

## 1.4 Torsion

### Aufgaben

#### Aufgabe 1

Eine kreiszylindrische Vollwelle muss das Antriebsmoment  $M_A$  übertragen. Wie groß muss ihr Durchmesser  $d$  bei einer zulässigen Schubspannung  $\tau_{zul}$  mindestens sein? Es stehen nur Wellen mit ganzzahligen Werten für den Durchmesser in Millimetern zur Verfügung.

Zahlenwerte:  $M_A = 9 \text{ Nm}$ ,  $\tau_{zul} = 28 \text{ MPa}$

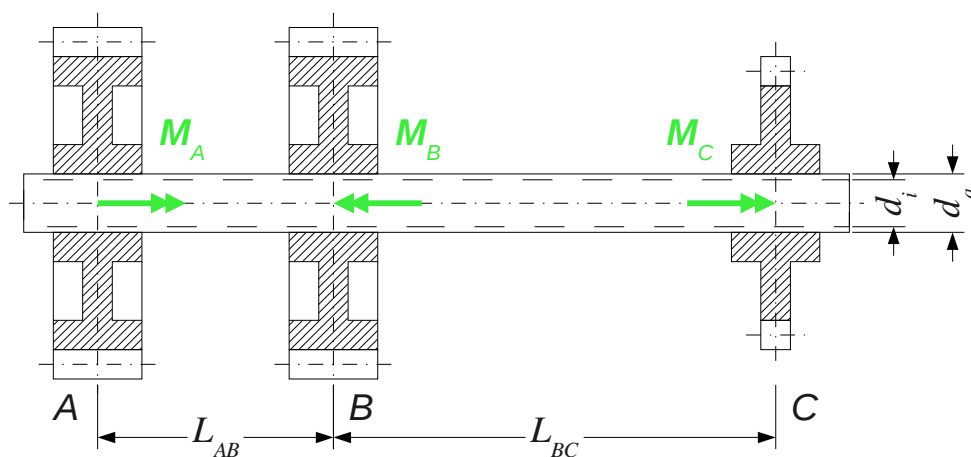
(Ergebnis:  $d \geq 12 \text{ mm}$ )

#### Aufgabe 2

Vergleichen Sie das Torsionsträgheitsmoment  $I_T^R$  und die maximale Schubspannung  $\tau_{max}^R$  infolge eines Torsionsmoments  $M_x$  eines Kreisringquerschnitts mit Außenradius  $R_a$  und Innenradius  $R_i$  mit den entsprechenden Werten  $I_T^K$  und  $\tau_{max}^K$  für einen Kreisquerschnitt gleicher Fläche.

$$\left( \text{Ergebnis: } \frac{I_T^R}{I_T^K} = \frac{1 + (R_i/R_a)^2}{1 - (R_i/R_a)^2}, \quad \frac{\tau_{max}^R}{\tau_{max}^K} = \frac{\sqrt{1 - (R_i/R_a)^2}}{1 + (R_i/R_a)^2} \right)$$

#### Aufgabe 3



Auf einer Hohlwelle (Außendurchmesser  $d_a$ , Innendurchmesser  $d_i$ ) aus Stahl sitzen drei Zahnräder A, B und C, an denen die Momente  $M_A$ ,  $M_B$  und  $M_C$  an- greifen.

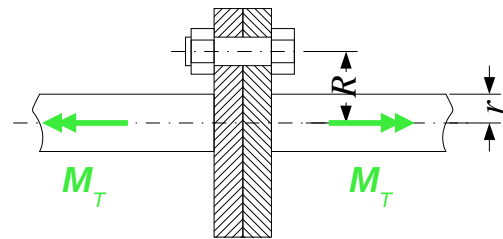
- Ermitteln Sie den Verlauf des Torsionsmoments entlang der Welle.
- Bestimmen Sie die größten Schubspannungen  $\tau_{AB}$  und  $\tau_{BC}$  in den Ab- schnitten AB und BC.
- Ermitteln Sie die Verdrehungen  $\theta_B$  und  $\theta_C$  der Zahnräder B und C relativ zu Zahnrad A.

Zahlenwerte:  $d_a = 25 \text{ mm}$ ,  $d_i = 20 \text{ mm}$ ,  $L_{AB} = 20 \text{ cm}$ ,  $L_{BC} = 40 \text{ cm}$ ,  $M_A = 150 \text{ Nm}$ ,  $M_B = 210 \text{ Nm}$ ,  $M_C = 60 \text{ Nm}$ , Schubmodul  $G = 80769 \text{ MPa}$

(Ergebnis:  $M_x^{AB} = -150 \text{ Nm}$ ,  $M_x^{BC} = 60 \text{ Nm}$ ;  $\tau_{AB} = -82,83 \text{ MPa}$ ,  $\tau_{BC} = 33,13 \text{ MPa}$ ;  $\theta_B = -0,9398^\circ$ ,  $\theta_C = -0,1878^\circ$ )

## Aufgabe 4

Zwei Wellen mit Kreisquerschnitt (Radius  $r$ ) sind über einen Flansch miteinander verschraubt. Die Schrauben sitzen auf einem Kreis mit Radius  $R$  und haben den Durchmesser  $d$ . Wie viele Schrauben sind nötig, damit die Schubspannung in einer Schraube gleich der maximalen Schubspannung in der Welle ist?

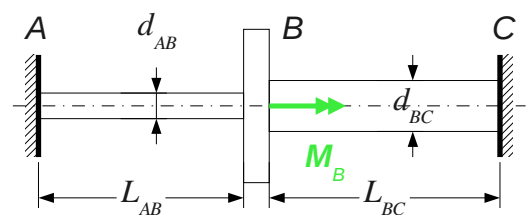


Es darf angenommen werden, dass die Schubspannung in allen Schrauben den gleichen Wert hat und gleichmäßig über den Schraubenquerschnitt verteilt ist.

(Ergebnis:  $n = 2(r/R)(r/d)^2$ )

## Aufgabe 5

Die Scheibe B wird durch die Wellen AB und BC gehalten, die an ihren Enden A bzw. C fest eingespannt sind. Die Wellen haben Kreisquerschnitte. An der Scheibe greift das Moment  $M_B$  an.



- Bestimmen Sie die Einspannmomente  $M_A$  und  $M_C$ .
- Wie groß ist die Verdrehung  $\theta_B$  der Scheibe B?

- c) Ermitteln Sie die maximalen Schubspannungen  $\tau_{AB}$  und  $\tau_{BC}$  in den Wellen  $AB$  und  $BC$ .

Zahlenwerte:  $L_{AB} = 1,5 \text{ m}$ ,  $L_{BC} = 1,75 \text{ m}$ ,  $d_{AB} = 25 \text{ mm}$ ,  $d_{BC} = 50 \text{ mm}$ ,  $M_B = 100 \text{ Nm}$ ,  $G = 80769 \text{ MPa}$

(Ergebnis:  $M_A = 6,796 \text{ Nm}$ ,  $M_C = 93,20 \text{ Nm}$ ;  $\theta_B = 0,1886^\circ$ ;  $\tau_{AB} = 2,215 \text{ MPa}$ ,  $\tau_{BC} = -3,797 \text{ MPa}$ )