

FH München FK 09 WI	Festigkeitslehre WI 4TEC Prüfungsangaben zu Dauerfestigkeit	Prof. Dr.-Ing. M. Anzinger
--------------------------------	--	---------------------------------------

Mit Hilfe der folgenden Zahlenwertangaben können die mit dem Skriptum herausgegebenen alten Prüfungsaufgaben von Prof. Dr. Schauer auch nach dem neuen Rechenverfahren (DIN 743) gelöst werden. Die den Prüfungsaufgaben beigelegten Vordrucke für das Smithdiagramm können weiter verwendet werden. Da die unten angegebenen Lösungswerte teilweise auch graphisch ermittelt wurden, sind sie nicht mathematisch exakt. (D.h. auch ein richtiges Ergebnis kann geringfügig abweichen.)

WS 1992/93 „Aufhängung eines Schwingsiebes“

Streckgrenze $R_{p0,2} = 500 \text{ N/mm}^2$
statische Stützwirkung $K_{2F} = 1,2$
Kerbwirkungszahl $\beta_{\sigma} = 1,5$
Oberflächeneinflussfaktor $K_{F\sigma} = 0,71$
technolog. Größeneinflussfaktor $K_1(d_{\text{eff}}) = 0,95$
geometr. Größeneinflussfaktor $K_2(d) = 0,93$
Lösung: $S_D = 1,37$ $F_{G\text{max}} = 4219 \text{ N}$ $F_{S\text{max}} = 2748 \text{ N}$

SS 1993 „Nockenwelle“

— Streckgrenze (St60, E335) $R_e = 335 \text{ N/mm}^2$
statische Stützwirkung $K_{2F} = 1,2$
Kerbwirkungszahl $\beta_{\sigma} = 1,25$
Oberflächeneinflussfaktor $K_{F\sigma} = 0,86$
technolog. Größeneinflussfaktor $K_1(d_{\text{eff}}) = 1,0$
geometr. Größeneinflussfaktor $K_2(d) = 0,95$
angenommene Überlastungsfälle: 6.3 $\sigma_u \approx \text{const.}$ 6.4 $\sigma_a/\sigma_m \approx \text{const.}$
Lösung: $S_D = 1,81$ ($\sigma_{b\text{ADK}} \approx 181 \text{ N/mm}^2$) $c_{\text{max}} = 47 \text{ N/mm}$ ($\sigma_{b\text{ADK}} \approx 189 \text{ N/mm}^2$)

WS 1993/94 „Rollenband“

Streckgrenze (C45) $R_{p0,2} = 490 \text{ N/mm}^2$
statische Stützwirkung $K_{2F} = 1,2$
Kerbwirkungszahl $\beta_{\sigma} = 1,4$
Oberflächeneinflussfaktor $K_{F\sigma} = 0,82$
technolog. Größeneinflussfaktor $K_1(d_{\text{eff}}) = 0,95$
geometr. Größeneinflussfaktor $K_2(d) = 0,92$
Lösung: ($\sigma_a/\sigma_m = 0,75$) $\sigma_{b\text{ADK}} \approx 171 \text{ N/mm}^2$ $d = 26,5 \text{ mm}$
6.4: ($\sigma_u = \text{const.}$; $\sigma_{b\text{ADK}} \approx 175 \text{ N/mm}^2$) $S_D = 2,0$

SS 1994 „Wellenzapfen einer Maschine“Streckgrenze $R_e = 410 \text{ N/mm}^2$ statische Stützwirkung $K_{2F} = 1,2$ Kerbwirkungszahl $\beta_\tau = 1,62$ Oberflächeneinflussfaktor $K_{F\tau} = 0,98$ technolog. Größeneinflussfaktor $K_1(d_{\text{eff}}) = 0,98$ geometr. Größeneinflussfaktor $K_2(d) = 0,89$ Lösung: $d = 33,7 \text{ mm}$ ($\tau_{\text{ADK}} \approx 84 \text{ N/mm}^2$) $M_{\text{max}} = 1052 \text{ Nm}$ $M_{\text{min}} = -210 \text{ Nm}$ 6.4: $M_R = 468 \text{ Nm}$ ($\tau_{\text{FK}} = 278 \text{ N/mm}^2$)**WS 1994/95 „Zahnrad“**Streckgrenze (St60, E335) $R_e = 335 \text{ N/mm}^2$ statische Stützwirkung $K_{2F} = 1,2$ Kerbwirkungszahl $\beta_\tau = 1,375$ Oberflächeneinflussfaktor $K_{F\tau} = 0,93$ technolog. Größeneinflussfaktor $K_1(d_{\text{eff}}) = 0,84$ geometr. Größeneinflussfaktor $K_2(d) = 0,82$ Lösung: $\tau_{\text{ADK}} \approx 75 \text{ N/mm}^2$ $S_D = 1,92$

Achtung: Fließgrenze des gegebenen Diagramms ignorieren!

6.4: $S_D = 1$: $M_{li} = 38,3 \text{ kNm}$ $S_F = 1,5$: $M_{li} = 49,9 \text{ kNm}$ **WS 1995/96 „Aufzug“**Streckgrenze (St60, E335) $R_e = 335 \text{ N/mm}^2$ statische Stützwirkung $K_{2F} = 1,2$ Kerbwirkungszahl $\beta_\sigma = 1,75$ Oberflächeneinflussfaktor $K_{F\sigma} = 0,93$ technolog. Größeneinflussfaktor $K_1(d_{\text{eff}}) = 0,94$ geometr. Größeneinflussfaktor $K_2(d) = 0,87$ Lösung: ($\sigma_a/\sigma_m = 2/3$) $\sigma_{\text{bADK}} \approx 115 \text{ N/mm}^2$ $d = 46,4 \text{ mm}$ 6.3: $\sigma_u = 0$: $F_L \approx 8,76 \text{ kN}$ $S_F = 1,57$

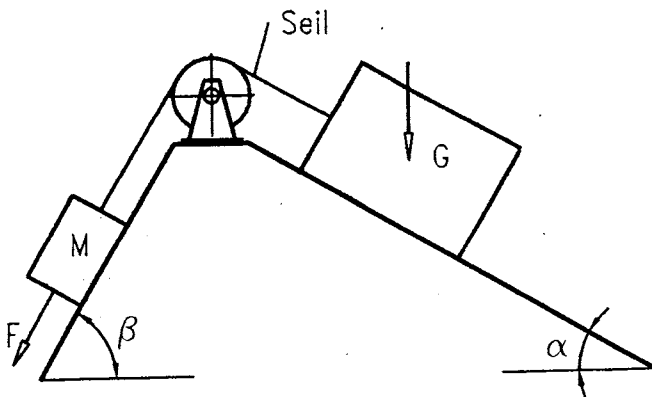
Hilfsmittel: Alle Unterlagen, Zeit: 90 min.

Name: Vorname: Sem.:

HINWEIS: Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln.

1. Aufgabe REIBUNG

Zwei Körper mit dem Gewicht G und der Masse M , die mit einem Seil über eine reibungsfrei gelagerte Seilrolle verbunden sind, werden auf schiefen Ebenen gleichförmig bewegt.

Gegeben:

Körpergewicht	$G = 10 \text{ kN}$
Reibungszahl Körper/Ebene	$\mu = 0,25$
Neigungswinkel	$\alpha = 30^\circ$
	$\beta = 60^\circ$

Gesucht:

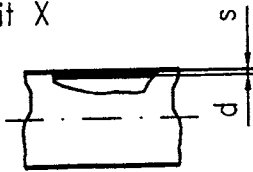
- 1.1 Für $F = 0$: Gewichtskraft F_M der Masse M für das Abwärtsgleiten des Gewichtes G
- 1.2 Kraft F , damit das Gewicht G nach oben gleitet

2. Aufgabe DÜNNWANDIGES ROHR - KNICKUNG

WS 1992/93

Eine druckbeaufschlagte Rohrleitung aus St 37, die im Betrieb erwärmt wird, ist mit festen Einspannungen verlegt.

Einzelheit X

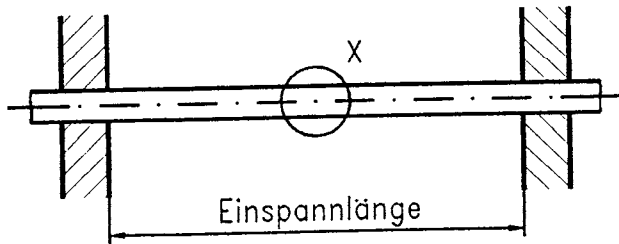


Gegeben:

Innendurchmesser $d = 50 \text{ mm}$
Innendruck $p = 48 \text{ bar}$
Einspannlänge $L_0 = 5 \text{ m}$

Werkstoffkennwerte des Rohres:

Streckgrenze $R_e = 240 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$
Wärmeausdehnungskoeff. $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

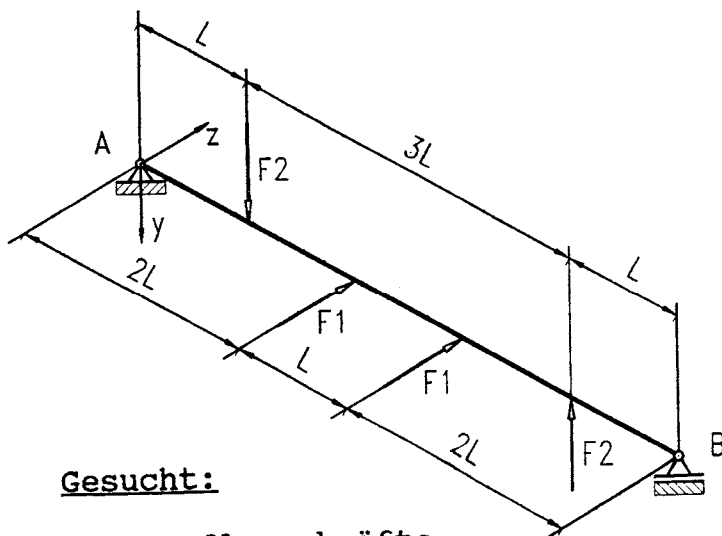


Gesucht:

- 2.1 Wandstärke s des Rohres, wenn eine 3-fache Sicherheit gegen Fließen bei Raumtemperatur an der Stelle X gefordert wird
- 2.2 Druckspannung (Knickspannung σ_{K0}), bei der die Leitung mit der Einspannlänge L_0 ausknickt und die dazu notwendige Temperaturerhöhung ΔT_0 .
- 2.3 Erforderliche Einspannlänge L , wenn bei einer Temperaturerhöhung von $\Delta T = 45 \text{ K}$ eine Knicksicherheit von $S_K = 2$ gefordert wird

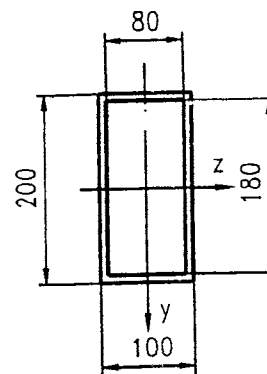
3. Aufgabe SCHIEFE BIEGUNG

Ein beidseitig gelenkig gelagerter Balken ist mit den Kräften F_1 und F_2 wie dargestellt belastet.



Gegeben:

$F_1 = 10 \text{ kN}$
 $F_2 = 20 \text{ kN}$
 $L = 1 \text{ m}$



Balkenquerschnitt

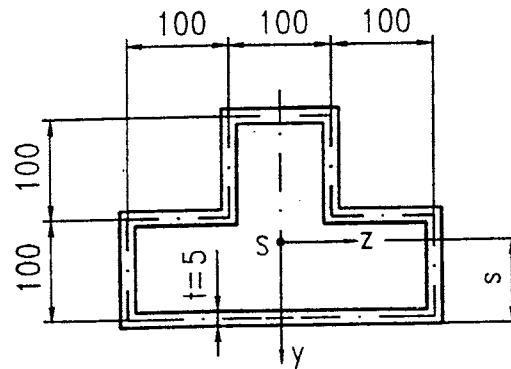
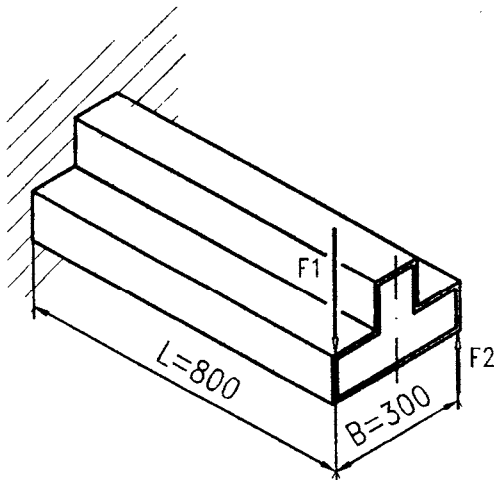
Gesucht:

- 3.1 Auflagerkräfte
- 3.2 Querkraft- und Momentenverlauf
- 3.3 Größe der im Balken max. auftretenden Biegespannung

4. Aufgabe DÜNNWANDIGES PROFIL

WS 1992/93

Das dargestellte fest eingespannte dünnwandige Profil ist mit den Kräften F_1 und F_2 belastet.



Gegeben:

$$F_1 = 50 \text{ kN}$$

$$F_2 = 25 \text{ kN}$$

$$I_z = 2470 \text{ cm}^4$$

Biegegrenze

$$\sigma_{bF} = 320 \text{ N/mm}^2$$

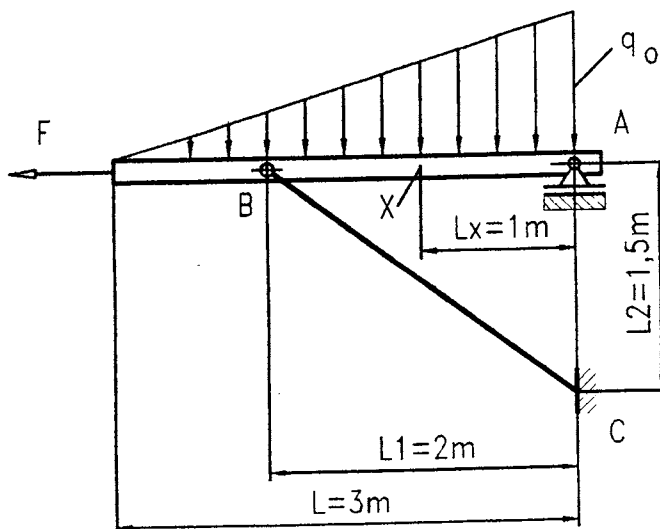
Gesucht:

Profilquerschnitt

- 4.1 Auflagerreaktionen
- 4.2 Schwerpunktsabstand s des Profils (Ermittlung über Linienschwerpunkt der Mittellinie des Profils ist ausreichend genau)
- 4.3 Min. Sicherheit S_F gegen Fließen im Profil (Schubspannung infolge Querkraft kann vernachlässigt werden)

5. Aufgabe FREISCHNEIDEN

Ein mit einer dreiecksförmigen Streckenlast q und einer Längskraft F belasteter Ausleger wird durch einen Stützbalken abgestützt.



Gegeben:

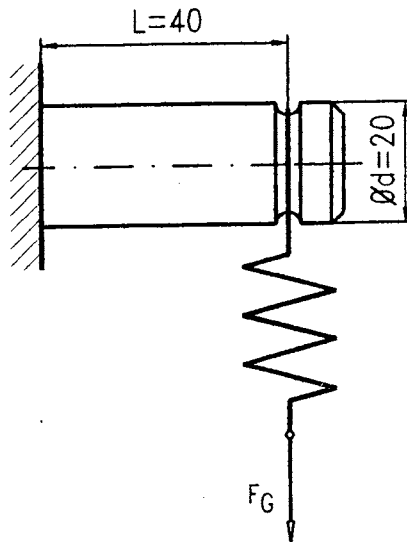
$$F = 5 \text{ kN}$$

$$q_0 = 2000 \text{ N/m}$$

Gesucht:

- 5.1 Freischneiden des Systems
- 5.2 Lager- bzw. Verbindungsreaktionen an den Stellen A, B und C
- 5.3 Biegemoment an der Stelle X des Auslegers
- 5.4 Art der an der Stelle X des Auslegers auftretenden Spannungen

Ein Bolzen für die Aufhängung eines Schwingsiebes wird durch die Gewichtskraft F_G und eine wechselnd auftretende Siebkraft F_S belastet.

Gegeben:

$$F_G = 3\,000\text{ N}$$

$$F_S = 2\,000\text{ N}$$

Für die Einspannstelle:

$$\text{Kerbfaktor} \quad \beta_K = 1,5$$

$$\text{Oberflächenbeiwert} \quad b_1 = 0,71$$

$$\text{Größenbeiwert} \quad b_2 = 0,88$$

Gesucht:

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Einspannstelle bzw. die obere Randfaser des Bolzens an dieser Stelle.

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm
- 6.2 Skizze des Spannungsverlaufes über der Zeit
- 6.3 Sicherheit S_D gegen Dauerbruch für konst. Gewichtskraft F_G
- 6.4 Für den Fall eines gleichbleibenden Verhältnisses von Gewichts- und Siebkraft: Gestaltfestigkeit σ_G und max. zulässige Werte für die Gewichts- und Siebkraftkraft $F_{G\max}$ und $F_{S\max}$

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

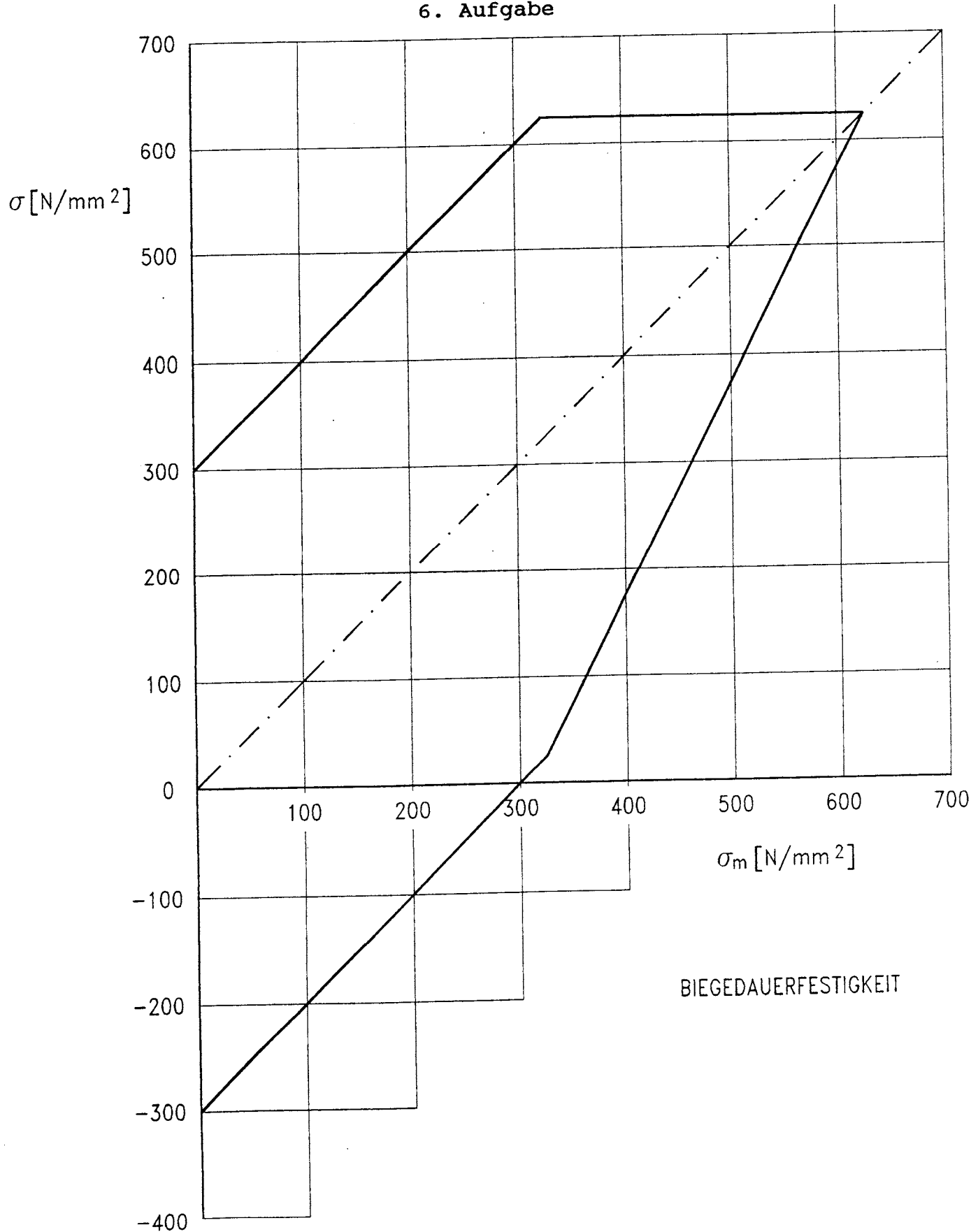
Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu verstehen

Q					
M					
Q					
M					

Name: Vorname: Sem.:

S M I T H - D I A G R A M M

6. Aufgabe



BIEGEDAUERFESTIGKEIT

FACHHOCHSCHULE MÜNCHEN

FACHBEREICH 09 WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

TECHNISCHE MECHANIK

Dr. Schauer

Hilfsmittel: Alle Unterlagen, Zeit: 90 min.

