



sartorius



OMNILAB



**Wissen kompakt:
Der richtige Umgang
mit Analysen- und Mikrowaagen**

Flexibel. Verlässlich. Persönlich.

Standort der Waage

Arbeitsraum

Messzeiten zu lang, Wägewerte sind unruhig, driften, die Langzeitstabilität ist mäßig?



- Gebäudeschwingungen, Vibrationen von Maschinen vermeiden / minimieren.
- Wägetisch möglichst in einer Raumecke platzieren (stabilste Position).
- Direkte Sonneneinstrahlung vermeiden, keine Südseite wählen.
- Abgedunkelte Fenster und nur ein Raumzugang sind optimal.
- Klimaanlage auf geringe Luftströmung einstellen (ggf. Schutzmaßnahmen ergreifen, vor Luftströmungen schützen).
- Konstante Raumtemperatur sicherstellen (z.B. $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).
- Spezifizierten Einsatztemperaturbereich beachten.
- Der nahe Auslass der Klimaanlage, offene Türen, Lüfter von PC / Laptop erzeugen Turbulenzen. Bitte beachten!
- Nähe von Heizquellen meiden; genügend Abstand von Beleuchtungskörpern halten.
- Schnelle Temperaturschwankungen wirken sich auf das Messergebnis aus.

Wägetisch

Wägewerte nicht stabil, schlecht reproduzierbar?

- Sartorius Waagen haben sehr gute Filter, um Störungen zu eliminieren, trotzdem sollte die Übertragung von Wand- / Bodenvibrationen vermieden werden.
- Eine Wandkonsole, ein spez. Wägetisch oder ein durchbiegungsstabiler Labortisch, der von der Wand abgerückt ist, sind gut geeignet.
- Nicht auf der Aufstellfläche arbeiten oder schreiben, um Erschütterungen und kleinste Neigungsänderungen zu vermeiden.



Luftfeuchtigkeit

Der Wägevorgang - keine „trockene Sache“

- Die relative Luftfeuchte am Aufstellort der Waage sollte zwischen 45 % und 60 % betragen (Feuchteänderungen beeinflussen u.a. Auftriebseffekte von Gewichten und Wägegut und somit die Gewichtsanzeige). Eine zu niedrige Luftfeuchte kann elektrostatische Effekte bewirken.
- Zur Reduzierung dieser Effekte kann ein Ionisator eingesetzt werden.
- Bei sehr hoher Luftfeuchte sollte eine Betauung unbedingt vermieden werden.



Bedienung der Waage

Nivellieren der Waage

Neigungsänderungen verfälschen das Wägeresultat

- Die Waage entsprechend der Libelle mit den Stellschrauben ausrichten und in dieser Position betreiben. Die Luftblase muss innerhalb des Kreises sein, idealerweise genau in der Mitte.
- Nach Ausrichtung die Waage justieren.

Kalibrieren, Justieren

Abweichungen feststellen, bewerten und beseitigen



- In regelmäßigen Intervallen (z.B. täglich) sollte die Abweichung vom Sollwert mit einem Prüfgewicht festgestellt werden. Kalibrieren = Abweichung feststellen.
- Bei Toleranzüberschreitung muss die Kennwertgenauigkeit justiert werden.
- Justieren = Abweichung minimieren.
- Dies ist auch nötig, wenn sich die Umgebungsparameter (Temperatur, Luftfeuchte oder Luftdruck) verändert haben oder die Waage nivelliert wurde. (Ist die Funktion „isoCAL“ aktiviert, übernimmt die Waage automatisch diese Funktion und erhöht so die Messgenauigkeit. Langzeiteffekte werden ebenfalls minimiert.)

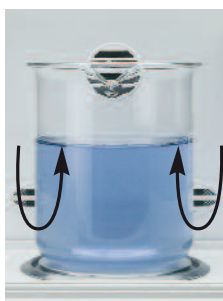
ACHTUNG:

Die Toleranzen der verwendeten Prüfgewichte müssen beachtet werden! Bei Verwendung eines 200 g Klasse E2 Gewichtes kann wegen der zulässigen Gewichtstoleranz die Anzeige bis zu $\pm 0,30$ mg differieren.

