Prüfungsklausur Technische Mechanik I

Familienname, Vorname	
Matrikel-Nummer	Fachrichtung

1. Die Prüfung umfasst 8 Aufgaben auf 6 Blättern.
2. Nur vorgelegte Fragen beantworten, keine Zwischenrechnungen eintragen.
3. Alle Ergebnisse sind grundsätzlich in den **gegebenen** Größen auszudrücken.
4. Die Blätter der Prüfung dürfen nicht getrennt werden.
5. Zugelassene Hilfsmittel: Fachliteratur, eigene Aufzeichnungen, Taschenrechner. Mobiltelefone müssen ausgeschaltet sein!
6. Bearbeitungszeit: 90 min
7. Unterschreiben Sie die Prüfung bitte **erst** beim Eintragen Ihres Namens in die Sitzliste.

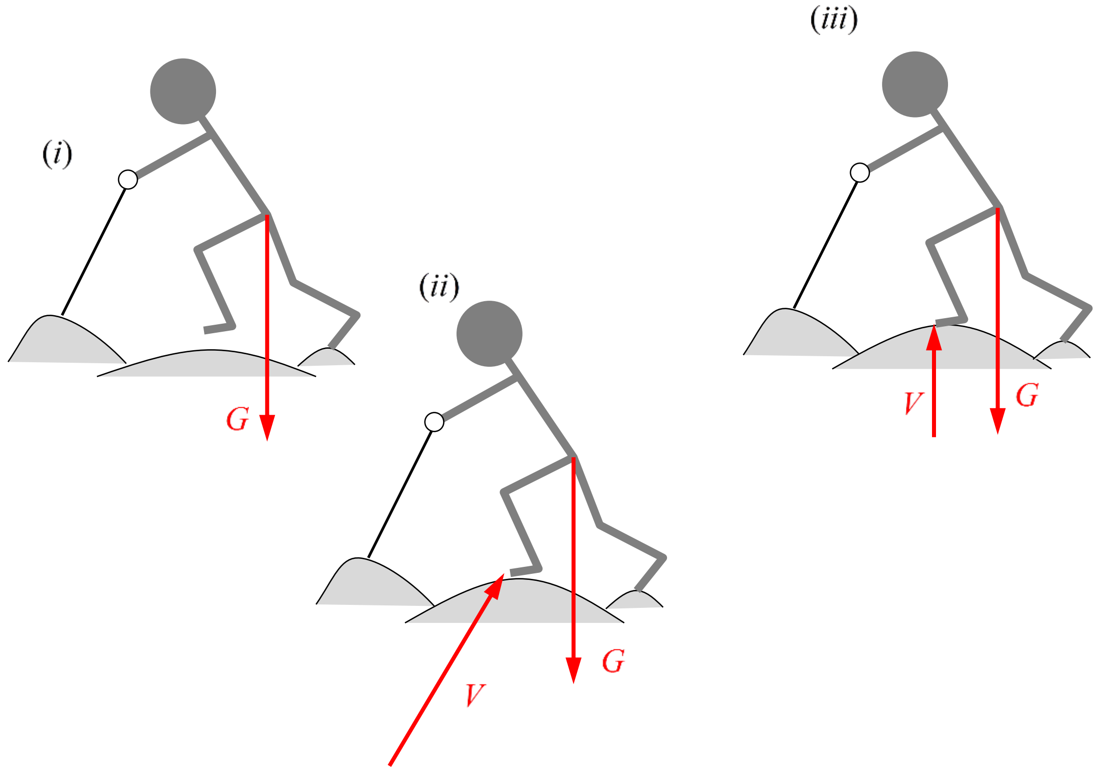
....
(Unterschrift)

Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

Punkte	Note	

Aufgabe 1 (12 Punkte)

Ein Wanderer (Gewicht G) benutzt in unebenem Gelände einen Wanderstab, den er momentenfrei in seiner Hand hält, um sich abzustützen. Der Stab wird als masselos betrachtet.



a) Konstruieren Sie für obige Situationen mit unterschiedlichen Vorderfußbelastungen V jeweils Stabkraft S und hintere Fußkontaktkraft H.

