-) Normal ist **oft nicht gegeben**.

# Justieren

## ■ Einstellen / Herbeiführen des Soll-Zustandes

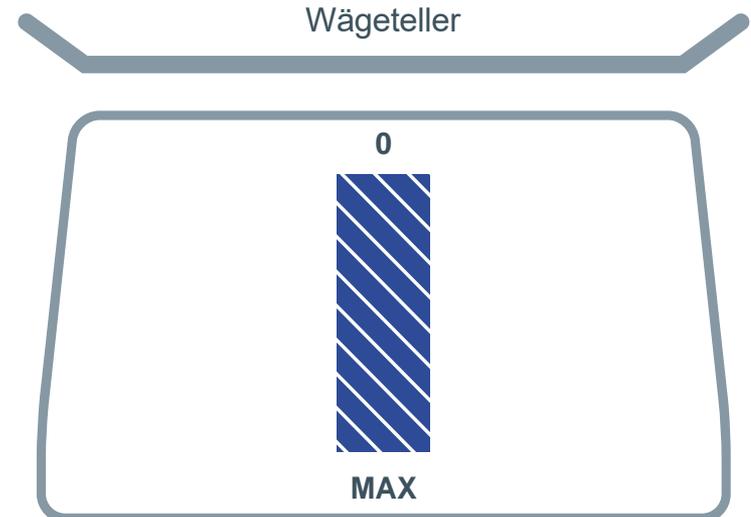
- **Justieren ist das exakte Einstellen einer Messgröße** durch einen fachmännischen Eingriff am Messsystem.
- Die Einstellung sollte an einem **Prüfpunkt** erfolgen, der **möglichst nahe bei Max** liegt. Damit wird die Kennlinie der Waage optimal an den Sollwert herangezogen.



# Einbereichswaage

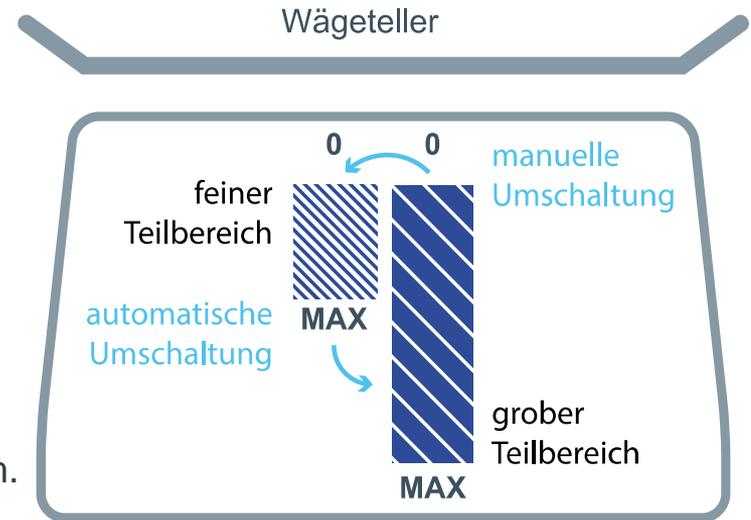
## ■ Waage mit **einem Wägebereich**

- ein Teilungswert
- eine Max-Last



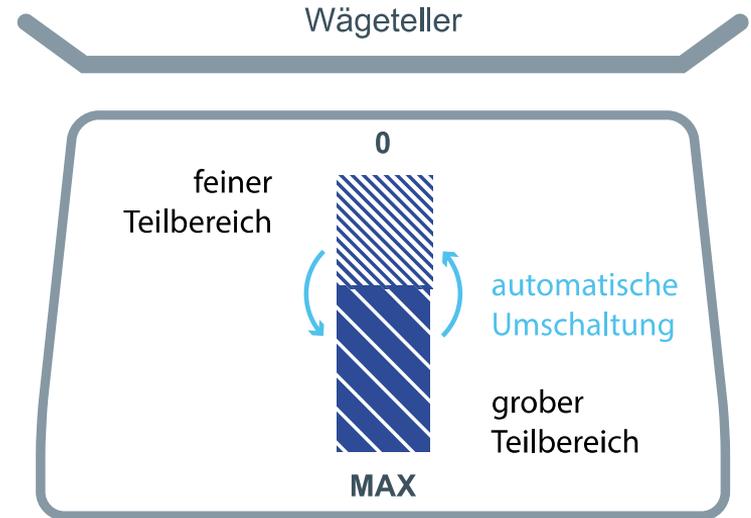
# Mehrbereichswaage

- Waage mit **zwei oder mehreren Wägebereichen**
  - verschiedene Max-Lasten
  - verschiedene Teilungswerte
  - 1 Lastaufnehmer
- Zweck der Mehrbereichswaage:  
Im unteren Feinbereich der Waage kann die Waage mit einer höheren Ablesbarkeit anzeigen. Erst im höheren Messbereich zeigt die Waage mit einer größeren Ablesbarkeit an.
- Beim Hochlaufen schaltet die Waage die Auflösung automatisch vom Feinbereich in den Grobbereich um.
- Beim Zurücklaufen bleibt die Waage in der groben Ablesbarkeit bis 0 erreicht ist.



