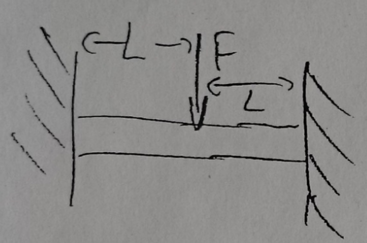
Prüfungsprotokoll Beanspruchungsgerechtes Konstruieren
Juli 2004
Prüfer : Mertens
Assistent : Kloss
Schriftlich : 1h
Mündlich : 20 min.

Schriftlicher Teil

1.Aufgabe

Gesucht : Durchsenkung an der Stelle F



2.Aufgabe:

a) Erläutern Sie das Vorgehen zur Bestimmung der Betriebsfestigkeit mit dem Nennspannungskonzept anhand von Schaubildern und Gleichungen!
b) Wie hoch ist das theoretische Gesamtschädigungsmaß? Welches wird in der praktischen Anwendung genutzt? Unterschied begründen!
c) Wie kann Kriechen im Schädigungsmaß berücksichtigt werden? Welche Kennwerte müssen Vorliegen, wo bekommt man die her?
d) Erläutern anhand von Schaubildern und Gleichungen: was ist primäres, sekundäres und tertiäres Kriechen
e) Was kann man tun um Kriechen zu verhindern? (Faserverstärkung)

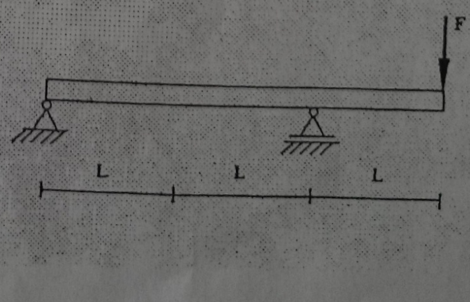
zu a) 2 Gleichungen, 2 Diagramme

√

3.Aufgabe:

Volumennutzungsgrad
Geg: b = const. (Rechteckquerschnitt)

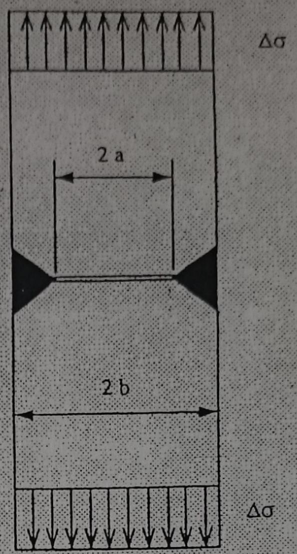
Ges:
a) Bestimmen h(x) für Bauteil gleicher Randfaserbeanspruchung
b) Skizzieren der optimierten Kontur
c) Vergleich des Volumennützungsgrades vom gegebenen Balken mit dem Optimierten.



4.Aufgabe:

Geg: schwellende Belastung, $\Delta K_{I\,tho}$, σ_{schw}

a) Wie kann man die max. zulässige Rißlänge bestimmen, damit die Konstruktion dauerfest ist.?
b) max. zulässige Rißlänge für a<<b angeben
c) Wie kann man scharf gekerbte Bauteile noch berechnen?



zu c) Neuberscher Ersatzradius

Mündlicher Teil :

- Statistik : Sicherheitszahl, Wahrscheinlichkeitspapier, Gutteile, Ausfallwahrscheinlichkeit
- Dehnschraube, Verspannungsdiagramm
- Stülpen von Ringen : wie kommt man auf das Moment? Spannung?
- Randbedingungen an zusammengesetztem Teil

29

...kamen folgende Fragen:
...ist eine Anforderungsliste?
...sieht diese aus?

Technische Universität Berlin

Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik

FG Konstruktionslehre

WS 04/05

30

Professor Dr.-Ing. H. Mertens

Dipl.-Ing. B. Kloss

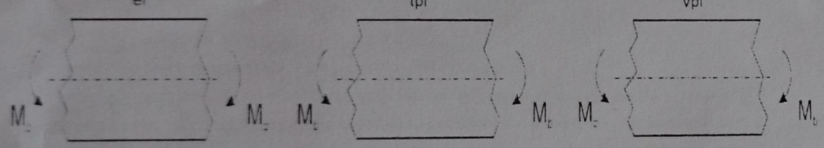
Analytische Übung zur Vorlesung „Beanspruchungsgerechtes Konstruieren I"

TEST 3 (12.01.05) : Dehngrenzenverhältnis, Kerbgrundspg´n, mod. Neuber-Hyperbel

Name: Matr.:

Gesamtpunktzahl : 20 (10 Punkte erforderlich zum Bestehen des Tests)

1. **(2,5 Punkte)** Zeichnen Sie für den skizzierten Biegebalken den elastischen, einen teilplastischen und den vollplastischen Biegespannungsverlauf im Querschnitt ein! Erklären Sie stichpunktartig die Grundgedanken des Konzepts der Formdehngrenze $K_{0,2}$*! (Was macht man sich zunutze ggü. rein elastisch aufgenommener Belastung?, welchen Nutzen hat man davon?)!



2. **(3 Punkte)** Geben Sie die Formeln zur Berechnung des Dehngrenzenverhältnisses $\delta_{0,2}$ (ausgehend von den übertragbaren Momenten) und der Formdehngrenze $K_{0,2}$* an! Warum ist das vollplastisch übertragbare Moment in der Praxis nicht voll nutzbar, sondern nur teilplastische Zustände?

3. **(5 Punkte)** Geben Sie die Gleichung der modifizierten Neuber-Hyperbel an! Benennen Sie die darin auftretenden Variablen! Wie berechnet man die erforderlichen Größen aus der Nennspannung σ_n (Formeln!)?

4. **(5 Punkte)** Bestimmen Sie rechnerisch für einen gekerbten Zugstab die örtliche Spannung $\sigma_{ört}$ und die örtliche Dehnung $\varepsilon_{ört}$ im Kerbgrund mit Hilfe der modifizierten Neuber-Hyperbel und der Annahme elastisch-ideal plastischen Materialverhaltens! (**TIP:** Verdeutlichen Sie sich den Sachverhalt ggf., indem Sie zuerst Aufg. 5 bearbeiten!)

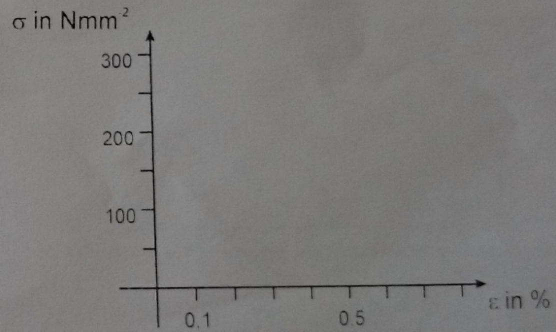
geg.: Zug-Nennspannung $\sigma_n = 110\ Nmm^{-2}$

(elastizitätstheoretische) Formzahl der Kerbe $\alpha_K = 2.5$

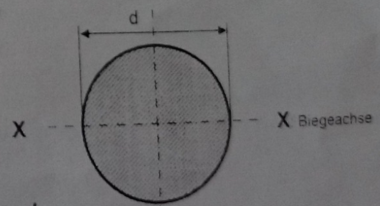
Fließgrenze des Werkstoffs $\sigma_F = 130\ Nmm^{-2}$

E-Modul des Werkstoffs $E = 210000\ Nmm^{-2}$

5. **(2 Punkte)** Zeichnen Sie für das Bauteil aus Aufg. 4 grobmaßstäblich die modifizierte Neuber-Hyperbel und die Werkstofffließkurve in das untenstehende Diagramm ein! Kennzeichnen Sie die wichtigen Kennwerte der Neuber-Hyperbel und der Fließkurve, sowie $\sigma_{ört}$ und $\varepsilon_{ört}$!



6. **(2,5 Punkte)** Bestimmen Sie für den dargestellten Querschnitt den plastischen Formbeiwert $\bar{\alpha}$ für Biegung!



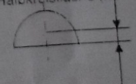
$\bar{\alpha} = \frac{a \cdot A}{W_{el}}$

$a \cdot A = \frac{4}{3} \frac{d}{\pi \cdot 2} A = \frac{2}{3} \frac{d}{\pi} A$

$= \frac{2}{3} \frac{d}{\pi} \pi \frac{d^2}{4} = \frac{1}{6} d^3$

$\bar{\alpha} = \frac{\frac{1}{6} d^3}{\frac{\pi}{32} d^3} = \frac{16}{3\pi} = 1{,}3$

Hinweis: Flächenschwerpunkt Halbkreisfläche (mit Radius r)



$y_s = \frac{4}{3} \frac{r}{\pi}$

Technische Universität Berlin
Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik
FG Konstruktionslehre

Professor Dr.-Ing. H. Mertens
Dipl.-Ing. B. Kloss

WS 04/05

Analytische Übung zur Vorlesung „Beanspruchungsgerechtes Konstruieren I"

TEST 4 (09.02.05): Bruchmechanik, Lebensdauervorhersagen mit dem örtlichen Konzept

Name: Matr.:

Gesamtpunktzahl : 20 (10 Punkte erforderlich zum Bestehen des Tests)

1. **(1 Punkt)** Bei einer Inspektion entdecken Sie in der Plexiglashaube einer Skilift-Gondel einen 100 mm langen Riß. Was tun Sie, um das Rißwachstum zu stoppen? Warum können Sie mit Ihrer Maßnahme das Rißwachstum stoppen?

