

# Leichtbau - Probeklausur 1

Prof. Dr.-Ing. W. Fischer

Fachhochschule Dortmund

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

**Umfang: 4 Aufgaben, 2 Seiten, Gesamtpunktzahl: 100, Bestanden:  $\geq 40$  Punkte**  
Die Semesteraufgaben werden mit einem Bonus von maximal 10 Punkten berücksichtigt.

**1. (20 Punkte):**

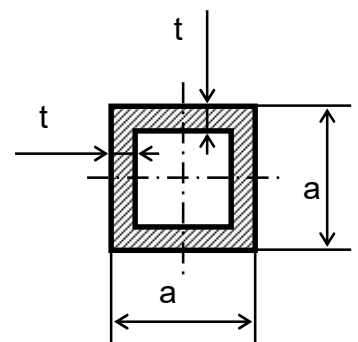
Was versteht man unter einer „Gütekennzahl“? Berechnen Sie in der Einheit „km“ die Gütekennzahlen von Magnesiumlegierungen, Titanlegierungen und Holz bezüglich der statischen Festigkeit von Stäben. Welcher Werkstoff ist aus Leichtbausicht am besten geeignet? Berechnen Sie die Gütekennzahlen von Magnesiumlegierungen, Titanlegierungen und Holz bezüglich der Beulsteifigkeit von Platten. Welche Einheit ergibt sich hier? Welcher Werkstoff ist hier aus Leichtbausicht am besten geeignet?

Werkstoff	$\rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right]$	$E \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$	$R_m \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$
Mg-Legierung	1.74	45000	300
Ti-Legierung	4.50	110000	1000
Holz	0.50	12000	100

**2. (30 Punkte):**

Der Rahmen des Elektro-Cityfahrzeuges „eLTec OBOE“ soll aus Hohlprofilen mit quadratischem Querschnitt der Kantenlänge  $a$  mit der jeweiligen Wanddicke  $t$  hergestellt werden. Die zur Verfügung stehenden Größen und Werkstoffe der Profile sind unten angegeben (zu jeder Kantenlänge  $a$  ist nur die darunter stehende Wanddicke  $t$  lieferbar). Für den Rahmen ist eine Mindestbiegesteifigkeit von  $(E \cdot I)_{\min} = 5.5 \cdot 10^9 \text{ Nmm}^2$  erforderlich. Bestimmen Sie das erforderliche Profil aus Stahl und das erforderliche Profil aus Aluminium. Welche Masse ergibt sich für die Stahlvariante und welche Masse ergibt sich für die Aluminiumvariante, wenn eine Gesamtlänge des Profils von  $l = 35 \text{ m}$  benötigt wird? Welche maximalen Biegemomente können mit diesen beiden Varianten jeweils übertragen werden? Welche Herstellkosten entstehen jeweils für diese beiden Varianten?

<b>Kantenlänge <math>a</math> [mm]</b>	25	30	40	50	60	70	80
<b>Wanddicke <math>t</math> [mm]</b>	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0

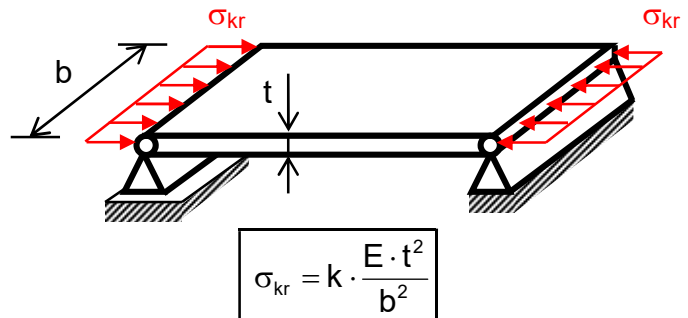


Werkstoff	E-Modul $E \text{ [N/mm}^2\text{]}$	Dichte $\rho \text{ [kg/dm}^3\text{]}$	Dehngrenze $R_e \text{ [N/mm}^2\text{]}$	Werkstoffkosten $k_w \text{ [€/kg]}$	Herstellkostenfaktor	Ingenieurkostenfaktor
<b>Stahl</b>	210000	7.8	345	0.5	1.0	1.0
<b>Aluminium</b>	72000	2.7	430	2.5	1.5	2.0

### 3. (20 Punkte):

Die dargestellte quadratische Stahlplatte der Kantenlänge  $b = 800 \text{ mm}$  und der Dicke  $t_{\text{St}} = 3 \text{ mm}$  wird auf Beulen beansprucht. Die kritische Beulspannung, die Kantenlänge  $b$  und der Beulfaktor  $k$  sollen konstant bleiben. Wie groß muß jeweils die Dicke  $t$  der Platte sein, wenn diese aus Titan, Beryllium oder Lithium hergestellt wird? Welche Masse hat die Platte jeweils? Welche Ausführung hat die geringste Masse?

	$\rho$ [kg/dm <sup>3</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Stahl	7.85	210000
Titan	4.50	110000
Beryllium	1.85	245000
Lithium	0.53	12000



### 4. (30 Punkte):

Berechnen Sie mit dem FEM-System HyperWorks 12 für das skizzierte Fachwerk mit 5 Stäben und 4 Knoten die Verschiebungen und Spannungen nach von Mises. Der Elastizitätsmodul beträgt  $E = 72000 \text{ N/mm}^2$ , die Querkontraktionszahl  $\nu = 0.35$  und die Dichte  $\rho = 2.7 \text{ kg/dm}^3$ . Die Querschnittsfläche hat einen Wert von  $A = 200 \text{ mm}^2$ . 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 Kraftangriffsknotens maximal  $2.0 \text{ mm}$  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  $1000 \text{ mm}^2$  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?