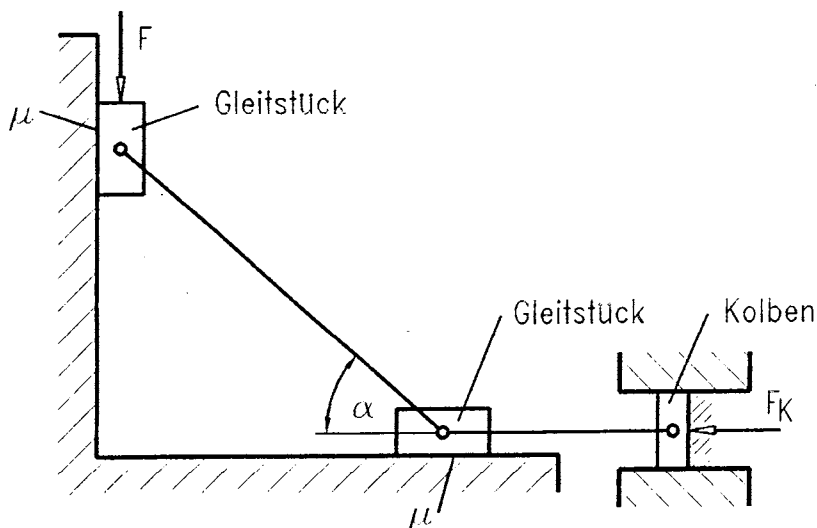
SS 1993

HINWEIS: Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln.

1. Aufgabe REIBUNG

Der Kolben einer Presse wird mit konst. Geschwindigkeit über einen Knickhebel infolge der Kraft F auf eine Unterlage gepreßt. Die Verbindung der Bauteile erfolgt über gelenkig gelagerte Stäbe.

Reibung tritt nur zwischen den Gleitstücken und deren Unterlage auf.



Gegeben:

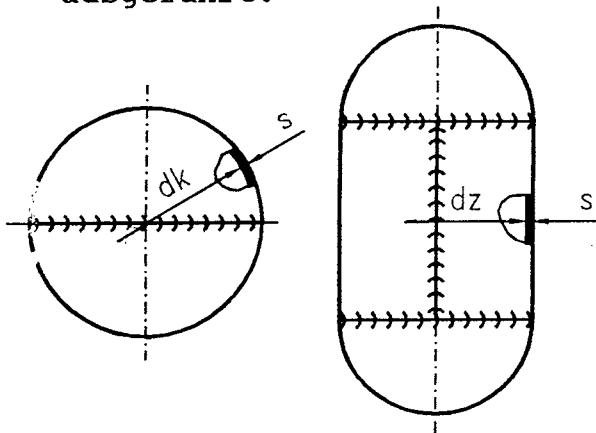
Betätigungskraft	F
Reibungszahl	μ
Gleitstück/Unterlage	

Gesucht:

- 1.1 Freischneiden des Systems
- 1.2 Kraft F_K des reibungsfrei geführten Kolbens als Funktion der Kraft F und des Winkels α für a) $\mu \neq 0$ und b) $\mu = 0$
- 1.3 Winkel α_0 , ab dem Selbsthemmung (F bleibt ohne Wirkung) auftritt, für eine Reibungszahl Gleitstück/Unterlage von $\mu_0 = 0,25$

2. Aufgabe DÜNNWANDIGER BEHÄLTER

Ein mit dem Innendruck p beaufschlagter Behälter wird als kugelförmige bzw. zylindrische Schweißkonstruktion mit der gleichen Wandstärke s ausgeführt.

Gegeben:

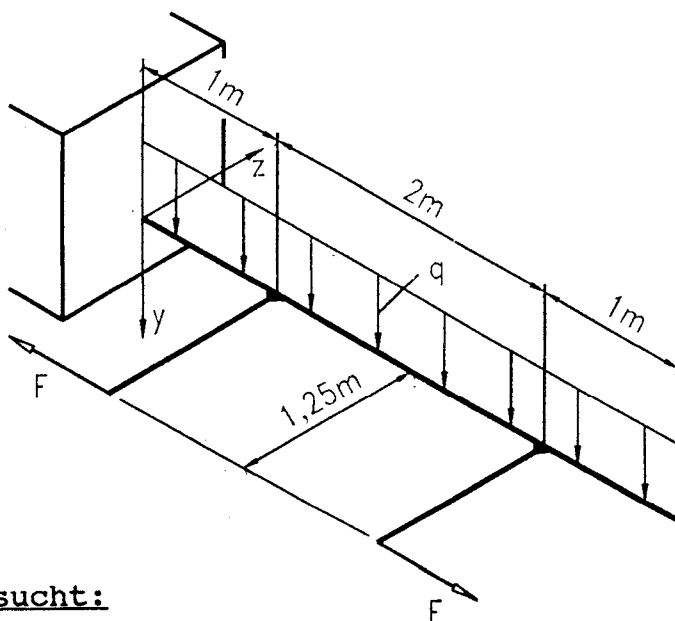
Innendurchmesser Kugel	$d_K = 1\,500\text{ mm}$
Innendruck	$p = 16\text{ bar}$
Streckgrenzen der Schweißnähte:	
Kugelausführung	$\rho_{FK} = 150\text{ N/mm}^2$
Zylinderausführung	$\rho_{FZ} = 200\text{ N/mm}^2$

Gesucht:

- 2.1 Wandstärke s der Kugel, wenn eine Sicherheit gegen Fließen in der Schweißnaht von $S_F = 2$ gefordert wird
- 2.2 Max. zulässiger Innendurchmesser d_Z des Zylinders bei gleicher Sicherheit gegen Fließen in der maßgebenden Schweißnaht
- 2.3 Verhältnis der Berstdrücke von Kugel und Zylinder p_{BK}/p_{BZ} für ein Verhältnis der Bruchfestigkeit der Schweißnähte von $\rho_{BK}/\rho_{BZ} = 1,2$

3. Aufgabe SCHIEFE BIEGUNG

Ein einseitig fest eingespannter Balken mit I-Profil ist mit der Streckenlast q und zwei außermittig angreifenden Kräften F belastet.

Gegeben:

$$q = 1,5\text{ kN/m}$$

$$F = 10,5\text{ kN}$$

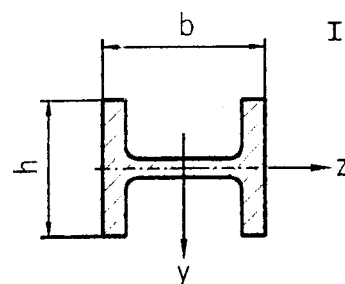
Profildaten:

$$b = 140\text{ mm}$$

$$h = 120\text{ mm}$$

$$I_Y = 2\,100\text{ cm}^4$$

$$I_Z = 720\text{ cm}^4$$



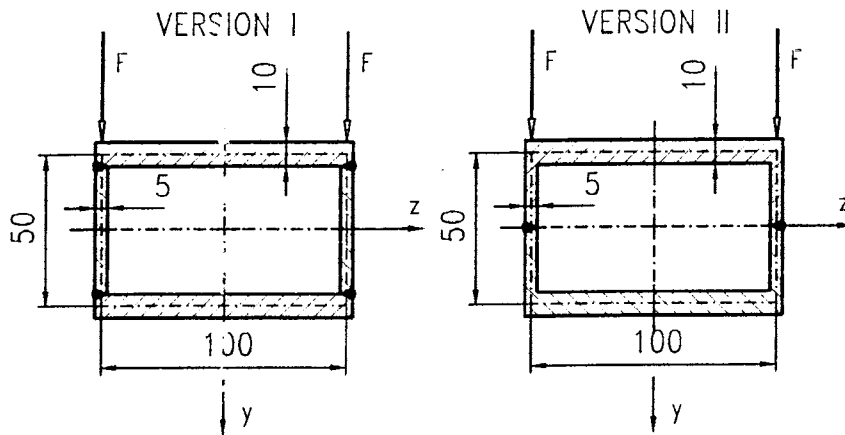
Balken-Profil

Gesucht:

- 3.1 Kräfte an der Einspannstelle
- 3.2 Querkraft- und Momentenverlauf
- 3.3 Größe der im Balken max. auftretenden Biegespannung

4. Aufgabe DÜNNWANDIGES PROFIL

Ein fest eingespanntes dünnwandiges Profil der Länge L ist am freien Ende mit den Kräften F belastet. Es ist in den zwei dargestellten Versionen als Schweißkonstruktion ausgeführt.

Gegeben:

$$F = 7,5 \text{ kN}$$

$$L = 0,4 \text{ m}$$

Biegegrenze der
Schweißnähte:

$$\rho_{1,F} = 180 \text{ N/mm}^2$$

Gesucht:

4.1 Auflagerreaktionen

4.2 Für beide Versionen: Min. Sicherheit gegen Fließen in den
Schweißnähten, S_{FI} und S_{FII}

5. Aufgabe KNICKUNG

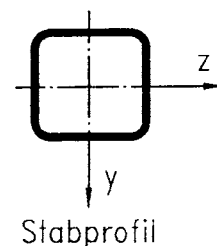
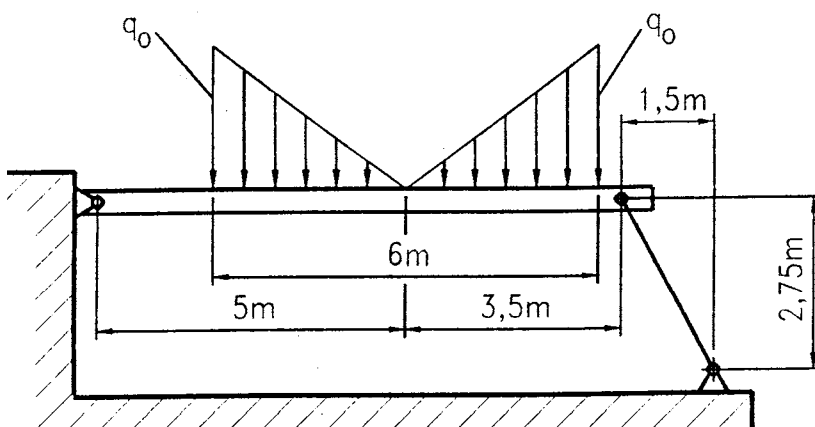
Ein mit einer dreiecksförmigen Streckenlast belasteter Ausleger wird durch einen 2-Gelenk-Stab aus Quadrahtrohr (Material: St 37) abgestützt. Für drei Rohrgrößen sind die Profildaten (Querschnitt A , Flächenträgheitsmoment I und Trägheitsradius i) angegeben.

Gegeben:

$$q_0 = 72,5 \text{ kN/m}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

Profil	A [cm ²]	I [cm ⁴]	i [cm]
I	20,2	238	3,44
II	26,0	549	4,64
III	21,8	562	5,07

Gesucht:

5.1 Stabkraft S

5.2 Mit welchem Profil wird die Forderung nach einer Knicksicherheit von $S_K = 4$ erfüllt?

6. Aufgabe: DAUERFESTIGKEIT

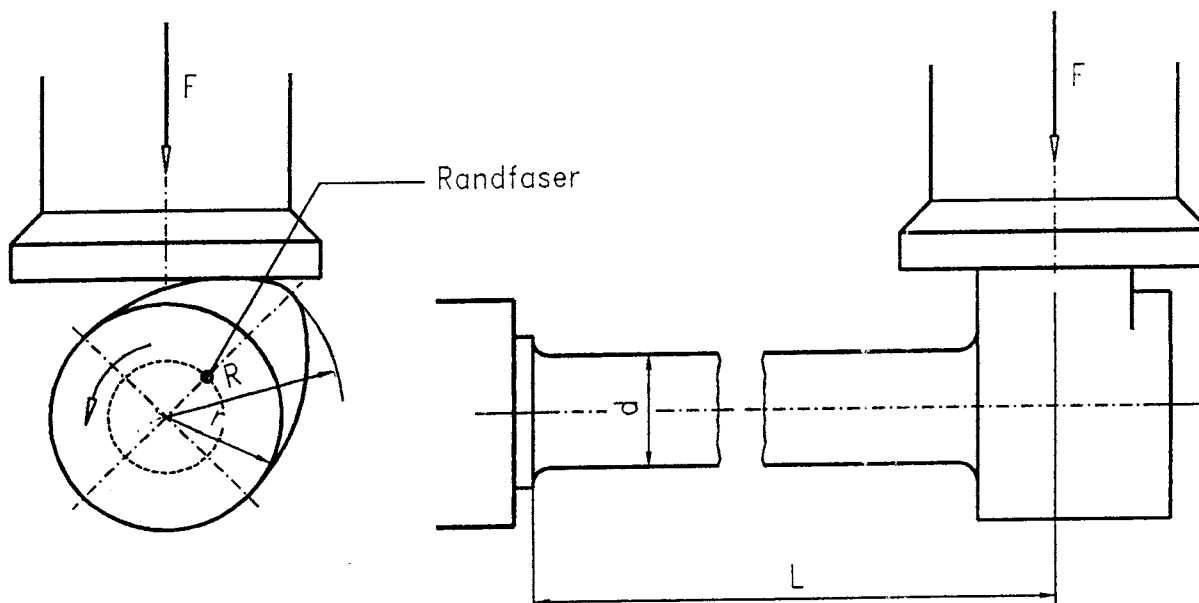
Ein mit der Federkraft F belasteter Ventilteller wird durch die Drehung eines Nockens langsam auf und ab bewegt. Die Nockenwelle aus St 60 ist fliegend gelagert.

Gegeben:

Min. Federkraft (für Kolbenhub=0)	$F_{\min}$	=	300 N
Federkonstante	c	=	25 N/mm
Nockenradien	r	=	15 mm
	R	=	23 mm
Abstand	L	=	82,5 mm
Wellendurchmesser	d	=	15 mm

Für den linken Wellenabsatz:

Kerbfaktor	β_K	=	1,25
Oberflächenbeiwert	b_1	=	0,82
Größenbeiwert	b_2	=	0,95



Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf die gekennzeichnete Randfaser der Welle im Abstand L vom Angriffspunkt der Kraft F . Die Torsionsspannung ist zu vernachlässigen.

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm
- 6.2 Max. auftretende Ober- und Unterspannung σ_o und σ_u
- 6.3 Sicherheit S_D gegen Dauerbruch für den Überlastungsfall $R \neq \text{const.}$
- 6.4 Maximal zul. Federkonstante $c_{\max}$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

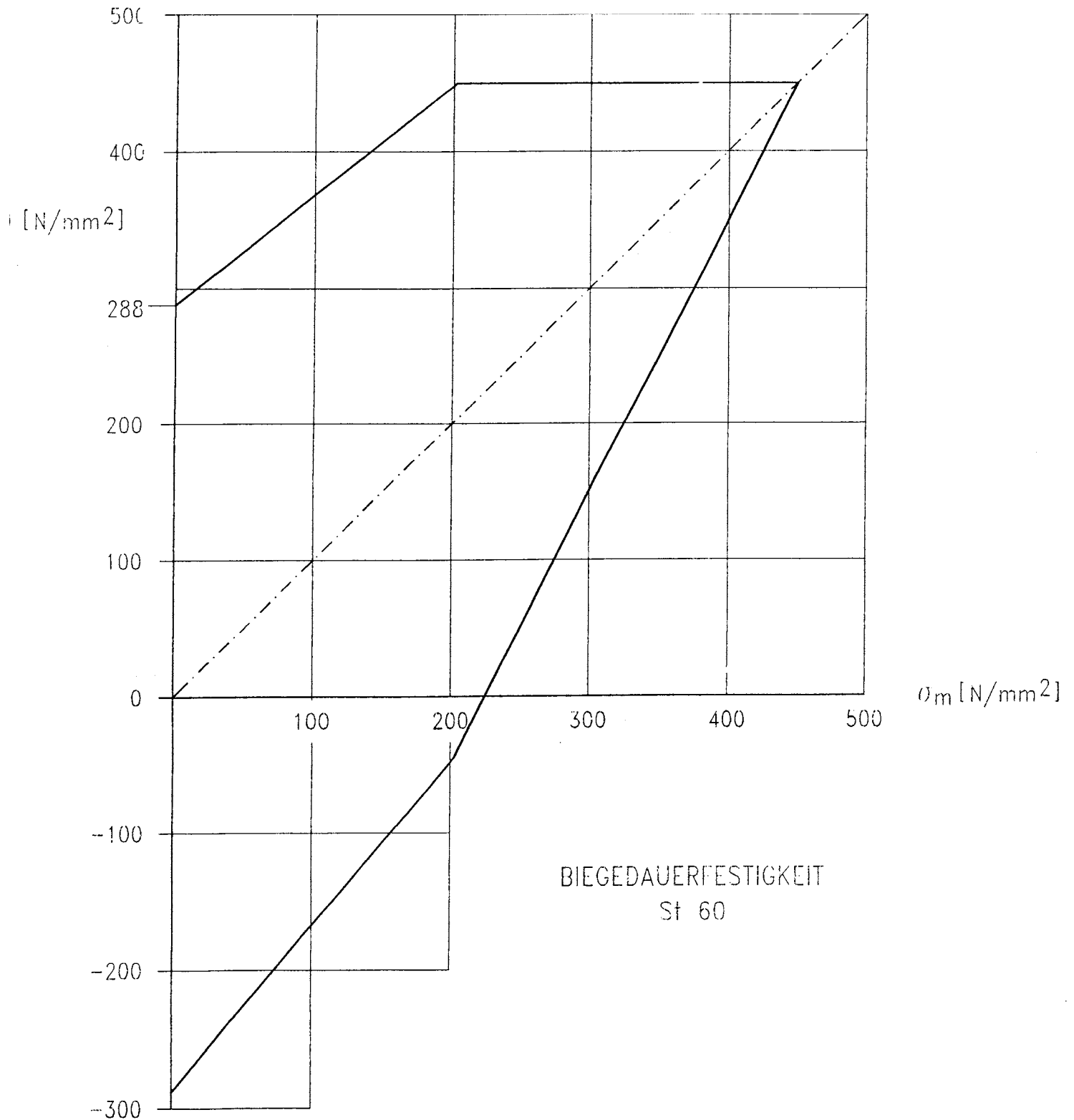
Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen

Q			
M			
Q			
M			

Name: Vorname: Sem.:

S M I T H - D I A G R A M M

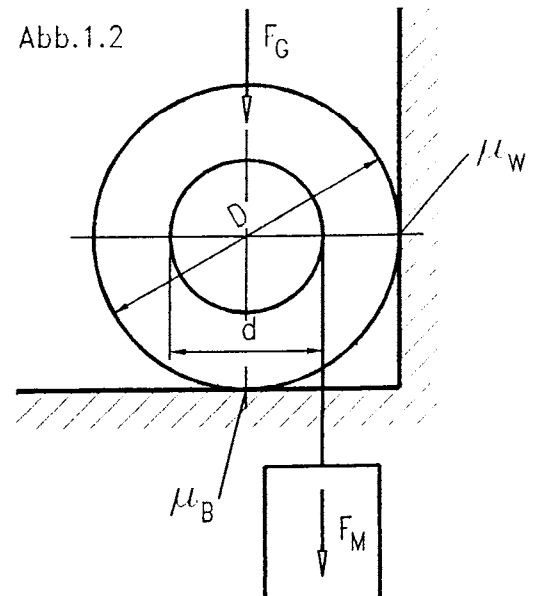
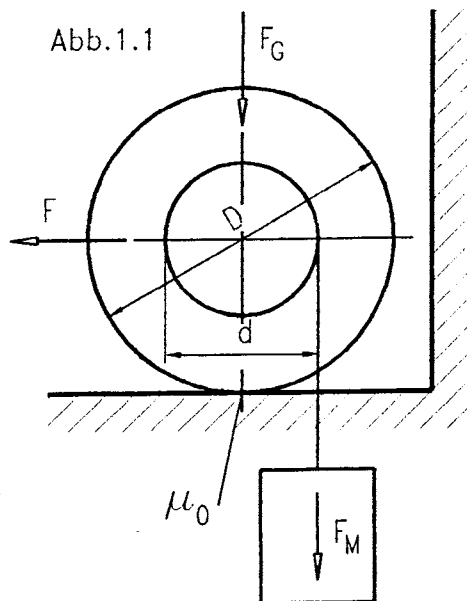
6. Aufgabe



Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln. Schubspannungen infolge Querkraft sind zu vernachlässigen.

