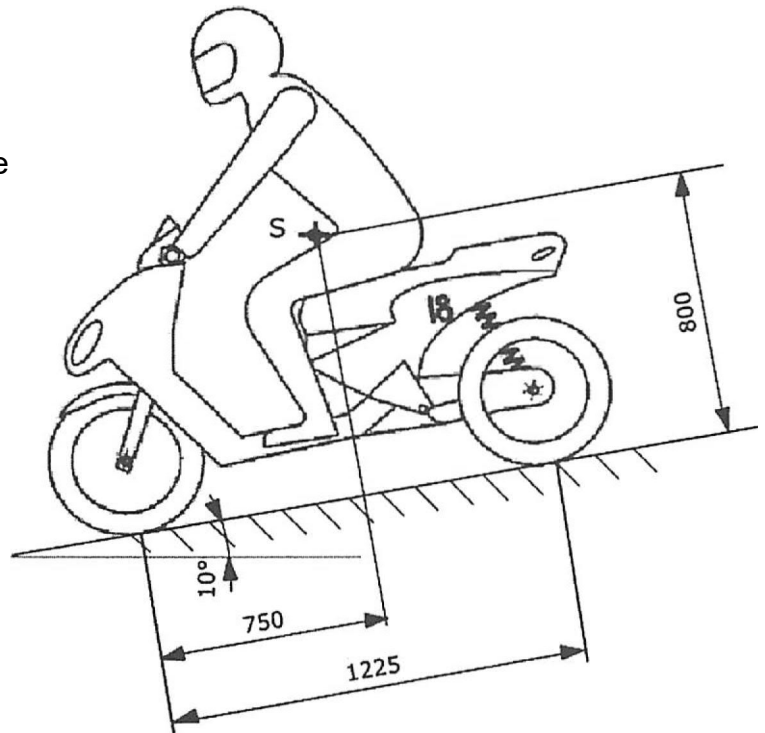




tgt HP 2017/18-1: Motorroller

Der Motorroller kommt auf einer um 10° geneigten Straße an einer roten Ampel zum Stehen. Der Fahrer betätigt ausschließlich die Vorderradbremse. Die Skizze zeigt den Fahrer im Stand, kurz bevor er die Füße auf den Boden stellt. Der angegebene Schwerpunkt S vereint das Fahrzeug und den Fahrer.



Daten:

Fahrzeugmasse: $m_1 = 105 \text{ kg}$

Fahrermasse: $m_2 = 75 \text{ kg}$

- 1 Skizzieren Sie den freigeschnittenen Motorroller. 2,0
- 2 Bestimmen Sie die Aufstandskräfte am Vorder- und Hinterrad. 4,0
- 3 Vom Ottomotor des Motorrollers sind folgende Daten bekannt:
 - Bauart: Luftgekühlter Einzylinder-Viertaktmotor
 - V_1 : 49 cm^3
 - Verdichtung: $10,1 : 1$
 - p_1 : $1,1 \text{ bar}$
 - p_4 : $3,8 \text{ bar}$
 - ϑ_1 : 24°C
 - ϑ_{max} : 2588 K
- 3.1 Zeichnen Sie das p-V-Diagramm eines idealisierten Ottomotors. Nummerieren Sie die Eckpunkte, kennzeichnen Sie die Wärmezufuhr und die Wärmeabfuhr sowie die Nutzarbeit im Diagramm. 3,0
- 3.2 Beschreiben Sie die Funktionsweise des Ottomotors von Punkt zu Punkt und benennen Sie die jeweils vorliegende Zustandsänderung. 3,0
- 3.3 Bestimmen Sie die fehlenden Zustandsgrößen und stellen Sie diese in einer Tabelle dar. 6,0



- 4 Der Kolben und das Pleuel werden durch einen Bolzen verbunden.

