



ATP Messtechnik GmbH

J.-B.-von-Weiß-Str. 1

D- 77955 Ettenheim

Email: info@atp-messtechnik.de

Internet: www.atp-messtechnik.de

Tel: 0 7822-8624 0 - FAX: 0 7822-8624 40

Einleitung zum Kalibrieren von Waagen

Bei Waagen unterscheidet man zwischen **Justieren** und **Kalibrieren**.

Beim Justieren wird meist ein Messpunkt – in unserem Fall beispielsweise der Wägebereich einer Waage - exakt eingestellt. Dies ist notwendig aus gerätespezifischen Gründen wie Temperaturänderungen, sonstigen Umgebungsbedingungen, Einfluss der Erdanziehung und anderen.

Beim Kalibrieren wird die Richtigkeit einer Messgröße – in unserem Fall die Waagenanzeige - festgestellt.

Bei Waagen bedient man sich in beiden Fällen eines oder mehrerer Prüfgewichte.

Jede elektronische Waage liefert nur dann korrekte Ergebnisse, wenn sie richtig justiert/kalibriert wurde. Erst durch die dokumentierte Kalibrierung wird eine elektronische Waage zum Messgerät, z. B. in qualitätsrelevanten Prozessen.

Das Kalibrieren von Waagen ist in der Regel ein überschaubarer Prozess.

Eine **vereinfachte Routine-Prüfung** wird vielfach vom Anwender selbst durchgeführt. Oft bedient er sich nur eines einzigen Prüfgewichtes entsprechender Genauigkeit, das der Waage beigegeben ist.

Werks- oder ISO- Kalibrierungen werden in der Wägetechnik häufig in Verbindung mit Wartungsarbeiten durchgeführt.

Anspruchsvolle Kalibrierungen sind in der Wägetechnik DKD- Kalibrierungen (DKD = Deutscher Kalibrierdienst). Sie werden von akkreditierten DKD- Laboratorien häufig bei qualitätsrelevanten Prozessen oder bei höherem Sicherheitsbedürfnis durchgeführt.

Die Kalibrierintervalle sind je nach Sicherheitsbedürfnis sehr unterschiedlich. Sie reichen von der täglichen Routine- Kontrolle durch den Anwender bis hin zu jährlichen Intervallen im Rahmen von Wartungsverträgen. Es gibt keine generellen Empfehlungen.

Gleichbedeutend zu den Begriffen Kalibrieren und Kalibrierschein sind die Begriffe Zertifizieren und Zertifikat bzw. Kalibrierzertifikat gebräuchlich. Nicht korrekt ist Kalibrieren im Sinne des Justierens einer Waage.

Vergleich: Kalibrieren - Eichen

1. Kalibrieren von Waagen

- Das Kalibrieren von Waagen ist generell die richtige Prüfmethode
 - in qualitätsrelevanten Prozessen z.B. in Produktion oder Forschung
 - in Prozessen mit hohem Sicherheitsbedürfnis
- Jede Waage kann kalibriert werden (im Gegensatz zum Eichen).
- Der Anwender regelt in eigener Verantwortung die Rekalibrierungsfristen je nach Sicherheitsbedürfnis.

2. Amtliche Eichung von Waagen

- **Diese schreibt der Gesetzgeber zwingend vor:**
 - Im geschäftlichen Verkehr, wenn der Preis einer Ware durch Wägung bestimmt wird.
 - Bei der Herstellung von Arzneimitteln in Apotheken sowie bei Analysen im medizinischen und pharmazeutischen Labor.
 - Zu amtlichen Zwecken wie Ermittlung von Gebühren, Zöllen und Strafen. Ferner bei Sachverständigen-Gutachten für Gerichte.
 - Bei der Herstellung von Fertigpackungen.
- Geeicht werden können nur eichfähige Waagen.
- Eichfehlergrenzen und feste Nacheichfristen von meist 2 Jahren sind gesetzlich geregelt

Waagen im Qualitätsmanagement-System (ISO 9000ff oder GLP)

1. Grundsätzliches zur Qualitätssicherung und Prüfmittelüberwachung

- 1.1** Die Qualitätssicherung ist ein betriebliches Management-System und läßt sich auf folgenden kurzen Nenner bringen:

„ Sage was Du tust –und tue was Du sagst“.