# Mehrteilungswaage

- Waage mit **einem Wägebereich**, aufgeteilt in **Teilbereiche**
  - Jeder Bereich hat einen anderen Teilungswert.
  - Der Teilungswert wird bei Be- oder Entlastung automatisch in Abhängigkeit der aufbrachten Last umgeschaltet
- Der Unterschied zur Mehrbereichswaage besteht „nur“ darin, dass die Mehrteilungswaage auch im Zurücklauf die Ablesbarkeit automatisch umstellt



# Eichung

Eine kurze Einführung

# Eichpflicht

- Eine Waage muss immer dann geeicht betrieben werden, wenn eine **eichpflichtige Verwendung** vorliegt.  
Eine **Konformitätsbewertung** zu einem **späteren Zeitpunkt** ist **nicht möglich**.
- Eichpflichtige Verwendungen nach EU-Richtlinie 2014/31/EU sind:
  - Im **geschäftlichen Verkehr**, wenn der Preis einer Ware durch Wägung bestimmt wird (Einbezug der Waage in einen Kauf- oder einen Verkaufsvorgang)
  - Bei der **Herstellung von Arzneimitteln** in Apotheken und bei **Analysen** im medizinischen und pharmazeutischen Labor
  - Zu **amtlichen Zwecken** (bspw. Zoll- oder Drogenfahndung)
  - Bei der **Herstellung von Fertigpackungen** (insb. im Foodbereich)
  - In der **Heilkunde** (zu diagnostischen Zwecken, wie in Kliniken, Praxen und Heimen)

# Konformitätsbewertung und Betrieb

## - Konformitätsbewertung

- **muss** stets mit dem Neukauf der Waage **mitbestellt werden**
- Nur Geräte mit einer **Bauartzulassung** können konformitätsbewertet werden

## - Betrieb einer geeichten Waage

- **Bei Erhalt einer Waage** sollte der Verwender den Betrieb einer geeichten Waage **beim Eichamt anmelden**
- Je nach Verwendung sind Nacheichpflichten auf nationaler Ebene festgelegt.
- Der Verwender hat rechtzeitig vor jeder Nacheichung einen Antrag zur Nacheichung an das zuständige Eichamt zu stellen.
- Speziell wenn die Nacheichung nicht rechtzeitig durchgeführt werden konnte, muss der Verwender einen Antrag nachweisen um „legal“ weiter arbeiten zu können.

Preis zzgl. MwSt. ab Werk €	Eichung		Optionen
	M KERN	€	
440,-	-	-	91
ellen, eine nachträgliche Ersteichung ist nicht möglich Adresse des Aufstellungsortes.			
375,-	965-216	66,-	91
375,-	965-217	77,-	91

# Eichgültigkeitsdauern

- In Deutschland...
  - **...grundsätzlich:**
    - Waagen 2 Jahre \*
    - Gewichtsstücke 4 Jahre \*
  - **Ausgenommen davon:**
    - Waagen mit Höchstlast  $\geq 3000$  kg 3 Jahre \*
    - Nichtselbsteinspielende Handelswaagen mit Max-Last  $> 50$  kg 4 Jahre \*
    - Nichtselbsteinspielende Fein- und Präzisionswaagen 4 Jahre \*
    - Personen- und Säuglingswaagen 4 Jahre \*
    - Personenwaagen, nicht in Krankenhäusern aufgestellt (Praxen) unbefristet
    - Kontrollwaagen (für die Fertigverpackungskontrolle) 1 Jahr \*

Beispiel:

Konformitätsbewertung im Zeitraum von 01/2018-12/2018 = Gültigkeit bis 12/2020. Abgelaufen erst nach dem Ablauf des Kalenderjahres 2020.

Nacheichung muss innerhalb dieses Zeitraums erfolgen. Sollte Nacheichung etwas nach Ablaufdatum (02/2021) durchgeführt werden, ist das Datum der Nacheichung der letzte Monat des vorherigen Jahres (12/2020).

