

Übungsaufgabe 2017/2018	Berufliches Gymnasium (TG)	
1.5.1	Mechatronik (Maschinenbau)	
Lösungsvorschlag	Teil 1 (Pflichtbereich)	Aufgabe 1 (6 Seiten)

1 Heimtrainer

Punkte

1.1

$$\sum M_A = 0$$

$$F_B \cdot l_3 - F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 = 0$$

$$F_B = \frac{F_{G1} \cdot l_1 + F_{G2} \cdot l_2}{l_3}$$

$$F_B = \frac{735,75 \text{ N} \cdot 32 \text{ cm} + 156,96 \text{ N} \cdot 70 \text{ cm}}{85 \text{ cm}}$$

$$F_B = 406,24 \text{ N}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_A = F_B - F_{G1} - F_{G2}$$

$$F_A = 486,46 \text{ N}$$

2

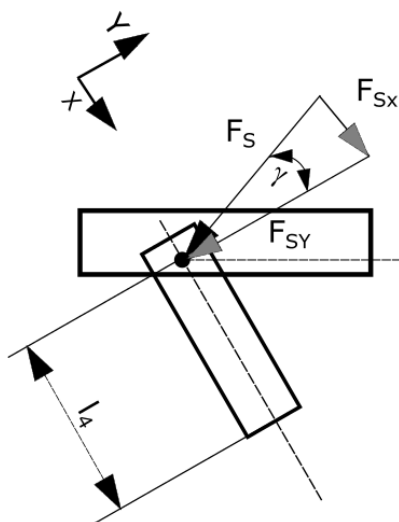
1.2

Die Schwungmasse sorgt für einen ruhigen und runden Bewegungsablauf, der Gelenke und Muskeln konstant und gleichmäßig belastet. Die Kraft, die die Beine auf die Pedale ausüben, ist während einer Umdrehung nicht konstant. Am oberen und unteren Totpunkt würde die Drehbewegung ohne Schwungmasse stark abgebremst werden. Dadurch würden Muskeln und Gelenke ungesund belastet.

1

1.3.1

gedrehtes Koordinatensystem:



$$\gamma = (\alpha + \beta) - 90^\circ = 20^\circ$$

$$F_{SY} = F_S \cdot \cos \gamma = 400 \text{ N} \cdot \cos 20^\circ$$

$$F_{SY} = 375,9 \text{ N}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{M_b}{\sigma_{\text{bzul}}}$$

$$M_b = F_{SY} \cdot l_4 = 375,9 \text{ N} \cdot 0,3 \text{ m} = 112,78 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{bzul}} = \frac{\sigma_{\text{bf}}}{\nu} = \frac{1,2 \cdot R_e}{\nu}$$

$$\frac{1,2 \cdot 235 \text{ N/mm}^2}{5} = 56,4 \text{ N/mm}^2$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{112,78 \cdot 10^3 \text{ Nmm}}{56,4 \text{ N/mm}^2}$$

$$W_{\text{erf}} = 1999,6 \text{ mm}^3 = 2 \text{ cm}^3$$

TBB Europa (46. Aufl., s.154)

Gewähltes Hohlprofil: DIN EN 10219 – 30 x 30 x 2,5 – S235JR (mit $W_x = 2,1 \text{ cm}^3$)

4

Übungsaufgabe 2017/2018	Berufliches Gymnasium (TG)	
1.5.1	Mechatronik (Maschinenbau)	
Lösungsvorschlag	Teil 1 (Pflichtbereich)	Aufgabe 1 (6 Seiten)

1.3.2

Belastung: Abscherung

Wirkende Kraft: $F_{SX} = F_S \cdot \sin\gamma = 136,8 \text{ N}$

Spannungsquerschnitt bei M5: $S = 14,2 \text{ mm}^2$ (TBB Europa, 46. Aufl., S.206)

5.8 er Schraube: $R_e = 400 \text{ N/mm}^2$

2-schnittige Abscherung:

$$\tau_{\text{avornh}} = \frac{F_{SX}}{2 \cdot S_{\text{vornh}}} = \frac{136,8 \text{ N}}{2 \cdot 14,2 \text{ mm}^2} = 4,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{aF}} = 0,6 \cdot R_e = 0,6 \cdot 400 \text{ N/mm}^2 = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$v = \frac{\tau_{\text{avornh}}}{\tau_{\text{aF}}} = \underline{\underline{49,8}}$$

Beurteilung:

Eine Sicherheit von ungefähr 50 ist nicht notwendig, weshalb auch eine kleinere Schraube verwendet werden könnte.

