

Teilprüfung

EINFÜHRUNG IN DIE FESTIGKEITSLEHRE

Professor Dr. rer. nat. S. Schmauder

Datum: 10.10.2011

Hilfsmittel: Ausgegebenes Formelblatt, nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Prüfungsdauer: 60 min

Der im 1. Prüfungsteil aufgeführte Hinweis für Wiederholer gilt auch für diese Teilprüfung.
**Nur die auf dem Aufgabenblatt eingetragenen Lösungen und Lösungswege werden
eingesammelt und bewertet! Der Lösungsweg wird mitbewertet!**

Name:

Matrikelnummer:

Studiengang:

Aufgabe 1:**(30 Punkte)**

Auf den dargestellten Balken aus dem Werkstoff C55 mit **quadratischem Querschnitt** ($b = h = 10 \text{ mm}$, $B = H = 20 \text{ mm}$), siehe **Abbildung 1.1**, wirken eine Zugkraft F und ein Biegemoment M_b .

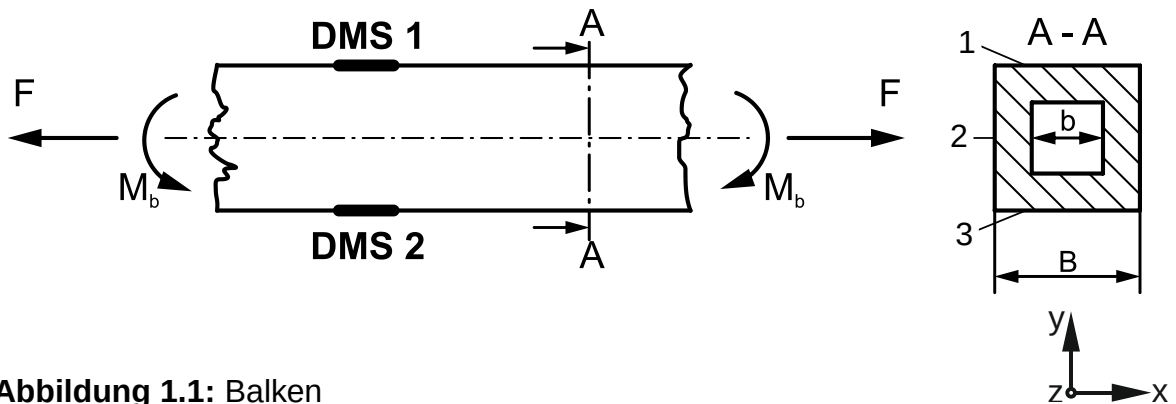


Abbildung 1.1: Balken

Werkstoffdaten C55:

$R_e = 550 \text{ MPa}$; $R_m = 850 \text{ MPa}$; $E = 210000 \text{ MPa}$; $A_5 = 17\%$; $\mu = 0,29$

$$W_b = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H}$$

Hinweis:

- a) Die beiden Dehnungsmessstreifen (DMS 1 und DMS 2) messen am belasteten Balken folgende Maximal- und Minimalwerte:

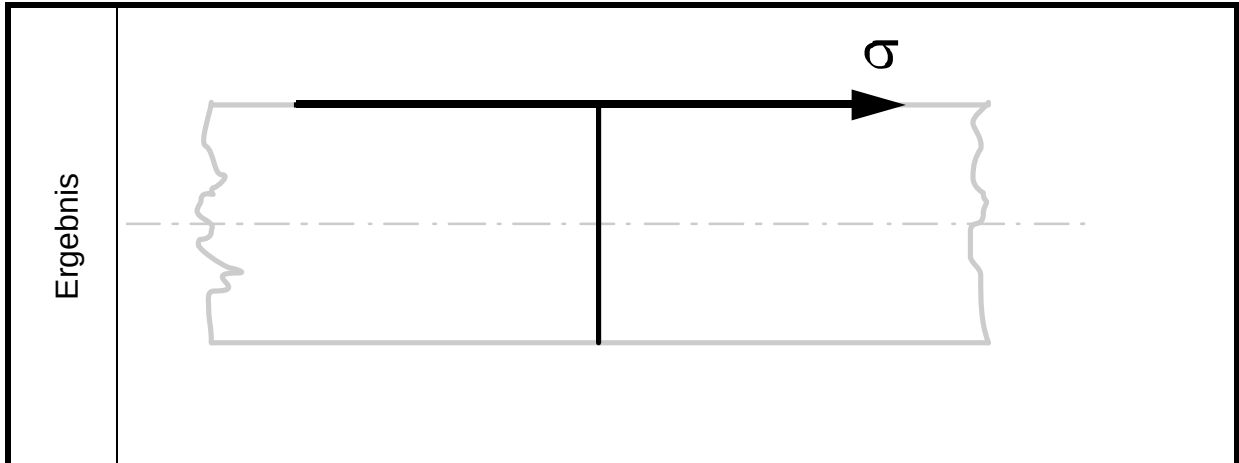
$$\epsilon_{\text{DMS 1}} = 0,13095\%; \quad \epsilon_{\text{DMS 2}} = -0,07143\%$$