\* Hinweis zur Gültigkeit: (Dauer 1/2/3/4 Jahre = Jahr des Inverkehrbringens + restlicher Zeitraum des Jahres der Konformitätsbewertung)

# Eichmarke

- Die Waage wird überprüft und mit dem folgenden Symbol der Konformitätsbewertung (Eichmarke) versehen.
  - Damit ist ihre Genauigkeit im Rahmen der zulässigen Eichtoleranz bestätigt. Beispiel:



- Erklärung
  - **CE:** Konform der Waagenrichtlinie
  - **18:** Jahr der Ersteinrichtung
  - **M:** Eichung
  - **0122:** Nummer der benannten Eichbehörde
    - Zentrale Internetseite der Eichämter: <http://www.eichamt.de/>
- **Geltungsbereich der Konformitätsbewertung:**  
alle Mitgliedsstaaten der EU

# Nacheichung

- Typischerweise **vor der Nacheichung**:
  - Ein **lokaler Waagenfachbetrieb** wird **beauftragt** die Waagen **zu warten, zu reinigen oder ggf. zu reparieren oder neu zu justieren** (Eichvorbereitung)
    - Ziel: Gewährleistung einer erfolgreichen Nacheichung
    - Erfolgt z. B. **durch lokale Außendienstmitarbeiter** des KERN Kalibrierlaboratoriums:



# Eichsiegel

- Geeichte Waagen tragen stets eine gültige **Sicherungsmarke**:

## Eichsiegel oder Softwareversiegelung



# Dokumentation von geeichten Wiegedaten

- Wiegen auf geeichten Waage alleine hilft oft nicht – häufig muss auch **ein Nachweis über Wiegeungen geführt werden.**
- In diesen Fällen ist eine **Archivierung der Wiegedaten** notwendig. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten:
  - **Ausdruck auf Papier** über einen **direkt angeschlossenen Drucker**
  - **Digitale Archivierung** in einem **unveränderbaren Speicher** in der Waage (= Alibi-Speicher) oder in der Software (= Bauartzulassung der Software)



# Bauformen und Wiegesysteme

Technisches Grundwissen

# DMS ( Dehnungsmessstreifen )

## - Typischer DMS:

- „**Folien-DMS**“ = Messgitterfolie aus **Widerstandsdraht** (3–8 µm dick) auf **dünnem Kunststoffträger**

## - Wirkungsweise

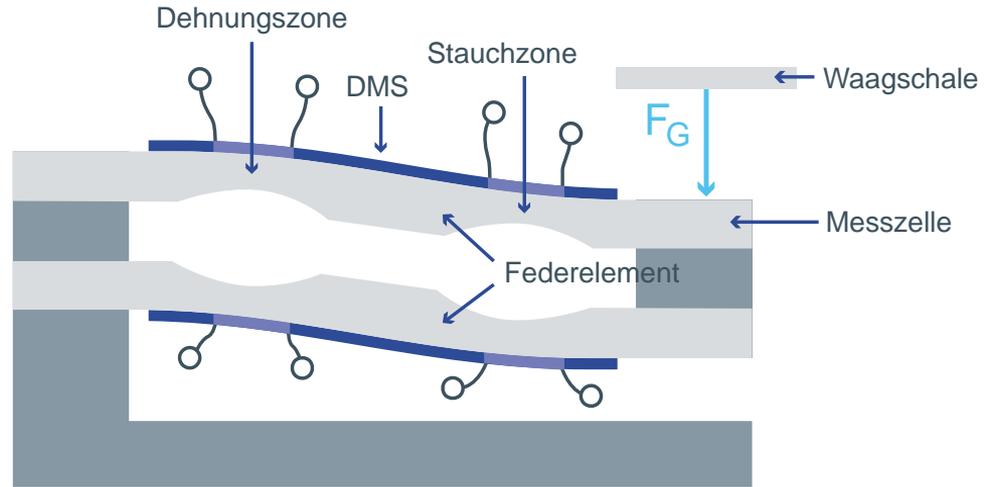
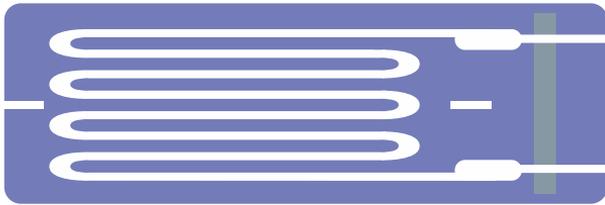
- **Widerstandsänderung durch Längen- und Querschnittsänderung:**
  - DMS wird gedehnt → Widerstand nimmt zu
  - DMS wird gestaucht → Widerstand nimmt ab
- Die **DMS** werden **auf die Messzelle aufgeklebt**
- **Die Formänderung des Trägers** wird **auf den DMS übertragen**
- Diese **Widerstandsänderung kann elektrisch gemessen** werden und in einen **Wiegewert umgewandelt** werden.

$$\Delta R \sim \varepsilon$$

# DMS ( Dehnungsmessstreifen )

## ■ Schaubild

Dehnungsmessstreifen ( DMS )