1. Aufgabe REIBUNG

Die Skizzen zeigen eine Walze, an der eine Seiltrommel starr befestigt ist. An dem Seil hängt eine Masse mit der Massenkraft F_M , Walze und Seiltrommel haben das Eigengewicht F_G .



Gegeben:

$$F_G = 1250 \text{ N}$$

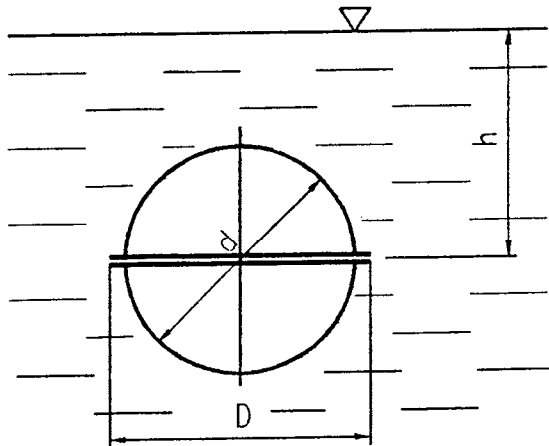
$$D/d = 2$$

Gesucht:

- 1.1 Für Fall 1: Die Walze berührt nur den Boden (Abb. 1.1)
Kraft F und Haftreibungskoeffizient μ_0 für die Bedingung, daß die Walze gerade nicht durchrutscht. Massenkraft $F_M = 5000 \text{ N}$
- 1.2 Für Fall 2: Die Walze berührt Boden und Wand (Abb. 1.2)
 - a) Freischneiden des Systems und Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen für eine Drehbewegung der Walze im Uhrzeigersinn
 - b) Max. Massenkraft F_M , die zu einer gleichmäßigen Drehbewegung führt, für die folgenden Sonderfälle:
 $\alpha: \mu_W = 0, \mu_B = 0,25$ und $\beta: \mu_B = 0, \mu_W = 0,25$

2. Aufgabe DÜNNWANDIGER BEHÄLTER

Ein kugelförmiger Behälter mit Atmosphärendruck (Taucherglocke), der aus zwei Hälften mit Flanschen besteht, wird in eine Wassertiefe h abgesenkt.



Gegeben:

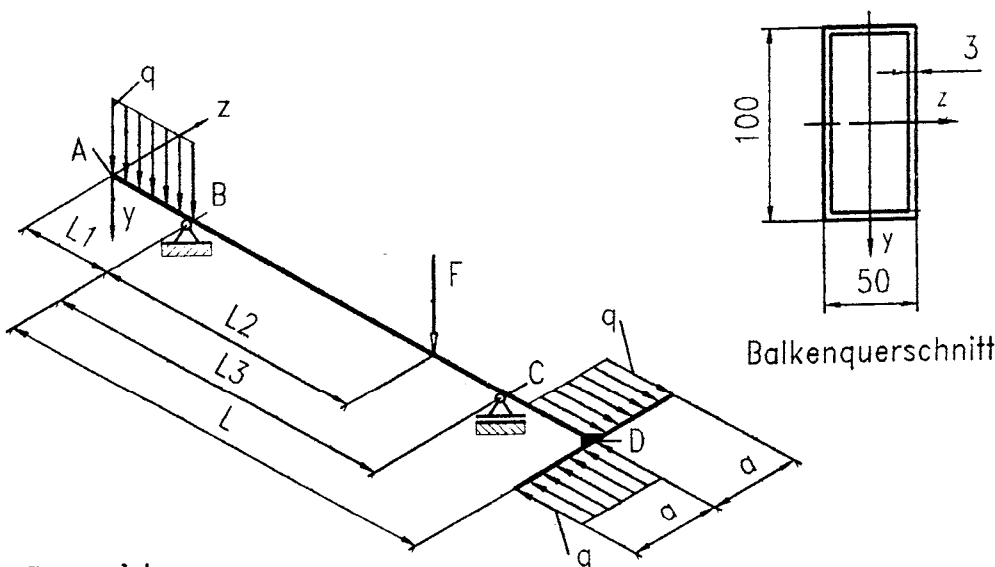
mittl. Druck in der Wassertiefe h $p = 10 \text{ bar}$
 Glockendurchmesser $d = 1,5 \text{ m}$
 Flanschdurchmesser $D = 1,6 \text{ m}$
 Fließgrenze des Behältermaterials $\sigma_F = 225 \text{ N/mm}^2$

Gesucht:

- 2.1 Erforderliche Wandstärke s bei 6-facher Sicherheit gegen Fließen
- 2.2 Kraft F , mit der die Kugelhälften zusammengepreßt werden und Flächenpressung p_F zwischen den Flanschen
- 2.3 Durchmesser d_z eines längsgeschweißten zylindrischen Behälters bei gleicher Sicherheit gegen Fließen und Wandstärke s sowie einer Festigkeit der Schweißnähte von $\rho_F = 0,7 \cdot \sigma_F$

3. Aufgabe SCHIEFE BIEGUNG

Ein gelenkig gelagerter Balken ist wie dargestellt mit den Streckenlasten q und einer Punktlast F belastet.



Gegeben:

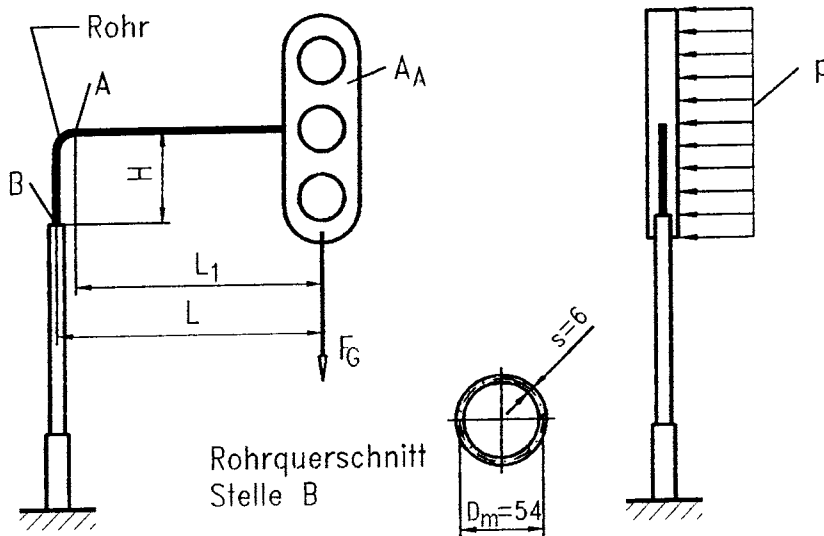
$L_1 = 0,5 \text{ m}$
 $L_2 = 1,5 \text{ m}$
 $L_3 = 2,0 \text{ m}$
 $L = 2,5 \text{ m}$
 $a = 0,5 \text{ m}$
 $F = 5 \text{ kN}$
 $q = 10 \text{ kN/m}$

Gesucht:

- 3.1 Auflagerkräfte in B und C
- 3.2 Querkraft- und Biegemomentenverlauf von A bis D
- 3.3 Flächenträgheitsmomente I_y und I_z
- 3.4 Maximale Biegespannung im Balken

4. Aufgabe ZUSAMMENGESETZTE BEANSPRUCHUNG

Eine Ampel mit der Fläche A_A wird durch eine Flächenlast p (verursacht durch Wind) und ihre Gewichtskraft F_G belastet.



Gegeben:

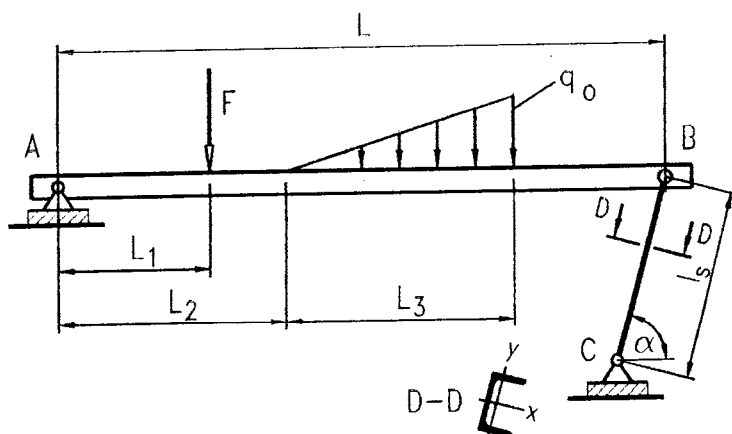
F_G	=	485 N
p	=	0,0125 bar
A_A	=	0,4 m ²
H	=	1,00 m
L_1	=	2,25 m
L	=	2,50 m

Gesucht:

- 4.1 Für die Stelle A: Res. Moment M_{res} und Außendurchmesser D des Rohres. Innen- $\varnothing$ /Außen- $\varnothing$ $d/D = 0,8$ - $\sigma_{zul} = 125 \text{ N/mm}^2$
- 4.2 Für die Stelle B: Sicherheit S_F gegen Fließen bei einer Biegegrenze von $\sigma_{bF} = 330 \text{ N/mm}^2$

5. Aufgabe KNICKUNG

Die dargestellte Tragkonstruktion wird durch die Kraft F und eine dreiecksförmige Streckenlast (Maximalwert: q_0) belastet.



Gegeben:

F	=	60000 N
q_0	=	16000 N/m
L	=	4,0 m
L_1	=	1,0 m
L_2	=	1,5 m
L_3	=	1,5 m
α	=	75 °

Profildaten:

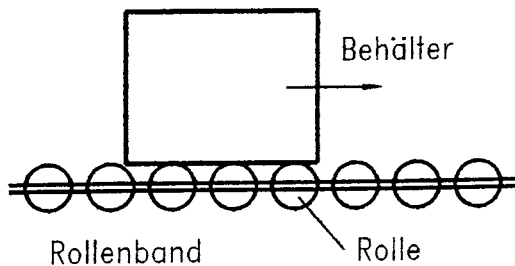
I_x	=	106 cm ⁴ , I_y	=	19,4 cm ⁴
A	=	11,0 cm ² , Mat.:	=	St 37
E	=	2,1 · 10 ⁵ N/mm ²		

Gesucht:

- 5.1 Kraft im Lager C des Balkens
- 5.2 Stablänge l_s für eine angestrebte Knicksicherheit $S_K = 10$
- 5.2 Knickspannung σ_K und vorhandene Knicksicherheit S_{Kvorh}
- 5.3 Länge l' des Stabes, damit die Sicherheit S_K erreicht wird

6. Aufgabe DAUERFESTIGKEIT

Über das skizzierte Rollenband werden in gleichmäßigen Abständen Behälter transportiert. Die einzelnen Rollen werden durch das anteilige Behältergewicht F sowie durch ihr Eigengewicht F_R belastet.

Gegeben:

$$F = 5000 \text{ N}$$

$$F/F_R = 6$$

$$L = 1 \text{ m}$$

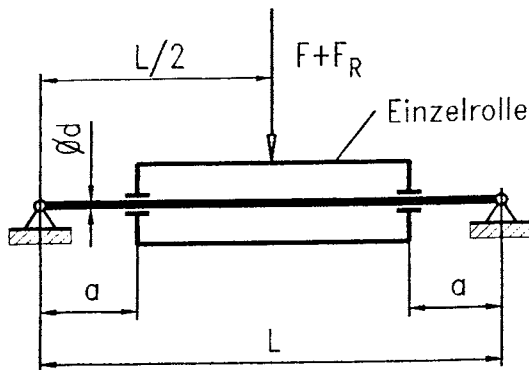
$$L/a = 10$$

Für die Lagerstellen der Rollen:

$$\text{Kerbfaktor } \beta_K = 1,4$$

$$\text{Oberfl.beiwert } b_1 = 0,8$$

$$\text{Größenbeiwert } b_2 = 0,9$$

Gesucht:

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm für die Lagerstellen der Rollen und Skizze des zeitlichen Spannungsverlaufes
- 6.2 Gestaltfestigkeit σ_e für den Fall, daß das Rollengewicht in einem festen Verhältnis zum Behältergewicht steht
- 6.3 Erforderlicher Achsdurchmesser d , wenn für den Überlastungsfall nach 6.2 eine Sicherheit gegen Dauerbruch von $S_D = 2,5$ gefordert wird
- 6.4 Sicherheit gegen Dauerbruch der vorhandenen Konstruktion S_D' , wenn das Behältergewicht um 25 % erhöht wird

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

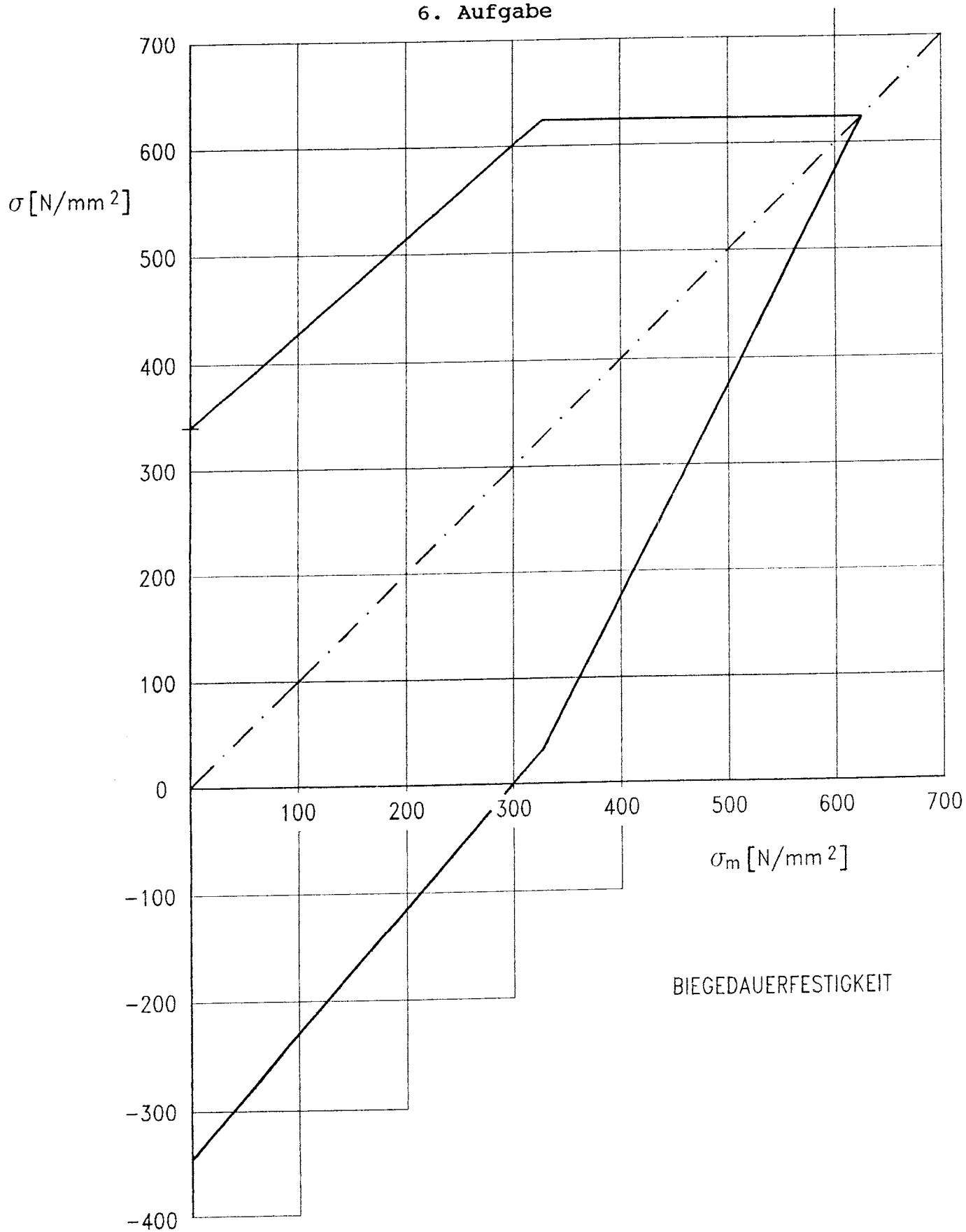
Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen

		B	F	C
Q				
M				
Q				
M				

Name: Vorname: Sem.:

S M I T H - D I A G R A M M

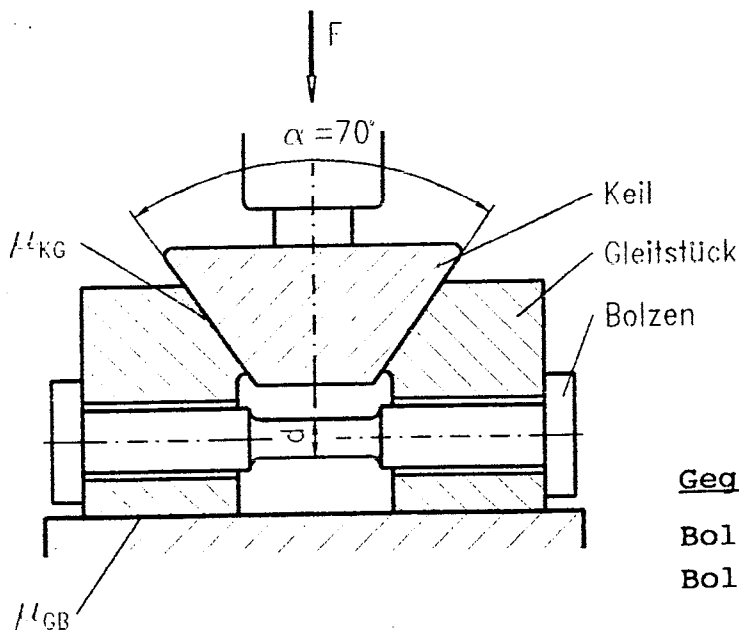
6. Aufgabe



HINWEIS: Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln. Gewichtskräfte sind zu vernachlässigen.

1. Aufgabe REIBUNG

Eine Maschine wird dadurch vor Überlastung geschützt, daß bei Erreichen eines bestimmten Wertes der Kraft F die Zugfestigkeit des Bolzens überschritten wird.



Gegeben:

Bolzendurchmesser $d = 12,35 \text{ mm}$
Bolzenmaterial St 34

Gesucht:

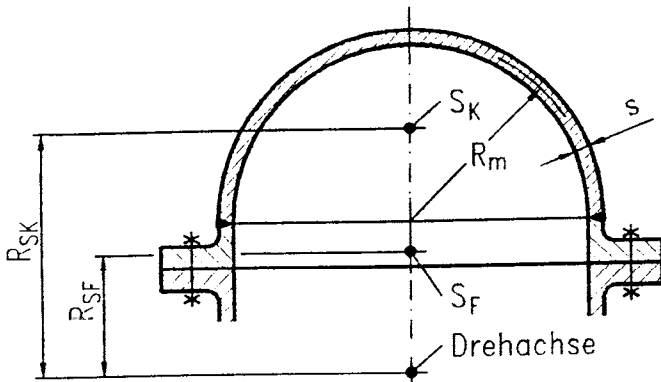
- 1.1 Kraft F_B im Bolzen, die zu dessen Bruch führt
- 1.2 Freischneiden des Systems und Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen $F = f(F_1, \alpha)$ und $F_B = f(F_1, \alpha)$
- 1.3 Unter Vernachlässigung der Reibung zwischen Gleitstück und Boden ($\mu_{GB} = 0$)
 - a) Erforderliche Kraft F , damit im Bolzen die Kraft F_B auftritt. Reibungskoeffizient Keil/Gleitstück $\mu_{KG} = 0,1$
 - b) Keilwinkel α_0 , bei dem bei einem Haftreibungskoeffizienten Keil/Gleitstück von $\mu_{KG0} = 0,3$ die Vorrichtung ohne Wirkung bleibt

2. Aufgabe

ROTIERENDER DRUCKBEAUFSCHLAGTER BEHÄLTER

SS 1994

Das als Halbkugel ausgeführte Oberteil des Behälters ist mit einem Flansch verschweißt, der mittels Schrauben mit der Antriebseinheit verbunden ist.



