

## Einleitung

Der Luftwiderstand hängt (unter anderem) von der *Geschwindigkeit* und der *Form* eines Körpers ab. Für jede Form kann ein sogenannter  $c_W$ -Wert (oder auch: Widerstandsbeiwert) bestimmt werden.

Wenn ein Körper fallen gelassen wird, nimmt die Fallgeschwindigkeit so lange zu, bis die Kraft des Luftwiderstandes gleich gross ist wie die Gewichtskraft. Dann herrscht Kräftegleichgewicht und er fällt mit konstanter Geschwindigkeit:

$$F_G = F_L \quad (F_G: \text{Gewichtskraft}, F_L: \text{Luftwiderstandskraft})$$

Der Luftwiderstand ist gegeben durch:  $F_L = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot A \cdot v^2$

wobei

$F_L$ : Luftwiderstand in N (bei konstanter Fallgeschwindigkeit gleich gross wie die Gewichtskraft,  $F_G = m \cdot g$ ,  $g = (9.806 \pm 0.005) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

$c_W$ : Widerstandsbeiwert (für die Form des Körpers)

$\rho_{\text{Luft}}$ : Dichte der Luft ( $\rho_{\text{Luft}} = (1.20 \pm 0.05) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )

$A$ : Querschnittsfläche in  $\text{m}^2$

$v$ : Geschwindigkeit in  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

## Versuchsaufbau

Ein Papierkegel («Hütchen») wird fallengelassen.  
Alle nötigen Werte werden gemessen, so dass

1. der  $c_W$ -Wert aus den Messwerten ausgerechnet werden kann.
2. der Zusammenhang zwischen der Fallgeschwindigkeit und dem Luftwiderstand beschrieben werden kann.

*Beschreibe den Versuchsaufbau mit Hilfe der nebenstehenden Skizze.*



## 1. Bestimmung des $c_W$ -Werts

### Messungen

- Bestimme die Masse des Hütchens und notiere den Wert (mit Fehlerschranke).
- Miss den Durchmesser des Hütchens und notiere den Wert (mit Fehlerschranke).
- Notiere die Länge des Massstabs (mit Fehlerschranke).
- Halte das Hütchen möglichst hoch über den Massstab. Lass es fallen und miss die Zeit, die es braucht, um vom Anfang bis zum Ende des Massstabs zu fallen. Wiederhole den Versuch fünf Mal. Berechne den Mittelwert und gib als Fehlerschranke die grösste Abweichung vom Mittelwert an.

### Auswertung

Löse die Formel  $F_L = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_{Luft} \cdot A \cdot v^2$  nach  $c_W$  auf. Ersetze alle Grössen, die du nicht direkt gemessen

hast, z.B.  $A$  durch  $A = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$ .

Gib den  $c_W$ -Wert des Hütchens korrekt mit Fehlerschranke an.

## 2. Zusammenhang zwischen Fallgeschwindigkeit und Luftwiderstand

### Messungen

- Bestimme die Masse des Hütchens und notiere den Wert (mit Fehlerschranke).
- Notiere die Länge des Massstabs (mit Fehlerschranke).
- Halte das Hütchen möglichst hoch über den Massstab. Lass es fallen und miss die Zeit, die es braucht, um vom Anfang bis zum Ende des Massstabs zu fallen. Wiederhole den Versuch dreimal und berechne den Mittelwert.  
Trage den Mittelwert in die untenstehende Tabelle ein.
- Wiederhole d) mit jeweils zwei, drei und vier ineinandergelegten Hütchen.

|           | $m$ [kg] | $F_L = F_G = m \cdot g$ | $t$ [s] | $v = \frac{s}{t} \left[ \frac{m}{s} \right]$ |
|-----------|----------|-------------------------|---------|----------------------------------------------|
| 1 Hütchen |          |                         |         |                                              |
| 2 Hütchen |          |                         |         |                                              |
| 3 Hütchen |          |                         |         |                                              |
| 4 Hütchen |          |                         |         |                                              |

### Auswertung

Die Messwerte werden in einem Diagramm dargestellt. ACHTUNG: Punkt-x-y-Diagramm wählen! Das Diagramm soll die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit zeigen. Das bedeutet, dass  $F_L$  auf die y-Achse (vertikale Achse) kommt und  $v$  auf die x-Achse (horizontale Achse). Achte darauf, dass die Achsen korrekt beschriftet sind (mit Symbolen und Einheiten), und dass die Skala bei beiden Achsen bei Null beginnt.

Fitte (mit Hilfe von *Trendlinie*) eine Potenzfunktion über deine Messwerte. Wähle unter *Optionen* «Formel im Diagramm darstellen». Vergleiche diese mit der Formel für den Luftwiderstand und ordne die verschiedenen Grössen richtig zu.