Eine kleinere Schraube wäre für den Anwender eher unhandlich.

Die Kosten für die Schraube (Normteil) sind, bezogen auf die Gesamtkosten des Heimtrainers, nicht relevant. Es ist aus Gründen der einfacheren Fertigung mit Normteil (Schraube M5) und Gewindebohrung für M5 sowie der einfacheren Handhabung sinnvoll, die zu groß dimensionierte Schraube zu verwenden.

4

1.4

Energie, die von der Backenbremse aufgenommen werden muss:

$$W_{\text{Br}} = 1680 \text{ kJ} \cdot 0,25 \cdot 0,9 = 378 \text{ kJ} = 378000 \text{ Nm}$$

Für die Bremsarbeit gilt: $W_{\text{Br}} = F_R \cdot s$, mit der Reibkraft $F_R = \mu \cdot F_{\text{Br}}$

$$\text{und dem Bremsweg } s \text{ in der Zeit } t = 1 \text{ h: } s = \pi \cdot d \cdot f = \pi \cdot d \cdot 75 \frac{1}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 2827,4 \text{ m}$$

in 1 h.

$$F_{\text{Br}} = \frac{W_{\text{Br}}}{\mu \cdot s} = \frac{378000 \text{ Nm}}{0,55 \cdot 2827,4 \text{ m}}$$

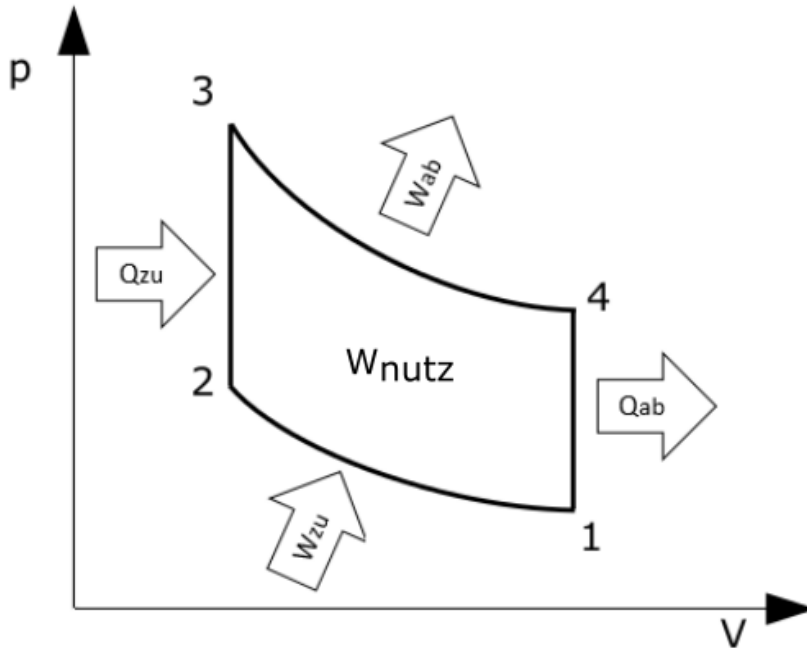
$$\underline{\underline{F_{\text{Br}} = 243,1 \text{ N}}}$$

3

Punkte

Übungsaufgabe 2017/2018	Berufliches Gymnasium (TG)	
1.5.1	Mechatronik (Maschinenbau)	
Lösungsvorschlag	Teil 1 (Pflichtbereich)	Aufgabe 1 (6 Seiten)

1.5.1



- 1→2: adiabatische Kompression
 2→3: isochore Wärmezufuhr
 3→4: adiabatische Expansion
 4→1: isochore Abkühlung

