

## 20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2023/2024 Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

**Bearbeitungszeit: 180 min**

**Hilfsmittel: Taschenrechner, Tafelwerk**

Hinweise:

- Jede Aufgabe ist auf einem gesonderten Blatt zu lösen.
- Sollten Sie eine Aufgabe nicht lösen können, so geben Sie bitte ein leeres Blatt mit der entsprechenden Aufgabennummer und dem Text "Nicht gelöst." ab.
- Die Reinschrift ist auf kariertem Papier anzufertigen.
- Entwürfe sind als solche zu kennzeichnen und auf weißem Papier anzufertigen. Sie werden nicht mit zur Bewertung herangezogen.

**Alle Lösungswege sind nachvollziehbar niederzuschreiben. Physikalische Ansätze müssen begründet werden. Die Zahlenwerte der Ergebnisse von Berechnungen sind sinnvoll zu runden.**

### **Aufgabe 1: Experiment**

**(3 Punkte)**

Eine Raumkapsel der Firma Space-Y (Massestück) landet im Ozean (Becherglas). Space-Y hat einen Ballon vorgesehen, der dafür sorgen soll, dass die Raumkapsel nach der Wasserung schwimmt. Leider geht die Raumkapsel unter, da der Ballon nicht richtig aufgepumpt wurde.

- a) Beschreiben Sie die Veränderung des Wasserspiegels vom Start des vollständigen Eintauchens der Raumkapsel bis zu dem Moment, in dem sie auf dem Boden aufsetzt.
- b) Erklären Sie Ihre Beobachtung physikalisch.