2. **(3 Punkte)** Zum Festigkeitsnachweis bei rißbehafteten Bauteilen sind Nenn- oder Kerbspannungen allein ungeeignet.
   a) Begründen Sie diese Aussage kurz !
   b) Benennen Sie den maßgeblichen bauteilseitigen Kennwert zur statischen Festigkeitsbewertung für einen Riß und geben Sie die allg. Formel zu dessen Berechnung an ! Mit welchem Werkstoffkennwert wird diese Größe verglichen (Formelzeichen und Name) ?

3. **(5 Punkte)** Reicht unter den angegebenen Bedingungen der vorgeschriebene Grenzwert $d_i = 8$ mm (d_i = Ersatzkreisdurchmesser) für die bei der US-Prüfung gefundenen Risse aus, um zu gewährleisten, daß ein solcher Riß nicht instabil wächst, d.h. zum Bruch führt? Nehmen Sie einen ellipsenförmigen Innenriß an !

   $Y_{Geom} = f / \sqrt{Q} = 0.895$

   $K_{IC} = 1800$ N mm$^{-3/2}$

   $\sigma = 300$ N mm^{-2} ist mit einem Sicherheitsfaktor S=1,5 zu berücksichtigen !

   p = 100 %

(Rechnen Sie auf der Rückseite der Blätter.)

4. **(1 Punkt)** W[illegible] ist es insbesondere im LCF-Bereich üblich, Zeitfestigkeitsbewertungen nicht anhand von Spannungen, sondern Dehnungen durchzuführen ?

5. **(6 Punkte)**
   a) Geben Sie die Gleichung für die (aus den Coffin-Manson-Gleichungen erzeugte) **zyklische Spannungs-Dehnungs-Linie** an und benennen Sie die eingeführten Größen. Welche Anteile addieren Sie in der Gleichung (benennen)?

   b) Zeichnen Sie die drei relevanten Dehnungswöhlerlinien zur Schwingfestigkeitsbeschreibung im LCF-Bereich in ein Diagramm. Kennzeichnen Sie die Kurven.

6. **(4 Punkte)**
   Vervollständigen Sie folgende Tabelle

Bereich	Bezeichnung (ausgeschrieben)	Dominierende Schädigung	Bereich Lastwechselzahlen
LCF			
HCF			
Dauerfestigkeit			

31

Konstruktionstechnik am 1.11.2007

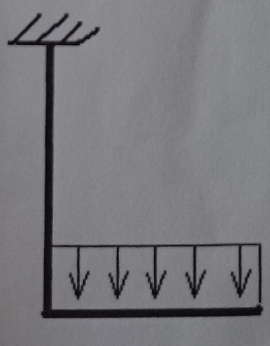
Prüfungsfach: Konstruktionstechnik = Meko 1 und Beko 2
Prüfer: Schmidt-Kretschmer und Liebich

Fragen:
Methodisches Konstruieren 1:
Dies ist nicht mehr die „Auswendiglern-Prüfung“, die es wohl noch bei Prof. Blessing war. Schmidt-Kretschmer führt ein allgemeines Gespräch über die Methodik, bei der viele verschiedene Themen angeschnitten werden. Manchmal war mir nicht ganz klar auf was genau die Frage aus war, hier empfehle ich dann etwas einigermaßen Passendes zu erzählen und vor allem so lange zu reden bis ihr unterbrochen werdet. Solange Schmidt-Kretschmer nicht unterbricht, erklärt ihr etwas Passendes.
Während des Gesprächs kamen folgende Fragen:

- Was ist eine Anforderungsliste?
- Wie sieht diese aus?
- Für wen ist die Anforderungsliste?
- Wie entsteht diese, wie erhält man Anforderungen?
- Wie kommt man von der Anforderungsliste auf Lösungen?
- Nun haben Sie eine Anforderungsliste mit 300 Seiten, was jetzt?
- Wie kommen Sie von der Anforderungsliste auf eine Funktionsstruktur?
- Warum lassen Sie nicht einfach alle Wünsche weg und erfüllen nur die Forderungen?
- Auswahllisten und NWA, wie sieht das aus und wann wird was angewendet?
- Wie sind Lösungskataloge geordnet?
- Schritte der Produktplanung?
- Definition Wirkprinzip?
- Was sind Kunden?
- Was sind Ordnungsschemata?
- Unterschied morphologischer Kasten, Ordnungsschemata?

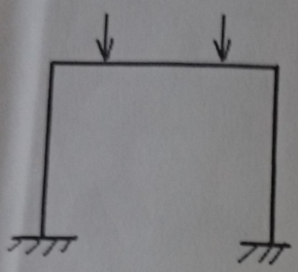
Beanspruchungsgerechtes Konstruieren 2:
Zu Beginn wurde ich gefragt bei wem ich Beko 2 gehört habe, da Liebich erst seit dem SS07 hier ist. Ich hatte mich zwar mit den Materialen seines Vorgängers vorbereitet, aber bei Liebich die Vorlesung besucht, und so kamen auch einige „neue“ Fragen.

<u>Frage 1: Volumennutzungsgrad</u>
Was ist der Volumennutzungsgrad?
Wann darf man ihn in Flächen- und Längennutzungsgrad aufteilen?
Bestimme den Momentenverlauf und den Volumennutzungsgrad von folgendem Bauteil ohne Rechnung:

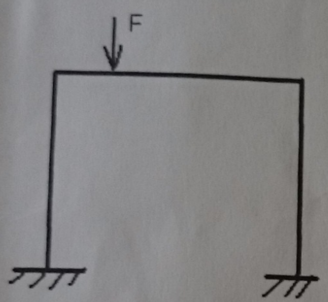


33

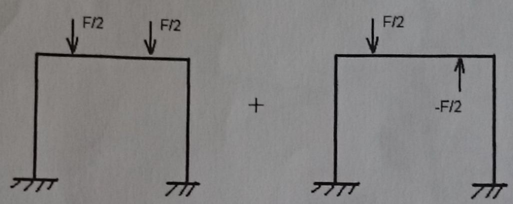
Frage 2: Symmetrieschnitte
Wie kann man die folgenden Bauteile einfach berechnen?
(Schnitte richtig machen, Symmetriebedingungen und Überlagerungen von Fällen)



Hier reicht ein einfacher Symmetrieschnitt. Am Schnitt müsst ihr dann ein Lager einzeichnen für die Schnittbedingungen.

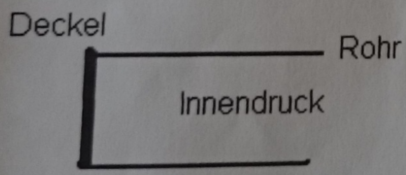


Hier ist es schon schwieriger, ihr müsst folgende Fälle überlagern:

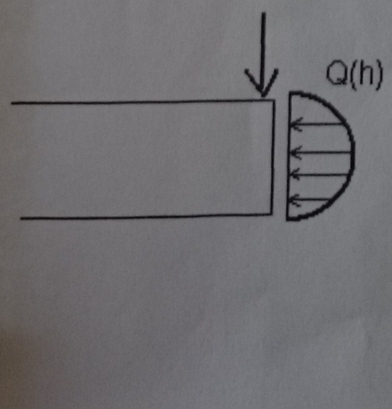


Frage 3: Differentialgleichungen
Wie kommt man zu DGL?
(Kräftegleichgewicht, Verschiebungs-Verzerrungsrelationen, Stoffgesetz)

Welche DGL benutzen Sie hier und wie viele Randbedingungen werden benötigt?
(Platte (4 RB) + Scheibe (2 RB) + Rohr (4 RB))



Frage 4: Castigliano
1. und 2. Satz?
Welche Terme kommen in der Formänderungsenergie vor?
Wozu dient die Querschubzahl?
Schubspannungsverlauf in Kragarm:



Viel Erfolg!