Zeigen Sie, dass hier das Hooke'sche Gesetz anwendbar ist. Bestimmen Sie die wirkenden Spannungen σ_{max} und σ_{min} für diese beiden Dehnungswerte.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- b) Zeichnen sie maßstäblich den Spannungsverlauf entlang der **Kanten 1, 2 und 3** (aus Abbildung 1.1) in untenstehende Grafik ein (**10 MPa = 1 mm**) und beschriften Sie die Verläufe. Gehen Sie davon aus, dass im Schnitt A-A die Spannungen wirken, die in Aufgabenteil a) berechnet wurden.

(Hinweis: sollten Sie Aufgabenteil a) nicht gelöst haben, verwenden Sie für den weiteren Verlauf der Aufgabe $\sigma_{\max} = 250\text{MPa}$ und $\sigma_{\min} = -175\text{MPa}$.)



- c) Wie groß ist die auf den Balken wirkende Zugkraft F?

Platz für Nebenrechnungen	Empty space for calculations
---------------------------	------------------------------

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

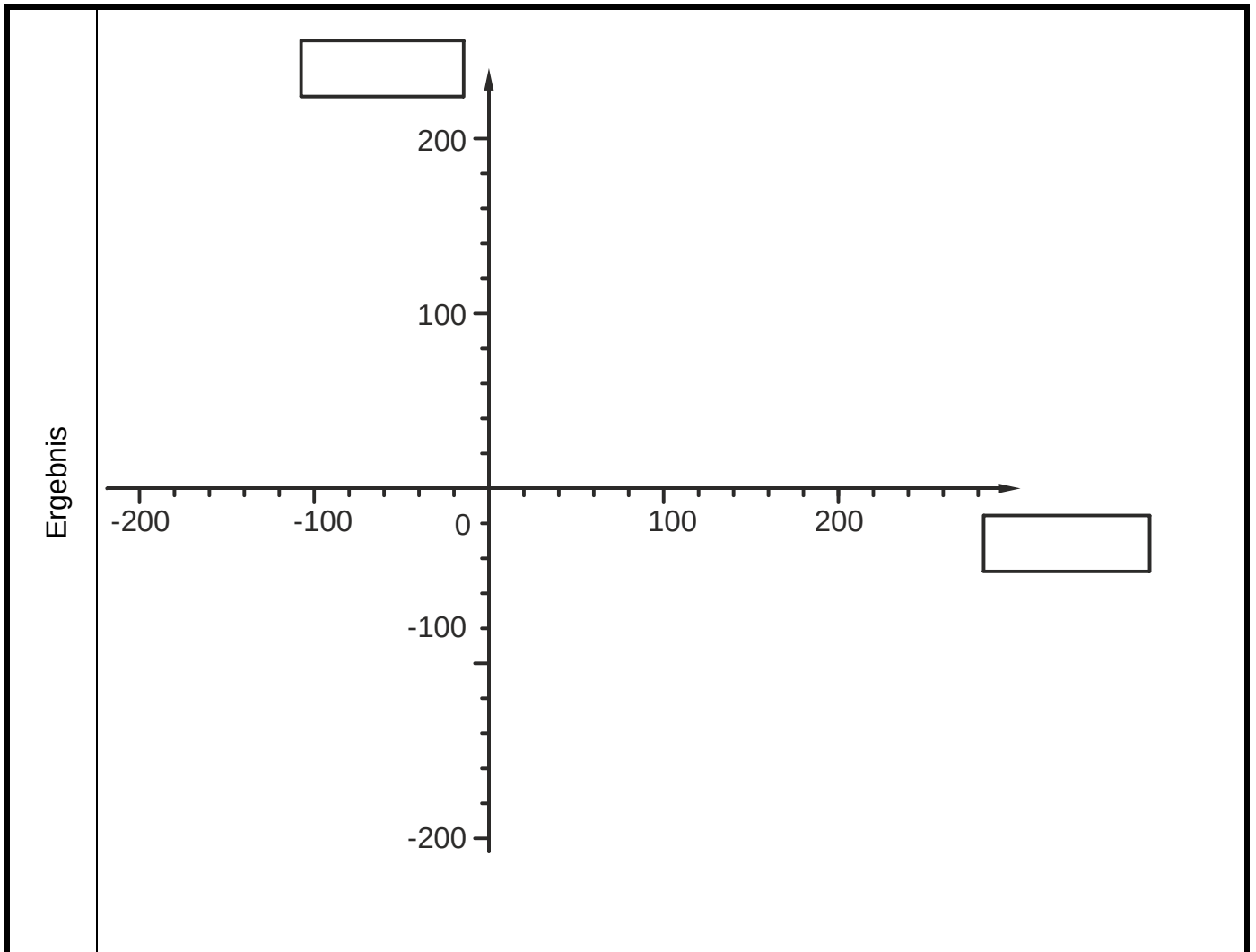
d) Wie groß ist das auf den Balken wirkende Biegemoment M_b ?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