Gegeben:

Behälterdruck $p = 20,2 \text{ bar}$
Mittl. Kugelradius $R_m = 252,5 \text{ mm}$
Wandstärke $s = 5 \text{ mm}$

Schwerpunktsabstände:

Masse Halbkugel $R_{SK} = 2265 \text{ mm}$
Masse Flansch $R_{SF} = 2115 \text{ mm}$

Es ist mit R_m zu rechnen!

Gesucht:

2.1 Für eine Drehzahl $n = 1750 \text{ min}^{-1}$

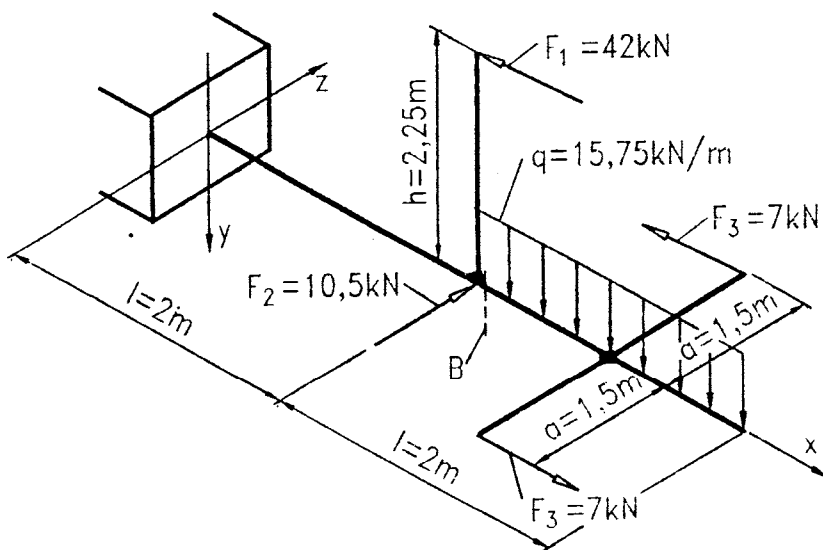
- Sicherheit gegen Fließen S_F in der Schweißnaht. Masse Halbkugel $m_K = 15,642 \text{ kg}$, Streckgrenze Schweißnaht $\rho_F = 300 \text{ N/mm}^2$
- Betriebskraft F_B pro Schraube auf die Flanschverbindung. Masse Flansch incl. Anteil Schrauben $m_{FS} = 8,075 \text{ kg}$, Anzahl Schrauben $n = 36$

2.2 Drehzahl n_B , bei der im drucklosen Zustand die Schweißnaht bei einer Zugfestigkeit von $\rho_B = 441 \text{ N/mm}^2$ zu Bruch geht

3. Aufgabe

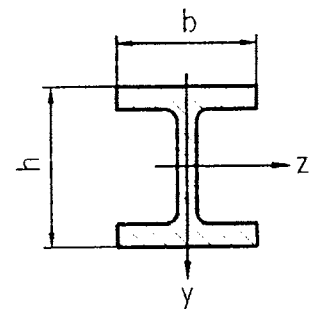
SCHIEFE BIEGUNG

Ein einseitig eingespannter Balken mit dem dargestellten Profil ist mit den Kräften F_1 , F_2 und F_3 sowie einer Streckenlast q belastet.



Profildaten:

$I_y = 6300 \text{ cm}^4$
 $I_z = 18270 \text{ cm}^4$
 $b = 300 \text{ mm}$
 $h = 290 \text{ mm}$



Gesucht:

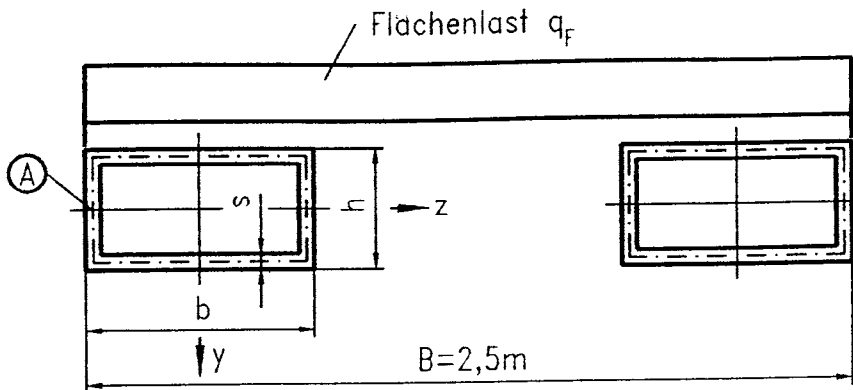
- Kräfte A_x , A_y und A_z an der Einspannstelle des Balkens
- Querkraft- und Momentenverlauf für den Balken (qualitativ)
- Größe der im Balken max. auftretenden Biegespannung σ_{Bmax} und Spannung σ_B in der oberen rechten Randfaser des Profils an der Stelle B ($x_B = 2\text{m}$) des Balkens

4. Aufgabe

DÜNNWANDIGES PROFIL

SS 1994

Die beiden Kastenprofile, deren Länge $L = 0,8 \text{ m}$ beträgt, sind einseitig fest eingespannt. Eine Platte mit der Flächenlast q_F , die an den Außenkanten der Profile abgestützt ist, hat die gleiche Länge L und schließt bündig mit den freien Profilenden ab.



Profildaten:

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$h = 80 \text{ mm}$$

$$s = 5 \text{ mm}$$

$$I_z = 225,36 \text{ cm}^4$$

Biegegrenze:

$$\sigma_{bF} = 270 \text{ N/mm}^2$$

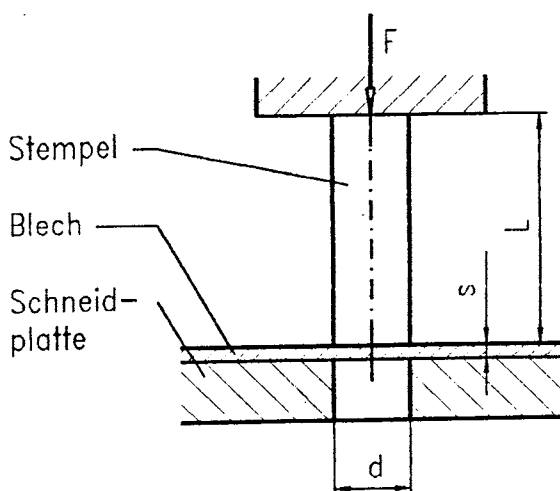
Gesucht für die Einspannstelle eines Kastenprofils:

- 4.1 Formulierung der Auflagerreaktionen $AR_i = f(q_F)$
- 4.2 Zulässige Flächenlast q_F für eine Sicherheit gegen Fließen von $S_F = 1,5$ in der oberen Randfaser
- 4.3 Für eine Flächenlast von $q_F = 25 \text{ kN/m}^2$: Sicherheit gegen Fließen $S_F(A)$ an der gekennzeichneten Stelle A des Profils (Bei Bedarf ist Linienschwerpunkt der Mittellinie des Profils ausreichend genau)

5. Aufgabe

KNICKUNG

Aus einem Blech mit der Dicke $s = 1 \text{ mm}$ werden kreisförmige Löcher mit dem Durchmesser $d = 12 \text{ mm}$ ausgestanzt.



Gegeben:

Scherfestigk. $\tau_a = 336 \text{ N/mm}^2$
Blech

Für den Stempel:

E-Modul $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

Prop.grenze $\sigma_P = 280 \text{ N/mm}^2$

Gesucht:

- 5.1 Erf. Kraft F zum Ausstanzen des Bleches, wenn das Stumpfwerden der Schneide mit einem Zuschlag von 25% zu berücksichtigen ist.
- 5.2 Länge L des Stempels für eine angestrebte Knicksicherheit $S_K = 3,3$
- 5.3 Vorhandene Knicksicherheit $S_{K\text{vorh}}$ (Bei Bedarf gilt: $\sigma_K = 462 - 2,3\lambda$)
- 5.4 Stempellänge L bei einer Druckspannung $\sigma_a = 140 \text{ N/mm}^2$ und $S_K = 3,3$

6. Aufgabe

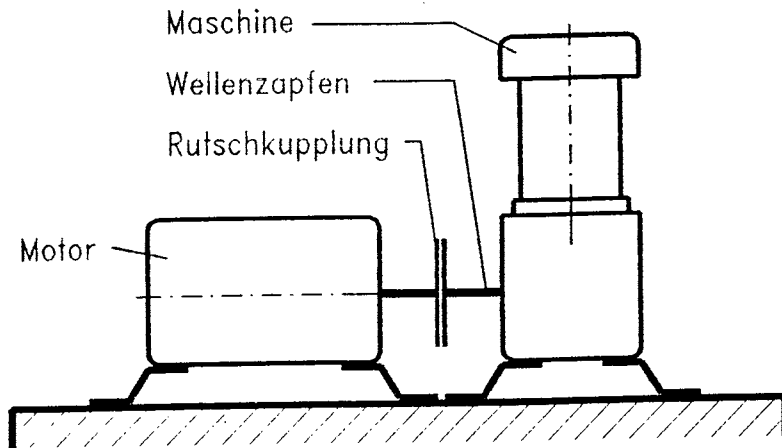
DAUERFESTIGKEIT

SS 1994

Das Antriebsmoment am Wellenzapfen einer Maschine schwankt zwischen

$$M_{\max} = 375 \text{ Nm und } M_{\min} = -75 \text{ Nm.}$$

Die Wellen von Antriebsmotor und Maschine sind durch eine Rutschkupplung miteinander verbunden.



Für den Wellenzapfen
gegeben:

Kerbfaktor $\beta_K = 1,62$

Oberfl.beiwert $b_1 = 0,95$

Größenbeiwert $b_2 = 0,85$

Gesucht:

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm für den Wellenzapfen
- 6.2 Wellezapfendurchmesser d für den Fall, daß bei einer Leistungssteigerung max. und min. Antriebsmoment um denselben Faktor erhöht werden und eine Sicherheit gegen Dauerbruch von $S_D = 2,8$ gefordert wird
- 6.3 Zum Nachweis der Dauerfestigkeit: Mittelwert des zu fahrenden Antriebsmomentes M_M sowie die entsprechenden Werte für das max. und min. Moment $M_{\max}$ und $M_{\min}$
- 6.4 Für einen Wellenzapfendurchmesser $d = 35 \text{ mm}$ und eine Sicherheit gegen Fließen von $S_F = 5$ im Wellenzapfen:
Erforderliches Auslösemoment M_R der Rutschkupplung bei einem Blockieren der Maschine

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

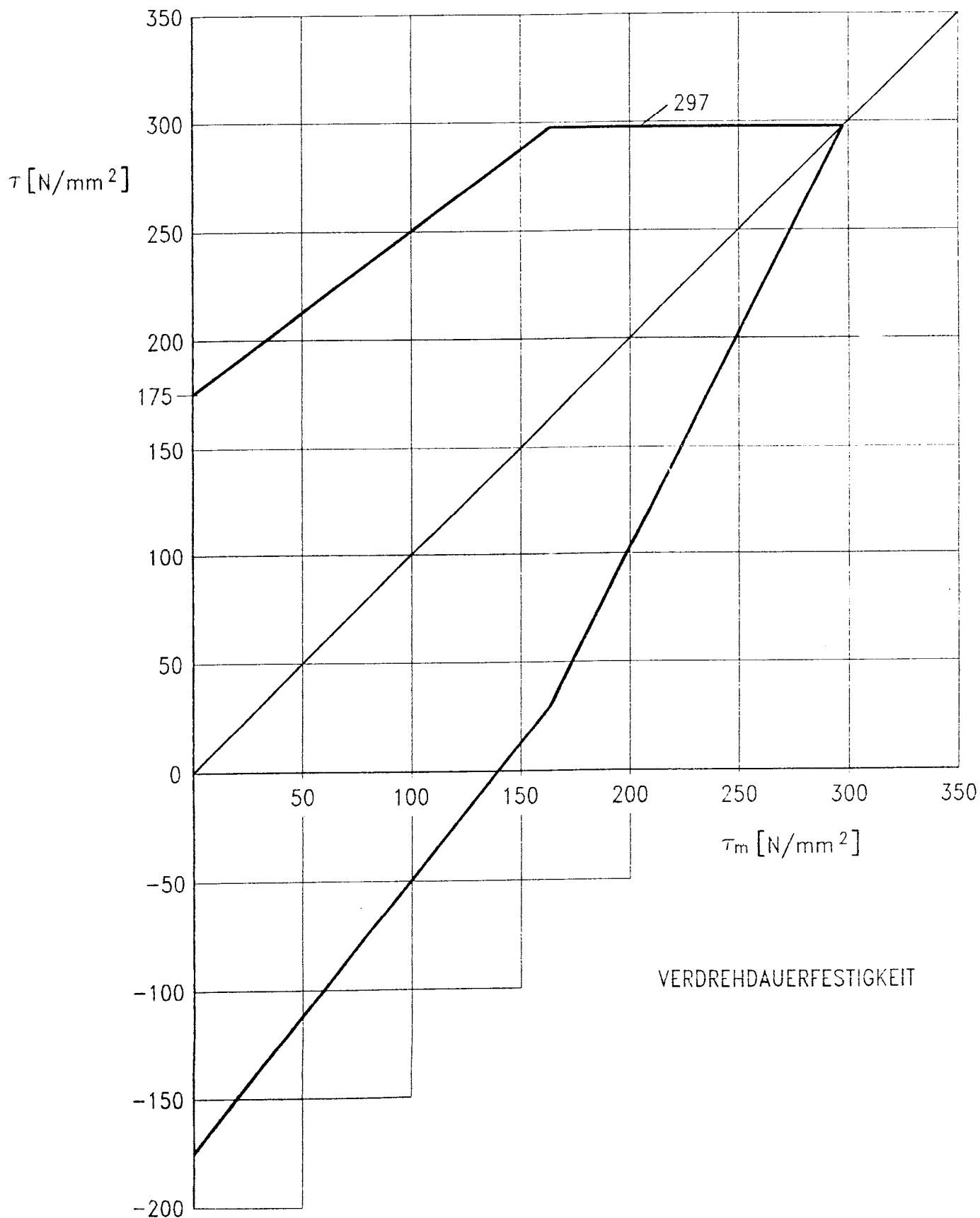
Q und M sind mit entsprechendem Ind x (y oder z) zu versehen

Q			
M			
Q			
M			

Name: Vorname: Sem.:

S M I T H - D I A G R A M M

6. Aufgabe



FACHHOCHSCHULE MÜNCHEN

FACHBEREICH 09 WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

TECHNISCHE MECHANIK

Dr. Schauer

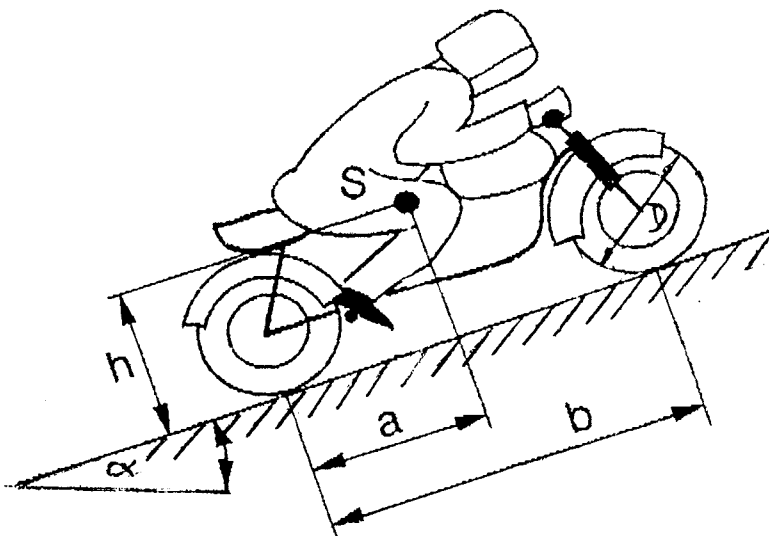
Hilfsmittel: Alle Unterlagen, Zeit: 90 min.

WS 1994/95

HINWEIS: Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln. Gewichtskräfte sind nur dann zu berücksichtigen, wenn sie explizit angegeben sind.

1. Aufgabe REIBUNG

Die Skizze zeigt einen Motorradfahrer, der an einer Steigung angehalten hat. Das Gesamtgewicht G von Fahrer und Motorrad wirkt im Schwerpunkt S .



Gegeben:

$a = 0,7 \text{ m}$
 $b = 1,8 \text{ m}$
 $h = 0,6 \text{ m}$
 $D = 0,5 \text{ m}$
 $G = 5000 \text{ N}$
 $\alpha = 20^\circ$

Gesucht:

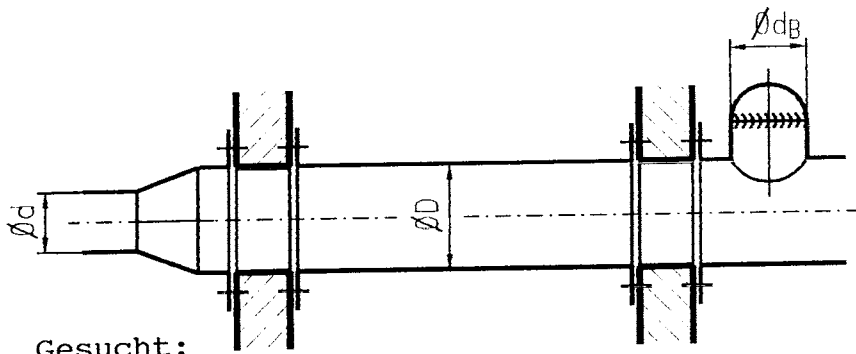
- 1.1 Freischneiden des Systems
- 1.2 Für das Anfahren erforderliche Moment am Rad der Hinterachse (HA) bei gelöster Bremse am Rad der Vorderachse (VA) $\rightarrow \mu_{VA} = 0$.
Kann dieses Moment bei $\mu_{HA} = 0,6$ sicher übertragen werden?
- 1.3 Die Vorderradbremse ist gelöst ($\mu_{VA} = 0$) und die Hinterradbremse ist blockiert: Reibwert μ_{HA} , bei dem das Motorrad zu rutschen beginnt.
- 1.4 Neigungswinkel α_0 , bei dem bei blockierten Bremsen an Vorder- und Hinterrad ($\mu_{VA} = \mu_{HA} = 0,6$) das Motorrad zu rutschen beginnt.

2. Aufgabe

DÜNNWANDIGES ROHR

WS 1994/95

Druckbeaufschlagte Stahlrohre sind wie dargestellt verlegt.