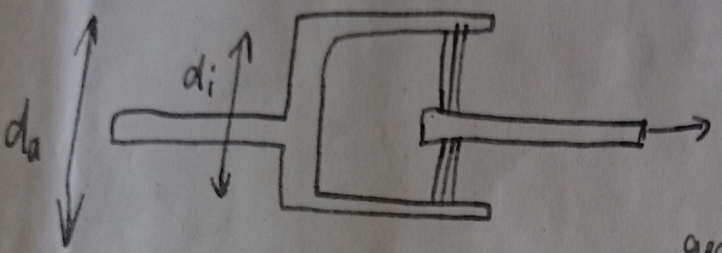
Benjamin Graf

34

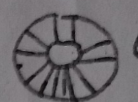
mündl. Prüfung   **Protokoll**   Bello I+II   April '08

1. Castigliano

Lamellenkupplung   Membranmodell:



← gesucht



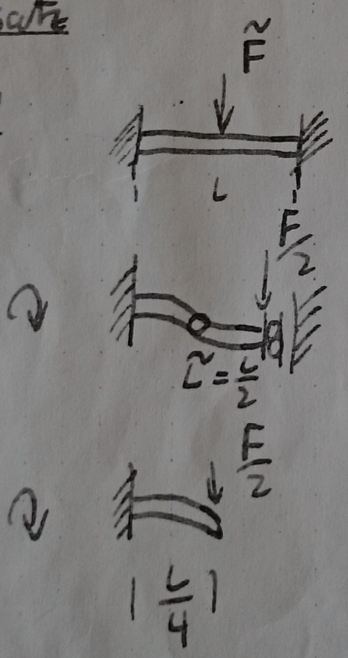
gegeben: n_M (Anz. der Membranen)

d_a, d_i

u_F (Weg für F)

mein Ansatz

Modell



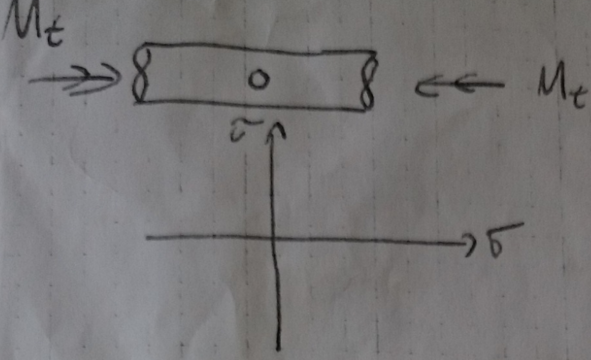
Balken entspricht 1 Speichenpaar

$L = d_a$ oder so...

↝ nur ein mal Cast rechnen

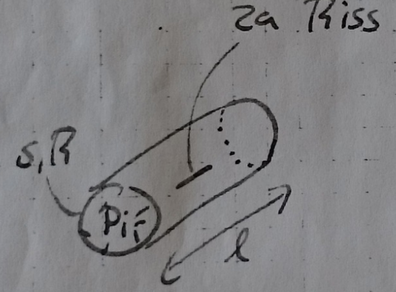
$F = \tilde{F} \cdot 3 \cdot n_M$ oder so...

②



a) Rissform in oberes Bild
b) Mohr für Stab ohne Loch (Lsg: $\sigma_I = \tau$, $\sigma_{II} = -\tau$)
c) Mohr für höchstbelastete Stelle am Loch (Lsg: $4 \cdot \tau$)
d) $\sigma_{VM} \wedge \sigma_{NH}$ für b) & c)

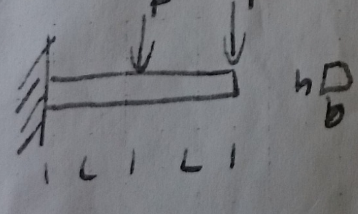
③



geg: K_{Ic}
l, R, s

Beschreiben, wie man auf $p_{i\,max}$ kommt, wenn Riss nicht aufgeweitet werden darf!

④



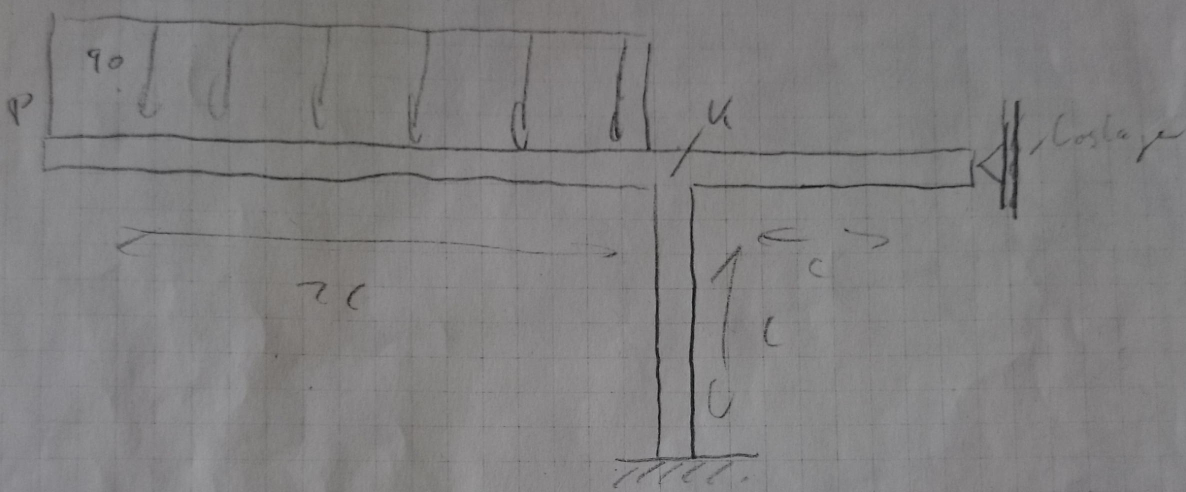
a) h_{opt}
b) Kontur zeichnen, sehr genau
c) y_A? für opt

Protokoll Beko

schriftlich 17.10.02

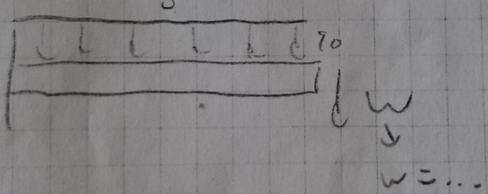
Zeit Arbeit 70 min

Aufgabe 1



Berechnung der Absenkung von Punkt P

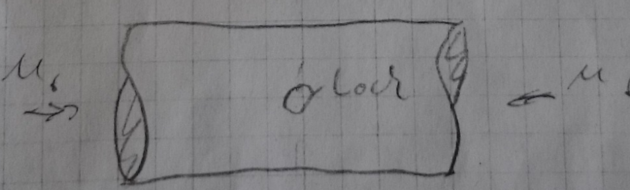
gegeben:



EI = const.

~~Absenk~~ Winkel berechnen + Absenkung durch l

Aufgabe 2



- Bruchlinie einzeichnen
- Mohrschen Spannungskreis ohne/mit Loch
- NH, Mises Hyp. für ohne/mit Loch
  Formel ...

Aufgabe 3

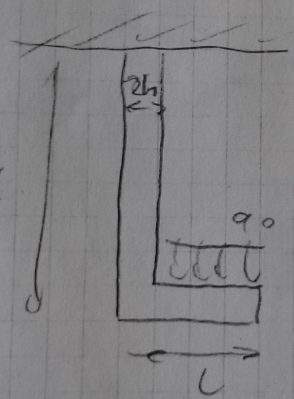
a) Schmidt Diagramm zeichnen + Bruchaussehen kennzeichnen

b) Riss der Länge a_0 bei Dauerfestigkeit / Zeitfestigkeit

alle Formeln zur Bruchmechanik

Paris Gleich. zeichnen
Restspielzahl ermitteln

Aufgabe 4 Volumenausnutzungsgrad von



EI konst.

a) Volumenausnutzungsgrad berechnen

b) $h(x)$ berechnen für linke Stück wenn σ_{Rand} = konst = max

c) qualitativ den Konturverlauf zeichnen

<u>Beko I+II</u>

Termin: 12.02.2010

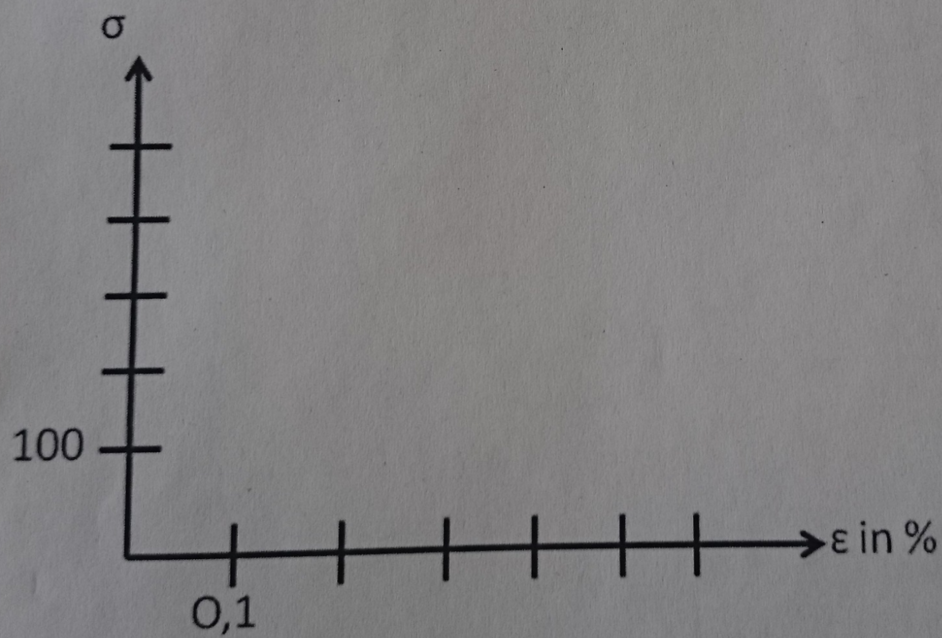
20 Pkt insgesamt (5 Pkt je Aufgabe):

<u>Aufgabe 1)</u>

a) Bestimmen Sie rechnerisch für einen gekerbten Zugstab die örtliche Spannungs- $\sigma_{örtl}$ und die örtliche Dehnungsamplitude $\varepsilon_{örtl}$ im Kerbgrund mit Hilfe der <u>modifizierten</u> Neuber-Hyperbel und der Annahme elastisch-idealplastischen Materialverhaltens bei zyklischer Belastung

Gegeben:	Zug-Nennspannung	$\sigma_n = 100\ N/mm^2$
	Kerbwirkungzahl	$\beta_K = 3$
	Fließgrenze	$\sigma_F = 140\ N/mm^2$
	E-Modul	$E = 220000\ N/mm^2$

b) Tragen Sie diese ermittelten Werte in das unten aufgeführte Diagramm ein mit allen nötigen Bezeichungen. Bennenen Sie die gezeichneten Kurven.