### **Aufgabe 2: Der Heißluftballon**

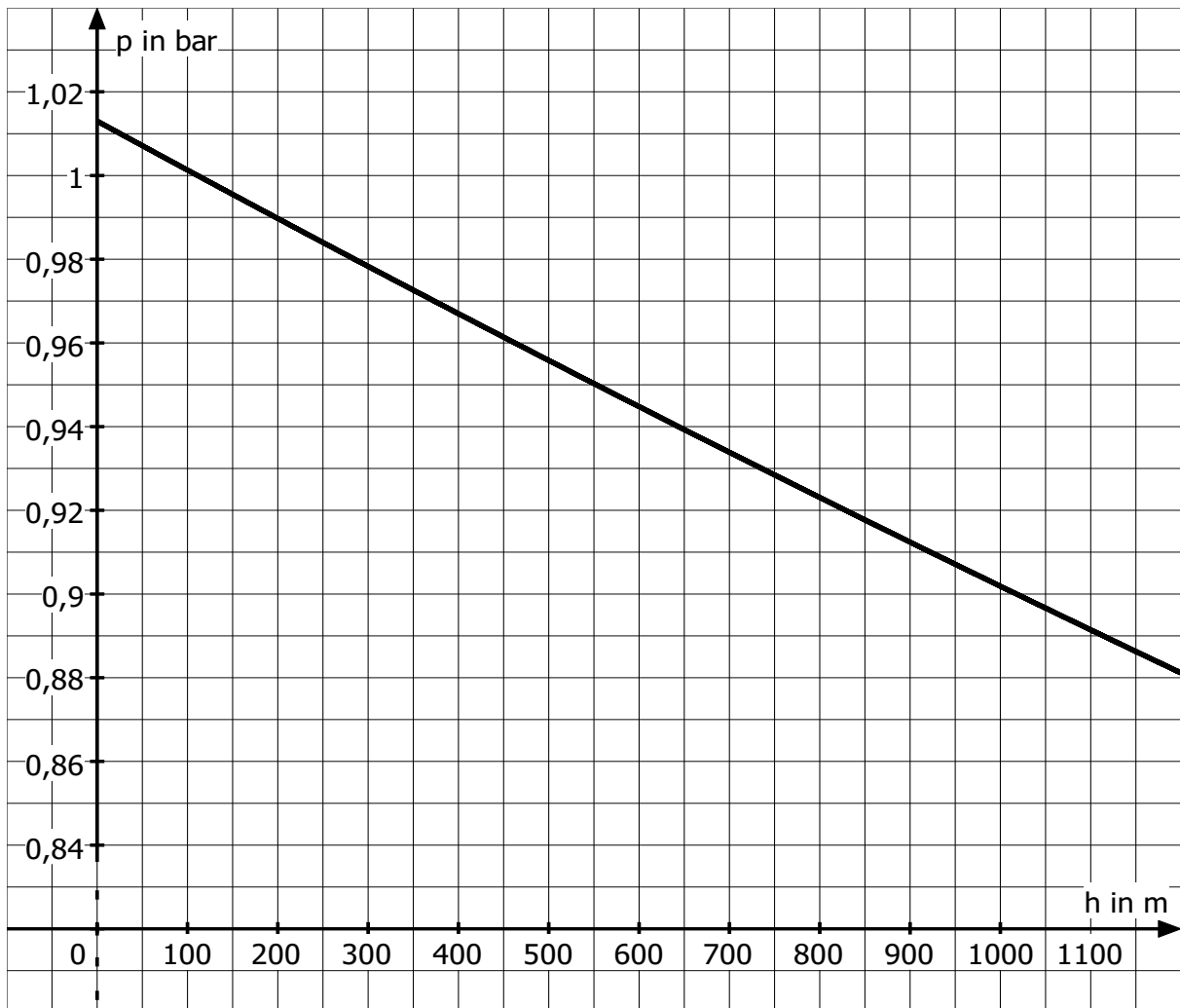
**(14 Punkte)**

Ein kleiner Heißluftballon hat ein konstantes Volumen  $V_B = 1,1 \text{ m}^3$ . Das Volumen der Hülle ist vernachlässigbar klein. Die Masse der Hülle beträgt  $m_H = 0,187 \text{ kg}$ . Der Ballon soll bei einer äußeren Lufttemperatur  $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$  und einem Luftdruck von  $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$  gestartet werden.

Die Dichte der Luft ist unter diesen Bedingungen  $\rho_L = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

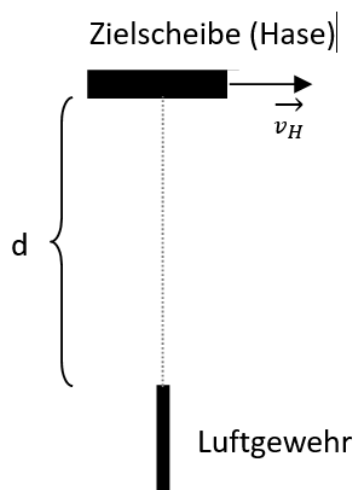
- a) Skizzieren Sie den Ballon und zeichnen Sie die wirkenden Kräfte ein.
- b) Berechnen Sie die Temperatur  $\vartheta_2$ , welche die erwärmte Luft im Innern des Ballons haben muss, damit dieser gerade schwebt. Nutzen Sie, dass gilt:  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$
- c) In dem an einem Seil festgehaltenen Ballon wird die Innenluft auf eine Temperatur von  $\vartheta_3 = 110^\circ\text{C}$  gebracht. Ermitteln Sie die Kraft  $F_S$  mit welcher der Ballon auf das Seil wirkt.
- d) Mit dem Seil (Masse vernachlässigbar) wird der Ballon nun unten zugebunden (Dichte der Innenluft bleibt konstant). Der Ballon steigt bei konstanter Temperatur der Innenluft  $\vartheta_3 = 110^\circ\text{C}$  in einer isothermen Atmosphäre mit der Temperatur  $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$  bei einem Bodendruck von  $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$  auf.  
Ermitteln Sie die Höhe  $h$ , die der Ballon unter diesen Bedingungen erreicht. Nutzen Sie dafür auch folgende Abbildung.

**20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2023/2024**  
**Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9**



**Aufgabe 3: Die Schützenkönigin Lucky Elli**

**(11 Punkte)**



Lucky Elli möchte Schützenkönigin werden. Die schwerste Disziplin ist der „Laufende Hase“. Hierbei bewegt sich eine Zielscheibe in Form eines Hasen in  $d = 20\text{ m}$  vom Schützen senkrecht zu diesem mit einer Geschwindigkeit von  $v_H = 1,25\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Bild 1, Ausgangslage

**20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2023/2024**  
**Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9**

Elli weiß, dass Ihre Chancen steigen, wenn Sie die Geschwindigkeit des Luftgewehrprojektils bestimmen kann.

