

## Einleitung zu Prüfgewichten

Prüfgewichte sind die Normale in der Wägetechnik. Sie werden rückgeführt auf das nationale Normal in der PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt) in Braunschweig, das wiederum an das Ur-Kilogramm in Paris angeschlossen ist.

- **Die DKD-Kalibrierung von Gewichtsstücken**

Diese Rückführung auf das nationale Normal geschieht bei Prüfgewichten in der Weise, dass sie in akkreditierten DKD- Laboratorien (DKD = Deutscher Kalibrierdienst) zunächst auf einwandfreie Beschaffenheit geprüft und dann sehr genau gewogen werden. Anschließend wird der Kalibrierschein ausgestellt.

Die Rekalibrierungsintervalle liegen in der Verantwortung des Anwenders.

- **Vereinfachte Werks- oder ISO- Kalibrierung**

Sind bei Prüfgewichten nicht üblich (im Gegensatz zu Waagen).

- **Amtliche Eichung von Gewichtsstücken**

Nur gesetzlich zugelassene Gewichtsgrößen und Bauformen können amtlich geeicht werden. Der Eichschein kostet einen Aufpreis. Die Nacheichfristen sind gesetzlich vorgeschrieben.

**Wägetechnik Koch**  
Beratung - Verkauf - Service

Helga B. Koch & Günter Koch GbR, Dorfstraße 7, 94486 Osterhofen-Gergweis,  
Tel. 08547 - 914232, Fax 08547 - 914233  
<http://www.waegetechnik-koch.de>, [info@waegetechnik-koch.de](mailto:info@waegetechnik-koch.de)

## Allgemeines über Prüfgewichte

### 1. Das Ordnungsschema

Die Standards für Prüfgewichte sind heute international durch die bewährte "OIML"-Empfehlung R111 (=Organisation Internationale de Métrologie Légale) geregelt.

Dieses Ordnungsschema hat 7 Fehlergrenzenklassen (=Genauigkeitsklassen) die sich streng hierarchisch im Toleranzverhältnis 1:3 abstufen.



E1 ist die genaueste und M3 die größte Genauigkeitsklasse.

### 2. Die Fehlergrenzen (=Genauigkeitstoleranzen)

Die Toleranzwerte der Tabelle geben an, wieviel ein Gewicht schwerer oder leichter als der Nennwert sein darf. Sie gelten also nach Plus und Minus.

Nennwert Nominal Value	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
1 mg	± 0,002 mg	± 0,006 mg	±0,020 mg	±0,06 mg	±0,20 mg	-	-
2 mg	± 0,002 mg	± 0,006 mg	±0,020 mg	±0,06 mg	±0,20 mg	-	-
5 mg	± 0,002 mg	± 0,006 mg	±0,020 mg	±0,06 mg	±0,20 mg	-	-
10 mg	± 0,002 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	± 0,015 mg	±0,05 mg	±0,15 mg	±0,5 mg	±1,5 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	± 0,030 mg	±0,10 mg	±0,3 mg	±1,0 mg	±3 mg	±10 mg
2 g	± 0,012 mg	± 0,040 mg	±0,12 mg	±0,4 mg	±1,2 mg	±4 mg	±12 mg
5 g	± 0,015 mg	± 0,050 mg	±0,15 mg	±0,5 mg	±1,5 mg	±5 mg	±15 mg
10 g	± 0,020 mg	± 0,060 mg	±0,20 mg	±0,6 mg	±2,0 mg	±6 mg	±20 mg
20 g	± 0,025 mg	± 0,080 mg	±0,25 mg	±0,8 mg	±2,5 mg	±8 mg	±25 mg
50 g	± 0,030 mg	± 0,10 mg	±0,30 mg	±1,0 mg	±3,0 mg	±10 mg	±30 mg
100 g	± 0,05 mg	± 0,15 mg	±0,50 mg	±1,5 mg	±5 mg	±15 mg	±50 mg
200 g	± 0,10 mg	± 0,30 mg	±1,0 mg	±3,0 mg	±10 mg	±30 mg	±100 mg
500 g	± 0,25 mg	± 0,75 mg	±2,5 mg	±7,5 mg	±25 mg	±75 mg	±250 mg
1 kg	± 0,50 mg	± 1,50 mg	± 5 mg	±15 mg	±50 mg	±150 mg	±500 mg
2 kg	±1,0 mg	± 3,0 mg	±10 mg	±30 mg	±100 mg	±300 mg	±1000 mg
5 kg	±2,5 mg	± 7,5 mg	±25 mg	±75 mg	±250 mg	±750 mg	±2500 mg
10 kg	± 5 mg	± 15 mg	±50 mg	±150 mg	±500 mg	±1500 mg	±5000 mg
20 kg	±10 mg	± 30 mg	±100 mg	±300 mg	±1000 mg	±3000 mg	±10000 mg
50 kg	±25 mg	± 75 mg	±250 mg	±750 mg	±2500 mg	±7500 mg	±25000 mg