3

1.5.2

$$W_{\text{nutz}} = W_{12} + W_{34}$$

 Berechnung der Luftmasse: $p \cdot V = R_i \cdot m \cdot T$

$$m = \frac{p_1 \cdot V_1}{R_i \cdot T_1} = \frac{0,9 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 16,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{287 \text{ J/kgK} \cdot 300 \text{ K}}$$

$$m = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

$$W_{12} = -\frac{m \cdot R_i \cdot T_1}{1 - \kappa} \left[\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\kappa-1} - 1 \right] = -\frac{1,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{1 - 1,4} [10^{0,4} - 1]$$

$$W_{12} = 55,32 \text{ J}$$

$$W_{34} = -\frac{m \cdot R_i}{1 - \kappa} (T_4 - T_3) = -\frac{1,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot 287 \text{ J/kgK}}{1 - 1,4} (753 - 2273) \text{ K}$$

$$W_{34} = -185,4 \text{ J}$$

$$\underline{\underline{W_{\text{nutz}} = -130,1 \text{ J}}}$$

3

Übungsaufgabe 2017/2018	Berufliches Gymnasium (TG)	
1.5.1	Mechatronik (Maschinenbau)	
Lösungsvorschlag	Teil 1 (Pflichtbereich)	Aufgabe 1 (6 Seiten)

1.5.3

Zugeführte Wärme pro Arbeitszyklus:

$$Q_{23} = m \cdot c_v \cdot \Delta T_{23}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\kappa-1} \rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\kappa-1} = 300 \text{ K} \cdot 10^{0,4} = 753,6 \text{ K}$$

$$Q_{23} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot 718 \text{ J/kgK} \cdot (2273 - 753,6) \text{ K}$$

$$Q_{23} = 185,6 \text{ J}$$

Erforderliche Benzinmenge:

$$Q_{zu} = m_B \cdot H_u$$

$$m_B = \frac{Q_{zu}}{H_u}$$

Zugefügte Wärme in einer Stunde: (2 Umdrehungen für 1 Arbeitstakt)

$$Q_{zu} = Q_{23} \cdot \frac{n}{2} = 185,6 \text{ J} \cdot 1500 \frac{1}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 16695000 \text{ J} = 16,695 \text{ MJ}$$

$$H_u = 43 \text{ MJ/kg}$$

$$m_B = 0,39 \text{ kg}$$

$$\text{mit } \rho_B = 0,73 \text{ kg/dm}^3$$

$$\underline{\underline{V_{\text{erf}} = 0,53 \text{ l pro Stunde}}}$$

3

1.5.4

Leistung des Notstromaggregats:

$$P_{\text{Agg}} = \frac{W_{\text{nutz}}}{t} \quad \text{mit } t = \text{Zeit für einen Arbeitszyklus} = \frac{1}{f/2} = \frac{1}{1500} \text{ min} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 0,04 \text{ s}$$

$$P_{\text{Agg}} = \frac{130,1 \text{ J}}{0,04 \text{ s}} = 3252,5 \text{ W} = 3,25 \text{ kW}$$

Leistung eines Heimtrainers:

$$P_{\text{HT}} = P_{\text{Br}} \cdot 0,6 \cdot 0,85 = \frac{380000 \text{ J}}{3600 \text{ s}}$$

$$P_{\text{HT}} = 53,83 \text{ W}$$

Erforderliche Anzahl Heimtrainer:

$$N = \frac{P_{\text{Agg}}}{P_{\text{HT}}} = \frac{3252,5 \text{ W}}{53,83 \text{ W}} = 60,33$$

$$\underline{\underline{N = 61}}$$

Es werden 61 Heimtrainer benötigt, um dieselbe Leistung zu erbringen.

