

Fall mit Luftwiderstand

Im Alltag spielt der Luftwiderstand bei sich bewegenden Körpern häufig eine wichtige Rolle. Im Folgenden soll deshalb der Fall eines Wasserballs oder eines ähnlichen Körpers mithilfe der numerischen Simulation und eines Experiments genauer untersucht werden.

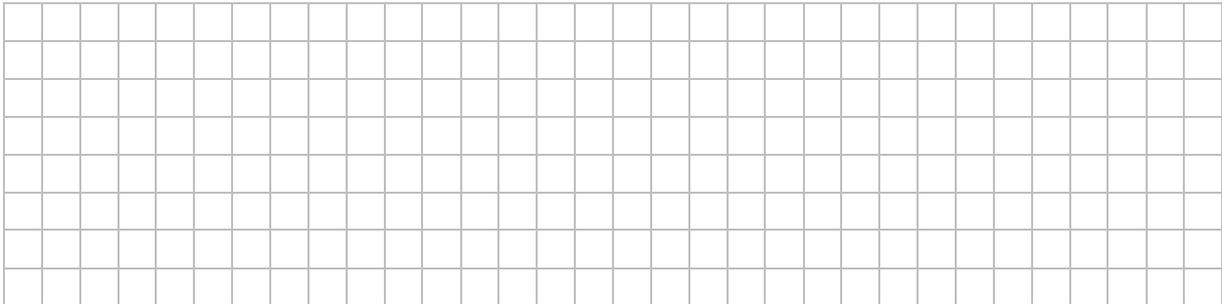


Dazu musst du zuerst einige Vorbereitungen treffen.



Aufgabe 1

a) Mache eine Skizze des Balls im freien Fall und zeichne alle wirkenden Kräfte ein.



i

Die Reibungskraft hängt in Luft bei höheren Geschwindigkeiten quadratisch von dieser ab. Sie hat die folgende Form:

$$F_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$$

ρ : Luftdichte (Normwert: $\rho = 1,204 \text{ kg/m}^3$)

c_w : Strömungswiderstandskoeffizient

A : Querschnittsfläche des fallenden Körpers

v : Fallgeschwindigkeit

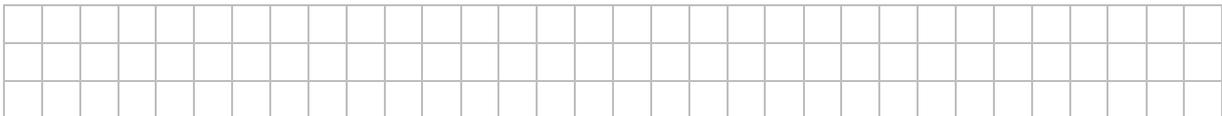
b) Gib die Formel für die wirkende Gesamtkraft an.

$$F = \underline{\hspace{10cm}}$$

c) Vermiss den Wasserball. Notiere seine Masse und berechne die Querschnittsfläche.

i

Tipp: Der Umfang lässt sich leichter messen als der Radius!



$$m = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$A = \underline{\hspace{10cm}}$$

Damit sind alle Vorbereitungen für die Simulation getroffen. Es fehlt also nur noch das eigentliche Fallexperiment. Du benutzt dazu eine Videoanalyse, weshalb du ein paar Dinge beachten solltest.



Aufgabe 5: Gib zum Vergleich eine Funktion $s(t)$ an, die einen Fall ohne Luftwiderstand unter Berücksichtigung der Starthöhe h_0 beschreibt.

