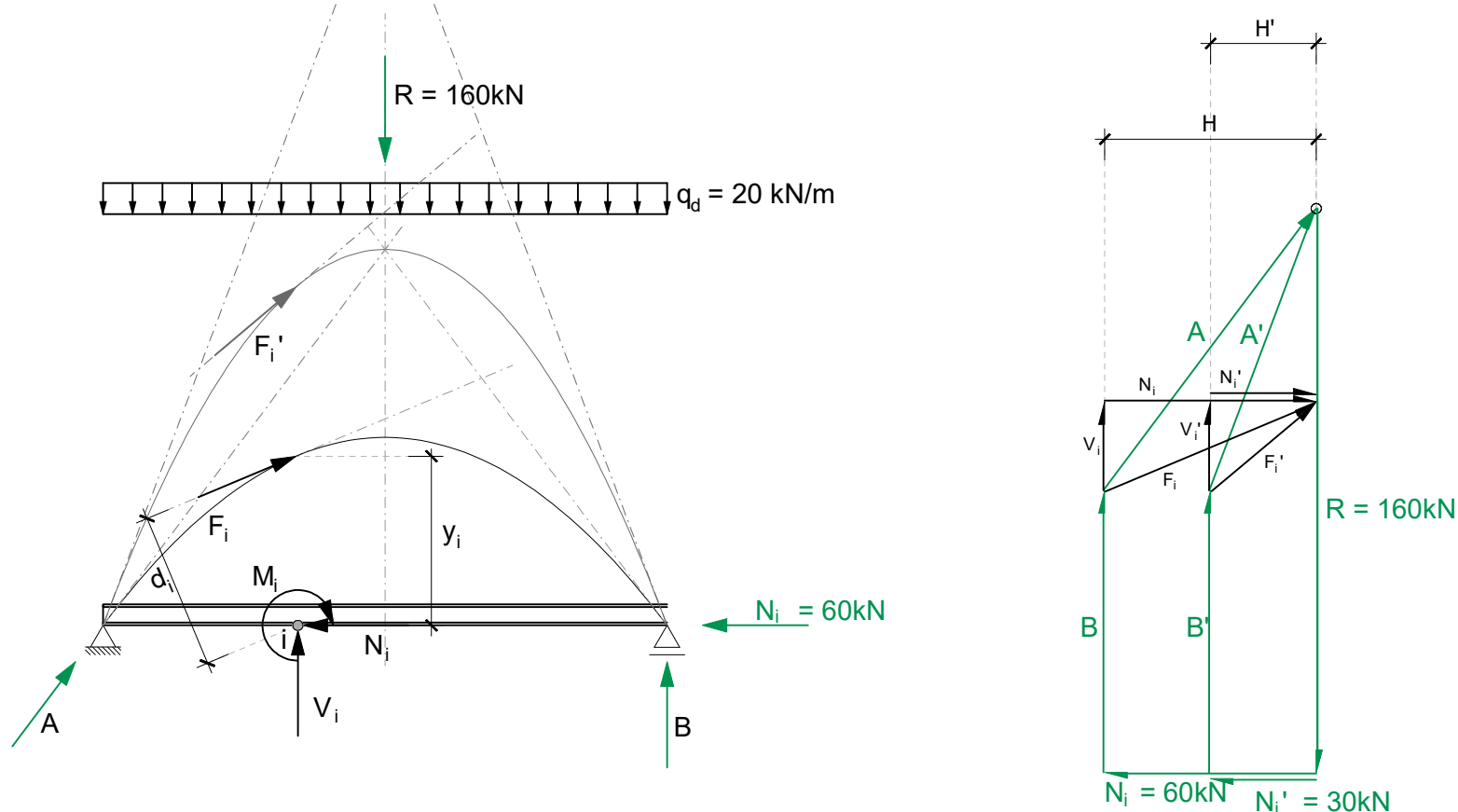


Dieser zweite Teil der Fallstudie ist eine Weiterführung der letzten Übung zum PAT Center. Nach der letztmaligen Betrachtung der gesamten Tragstruktur und ihrer Hauptelemente, werden hier einzelne Elemente genauer analysiert. Das Moment wird nochmals an einem spezifischen Bauteil veranschaulicht, ausserdem werden innere Kräfteverläufe in Scheiben sowie das Fachwerk repetiert.

