

Teilprüfung

EINFÜHRUNG IN DIE FESTIGKEITSLEHRE

Professor Dr. rer. nat. S. Schmauder

Datum: 08.10.2012

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)**

Ein Träger aus dem Baustahl St 60 mit dem Walzprofil I 120 (siehe **Abbildung 1.1**) und der freien Länge $l = 2,25$ m ist an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende durch die Kraft 4 kN statisch belastet. Diese wirkt normalerweise senkrecht zu dem Träger ($\alpha = 90^\circ$), sie kann aber auch schräg bis zu einem Winkel von $\alpha = 58^\circ$ angreifen (**Abbildung 1.1**).

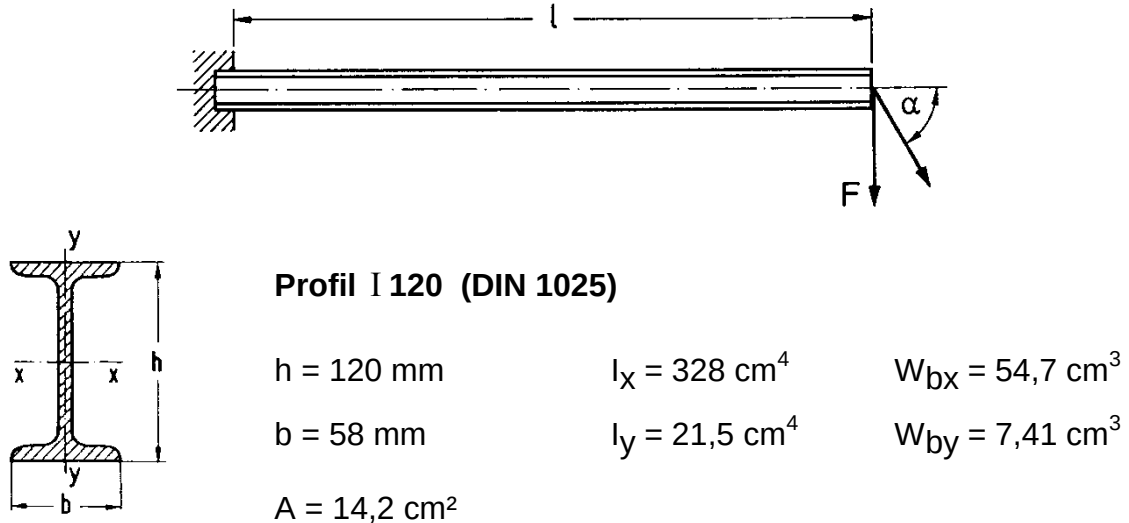


Abbildung 1.1: Träger mit dem Walzprofil I 120

St 60: $R_e = 340$ N/mm²
 $R_m \geq 600$ N/mm²
 $\sigma_{bw}(\text{gewalzt}) = 190$ N/mm²
 $A_5 = 15$ %

- a) Geben Sie die beiden Bereiche an, an denen die Last betragsmäßig maximal ist. Welche Art von Belastung liegt dort jeweils vor?

Ergebnis	
----------	--

- b) Berechnen Sie den Betrag der höchsten Spannung im Träger für den Fall der senkrechten Belastung ($\alpha = 90^\circ$). Geben Sie die Spannungen in den beiden höchstbelasteten Bereichen des Trägers an.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- c) Berechnen Sie die höchste Zugspannung und die höchste Druckspannung im Träger an der jeweils höchstbelasteten Stelle für den Belastungsfall $\alpha = 58^\circ$.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- d) Wie lang dürfte der Träger höchstens sein, damit die maximale Spannung in Teilaufgabe 1c) den Wert von 42 MPa nicht überschreitet?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- e) Die Kraft F werde nun durch eine an dem Träger der Länge $l = 2,25 \text{ m}$ hängende Masse verursacht, die häufig in vertikale Schwingungen gerät. Dadurch entsteht zusätzlich zu der statischen Belastung durch F eine überlagerte Wechselbeanspruchung, bei der man mit Amplituden von der Größe $F_a = F/2$ rechnen muss.