$$s(t) = \underline{\hspace{10cm}}$$

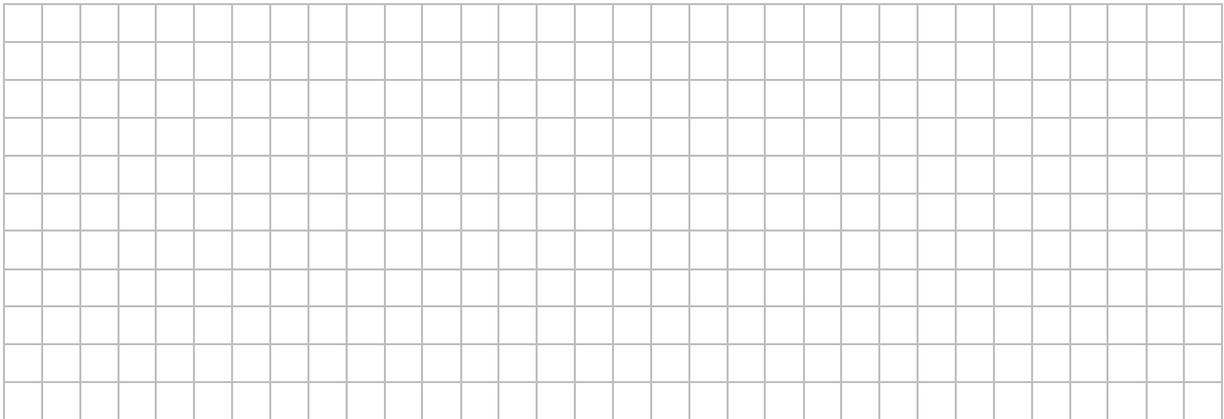
Lasse den Graphen dieser Vergleichsfunktion zusätzlich darstellen und verifiziere, dass sich dessen Verlauf vom gemessenen unterscheidet.



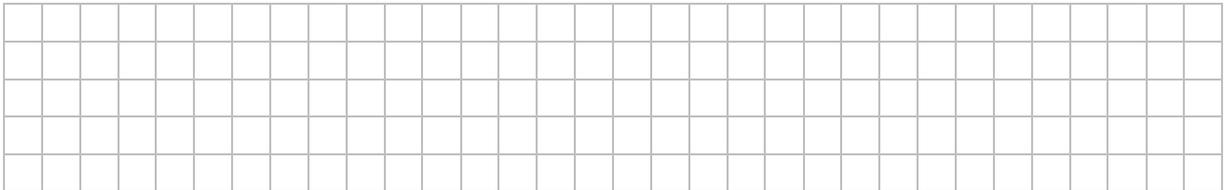
Aufgabe 6:



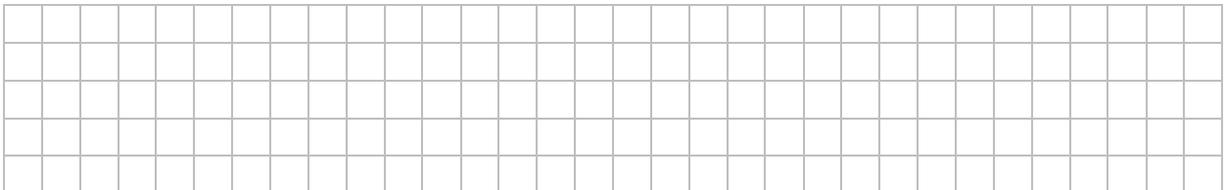
a) Was geschieht, wenn du den Ball mit einer deutlich größeren Starthöhe fallen lässt? Zeichne ein $s(t)$ - und ein $v(t)$ -Diagramm und skizziere die Verläufe der Graphen für diesen Fall mit und ohne Luftwiderstand.



b) Wie du siehst, nähert sich die Geschwindigkeit einem Grenzwert v_G an. Erkläre diesen Verlauf.



c) Bilde mithilfe deiner Erklärung eine allgemeine Formel für diese Grenzggeschwindigkeit.



Obwohl du nur einen einfachen Wasserball geworfen hast, war aufgrund dieser Besonderheiten bereits der Einsatz von Software notwendig. Bei technischen Anwendungen, wie beispielsweise einem Fallschirmsprung, spielen noch viel mehr Faktoren eine Rolle.

Zusatzaufgabe: Welche Aspekte eines echten Sprungs bildest du mit deinem Modell ab und welche lässt du unberücksichtigt? Diskutiere die Grenzen des Modells mit deinem Banknachbarn! Stelle abschließend die Schirmöffnung mithilfe einer bedingten Variablen dar.