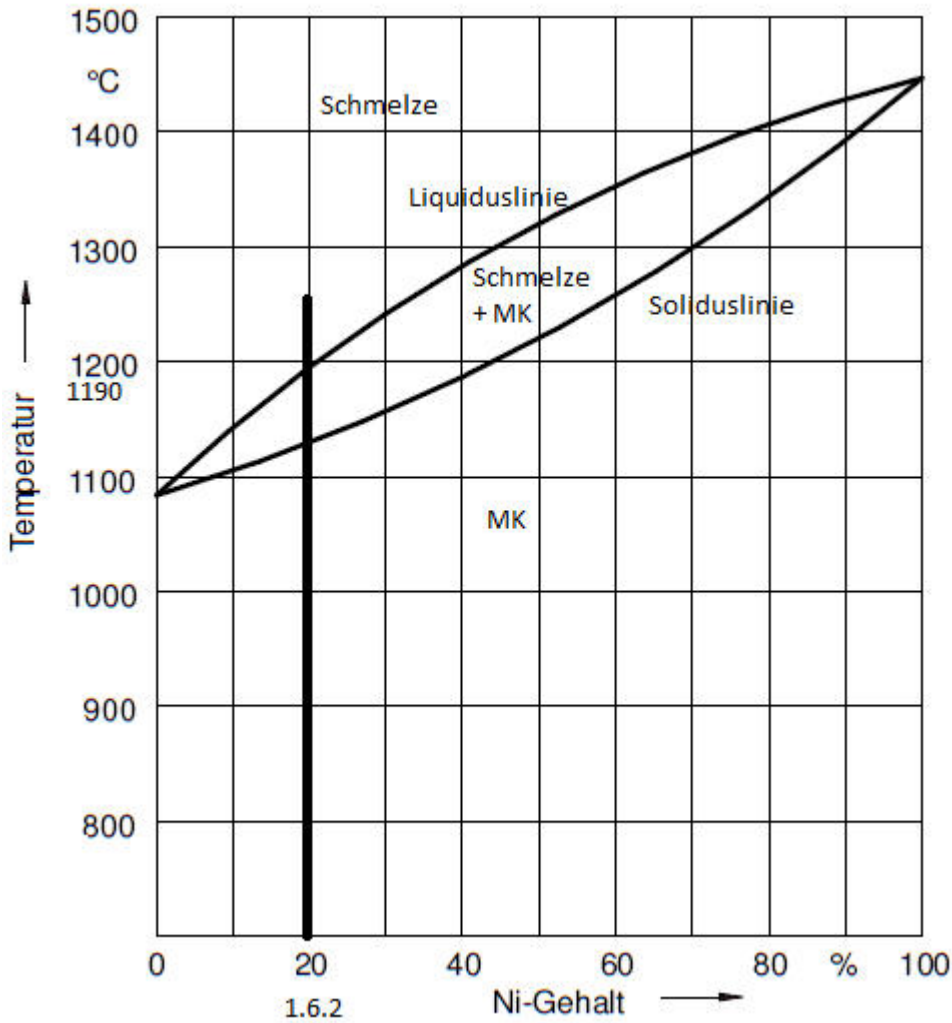
3

Übungsaufgabe 2017/2018	Berufliches Gymnasium (TG)	
1.5.1	Mechatronik (Maschinenbau)	
Lösungsvorschlag	Teil 1 (Pflichtbereich)	Aufgabe 1 (6 Seiten)

1.6

Schmelztemperatur von Cu. 1083°C, von Nickel: 1455 °C.

Für die angegebenen Konzentrationen Beginn und Ende der Erstarrung aus den Abkühlkurven ablesen und daraus Zustandsdiagramm ergänzen.



1.6.2

Bei 80% Kupfer (20% Ni) ablesen: bei über 1190 °C liegt vollständige Schmelze vor. (Abweichungen möglich, je nach Ablesegenauigkeit und Interpolation der Linien)

3

1

30

Übungsaufgabe 2017/2018	Berufliches Gymnasium (TG)	
1.5.1	Mechatronik (Maschinenbau)	
Lösungsvorschlag	Teil 1 (Pflichtbereich)	Aufgabe 1 (6 Seiten)

	Punkte	Anforderungs bereich I	Anforderungs bereich II	Anforderungs bereich III
1.1	2	2		
1.2	1			1
1.3.1	4	2	2	
1.3.2	4		2	2
1.4	3		1	2
1.5.1	3	3		
1.5.2	3		3	
1.5.3	3		1	2
1.5.4	3		1	2
1.6.1	3	1	2	
1.6.2	1	1		
Soll: 30 40 30	30	9 30%	12 40%	9 30%