Aufgabe 1 Moment im Träger

Der Hauptträger des PAT Center kann vereinfacht als Aneinanderreihung von einzelnen gelenkig gelagerten Balken gelesen werden. Überall dort, wo ein Seil angreift, befindet sich ein Gelenk. Wir betrachten nun den äussersten Teil des Hauptträgers. Die Kraft N_i wirkt im gesamten Teilstück und wurde hier zur Vereinfachung als äussere Kraft gegeben.

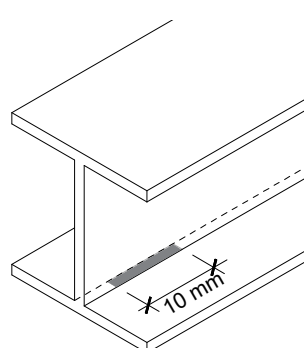
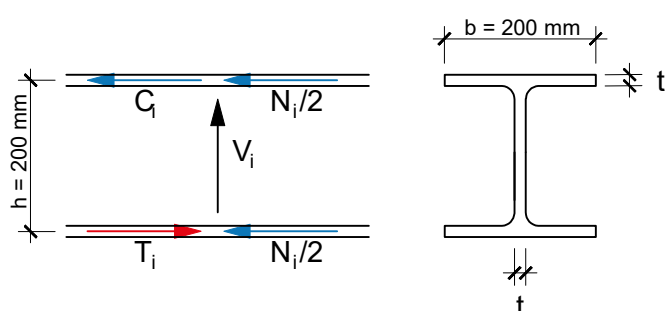
- Zeichnen Sie zur gegebenen Situation den zugehörigen Kräfteplan. Finden Sie die Richtung und Grösse der Tangentialkraft F_i mit Hilfe der Tangentenkonstruktion. Finden Sie ausserdem die Querkraft V_i mit Hilfe der grafischen Statik. (F_i entspricht der Addition von N_i und V_i).
- Nehmen Sie an, N_i sei genau halb so gross. Zeigen Sie, wie sich der Kräfteplan verändert und zeichnen Sie anhand dessen die neue Parabel in den Lageplan. Beschreiben Sie das Verhältnis von N_i ($=H$) zur Stichhöhe f der Parabel.
- Berechnen Sie das auftretende Moment M_i im Punkt i für die Situation aus 1a).



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm $\hat{=}$ 20kN

- N_i und damit H sind umgekehrt proportional zur Stichhöhe f der Parabel: $H = 1 / f$
- $M_i = H \cdot y_i = 60 \text{ kN} \cdot 2.4 \text{ m} = 144 \text{ kNm}$
- Der Hauptträger soll mit dem gezeigten Stahlprofil aus Stahl S235 ausgeführt werden. Das auftretende Moment M_i aus 1c) resultiert in den Kräften C_i und T_i im oberen und unteren Flansch. Die Normalkraft N_i wirkt ebenfalls darin. Bestimmen Sie die daraus resultierenden Flanschkräfte.
- Berechnen Sie aus der massgebenden Flanschkraft die erforderliche Querschnittfläche des Flansches, und ermitteln Sie dessen erforderliche Dicke t_{Flansch} . Geben Sie den Wert in ganzen mm an.
- Der Steg soll mit der gleichen Dicke wie t_{Flansch} ausgeführt werden. Überprüfen Sie, ob dieser der darin wirkenden Querkraft V_i standhält. V_i wirkt jeweils über eine Breite von 10 mm.



$$\begin{aligned}
 1d) \quad M_i &= C_i \cdot h \\
 C_i &= M_i / h = 144 \text{ kNm} / 0.2 \text{ m} = 720 \text{ kN} \\
 T_i &= -C_i = -720 \text{ kN} \\
 F_{\text{Flansch oben}} &= C_i + N_i / 2 = 720 \text{ kN} + 30 \text{ kN} / 2 = 750 \text{ kN} \\
 F_{\text{Flansch unten}} &= T_i + N_i / 2 = -720 \text{ kN} + 30 \text{ kN} / 2 = -690 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