e) Ist die Beanspruchung mit Sicherheit ertragbar?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- f) Zeichnen Sie die Mohr'schen Spannungskreise für die Unter- und Oberseite des Balkens sowie für die Stelle $y = H/2$ in untenstehendes Achsensystem. Beschriften Sie die Achsen.



Aufgabe 2:**(30 Punkte)**

Eine Antriebswelle mit geschliffener Oberfläche aus dem legierten Vergütungsstahl 54CrV4 ist im Hinblick auf eine sichere Dimensionierung unter statischer und schwingender Beanspruchung an der Kerbstelle I zu überprüfen (vgl. **Abbildung 2.1**). Der Bauteilgrößeneinfluss auf die Schwingfestigkeit sowie die durch Querkkräfte verursachten (Schub-)Spannungen müssen im Folgenden nicht berücksichtigt werden. Die Welle steht zunächst still und wird durch die statisch wirkenden Kräfte $F_Q = 50 \text{ kN}$ und $F_H = 100 \text{ kN}$ belastet.

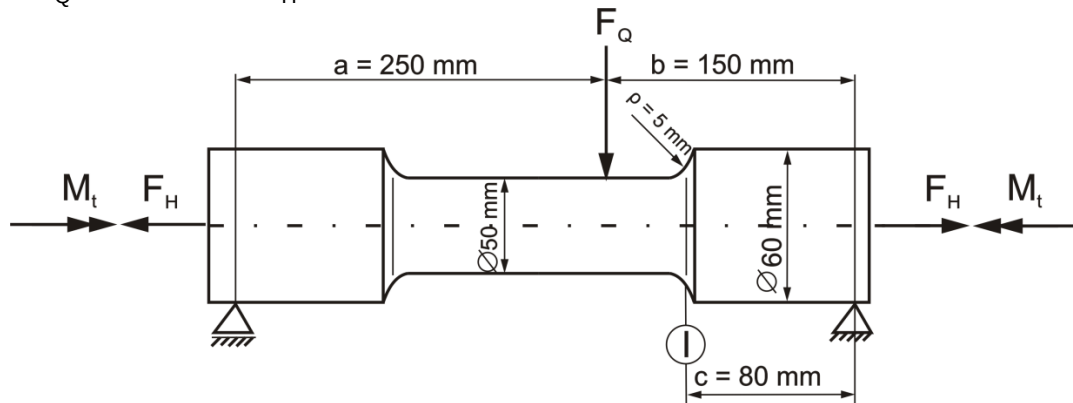


Abbildung 2.1: Antriebswelle

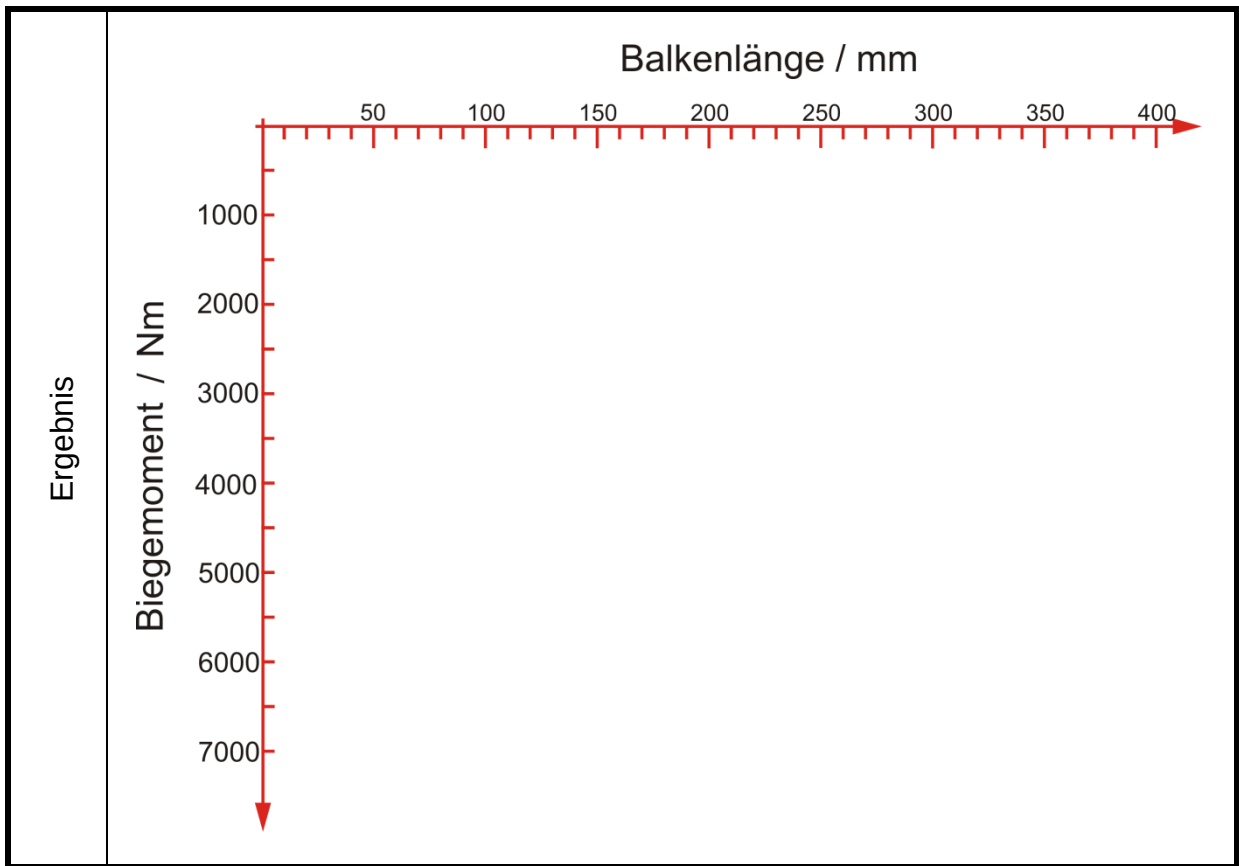
Werkstoffdaten 54CrV4:

$R_{p0,2} = 930 \text{ MPa}$; $R_m = 1150 \text{ MPa}$; $\sigma_{bw} = 570 \text{ MPa}$

a) Berechnen Sie das Biegemoment an der Kerbstelle I.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- b) Skizzieren Sie maßstäblich den Verlauf des Biegemoments über die Balkenlänge in dem gegebenen Koordinatensystem.



- c) Ermitteln Sie die Formzahlen für Zug-, Biege- und Torsionsbeanspruchung.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- d) Berechnen Sie die Nenn- und die Maximalspannungen für die Zug- und Biegebeanspruchung.