Aufgabe 2)

a) Berechnen Sie die herrschenden Spannungen in Abhängigkeit von F,a und t für die Mitte des Blechs

   1) ohne Berücksichtigung des Loch und

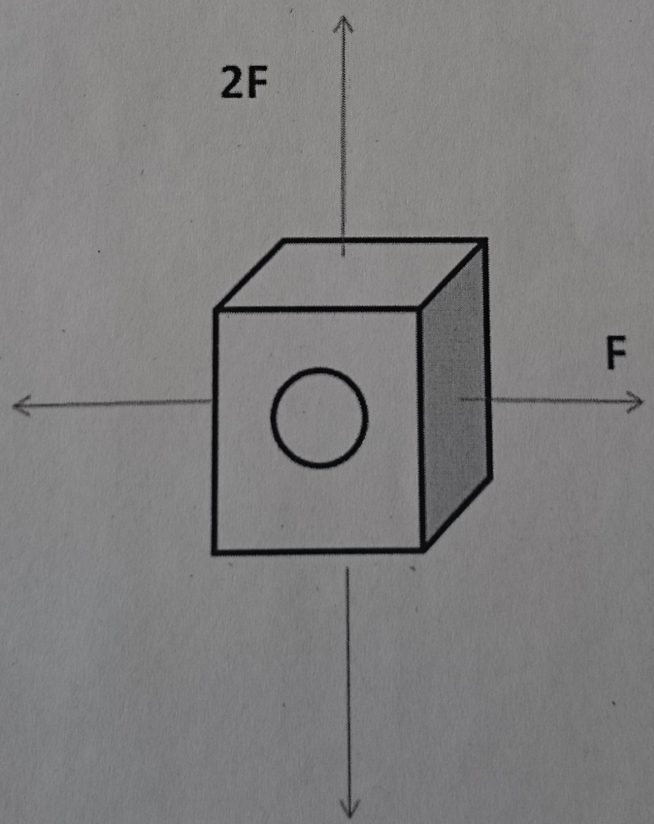
   2) an der höchstbelastesten Stelle an der Bohrung

und schreiben Sie für 1) und 2) den Spannungstensor in Matrixform auf.

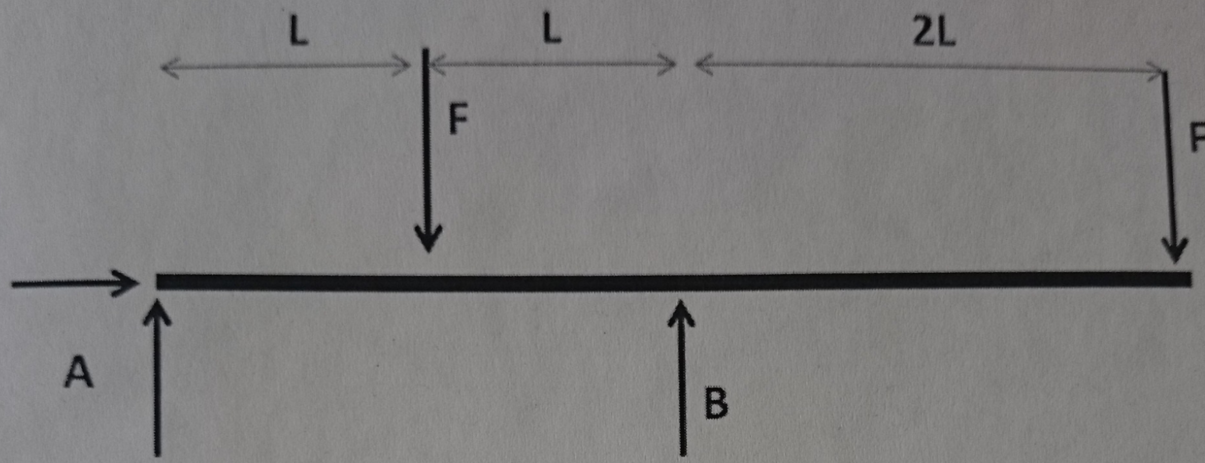
b) Kennzeichnen Sie in der Abbildung die höchstbeanspruchte Stelle

c) Zeichnen Sie die zur Frage a1) und a2) gehörigen Mohrschen Spannungskreise maßstäblich in ein Diagramm

d) Sie überschreiten an der höchstbeanspruchten Stelle der Bohrung die Fließgranze. Erläutern Sie kurz (mit Gleichungen und einer Skizze) das in der VL vorgesteltle Verfahren zur Berechnung der örtlichen Spannugen udn Dehnungen unter Berücksichtigung plastischen Fießens im Kerbgrund für schwach gekerbte Bauteile. (Wie heißt dieses Verfahren? Benennen Sie alle von Ihnen eingeführten Größen)



Aufgabe 3)



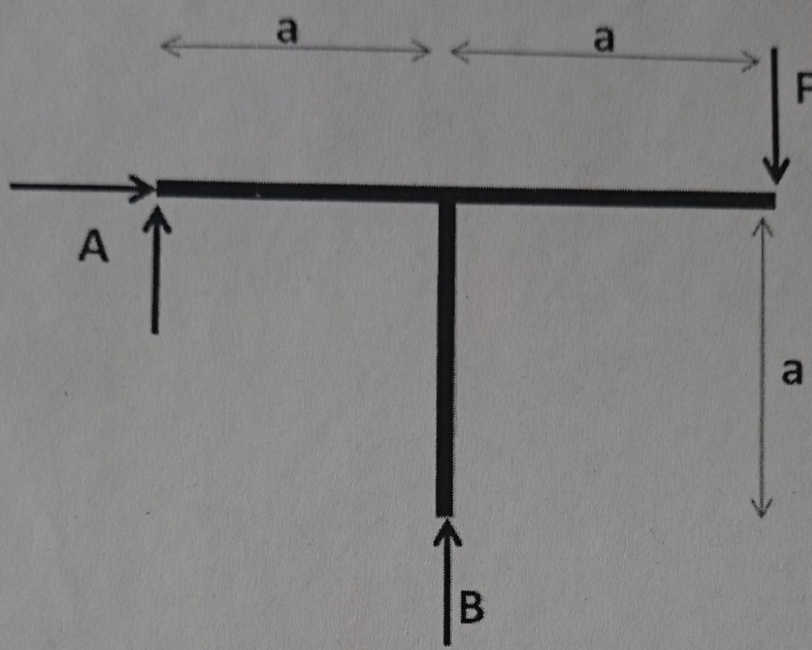
a) Geben Sie die Momentenverläufe an, zeichnen Sie sie qualitativ in ein Diagramm ein mit Eckdaten

b) Berechnen Sie die Kontur h(x) des Trägers, wenn dieser als Bauteil gleicher Randbeanspruchung ausgelegt wird. Setzen Sie diese Höhenabhängigkeit in Bezug zur Höhe an der Stelle B (h_B).

c) Zeichne Sie qualitativ den Konturenverlauf des optimierten Trägers.

d) Ermitteln Sie den Volumennutzungsgrad der ursprünglichen Trägers und des optimierten Trägers.

Aufgabe 4)



a) Bestimmen Sie die Auflagerreaktionen des oben aufgeführten Systems. Ermitteln Sie anhand von geeigneten Koordinatensystemen die Schnittmomente.

b) Zeichnen Sie die Momenteverläufe in das System ein.

c) Bestimmen Sie die Durchsenkung an der Stelle F.