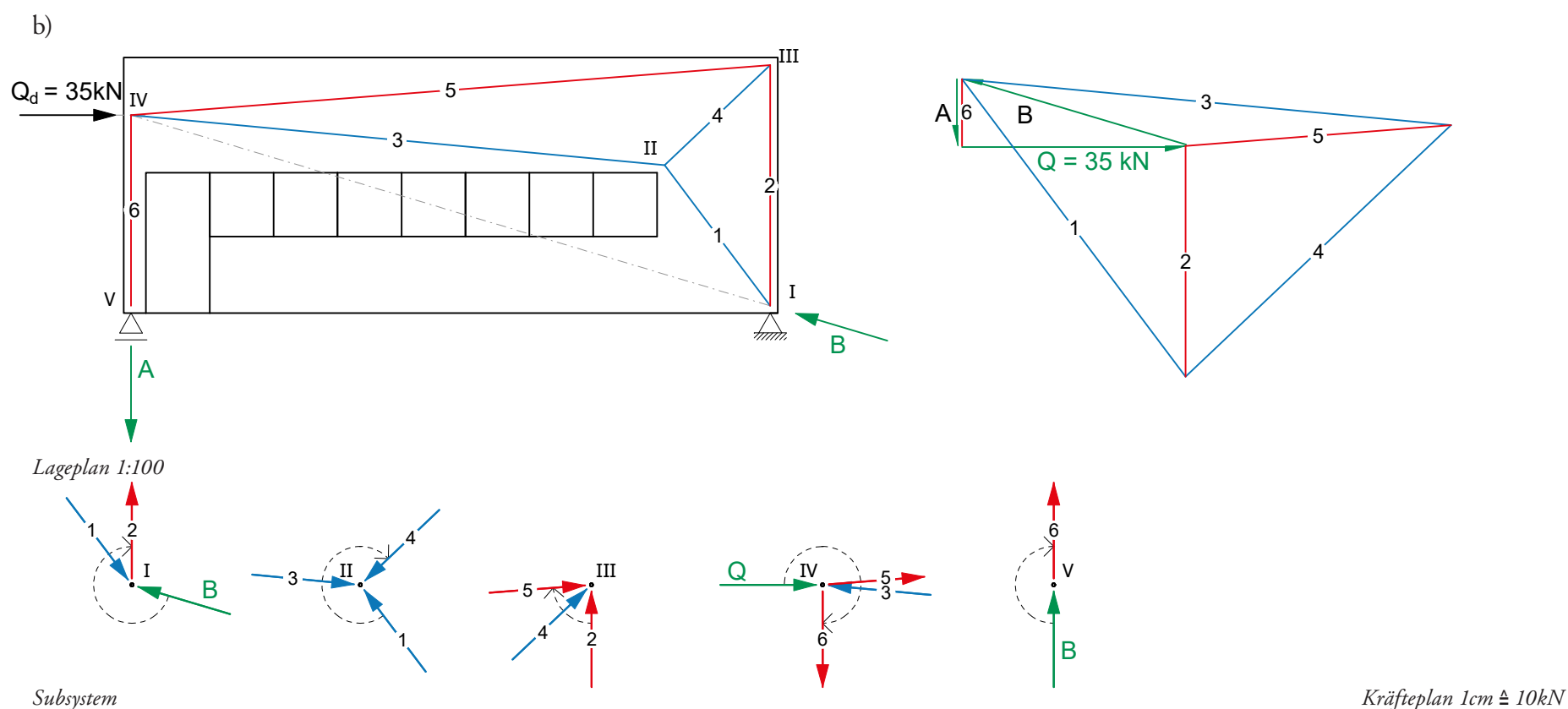
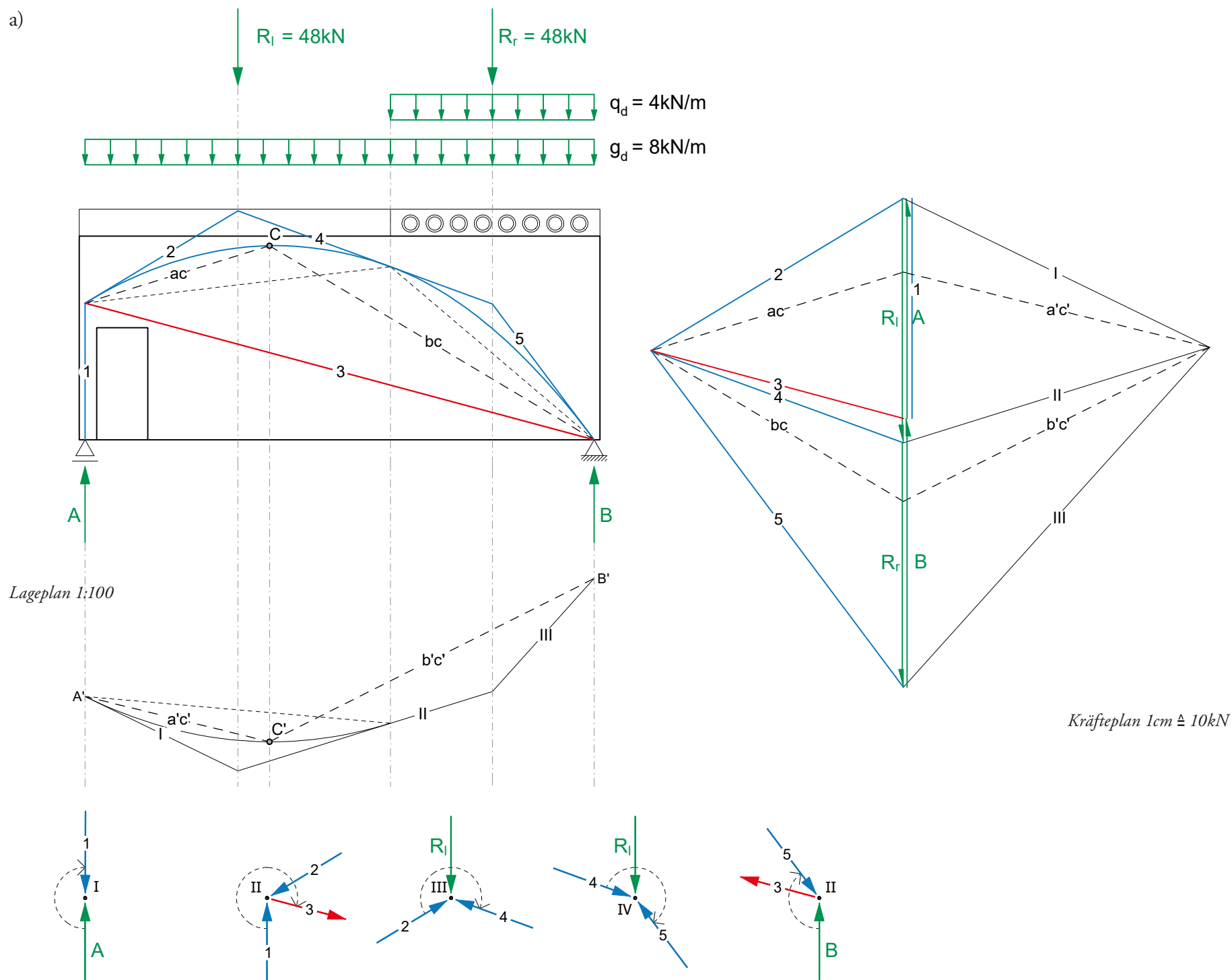
$$\begin{aligned}
 1e) \quad f_{cd} &= 235 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 223.8 \text{ N/mm}^2 \\
 A_{\text{req}} &= N_d / f_{cd} = 750 \text{ kN} / 223.8 \text{ N/mm}^2 = 3351.21 \text{ mm}^2 \\
 A_{\text{req}} &= b \cdot t \\
 t &= A_{\text{req}} / b = 3351.21 \text{ mm}^2 / 200 \text{ mm} = 16.76 \text{ mm} \approx 17 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1f) \quad N_d / A_{\text{ef}} &\leq f_{cd} \\
 N_d &= V_i = 25 \text{ kN} \\
 A_{\text{ef}} &= 10 \text{ mm} \cdot 17 \text{ mm} = 170 \text{ mm}^2 \\
 f_{cd} &= 235 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 223.8 \text{ N/mm}^2 \\
 N_d / A_{\text{ef}} &= 147.06 \text{ N/mm}^2 \leq f_{cd} \\
 147.06 \text{ N/mm}^2 &\leq 223.8 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Aufgabe 2 Innerer Kräfteverlauf