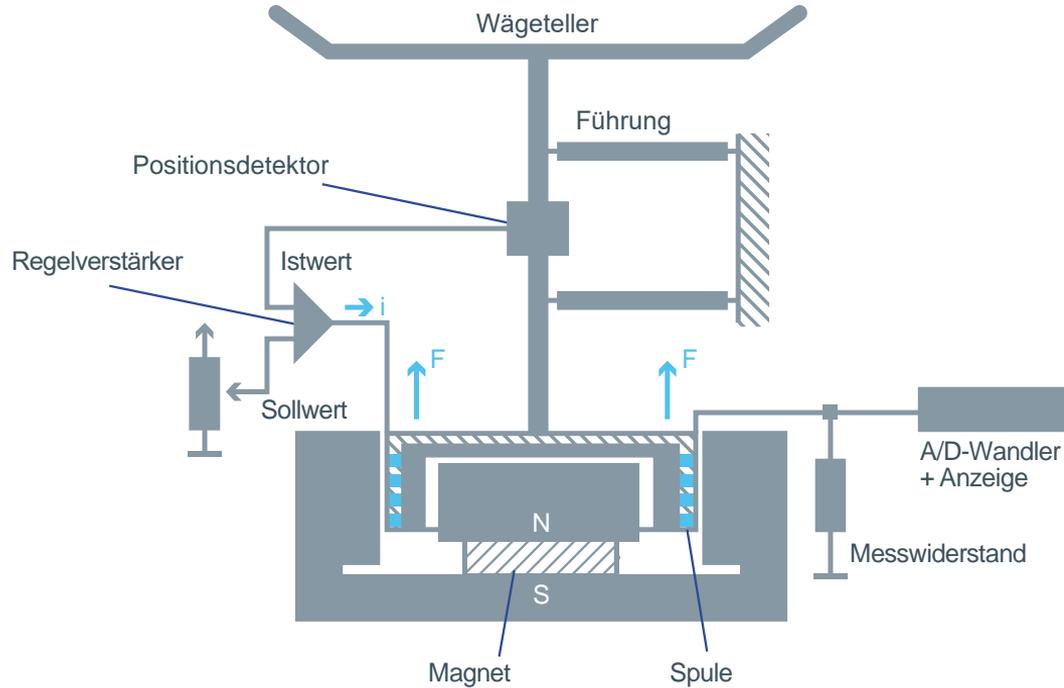


# Kraftkompensation

- Verwendung in Analysen- und Präzisionswaagen
  - basiert auf physikalischem Effekt der **Kraftwirkung**, die eine **Stromdurchflossene Spule in einem Permanentmagnetfeld** erfährt.
- Wirkungsweise
  - **Spulenstrom ist ein Maß für Kraft F**, erzeugt durch Tauchspulensystem (bei konstantem Magnetfeld)
  - Bei **Krafteinleitung durch Belastung** der Wiegeplatte taucht der **Magnet tiefer** in die Spule ein.
  - Im nächsten Schritt wird gerade soviel Strom zugeführt, damit der **Magnet durch die Kraft des Magnetfeldes** wieder in seine **Ausgangsposition** nach oben gedrückt wird.
  - Diese **zusätzliche elektrische Energie** kann gemessen werden und in einen **Wiegewert** umgewandelt werden

# Kraftkompensation

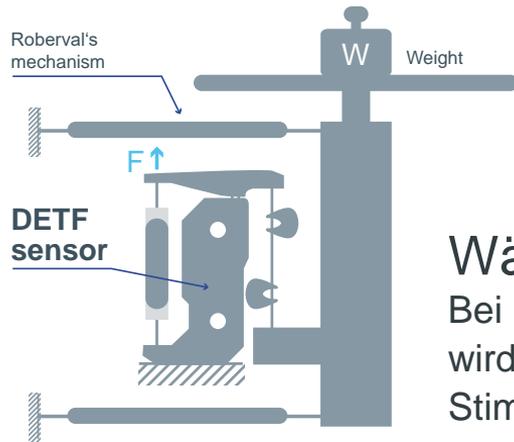
## ■ Schaubild



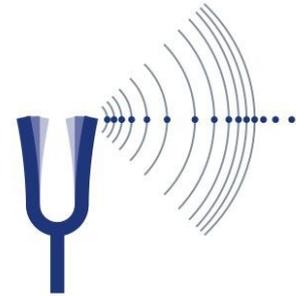
# Stimmgabelprinzip

## ■ Wirkungsweise

- Bei **Belastung** ändert sich die **Spannkraft** und somit die **Eigenfrequenz** der Stimmgabel, wodurch das Gewicht ermittelt werden kann.