Skizzieren Sie das Kraft-Zeit-Diagramm und beschriften Sie es. Wie groß ist die maximal auftretende Kraft in diesem Belastungsfall?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- f) Als Sicherheit gegen plastisches Fließen ist $S_F \geq 1,3$ zu gewährleisten. Kann diese Sicherheit bei der Maximalkraft der schwingenden Belastung eingehalten werden?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- g) Als Sicherheit gegen Schwingungsbruch ist $S_D \geq 2,2$ zu gewährleisten. Kann diese Sicherheit bei der schwingenden Belastung eingehalten werden?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

Aufgabe 2:**(30 Punkte)**

In einem Versuchsstand soll ein Rohrsegment aus dem austenitischen Stahl 1.4301 ($R_e = 650 \text{ MPa}$, $R_m = 750 \text{ MPa}$, $A = 45 \%$, $E = 190000 \text{ MPa}$ und $\mu = 0,3$) geprüft werden. Das Rohrsegment wird mit dem Innendruck p_i belastet. Um das Rohr dicht zu verschließen wird es zwischen zwei biegesteifen Platten eingespannt, **Abbildung 2.1**, und mit einer Kraft F hydraulisch belastet. Die Reibung zwischen Rohrsegment und den Platten kann vernachlässigt werden, die Maßangaben in der Abbildung sind in mm.

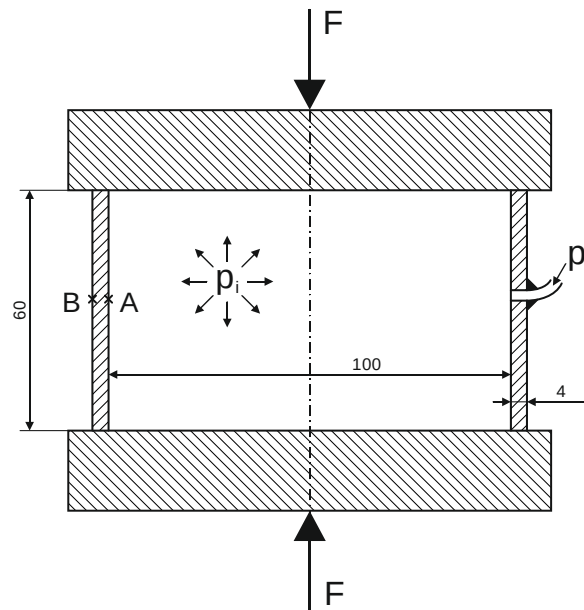


Abbildung 2.1: Rohrprüfstand

- a) Geben Sie die Beziehung zur Berechnung der minimal erforderlichen Anpresskraft F in Abhängigkeit vom Durchmesser d_i und vom Druck p_i an.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- b) Welche Anpresskraft wird bei einem Innendruck $p_i = 300 \text{ bar}$ mindestens benötigt, um das Rohr dicht zu verschließen?

Ergebnis	
----------	--

- c) Leiten Sie über das Kräftegleichgewicht am Rohr die Formel zur Berechnung der Umfangsspannung σ_u als Funktion des Innendurchmessers d_i , des Innendrucks p_i und der Wanddicke s her.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- d) Das Rohrsegment soll in einem Versuch mit einem Innendruck $p_i = 400 \text{ bar}$ und einer Deckelkraft von 400 kN belastet werden. Berechnen Sie am Punkt A (**Abbildung 2.1**) die Spannung σ_u in Umfangsrichtung, die Spannung σ_r in radialer Richtung und die Spannung σ_a axialer Richtung (Falls Sie Aufgabe 2c) nicht lösen konnten verwenden Sie die folgende Näherungsgleichung: $\sigma_u = \frac{pd_i}{10 \text{ mm}}$).

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- e) Wie groß sind die Spannungen an der Rohraußenseite (Punkt B) bei der Belastung aus Aufgabenteil 2d) ?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