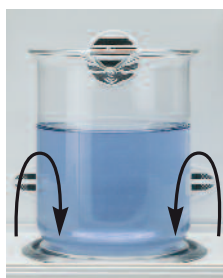
Wägegefäß und Wägegut

Ermitteln Sie das Probengewicht, verringern Sie die Einflussfaktoren

- Kleinstmögliches Wägegefäß für die Proben verwenden (Reduzierung von Strömungskräften).
- Kunststoffmaterialien können elektrostatische Aufladung verursachen (bei geringer Luftfeuchtigkeit ist dies auch bei Glas möglich).
- Niemals Wägegefäße und Wägeobjekte mit den bloßen Fingern berühren, um Fingerabdrücke zu vermeiden. Handschuhe oder möglichst längere antimagnetische Pinzetten benutzen.
- Wägegefäß und Proben sollten vor der Wägung temperiert sein.
- Temperaturänderungen vermeiden; Temperaturunterschiede verursachen Anzeigeänderungen. Zu warme Objekte (Wägegut / -gefäß) würden zu leicht, kältere zu schwer erscheinen (Aufstell- / Betriebsanleitung beachten).



Wärmer = leichter



Kälter = schwerer

Aufbringen des Wägegutes

Sichere Ergebnisse kommen aus der Mitte

- Das Wägegut möglichst mittig aufsetzen, unterschiedliche Platzierungen des Wägegutes oder des Prüfgewichtes auf der Waagschale (außermittige Belastung) können zu geringen Abweichungen führen.

Wägevorgang

Kontinuierliche Abläufe erhöhen die Messgenauigkeit



- Den Windschutz stets vor dem Ablesen der Anzeige schließen.
- Anzeige durch Drücken der Tara-Taste auf Null stellen.
- Nach dem Aufbringen von Probe / Prüfgewicht warten, bis das Einheitensymbol „g oder mg“ als Stabilitätsindikator in der Anzeige erscheint.
- Möglichst die Wägeergebnisse nach gleichen Zeitabständen notieren (z.B. nach jeweils 3 s) oder die Stillstandsbedingung im Waagenbetriebsprogramm auf Ihre Bedürfnisse einstellen.
- Bei längeren Pausen zwischen einzelnen Wägungen (>15 min.) sollte die Waagschale kurz be- und entlastet und anschließend die Waagenanzeige vor der Wägung tariert werden (physikalische Effekte).

Pflege der Waage

Sauberkeit verringert Störeinflüsse



- Waagschale und Wägeraum stets sauber halten.
- Probenpartikel mit einem Pinsel oder Mini-Staubsauger entfernen, ggf. Waagschale und Schirmring herausnehmen.
- Flüssigkeiten mit saugfähigem Tuch aufnehmen.

Physikalische Einflüsse - bedingt durch das Wägegut

Analysenwaagen, speziell Semimikro-, Mikro- und Ultramikrowaagen, reagieren auf kleinste Änderungen. Sie müssen deshalb auch unerwünschte physikalische Einflussgrößen anzeigen, die durch das Wägegut und / oder den Probenbehälter hervorgerufen werden.

Mögliche Ursachen sind z. B.:

- Probenbehälter oder Wägegut sind nicht temperiert.
- Das Wägegut ist hygroskopisch oder verdunstet.
- Probenbehälter oder Wägegut sind elektrostatisch geladen.
- Probenbehälter oder Wägegut sind magnetisch.
- Erdbeschleunigung.
- Luftauftrieb / Dichte des Wägegutes.

Feuchtigkeitsaufnahme / Verdunstung

Das sehen Sie:

- Die Gewichtsanzeige erhöht oder verringert sich kontinuierlich, die Gewichtsanzeige „driftet“, obwohl die Anzeige bei unbelasteter Waage stabil ist.