Bolzen aus

16 MnCr5

Kolben aus

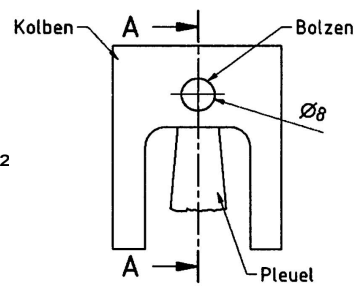
AlSi-Legierung

Zulässige Flächenpressung

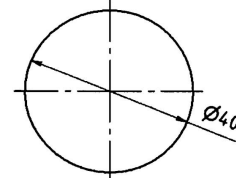
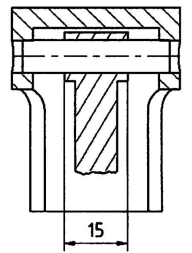
$p_{zul} = 200 \text{ N/mm}^2$

Sicherheit gegen Abscheren

$v = 2$



A-A (1 : 1)



Weisen Sie nach, dass der Bolzen den auftretenden Belastungen standhält.

Die Kolbenkraft, mit der der Bolzen belastet wird, entsteht durch einen Druck von 100 bar auf den Kolben im Brennraum des Motors.

Notwendige Maße sind der Zeichnung zu entnehmen.

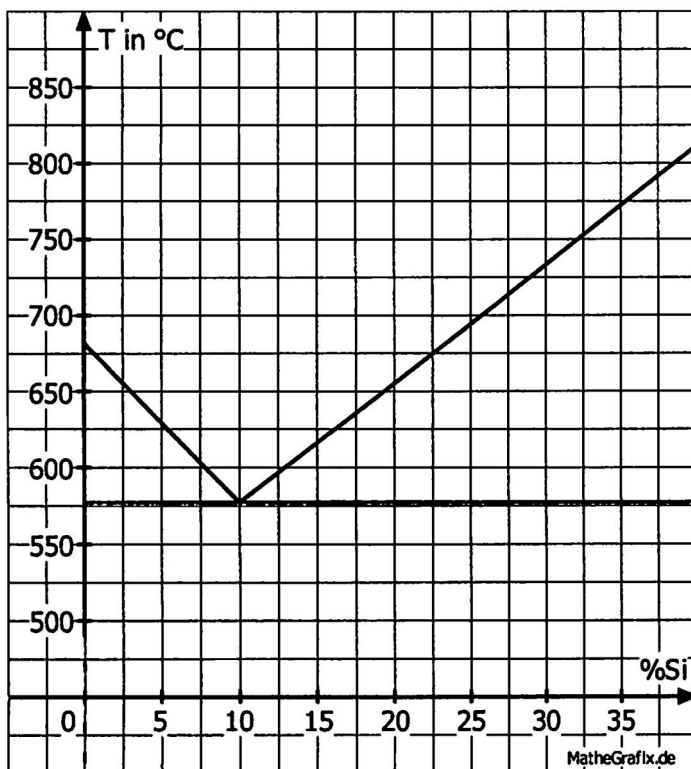
5,0

- 5 Beurteilen Sie, welches Wärmebehandlungsverfahren für den Bolzenwerkstoff geeignet ist. Entwerfen Sie eine Tabelle mit den einzelnen Arbeitsschritten und Angaben zu den gewählten Temperaturen.

3,0

- 6 Für die AlSi-Legierung des Kolbens ist folgendes Zustandsdiagramm bekannt:

2,0



Ermitteln Sie für den Kolben den Bereich der möglichen Legierungszusammensetzungen, wenn der Kolben bei 600°C gegossen werden soll. Die eutektische Temperatur liegt bei 577°C.

Übertragen Sie dafür obiges Zustandsdiagramm auf Ihr Lösungsblatt.

- 6.1 Skizzieren Sie für die Legierung AlSi15 die Abkühlkurve und beschreiben Sie den Abkühlvorgang.

