

# Leichtbau - Probeklausur 3

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. (11 Punkte):

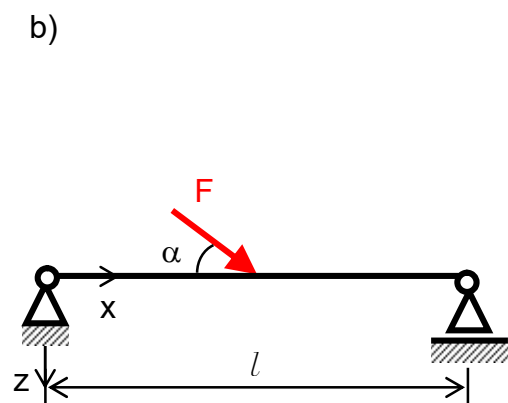
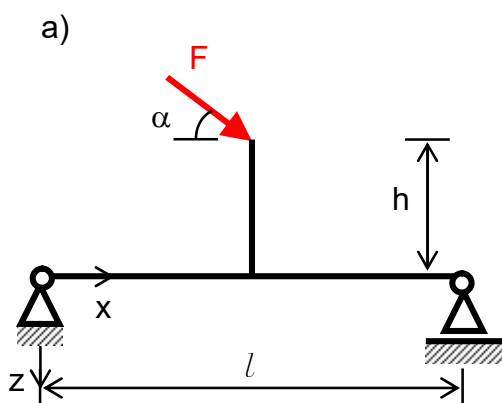
Erklären Sie die im konstruktiven Leichtbau eingesetzten Bauelemente „Tailored Blank“, „Sandwich“ und Noppenblech“ und skizzieren Sie diese jeweils an einem Beispiel! Welche mechanische Größe ist bei einer Steifigkeitsauslegung und welche bei einer Festigkeitsauslegung ausschlaggebend? Zeichnen Sie ein typisches Spannungs-Dehnungs-Diagramm eines Baustahls und geben Sie diese beiden Größen mit Hilfe dieses Diagramms an!

## 2. (16 Punkte):

Geben Sie vier Gütekennzahlen sowohl in Worten wie auch in Formeln an. Geben Sie dabei jeweils mit Hilfe der in der Vorlesung verteilten Tabelle an, welcher Werkstoff sich jeweils am besten und welcher sich jeweils am schlechtesten eignet.

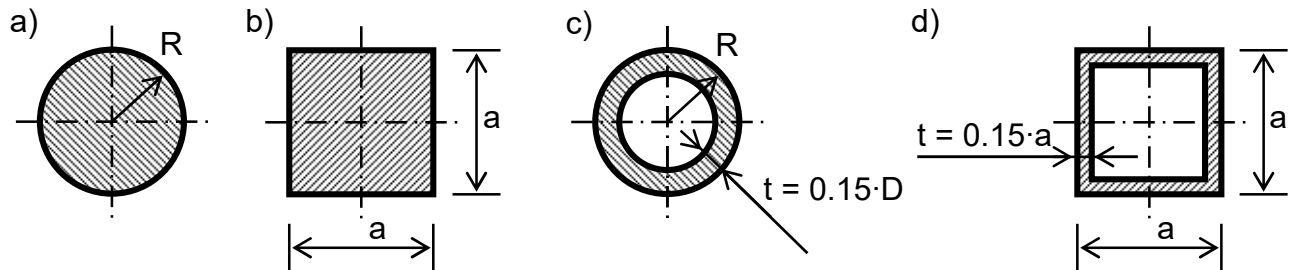
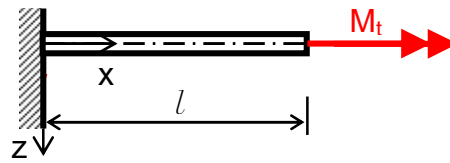
## 3. (13 Punkte):

Zeigen Sie, welche Konstruktion der beiden skizzierten rechteckigen Träger der Breite  $a$  und der Höhe  $b$  aus Leichtbausicht günstiger ist! Leiten Sie dazu die Gleichungen für die Normalkräfte, die Querkräfte und die maximalen Biegemomente im horizontalen Rahmenteil her. Geben Sie zunächst die allgemeine Formel für die Biegespannung in der  $x$ - $z$ -Ebene an. Leiten Sie anschließend die für diese beiden Fälle angepassten Formeln her, so dass nur noch die Ausgangsgrößen  $a$ ,  $b$ ,  $h$ ,  $l$ ,  $\alpha$  und  $F$  enthalten sind. Um welchen Anteil unterscheiden sich bei sonst gleichen Bedingungen die maximalen Biegespannungen? Welche Konstruktion ist folglich besser geeignet?



**4. (30 Punkte):**

Bestimmen Sie für den mit dem Torsionsmoment  $M_t$  beanspruchten skizzierten Titan-Kragträger für alle vier dargestellten Querschnittsformen jeweils die erforderliche Masse. Geben Sie die Reihenfolge der Massen an!



Daten:  $M_t = 300 \text{ Nm}$ ,  $l = 400 \text{ mm}$ ,  $E = 110000 \text{ N/mm}^2$ ,  $\tau_{zul} = 120 \text{ N/mm}^2$ ,  $\rho = 4.5 \text{ kg/dm}^3$

**5. (30 Punkte):**

Berechnen Sie mit dem FEM-System HyperWorks 14 für das skizzierte Fachwerk mit 7 Stäben und 5 Knoten die Verschiebungen und Spannungen. Beachten Sie die vorgegebene Knoten- und Elementnummerierung! Führen Sie zunächst eine Festigkeitsanalyse durch. Wie groß ist die betragsmäßig größte Verschiebung in x-Richtung und an welchem Knoten tritt diese auf? Wie groß ist die größte Hauptspannung 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 Verschiebung in x-Richtung des Knotens Nr. V maximal 1.0 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  $0.01 \text{ mm}^2$  (also praktisch Null) und  $100 \text{ mm}^2$  variierbar sein. Wie groß ist die Masse in kg 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 x-Richtung und an welchem Knoten tritt diese auf? Wie groß ist nach der Optimierung die größte Axialspannung und in welchem Element tritt diese auf?

Daten:  $F_1 = 1.2 \text{ kN}$ ,  $E = 72000 \text{ N/mm}^2$ ,  $\nu = 0.25$ ,  $\rho = 2.7 \text{ kg/dm}^3$ ,  $A = 30 \text{ mm}^2$