Sie verfolgt drei Hauptziele:

- Verhütung von Fehlern während des Fertigungsprozesses eines Produktes, damit sein bestimmungsgemäßer Gebrauch nicht beeinträchtigt wird.
- Gewährleistung der Produktqualität, die zwei Vertragspartner vereinbart haben.
- Stärkung des Qualitätsbewußtseins der Mitarbeiter.

- 1.2** Die Prüfmittelüberwachung sorgt für das korrekte Funktionieren aller Meßmittel eines Betriebes, bzw. Organisation im Rahmen des Qualitätssicherungs-Systems.

2. Allgemeine Spielregeln der Prüfmittelüberwachung

- 2.1** Maßgebend ist das Qualitätssicherungs-Handbuch des Betriebes bzw. der Organisation.
DIN EN ISO 9001:2000 sagt unter Punkt 7.6 „Lenkung von Überwachungs- und Messmitteln“ in Abschnitt a), dass Messmittel in festgelegten Abständen oder vor Gebrauch kalibriert werden müssen.

Im Klartext: Der Betrieb bzw. Organisation hat für alle Waagen im qualitätsrelevanten Bereich eindeutige Vorgaben.

Er hat aber auch einen eigenverantwortlichen Gestaltungsspielraum, wie er seine betriebliche Meßtechnik einrichten will. Er selbst legt zusammen mit seinen Abnehmern und Meßmittellieferanten die Richtlinien hierfür fest.

- 2.2** Die Prüfmittelüberwachung (z.B. von Waagen) muß periodisch durchgeführt, dann dokumentiert und archiviert werden. Dabei wird am besten in drei Schritten vorgegangen

- Nach welchen Kriterien muss ein Messgerät geprüft werden? Hier ist zwischen der einfachen Routine-Prüfung durch den Anwender selbst, einer Werks- oder ISO-Kalibrierung oder einer DKD-Kalibrierung zu unterscheiden. Festlegung durch den Betrieb entsprechend dem Sicherheitsbedürfnis und eventueller Vorgaben.
- Wie häufig ist diese Prüfung durchzuführen?
- Niederlegung des Prüfungsergebnisses in einem Protokoll.
Aufbewahrungspflicht dieser Prüfunterlagen:

Bei ISO 9000ff 10 Jahre

Bei GLP 30 Jahre

3. Die Waage im qualitätsrelevanten Prozess

- 3.1** Korrekte Wägeregebnisse sind in vielen Prozessen in hohem Maße qualitätsentscheidend.
Die Wägetechnik hat deshalb in der Prüfmittelüberwachung eine große Bedeutung. Diese sorgt für das korrekte Funktionieren aller Waagen im Rahmen des QM-Systems.
- 3.2** Die Labor-Präzisionswaage - Ein Praxisbeispiel
Sie ist im Laboreinsatz ein „Prüfmittel“, z. B. bei Analysen.
- 3.3** Die Messunsicherheit ist eine Entscheidungshilfe dafür, ob sich eine Waage für die in einem Prozess geforderte Genauigkeit eignet.
Siehe DIN EN ISO 9001:2000 Kapitel 7.6 Anmerkung „Für Anleitung siehe DIN ISO 10012.“ Hier ist unter Kapitel 4.6 die Messunsicherheit festgeschrieben.
- 3.4** Bei der Auswahl der passenden Waage geht man zweckmäßigerweise von der gewünschten Analysengenauigkeit aus.

Beispiel:

Einwaage 1.000 g, geforderte Analysengenauigkeit 0,1%, also 1 g. Die Meßunsicherheit der Waage soll mindestens 3 mal kleiner sein, also $\pm 0,3$ g. Diese erreicht man unter guten Laborbedingungen in der Regel mit einer Waage deren Ablesbarkeit 0,1 g beträgt.

Ist die Meßunsicherheit einer Waage nicht bekannt, kann man sich wie folgt helfen:

Faustregel: Ablesbarkeit der Waage mindestens 5-10 mal besser als die geforderte Analysengenauigkeit. Dabei gehe man sicherheitshalber von den ungünstigsten Bedingungen aus.