2,0

30,0



Lösungen

1 Lageskizze des Motorrollers mit Fahrer – fehlt--

Hinweis 1: Wenn man hier wirklich nur den Motorroller skizziert, bringt man seinen Korrektor in einen Gewissenskonflikt. Deshalb sollte man solche Aufgaben ausnahmsweise nicht wörtlich nehmen und auch die von außen wirkenden Kräfte eintragen. Das erleichtert auch das Lösen der folgenden Aufgabe.

$$2 \quad F_G = (m_1 + m_2) \cdot g = (105 \text{ kg} + 75 \text{ kg}) \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1800 \text{ N}$$

$$F_{Gx} = F_G \cdot \sin 10^\circ = 1800 \text{ N} \cdot \sin 10^\circ = 312,5 \text{ N}$$

$$F_{Gy} = F_G \cdot \cos 10^\circ = 1800 \text{ N} \cdot \cos 10^\circ = 1773 \text{ N}$$

$$\Sigma M_V = 0 = -F_{Gy} \cdot 750 \text{ mm} + F_{Gx} \cdot 800 \text{ mm} + F_H \cdot 1225 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$F_H = \frac{+F_{Gy} \cdot 750 \text{ mm} - F_{Gx} \cdot 800 \text{ mm}}{1225 \text{ mm}} = \frac{+1773 \text{ N} \cdot 750 \text{ mm} - 312,5 \cdot 800 \text{ mm}}{1225 \text{ mm}} = 881,2 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_V - F_{Gy} + F_H \Rightarrow$$

$$F_V = -F_H + F_{Gy} = -881,2 \text{ N} + 1773 \text{ N} = 891,5 \text{ N}$$

Hinweis 2: Wer befürchtet, dass sein Korrektor keinen Unterschied zwischen Aufstandskraft und Achskraft macht, muss noch die Bremskraft einrechnen:

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Br} - F_{Gx} \Rightarrow$$

$$F_{Br} = +F_{Gx} = +312,5 \text{ N}$$

$$F_{VAchse} = \sqrt{F_{Br}^2 + F_V^2} = \sqrt{(312,5 \text{ N})^2 + (891,5 \text{ N})^2} = 944,7 \text{ N}$$

$$\alpha_{VAchse} = \arctan \frac{F_V}{F_{Br}} = \arctan \frac{891,5 \text{ N}}{312,5 \text{ N}} = 70,7^\circ \text{ nach rechts oben gegen die Fahrbahn}$$

3 Ottomotor

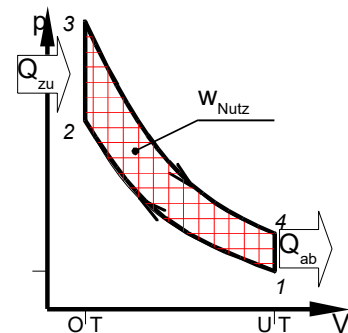
3.1 idealisiertes Zustandsdiagramm siehe rechts

3.2 Zustandsänderung 1 – 2: adiabatische Verdichten des Kraftstoff-Luft-Gemisches (KLG)

Zustandsänderung 2 – 3: isochore Verbrennung des KLG, dadurch Wärmezufuhr und Drucksteigerung

Zustandsänderung 3 – 4: adiabatisch Entspannen, dabei Abgabe mechanischer Energie

Zustandsänderung 4 – 1: isochorer Gaswechsel: Heißes Abgas wird abgegeben, kühleres Frischgas aufgenommen



3.3

Ergebnisse		Aufgabe: tgt HP 2017/18-1 Motorroller 3														
		1E+05	0,00	1E+00	1E+00	1E+03	1E+00	1E+03	1E+00	1E+03	1E+03	1E+03	1E+00	1E+00	1E+00	
		l	bar	cm³	K	°C	kJ/kg	J	kJ/kg	J	g	kJ/kgK	kJ/kgK	kJ/kgK	l	l
Zustand	Typ	p	V	T	θ	w _u	W	q _l	Q	m	cp	cv	Rs	χ	ε	
1		1,10	49,00	297,2	24,0					0,063	1,005	0,718	0,287	1,400		
12	a					324	20,5	0,0	0,0		1,005	0,718	0,287	1,400	10,10	
2		28,00	4,85	748,9	475,8					0,063	1,005	0,718	0,287	1,400		
23	c					0	0,0	1320,5	83,5		1,005	0,718	0,287	1,400	1,00	
3		96,76	4,85	2588,0	2314,9					0,063	1,005	0,718	0,287	1,400		
34	a					-1120,9	-70,8	0,0	0,0		1,005	0,718	0,287	1,400	0,10	
4		3,80	49,00	1026,9	753,7					0,063	1,005	0,718	0,287	1,400		
41	c					0,0	0,0	-523,9	-33,1		1,005	0,718	0,287	1,400	1,00	
1		1,10	49,00	297,2	24,0					0,063	1,005	0,718	0,287	1,400		
						Σw _{Nutz}	ΣW _{nu}	Σq	ΣQ		η _{them}					
						-797	-50,3	796,5	50,3		0,603					
						Σw _{ab}	ΣW _{ab}	Σq _{ab}	ΣQ _{ab}		η _{camot}					
						-1121	-70,8	-523,9	-33,1		0,885					
Lösungen für Kreisprozesse mit idealen Gasen (p,V-Diagramm)						Σw _{zu}	ΣW _{zu}	Σq _{zu}	ΣQ _{zu}							
© https://ulrich-rapp.de						324	20,5	1320,5	83,5							

