

**15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2018/2019 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Hinweise für die Korrektoren:**

- Kommt eine Schülerin oder ein Schüler bei der Bearbeitung der Aufgaben auf einem anderen als dem angegebenen Weg zum richtigen Ergebnis, so ist das als richtig zu werten.
- Die Punkte je Aufgabe sind verbindlich. Die aufgeführte Verteilung der Punkte innerhalb einer Aufgabe hat empfehlenden Charakter.
- Den Schülern ist mitgeteilt worden, dass Konzepte als solche zu kennzeichnen sind und nicht mit zur Bewertung herangezogen werden.

**Aufgabe 1: Experiment**

- a) Das Wasser über dem Tauchsieder siedet. Das Eis schmilzt nicht. 2 P  
 b) Wasser ist ein schlechter Wärmeleiter. Das heiße Wasser bewegt sich durch Strömung nach oben. 1 P

Hinweis: Die auftretenden Strömungseffekte werden bei der Erklärung durch die Schüler nicht verlangt.

**Summe: 3 P**

**Aufgabe 2: Havarie eines U-Bootes**

- a) geg:  $p_0 = 105 \text{ kPa}$   
 $h = 800 \text{ m}$   
 $A = 1 \text{ cm}^2$   
 $\rho = 1,025 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

ges: F

Lös: Von außen wirkt der Schweredruck und der Luftdruck, von innen nur der Luftdruck. Im Resultat braucht man hier also nur den Schweredruck zu beachten

$$F = p_s \cdot A \quad 1 \text{ P}$$

$$F = \rho \cdot g \cdot h \cdot A = 1,025 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 800 \text{ m} \cdot 1 \text{ cm}^2 \quad 1 \text{ P}$$

$$\underline{\underline{F = 804,4 \text{ N}}} \quad 1 \text{ P}$$

Jeder Quadratzentimeter kann eine Kraft von 804,4 N aushalten.

- b) geg:  $p_0 = 105 \text{ kPa}$   
 $F = 804,4 \text{ N}$   
 $A = 1 \text{ cm}^2$   
 $\rho = 1,025 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

ges: h

Lös:

Die Kraft setzt sich aus der von außen und der von innen wirkenden Kraft zusammen. Von außen wirken der Schweredruck und der Luftdruck, von innen der doppelte Luftdruck. Für die Kraftbilanz gilt also:

$$F = F_L + F_S - 2 \cdot F_L = F_S - F_L$$

$$F = \rho \cdot g \cdot h \cdot A - p_0 \cdot A \quad \text{Differenz gebildet} \quad 1 \text{ P}$$

$$h = \frac{F + p_0 \cdot A}{\rho \cdot g \cdot A} = \frac{804,4 \text{ N} + 105 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ cm}^2}{1,025 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1 \text{ cm}^2}$$

$$\underline{\underline{h = 810,4 \text{ m}}} \quad 1 \text{ P}$$

Das U-Boot kann dann auch nur 810 m tauchen. Der Vorschlag eignet sich nicht um der Katastrophe zu entkommen. 1 P

Alternativ kann man analog zu Aufgabe a) die auf die Hülle wirkende Kraft in 1000 m Tiefe ausrechnen und dann mit dem Maximalwert vergleichen. **Summe: 6 P**

**15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2018/2019 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Aufgabe 3: Jauchewagen**

geg.:  $m_T = 3500 \text{ kg}$   
 $m_{J,v} = 11000 \text{ kg}$   
 $m_{J,l} = 3000 \text{ kg}$   
 $s = 1200 \text{ m}$   
 $F_R = 0,2 \cdot F_g$   
 $H_{\text{Diesel}} = 36 \frac{\text{MJ}}{\text{l}}$   
 $\eta_M = 0,35$   
 $b = 4 \text{ m}$

- ges.: a)  $F_{R1}, F_{R2}$   
b) F-s-Diagramm  
c) W  
d) V  
e)  $m_G$       Anm.: G für Gülle, zur Unterscheidung vom Jauchewagenindex J.

Lösg.: a) Begründung: Am Anfang ist der Wagen schwerer. 1 P

$$F_{R1} = 0,2 \cdot F_g \qquad \text{Faktor } 0,2 \qquad 1 \text{ P}$$

$$F_{R1} = 0,2 \cdot m_{\text{ges}} \cdot g$$

$$F_{R1} = 0,2 \cdot (3500 \text{ kg} + 11000 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \qquad \text{Massensumme: } 1 \text{ P}$$