Beko I + II Schriftliche Prüfung vom 12.02.2010

DIE LÖSUNGEN SIND OHNE GEWÄHR

Aufgabe 1)

a)

$\hat{\sigma}_u = \beta_K \cdot \sigma_N = 300 \frac{N}{mm^2}$

warum β und nicht α weiß ich auch nicht

$\hat{\varepsilon}_u = \frac{\hat{\sigma}_u}{E} = 1{,}36 \cdot 10^{-3} = 0{,}136\,\%$

Hab's gesehen: bei statischen α_K, bei dynamischen β_K

$\check{\sigma} = \frac{\sigma_n}{\alpha_{zug}}$ plastischer Formbeiwert bei Zug ist $\bar{\alpha}_{zug} = 1$ egal welcher Querschnitt

$\check{\sigma} = \frac{\sigma_n}{1} = \sigma_n = 100 \frac{N}{mm^2}$ $\check{\varepsilon} = \frac{\check{\sigma}}{E} = 4{,}54 \cdot 10^{-4} = 0{,}045\,\%$

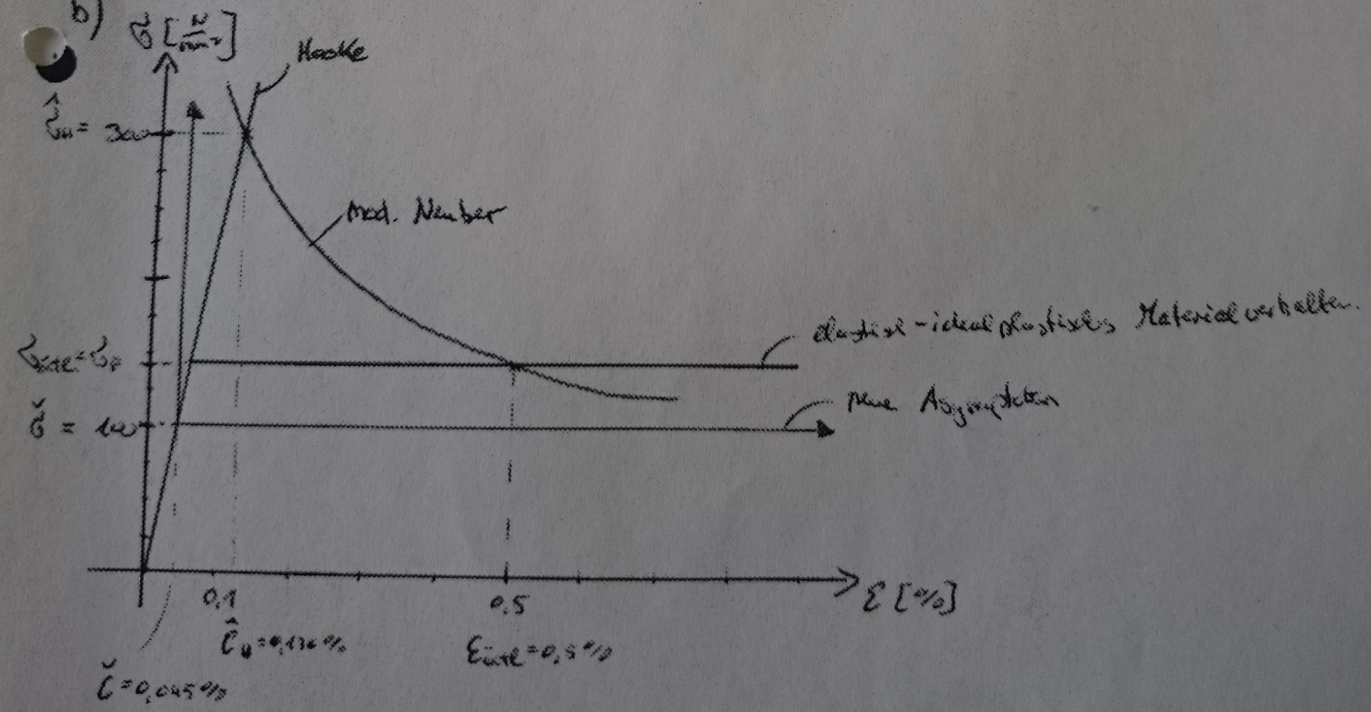
Da wir idealplastisch-elastisches Materialverhalten haben ist ab dem Beginn des Fließens die Spannung = const (also eine Horizontale).

Deswegen ist $\sigma_{örtl} = \sigma_F = \underline{140 \frac{N}{mm^2}}$

$$(\hat{\sigma}_u - \check{\sigma})(\hat{\varepsilon}_u - \check{\varepsilon}) = (\sigma_{örtl} - \check{\sigma})(\varepsilon_{örtl} - \check{\varepsilon})$$

$$\varepsilon_{örtl} = \frac{(\hat{\sigma}_u - \check{\sigma})(\hat{\varepsilon}_u - \check{\varepsilon})}{(\sigma_{örtl} - \check{\sigma})} + \check{\varepsilon} = 4{,}984 \cdot 10^{-3} = 0{,}49\,\% \approx \underline{0{,}5\,\%}$$

b)



Coffin - Manson

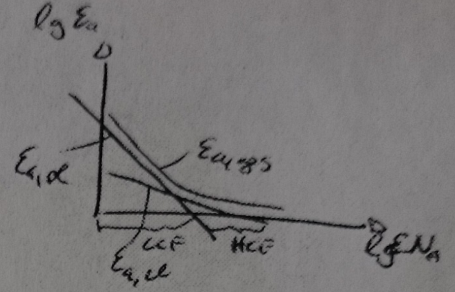
$$\varepsilon_{a,pl} = \varepsilon_f' \, (2N)^c$$

Steigungen Dehnungswöhlerlinie

Basquin

$$\varepsilon_{a,el} = \frac{\sigma_a}{E} = \frac{\sigma_f'}{E} (2N)^b$$

$$\varepsilon_{a,ges} = \varepsilon_{a,el} + \varepsilon_{a,pl} = \frac{\sigma_a}{E} + \varepsilon_f' \left(\frac{\sigma_a}{\sigma_f'}\right)^{\frac{c}{b}}$$



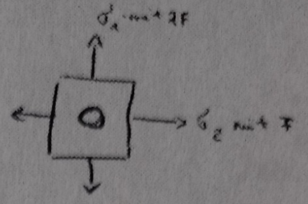
Dehnungswöhlerlinien treffen nur Aussagen über die Lebensdauer eines rein wechselnden beanspruchten Bauteils, also mit ~~eine~~ $\sigma_m = 0$.

Bello I+II Schriftliche Prüfung vom 12.02.2010

Aufgabe 2

a)

1) $\sigma_{ak_1} = \frac{2F}{at}$ $\sigma_{ak_2} = \frac{F}{at}$



$S = \begin{pmatrix} \frac{2F}{at} & 0 \\ 0 & \frac{F}{at} \end{pmatrix}$

2) $\sigma_{mk_1} = \frac{5}{2}\sigma_{ak_1}$ $\sigma_{mk_2} = \sigma_{ak_2}$

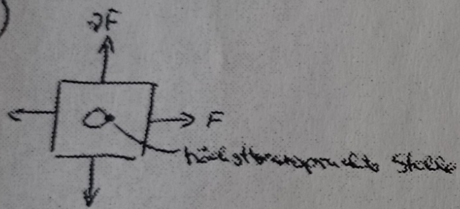
da laut Kreis gilt $\sigma_1 = 3\sigma_n$

NR $\sigma_{mk_1} = 3\sigma_{ak_1} - \sigma_{ak_2} = \frac{6F}{at} - \frac{F}{at}$

$\sigma_{mk_1} = \frac{5F}{at} = \frac{5}{2}\sigma_{ak_1}$

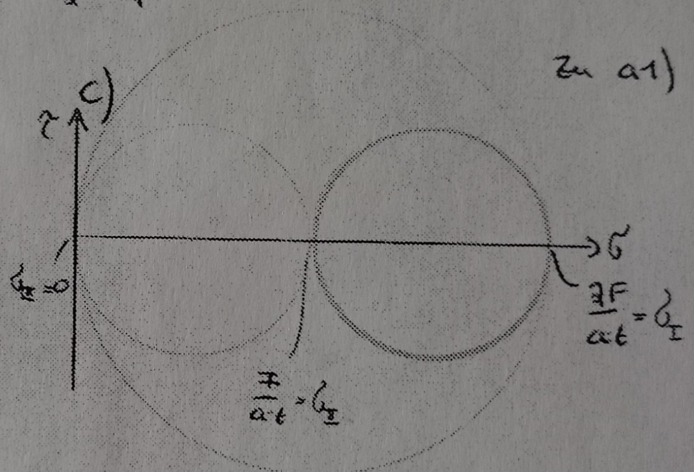
$S = \begin{pmatrix} \frac{5F}{at} & 0 \\ 0 & \frac{F}{at} \end{pmatrix}$

b)

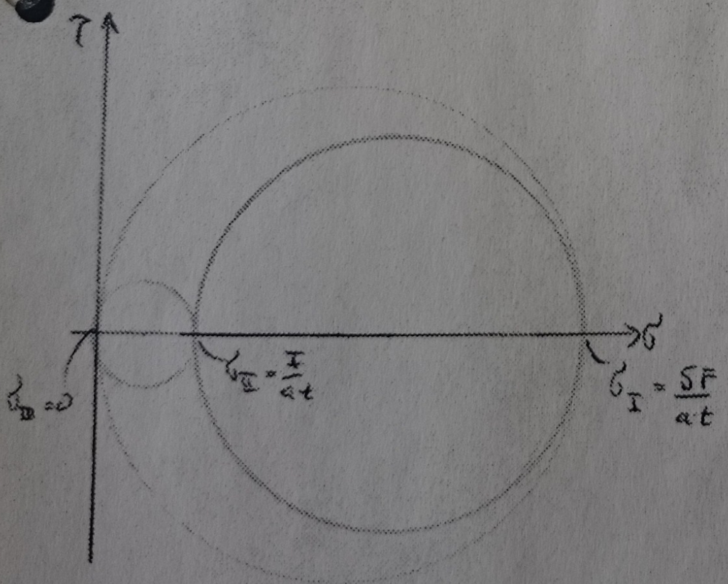


c)

Zu a1)



Zu a2)



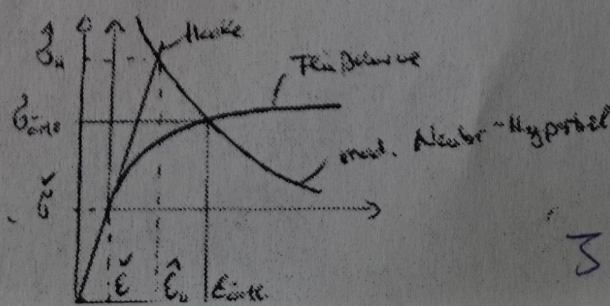
d)

Das Verfahren heißt modifizierte Neuber-Hyperbel.