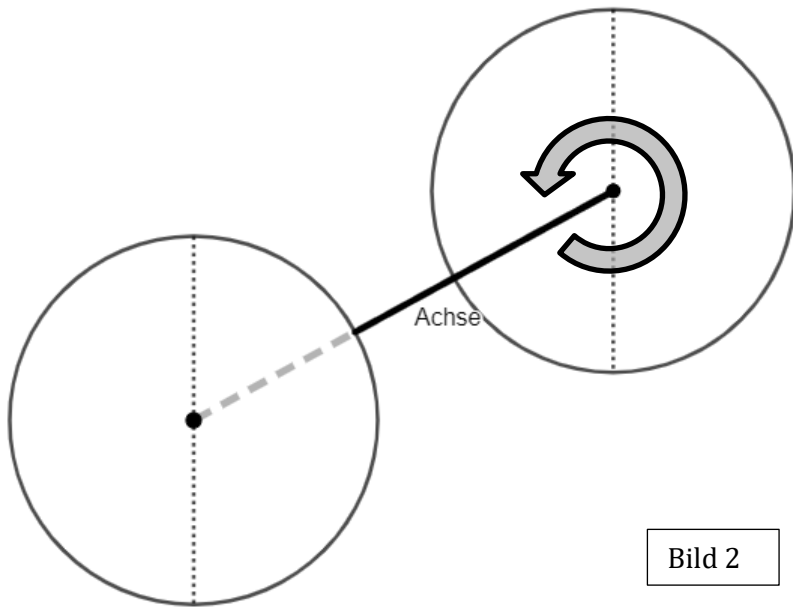
Dazu denkt sie sich folgenden Versuch aus:

Sie positioniert zwei Kreisscheiben in  $s = 1$  m Abstand auf eine sich mit

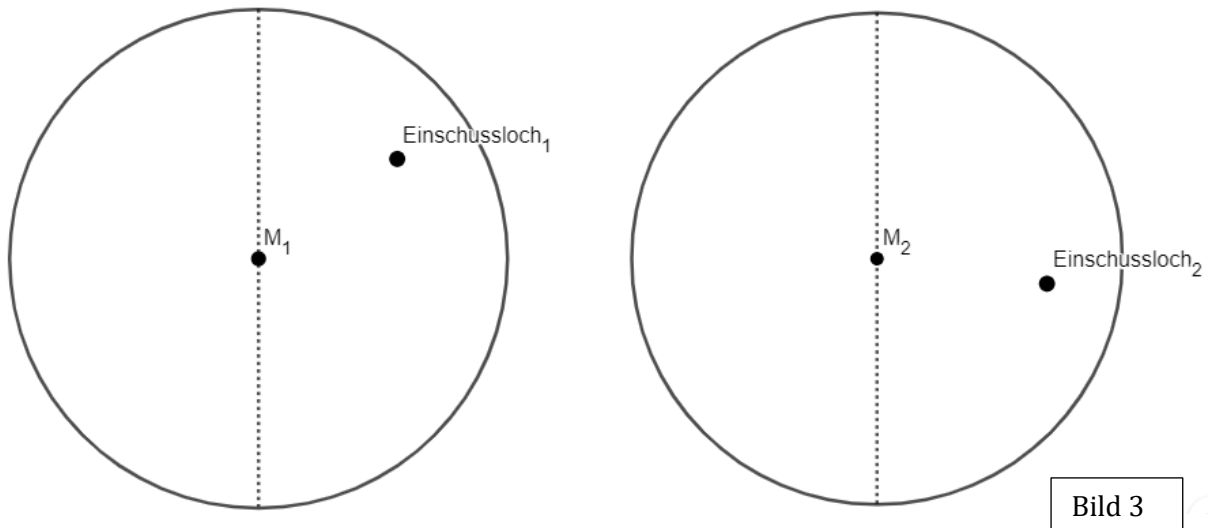
$$n = 1800 \frac{\text{Umdrehungen}}{\text{Minuten}}$$

drehende Achse. Die Scheiben werden so positioniert, dass die gestrichelten Durchmesser übereinander liegen.

Die Scheiben drehen sich synchron gegen den Uhrzeigersinn.



Elli schießt mit ihrem Luftgewehr parallel zur Drehachse von vorne durch beide Scheiben, so dass aus einem Schuss zwei Einschusslöcher entstehen, siehe folgendes Bild.