Das können Sie tun:

- Bei Verdunstung z.B. Abdeckung mit einer Petrischale. Dies führt zu stabileren Anzeigewerten.
- Probenbehälter / Probe nicht mit bloßen Fingern handhaben. Fingerabdrücke sind hygroskopisch.

Probenbehälter

- Probenbehälter optimieren, ggf. abdecken.
- Waagschale und Wägegeäß sollten sauber und trocken sein.
- Mess- und Erlenmeyerkolben sind gegenüber Bechergläsern mit großer Öffnung geeigneter.
- Möglichst Gefäße mit kleinen Öffnungen verwenden.
- Grundsätzlich sollten die Probenbehälter so klein wie möglich gewählt werden.



Magnetische Effekte

Das sehen Sie:

- Die Wägewerte sind stabil, aber nicht reproduzierbar.
- Je nach Position des Wägegutes auf der Waagschale werden andere Werte angezeigt.

Grund:

- Magnetische Wägegüter und Probenbehälter (Nickel, Eisen, Stahl, etc., insbesondere Weißblechdosen) erzeugen Kraftfelder, die auf die Waagschale und Materialien im Wägeraum wirken.

Vorsicht beim Arbeiten mit Magnetrührkern „Rührfisch“!

Das können Sie tun:

- Abhilfe schafft eine vorangegangene Entmagnetisierung.
- Abstand zur Waagschale mit nichtmagnetischem Material vergrößern (z.B. umgestülptes Becherglas).
- Mit Mu-Metallfolie abschirmen.

Temperaturunterschiede

Das sehen Sie:

- Schlechte Reproduzierbarkeit.
- Unerwartete Wägeergebnisse.
- Gewichtsanzeige „driftet“, obwohl die Anzeige bei unbelasteter Waage stabil ist.

Das können Sie tun:

- Probe / Probenbehälter akklimatisieren.

Elektrostatik

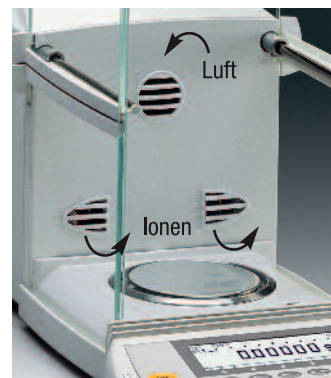
Das sehen Sie:

- Die Gewichtsanzeige driftet in eine Richtung, die Anzeigewerte sind nicht reproduzierbar.

Grund:

- Elektrostatische Aufladungen treten bei Substanzen oder Probengefäßen mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit und großer Oberfläche auf (z.B. Kunststoffe, Glas, pulvrige Substanzen).

- Sehr geringe Raumfeuchte.



Das können Sie tun:

- Raumfeuchte erhöhen.
- Wägegut durch Metallbehälter oder mit Metallfolie abschirmen.
- Setzen Sie ein Ionisationsgebläse ein. Das statisch geladene Wägegut wird im Luftstrom weitestgehend neutralisiert.

Standortwechsel der Waage

Justieren Sie da, wo Sie wiegen werden

Die Schwerebeschleunigung ist eine der wesentlichsten Einflussgrößen.

Beispiel (Näherungswerte):

- Abhängigkeit von der Höhe:
 - 1 ppm / Stockwerk.
- Abhängigkeit von der geografischen Breite: 92 ppm / ° (1° sind ca. 120 km in Nord-Südrichtung).
- Eine Erhöhung des Standortes um ca. 3 m macht sich bei einer Analysenwaage bemerkbar: statt 200,0000 g werden nur noch 199,9997 g angezeigt, d.h. 0,0003 g zu wenig.

Nach Neuaufstellung oder einem Wechsel des Aufstellortes muss die Waage deshalb unbedingt justiert werden.

