

## Aufgabe PW 22 J 1 Aufgesammelt

**Materialien:**

1 x AAA- Batterie (R-6-Zelle), verschiedene Schraubenschrauben (z.B. M6 x 50, M8 x 50, M8 x 100 , M10 x 100)  
 30 m Kupferdraht, isoliert (Klingeldraht: 0,6 mm Durchmesser), 2 m Installationsdraht 1 mm Durchmesser,  
 1 Packung Büroklammern, Packung kleine Nägel, flache Schale aus Kunststoff

**Vorgehen**

Die Schraube wird vielfach mit Kupferdraht umwickelt, die Windungen eng aneinander gelegt;  
 Die Enden der Kupferdrahtspule werden von der Isolierung befreit, die Spule mit Schraube auf die Schale mit den Büroklammern aufgelegt. Nun schließt man an die Batterie kurzzeitig an und hebt die Spule mit den anhaftenden Büroklammern (bzw. Nägeln) aus der Schale heraus auf eine freie Fläche.  
 Es folgt das Zählen, was bei Nägeln deutlich aufwändiger ist als bei Büroklammern.  
 Bei mehr als 100 Nägeln hat sich eine Waage bewährt, die auch Zehntelgramm anzeigt.

**1. Versuch verschiedene Windungszahlen**

Messungen (BEISPIEL einer Gruppe)

Schraube M10 x 100 (Spulenlänge 90 mm) Cu-Draht 0,5 mm Dm.

**100 Windungen: Anzahl Büroklammern in Teilversuch 1,2, 3 und Mittelwert der 3 Versuche**

1	2	3	Mittelwert gerundet
181	159	172	172

Schraube M10 x 100 (Spulenlänge 90 mm) Cu-Draht 0,5 mm Dm.

**50 Windungen: Anzahl Büroklammern in Teilversuch 1,2, 3 und Mittelwert der 3 Versuche**

1	2	3	Mittelwert gerundet
101	89	97	96

Schraube M6 x 50 (Spulenlänge 40 mm) Cu-Draht 0,5 mm Dm.

**100 Windungen: Anzahl Büroklammern in Teilversuch 1,2, 3 und Mittelwert der 3 Versuche**

1	2	3	Mittelwert gerundet
76	88	62	75

Schraube M8 x 100 (Spulenlänge 90 mm) Cu-Draht 0,6 mm Dm.

**100 Windungen: Anzahl Büroklammern in Teilversuch 1,2, 3 und Mittelwert der 3 Versuche**

1	2	3	Mittelwert gerundet
154	177	123	151

Es sind viele Teilversuche nötig, um den Einfluss vom Durchmesser der Schraube, der Windungszahl, der Länge der Schraube und des Draht- Durchmessers zu beurteilen.

Dabei war zu beachten, dass von den vier Einflussgrößen (Eigenschaften) stets drei konstant sein müssen bei einer Variation der untersuchten Einflussgröße

**Überblick über die Ergebnisse der Versuche**

Je größer der Durchmesser der Schraube war, desto mehr Büroklammern wurden gehoben.

Je größer die Windungszahl der Spule war, desto mehr Büroklammern wurden gehoben.

Je länger die Windungen auf der Schraube verteilt waren, desto weniger Büroklammern wurden gehoben.

Die Drahtstärke hatte wenig Einfluss auf die Anzahl gehobener Büroklammern, außer man verwendet sehr dicken Draht von mehr als 1 mm Durchmesser, dann wurden weniger Büroklammern gehoben als bei dünnem Draht. Dicker Draht bedeutet Kurzschluss der Batterie, sie liefert dann nur kurzzeitig Strom.

## Physikalische Gesetze

$$H = I \cdot \frac{N}{\ell} \quad H: \text{magnetische Feldstärke}; I: \text{Stromstärke}, N: \text{Windungszahl}, \ell: \text{Länge der Spule}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad I: \text{Stromstärke}, U: \text{elektrische Spannung}, R: \text{Widerstand des Drahtes}$$

## Das Fazit

**Johanna muss eine dicke Schraube mehr als 100-mal mit Kupferdraht umwickeln, der weniger als 1 mm Durchmesser haben sollte. Die Wicklung sollte gleichmäßig sein, damit die Spule eng aneinander liegende Windungen hat und möglichst kurz ist.**

---

## Aufgabe PW 22 J 2 Angehängt

Die Skizze von Hannes' Mobile zeigt den Aufbau und die Formel, nach der man den jeweiligen Aufhängepunkt berechnen kann. Hierzu muss man in der untersten Etage beginnen.