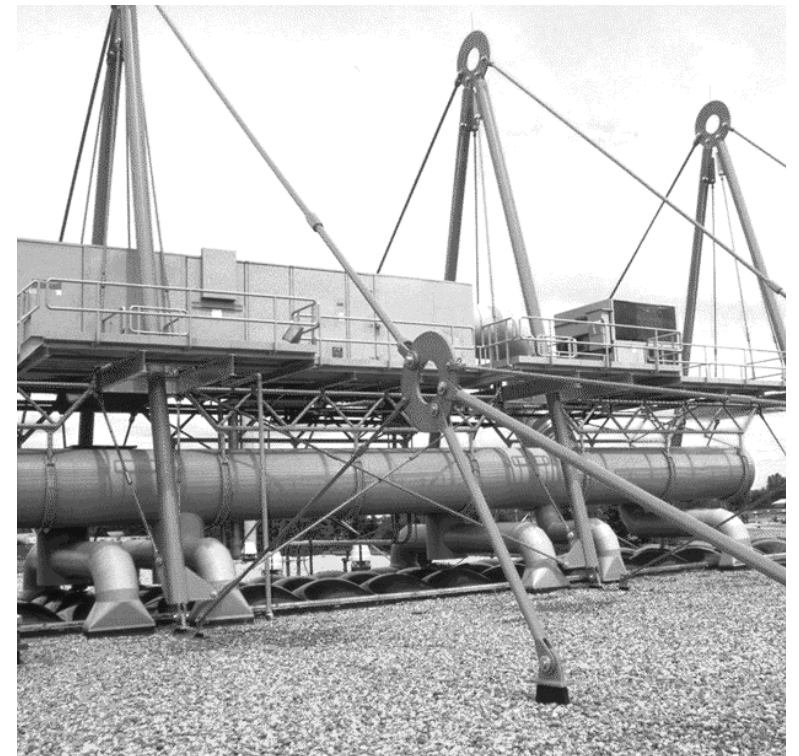
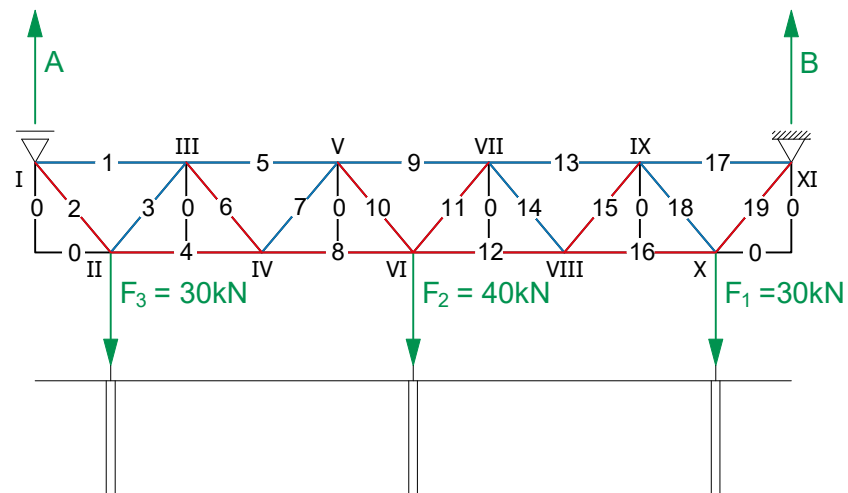
Gegeben sind zwei Wandscheiben aus Stahlbeton mit unterschiedlicher Auflagerung oder Belastung. Diese dienen im PAT Center der Aussteifung und sollen daher horizontale sowie ungleichmässig verteilte Kräfte aufnehmen können.