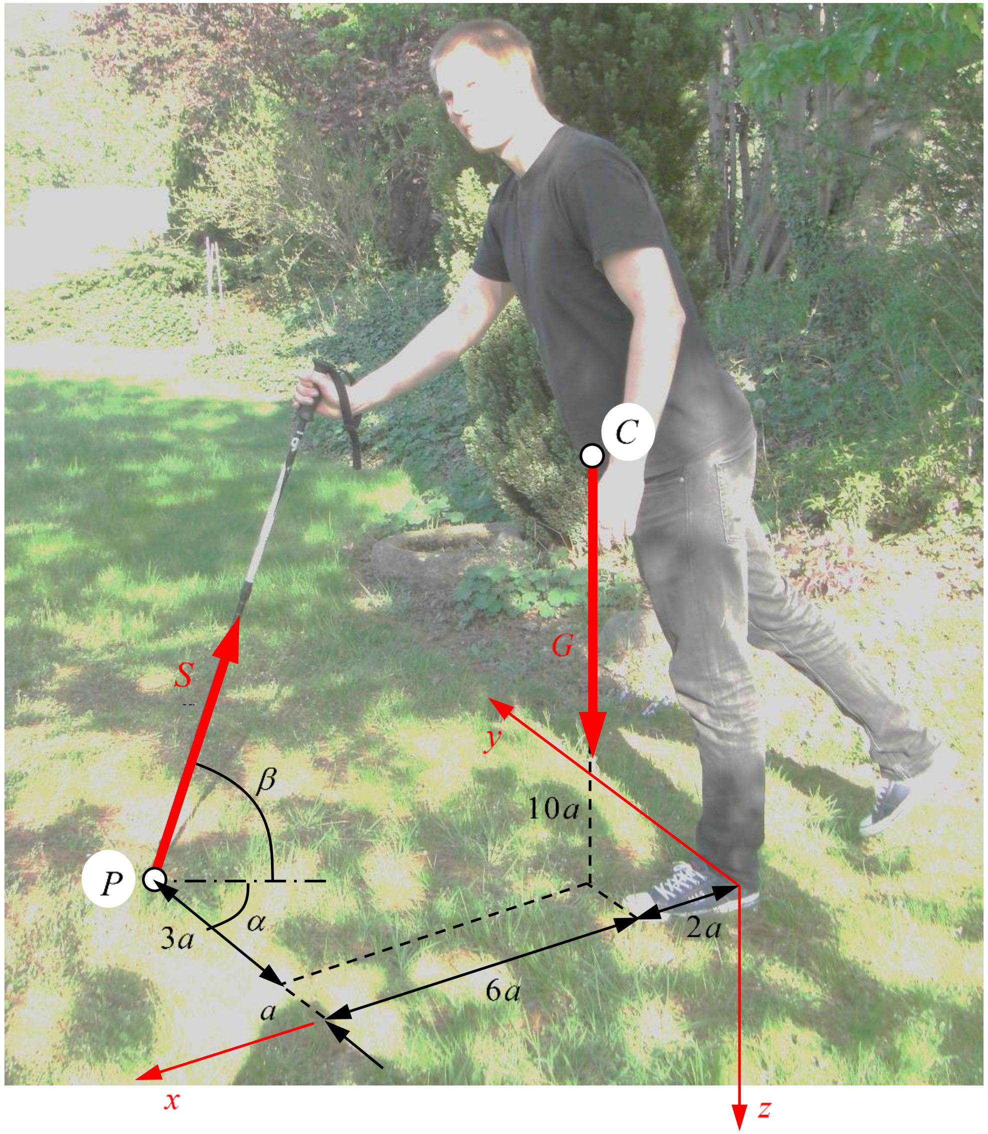
b) Welcher Fall ist physikalisch nicht möglich? Begründen Sie Ihre Antwort.