Fachbegriffe

Ablesbarkeit	Kleinste an der Waage ablesbare Massedifferenz.
Auflösung	Nicht eindeutig genormter Begriff. Umgangssprachlich für den Quotienten aus Höchstlast und Ablesbarkeit genutzt. Beispiel: eine Semimikrowaage mit 230 g Wägebereich und einer Ablesbarkeit von 0,01 mg hat eine Auflösung von 23.000.000 (23 Mio.) Ziffernschritten.
Autotara / Autozero	Kleine Abweichungen vom Nullpunkt werden automatisch von der Waage auf Null gesetzt, sodass eine langsame Nullpunktsdrift der Waage korrigiert wird.
Drift	Langsame, zeitliche Änderung der Anzeige der Waage bei konstanter Belastung.
Ecklastfehler, Außer mittige Belastung	Anzeigeänderung beim Aufsetzen derselben Last auf unterschiedliche Stellen der Waagschale.
Eichung	Eichung ist die gesetzlich vorgeschriebene Konformitätsbewertung eines verwendeten Messgerätes zur Feststellung der Übereinstimmung mit den gesetzlichen Anforderungen auf der Grundlage einer technischen Prüfung sowie die Kennzeichnung des Messgerätes.
Eichfähige Waage	Waage, die behördlich zur Eichung zugelassen ist.
Eichfehlergrenzen	Grenzen für die Messabweichung einer Waage, die bei der Eichung nicht überschritten werden dürfen.
Eichwert (e)	In gesetzlichen Masseinheiten (mg, g, kg, t, ct) ausgedrückter Wert, der bei der Einstufung der Waage verwendet wird und auf den sich die Eichfehlergrenzen beziehen.
Einschwingzeit	Zeitdauer zwischen dem vollständigen Auflegen des Wägegutes und dem Erreichen der endgültigen Resultatsanzeige. Sie kann durch die Auswahl verschiedener digitaler Filteralgorithmen im Waagenbetriebsmenü beeinflusst werden.
Empfindlichkeit	Änderung des angezeigten Wertes dividiert durch die sie verursachende Änderung der Belastung der Waage. Bei einer korrekt justierten Waage mit Digitalanzeige muss die Empfindlichkeit immer exakt 1 betragen.
Fallbeschleunigung (g)	Beschleunigung eines Körpers beim freien Fall aufgrund der Erdanziehungskraft. Die Fallbeschleunigung ist ortsabhängig. Am Äquator ist sie wegen der Fliehkraft kleiner als an den Polen. Darüber hinaus nimmt sie mit der Höhe über NN ab. In Deutschland ist der Mittelwert der Fallbeschleunigung $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$.
isoCAL	Moderne Waagen sind mit einer vollautomatischen Kalibrier- / Justierfunktion ausgestattet. Die Aktivierung wird nach Ablauf fest vorgegebener oder frei wählbarer Zeitspannen ausgelöst. Zusätzlich wird bei Überschreitung einer vorgegebenen Temperaturdifferenz der Kalibrier- / Justiervorgang automatisch ausgelöst. Auf diese Weise ist die Genauigkeit der Waage auch ohne Eingriff des Anwenders dauerhaft sichergestellt.
Justieren	Einstellen oder Abgleichen einer Waage, um die Abweichungen zwischen dem angezeigten und dem wahren Massewert zu beseitigen.
Justiergewichtsschaltung	Eingebaute, halb- oder vollautomatische Vorrichtung zum Justieren der Waage für hohe Genauigkeiten. Die Verwendung ist wegen der höheren Genauigkeit und Stabilität einer externen Justierung vorzuziehen.