- Finden Sie die Resultierenden der ungleichmässigen Belastung und ermitteln Sie daraus einen möglichen inneren Kräfteverlauf in Form eines Bogen-Seil-Tragwerks durch den vorgegebenen Punkt C. Zeichnen Sie den zugehörigen Kräfteplan und markieren Sie Zugkräfte rot und Druckkräfte blau.
- Finden Sie die Auflagerkräfte A und B und zeichnen Sie einen möglichen inneren Kräfteverlauf in Form eines Bogen-Seil-Tragwerks ein. Beachten Sie dabei die Öffnungen in der Wand. Überprüfen Sie, ob die innere statische Bestimmtheit erfüllt ist. Konstruieren Sie dann den zugehörigen Kräfteplan und markieren Sie Zugkräfte rot und Druckkräfte blau.

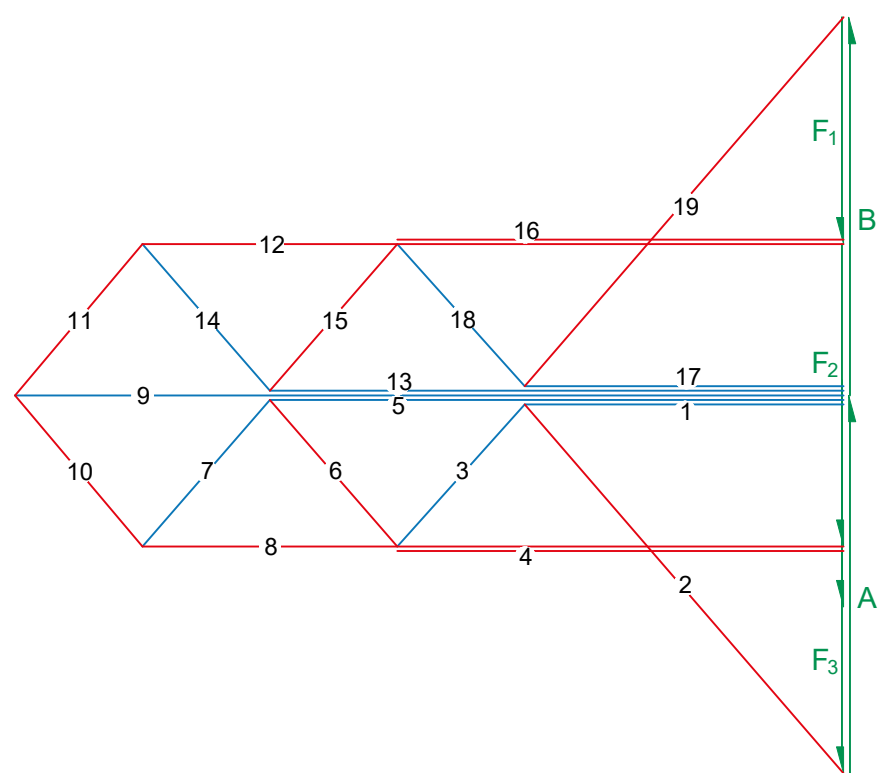
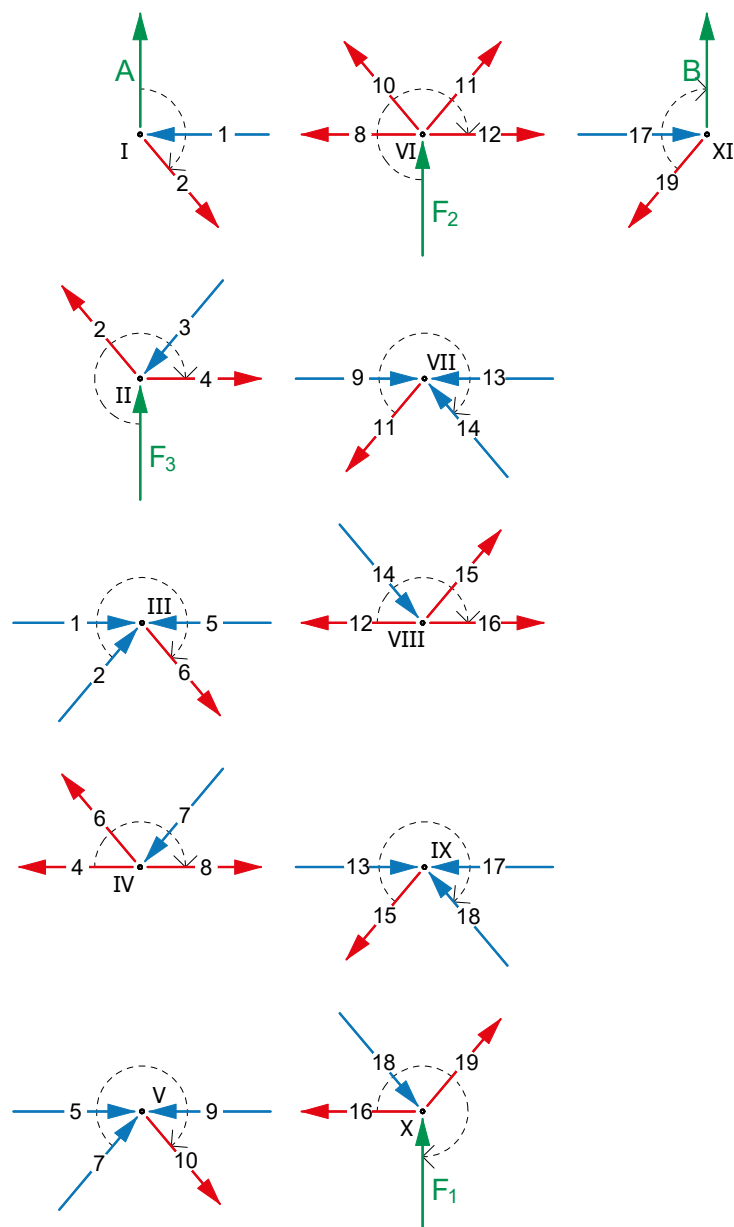