☐ *Fall* (i) ☐ *Fall* (ii) ☐ *Fall* (iii)

Begründung: ________________________________

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Das Gleichgewicht des Wanderers (Schwerpunkt C, Gewicht G) soll nun räumlich betrachtet werden. Dieser steht momentan nur auf dem linken Fuß (Koordinatenursprung O) und stützt sich mit seinem Wanderstab (Stabkraft S) im Punkt P ab.



a) Welche Koordinaten haben Schwerpunkt C des Wanderers und Stabaufstandspunkt P?

$$\boldsymbol{r}_C = \begin{bmatrix} \text{-------} \\ \\ \text{-------} \end{bmatrix}, \qquad \boldsymbol{r}_P = \begin{bmatrix} \text{-------} \\ \\ \text{-------} \end{bmatrix}.$$

b) Stellen Sie Gewichtskraft $\boldsymbol{G}$ und Stabkraft $\boldsymbol{S}$ im Koordinatensystem dar.

$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} \text{---------} \\ \\ \text{---------} \end{bmatrix}, \qquad \boldsymbol{S} = \begin{bmatrix} \text{-------------------------} \\ \\ \text{-------------------------} \end{bmatrix}$$

c) Welcher resultierender Kraftwinder ergibt sich aus den beiden Kräften bezüglich des Koordinatenursprungs O?

$$\left\{ \begin{bmatrix} \text{-------------------------} \\ \\ \text{-------------------------} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{---------------------------------} \\ \\ \text{---------------------------------} \end{bmatrix} \right\}$$

d) Unter welcher Bedingung ist der rechte Fuß momentenfrei?

☐ $\alpha = \beta,\; S = G$

☐ $\tan\alpha = 2,\; S\sin\beta = G/4$

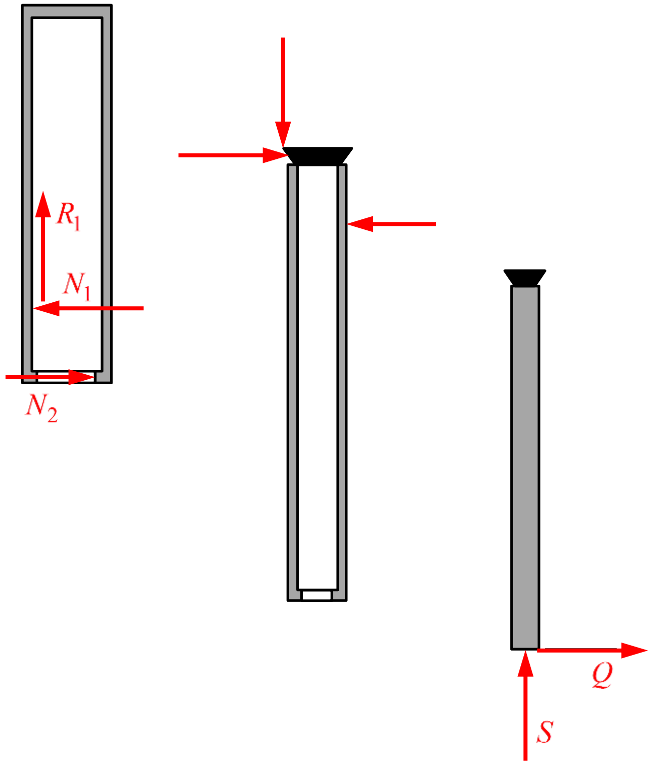
☐ $\beta = \pi/2,\; S = G$

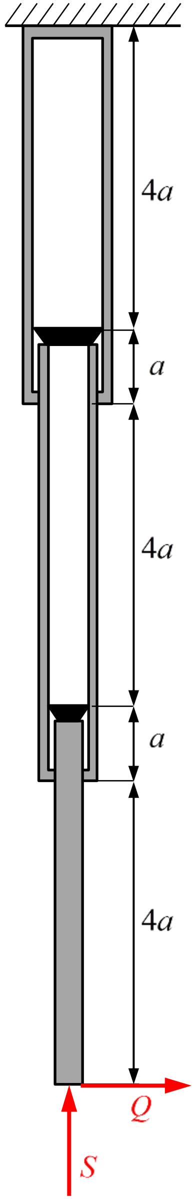
☐ *nicht möglich*

Aufgabe 3 (19 Punkte)