**Wägemechanismus:**  
Bei Belastung durch Gewicht (W) wird die Kraft (F) zur schwingenden Stimmgabel übertragen.



# Klassen der Laborwaagen

- Schulwaagen (0,1g Ablesbarkeit)
  - Günstig
  - Reine Wiegewaage – keine Funktionen



# Klassen der Laborwaagen

## ■ Basic Laborwaagen (1 g – 1 mg Auflösung)

- Immer Kunststoffgehäuse
- Immer DMS
- Immer kompakte Bauform
- Aber: schon mit allen notwendigen Menüfunktionen (Rez, Pcs, RS 232, etc.)
- Nicht geeignet für kontinuierliche Wiegungen (Faustformel: < 10 Minuten)



# Klassen der Laborwaagen

## - Standard Laborwaagen (1 g – 1 mg Auflösung)

- Häufig Metalluntergehäuse
- Große Bauform
- Häufig kraftkompensiert oder Stimmgabelprinzip
- Wiegen nur auf Steintisch
- Geeignet für Dosierwiegungen z.B beim Rezeptieren



# Klassen der Laborwaagen

- Analysenwaagen (0,1mg)
  - Wiegen nur auf Steintisch und benötigt kontrollierte Laborbedingungen (Temperatur)
  - Große Bauform
  - Windschutz
  - Kraftkompensiert



# Klassen der Laborwaagen

## ■ Halb-Mikrowaagen (0,01mg)

- Benötigt sehr kontrollierte Laborbedingungen (Temperatur, Vibration) + Steintisch
- Große Bauform
- Windschutz
- Kraftkompensiert



# Klassen der Laborwaagen

## ■ Feuchtebestimmer

- Waage mit Trocknungsaufsatz
- Komplexer als einfache Waage
- Oft mit Datenbankfunktion für Trocknungsparameter sowie Archiv
- DMS, aber auch kraftkompensiert





# Prüfbedingungen

Grundsätzliches für genaue Messungen

# Begutachtung der Waage

## - Prüfung vor Messwertaufnahme:

- Ist das **Gehäuse unbeschädigt**?
- Ist die **Digitalanzeige intakt**?
- Sind **Beschädigungen vorhanden**, die die Messwerte beeinflussen können?

# Der Arbeitsplatz

- Kriterien für ein geeignetes Umfeld:
  - **Stabiler Untergrund**
    - Die Waage darf keinen Erschütterungen ausgesetzt werden
    - Steintisch – häufig erforderlich
  - Prüfplatz sollte sich **nicht an einem Fenster** befinden
    - Sonneneinstrahlung und Windzug beeinflussen die Messergebnisse
  - Während der Messung den **Standort nicht verändern**
    - Dies beeinflusst die Messergebnisse

# Bedienung der Waage

- Um Messfehler zu vermeiden:
  - **Anwärmzeiten** der Waage **einhalten**
    - Je nach Teilungswerten bis zu 12 h – siehe unten
  - **Waage nivellieren**  
(sofern Nivelliereinrichtung vorhanden)
  - **Wenn möglich: justieren**  
vor der messtechnischen Datenaufnahme
  - Waage **nicht überlasten** um Beschädigungen zu vermeiden
  - **Zwischen** den einzelnen **Verwiegungen: Waage** manuell **auf Null** stellen



# Prüfgewichte

...müssen:

- **entsprechend der Auflösung der Waage gewählt** werden (laut OIML R 111)
- eine **genauere Toleranz aufweisen als die Digitalanzeige** der Waage:

<b>Auflösung</b>	> 1.000.000	> 400.000	≤ 400.000	≤ 150.000	≤ 30.000
<b>Ablesbarkeit</b>					
<b>Klasse</b>	E2	E2	F1	F2	M1
<b>Verwendung</b>	Nennwert / Ist-Wert		Nennwert		

# Prüfgewichte

## ■ Auswahl des richtigen Justier- /Prüfgewichts

- Faustformel kurz:
  - richtiges Prüfgewicht:
    - Zwischen 50% und 100% von Max der Waage
    - Für Laborwaagen: Klasse F1
    - Für Industriewaagen: Klasse M1



# Handhabung der Prüfgewichte

Der richtige Umgang

# Prüfgewichte

## Do's & Dont's

- Prüfgewichte **möglichst mittig und vorsichtig** auf die Waage stellen
- Das Prüfgewicht **nicht über längere Zeit auf der Waage stehen lassen**
  - Vermeidung von Kriech- oder Messfehlern

# Handhabung der Prüfgewichte

- Regelmäßige **DAkkS-Kalibrierung** der Prüfgewichte
- **Mehrfache Verwendung** von Gewichten des gleichen Messwerts?
  - **Kennzeichen**, um Verwechslungen auszuschließen
- Vor der Datenaufnahme: **Gewichte und Etuis ggf. reinigen**
- Während des Gebrauchs: **Etuis sauber halten**