Gegeben:

Wandstärken $s = 2 \text{ mm}$
Durchmesser $d = 120 \text{ mm}$
 $D = 250 \text{ mm}$
 $d_B = 150 \text{ mm}$
Innendruck $p = 20 \text{ bar}$

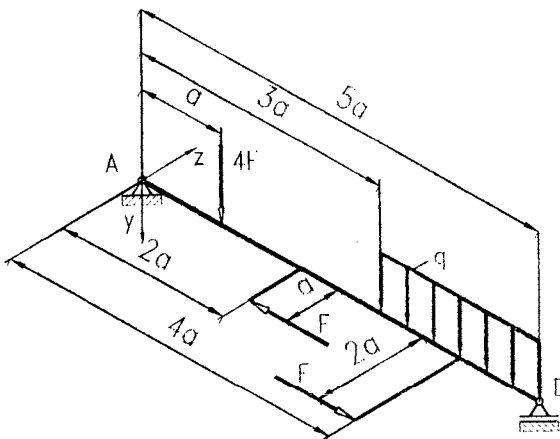
Gesucht:

- 2.1 Kraft F auf den Konus des linken Rohres
- 2.2 Zulässiger Druck p_{zul} auf den rechten Blindstutzen für eine Sicherheit gegen Fließen der Schweißnaht von $S_F = 2$, einer Streckgrenze des Grundmaterials von $R_e = 200 \text{ N/mm}^2$ und einer Festigkeitsminderung für die Schweißnaht von 25%
- 2.3 Erforderliche Streckgrenze R_e für das mittlere nahtlos gezogene Rohr, wenn eine Sicherheit gegen Fließen von $S_F = 2$ gefordert wird.
- 2.4 Die Rohre werden bei 20°C verlegt und im Betrieb auf -35°C abgekühlt: Sicherheit gegen Fließen S_F des mittleren Rohres bei einer Streckgrenze von $R_e = 250 \text{ N/mm}^2$ für dessen Material (E-Modul $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$, Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

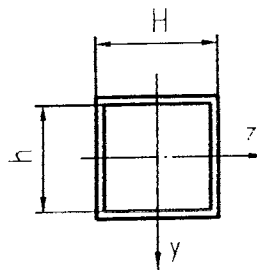
3. Aufgabe

SCHIEFE BIEGUNG

Ein zweiseitig statisch bestimmt gelagerter Träger mit zwei Seitenarmen und dem dargestellten quadratischen Hohlprofil wird mit Einzelkräften und einer Streckenlast wie dargestellt beaufschlagt.



Balkenquerschnitt



Gegeben:

$F = 10 \text{ kN}$
 $q = 10 \text{ kN/m}$
 $a = 1 \text{ m}$
 $h/H = 0,8$
Biegegrenze
 $\sigma_{BF} = 300 \text{ N/mm}^2$

Gesucht:

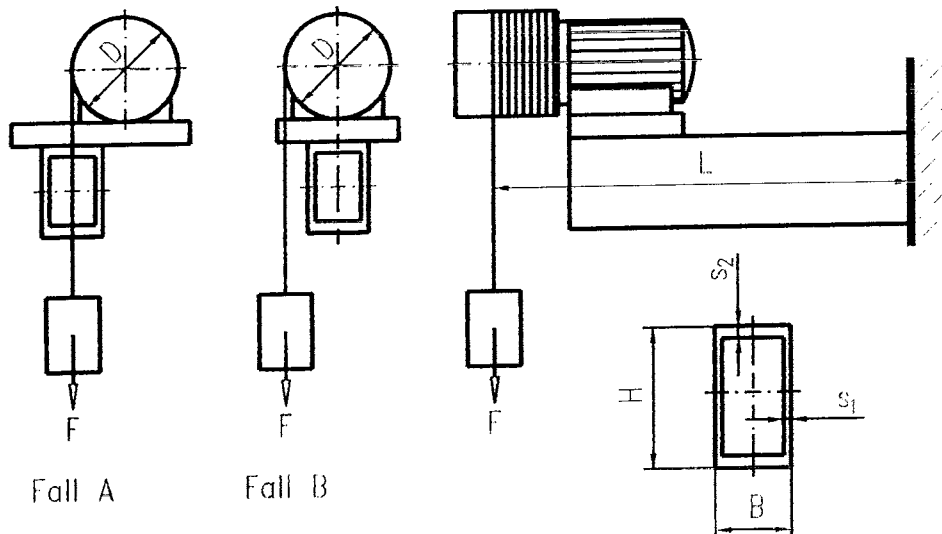
- 3.1 Auflagerreaktionen
- 3.2 Querkraft- (qualitativ) und Momentenverlauf (quantitativ) für den Balken
- 3.3 Stelle der max. Biegespannung am Balken und der max. Normalspannung am Profil. Kennzeichnen Sie diese Stellen in der Darstellung.
- 3.4 Erforderliche Kantenlänge H des Profils, wenn bei einer Sicherheit $S_F = 1,5$ gegen Fließen nur die Biegespannung berücksichtigt wird.

4. Aufgabe

DÜNNWANDIGES PROFIL

WS 1994/95

Das eingespannte dünnwandige Profil trägt an seinem freien Ende eine Platte mit Seilwinde.



$$D = 400 \text{ mm}$$

Profildaten:

$$B = 80 \text{ mm}$$

$$H = 150 \text{ mm}$$

$$S_1 = 5 \text{ mm}$$

$$S_2 = 10 \text{ mm}$$

Biegegrenze:

$$\sigma_{bF} = 320 \text{ N/mm}^2$$

Gesucht:

4.1 Das für die Belastung relevante Widerstandsmoment W_b gegen Biegung

4.2 Belastungsfall A:

Zulässige Länge L_{zul} für Kraft $F = 6880 \text{ N}$, Widerstandsmoment $W_b = 129 \text{ cm}^3$ und Sicherheit gegen Fließen $S_F = 3$

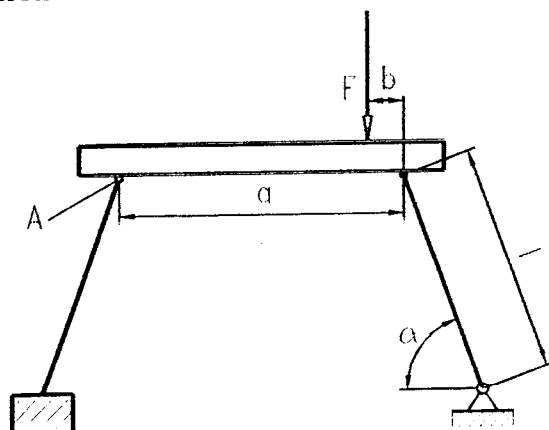
4.3 Belastungsfall B:

Zulässige Kraft F_{zul} für Länge $L = 2 \text{ m}$, Widerstandsmoment $W_b = 129 \text{ cm}^3$ und Sicherheit gegen Fließen $S_F = 1,6$

5. Aufgabe

KNICKUNG

Eine Hebebühne ist wie dargestellt belastet.



Gegeben:

$$F = 40 \text{ kN}$$

$$a = 1 \text{ m}$$

$$b = 0,1 \text{ m}$$

$$l = 0,8 \text{ m}$$

$$\alpha = 70^\circ$$

Stabmaterial St 37

$$E\text{-Modul } E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

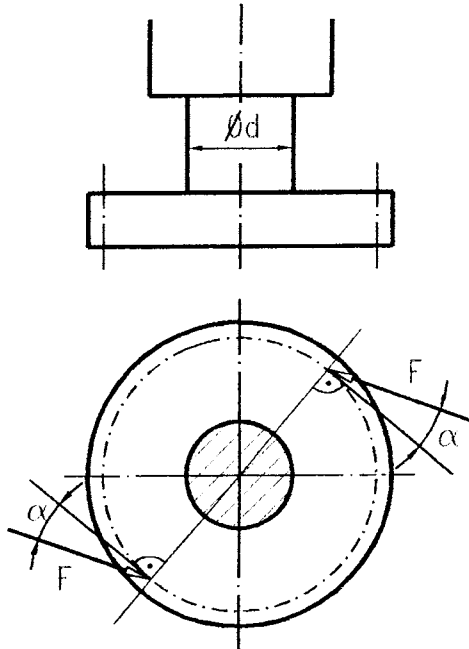
Gesucht:

5.1 Gelenkkraft A und Stabkraft S

5.2 Durchmesser d des Stabes (Rundprofil) für eine angestrebte Knicksicherheit $S_K = 5$ und vorhandene Knicksicherheit $S_{K\text{vorh}}$, wenn die Stabkraft $S = 38300 \text{ N}$ beträgt.

5.3 Zulässige Kraft F_{zul} , wenn bei einem Stabdurchmesser $d = 30 \text{ mm}$ die Knicksicherheit $S_K = 5$ betragen muß.

Das dargestellte Zahnrad treibt zwei Zahnräder so an, daß ein Kräftepaar auftritt. Die Drehrichtung wird **abwechselnd** geändert. Der Betrag des Verhältnisses der übertragenen Drehmomente für Links- und Rechtslauf beträgt immer $|M_{li}/M_{re}| = 2$.

Gegeben:

$$M_{li} = 20 \text{ kNm}$$

Für den Wellenabsatz:

Durchmesser $d = 125 \text{ mm}$

Kerbfaktor für

Wechselbelastung $\beta_{KW} = 1,375$

Schwellbelastung $\beta_{KSch} = 1,2$

Oberfl.beiwert $b_1 = 0,90$

Größenbeiwert $b_2 = 0,86$

Gesucht:

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm für den Wellenzapfen
- 6.2 Skizze Drehmomentenverlauf über der Zeit
- 6.3 Gestaltfestigkeit τ_{tG} und Sicherheit gegen Dauerbruch S_D
- 6.4 Max. zulässiges Drehmoment M_{li} für eine Sicherheit gegen
 - a) Dauerbruch von $S_D = 1$ und b) Fließen von $S_F = 1,5$

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

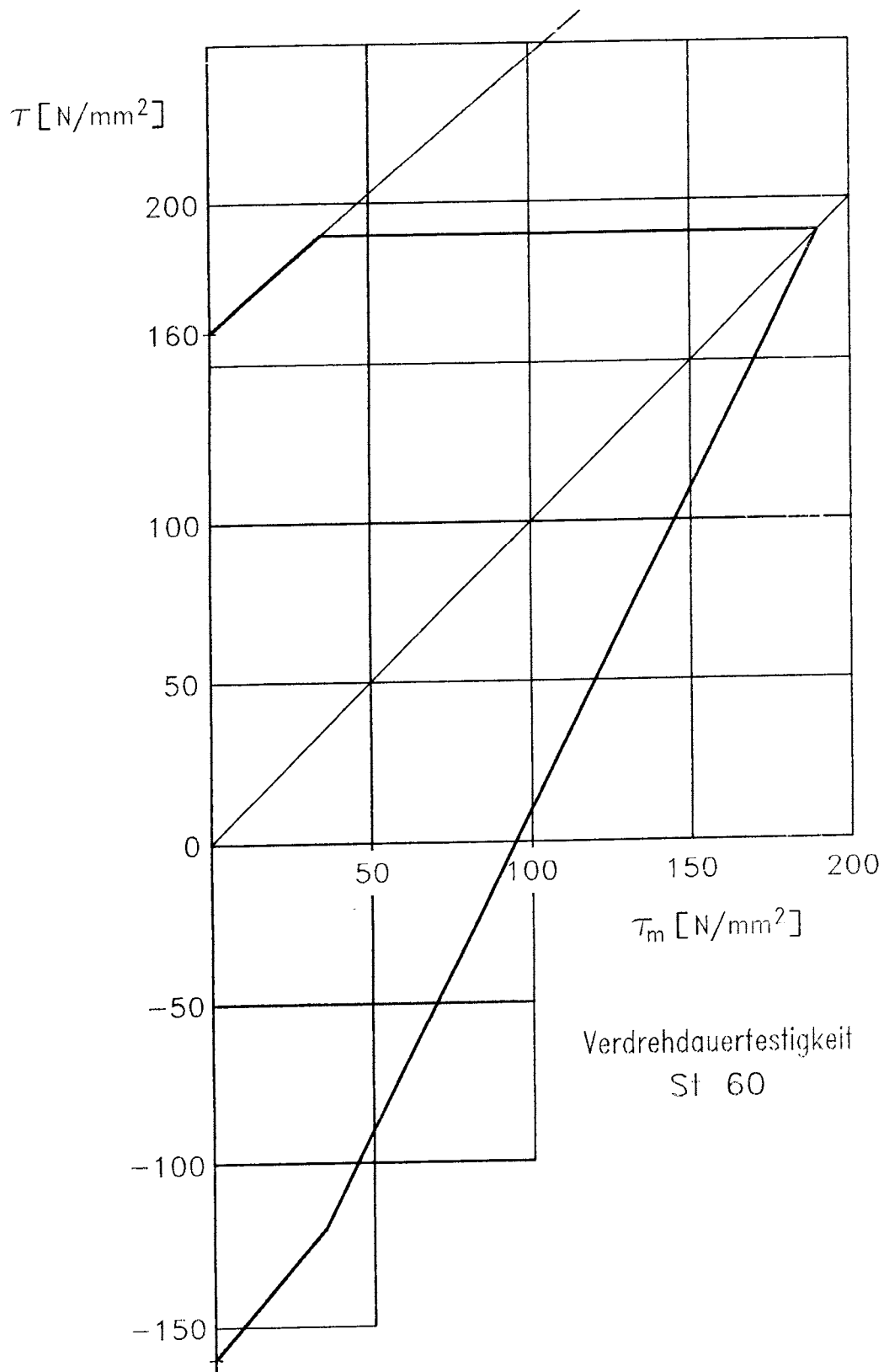
Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu verstehen

Q					
M					
Q					
M					

Name: Vorname: Sem.:

S M I T H - D I A G R A M M

6. Aufgabe



FACHHOCHSCHULE MÜNCHEN

FACHBEREICH 09 WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

TECHNISCHE MECHANIK

Dr. Schauer

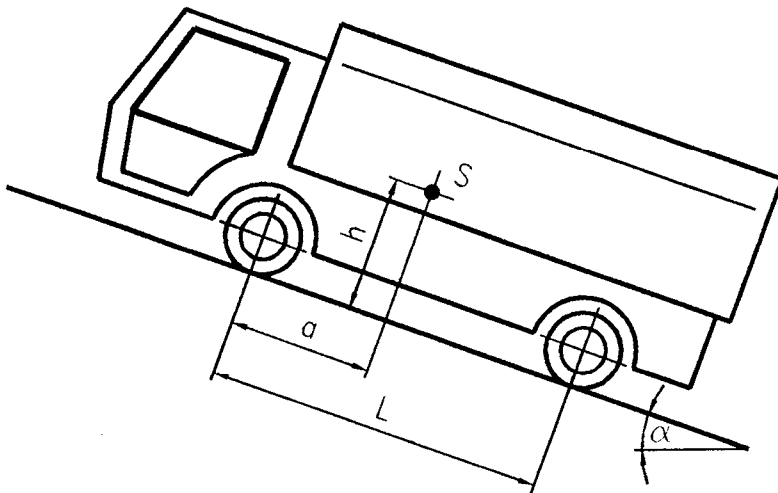
Hilfsmittel: Alle Unterlagen, Zeit: 90 min.

SS 1995

Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln. Gewichtskräfte sind nur dann zu berücksichtigen, wenn sie explizit angegeben sind. Schubspannungen infolge Querkraft sind zu vernachlässigen.

1. Aufgabe REIBUNG

Die Skizze zeigt ein Fahrzeug, das an einer Steigung angehalten hat. Das Gesamtgewicht G von Fahrzeug und Ladung wirkt im Schwerpunkt S .



Gegeben:

$$\begin{aligned} a &= 1,75 \text{ m} \\ L &= 4,20 \text{ m} \\ h &= 1,66 \text{ m} \\ G &= 100 \text{ kN} \\ \alpha &= 14^\circ \end{aligned}$$

Gesucht:

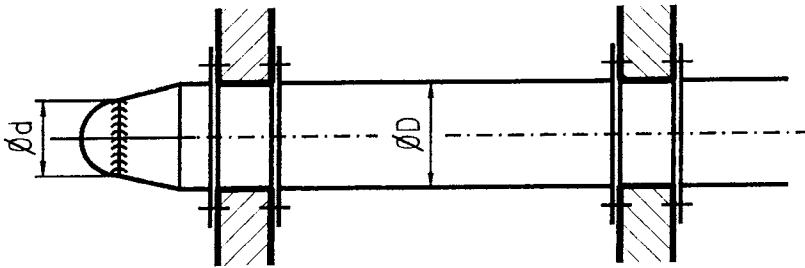
- 1.1 Achslast für Vorder- und Hinterachse F_{NVA} und F_{NHA}
- 1.2 Min. erforderlicher Reibwert μ_{min} zwischen Reifen und Straße, damit das Fahrzeug bei blockierten Bremsen an Vorder- und Hinterachse in seiner Position bleibt.
- 1.3 Vor dem Anfahren werden die Vorderradbremmen gelöst ($\mu_{VA} = 0$), die Hinterradbremmen sind blockiert: Mit welcher Sicherheit S_R (Rutsicherheit) bleibt das Fahrzeug bei einem Reibwert $\mu_{HA} = 0,72$ stehen? (Notw. falls ist die relevante Normalkraft über $F_{NVA} = 47 \text{ kN}$ zu bestimmen.)
- 1.4 Wie groß muß der Reibwert μ_{AHA} mindestens sein, damit das zum Anfahren erforderliche Moment an den Rädern der Hinterachse übertragen werden kann?

2. Aufgabe

DÜNNWANDIGES ROHR

SS 1995

Druckbeaufschlagte Stahlrohre sind wie dargestellt verlegt.



Gegeben:

Wandstärken	$s = 2 \text{ mm}$
Durchmesser	$d = 150 \text{ mm}$
	$D = 250 \text{ mm}$
Nennndruck	$p = 20 \text{ bar}$
Streckgrenze	$R_e = 250 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$R_m = 400 \text{ N/mm}^2$

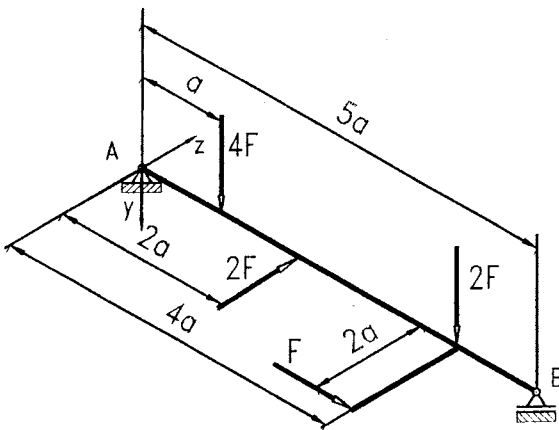
Gesucht:

- 2.1 Kraft F auf die Schrauben des li.(abgedichteten) Abschlußflansches
- 2.2 Min. erforderliche Wandstärkr $s_{\min}$ des angeschweißten Rohrverschlusses: Sicherheit gegen Fließen in der Schweißnaht $S_F = 2$, max. zulässiger Druck $p_{\max} = 40 \text{ bar}$, die Festigkeitsminderung der Schweißnaht beträgt 20%.
- 2.3 Sicherheit gegen Fließen in der Schweißnaht S_{FS} und im mittleren nahtlos gezogenen Rohr S_{FR} bei Nennndruck.
- 2.4 Welches Bauteil - Rohrverschluß mit 20%-iger Festigkeitsminderung für die Schweißnaht oder mittleres Rohr - ist maßgebend für die Höhe des Berstdruckes?

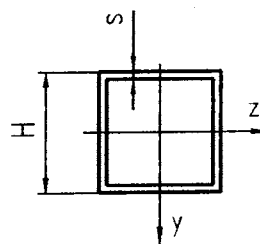
3. Aufgabe

SCHIEFE BIEGUNG

Ein zweiseitig statisch bestimmt gelagerter Träger mit einem Seitenarm und dem dargestellten quadratischen Hohlprofil wird mit Einzelkräften wie dargestellt beaufschlagt.