Der Wanderstab ist teleskopierbar und besteht aus drei Teilen. Jede Teleskopführung hat zwei Kontaktpunkte, einen inneren mit Klemmkonus und einen äußeren, der als reibungsfrei betrachtet werden kann. Dadurch kann der innere Kontaktpunkt sowohl Querkräfte N_i als auch Stablängskräfte R_i aufnehmen, während der äußere Kontaktpunkt nur Querkräfte überträgt. Der Wanderstab sei oben fest eingespannt und an der unteren Spitze durch Querkraft Q und Längskraft S belastet. Stabgewicht und -durchmesser werden vernachlässigt.

a) Ergänzen Sie alle Kräfte und Momente auf die freigeschnittenen Teleskopstäbe und bezeichnen Sie alle Größen.





b) Formulieren Sie die Gleichgewichtsbedingungen für die drei Stäbe.

oberer Stab: ______________________

____

____

mittlerer Stab: ______________________

____

____

unterer Stab: ______________________

____

____

c) Berechnen Sie die Kontaktkräfte zwischen

oberem/mittlerem Stab: $N_1 =$ ______ , $R_1 =$ ______ ,

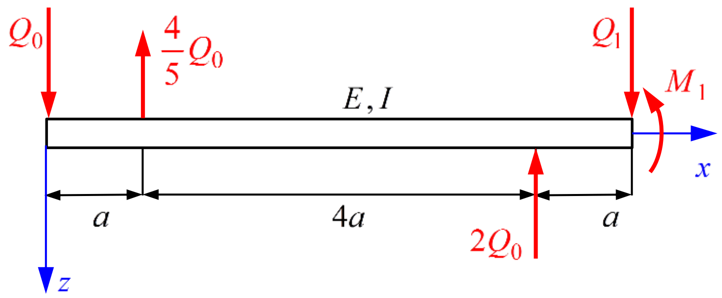
$N_2 =$ ______

unterem/mittlerem Stab: ________ , ________ ,

____

Aufgabe 4 (14 Punkte)

Der mittlere Stab (Elastizitätsmodul E, Flächenträgheitsmoment I) sei wie folgt belastet:



a) Beschreiben Sie Querkraft- und Momentenverlauf.

$Q(x) =$ ______________________________________

$M(x) =$ ______________________________________

b) Berechnen Sie die Belastung am rechten Stabende.

$Q_1 = Q(6a) =$ _______________

$M_1 = M(6a) =$ _______________

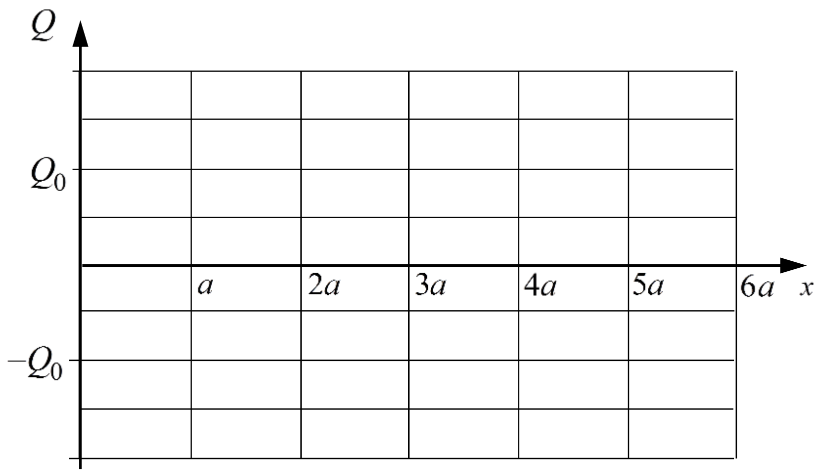
c) Wie lautet die Differentialgleichung der Biegelinie $w(x)$ für den Stab?