$$\underline{\underline{F_{R1} = 28449 \text{ N}}} \qquad 1 \text{ P}$$

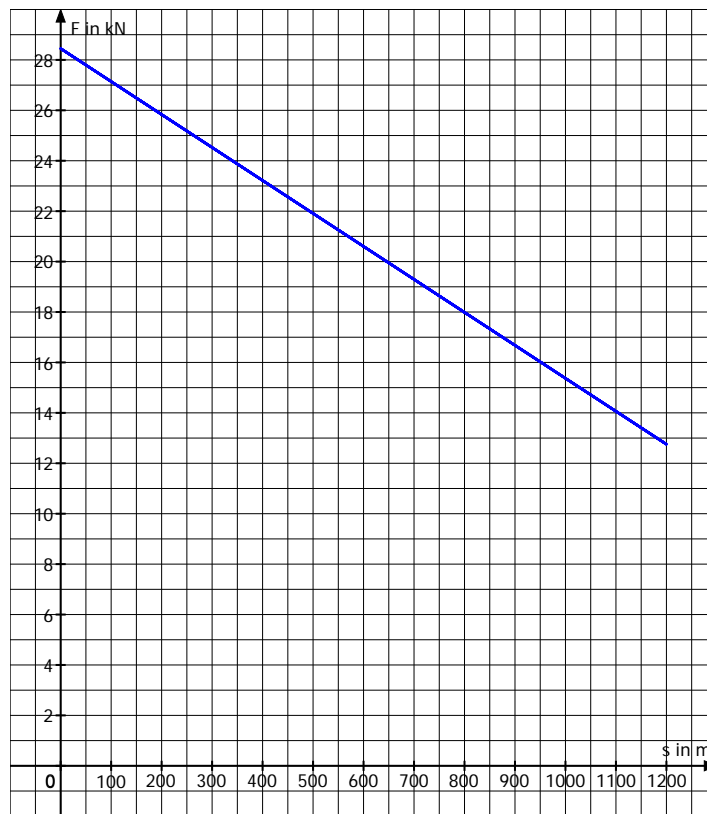
$$F_{R2} = 0,2 \cdot (3500 \text{ kg} + 3000 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\underline{\underline{F_{R2} = 12753 \text{ N}}} \qquad 1 \text{ P}$$

Zu Beginn des Ausfahrens der Jauche muss der Traktor eine Kraft von rund 28,5 kN aufwenden, am Ende rund 12,8 kN.

- b) Da die Jauche gleichmäßig verteilt wird, genügen die vorher berechneten Kräfte zum Zeichnen des Diagramms. Die Verringerung der benötigten Kraft erfolgt linear.

**15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2018/2019 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**



2 P

c)  $W = F_m \cdot s$  1 P

$W = \frac{1}{2} \cdot (F_{R1} + F_{R2}) \cdot s$  1 P

$W = \frac{1}{2} \cdot (28449 \text{ N} + 12753 \text{ N}) \cdot 1200 \text{ m}$

$W = 24.721.000 \text{ J}$

$W = 24,72 \text{ MJ}$  1 P

d)  $E = H \cdot V$  1 P

$W = \eta \cdot E$  1 P

Die Punkte sollen gegeben werden, wenn die Zusammenhänge korrekt erkannt wurden, auch wenn keine Formeln verwendet werden.

$V = \frac{W}{\eta_M \cdot H_{\text{Diesel}}} = \frac{24,72 \text{ MJ}}{0,35 \cdot 36 \frac{\text{MJ}}{\text{l}}}$

$V = 1,96 \text{ l}$  1 P

e)  $\frac{m_G}{1 \text{ m}^2} = \frac{m_{J,v} - m_{J,l}}{A}$  1 P

$A = b \cdot s$

$m_G = \frac{m_{J,v} - m_{J,l}}{b \cdot s} \cdot 1 \text{ m}^2 = \frac{11000 \text{ kg} - 3000 \text{ kg}}{4 \text{ m} \cdot 1200 \text{ m}} \cdot 1 \text{ m}^2$

$m_G = 1,67 \text{ kg}$  1 P

**Summe: 15 P**

**15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2018/2019 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Aufgabe 4: Hebel im Wasser**

a) geg:  $l_1 = 36 \text{ cm}$   
 $l_2 = 27 \text{ cm}$   
 $m_1 = 300 \text{ g}$

ges:  $m_2$

Lös:  $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$  1 P

$m_1 \cdot g \cdot l_1 = m_2 \cdot g \cdot l_2$

$m_2 = \frac{l_1}{l_2} m_1 = \frac{36 \text{ cm}}{27 \text{ cm}} 300 \text{ g}$

$m_2 = 400 \text{ g}$  1 P

b) Da der Hebel nicht im Gleichgewicht ist kann man das Hebelgesetz nicht direkt anwenden. Man berechnet stattdessen die einzelnen Seiten (d.h. die Drehmomente) getrennt voneinander und vergleicht die Ergebnisse.

