

Echte Goldmünzen? Nein, nur Messing!

Leider ist nicht alles Gold, was glänzt...die 10c-, 20c- und 50c-Münzen sind aus einer speziellen Messing-Legierung. Sie nutzt sich nicht leicht ab und verursacht kaum Allergien. Die 1c-, 2c- oder 5c-Münzen kannst du leicht mit einem Magneten aufsammeln, obwohl sie aussehen wie Kupfer. Sie sind aus Stahl und haben einen sehr dünnen Kupferüberzug. Die Messing-Münzen werden hingegen nicht vom Magneten angezogen. Obwohl sie golden aussehen, enthalten sie kein Gold, aber einen hohen Kupferanteil. Wie viel? Das versuchst du durch dein Experiment herauszubekommen.

Für deine Messungen steht dir Folgendes zur Verfügung:
auf deinem Arbeitsplatz:

- ein graduierter Zylinder (100 cm^3)
- ein Behälter mit 10c-, 20c- und 50c- Münzen (sie müssen mindestens eine Gesamtmasse von 150 g haben)
- ein Becher voll mit Wasser
- eine graduierte Plastikspritze (50 cm^3) um das Wasser in den graduierten Zylinder zu füllen
- eine Plastikpipette, um den Wasserstand im Zylinder zu regulieren

auf dem Pult:

- eine Waage
- eine Küchenrolle
- ein Eimer, um das Wasser wegzuschütten

Hier noch ein paar Tipps für deine Auswertung:

1. Das Messing der Münzen enthält verschiedene Metalle. Hier reicht es dir zu wissen, dass ein Kupferanteil p_{Cu} und ein Anteil anderer Metalle $q_{a.M.}$ miteinander gemischt werden.
Daher gilt: $p_{Cu} + q_{a.M.} = 1$
2. Ist die Dichte der Messinglegierung gleich ρ , dann gilt:
$$\rho = p_{Cu} \cdot \rho_{Cu} + q_{a.M.} \cdot \rho_{a.M.}$$

Dabei ist ρ_{Cu} die Dichte von Kupfer und $\rho_{a.M.}$ die Dichte der anderen Metalle.
3. Die Dichte von Kupfer ist $\rho_{Cu} = 8,920 \text{ g/cm}^3$, die Dichte der anderen Metalle ist $\rho_{a.M.} = 5,137 \text{ g/cm}^3$
4. Die Dichte einer homogenen Substanz ist gleich dem Verhältnis zwischen der Masse einer bestimmten Menge dieser Substanz und deren Volumen.

Versuche den ersten Teil der Arbeit innerhalb von 60 Minuten abzuschließen!

Erster Teil: Messungen (60 Minuten):

Führe die vorgeschlagenen Messungen durch!

Trage die Ergebnisse in das Antwortblatt ein!

Werte die Daten aus, um den Kupferanteil im Messing zu bestimmen! Schätze die Genauigkeit dieses Ergebnisses ab!

Falls du mit jemandem zusammenarbeitest, teilt euch die Aufgaben auf!

Bestimme die Dichte von Messing, aus dem die Münzen bestehen! Verwende dazu alle Münzen!

1. Bestimme die Masse der Münzen mit einer der Waagen, die auf dem Pult sind! Trage das Resultat ins Antwortblatt ein!
2. Zur Bestimmung des Volumens verwendest du die Wasser-Verdrängungsmethode. Schütte eine bestimmte Wassermenge in den graduierten Zylinder und notiere das Wasservolumen V_{Wasser} im Antwortblatt! Schreibe auch die Messunsicherheit bedingt durch das Messgerät bei dieser Messung auf! Pass auf, wie viel Wasser du hineingibst. Du musst nämlich später alle deine Münzen dazugeben!
3. Gib alle deine Münzen einzeln vorsichtig ins Wasser: Lass sie seitlich an der Zylinderwand hinuntergleiten, ohne Wasserspritzer zu verursachen! Schreibe ins Antwortblatt das neue Volumen $V_{\text{Wasser}+\text{Münzen}}$! Schreibe auch die Messunsicherheit auf!
4. a) Berechne das Volumen der Münzen $V_{\text{Münzen}}$ und die Messunsicherheit $\Delta V_{\text{Münzen}}$! Trage sie ins Antwortblatt ein!
b) Berechne die Dichte ρ von Messing! Berechne die Messunsicherheit $\Delta\rho$ der Dichte! Schreibe deine Vorgangsweise und das Ergebnis ins Antwortblatt!

Bestimme den Kupferanteil im Messing der Münzen!

5. Wir verwenden die Resultate der ersten, zweiten, dritten und vierten Frage. Daraus berechnen wir den Kupferanteil p_{Cu} im Messing. Beschreibe den eingeschlagenen Lösungsweg (verwende in den Formeln zuerst die Symbole, bevor du sie durch numerische Werte ersetzt!) und gib das Resultat im Antwortblatt an!
6. Schätze die relative Messunsicherheit in Prozent ab, wobei die vorgegebenen Dichten eine vernachlässigbaren Fehler haben!

