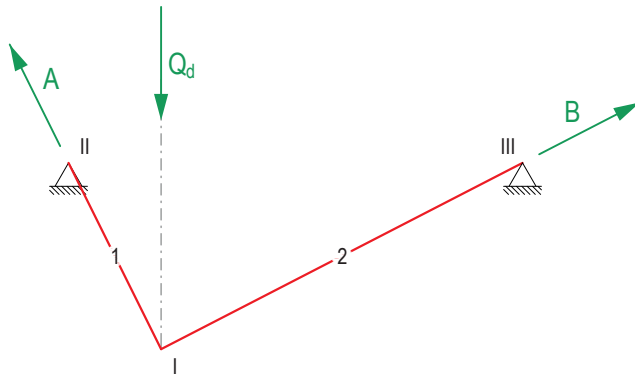


2.5

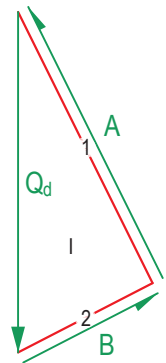
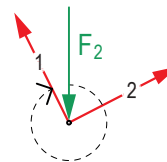
Dimensionieren

Gegeben ist der Lageplan eines hängenden Seils aus Stahl S235 unter einer angehängten veränderlichen Punktlast $Q_k = 30 \text{ kN}$. Gesucht ist der benötigte Durchmesser dieses Seils.

Zuerst muss der charakteristische Wert (Q_k) der angreifenden Kraft Q auf Bemessungsniveau (Q_d) gebracht werden. Dies wird mit der Multiplikation mit dem Sicherheitsfaktor erreicht. Da die Grösse einer Belastung über die Lebensdauer eines Tragwerks nicht immer genau vorhergesagt werden kann, wird zu jeder Belastung ein Sicherheitsfaktor γ eingerechnet. Für ständige Lasten beträgt der Sicherheitsfaktor $\gamma_G = 1.35$, für veränderliche Lasten $\gamma_Q = 1.5$. Mit der gefundenen Kraft Q_d kann nun der Kräfteplan gezeichnet werden.



$$\begin{aligned} Q_d &= Q_k \cdot \gamma_Q \\ &= 30 \text{ kN} \cdot 1.5 \\ &= \underline{45 \text{ kN}} \end{aligned}$$



Um den Seildurchmesser zu berechnen, wird die massgebende Kraft N_{dmax} im Tragwerk ermittelt. Als massgebende Kraft versteht sich die grösste innere Kraft. In diesem Fall ist dies Element 1 mit einer Länge von 4 cm, und daher einer Grösse von 40 kN.

$$\begin{aligned} N_1 &= 40 \text{ kN} = N_{dmax} \\ N_2 &= 20 \text{ kN} \\ A &= 40 \text{ kN} \\ B &= 20 \text{ kN} \end{aligned}$$

Wird die massgebende Kraft N_{dmax} durch die Materialfestigkeit f_d geteilt, so ergibt sich die benötigte Querschnittsfläche A_{req} .

$$A_{req} = N_d / f_{td}$$

Die Festigkeit des gegebenen Materials kann der Formelsammlung entnommen werden. Da es sich bei 1 um ein Zuelement handelt, ist die Zugfestigkeit f_{tk} relevant. Auch bei den Werten der Materialfestigkeit wird ein Sicherheitsbeiwert γ_M eingerechnet, um Fehler im Material zu berücksichtigen. Im Unterschied zum Sicherheitsfaktor der Belastung, wird f_{tk} aber durch γ_M dividiert. γ_M ist material-spezifisch und daher ebenfalls der Formelsammlung zu entnehmen.

$$\begin{aligned} f_{td} &= f_{tk} / \gamma_M \\ &= 235 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 223.81 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{req} &= N_d / f_{td} \\ &= 40 \text{ kN} / 223.81 \text{ N/mm}^2 = 178.7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Zuletzt wird der Durchmesser mit Hilfe der Formel für die Kreisfläche gefunden. Wichtig: Das Resultat wird immer aufgerundet, da ein Abrunden den Minstdurchmesser unterschreiten würde.

$$\begin{aligned} A &= r^2 \cdot \pi = (D/2)^2 \cdot \pi \\ D &= 2 \cdot \sqrt{A/\pi} \\ &= 2 \cdot \sqrt{178.7 \text{ mm}^2 / \pi} = 15.08 \text{ mm} \approx \underline{16 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tragsicherheitsnachweis

Gegeben ist ein Seilquerschnitt aus Stahl S355 mit einem Durchmesser $D=20\text{mm}$ unter einer massgebenden Zugkraft $N_d = 80\text{kN}$. Gesucht ist der Nachweis, ob der Querschnitt des Seils der gegebenen Belastung standhält.

Zuerst wird die maximal erlaubte Kraft N_{allow} des Seils errechnet. Diese ergibt sich aus der Multiplikation mit der Zugfestigkeit f_{td} und der effektiven Querschnittsfläche A_{ef} anhand des angegebenen Durchmessers des Seils.

Die gefundene Kraft N_{allow} wird dann mit der tatsächlich wirkenden Kraft N_d verglichen. Ist N_{allow} gleich gross oder grösser als N_d , so ist der Nachweis erbracht und der gegebene Querschnitt hält der angreifenden Belastung stand. Für den Fall, dass der Nachweis nicht erfüllt ist, muss das Seil neu dimensioniert werden.

$$N_d \leq N_{allow} = f_{td} \cdot A_{ef}$$

$$\begin{aligned} A_{ef} &= r^2 \cdot \pi = (D/2)^2 \cdot \pi \\ &= (20 \text{ mm}/2)^2 \cdot \pi = 314.16 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{allow} &= f_{td} \cdot A_{ef} \\ &= 338.1 \text{ N/mm}^2 \cdot 314.16 \text{ mm}^2 = \underline{106.2 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$N_d = 80 \text{ kN}$$

$$N_d \leq N_{allow} \quad \checkmark$$