Balkenquerschnitt



Gegeben:

$F = 10 \text{ kN}$
$a = 1 \text{ m}$
$H = 155 \text{ mm}$
Biegegrenze
$\sigma_{bF} = 300 \text{ N/mm}^2$

Gesucht:

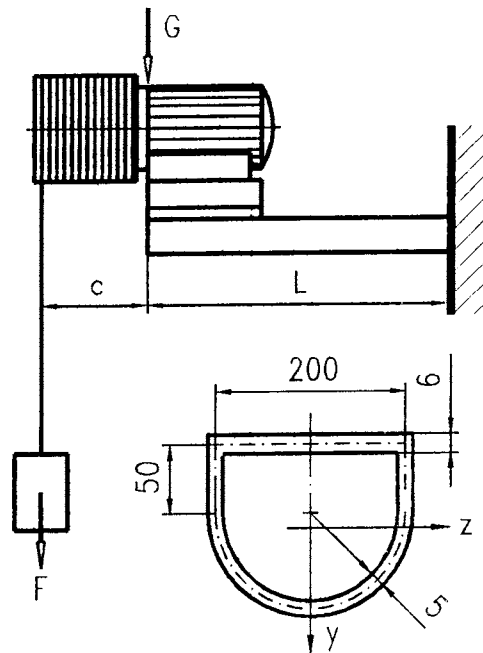
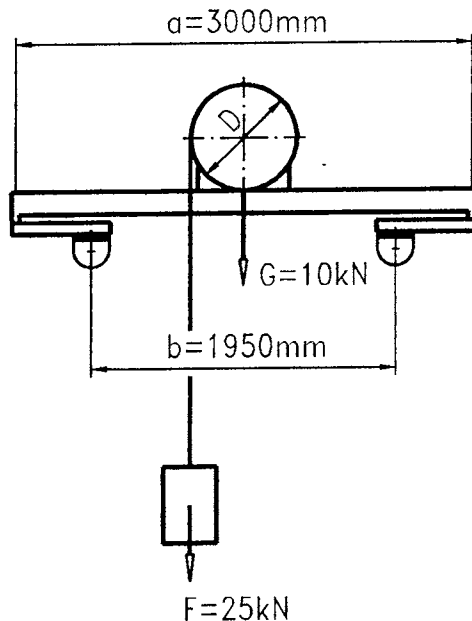
- 3.1 Auflagerreaktionen
- 3.2 Querkraft- (qualitativ) und Momentenverlauf (quantitativ) für den Balken
- 3.3 Stelle der max. Biegespannung am Balken und der max. Normalspannung am Profil. Kennzeichnen Sie diese Stellen in der Darstellung.
- 3.4 Erforderliches Verhältnis s/H (Wandstärke/Kantenlänge) des Profils, wenn bei einer Sicherheit $S_F = 1,5$ gegen Fließen nur die Biegespannung zu berücksichtigen ist.

4. Aufgabe

DÜNNWANDIGES PROFIL

SS 1995

Die eingespannten dünnwandigen Profile tragen an ihrem freien Ende eine Platte mit Seilwinde. Die Fragen beziehen sich auf die Einspannstelle.



$$D = 500 \text{ mm}$$

$$c = 635 \text{ mm}$$

Profildaten:

$$I_z = 1040 \text{ cm}^4$$

Biegegrenze:

$$\sigma_{bF} = 325 \text{ N/mm}^2$$

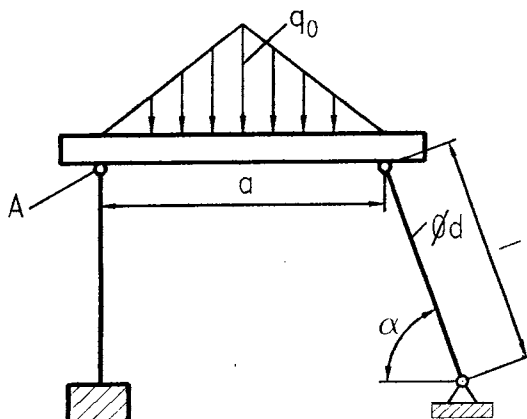
Gesucht:

- 4.1 Das für die Belastung relev. min. Widerstandsmoment W_b gegen Biegung - Mittellinien-Schwerpunkt des Profils ist ausreichend genau.
- 4.2 Im Profil max. auftretende Torsionsspannung τ_{tmax}
- 4.3 Max. zul. Länge L bei einer Sicherheit gegen Fließen von $S_F = 1,25$, notw.falls ist mit $W_b = 115 \text{ cm}^3$ und $\tau_{tmax} = 40 \text{ N/mm}^2$ zu rechnen.

5. Aufgabe

KNICKUNG

Die skizzierte Plattform ist mit einer Streckenlast beaufschlagt.



Gegeben:

$$q_0 = 55 \text{ kN/m}$$

$$a = 2 \text{ m}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

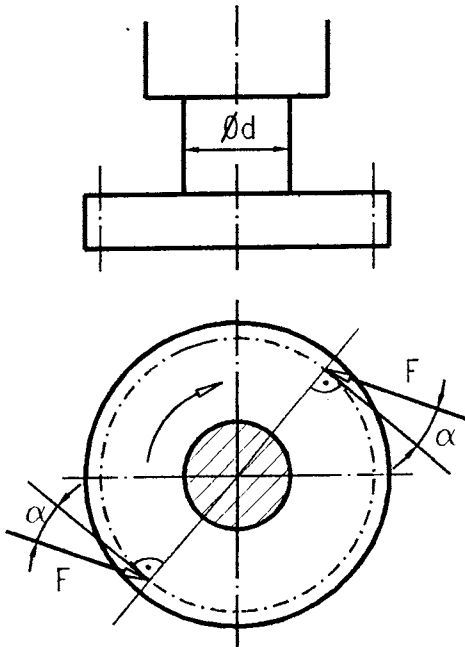
$$\alpha = 69,8^\circ$$

Stabmaterial St 37

Gesucht:

- 5.1 Stabkraft S und Gelenkkraft A
- 5.2 Länge l des Stabes mit dem Durchmesser d für eine angestrebte Knicksicherheit $S_K = 5$ und vorhandene Knicksicherheit S_K' , wenn die Stabkraft $S = 29300 \text{ N}$ beträgt.
- 5.3 Zulässige Last q_{0zul} , wenn bei einer Stablänge von $l = 0,75 \text{ m}$ die Knicksicherheit $S_K = 5$ betragen muß.

Das dargestellte Zahnrad treibt zwei Zahnräder so an, daß ein Kräftepaar auftritt. Bei konstanter Drehzahl schwankt die Leistungsaufnahme im Verhältnis $P_{\max}/P_{\min} = 5:1$.

Gegeben:

$$M_{\max} = 25 \text{ kNm}$$

Für den Wellenabsatz:

Kerbfaktor für

$$\text{Wechselbelastung } \beta_{\text{kw}} = 1,375$$

$$\text{Schwellbelastung } \beta_{\text{ksch}} = 1,2$$

$$\text{Oberfl.beiwert } b_1 = 0,90$$

$$\text{Größenbeiwert } b_2 = 0,86$$

Gesucht:

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm für den Wellenzapfen und Skizze des Drehmomentenverlaufs über der Zeit
- 6.2 Gestaltfestigkeit τ_{tg} und Wellenzapfendurchmesser d für eine Sicherheit gegen Dauerbruch von $S_D = 1,5$
- 6.3 Sicherheit S_F gegen Fließen für einen Wellenzapfendurchmesser von $d = 100 \text{ mm}$
- 6.4 Max. zulässiges Drehmoment $M_{\max \text{zul}}$ für eine Sicherheit gegen Dauerbruch von $S_D = 1$ und die dabei vorhandene Sicherheit gegen Fließen S_F'

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

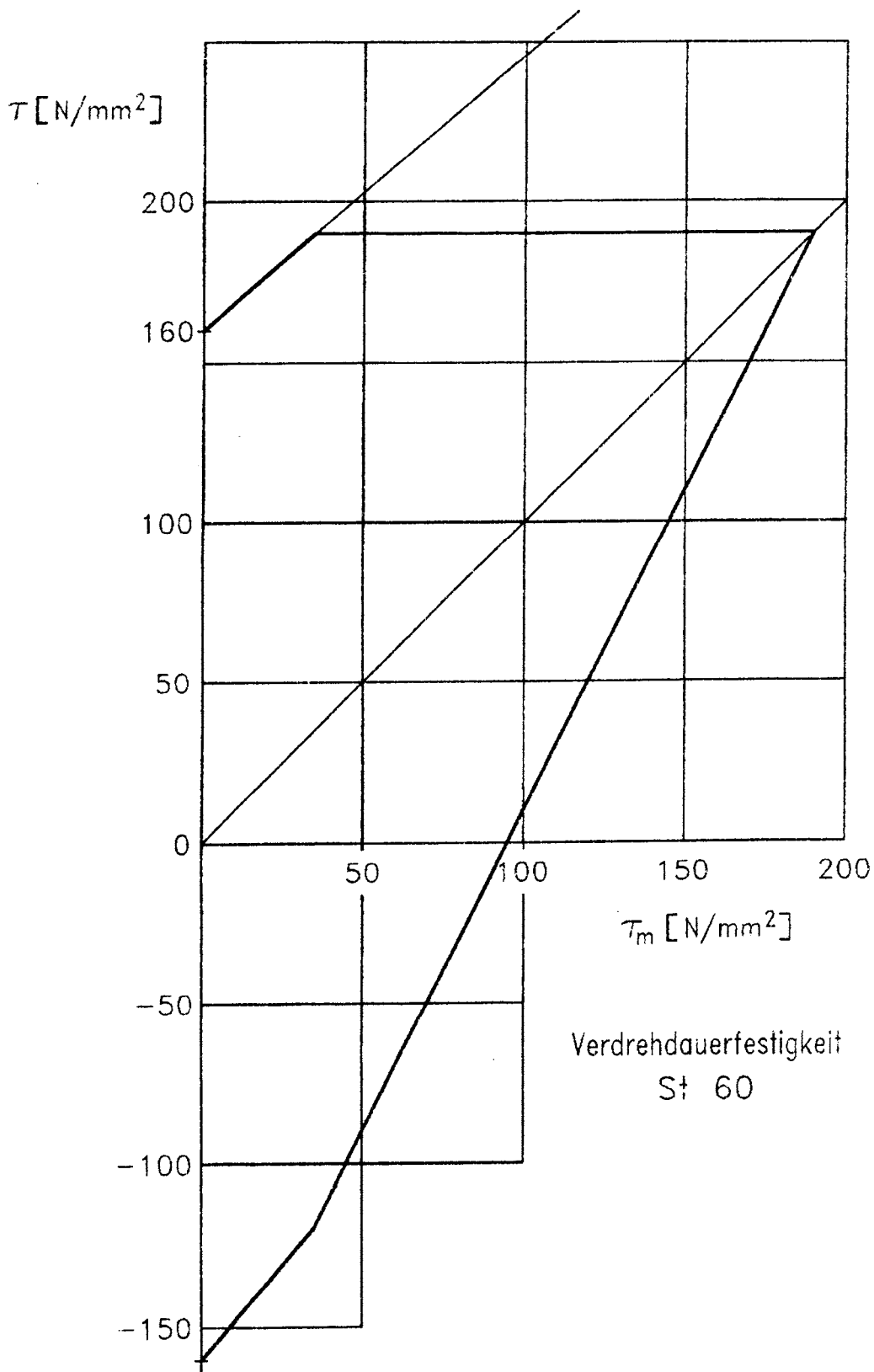
Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen

Q					
M					
Q					
M					

Name: Vorname: Sem.:

S M I T H - D I A G R A M M

6. Aufgabe



FACHHOCHSCHULE MÜNCHEN

FACHBEREICH 09 WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

TECHNISCHE MECHANIK

Dr.Schauer

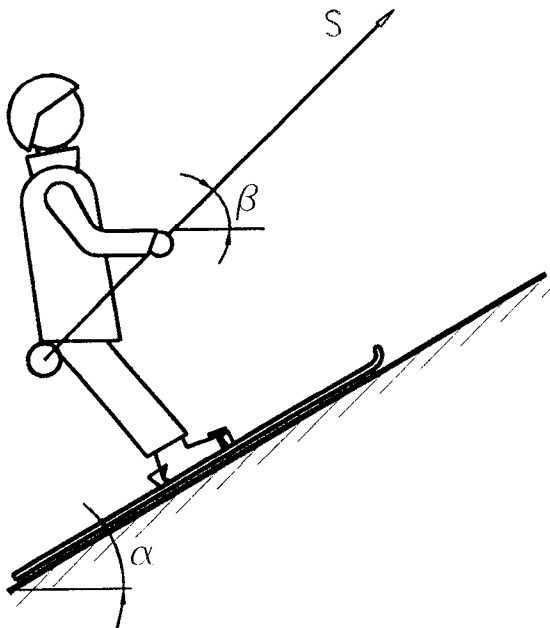
Hilfsmittel: Alle Unterlagen, Zeit: 90 min.

WS 1995/96

Bei zusammengesetzter Beanspruchung sind Vergleichsspannungen mittels Gestaltänderungshypothese zu ermitteln. Gewichtskräfte sind nur dann zu berücksichtigen, wenn sie explizit angegeben sind.

1. Aufgabe REIBUNG

Ein Skifahrer mit dem Körpergewicht G wird an einem Schlepplift bergauf gezogen.



Gegeben:

Körpergewicht $G = 800 \text{ N}$

Steigungswinkel $\alpha = 30^\circ$

Seilwinkel $\beta = 45^\circ$

Reibungszahlen Ski/Piste:

Haftreibungszahl $\mu_o = 0,13$

Gleitreibungszahl $\mu = 0,10$

Gesucht:

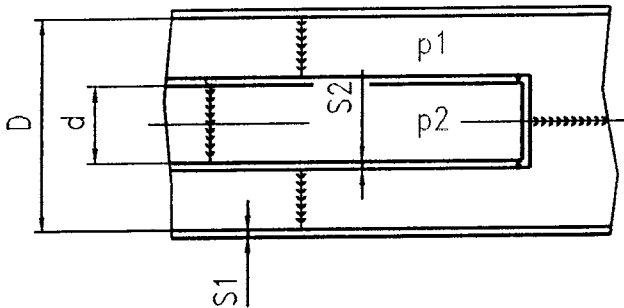
- 1.1 Seilkraft S_o beim Anfahren und Druck auf den Ski (Normalkraft F_N) beim gleichförmigen Hochgleiten
- 1.2 Steigungswinkel α_o , bei dem der Skifahrer gerade noch nicht abrutscht, wenn der Lift angehalten und das Seil nicht belastet wird.
- 1.3 Beschleunigung b des Skifahrers, wenn er nach Überwindung der Haftreibung den Hang (Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$) hinunterfährt.

2. Aufgabe

DÜNNWANDIGES ROHR UND BEHÄLTER

WS 1995/96

Ein Rohr zum Erwärmen einer Flüssigkeit ist in einen Behälter montiert. Das System ist mit den Drücken p_1 und p_2 beaufschlagt. Das Rohr ist nahtlos gezogen und quergeschweißt, der Behälter ist quer- und längsgeschweißt.



Gegeben:

Rohrdurchmesser $d = 120 \text{ mm}$
Behälterdurchm. $D = 240 \text{ mm}$
Streckgrenze $R_e = 200 \text{ N/mm}^2$
Rohr- und Behältermat.
Streckgrenze $\rho_F = 0,4 \cdot R_e$
d. Schweißnähte
Drücke: $p_1 = 10 \text{ bar}$, $p_2 = 30 \text{ bar}$

Gesucht:

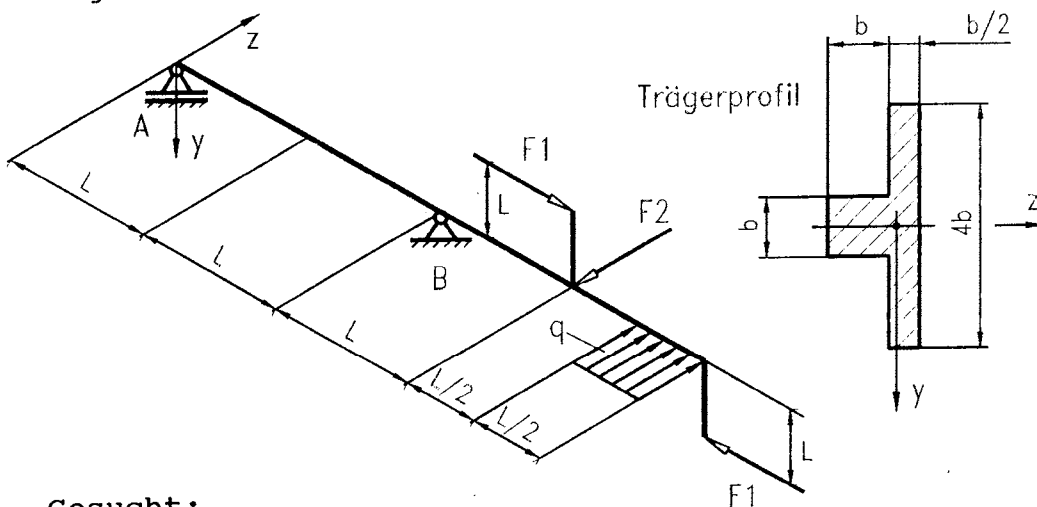
- 2.1 Verhältnis der Wandstärken Behälter/Rohr s_1/s_2 bei gleicher Sicherheit gegen Fließen und Wandstärke des Rohres s_2 bei einer Sicherheit gegen Fließen von $S_F = 2$
- 2.2 Druck p_B , bei dem die Schweißnaht des Rohrdeckels bricht. Zugfestigkeit der Schweißnaht $\rho_B = 150 \text{ N/mm}^2$
- 2.3 Verlängerung des Behälters (Länge $L = 5 \text{ m}$) infolge Druckbelastung und Erwärmung.
 $E\text{-Modul } E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$, Temp.erhöhung $\Delta T = 75,5^\circ \text{C}$, Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

3. Aufgabe

SCHIEFE BIEGUNG



Ein räumlich mit den Kräften F_1 und F_2 sowie einer Streckenlast q belasteter Träger ist in den Punkten A und B gelenkig gelagert.



Gegeben:

$F_1 = 5 \text{ kN}$
 $F_2 = 8 \text{ kN}$
 $q = 16 \text{ kN/m}$
 $L = 1 \text{ m}$
 $b = 60 \text{ mm}$
 $\sigma_{bzul} = 200 \text{ N/mm}^2$

Gesucht:

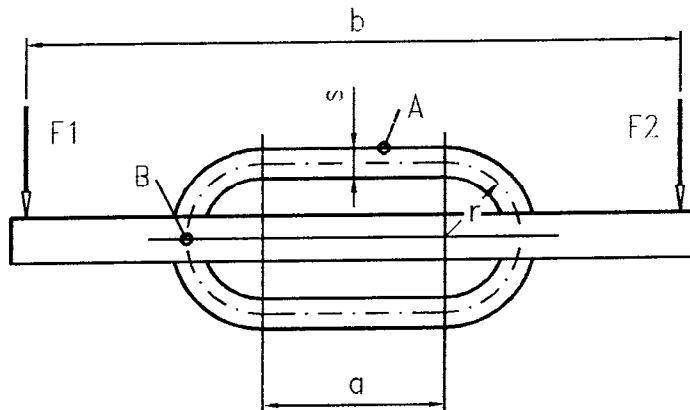
- 3.1 Auflagerreaktionen sowie Querkraft- und Biegemomentenverlauf für den Träger
- 3.2 Flächenträgheitsmomente I_y und I_z des Trägers
- 3.3 Max. im Träger-Profil auftretende Biegespannung. Ist der Träger ausreichend dimensioniert?

4. Aufgabe

DÜNNWANDIGES PROFIL

WS 1995/96

Die Skizze zeigt einen eingespannten Träger (Hohlprofil), an dessen freier Stirnseite ein mit den Kräften F_1 und F_2 belastetes Flacheisen angeschweißt ist. Die Fragen beziehen sich auf die Einspannstelle. Angriffspunkt der Kräfte F_1 und F_2 von der Einspannstelle: $L = 985 \text{ mm}$.



Gegeben:

$$F_1 = 6 \text{ kN}$$

$$F_2 = 2 \text{ kN}$$

$$b = 700 \text{ mm}$$

Profildaten:

$$r = 30 \text{ mm}$$

$$a = 70 \text{ mm}$$

$$s = 10 \text{ mm}$$

$$I_z = 214,3 \text{ cm}^4$$

Biegegrenze:

$$\sigma_{bF} = 325 \text{ N/mm}^2$$

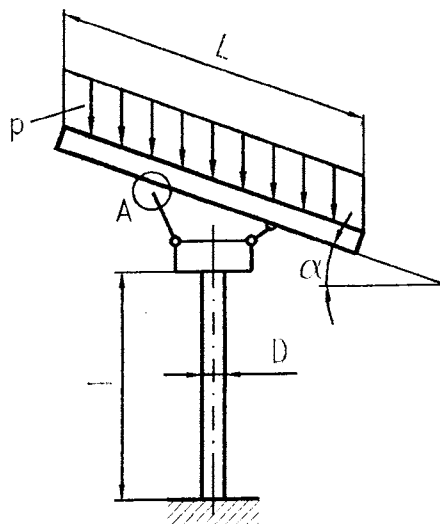
Gesucht:

- 4.1 Sicherheit S_{FA} gegen Fließen des Trägermaterials im Punkt A des Profils
- 4.2 Sicherheit S_{FB} gegen Fließen des Trägermaterials im Punkt B des Profils (ggf. ist mit dem Linienschwerpunkt der Profilmittellinie zu rechnen)

5. Aufgabe

KNICKUNG

Eine Überdachung, die durch eine über die Dachfläche konstante Schneelast p belastet ist, wird durch zwei im Boden eingespannte Rohre gehalten.



