

# Leichtbau - Probeklausur 2

Prof. Dr.-Ing. W. Fischer

Fachhochschule Dortmund

Name: ..... Punkte: ..... Note: .....

**Umfang: 5 Aufgaben, 2 Seiten, Gesamtpunktzahl: 100, Bestanden:  $\geq 40$  Punkte**  
Die Semesteraufgaben werden mit einem Bonus als Notenverbesserung mit max. 1.0 berücksichtigt.

## 1. (20 Punkte):

Skizzieren Sie das Spannungs-Zeit-Diagramm des Dauerschwingversuchs und zeichnen Sie die Schwingungsdauer, die Oberspannung, die Unterspannung, die Mittelspannung, die Schwingbreite und die Spannungsamplitude ein. Erklären Sie den Dauerschwingversuch. Was versteht man unter „Wöhlerlinie“? Zeichnen Sie eine Wöhlerlinie in doppelt-logarithmischer Darstellung und kennzeichnen Sie die Bereiche der „statischen Festigkeit“, der „Zeitfestigkeit“ und der „Dauerfestigkeit“. Was bedeuten in diesem Zusammenhang „N“, „R“ und „ $\sigma_A$ “? Die Gütekennzahl für die Schwingfestigkeit von Stahl wird - normiert auf die von Aluminium - mit 1.3 angegeben, diejenige von Titan mit 2.2. Welcher Werkstoff ist also aus Gewichtsgründen besser geeignet und um wieviel leichter ist dieses Bauteil dann als das aus dem anderen Werkstoff?

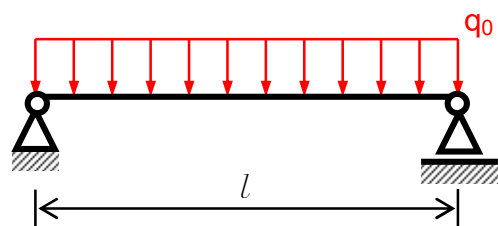
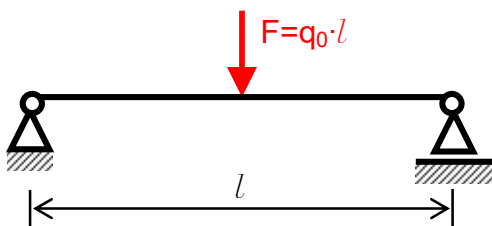
## 2. (20 Punkte):

Bestimmen Sie die Leichtbaukennzahl eines einseitig eingespannten Kragträgers unter einer konstanten Streckenlast  $q_0$ . Der Träger hat einen quadratischen Querschnitt mit der Kantenlänge  $a$  und die Länge  $l$ . Geben Sie zunächst die allgemeine Beziehung an und bestimmen Sie anschließend den Wert für den Werkstoff MgAl6Zn. Ist eine besonders hohe oder eine besonders kleine Zahl gut?

Daten:  $l = 1000$  mm,  $a = 100$  mm,  $\rho = 1.74$  kg/dm<sup>3</sup>,  $\sigma_{zul} = 220$  N/mm<sup>2</sup>

## 3. (10 Punkte):

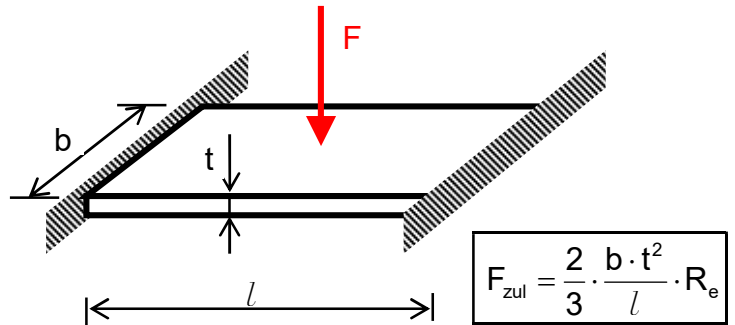
Beweisen Sie, dass es aus Leichtbausicht wesentlich günstiger ist, Kräfte möglichst großflächig in Konstruktionen einzuleiten. Zeigen Sie an den beiden skizzierten Trägern, dass sich die Biegebeanspruchung stark unterscheidet. Um welchen Faktor unterscheiden sich hier bei sonst gleichen Bedingungen die Biegespannungen?



**4. (20 Punkte):**

Die dargestellte rechteckige Aluminiumplatte der Breite  $b = 600 \text{ mm}$ , der Länge  $l = 900 \text{ mm}$  und der Dicke  $t_{\text{Alu}} = 4 \text{ mm}$  wird auf Biegung beansprucht. Die zulässige Kraft  $F_{\text{zul}}$ , die Breite  $b$  und die Länge  $l$  sollen konstant bleiben. Wie groß muß jeweils die Dicke  $t$  der Platte sein, wenn diese aus Holz, Stahl oder Titan hergestellt wird? Welche Masse hat die Platte jeweils? Welche Ausführung hat die geringste Masse?

	$\rho \text{ [kg/dm}^3\text{]}$	$R_e \text{ [N/mm}^2\text{]}$
Aluminium	2.70	240
Holz	0.50	80
Stahl	7.85	235
Titan	4.50	700



**5. (30 Punkte):**

Berechnen Sie mit dem FEM-System HyperWorks 12 für das skizzierte Fachwerk mit 9 Stäben und 6 Knoten die Verschiebungen und Spannungen nach von Mises. Beachten Sie die vorgegebene Knoten- und Elementnummerierung! Führen Sie zunächst eine Festigkeitsanalyse durch. Wie groß ist die betragsmäßig größte Verschiebung in  $y$ -Richtung und an welchem Knoten tritt diese auf? Wie groß ist die größte Vergleichsspannung nach von Mises und in welchem Element tritt diese auf? Berechnen Sie die Masse des Fachwerks in kg per Hand (Rechenweg angeben!). Führen Sie anschließend eine Parameteroptimierung durch. Das Ziel soll eine minimale Masse sein. Als Restriktion wird vorgegeben, dass die senkrechte Verschiebung des Knotens Nr. VI maximal 2.0 mm in Lastrichtung betragen soll. Die zu verändernden Designvariablen sind die Querschnittsflächen der Stäbe. Es soll möglich sein, dass jeder Stab eine andere Querschnittsfläche erhält. Diese soll zwischen  $0.0001 \text{ mm}^2$  (also praktisch Null) und  $50 \text{ mm}^2$  variierbar sein. Wie groß ist die Masse des Fachwerks vor und nach der Optimierung laut HyperWorks? Welche Querschnittswerte haben die Stäbe nach der Optimierung? Begründen Sie, warum dieses Ergebnis sinnvoll bzw. nicht sinnvoll ist! Wie groß ist nach der Optimierung die betragsmäßig größte Verschiebung in  $y$ -Richtung und an welchem Knoten tritt diese auf? Wie groß ist nach der Optimierung die größte Vergleichsspannung nach von Mises und in welchem Element tritt diese auf?

Daten:  $F_1 = 1 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 2 \text{ kN}$ ,  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $\rho = 7.8 \text{ kg/dm}^3$ ,  $A = 15 \text{ mm}^2$ ,  
 $a = 300 \text{ mm}$ ,  $b = 500 \text{ mm}$ ,  $c = 600 \text{ mm}$