Am Beispiel einer Laborwaage



DKD-Kalibrierschein für eine Analysenwaage

Dieser ist international gültig

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium für mechanische Meßgrößen
Calibration laboratory for mechanical quantities
AKKREDITIERT DURCH DIE PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT (PTB)

KERN® **Gottl. KERN & Sohn GmbH**

Älteste europäische Feinwaagen und Gewichtefabrik seit 1844
Oldest European Manufacturer of Precision Balances since 1844

Muster
DKD-K-11801
99-06

Kalibrierschein / *Calibration Certificate* **Kalibrierzeichen** / *Calibration mark*

Gegenstand / <i>Object</i>	Elektronische Analysenwaage <i>Electronic Analytical Balance</i>	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem internationalen Einheitensystem (SI). Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner des multilateralen Übereinkommens der European co-operation for Accreditation (EA) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
Hersteller / <i>Manufacturer</i>	Gottl. Kern & Sohn GmbH Gartenstrasse 63 D-72458 Albstadt GERMANY	
Typ / <i>Type</i>	KERN 770-12	
Fabrikat-/Serien-Nr. / <i>Serial number</i>	90205919	

Meßergebnisse / Measuring results:

Prüflast / Load = 100 g	
Messung / Measuring	Waagenanzeige / Indication
No. 1	100,0000 g
No. 2	100,0000 g
No. 3	100,0000 g
No. 4	100,0000 g
No. 5	100,0001 g
No. 6	100,0002 g

1. Wiederholbarkeit / Repeatability

Standardabweichung / Standard deviation
s = 0,08 mg

Taralast / Tara Load	Prüflast / Load	Waagenanzeige / Indication
0 g	30 g	30,0000 g
0 g	60 g	60,0000 g
0 g	90 g	90,0001 g
0 g	120 g	120,0000 g
50 g	30 g	30,0001 g
50 g	60 g	60,0001 g

2. Richtigkeit / Linearity

Prüflast / Load = 50 g	
Position	Waagenanzeige / Indication
No. 1	50,0000 g
No. 2	50,0000 g
No. 3	50,0000 g
No. 4	49,9999 g
No. 5	50,0001 g

3. Außermittige Belastung / Eccentricity

Meßunsicherheit U
Measuring uncertainty U

Die Gesamt-Meßunsicherheit U der Waage beträgt:
The total measuring uncertainty U of the balance is

U = 0,0001 g + 3,78 * 10⁻⁶ * m_w

m_w = Nettoanzeige bei zunehmender Belastung
m_w = net display with increasing load

Amtliches Dokument

Rückführbarkeit

Identifikation

Meßtechnischer Teil

Meßunsicherheit

Die Messunsicherheit ist ein Maß für die Messgenauigkeit dieser Waage unter Betriebsbedingungen.

Sie ist keine feste Größe, sondern muß für jede Waage individuell bestimmt werden.

DKD-Kalibrierlabor



Rückführbarkeit auf das nationale Normal

Generell richtiges Messen setzt weltweit einheitliche und gleiche Bezugsgrößen voraus, also **internationale Normale**.

Zu den ältesten internationalen Normalen zählt das Ur-Kilogramm. Es wird in Paris aufbewahrt. Genaueste Kopien von diesem Primär-Normal werden von den einzelnen Staaten als **nationale Normale** aufbewahrt.

In Deutschland wacht hierüber die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig.