$(\hat{\sigma}_H - \check{\sigma})(\hat{\varepsilon}_H - \check{\varepsilon}) = (\sigma_{örtl} - \check{\sigma})(\varepsilon_{örtl} - \check{\varepsilon})$

max. Kerbgrund-spannung $\hat{\sigma}_H = \alpha_K \cdot \sigma_n$ $\hat{\varepsilon}_H = \frac{\hat{\sigma}_H}{E}$

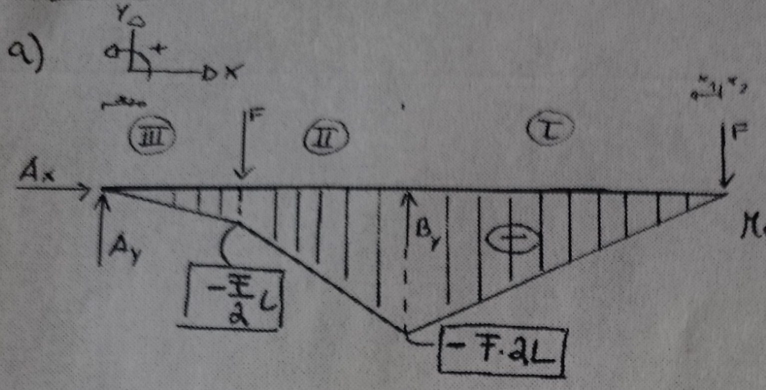
$\check{\sigma} = \frac{\sigma_n}{\alpha}$ plast. Formbeiwert $\check{\varepsilon} = \frac{\check{\sigma}}{E}$



Beko I + II schriftliche Prüfung vom 12.02.2010

Aufgabe 3

a)



Momentenverlauf

Ⓘ $0 < x_1 \leq 2L$

$M(x_1) = -F \cdot x$

$M(2L) = -F \cdot 2L$

Ⓘ Ⓘ $2L \leq x_2 \leq 3L$

$M(x_2) = B_y(x_2 - 2L) - F \cdot x_2$

$M(x_2) = \frac{5F}{2}(x_2 - 2L) - F x_2$

$= \frac{3}{2} F x_2 - 5FL$

$M(3L) = -\frac{F}{2} L$

Auflagerreaktionen für B_y

$\sum F_x = 0 \Rightarrow A_x = 0$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow A_y + B_y = 2F \quad (I)$

$\sum M_B = 0 \Rightarrow -A_y \cdot 2L + F \cdot L - F \cdot 2L = 0$

$\boxed{A_y = -\frac{F}{2}}$

$(I) \Rightarrow \boxed{B_y = \frac{5}{2} F}$

b)

$0 \leq x \leq 2L$

Ⓘ $h_1(x) \Rightarrow \quad \sigma_{bmax} = \frac{M_{bI}(x)}{W_b} = \frac{+F x_1}{\frac{b h_1^2}{6}} \Rightarrow h_1(x) = \sqrt{\frac{6 F \cdot x_1}{b \cdot \sigma_{bmax-zul}}}$

$h_0 = ? \Rightarrow \quad \sigma_{bmax} = \frac{M_{bI}(2L)}{W_b} = \frac{2FL}{\frac{b h^2}{6}} \Rightarrow h_0 = \sqrt{\frac{12 F \cdot L}{b \sigma_{bmax-zul}}}$

$\frac{h_1(x)}{h_0} = \frac{\sqrt{\frac{6 F \cdot x_1}{b \cdot \sigma_{bmax}}}}{\sqrt{\frac{12 F \cdot L}{b \sigma_{bmax}}}} = \underline{\underline{\sqrt{\frac{1}{2} \frac{x_1}{L}}}}$

$2L \leq x \leq 3L$

$h_2(x) \Rightarrow \quad \sigma_{bmax} = \frac{M_{bII}(x)}{W_b} = \frac{\frac{3}{2} F x_2 - 5FL}{\frac{b h_2^2}{6}} \Rightarrow h_2(x) = \sqrt{\frac{6(\frac{3}{2} F x_2 - 5FL)}{b \cdot \sigma_{bmax}}}$

40

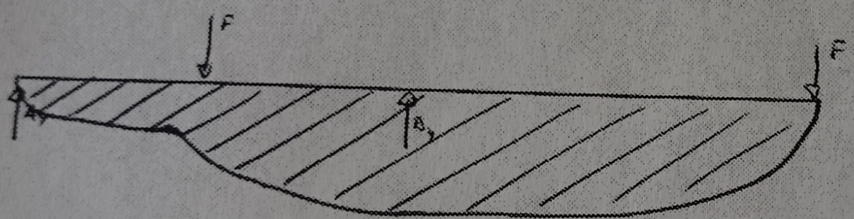
$$\frac{h_2(x)}{h_0} = \frac{\sqrt{\frac{6\left(\frac{3}{2}Fx_2 - 5FL\right)}{b\cdot\sigma_{bmax}}}}{\sqrt{\frac{12FL}{b\sigma_{bmax}}}} = \sqrt{\frac{1}{2L}\cdot\left(\frac{3}{2}x_2 - 5L\right)} \qquad 2L \le x_2 \le 3L$$

$0 \le x \le L$

$$h_3(x) = ? \qquad \sigma_{bmax_{III}} = \frac{M_{bIII}}{W_b} = \frac{F\cdot x_3}{\frac{b h_3^2}{6}} \Rightarrow h_3(x) = \sqrt{\frac{6Fx_3}{b\cdot\sigma_{bmax_{III}}}}$$

$$\frac{h_3(x)}{h_0} = \frac{\sqrt{\frac{6Fx_3}{b\sigma_{bmax_{III}}}}}{\sqrt{\frac{12FL}{b\sigma_{bmax_{I}}}}} = \sqrt{\frac{1}{2L}x_3\frac{\sigma_{bmax_{I}}}{\sigma_{bmax_{III}}}}$$

c)



Höhen Kontur des optimierten Trägers

d)

ursprünglich: Flächennutzungsgrad für Bereich $\eta_{AA} = \frac{1}{3}$

Längennutzungsgrad für alle Bereiche $\eta_{AZ} = \frac{1}{3}$

$$\eta_{A,ges} = \sum_{i=1}^{n} \frac{V_i}{V_{ges}}\left(\frac{\sigma_{bmax,i}}{\sigma_{bmax,ges}}\right)^2 \eta_{A,i}$$

	I	II	III
η_{AA}	$1/3$	$1/3$	$1/3$
η_{AZ}	$1/3$	$1/3$	$1/3$
$\frac{V_i}{V_{ges}}$	$1/2$	$1/4$	$1/4$
$\left(\frac{\sigma_{bmax,i}}{\sigma_{bmax,ges}}\right)^2$	1	1	$1/16$

$$\eta_{A,ges} = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{3}\cdot 1 + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{3}\cdot 1 + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{16}$$

$$= \frac{1}{18} + \frac{1}{36} + \frac{1}{576} = \underline{\underline{\frac{49}{576}}}$$

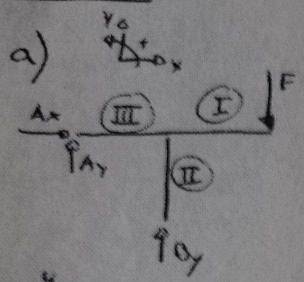
des optimierten Trägers

$\eta_{A\,ges} = \frac{1}{3}$ (2)

BeKo I + II schriftliche Prüfung vom 12.02.2010

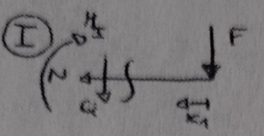
Aufgabe 4

a)



$0 \le x_1 \le a$

(I)

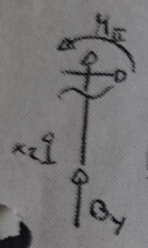


Da wir nur das Moment benötigen stellen wir dieses auch nur auf. N und Q eigentlich laut Aufgabenstellung vernachlässigbar

$$\boxed{M_I = -F x_1}$$

M_{II} -

(II)



$$\boxed{M_{II} = 0}$$

Erst Auflagerreaktionen bestimmen

$$\sum F_x = \boxed{A_x = 0}$$

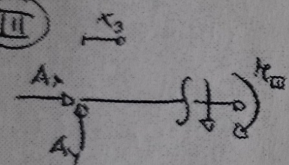
$$\sum F_y = A_y + B_y = +F$$

$$\boxed{A_y = -F}$$

$$\sum M_A = B_y a - F \cdot 2a = 0$$

$$\boxed{B_y = 2F}$$

(III)

