

Grundlagen/Einleitung:

In dieser Versuchsreihe sollen Sie verschiedene Massen abschätzen und diese Ergebnisse dann wissenschaftlich mit Messergebnissen vergleichen. Wichtig ist es dabei, die statistischen Schwankungen der Ergebnisse richtig zu beschreiben. Dazu berechnet man das arithmetische Mittel \bar{x} , die Standardabweichung s und die Messunsicherheit u .

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

Die Angabe eines Messergebnisses setzt sich dann immer aus der Angabe des Mittelwerts und der Messunsicherheit zusammen:

$$X = \bar{x} \pm u$$

Material: Küchenwaage, Kofferwaage, Körperwaage, Kranwaage, Hantelscheiben, Stahlplatte, Aluminiumplatte, Stein, Glasflasche (mit und ohne Inhalt) und Karton



Aufgabe: Sechs verschiedene Massen sollen von den Teilnehmern unabhängig geschätzt werden. Eine erste Abschätzung wird ohne Referenzgewichte gemacht, eine zweite durch Vergleich der unbekannten Massen mit den Referenzgewichten. Im Anschluss sollen der Bestwert (arithmetisches Mittel), die Standardabweichung und die Messunsicherheit berechnet werden. Im nächsten Schritt werden die Massen der Objekte mit verschiedenen Waagen gemessen. Auch dafür soll eine Abschätzung der Genauigkeit vorgenommen werden.

1 Schätzung der Massen verschiedener Objekte

ohne Referenzgewichte

mit Referenzgewichten

Objekt	Person 1		Person 2		Person 3		Person 4		Person 5	
Stein	2 kg	1 kg	1,1 kg	0,9 kg	1,5 kg	1,2 kg	1,7 kg	0,9 kg	1,8 kg	1,3 kg
Stahlplatte	2 kg	2 kg	2,1 kg	2,0 kg	1,9 kg	2,1 kg	2,5 kg	2,4 kg	2,2 kg	2,2 kg
Aluminiumplatte	2,5 kg	2,0 kg	2,2 kg	1,5 kg	2,0 kg	2,0 kg	2,4 kg	2,1 kg	2,0 kg	1,9 kg
Glasflasche	0,2 kg	0,2 kg	0,5 kg	0,3 kg	0,4 kg	0,4 kg	0,2 kg	0,2 kg	0,3 kg	0,4 kg
Glasflasche mit Inhalt	0,8 kg	0,8 kg	1,0 kg	0,8 kg	0,9 kg	0,9 kg	0,6 kg	0,7 kg	0,8 kg	0,9 kg
Karton	0,1 kg	0,1 kg	40 g	40 g	50 g	40 g	0,2 kg	40 g	0,2 kg	40 g

Kommentar: Jede Maßzahl bedarf unbedingt der Angabe der Einheit (hier z.B. kg oder g)!

2 Berechnung des Mittelwerts und der Standardabweichung

Objekt	Stein	Stahlplatte	Aluminiumplatte	Glasflasche	Glasflasche mit Inhalt	Karton
\bar{x}	1,06 kg	2,14 kg	1,90 kg	0,30 kg	0,82 kg	0,05 kg
s	0,19 kg	0,17 kg	0,21 kg	0,10 kg	0,09 kg	0,03 kg
u	0,08 g	0,09 kg	0,09 kg	0,04 kg	0,04 kg	0,01 kg

Kommentar: Da angenommen wird, dass die Schätzungen mit den Referenzgewichten genauer sind, wird hier der Mittelwert dieser „Messungen“ berechnet. Die Standardabweichung gibt dann an, wie sehr die einzelnen Messungen um diesen Mittelwert streuen. Die Messunsicherheit beschreibt die Ungenauigkeit des Mittelwerts.

3 Messung mit Fehlerangabe

Objekt	Küchenwaage	Körperwaage	Kofferwaage	Kranwaage
Stein	1225 g	(75,0-73,9) kg =1,1kg	1,25 kg	1,2 kg
Stahlplatte	2622 g	(76,5-73,9) kg =2,6 kg	2,59 kg	2,6 kg
Aluminiumplatte	2204 g	(76,2-73,9) kg =2,3kg	2,17 kg	2,2 kg
Glasflasche	328 g	(74,1-73,9) kg =0,2 kg	0,30 kg	0,4 kg
Glasflasche mit Inhalt	837 g	(74,7-73,9) kg =0,8 kg	0,82 kg	0,6 kg
Karton	78 g	(74,0-73,9) kg =0,1 kg	0,00 kg	0,0 kg

Genauigkeit: 1 g 0,1 kg 10g 0,2 kg

Kommentar: Die verschiedenen Objekte werden mit Waagen unterschiedlicher Genauigkeit gemessen. Die Personenwaage kann dabei nur benutzt werden, indem sich eine Person zuerst ohne das Objekt und dann mit dem Objekt auf die Waage stellt und die Differenz berechnet wird. Um Koffer- und Kranwaage zu benutzen, muss zuerst ein Eimer an diese gehängt und die Waage dann genullt werden.

4 Gesamtergebnis

Welche Masse haben die sechs Objekte?

Objekt	Masse + Fehler
Stein	(1225 ± 1) g
Stahlplatte	(2622 ± 1) g
Aluminiumplatte	(2204 ± 1) g

Objekt	Masse + Fehler
Glasflasche	(328 ± 1) g
Glasfl. mit Inh.	(837 ± 1) g
Karton	(78 ± 1) g

Kommentar: Da alle sechs Objekte im Messbereich der Küchenwaage liegen, wird davon ausgegangen, dass die Messung mit dieser am genauesten ist.

Beachten Sie, dass die Massebestimmung mit den anderen Methoden (Waagen und Schätzen) ungefähr innerhalb der Fehler mit diesem Wert übereinstimmt.