Zweiter Teil: die Messresultate aller Teilnehmer werden ausgewertet (60 Minuten)

7. Schreibe die verschiedenen Werte von p_{Cu} ab, die an der Tafel stehen. Dadurch erhältst du N Messwerte (mindestens 10), die alle auf die gleiche Weise gemessen wurden. Wir bezeichnen sie im Folgenden mit $p_{1;\text{Cu}}; p_{2;\text{Cu}}; p_{3;\text{Cu}} \dots$
8. Zeichne auf das Millimeterpapier ein Histogramm, um die Verteilung der gemessenen Werte zu veranschaulichen!
9. Schreibe alle gemessenen Werte in das Antwortblatt!
10. Berechne den Mittelwert der gemessenen p_{Cu} ! Wir bezeichnen ihn mit p_{Mw} .

11. Berechne die Standardabweichung σ_{Mw} der N Messungen, die dir zur Verfügung stehen, vom Mittelwert. Verwende dazu die folgende Formel:

$$\sigma_{Mw} = \sqrt{\frac{(p_{1;Cu} - p_{Mw})^2 + (p_{2;Cu} - p_{Mw})^2 + \dots + (p_{N;Cu} - p_{Mw})^2}{N \cdot (N - 1)}}$$

12. Wir nehmen an, dass p_{Mw} ein recht guter Schätzwert für den Kupferanteil im Messing der Münzen ist. Wie groß ist der relative Fehler der gesamten Messung in Prozent?

13. Beantworte folgende Fragen:

- Warum hast du die Messung mit vielen Münzen durchgeführt?
- Gibt es Messungen, bei denen spezielle Fehlerursachen auftauchen? Welche wären das? Begründe!
- Wie könntest du deine eigenen und die Messresultate der gesamten Teilnehmer verbessern?
- Hast du irgendetwas Merkwürdiges bei denen Messungen beobachtet?

Giochi di Anacleto 2017
IM LABOR
ANTWORTBLATT

Name _____

1. Die Masse der Münzen beträgt _____ \pm _____
2. -
3. -
4. a) Trage in die Tabelle das Volumen des Wassers, das Volumen des Wassers mit den Münzen und jenes der Münzen ein. Schreibe auch die Messunsicherheiten für jede Größe auf.

V_{Wasser} [_____]	$V_{\text{Wasser}+\text{Münzen}}$ [_____]	$V_{\text{Münzen}}$ [_____]
\pm _____ [_____]	\pm _____ [_____]	\pm _____ [_____]

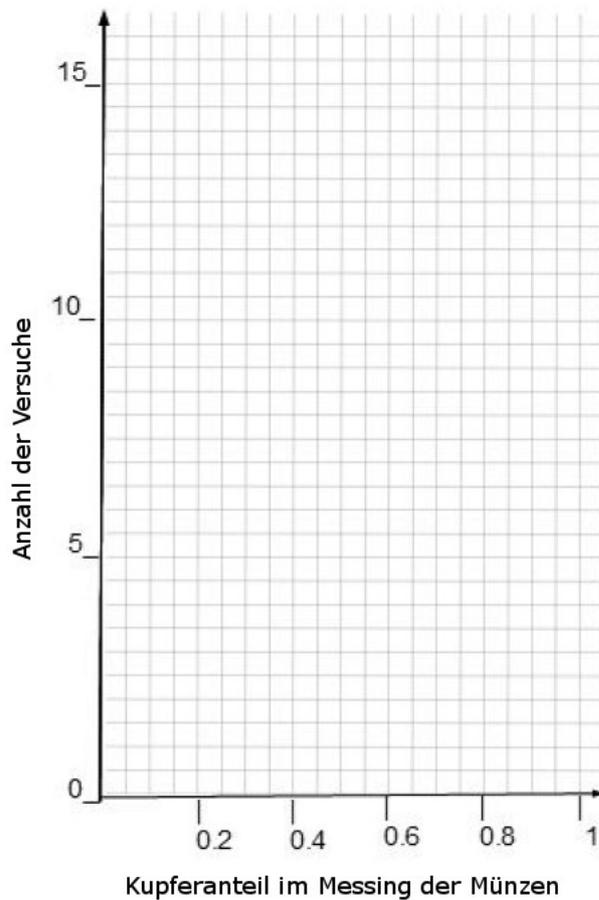
-
-
-
- b) Schreibe den Rechenweg für die Berechnung der Dichte des Messings auf und gib den Wert an.

Gib an wie du die Messunsicherheit für die Dichte von Messing berechnest und schreibe das Ergebnis auf.

-
-
-
-
5. Zeige wie du den Kupferanteil p_{Cu} im Messing bestimmst, indem du ihn in Abhängigkeit von dir bekannten numerischen Größen aufschreibst.

6. Zeige wie du die Messunsicherheit von p_{Cu} berechnest. Nimm dabei an, dass die angegebenen Dichten von Kupfer und der Legierung der anderen Metalle eine vernachlässigbare Messunsicherheit haben.

7. Zeichne ein Histogramm, das die Verteilung aller gemessenen Werte von p_{Cu} darstellt.



8. Trage alle gemessenen Werte von p_{Cu} in die Tabelle ein.

Versuch i	$p_{i;Cu}$	$(p_{i;Cu} - p_{Mw})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

9. Berechne den Mittelwert der Werte von $p_{i;Cu}$

$p_{Mw} =$ _____

10. Berechne jeweils das Quadrat der Differenz des gemessenen Wertes und des Mittelwertes und trage das Ergebnis in die dritte Spalte ein. Berechne anschließend die Standardabweichung und schreibe sie auf.

$\sigma_{Mw} =$ _____