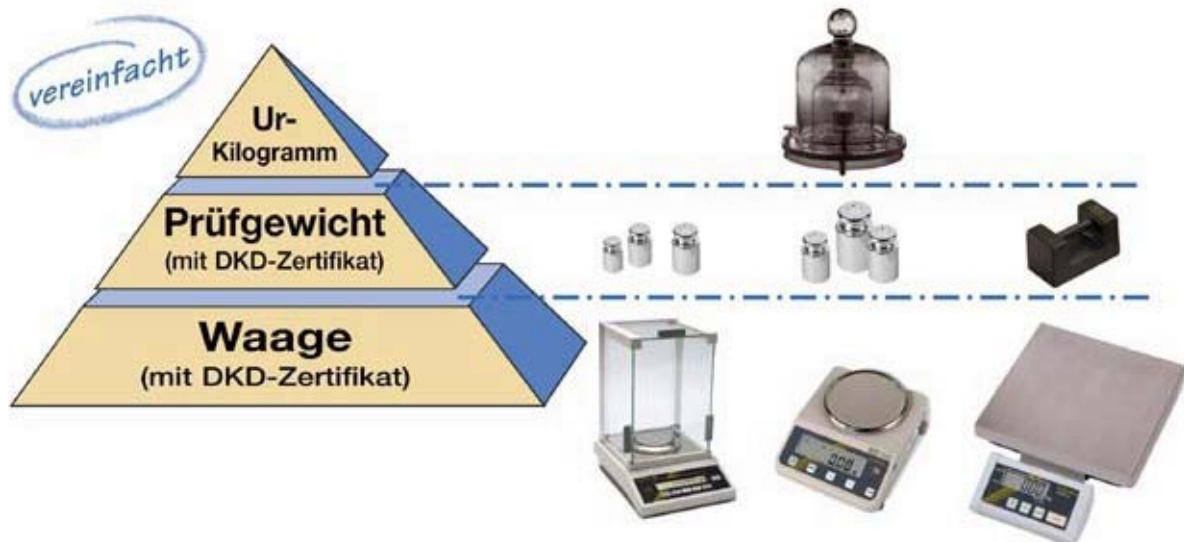
Die **Werksnormale** für Waagen sind Prüfgewichte. Diese sind nach einer strengen Genauigkeits- Hierarchie in einer lückenlosen Kette an dieses nationale Normal angeschlossen. Nur eine einwandfreie Rückführung auf das nationale Normal garantiert je nach Hierarchiestufe die erforderliche Genauigkeit einer Messung. Deshalb ist es zwingend, dass eine einwandfreie Rückführung im Kalibrierschein dokumentiert ist.

Nur so lässt sich gleichbleibende Qualität aufrecht erhalten.

Die unterschiedlichen Genauigkeitsanforderungen in den einzelnen Hierarchie-Stufen haben zu verschiedenen Klassen von Prüfgewichten geführt.

Siehe "*Kalibrieren von Prüfgewichten*".

Die Rückführbarkeit auf das nationale Normal in der Wägetechnik



Messunsicherheit

Die Messunsicherheit einer Waage ist ein objektives Maß für ihre Genauigkeit und damit eine korrekte Aussage für ihre angemessene Verwendung.

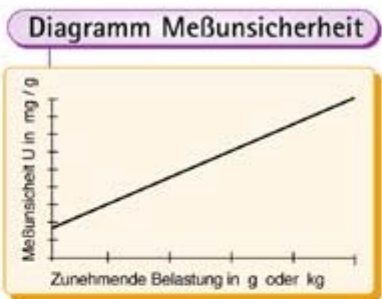
Die Eignung einer Waage für einen bestimmten Prozess ist bei bekannter Messunsicherheit sehr einfach und sicher festzustellen.

Eine optimale Auswahl der richtigen Waage spart Kosten, denn zu hohe Messgenauigkeit ist unnötig teuer.

Die Meßunsicherheit U einer Waage

Definition

Die Meßunsicherheit ist ein Maß für die Meßgenauigkeit eines Meßgerätes unter Betriebsbedingungen. Sie ist keine feste Größe, sondern muß für jede Waage individuell bestimmt werden.



Ihr Nutzen:

Die Meßunsicherheit ist eine Entscheidungshilfe dafür, ob sich eine Waage für die in einem Qualitätsprozess geforderte Genauigkeit eignet.

Regel:
Meßunsicherheit 3 x kleiner als die geforderte Genauigkeit.
 (Wenn kein überdurchschnittliches Sicherheitsbedürfnis besteht.)

Praxisbeispiel

Prozess-Anforderung

Einwaage 10 g
 Geforderte Genauigkeit 0,1%
 d.h. 0,1% von 10 g = 0,01 g = 10 mg

Erforderliche Meßunsicherheit

Nach obiger Regel 3 x kleiner als die geforderte Genauigkeit,
 d.h. 10 mg : 3 ≈ 3 mg

An Hand der Angaben im Kalibrierschein kann die beste Waage für diesen Prozess schnell gefunden werden.

Zur Auswahl stehen 3 Waagen. Welche ist die richtige?

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DEB**
 KERN GmbH, KERN & Sohn GmbH
 Meßunsicherheit U
 Measuring uncertainty U
U = 10 mg

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DEB**
 KERN GmbH, KERN & Sohn GmbH
 Meßunsicherheit U
 Measuring uncertainty U
U = 5 mg

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DEB**
 KERN GmbH, KERN & Sohn GmbH
 Meßunsicherheit U
 Measuring uncertainty U
U = 2,5 mg