

### Ergebnis zu TM2 Aufgabe 33

#### Zu a)

Der Verdrehwinkel der rechten Stirnfläche ergibt sich aus:

$$\phi = \phi_1 + \phi_{II} = \frac{M_0}{G I_{pI}} (L - l_1) + \frac{M_0}{G I_{pII}} l_1 \quad \text{mit} \quad I_{pI} = \pi \frac{D^4}{32}, \quad I_{pII} = \pi \frac{(D^4 - d^4)}{32}.$$

Da  $l_1$  gesucht ist, wird die Gleichung danach aufgelöst:

$$l_1 = \left( \phi - \frac{M_0 L}{G I_{pI}} \right) \cdot \frac{G}{M_0} \cdot \frac{I_{pI} \cdot I_{pII}}{I_{pI} - I_{pII}}.$$

Die polaren Flächenträgheitsmomente sind:

$$I_{pI} = 15708 \text{ mm}^4, \quad I_{pII} = 14726 \text{ mm}^4$$

Einsetzen der Zahlenwerte mit Berücksichtigung, dass  $\phi$  in Winkelgrad gegeben ist, die Formel aber Bogenmaß verlangt:

$$l_1 = \left( \frac{10 \pi}{180} - \frac{600 \text{ Nm} \cdot 350 \text{ mm}}{0.808 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 15708 \text{ mm}^4} \right) \cdot \frac{0.808 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{600 \text{ Nm}} \cdot \frac{14726 \text{ mm}^4 \cdot 15708 \text{ mm}^4}{15708 \text{ mm}^4 - 14726 \text{ mm}^4}$$

Bis hierhin stand es richtig an der Tafel. Die Auswertung ergibt:

$$l_1 = 288 \text{ mm}.$$

Je nach Rundung von Zwischenergebnissen weicht dieser Wert ab. So hat die runde Klammer den Wert

$$\left( \frac{10 \pi}{180} - \frac{600 \text{ Nm} \cdot 350 \text{ mm}}{0.808 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 15708 \text{ mm}^4} \right) = 0.0090748 \quad (\text{Bogenmaß, dimensionslos}),$$

der restliche Ausdruck den Wert

$$\frac{0.808 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{600 \text{ Nm}} \cdot \frac{14726 \text{ mm}^4 \cdot 15708 \text{ mm}^4}{15708 \text{ mm}^4 - 14726 \text{ mm}^4} = 31730 \quad (\text{mm}).$$

Rundet man in der Klammer auf 0.01, so wird  $l_1 = 317,3 \text{ mm}$ , weicht also schon deutlich vom exakten Ergebnis ab.

#### Zu b)

Die maximale Torsionsspannung entsteht hier im Bereich der Bohrung, da  $I_{pII}$  kleiner als  $I_{pI}$  ist:

$$\tau_{\max} = \frac{M_0}{I_{pII}} \cdot \frac{D}{2} = \frac{600 \text{ Nm}}{14726 \text{ mm}^4} \cdot 10 \text{ mm} = 407.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}.$$