1 Hinweis 3: Gegenüber der Originalaufgabe sind die Werte so verändert, dass sie einen geschlossenen Kreisprozess ermöglichen. Hinweis 4: Die Aufgabe ist überbestimmt, z.B. könnte die Angabe p₄ = 3,8 bar entfallen.



4 Bolzendurchmesser

Kolbenkraft

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (40 \text{ mm})^2}{4} = 1257 \text{ mm}^2$$

$$F = p \cdot A = 100 \text{ bar} \cdot 1257 \text{ mm}^2 = 100 \frac{\text{N}}{10 \text{ mm}^2} \cdot 1257 \text{ mm}^2 = 12566 \text{ N}$$

Gegen Flächenpressung:

$$p_{zul} > p = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F}{p_{zul}} = \frac{12566 \text{ N}}{200 \text{ N/mm}^2} = 62,8 \text{ mm}^2$$

$$A = d \cdot s \Rightarrow d_{erf} = \frac{A}{s} = \frac{62,8 \text{ mm}^2}{15 \text{ mm}} = 4,19 \text{ mm} < d_{vorhanden} = 8 \text{ mm}$$

Gegen Abscherung:

$R_e = 590 \text{ N/mm}^2$ (16MnCr5 → [EuroTabM47], S.137 „Legierte Einsatzstähle“)

$$\tau_{aF} = 0,6 \cdot R_e = 0,6 \cdot 590 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 354 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\tau_{aF}}{v} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aF}}{v} = \frac{354 \text{ N/mm}^2}{2} = 177 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{12566 \text{ N}}{2 \cdot 177 \text{ N/mm}^2} = 35,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 35,5 \text{ mm}^2}{\pi}} = 6,7 \text{ mm} < d_{vorhanden} = 8 \text{ mm}$$

Für beide Belastungen ist der vorhandene Durchmesser größer als der erforderliche, also ist er ausreichend dimensioniert.

Hinweis 5: Statt über den Durchmesser kann man die Aufgabe auch auf zahlreichen anderen Wegen lösen, z.B. über die zulässige Kraft o.ä.

- 5 16MnCr5 ist ein Stahl, der zum martensitischen Härten zu wenig Kohlenstoff enthält, kann aber in der Randschicht aufgekühlt und dann gehärtet werden. Das nötige Verfahren ist Einsatzhärten.

Verfahrensschritte:

Aufkohlen bei 880 ... 980°C

Austenitisieren der Randschicht bei 780 ... 820°C

Abschrecken in Öl

Anlassen bei 150 ... 200°C

6 AlSi-Legierung des Kolbens

– Skizzen fehlen –

- 6.1 Zum Gießen muss die AlSi-Legierung vollständig flüssig sein. Bei 600°C wird dies nach dem vorgegebenem Zustandsdiagramm bei einem Silicium-Gehalt zwischen gut 7,5% bis gut 12,5% erreicht.
- 6.2 Abkühlung ist das Sinken der Temperatur bzw. der inneren Energie eines Stoffes. Auch bei der flüssigen AlSi-Legierung geschieht dies in einer Umgebung, die kälter als der Stoff ist, durch direkte Wärmeübertragung, Konvektion und Strahlung.

Hinweis 6: Nach den Vorgängen im Gefüge der AlSi-Legierung ist nicht gefragt.