Gegeben:

$$\text{Schneelast } p = 500 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Dachlänge } L = 5,5 \text{ m}$$

$$\text{Dachbreite } B = 10 \text{ m}$$

$$\text{Dachneigung } \alpha = 23^\circ$$

$$\text{Rohrlänge } l = 4 \text{ m}$$

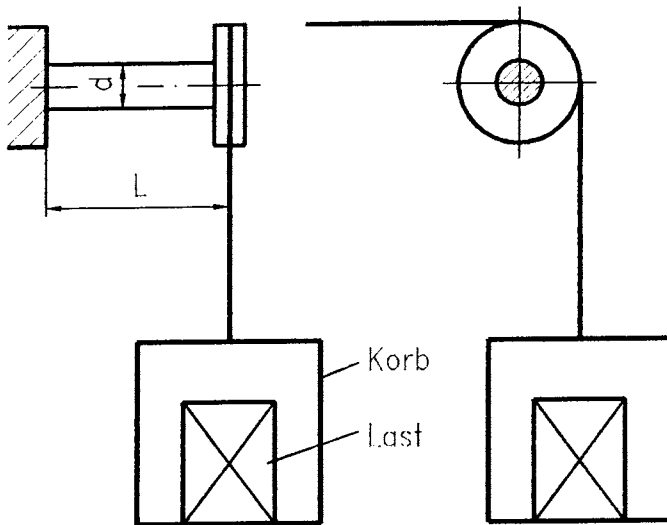
$$\text{Rohraußen } \varnothing D = 100 \text{ mm}$$

Rohrmaterial: St 37

Gesucht:

- 5.1 Notwendige Art der Verbindung im Punkt A, damit die Dachbefestigung stabil (stat. bestimmt) ist.
- 5.2 Erforderl. Wandstärke s des Rohres für eine angestrebte Knicksicherheit von $S_K = 6$ und vorhandene Knicksicherheit S_K'
- 5.3 Anstelle des Rohres wird quadratisches Bauholz mit der Kantenlänge $H = 150 \text{ mm}$ verwendet: Sicherheit gegen Knicken S_{KH} der Holzträger (ggf. ist mit einem E-Modul von 10^4 N/mm^2 zu rechnen)

Das Seil eines Aufzugs läuft über eine reibungsfrei gelagerte Umlenkrolle, die auf eine feststehende und einseitig eingespannte Achse montiert ist.

Gegeben:Korbgewicht $F_K = 1,4 \text{ kN}$ Achslänge $L = 190 \text{ mm}$ Für die Einspannstelle
der Achse:Kerbfaktor $\beta_K = 1,75$ Oberfl.beiwert $b_1 = 0,90$ Größenbeiwert $b_2 = 0,81$ Gesucht:

- 6.1 Gestaltfestigkeitsdiagramm für die Achse an deren Einspannstelle und Skizze des Belastungsverlaufs über der Zeit
- 6.2 Achsendurchmesser d für ein konstantes Verhältnis Last/Korbgewicht von $F_L/F_K = 4$ und eine Sicherheit gegen Dauerbruch von $S_D = 1,5$
- 6.3 Das Korbgewicht wird vernachlässigt. Für diesen Belastungsfall: Max. mögliche Last F_L , wenn die Gestaltfestigkeit voll ausgenutzt wird und Sicherheit S_F gegen Fließen des Achsmaterials.

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

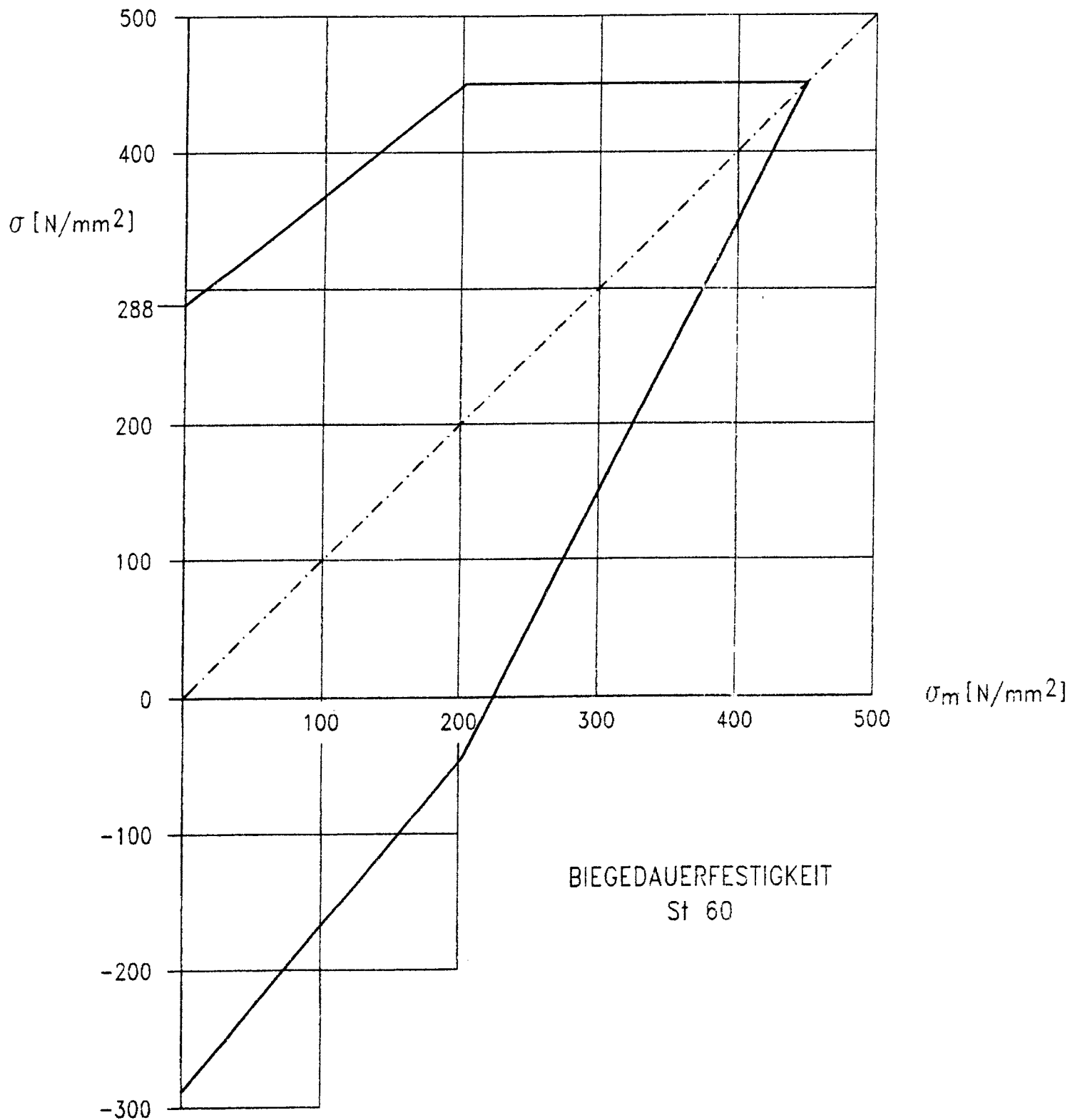
Q und M sind mit entsprechendem Ind x (y oder z) zu verstehen

Q			
M			
Q			
M			

Name: Vorname: Sem.:

SMITH - DIAGRAMM

6. Aufgabe



PRÜFUNGSAUFGABEN

LÖSUNGEN

2. Aufgabe

2.1 $s = 1,5 \text{ mm}$

2.2 $\lambda = 137,2 - \Delta T_0 = 43,7 \text{ K}$

2.3 $\lambda = 96$ (nach Euler). Es liegt Tetmajer-Fall vor:

$\lambda = 73, L = 2657 \text{ mm}$

3. Aufgabe

3.1 $A_y = B_y = 12 \text{ kN}, A_z = B_z = 10 \text{ kN}$

3.3 $I_z = 2779 \text{ cm}^4, I_y = 899 \text{ cm}^4$

$\sigma_{\max 1} = 98,8 \text{ N/mm}^2$ (Angriffspunkt F_1)

$\sigma_{\max 2} = 125,6 \text{ N/mm}^2$ (Angriffspunkt F_2)

4. Aufgabe

4.1 $A_y = 25 \text{ kN}, M_b = 20 \text{ kNm}, M_t = 11,25 \text{ kNm}$

4.2 $s = 82,5 \text{ mm}$

4.3 $\sigma_b = 99 \text{ N/mm}^2, \tau_t = 28 \text{ N/mm}^2, S_F = 2,9$

5. Aufgabe

5.2 $B_x = C_x = 5 \text{ kN}, A = B_y = C_y = 1,5 \text{ kN}, M_C = 10,5 \text{ kNm}$

5.3 $M_b = 6,11 \text{ kNm}$

5.4 Biegung, Schub

6. Aufgabe

6.2 σ_m aus F_G, σ_a aus F_S

6.3 $\sigma_m = 153 \text{ N/mm}^2 - \sigma_{AG} = 125 \text{ N/mm}^2, S_D = 1,23$

6.4 $r_m = 0,6 - \sigma_G = 315 \text{ N/mm}^2, F_{G \max} = 3725 \text{ N},$

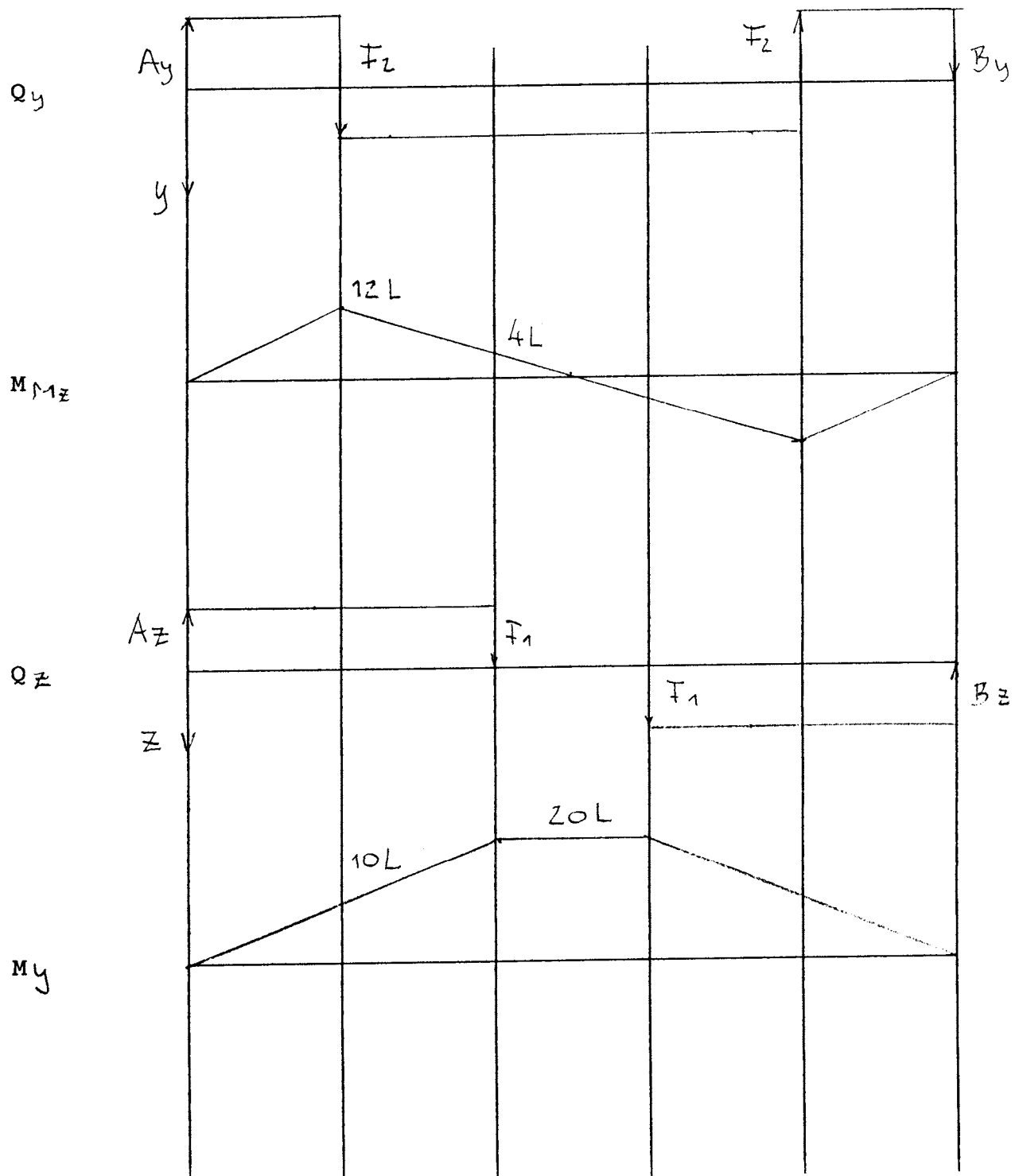
$F_{S \max} = 2451 \text{ N}$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen



2. Aufgabe

2.1 $s = 8 \text{ mm}$

2.2 $d_z = 1000 \text{ mm}$

2.3 $p_{BK}/p_{BZ} = 1,6$

3. Aufgabe

3.1 $Q_y = 6 \text{ kN}, Q_z = 0, N = 0$

3.3 $\sigma_{bmax} = 100 \text{ N/mm}^2$ für $x = 0$ und $x = 1 \text{ m}$

4. Aufgabe

4.1 $Q = 2 \cdot F, M_b = 2 \cdot F \cdot L = 6 \text{ kNm}$

4.2 $S_F = 1,8 \text{ (I)} - 3,4 \text{ (II)}$

5. Aufgabe

5.1 $S = 145,7 \text{ kN}$

5.2 $S_K = 4,16 \text{ (Profil II)}$

6. Aufgabe

6.2 $\sigma_o = 124,5 \text{ N/mm}^2, \sigma_u = -74,7 \text{ N/mm}^2$

6.3 $S_D = 1,6 \text{ } (\sigma_u = \text{Konst.})$

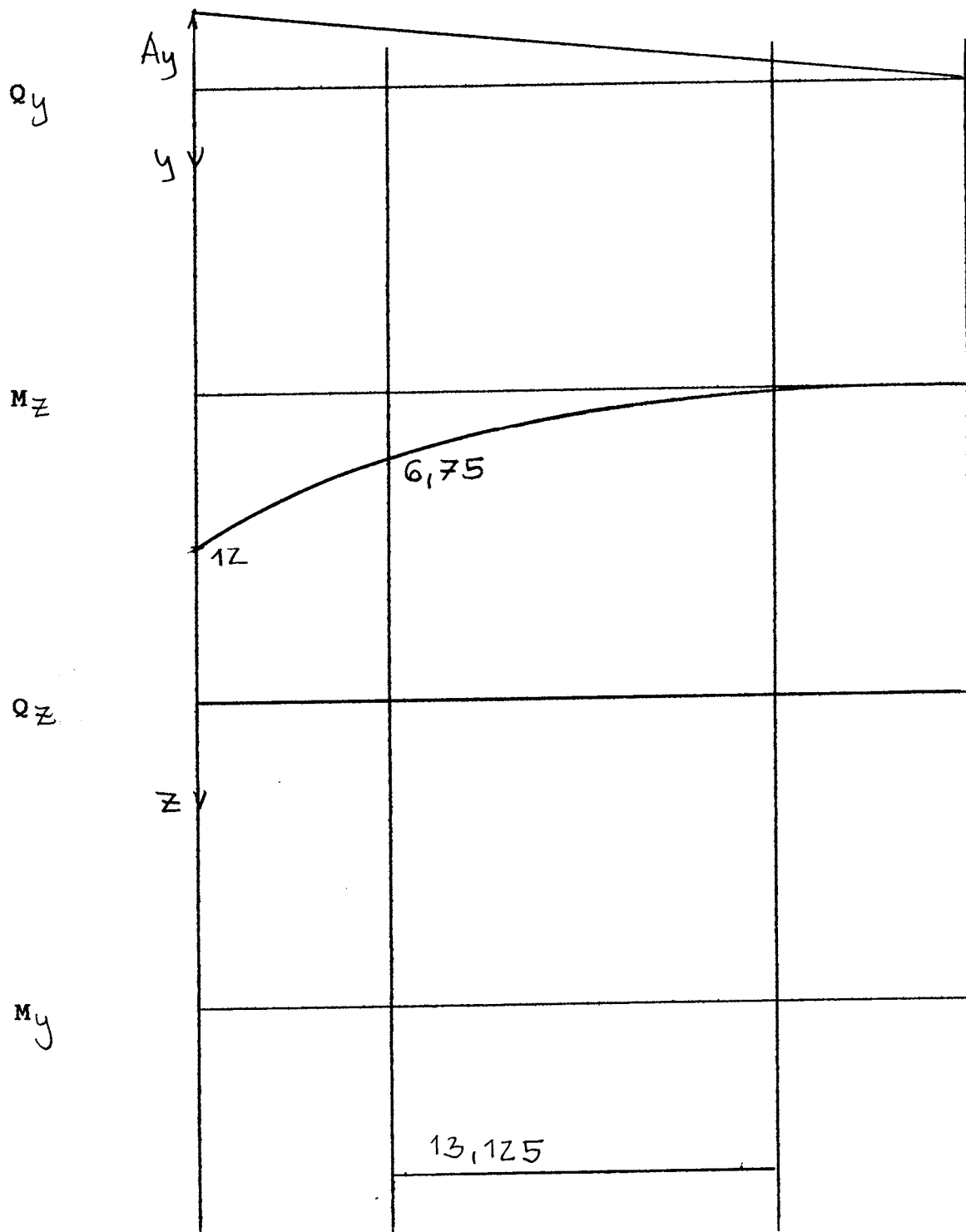
6.4 $c_{max}/c = 1,72 = \sigma_{AG}/\sigma_a \text{ } (r_m = \text{konst.})$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen



2. Aufgabe

2.1 $s = 10 \text{ mm}$

2.2 $p' = 8,26 \text{ N/mm}^2$

2.3 $d' = 0,525 \text{ m}$

3. Aufgabe

3.1 $B_y = 6,875 \text{ kN}, C_y = 3,125 \text{ kN}, B_z = C_z = 1,25 \text{ kN}$

3.3 $I_y = 37,44 \text{ cm}^4, I_z = 112,12 \text{ cm}^4$

3.4 $\sigma_{\max} = 195 \text{ N/mm}^2$ (Stelle F)