Kalibrieren	Ermitteln des Zusammenhangs zwischen dem angezeigten Wert und dem wahren Massewert. Beim Kalibrieren erfolgt kein verändernder Eingriff in die Waage.
Kennwert	Bei der Kennwertbestimmung wird die Übereinstimmung des angezeigten Wägewertes mit dem konventionellen Wägewert des aufgelegten Prüfgewichtes verglichen. Das Prüfgewicht sollte rückführbar auf ein nationales Normal sein und einer Überwachung unterliegen.
Kilogramm	Internationale Basiseinheit für die Masse. Definiert durch die Masse des Internationalen Kilogramm-Prototyps in Sevres (Frankreich).
Konventioneller Wägewert	Der konventionelle Wägewert eines Körpers ist gleich der Masse eines Massennormal der Dichte 8 gcm^{-3} , das diesem Körper bei 20°C und einer Luftdichte von $1,2 \text{ mg} / \text{cm}^3$ das Gleichgewicht hält. Für Körper der Dichte $8 \text{ g} / \text{cm}^3$ sind der konventionelle Wägewert und die Masse identisch.
Libelle, Neigungsanzeiger	Hilfsmittel zur Feststellung der korrekten Ausrichtung der Waage.
Linearitätsfehler, Nichtlinearität	Abweichung vom theoretisch linearen Verlauf der Kennlinie. Bei korrektem Nullpunkt und korrekter Justierung kann der Linearitätsfehler durch die positive oder negative Abweichung des angezeigten Wertes von der tatsächlichen Belastung ermittelt werden.
Messunsicherheit	Die Messunsicherheit gibt den Bereich um das ermittelte Messergebnis an, innerhalb dessen das unbekannte, fehlerfreie Ergebnis mit einer statistischen Sicherheit von üblicherweise 95% liegt. Beispiel für die Angabe des Messergebnisses und der Messunsicherheit: $m = (139,27457 \pm 0,00002) \text{ g}$. Die Messunsicherheit kann vor Ort durch spezialisierte Techniker ermittelt und in offiziellen Kalibrierscheinen protokolliert werden (z.B. in Deutschland vom DKD - Deutscher Kalibrier Dienst - akkreditiert). Die Angabe der relativen Messunsicherheit (bezogen auf die Einwaage) ist ein wichtiger Beurteilungsparameter im Labor.
Messzeit	Entspricht der Einschwingzeit.
Mindesteinwaage nach USP United States Pharmacopeia	In Abschnitt 41 der USP wird der Einsatz von Waagen und Gewichten spezifiziert. Es heißt, dass die minimalen Einwaagen, die auf den Waagen getätigt werden, nicht kleiner als das 1000fache der Messunsicherheit sein dürfen (bzw. die Messunsicherheit nicht größer sein darf als 0,1% der minimalen Einwaage). Taralasten, wie z.B. Einwaagegefäße, dürfen nicht zur minimalen Einwaage hinzugerechnet werden. Es wird gefordert, die Bestimmung der minimalen Einwaage (Mindesteinwaage) am Aufstellort der Waage durchzuführen und zu dokumentieren. Unter guten Aufstellbedingungen liegt die Mindesteinwaage einer Semimikrowaage i.d.R. zwischen 15-25 mg.
Nichtselbsttätige Waage	Eine nichtselbsttätige Waage ist eine Waage, die das Eingreifen eines Benutzers während des Wägevorganges erfordert, z.B. um die zu messende Last auf den Lastträger aufzubringen oder um das Ergebnis zu erhalten.
ppm	Abkürzung für parts per million = 10^{-6} (z.B. 0,0001 g von 100,0000 g)