Die Fehlergrenzen stufen sich streng hierarchisch im Toleranzverhältnis 1: 3 ab.

### 3. Kennzeichnung der Prüfgewichte nach OIML

	Keine Kennzeichnung der Gewichte Auf dem Etui steht das Symbol E <sub>1</sub>
	Keine Kennzeichnung der Gewichte Auf dem Etui steht das Symbol E <sub>2</sub>
	Kennzeichnung nur mit Nennwert, z.B. 200
	Nennwert, z.B. 200 g und Buchstabe F
	Nennwert, z.B. 200 g und Buchstabe M
	Nennwert, z.B. 200 g und Buchstabe M <sub>2</sub>
	Nennwert, z.B. 200 g und Buchstabe M <sub>3</sub>

## DKD-Kalibrierschein für Prüfgewichte

### 1. Vorbemerkungen

- Jedes meßtechnisch einwandfreie Prüfgewicht kann DKD-kalibriert werden. Hersteller oder Bauform sind nebensächlich.
- Es können auch Sondergewichte mit „ungeraden“ Gewichtswerten (z.B. 1.043.68 g) oder andere Maßeinheiten wie Newton und nichtmetrische Gewichte kalibriert werden.
- Der Kalibrierschein ist fester Bestandteil einer jeden DKD-Kalibrierung und wird stets ohne zusätzliche Kosten mitgeliefert.
- Prüfgewichte müssen zum Kalibrieren ins DKD-Labor eingesandt werden. Hierzu muss unbedingt das Original-Gewichtsetui verwendet werden.
- DKD-kalibrierte Prüfgewichte dürfen zum Eichen und Nacheichen von Waagen verwendet werden, wenn sie die Vorschriften für eichfähige Gewichte einhalten. Dies ist bei den einschlägigen deutschen Herstellern von Gewichten der Fall.

## 2. Inhalt des Kalibrierscheins

Amtliches Dokument

Allgemeiner Teil

Rückführbarkeit

Identifikation


Meßtechnischer Teil

Meßunsicherheit

**DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD****

Kalibrierlaboratorium für mechanische Meßgrößen  
*Calibration laboratory for mechanical quantities*

AKKREDITIERT DURCH DIE PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT (PTB)



**KERN<sup>®</sup>** 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**  
*Object*

**Elektronische Analysenwaage**  
*Electronic Analytical Balance*

**Hersteller**  
*Manufacturer*

Gottl. Kern & Sohn GmbH  
Gartenstrasse 63  
D-72458 Albstadt  
GERMANY

**Typ**  
*Type*

KERN 770-12

**Fabrikate/Serien-Nr.**  
*Serial number*

90205919

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.

---

**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

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

Prüflast / Load = 50 g	
Position / Waagenanzeige	Position / 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

**1. Wiederholbarkeit / Repeatability**

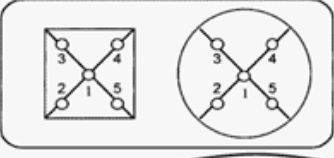
Standardabweichung / Standard deviation  
s = 0,08 mg

**2. Richtigkeit / Linearity**

**3. Außermittige Belastung / Eccentricity**



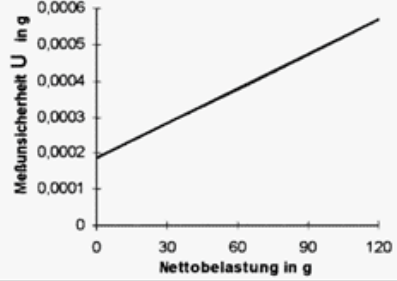
---

**Meßunsicherheit U**  
*Measuring uncertainty U*

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

**$U = 0,0001 \text{ g} + 3,78 \cdot 10^{-6} \cdot m_w$**

$m_w$  = nettoanzeige bei zunehmender Belastung  
 $m_w$  = net display with increasing load