Aufgabe 3 Fachwerk

- a) Die beiden grossen Installationsrohre des PAT Centers sind von je einem Fachwerkträger abgehängt. Ermitteln Sie in der gegebenen Situation die beiden Auflagerkräfte A und B. Zeichnen Sie den dazugehörigen Kräfteplan und markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau. Bestimmen Sie die massgebende Zug- und Druckkraft im Fachwerk und geben Sie die Lage und die Beanspruchung des jeweiligen Segments an.



Lageplan 1:200



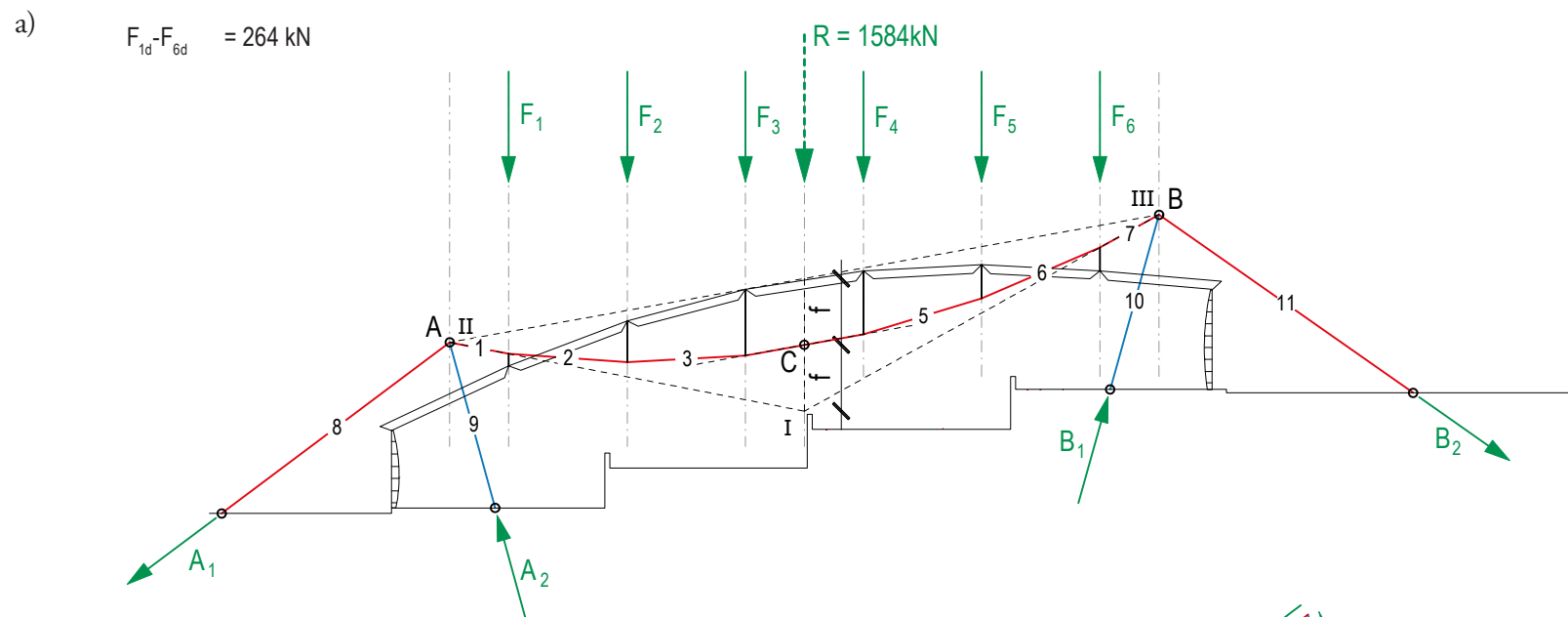
Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Subsystem