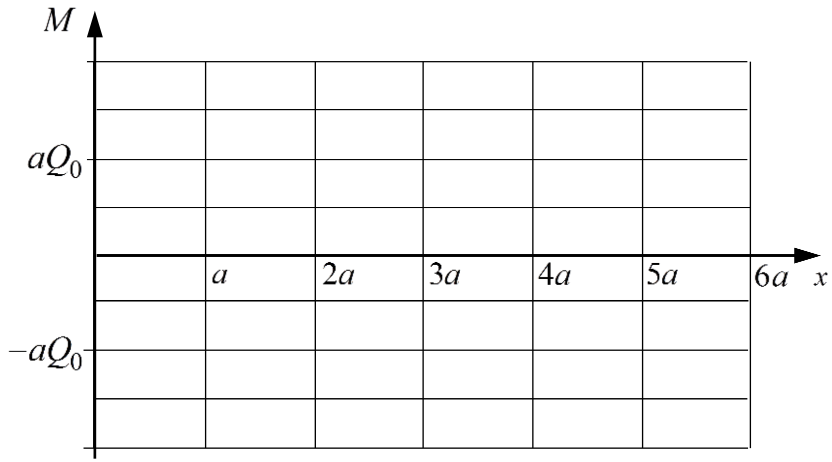
____

d) Welche Angaben fehlen, um die Biegelinie vollständig berechnen zu können?

____

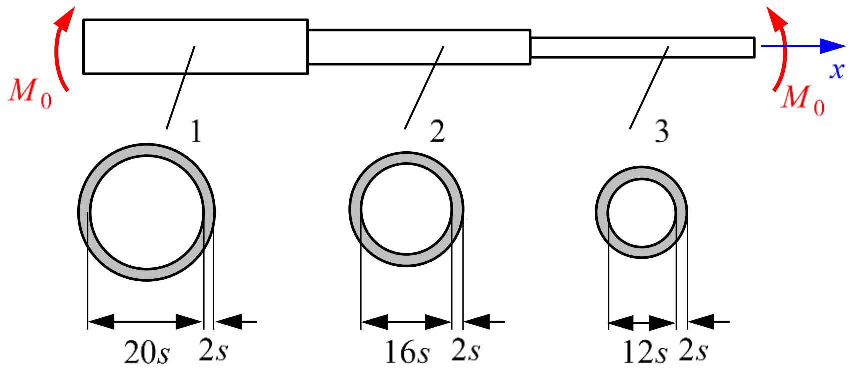
e) Zeichnen Sie Querkraft- und Momentenverlauf.





Aufgabe 5 (7 Punkte)

Der Teleskop-Wanderstab wird nun an beiden Enden mit einem Biegemoment M_0 belastet. Er besteht aus drei zylindrischen Rohren mit gleicher Wandstärke $2s$, aber unterschiedlichen Innendurchmessern:

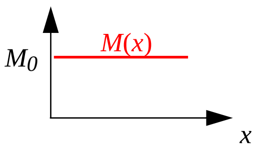


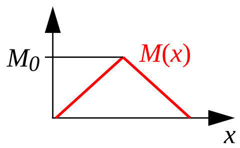
a) Geben Sie die Flächenträgheitsmomente der drei Querschnitte an.

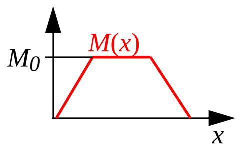
$I_1 =$ ____________ , $I_2 =$ ____________ ,

$I_3 =$ ____________

b) Wie ist der Biegemomentenverlauf $M(x)$ im Stab?

☐ 

☐ 

☐ 

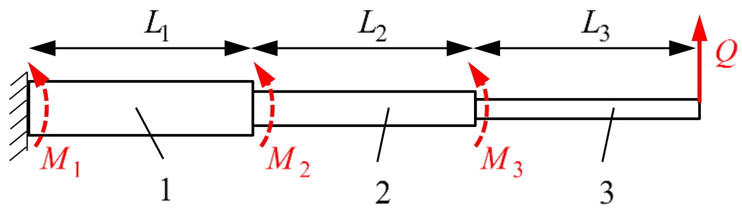
c) Welche größte Biegespannung ergibt sich damit in den drei Abschnitten des Teleskop-Stabs?