Kalibrieren von Gewichten

5/10

## 2.1 Allgemeiner Teil

Hier wird bestätigt:

- Rückführbarkeit der Messungen auf das nationale Normal.
- Werkstoff des Gewichtstückes sowie dessen Dichte (wenn möglich)

## 2.2 Meßtechnischer Teil

Nach einem genau definierten und präzisen Wägeverfahren werden festgestellt:

- Die individuelle Abweichung des Wägewertes eines Prüflings vom Nennwert.

Beispiel:

Der Prüfling ist ein Gewichtstück mit Nennwert (=Aufschrift) von 1kg = 1000g  
Abweichung des Wägewertes vom Nennwert + 0,015 g.

Der gemessene wahre Wägewert des Gewichtstückes ist also  
 $1000 \text{ g} + 0,015 \text{ g} = 1000,015 \text{ g}$ .

- Meßunsicherheit der Wägung.  
Sie ist ein Maß für die Meßgenauigkeit. Physikalisch bedingt kann keine Wägung mit absoluter Genauigkeit, also Fehler "Null", durchgeführt werden.

Beispiel:

Meßunsicherheit  $\pm 0.005 \text{ g}$

Der wahre Wägewert kann also liegen zwischen:

Höchstwert	1000,015 g
	+ 0,005 g
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>
	1000,020 g

Kleinstwert	1000,015 g
	- 0,005 g
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>
	1000,010 g

### **3. Die Rekalibrierungsintervalle**

Ihre Festlegung liegt in der Verantwortung des Anwenders.

Je nach Nutzungshäufigkeit und Sicherheitsbedürfnis sind Rekalibrierungsintervalle zwischen 6 Monaten und 2 Jahren üblich.

Generelle Empfehlung ist 1 Jahr.

## Die passenden Prüfgewichte zu einer Waage

- Zur Prüfung einer Waage** werden eines oder mehrere Prüfgewichte benötigt. Diese Prüfgewichte müssen kalibriert sein. Im einfachsten Fall genügt ein Prüfgewicht.

Mit diesem können die wichtigsten meßtechnischen Prüfungen wie Wägebereich, exzentrische Last auf der Wägeplatte und Reproduzierbarkeit vorgenommen werden.

Bei der Überprüfung der Richtigkeit (= Linearität) werden zusätzliche Prüfgewichte (meist 3) benötigt.

- Die richtige Gewichtsgröße** (= Nennwert) bei der Auswahl des passenden Prüfgewichtes für eine Waage.

Wird mit nur einem Prüfgewicht geprüft, orientiert man sich an der Höchstlast (Max) oder an der größten Justierstelle der Waage (wird meist in Verbindung mit „CAL“ im Display angezeigt).

### Regel:

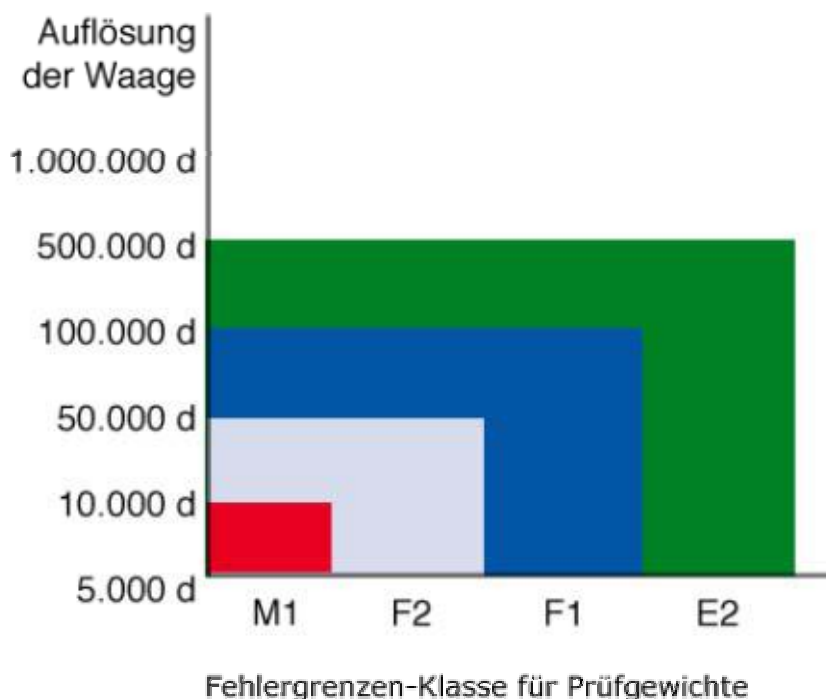
Der Gewichtswert des Prüfgewichts sollte größer sein als 80% des gesamten Wägebereiches.