4. Aufgabe

4.1 $M_{\text{res}} = 1567,3 \text{ Nm} - D = 60 \text{ mm}$

4.2 $S_F = 2,43$

5. Aufgabe

5.1 $C = 23293,7 \text{ N}$

5.2 $I_S = 1313,8 \text{ mm}$

5.3 $\sigma_K = 197,25 \text{ N/mm}^2 - S_{\text{kvorh}} = 9,3$

5.4 $I' = 1144 \text{ mm}$

6. Aufgabe

6.1 σ_u aus F_R , σ_a aus F

6.2 $r_m = 0,57 - \sigma_G = 350 \text{ N/mm}^2$

6.3 $d = 27,7 \text{ mm} (\sigma_A = 150 \text{ N/mm}^2)$

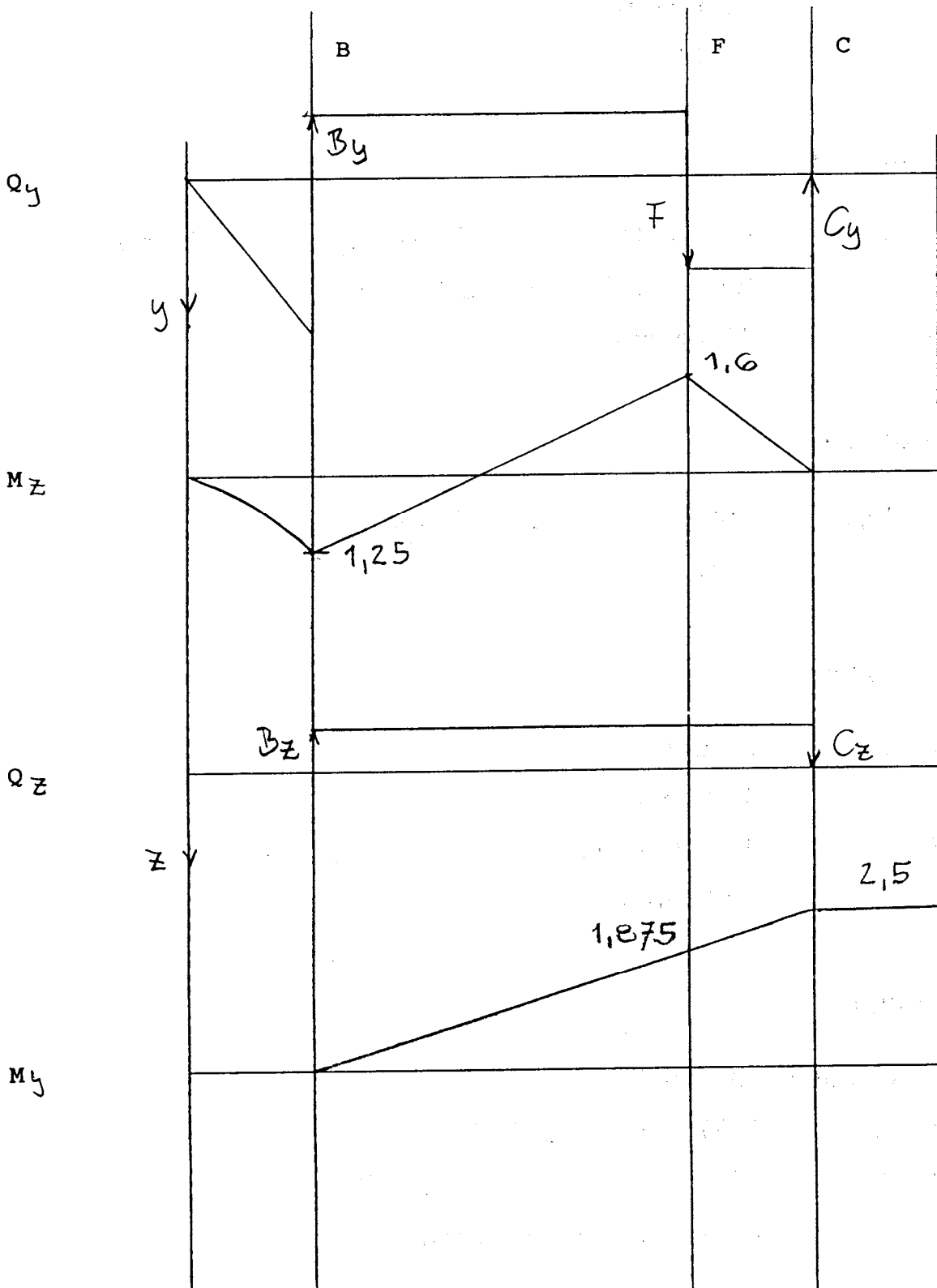
6.4 $\sigma_u = \text{konst. } \sigma_A' = 150 \text{ N/mm}^2, S_D' = 2$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen



2. Aufgabe

$$2.1 \quad S_F = 1,5 - \rho(p) = 50 \text{ N/mm}^2, \rho(\text{rot.}) = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$2.2 \quad F_S = 60 \text{ kN}$$

$$2.3 \quad n = 3000 \text{ min}^{-1}$$

3. Aufgabe

$$3.1 \quad A_x = 42 \text{ kN}, A_y = 31,5 \text{ kN}, A_z = 10,5 \text{ kN}$$

$$3.3 \quad \sigma_{b\max} = 100 \text{ N/mm}^2, \sigma_B = -25 \text{ N/mm}^2$$

4. Aufgabe

$$4.1 \quad M_b = q \cdot B \cdot L^2 / 4 - M_t = q \cdot L \cdot B \cdot b / 4$$

$$4.2 \quad q_F = 25 \text{ kN/m}^2$$

$$4.3 \quad S_F(A) = 2,8$$

5. Aufgabe

$$5.1 \quad F = 15834 \text{ N}$$

$$5.2 \quad L = 100,5 \text{ mm}$$

$$5.3 \quad S_K = 2,2$$

$$5.4 \quad L = 0$$

6. Aufgabe

$$6.2 \quad d = 35 \text{ mm} \quad (r_m = \text{konst.} - \tau_{AG} = 75 \text{ N/mm}^2)$$

$$6.3 \quad M_M = 420 \text{ Nm}, M_{\max} = 1050 \text{ Nm}, M_{\min} = -210 \text{ Nm}$$

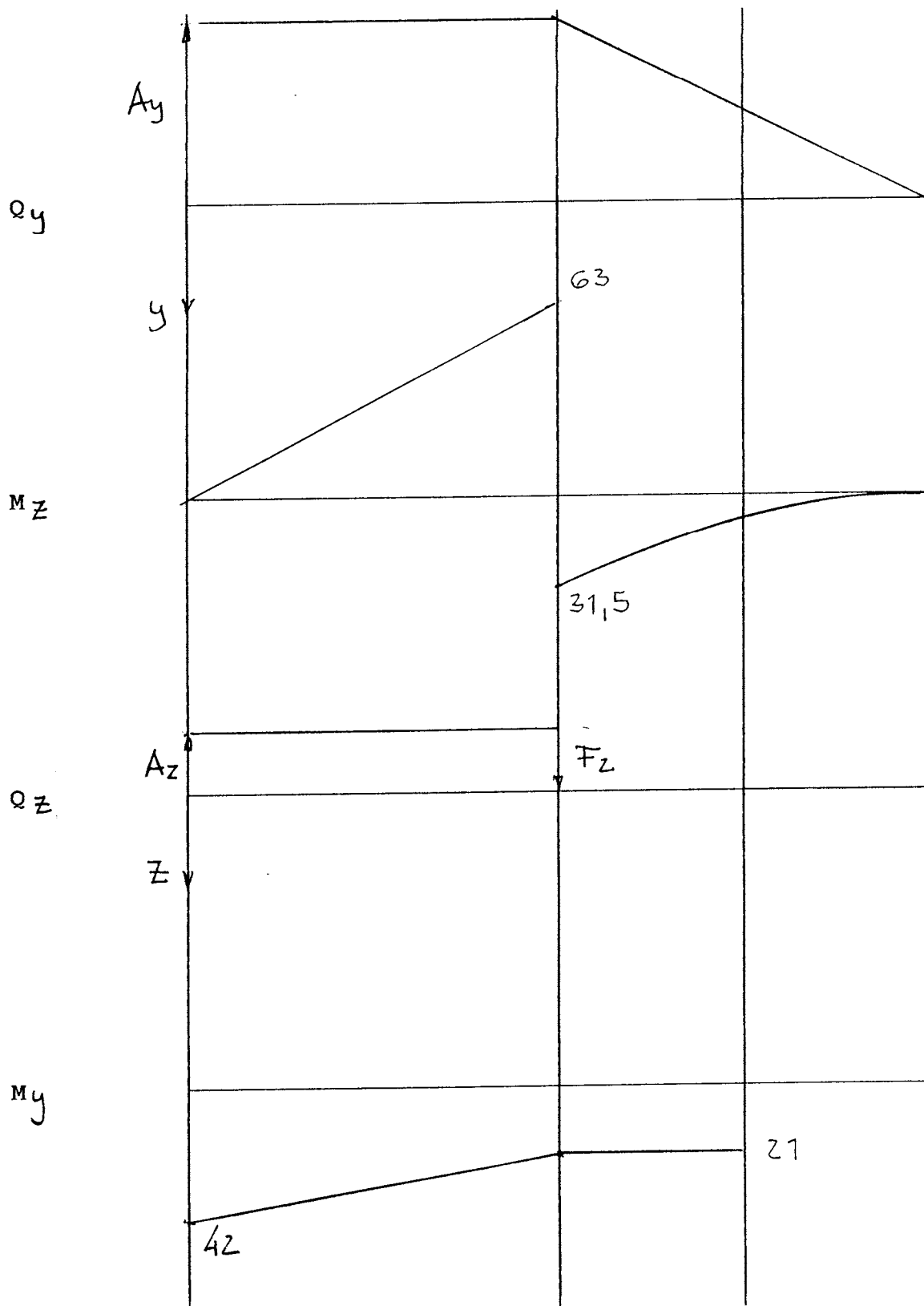
$$6.4 \quad M_K = 500 \text{ Nm}$$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Ind x (y oder z) zu versehen



2. Aufgabe

2.1 $F = 75,56 \text{ kN}$

2.2 $p_{\text{zul}} = 40 \text{ bar}$

2.3 $R_e = 250 \text{ N/mm}^2$

2.4 $S_F = 2,16$

3. Aufgabe

3.1 $A_y = 36 \text{ kN}, B_y = 24 \text{ kN}, A_z = B_z = 2 \text{ kN}$

3.3 $2 \bullet a$ von links, linke untere Ecke

3.4 $H = 132,7 \text{ mm}$

4. Aufgabe

4.1 $W_b = 129122 \text{ mm}^3$

4.2 $L = 2 \text{ m}$

4.3 $F = 12617,5 \text{ N}$

5. Aufgabe

5.1 $A = 13700 \text{ N}, S = 38310 \text{ N}$

5.2 $d = 33,13 \text{ mm} - S_K' = 4,5$

5.3 $F_{\text{zul}} = 26865 \text{ N}$

6. Aufgabe

6.2 $M_{\text{max}} = 20 \text{ kNm}, M_{\text{min}} = -10 \text{ kNm}$

6.3 $S_D = 2,3$

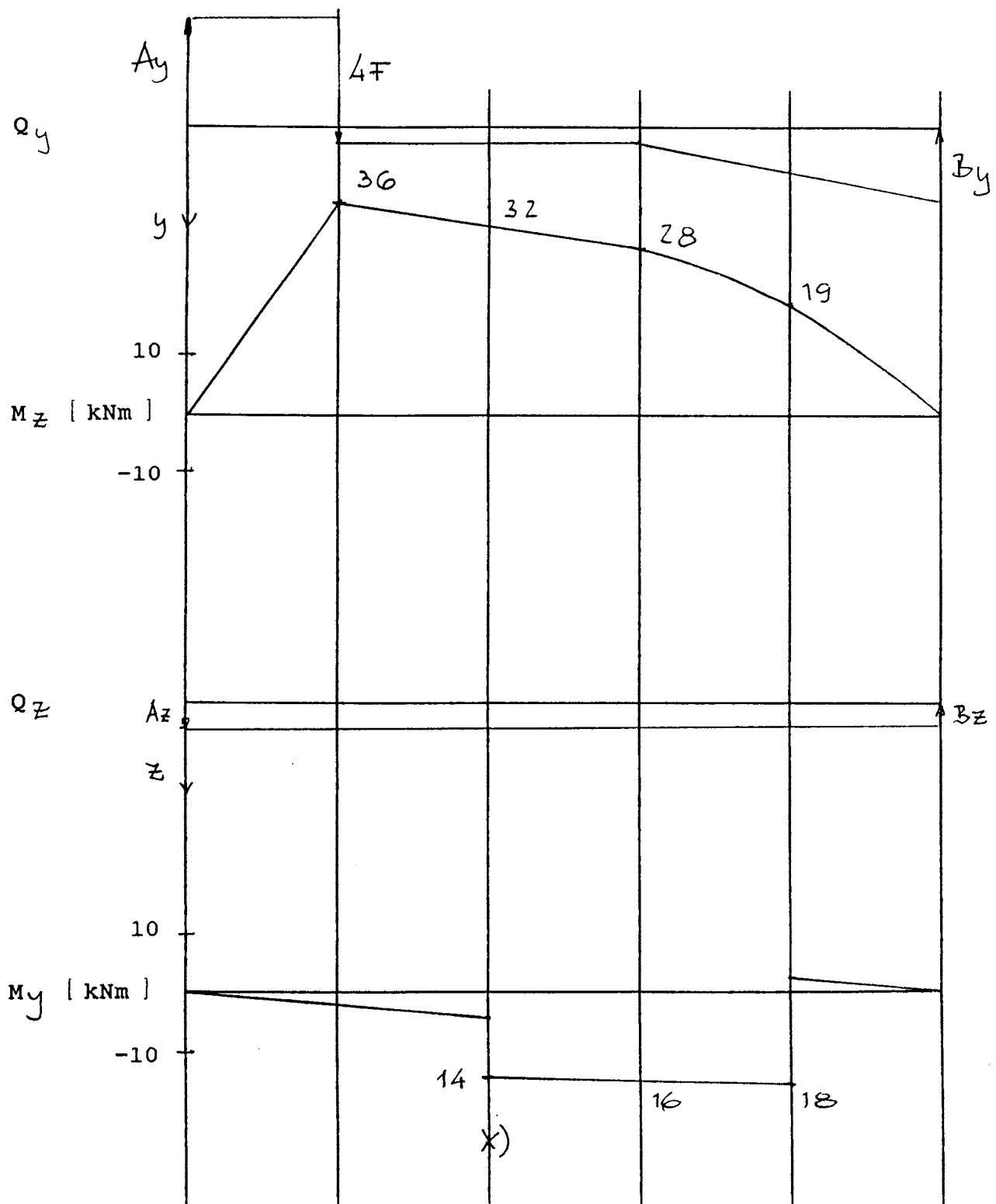
6.4 $M_{\text{zul}} = 46 \text{ kNm (a)}, 48,6 \text{ kNm (b)}$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen



2. Aufgabe

- 2.1 $F = 98,2 \text{ kN}$
- 2.2 $s_{\min} = 1,5 \text{ mm}$
- 2.3 $S_{FS} = 5,33 - S_{FR} = 2$
- 2.4 $p_B = 64 \text{ bar (Rohr)}$

3. Aufgabe

- 3.1 $A_x = 10 \text{ kN}, A_y = 36 \text{ kN}, B_y = 24 \text{ kN}, A_z = 8 \text{ kN},$
 $B_z = 12 \text{ kN}$
- 3.3 2•a von links, rechte untere Ecke
- 3.4 $s/H = 0,0575$

4. Aufgabe

- 4.1 $W_b = 115,2 \text{ cm}^3$
- 4.2 $\tau_{t \max} = 40 \text{ N/mm}^2$
- 4.3 $L = 1 \text{ m}$

5. Aufgabe

- 5.1 $A = S = 29,3 \text{ kN}$
- 5.2 $l = 750 \text{ mm}, S_K' = 4,73$
- 5.3 $q_{0 \text{ zul}} = 52 \text{ kN/m}$

6. Aufgabe

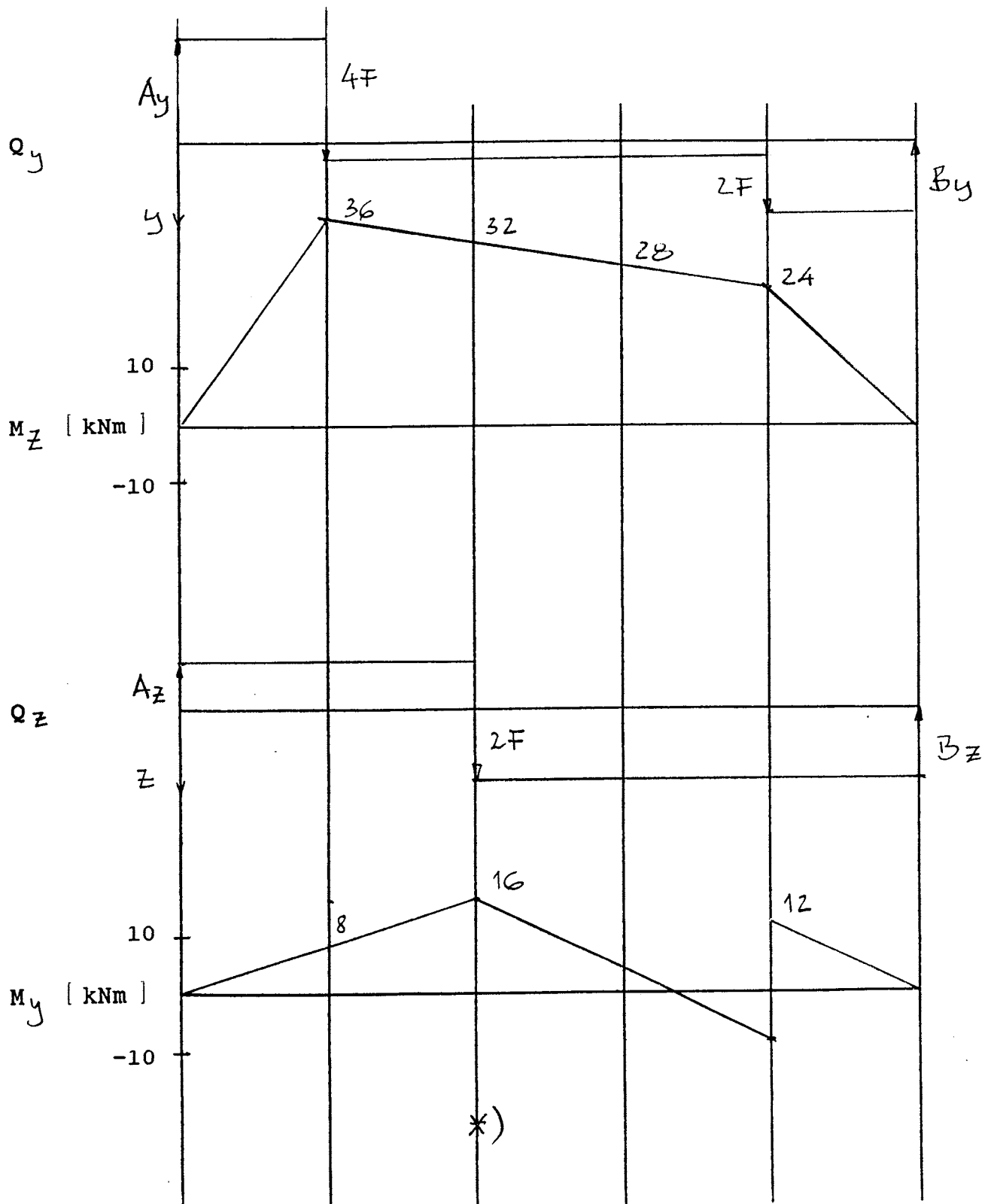
- 6.2 $M_{\max} = 25 \text{ kNm}, M_{\min} = 5 \text{ kNm}$
- 6.3 $S_F = 1,49$
- 6.4 $M_{\max \text{ zul}} = 37,5 \text{ kNm}, S_F' = 1$

Name: Vorname: Sem.:

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu versehen



2. Aufgabe

2.1 $s_1/s_2 = 2, s_2 = 1,5 \text{ mm}$

2.2 $p_B = 85 \text{ bar}$

2.3 $\Delta L = 5 \text{ mm}$

3. Aufgabe

3.1 $A_y = B_y = 5 \text{ kN}, A_z = B_z = 3 \text{ kN}$

3.2 $I_y = 648 \text{ cm}^4, I_z = 3564 \text{ cm}^4$

3.3 $\sigma_{\max} = 64 \text{ N/mm}^2$

4. Aufgabe

4.1 $S_{FA} = 2,5$

4.2 $S_{FB} = 10,8$

5. Aufgabe

5.1 Einspannung

5.2 $s = 7,5 \text{ mm} - S_K' = S_K$

5.3 $S_{KH} = 5,2$

6. Aufgabe

6.1 σ_u aus F_K , σ_a aus F_G

6.2 $d = 50 \text{ mm}$

6.3 $F_L = 9,1 \text{ kN}, S_F = 2,25$

Name:.....Vorname:.....Sem.:.....

QUERKRAFT- UND MOMENTENVERLAUF

3. Aufgabe

Q und M sind mit entsprechendem Index (y oder z) zu verstehen