# Exkurs: Auswahl des richtigen Prüfgewichts

- **Zuordnung der Prüfgewichte-Klassen zu den Waagentypen**
  - **E1** für hochauflösende Waagen mit  $d > 1.000.000$ 
    - für Kunden mit hohem Sicherheitsbedürfnis und allerhöchsten Ansprüchen.
    - sollte immer mit DAkkS-Kalibrierschein verwendet werden
  - **E2** für hochauflösende Analysenwaagen Klasse I  $\geq 100.000$  e
  - **F1** für Analysenwaagen / Präzisionswaagen Klasse I / II  $\leq 100.000$  e
  - **F2** für Präzisionswaagen Klasse II  $\leq 30.000$  e
  - **M1** für Industrie- und Handelswaagen Klasse III  $\leq 10.000$  e

# Exkurs: Auswahl des richtigen Prüfgewichts

## - Genaues Beispiel:

- Waage mit Wägebereich **Max 2000 g = 2 kg** und Ablesbarkeit **d = 0,01 g = 10 mg**
- Die **Genauigkeit des gesuchten Prüfgewichts**:  
→ **Ablesbarkeit d mit ca. ± 10 mg**
- **Gewichtsgröße im Waagendisplay** bei „CAL“: **1000 g oder 2000 g**  
→ gesuchtes Prüfgewicht hat die **Gewichtsgröße 2 kg**
- Passendes Prüfgewicht mit **Toleranz ± 10 mg** und **Größe 2 kg** findet sich in **Klasse F1** unter **KERN-Nr. 327-72**
- **Ausnahme Analysenwaagen (d ≤ 0,1 mg)**: E1-Prüfgewichte empfohlen.  
Je nach Sicherheitsbedürfnis auch E2 mit DAkkS-Kalibrierschein

# Bauformen



Drahtgewichte



Plättchengewichte



Knopfgewichte



# Wiegung

Schritt für Schritt zum genauen Ergebnis

# 1 Wahl der richtigen Waage

Die **Waage** sollte immer **eine Dezimalstelle genauer** sein als die Anforderung.

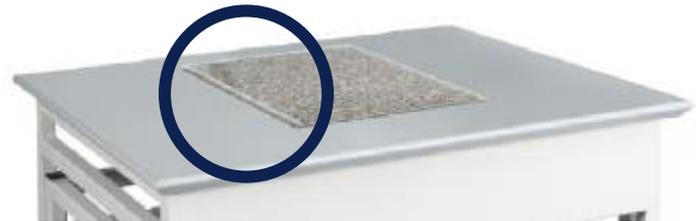
- Beispiel:  
Messtechnische Anforderung 0,1 g  
→ Auflösung der Waage daher 0,01 g

## 2 Aufstellung der Waage

- **Steintisch (Anti-Vibration)**
  - ab 0,01 g Auflösung
- **Laborumgebung** und Klimaanlage ab 0,001 g Auflösung
  - zur Vermeidung von Luftzug in größeren Räumen oder größeren Temperaturschwankungen
- Sonstige **Störfaktoren ausschließen**
  - Elektromagnetische Strahlung, Stromleitungen, Produktionsemissionen, etc...
- **Nivellierung** der Waage (immer) per Libelle

### 3 Verwendung der Waage

- **Handschuhe** gegen Schweiß
- **Vermeidung von Körperwärmestrahlung** (ab 0,1 mg)
  - z. B. mit langer Pinzette, die den Abstand des Körpers zur Waage vergrößert
- **Abkopplung des Wiegetisches** von der Ablagefläche des Wiegeguts (ab 0,001 g)
  - Zur Vermeidung von Störeinflüssen, z.B. durch Ablegen der Hände am Tisch während des Wiegeprozesses
  - Vermeidung schädlicher Vibrationen



## 4 Vorbereitung der Wiegung

### - Aufwärmen

- Anwärmzeiten beachten:

Teilungswerte (Auflösung) in d	Mindestanwärmzeit
$\text{Max} / d \geq 1.000.000$	mind. 12 h
$1.000.000 > \text{Max} / d \geq 300.000$	mind. 4 h
$300.000 > \text{Max} / d \geq 30.000$	mind. 2 h
$30.000 > \text{Max} / d \geq 6.000$	mind. 30 min
$6.000 > \text{Max} / d$	mind. 10 min

- Ideal **bei Waagen mit 1 mg und feiner: stets im Netzbetrieb (Stand-By) halten.**