$\sigma_{1,\max} =$ ____________ , $\sigma_{2,\max} =$ ____________ ,

$\sigma_{3,\max} =$ ____________

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Der Wanderstab aus Aufgabe 5 wird nun am linken Ende festgehalten und am rechten Ende mit einer Querkraft Q belastet.



a) Welche maximalen Biegemomente ergeben sich aus der Querkraftbelastung in den drei Querschnitten?

$M_1 =$ ______________ ,

$M_2 =$ ______________ ,

$M_3 =$ ______________

b) In welchem Verhältnis sollten diese drei Biegemomente stehen, damit sich mit den Querschnitten aus Aufgabe 5 in allen drei Abschnitten die gleichen maximalen Biegespannungen ergeben?

☐ $M_1 : M_2 : M_3 = 2.6 : 1.7 : 1$ ☐ $M_1 : M_2 : M_3 = 1 : 1 : 1$

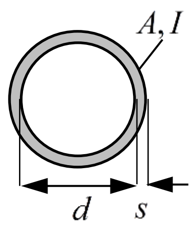
☐ $M_1 : M_2 : M_3 = 2.6 : 1 : 1.7$

c) Welche idealen Längenverhältnisse ergeben sich daraus?

$L_1 : L_2 : L_3 =$ ___ : ___ : ___

Aufgabe 7 (4 Punkte)

Ein anderer Wanderer benutzt einen Stab aus Bambus mit konstantem ringförmigem Querschnitt (Innendurchmesser $d = 12\,\mathrm{mm}$, Wandstärke $s = 2\,\mathrm{mm}$, Länge $L = 1\,\mathrm{m}$).



a) Bestimmen Sie folgende, für Knickprobleme wichtige Kenngrößen des Stabes:

Querschnittsfläche: $A =$ ___________ ,

Flächenträgheitsmoment: $I =$ ___________ ,

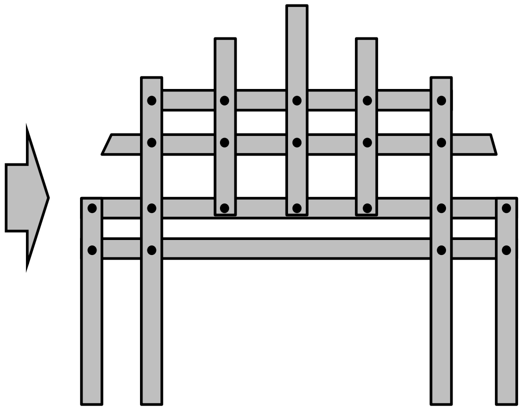
Schlankheitsgrad: $\lambda =$ ______

b) In welchem Verhältnis würde der Schlankheitsgrad $\lambda_\bullet$ eines Vollzylinders mit gleiche Länge und Querschnittsfläche zu $\lambda_\circ$ des betrachteten Rohres stehen?

☐ $\lambda_\bullet < \lambda_\circ$ ☐ $\lambda_\bullet = \lambda_\circ$ ☐ $\lambda_\bullet > \lambda_\circ$

Aufgabe 8 (2 Punkte)

Der Wanderer ist mit seinem Stab in der interessanten Bergwelt von Zhangjiajie unterwegs und stößt auf eine alte Hütte. Er bewundert die chinesische Dachkonstruktion, in der alle Balkenverbindungen mit Holznägeln realisiert sind und damit als Gelenke betrachtet werden dürfen.



Erfüllt die Dachkonstruktion damit die Voraussetzungen für ein Fachwerk? Begründen Sie Ihre Einschätzung.

☐ Dachkonstruktion darf als Fachwerk betrachtet werden

☐ Dachkonstruktion ist kein Fachwerk

Begründung: ________________________________

ENDE