Reproduzierbarkeit Fähigkeit der Waage, unter spezifizierten Prüfbedingungen, übereinstimmende Ergebnisse anzuzeigen, wenn dieselbe Last mehrfach (i.d.R. 6 mal) auf gleiche Weise auf die Waagschale aufgesetzt wird. Als quantitative Angabe kann z.B. die Standardabweichung verwendet werden. Die Messung der Reproduzierbarkeit bildet, neben den Waagenspezifikationen, auch die Umgebungsbedingungen ab (Vibrationen, Luftzug-, Temperatur-, Feuchteschwankungen etc.). Auch die Handhabung durch den Bediener geht in die Standardabweichung ein.

Rückführbarkeit Eigenschaft eines Messergebnisses, durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen auf ein nationales oder internationales Normal bezogen zu sein.

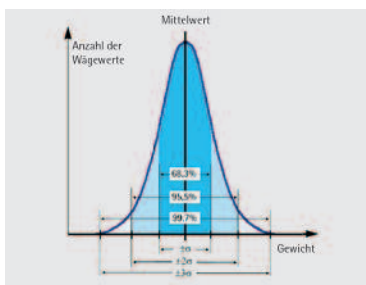
Standardabweichung Rechengröße zur Beurteilung einer Waage hinsichtlich ihrer Reproduzierbarkeit oder Wiederholbarkeit. Die Standardabweichung der Einzelwerte „s“ ist definiert als

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Darin ist:

n = Anzahl der Einzelergebnisse

x = arithmetisches Mittel aus den Einzelergebnissen xi



Beispiel einer Normalverteilung:

Innerhalb von	± 1 s	± 1,5 s	± 2 s	± 3 s
liegen	68 %	87 %	95 %	99,7 % aller Messwerte.

Tarieren Nullsetzen der Anzeige bei belasteter Waagschale. Dadurch kann die Anzeige, z.B. bei einem leeren Gefäß, auf Null zurückgesetzt und beim anschließenden Befüllen jeweils der Nettowert abgelesen werden.

Temperaturkoeffizient Relative Änderung eines Wertes (z.B. Empfindlichkeit) bei Temperaturänderung dividiert durch die Größe der Temperaturänderung. Er wird angegeben z.B. in ppm / K bzw. $10^{-6} / K$. Das bedeutet: Bei einer Temperaturänderung von 1 Kelvin ($1^{\circ}C$) und einem Temperaturkoeffizienten von $1 \cdot 10^{-6} / K$ ergibt sich eine Empfindlichkeitsänderung $\Delta m = 1 \cdot 10^{-6} K^{-1} \cdot 1 K \cdot 100 g = 0,0001 g$

Unsicherheit Kurzform für Messunsicherheit.

Verkehrsfehlergrenzen Grenzen für die Messabweichung einer geeichten Waage, die beim Gebrauch der Waage nicht überschritten werden dürfen. Die Verkehrsfehlergrenzen betragen das Doppelte der Eichfehlergrenzen.

Wiederholbarkeit Fähigkeit der Waage, unter hinreichend konstanten Prüfbedingungen übereinstimmende Ergebnisse anzuzeigen, wenn dieselbe Last mehrfach auf praktisch gleiche Art und Weise auf den Lastträger aufgesetzt wird.

30989 Gehrden / Hannover

Elbingeröder Straße 1
Telefon 05108 / 91 67-0

22143 Hamburg

Neuer Höltingbaum 30
Telefon 040 / 65 90 95-0

VERTRIEBSBÜROS
Berlin

Telefon 03322 / 20 24 69

Braunschweig

Telefon 05308 / 69 38 64

Essen

Telefon 0201 / 1 05 46 34

Kiel

Telefon 040 / 65 90 95 40

Magdeburg

Telefon 039292 / 6 56 51

Münster

Telefon 0421 / 17 59 93 24

Nürnberg

Telefon 089 / 6 92 57 18

Osnabrück

Telefon 0421 / 17 59 93 21

Rostock

Telefon 038455 / 2 23 29

Ruhrgebiet

Telefon 01520 / 1 66 98 00

Ulm

Telefon 089 / 6 92 57 18

Schubert & Weiss OMNILAB
81547 München

Fromundstraße 34
Telefon 089 / 6 92 57 18

OMNILAB-KRANNICH
37079 Göttingen

Elliehäuser Weg 17
Telefon 0551 / 6 94 02-0

OMNILAB baltic
1002, Riga / Lettland

Maza Nometnu iela 45A
Telefon +371 67 67 05 10

OMNILAB Laboratuvar
Malzemeleri San. ve Tic. Ltd. Sti.

35170 Mersinli / Izmir / Türkei
1201 / 1 Sk. No:2 Su Plaza

K:5 / 502

Telefon +90 232 4 69 42 44

Gerne stehen wir Ihnen auch persönlich für eine Beratung zur Verfügung.



Robert-Hooke-Straße 8 · 28359 Bremen · Telefon 0421 / 1 75 99-0

www.omnilab.de · info@omnilab.de

Flexibel. Verlässlich. Persönlich.