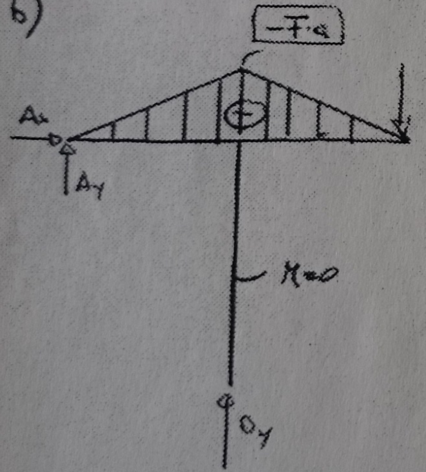


$$\boxed{M_{III} = + A_y \cdot x_3}$$

Test!

$$\left.\begin{array}{l} M_I(a) = -F \cdot a \\ M_{III}(a) = -F \cdot a \end{array}\right\} \text{gleich}$$

b)



c)

Da Symmetrie von Bereich I + III gilt und im Bereich II kein Moment ist erhalten wir folgenden Castigliano

$$u_F = \frac{\partial W}{\partial F} = \underbrace{2}_{\text{Symmetrie}} \int_0^a \frac{M_{bI}(x)}{EI} \frac{\partial M_{bI}}{\partial F}\, dx$$

$$= 2 \int_0^a \frac{-F \cdot x}{EI} \cdot (-x)\, dx = 2 \int_0^a \frac{F}{EI} x^2\, dx$$

$$= \frac{2F}{EI} \left. \frac{x^3}{3} \right|_0^a = \underline{\underline{\frac{2}{3} \frac{F}{EI} a^3}}$$

Beanspruchungsgerechtes Konstruieren zum SS 03

Name:	Shen Yang
Prüfer:	Prof. Dr. -Ing. Mertens
Beisitzerin:	Dipl. -Ing. Linke
Note:	1,7
Vorbreitungszeit:	2 Wochen

Struktur der Prüfung:

Das Fach *Beanspruchungsgerechtes Konstruieren* ist meines Erachtens das schwerste Fach im Hauptstudium, wofür ich auch die meiste Zeit investiert habe. Die Prüfung findet am Ende und Anfang des Semesters statt, ich würde immer den ersten Termin nehmen, da der Stoff noch warm bleibt und man Professor und Assistent ausgiebig fragen kann.

Die Prüfung besteht aus einem schriftlichen und einem mündlichen Teil. Die Endnote muss nicht der arithmetische Mittelwert sein. Wenn der schriftliche Teil nicht sehr schlecht ist, kann man beim Gespräch mit dem Professor die Note wirklich hochschrauben.

Meine Tipps zur Prüfungsvorbereitung:

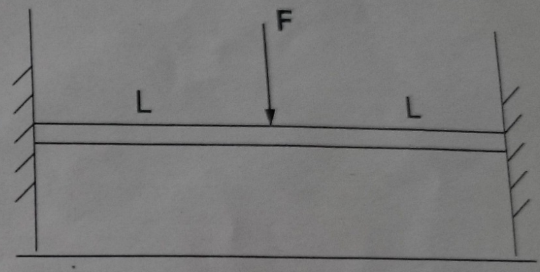
Jeder, der das Fach gerade macht, weiß, was für einen großen Aufwand das ist. Aber andererseits ist der schriftliche Teil nicht so schwer, wie man aus der analytische Übung kennt. Hier sind ein paar Tipps von mir:

- Nicht von der Schwierigkeit der Hausaufgaben abschrecken lassen.
- Die alten *Teste* (nicht die Prüfungen) durchrechnen, zwei Prüfungsaufgaben waren fast die originalen im Test.
- Castigliano und Volumennutzungsgrad sollte man wie 1+1=2 können.
- Bei den letzten zwei Übungen Ohren steif halten. Linke hat die Statistik-Aufgabe in der Übung schon erwähnt.
- Die letzten Sprechstunden von Prof. Mertens ausnutzen, um einen guten Eindruck von ihm zu bekommen.
- Manche sagen, dass beim mündlichen Teil die Schwächen aus dem schriftlichen Teil gefragt werden. Das war bei mir nicht der Fall, daher sollte man sich *nicht zu gezielt* auf die mündliche Prüfung vorbereiten.

3

Schriftlicher Teil

Aufgabe 1



Berechnen Sie die Durchsenkung an der Stelle F mit Castigliano

Lösung:

$$u_F = \frac{FL^3}{24EI}$$

Aufgabe 2

! Es handelt sich um eine Statistik-Aufgabe, die genauen Zahlen habe ich nicht im Kopf.

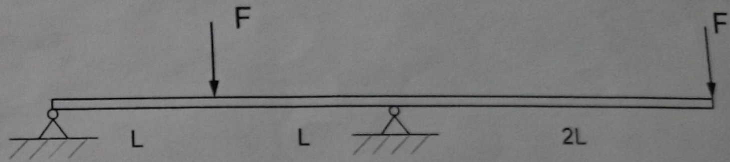
Die Festigkeit eines Werkstoffs wurde durch ein Stichprobeversuch ermittelt, deren Werte wie folgt aussehen: F_1, F_2, F_3, F_4, F_5. Ein Bauteil mit einem Durchmesser 60 *mm* aus diesem Werkstoff wird im Betrieb durch einen konstanten Drehmoment M_t belastet.

a) Bestimmen Sie den Mittelwert, Standardabweichung sowie Vertrauensbereich mit 95% von der Festigkeit dieses Werkstoffs.
b) Zeichnen Sie die in der Aufgabe (a) ermittelten Werte ins beigefügte Wahrscheinlichkeitspapier ein.
c) Bestimmen Sie die Sicherheitswert S grafisch mit Kurven im Wahrscheinlichkeitspapier

Lösung:

Das ist eine Standardaufgabe aus dem Test. Ich habe leider die Formel von Standardabweichung falsch geschrieben. Die Belastung ist ein Konstante Wert und wird als eine vertikale Linie im Wahrscheinlichkeitspapier dargestellt.

Aufgabe 3



Der Balken wird durch zwei Kräfte belastet und zwei Lager gestützt wie in der Abbildung.

a) Bestimmen Sie die Kontur des Balkens bei der gleichen Randbeanspruchung. Beziehen Sie die Höhe auf die Stelle mit dem maximalen Biegemoment.
b) Zeichnen Sie die Kontur aus Aufgabe (a).
c) Berechnen Sie den Volumennutzungsgrad vom gesamten Balkens und vom Balken mit dem konstanten Querschnitt.

Lösung:

$$\eta_{A,\text{konstant}} = \frac{49}{192}$$

$$\eta_{A,\text{var}} = \frac{1}{3}$$

Aufgabe 4

a) Bestimmen Sie die örtliche Spannung und Dehnung von einem Zugstab mit Hilfe von modifizierter Neuber-Hyperbel. Nehmen Sie den Zugstab als idealplastisch.

$\sigma_n = 100 N/mm^2$

$\alpha_K = 3$

$E = 220000 N/mm^2$

$\sigma_F = 140 N/mm^2$

b) Geben Sie zwei Coffin-Maison-Gleichungen an und stellen sie grafisch dar. Zeichnen Sie die Hysteresekurve.

c) Erläutern Sie das Vorgehen von P_{SWT}.

Lösung:

Aufgabe (a)

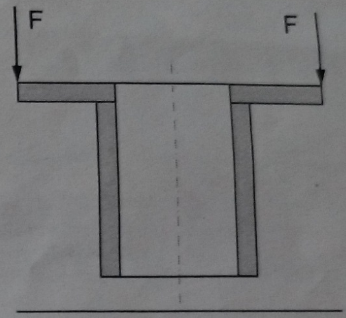
$\sigma_{örtl} = 140 N/mm^2$

$\varepsilon_{örtl} = 0{,}5\%$

38

Mündlicher Teil

Aufgabe 1



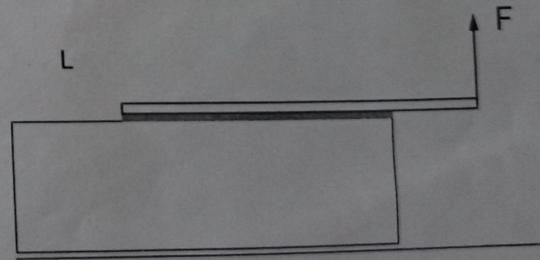
Welche Rand- und Übergangsbedingungen gibt es?

Mit welchen anderen Konzepten kann man das Model noch berechenen?

Lösung:

- Nennspannung – Zerlegung in drei Grundelementen
- Kerbgrundspannung – FEM
- Noch einen weiß ich nicht, worüber Prof. Mertens in der Vorlesung erzählt solle.

Aufgabe 2



Mit welchem Konzept kann man den Zugspannungsverlauf berechen? Wie sieht die DGL aus?

Lösung:

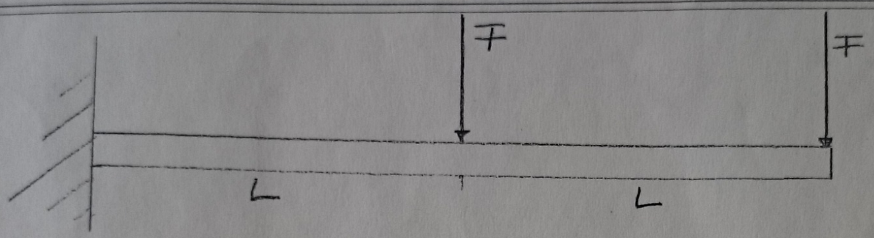
Balken auf dem nachgiebigen Boden.