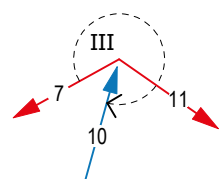
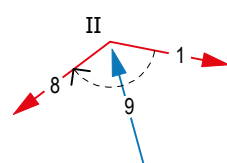
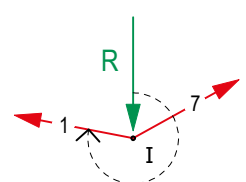
	Segment	Beanspruchung
Zug	8 / 12	92.7 kN
Druck	9	109.5 kN

Zusatzaufgabe 1 Dimensionierung eines Hallendachs

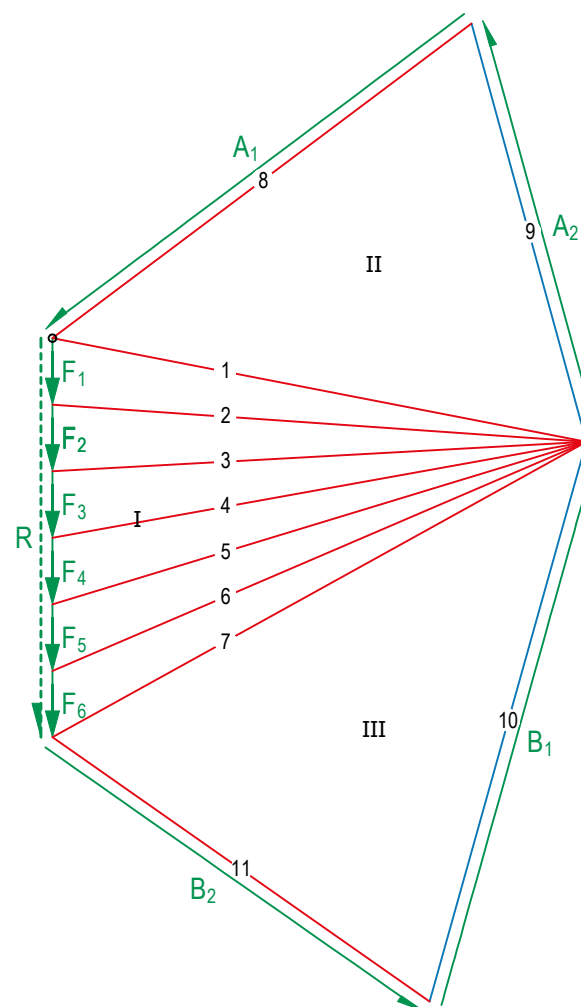
- Gegeben sind die Belastungen eines Daches auf eine Seilkonstruktion. Finden Sie die Seilform durch die Punkte A, B und C. Zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan und geben Sie die massgebende Kraft im Pylon und in der Rückverankerung an.
- Berechnen Sie die erforderliche Querschnittsfläche des Pylons (S235) und finden Sie ein dazu passendes ROR-Profil aus der Stahlprofilltabelle.
- Gegeben ist der Durchmesser $D=89\text{mm}$ der Rückverankerung (S355). Führen Sie einen Tragsicherheitsnachweis durch.



Lageplan 1:500



Subsystem



$$\begin{aligned} F_{\max, \text{Pylon}} &= F_{10} = 2305 \text{ kN} \\ F_{\max, \text{Rückverank}} &= F_8 = 2074 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kräfteplan 1cm $\hat{=}$ 300kN

$$\begin{aligned} b) \quad N_d &= 2'305'000 \text{ N} \\ f_{cd} &= f_{ck} / \gamma_M = 235 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 223 \text{ N/mm}^2 \\ A_{\text{req}} &= N_d / f_{cd} = 2'305'000 \text{ N} / 223 \text{ N/mm}^2 \\ A_{\text{req}} &= 10'336.3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Stahlprofil:

ROR 219.1 · 20

D = 219.1 mm

A = 12'500 mm²

$$\begin{aligned} c) \quad N_d &= 2'074'000 \text{ N} \\ A_{\text{eff}} &= (D/2)^2 \cdot \pi = (89 \text{ mm} / 2)^2 \cdot \pi = 6221 \text{ mm}^2 \\ f_{td} &= f_{tk} / \gamma_M = 355 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 338 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Spannung:

$$\sigma = N_d / A_{\text{eff}} = 2'074'000 \text{ N} / 6221 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = 333 \text{ N/mm}^2$$

Spannungsnachweis:

$$\sigma = 333 \text{ N/mm}^2 \leq 338 \text{ N/mm}^2 = f_{td}$$