1. Etage (untere Stäbe):

linker Stab: Teilung bei  $1/3$     Hebelgesetz  $2 * 20 \text{ g} * 1 \text{ LE} = 20 \text{ g} * 2 \text{ LE}$  (LE = Längeneinheit)

rechter Stab: Teilung bei  $2/3$     Hebelgesetz  $20 \text{ g} * 2 \text{ LE} = 2 * 20 \text{ g} * 1 \text{ LE}$

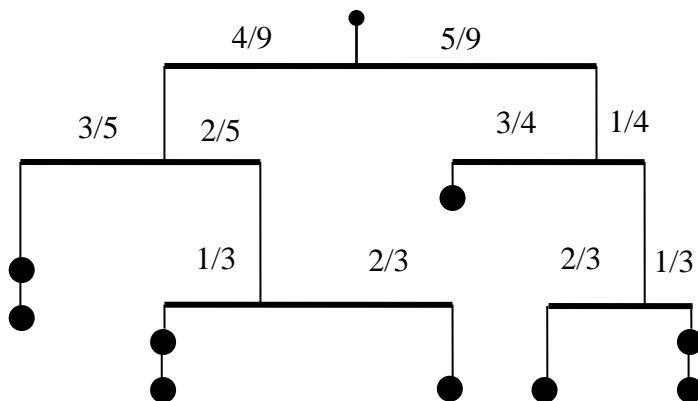
2. Etage (mittlere Stäbe)

linker Stab: Teilung bei  $3/5$     Hebelgesetz  $2 * 20 \text{ g} * 3 \text{ LE} = 3 * 20 \text{ g} * 2 \text{ LE}$

rechter Stab: Teilung bei  $3/4$     Hebelgesetz  $20 \text{ g} * 4 \text{ LE} = 4 * 20 \text{ g} * 1 \text{ LE}$

3. Etage (Stab oben)

Teilung bei  $5/9$     Hebelgesetz  $5 * 20 \text{ g} * 4 \text{ LE} = 4 * 20 \text{ g} * 5 \text{ LE}$      $\frac{4}{9}$



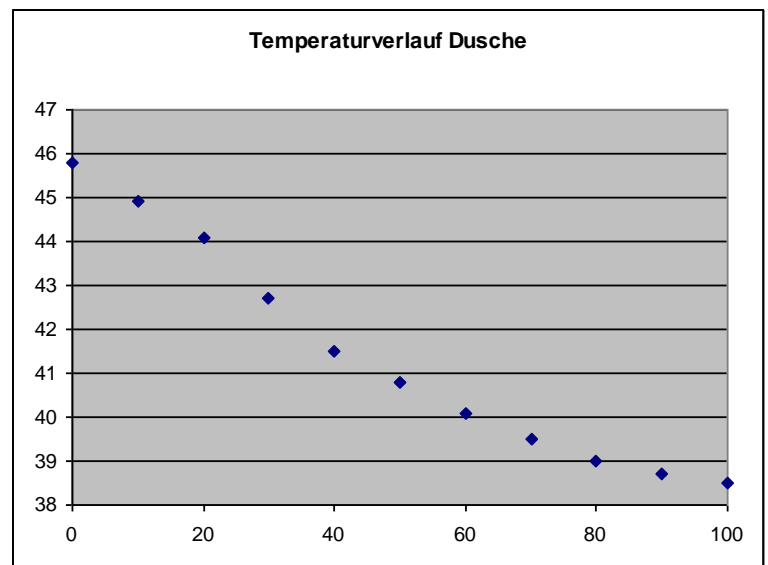
## Aufgabe PW 22 J 3 Abgekühlt

Vorgehensweise:

- Festlegen von Messpunkten in vertikaler Anordnung
- Messen der Temperatur im Duschaum: 22,5 °C
- Einstellen der Dusche auf ungemischtes Warmwasser,
- Auffangen von Warmwasser mit dünnwandigem Plastikbecher bei fließendem Wasser am jeweiligen Messpunkt

Eintragen der Messwerte in eine Tabelle

Nr	Entfernung vom Duschkopf in cm	Temperatur in °C
1	0	45,8
2	10	44,9
3	20	44,1
4	30	42,7
5	40	41,5
6	50	40,8
7	60	40,1
8	70	39,5
9	80	39,0
10	90	38,7
11	100	38,5



Minnie hat Recht – sie empfindet kühleres Wasser am Kopf als Maxi und wir haben nachgewiesen, dass ein physikalisches Prinzip dahinter steckt.

Die Wassertemperatur wird mit zunehmender Entfernung vom Duschkopf nach unten hin immer kleiner.

Es findet ein Wärmeübergang statt:

Das warme Wasser gibt Wärmeenergie an die umgebende Luft ab und kühlt dabei ab.

Es wird die Umgebungsluft dabei etwas erwärmt, was man in einer engen Duschkabine mit geschlossener Tür sehr gut empfinden kann – bei Hinausgehen ist es plötzlich kalt.

Die Temperatur-Kurve zeigt einen ungleichmäßigen Abkühlungseffekt des Wassers entlang der Messpunkte. Das liegt daran, dass die Wärmeübertragung an die Luft bei großem Temperaturunterschied von Wasser und Luft in stärkerem Maß stattfindet als bei geringem Temperaturunterschied.

Es gibt noch weitere Effekte, die zur Abkühlung des Wassers beim Fallen vom Duschkopf führen. Der Wärmeübergang vom heißen Wasser zur Luft ist aber der weitaus überwiegende physikalische Effekt.