Prüft man auch die Richtigkeit (=Linearität) der Waage, so empfiehlt sich eine Gewichtskombination mit der Abstufung der Prüfgewichte in % der Höchstlast (Max) wie folgt: 25 / 50 / 75 / 100 % von Max.

- Die richtige Fehlergrenzenklasse** (=Genauigkeitsklasse) bei der Auswahl der passenden Prüfgewichte für eine Waage. Diese ergibt sich aus nachstehendem Schaubild über die Auflösung dieser Waage.

Die Auflösung ergibt sich zu:

$$\text{Auflösung} = \text{Höchstlast} / \text{kleinster ablesbarer Ziffernschritt } d$$





Für Prüfgewichte mit Nennwerten kleiner als die Höchstlast, z. B. für die Prüfung der Richtigkeit (=Linearität) dieser Waage, bleibt man in derselben Fehlergrenzenklasse, die sich über die Auflösung aus dem Schaubild ergibt. Das heißt: Hat man einmal für eine Waage die richtige Fehlergrenzenklasse gewählt, ist diese für alle Prüfgewichte passend.

#### 4. Beispiel:

Prüfgewicht für eine Präzisionswaage mit Höchstlast (Max) 520 g und kleinstem ablesbarem Ziffernschritt  $d = 0,01 \text{ g} = 10 \text{ mg}$

Größte Justierstelle der Waage ist 500 g, also Nennwert des Prüfgewichtes 500 g.

$$\text{Auflösung} = \frac{520 \text{ g}}{0.01 \text{ g}} = 52\,000 \text{ d}$$

Auflösung 52 000 d korrespondiert im obigen Schaubild mit der Fehlergrenzklasse F1

#### Lösung:

Man benötigt ein kalibriertes Prüfgewicht der Fehlergrenzenklasse F1 mit Nennwert 500 g.

Zur Messung der Richtigkeit (=Linearität) dieser Waage wendet man die Regel nach Abschnitt 2 an und errechnet

$$\begin{aligned} 25 \% \text{ von } 500 \text{ g} &= 125 \text{ g} \\ 50 \% \text{ von } 500 \text{ g} &= 250 \text{ g} \\ 75 \% \text{ von } 500 \text{ g} &= 375 \text{ g} \end{aligned}$$

In der Praxis rundet man diese Werte, um mit insgesamt 4 Prüfgewichten in der Fehlergrenzenklasse F1 auszukommen.

#### Lösung:










Zweckmäßig sind 4 kalibrierte F1 Prüfgewichte mit den Nennwerten 50 g, 100 g, 200 g und 500 g.

Somit ergibt sich in der Praxis für

$$\begin{aligned} 25 \% & 100 \text{ g} \\ 50 \% & 200 \text{ g} + 50 \text{ g} \\ 75 \% & 500 \text{ g} + 100 \text{ g} + 50 \text{ g} \\ 100 \% & 500 \text{ g} (= \text{Max}) \end{aligned}$$

## 5. Kontrollmöglichkeiten

Die Berechnung des oder der Prüfgewichte nach den Abschnitten 2 und 3 kann mit der nachstehenden Tabelle überprüft werden.

Prüfgewicht Klasse	Auflösung der Waage	Waage nach Eichklassen der * OIML
	bis ca. 10 000 d	 Präzisionswaage  Handels-/ Industriewaage
	bis ca. 50 000 d	 Präzisionswaage
	bis ca. 100 000 d	 Präzisionswaage
	über 100 000 d	 Feinwaage (Analysenwaage)

\* OIML = **O**rganisation **I**nternational de **M**étrieologie **L**égale