- a) Weisen Sie mithilfe des Aufbaus und der durchgeschossenen Scheiben nach, dass die Geschwindigkeit des Luftgewehrprojektils  $v_p \approx 240 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  beträgt.

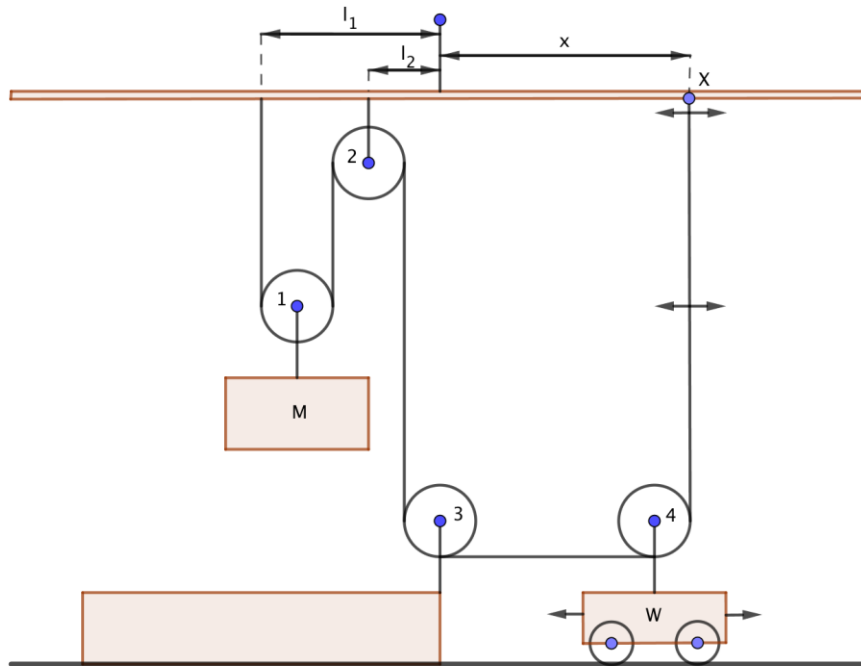
Mit der neuen Erkenntnis geht Elli nun siegessicher zum Preisschießen „Laufender Hase“.

- b) Berechnen Sie die Position gegenüber der Ausgangslage (Bild 1), auf die Elli schießen muss, damit sie den Hasen genau trifft.

**20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2023/2024**  
**Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9**

**Aufgabe 4: Alles im Gleichgewicht?**

**(8 Punkte)**



Ein insgesamt 48 cm langer Hebel ist mittig aufgehängt. Auf seiner linken Seite sind in den Abständen  $l_1 = 10$  cm und  $l_2 = 4$  cm die Rollen  $R_1$  und  $R_2$  befestigt. Auf seiner rechten Seite befindet sich eine reibungsfrei verschiebbare Befestigung X, die sich so mit dem Wagen W mitbewegt, dass das Seilstück zwischen Rolle  $R_4$  und Befestigung X stets senkrecht hängt. Die Rollen  $R_2$  und  $R_3$  sind feste Rollen. Die Rolle  $R_4$  ist eine auf dem Wagen W installierte feste Rolle, die sich in der Horizontalen verschieben lässt. Die Räder des Wagens sind so mit ihren Schienen verbunden, dass der Wagen stets am Boden befestigt bleibt. An der losen Rolle  $R_1$  hängt die Masse  $M = 140$  g. Jede der verwendeten Rollen hat eine Masse von  $m = 20$  g. Der Faden wird als masselos betrachtet.

Bestimmen Sie den Abstand  $x$  des Befestigungspunktes X von der Hebelauflagerung, so dass der Hebel im Gleichgewicht hängt.

**Aufgabe 5: Ein Angebot, dass man nicht ablehnen kann, oder?**

**(5 Punkte)**

In einem Email-Newsletter wird für einen Durchlauferhitzer geworben, welcher mit der Hausspannung von  $U = 230$  V betrieben werden kann und für den die Sicherung von 16 A gerade noch ausreichen würde. Unter diesen Bedingungen soll der Durchlauferhitzer in der Lage sein, pro Minute  $V = 8$  l heißes Wasser zu erzeugen.

Beurteilen Sie, ob sich die Anschaffung dieses Gerätes zur Erzeugung heißen Wassers lohnt.