# Exkurs: Auswahl des richtigen Prüfgewichts

## - Abweichungen der Gewichteklassen:

Nennwert ↓	OIML R111-2004 Fehlergrenzen = zulässige Toleranzen „Tol ± mg“						
	E1	E2	F1	F2	M1	M2	M3
1 mg	± 0.003 mg	± 0.006 mg	± 0.020 mg	± 0.06 mg	± 0.20 mg		
2 mg	± 0.003 mg	± 0.006 mg	± 0.020 mg	± 0.06 mg	± 0.20 mg		
5 mg	± 0.003 mg	± 0.006 mg	± 0.020 mg	± 0.06 mg	± 0.20 mg		
10 mg	± 0.003 mg	± 0.008 mg	± 0.025 mg	± 0.08 mg	± 0.25 mg		
20 mg	± 0.003 mg	± 0.010 mg	± 0.03 mg	± 0.10 mg	± 0.3 mg		
50 mg	± 0.004 mg	± 0.012 mg	± 0.04 mg	± 0.12 mg	± 0.4 mg		
100 mg	± 0.005 mg	± 0.016 mg	± 0.05 mg	± 0.16 mg	± 0.5 mg	± 1.6 mg	
200 mg	± 0.006 mg	± 0.020 mg	± 0.06 mg	± 0.20 mg	± 0.6 mg	± 2.0 mg	
500 mg	± 0.008 mg	± 0.025 mg	± 0.08 mg	± 0.25 mg	± 0.8 mg	± 2.5 mg	
1 g	± 0.010 mg	± 0.03 mg	± 0.10 mg	± 0.3 mg	± 1.0 mg	± 3.0 mg	± 10 mg
2 g	± 0.012 mg	± 0.04 mg	± 0.12 mg	± 0.4 mg	± 1.2 mg	± 4.0 mg	± 12 mg
5 g	± 0.016 mg	± 0.05 mg	± 0.16 mg	± 0.5 mg	± 1.6 mg	± 5.0 mg	± 16 mg
10 g	± 0.020 mg	± 0.06 mg	± 0.20 mg	± 0.6 mg	± 2.0 mg	± 6.0 mg	± 20 mg
20 g	± 0.025 mg	± 0.08 mg	± 0.25 mg	± 0.8 mg	± 2.5 mg	± 8.0 mg	± 25 mg
50 g	± 0.03 mg	± 0.10 mg	± 0.3 mg	± 1.0 mg	± 3.0 mg	± 10 mg	± 30 mg
100 g	± 0.05 mg	± 0.16 mg	± 0.5 mg	± 1.6 mg	± 5.0 mg	± 16 mg	± 50 mg
200 g	± 0.10 mg	± 0.3 mg	± 1.0 mg	± 3.0 mg	± 10 mg	± 30 mg	± 100 mg
500 g	± 0.25 mg	± 0.8 mg	± 2.5 mg	± 8.0 mg	± 25 mg	± 80 mg	± 250 mg
1 kg	± 0.5 mg	± 1.6 mg	± 5.0 mg	± 16 mg	± 50 mg	± 160 mg	± 500 mg
2 kg	± 1.0 mg	± 3.0 mg	± 10 mg	± 30 mg	± 100 mg	± 300 mg	± 1 000 mg
5 kg	± 2.5 mg	± 8.0 mg	± 25 mg	± 80 mg	± 250 mg	± 800 mg	± 2 500 mg
10 kg	± 5.0 mg	± 16 mg	± 50 mg	± 160 mg	± 500 mg	± 1 600 mg	± 5 000 mg
20 kg	± 10 mg	± 30 mg	± 100 mg	± 300 mg	± 1 000 mg	± 3 000 mg	± 10 g
50 kg	± 25 mg	± 80 mg	± 250 mg	± 800 mg	± 2 500 mg	± 8 000 mg	± 25 g
100 kg		± 160 mg	± 500 mg	± 1 600 mg	± 5 000 mg	± 16 g	± 50 g
200 kg		± 300 mg	± 1 000 mg	± 3 000 mg	± 10 g	± 30 g	± 100 g
500 kg		± 800 mg	± 2 500 mg	± 8 000 mg	± 25 g	± 80 g	± 250 g
1 000 kg		± 1 600 mg	± 5 000 mg	± 16 g	± 50 g	± 160 g	± 500 g
2 000 kg			± 10 g	± 30 g	± 100 g	± 300 g	± 1 000 g
5 000 kg			± 25 g	± 80 g	± 250 g	± 800 g	± 2 500 g

## 4 Vorbereitung der Wiegung

### - Gegebenenfalls justieren

- Bei **interner Justierung**:
- **Waage wird mithilfe eines eingebauten Justiergewichtes richtiggestellt.**  
Dieses Justiergewicht wird sinngemäß mit einem internen Motor an einen mit der Messzelle verbundenen Haken angebracht.
- Moderne Laborwaagen sind mit einem **Temperatur- und einem Zeitsensor** ausgerüstet, die dafür Sorge tragen, dass die Waage **jederzeit in einem wohljustierten Zustand** ist.  
→ Stichwort Prozesssicherheit