Hinweis: Da die Schüler das Drehmoment nicht kennen soll jeder Lösungsweg, aus dem ersichtlich ist, dass der Schüler das Prinzip verstanden hat, voll bepunktet werden.

geg:  $l_1 = 36 \text{ cm}$

$l_2 = 27 \text{ cm}$      $\rho_w = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

$m_1 = 300 \text{ g}$      $\rho_1 = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$     (Stahl)

$m_2 = 400 \text{ g}$      $\rho_2 = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$     (Kupfer)

ges:  $F_z$  (Kraft um den Hebel im Gleichgewicht zu halten)

Lösung:

Berechnung der linken Seite

$F_1 = F_{G1} - F_{A1}$  Auftrieb wirkt nach oben (Differenz)    1 P

$F_{G1} = m_1 \cdot g = 300 \text{ g} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$  1 P

$F_{G1} = 2,943 \text{ N}$

$F_{A1} = \rho_w \cdot V_1 \cdot g$  1 P

$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} (= 38,46 \text{ cm}^3)$  1 P

$F_{A1} = 0,3773 \text{ N}$

Drehende Wirkung:

$M_1 = F_1 \cdot l_1 = (2,943 \text{ N} - 0,3773 \text{ N}) \cdot 0,36 \text{ m}$

$M_1 = 0,9237 \text{ Nm}$  1 P

Analog ergibt sich für die rechte Seite:

$F_{G2} = m_2 \cdot g = 3,924 \text{ N}$

$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = 44,64 \text{ cm}^3$

$F_{A2} = \rho_w \cdot V_2 \cdot g = 0,4379 \text{ N}$

Drehende Wirkung:

$M_2 = F_2 \cdot l_2 = (3,924 \text{ N} - 0,4379 \text{ N}) \cdot 0,27 \text{ m}$

$M_2 = 0,9412 \text{ Nm}$  1 P

**15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2018/2019 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Antwort:** Obwohl das Volumen und damit der Auftrieb auf der rechten Seite größer sind, bewegt sich die **linke Seite nach oben**. 1 P

Berechnung der notwendigen Kraft:  
 Auf der linken Seite wirken drei Kräfte, auf der rechten nur zwei.

$$(F_{G1} - F_{A1} + F_Z) \cdot l_1 = (F_{G2} - F_{A2}) \cdot l_2 \quad 2 \text{ P}$$

$$F_Z = \frac{l_2}{l_1} (F_{G2} - F_{A2}) - F_{G1} + F_{A1}$$

$$F_Z = \frac{27 \text{ cm}}{36 \text{ cm}} (3,924 \text{ N} - 0,4379 \text{ N}) - 2,943 \text{ N} + 0,3773 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_Z = 0,0489 \text{ N}}} \quad 1 \text{ P}$$

Auf der linken Seite muss eine zusätzliche Kraft von rund 0,05 N einwirken.

**Summe: 12 P**

Alternative Lösungsvarianten (volle Punktzahl geben):

- 1) Zur Entscheidung, welche Seite nach oben geht, ist es ausreichend die drehenden Wirkungen der Auftriebskräfte zu vergleichen.
- 2) Man kann auch direkt mit dem Ansatz zur Berechnung der zusätzlichen Kraft auf einer (beliebigen) Seite beginnen, ohne die drehenden Wirkungen zu berechnen. Ist die ermittelte Kraft positiv geht die entsprechende Seite nach oben, ist sie negativ geht sie nach unten.

**Aufgabe 5: Heißer Grog**

a) geg:  $m_W = 250 \text{ g}$                        $\vartheta_R = 15^\circ\text{C}$                        $c_W = 4,186 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

$\vartheta_W = 70^\circ\text{C}$                        $c_R = 2,6 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

$\vartheta_m = 61^\circ\text{C}$                        $\rho_R = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

ges:  $V_R$

$$m_R c_R (\vartheta_m - \vartheta_R) = - m_W c_W (\vartheta_m - \vartheta_W) \quad 2 \text{ P}$$

$$m_R = - \frac{m_W c_W (\vartheta_m - \vartheta_W)}{c_R (\vartheta_m - \vartheta_R)}$$

$$\underline{\underline{m_R = 78,75 \text{ g}}}$$

$$\rho_R = \frac{m_R}{V_R} \quad 1 \text{ P}$$

$$\underline{\underline{V_R = 98,44 \text{ ml}}} \quad 1 \text{ P}$$

Es wurden etwa 98 ml Rum hinzugegeben.

b) Man muss mehr Rum verwenden, weil er zusätzlich das Gefäß herunterkühlen muss. 2 P

c) A: richtig      B: falsch      C: falsch      D: richtig 4 P

**Summe 10 P**