Prüfungsprotokoll im Fach **Beanspruchungsgerechtes Konstruieren SS 06**

Prüfer: Diplom-Ingenieur Benjamin Kloss
Beisitzer: Professor Mertens
Termin: 29.7.2006

Schriftlich: Zeit: 1'30 (es wurden am Ende sogar noch 5 Min zusätzlich gegeben)

Aufgabe 1: **Volumennutzungsgrad**

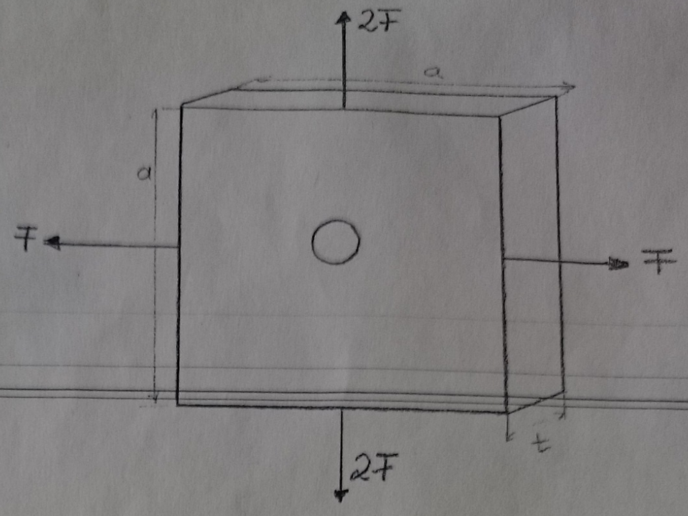


1.) Berechnen Sie die Schnittmomentenverläufe und zeichnen Sie sie auf ein gesondertes Blatt
2.) Bestimmen Sie die Bauteilhöhe für ein Bauteil gleicher Randfaserbeanspruchung unter den gegebenen Bedingungen, d sei variabel
3.) Zeichnen Sie die Bauteilkontur des angepassten Bauteils qualitativ möglichst exakt auf ein gesondertes Blatt (Tipp: siehe Vl, dieser Balken war ein Beispiel)
4.) Wie groß ist der Volumennutzungsgrad des optimierten Trägers

Aufgabe 2: **Betriebsfestigkeit**

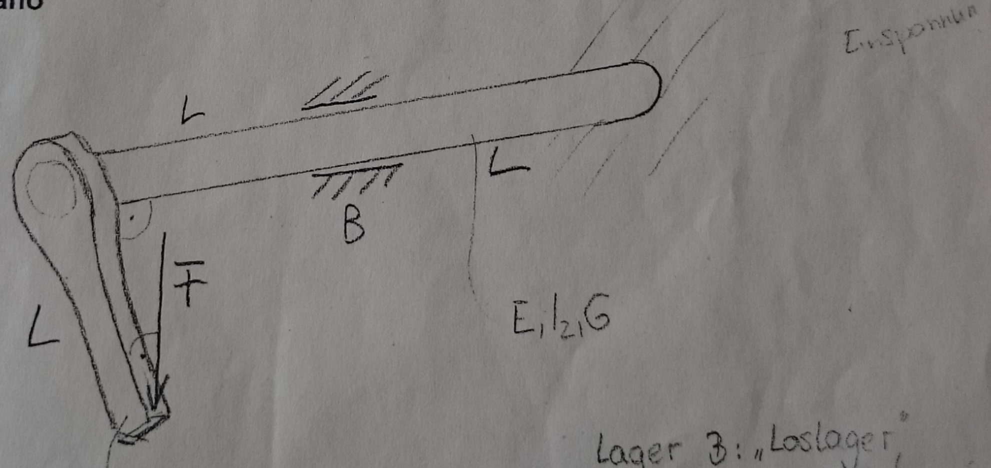
1.) Beschreiben Sie stichwortartig mit Hilfe geeigneter Diagramme und den wichtigsten Gleichungen das Vorgehen zur Ermittlung der Betriebsfestigkeit nach dem Nennspannungskonzept. Gehen Sie dabei auch auf die Möglichkeiten unter der Dauerfestigkeitsgerade ein (Tipp: Anspielung auf Haibach, Miner elementar)
2.) Wie hoch ist das theoretische Gesamtschädigungsmaß? Wie groß ist das praktische? Wie kommt die Differenz zustande?
3.) Welche Möglichkeit gibt es Kriechen in der Betriebsfestigkeit zu beachten? Beschreiben Sie sie kurz anhand geeigneter Diagramme und Gleichungen! Wie groß ist das zulässige Gesamtschädigungsmaß für Kriechen?
4.) Erläutern Sie kurz anhand eines Diagrammes primäres, sekundäres und tertiäres Kriechen.
Welches Gesetz beschreibt das sekundäre Kriechen? Schreiben Sie die Gleichung dazu auf. (Tipp: Monkman-Grant)

Aufgabe 3: **Mohrsche Kreise**



1.) Geben Sie die Spannungen in Abhängigkeit von a,t,F an:
    I) für die Scheibe ohne Bohrung
    II) für die höchstbeanspruchte Stelle der Bohrung
Schreiben Sie die Spannungstensoren für I und II auf.
Kennzeichnen Sie die höchstbeanspruchte Stelle der Bohrung in der Abbildung.
2.) Zeichnen Sie die Mohrschen Kreise für I und II maßstäblich in **ein** Diagramm.
3.) Die Spannung in II übersteigt die Streckgrenze des Materials. Was für ein Konzept gibt es, das es ermöglicht, die örtlichen Spannungen und Dehnungen zu ermitteln?
Erläutern Sie das Konzept anhand einer Gleichung und einem Diagramm.
Benennen Sie die eingeführten Größen. (Tipp: mod. Neuber-Hyperbel)

Aufgabe 4: **Castigliano**



F steht senkrecht auf dem Hebel u. das gesamte BT befindet sich in einer Ebene

Lager B: „Loslager", verhindert reibungsfrei die vertikale Verschiebung des Punktes B

1.) Schneiden Sie das System sauber frei.
Geben Sie Gleichungen für die Schnittmomente an (die Verläufe brauchen nicht dargestellt zu werden).
2.) Geben Sie formelmäßig die Durchsenkung in Folge von F an (im Kraftangriffspunkt).

Tipp: Trennen von Torsionsmoment und Biegemoment, Bestimmen der statisch Unbestimmten, Einspannung nicht Freischneiden. Druchsenkung in Folge der Biegung plus sinus des Winkels in Folge der Torsion. → „Tipps" standen natürlich nicht auf den Aufgabenblättern

Mündlich: Zeit: 30 Min.

Nette, ruhige Atmosphäre, bei Prof. Mertens im Büro.

Themen:

- Bruchmechanik: K_I, K_{IC}, r_E
  Fehlerabschätzung beim Ultraschallverfahren, AVG-Methode
  Paris-Gleichung (Diagramm) ΔK_{th}, ΔK_{th0} ($\Delta K_{th} = \Delta K_{th0} (1-R)^{\gamma}$
  LCF,HCF
- Coffin-Manson – Dehnungs-Wöhler-Linien, Glg. Für die Gesamtdehnung
- Volumennutzunggrad, Mitchell-Strukturen, BT gleicher Randfaserbeanspruchung
- Fachwerktstruktur
- VNG vom Zugstab

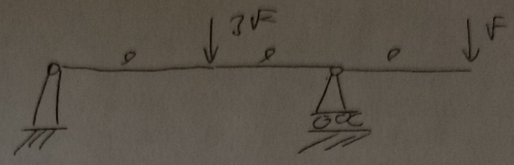
(Mir wurde ein Foto gezeigt mit der Dachkonstruktion des Leipziger Stadions und ich musste es analysieren)

Beanspruchungsgerechtes Konstruieren Oktober 2005

Mertens

Schriftliche Prüfung

1. Volumennutzungsgrad:

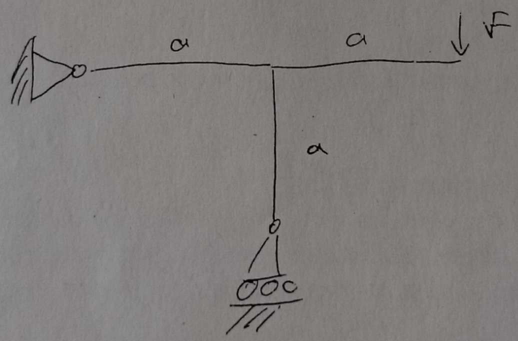


→ Schnittmoment
→ Kontur (h variabel)
→ Kontur zeichnen
→ Eta für idealen und normalen Balken

2. Betriebsfestigkeit/Kriechen

3. Mohrsche Spannungskreis bei gegebenen Kräften
   → Scheibe ohne Loch
   → Scheibe mit Loch

4. Castigliano:



Mündliche Prüfung:

- Was ist BeKo? Warum BeKo?
- Volumennutzungsgrad
- Klebeverbindung
- Tau(max)
- Warum Tau(max) am Anfang
- Schnadt – Diagramm (beide Diagramme)

32