Hinweis: Falls Sie Aufgabenteil a) nicht lösen konnten, arbeiten Sie mit $M_{B,I} = 2550 \text{ Nm}$

=Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

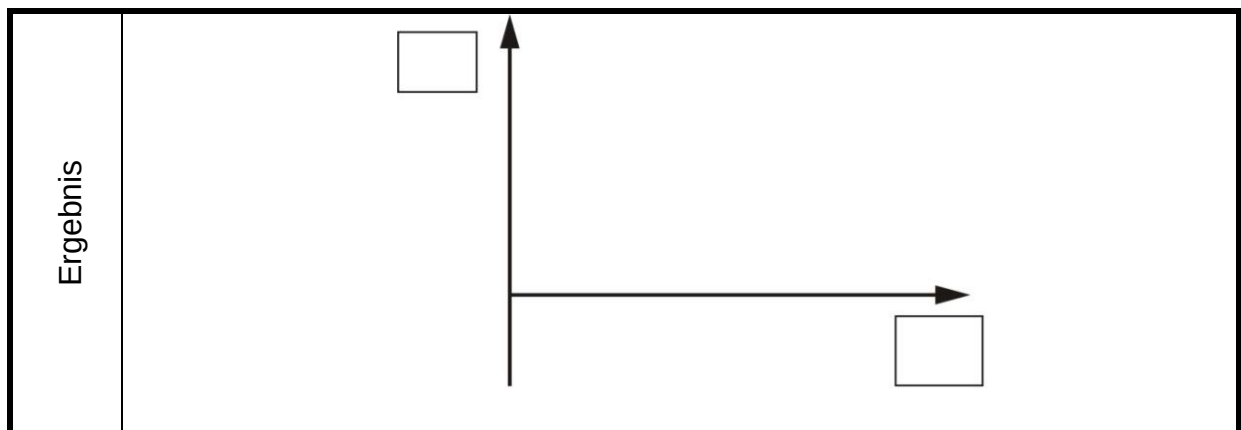
- e) Berechnen Sie das zusätzlich übertragbare Torsionsmoment $M_{t\text{ zul}}$ (bei gleichzeitiger Einwirkung der beiden Kräfte F_Q und F_H), damit Fließen im Kerbquerschnitt I mit einer Sicherheit von $S_F = 1,5$ ausgeschlossen werden kann.

Hinweis: Eine konservative Auslegung der Antriebswelle wird vorausgesetzt!

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

In einem anderen Betriebszustand ist die Schwingfestigkeit der nun umlaufenden Antriebswelle zu überprüfen. Das Torsionsmoment soll hierbei vernachlässigt werden ($M_t = 0$). Die beiden Kräfte $F_Q = 50 \text{ kN}$ und $F_H = 100 \text{ kN}$ bleiben hingegen unverändert.

- f) Skizzieren Sie qualitativ in dem gegebenen Koordinatensystem den Spannungsverlauf in Abhängigkeit der Zeit im Kerbgrund (I) bei umlaufender Welle. Beschriften Sie die Achsen des Diagramms.



- g) Ermitteln Sie die Kerbwirkungszahl β_k für die Biegebeanspruchung sowie die Biegewechselfestigkeit der Antriebswelle

Platz für Nebenrechnungen	
---------------------------	--

Ergebnis	
Platz für Nebenrechnungen	

- h) Berechnen Sie die die Sicherheit S_D gegen Dauerbruch durch die statisch wirkenden Kräfte $F_Q = 50 \text{ kN}$ und $F_H = 100 \text{ kN}$ bei umlaufender Welle. Ist diese Sicherheit ausreichend?

Hinweis 1: Die Zugbeanspruchung F_H wirkt als statische Mittelspannung, die Spannung aus F_Q als schwingender Anteil.

Hinweis 2: Falls Sie die vorherigen Teilaufgaben nicht lösen konnten, verwenden Sie:

$$\sigma_{zn} = 50 \text{ MPa}, \sigma_{bn} = 200 \text{ MPa}, \alpha_{kz} = 1,80, \alpha_{kb} = 1,60, \beta_{kz} = 1,50, \beta_{kb} = 1,50.$$

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

Guten Erfolg!