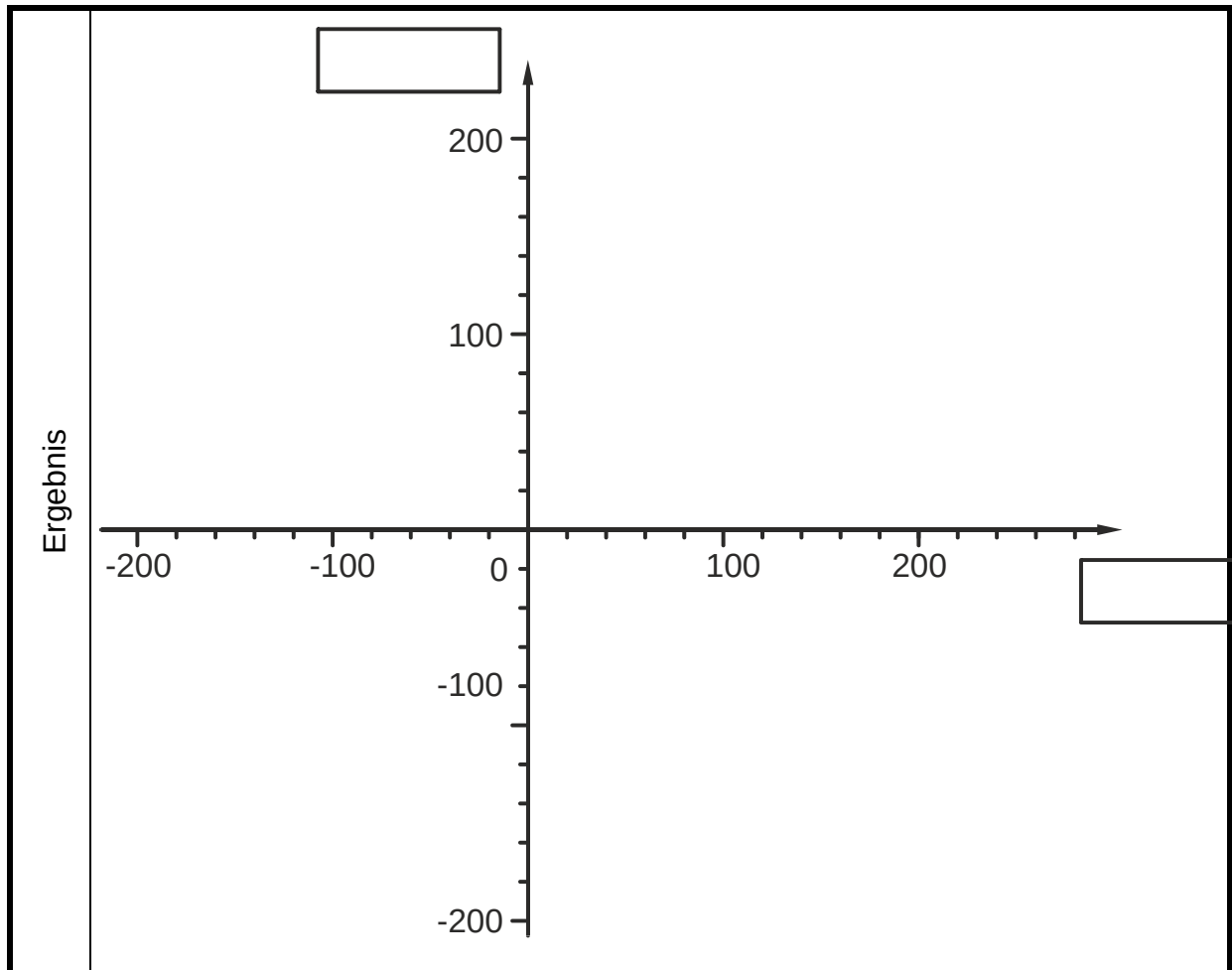
- f) Aus sicherheitstechnischen Gründen muss an der Außenoberfläche (Punkt B) Fließen vermieden werden. Kann die Belastung aus Aufgabe 2d) mit ausreichender Sicherheit vom Ring ertragen werden?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- g) Bis zu welchem Druck kann der Innendruck p_i maximal gesteigert werden ohne dass der Ringwerkstoff an der Außenoberfläche (Punkt B) fließt? Die Axialspannung σ_a wird dabei konstant gehalten.

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

- h) Für einen neuen Lastfall wurden mit einem optischen Verfahren folgende Spannungen am Punkt B bestimmt: $\sigma_u = 180 \text{ MPa}$; $\sigma_a = -150 \text{ MPa}$. Zeichnen Sie die Mohr'schen Spannungskreise für die a-r-Ebene, die a-u-Ebenen und die r-u-Ebene. (u bedeutet Umfang, a bedeutet axial und r bedeutet radial). Beschriften Sie die Achsen und kennzeichnen Sie die jeweiligen Kreise.



- i) Um wie viele mm vergrößert sich der Radius des Rohres bei der Belastung aus Aufgabenteil 2h) ?

Platz für Nebenrechnungen	
Ergebnis	

Guten Erfolg!