## 4 Vorbereitung der Wiegung

### ■ Ggf. Einstellung des richtigen **Wiegefilters**

- Mit den **Filtereinstellungen** einer Waage kann die **Zeit in Millisekunden** bestimmt werden, die sich die Waage **zur Durchschnittsbildung eines Wiegeergebnisses** nimmt
- Beispiel:
  - Für **Dosier- oder Schüttprozesse**, bei denen es auf **sehr schnelle Ergebnisanzeigen** ankommt ist ein **schneller Wiegefilter** einzustellen

## 5 Wiegung

- Wiederholungsprüfung
  - **Durchschnitt immer besser** als Einzelwägung
- Gleichförmiges Abstellen
  - Positionierung: **immer mittig** auf Waagschale
  - **Geschwindigkeit:** Wägegut vorsichtig abstellen
- Ggf. Dosierhilfe
  - Näheres später bei „Typische Wiegefunktionen“

## 6 Interpretation des Ergebnisses

### - Einberechnung der **Messunsicherheit**

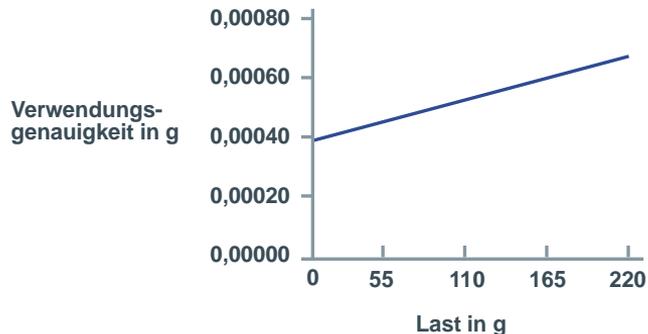
- Aus **Kalibrierschein**
- Aus den **Toleranzangaben** der Waage  
(Linearität + Reproduzierbarkeit = Herstellertoleranzangabe)

## 6 Interpretation des Ergebnisses

### - Verwendungsgenauigkeit

- Da die Kalibrierung einer Waage eine Momentaufnahme darstellt, muss eine Aussage darüber getroffen werden, wie sich das Messinstrument am Benutzungsort in der Verwendung verhält, in welchem Maße sich die Messunsicherheit verändert.

Denn bei der täglichen Verwendung einer Waage erhöht sich die Messunsicherheit aufgrund verschiedener Einflüsse. Diese Einflüsse müssen erfasst und klassifiziert werden.



Beispiel: Waage mit max. 220 g. Bei 82,5 g liegt die Verwendungsgenauigkeit bei 0,0005 g  $\cong 0,00606 \%$

A close-up photograph of several blue laboratory beakers or graduated cylinders. The glassware is filled with a clear liquid. The word 'BOROSILICA' is printed vertically on the side of the glassware. Graduation marks and numbers like '100', '200', and '400 ml' are visible on the glass. The background is slightly blurred, showing a white surface.

# Typische Wiegefunktionen

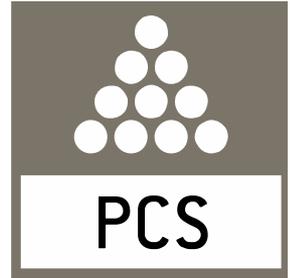
Die gängigsten Funktionen

# Wiegen

1. Wiegen
2. Ablesen
3. Fertig.

# Stückzählen

- Zählt die **Anzahl von Einzelteilen** basierend auf dem Durchschnittsgewicht je Teil
- Beispiel:
  - Wiegung 10 gleicher Teile
    - Referenzstückzahl = 10
  - Waage bildet **Durchschnittsgewicht je Teil**
  - Alle zu zählenden gleichen Teile werden **sofort in Stück angezeigt**
- Je höher die Referenzstückzahl, desto größer die Zählgenauigkeit



# Rezeptieren und Dosieren

- eine **bestimmte Zusammensetzung** wird vorab festgelegt und i. d. R. in der Waage gespeichert.
- Typische Rezeptur
  - **Bezeichnung der Komponenten** mit Name und ID-Nummer
  - **deren Zielgewicht** für die Zusammensetzung
- **Rezepturfunktion:** Aufruf der einzelnen Komponenten nacheinander
- **Dosierhilfe** – optisches oder akustisches Signal (z. B. Bargraph, Piepton)
  - **Präzisere Zuführung** der gewünschten Substanz
  - Verwender kann sich **auf das Eingießen** der Substanzen **konzentrieren**
  - Zahlenanzeige muss nicht gleichzeitig interpretiert werden



**E** **854.2** g

# Toleranzwiegen

- **Obere und untere Grenzwerte** werden individuell programmiert
- **Grenzwerteingabe** wahlweise in:
  - Gramm
  - Stück
  - Prozent
- **Optisches oder akustisches Signal** bei Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte. **Anwendung:**
  - Dosieren
  - Portionieren
  - Sortieren





# Ende

Sind noch Fragen offen?



Imation/Imation/Imation

PROFESSIONAL MEASURING

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Max Mustermann

