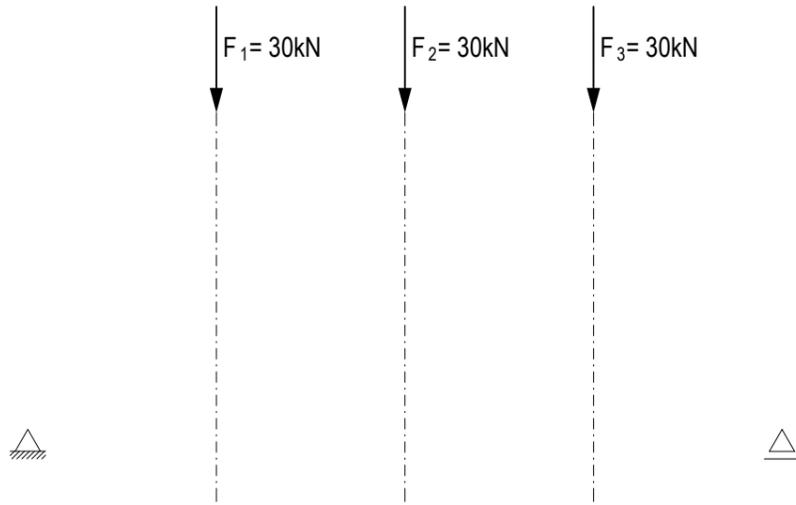


Aufgabe 1.1 Form gesucht: Bogen-Seil

Finden Sie die Form des Bogen-Seil-Tragwerks, das sich unter der gegebenen Belastungssituation einstellt. Die Zugkraft im Untergurt beträgt 60kN. Zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan. Benutzen Sie rot für Zug- und blau für Druckkräfte.

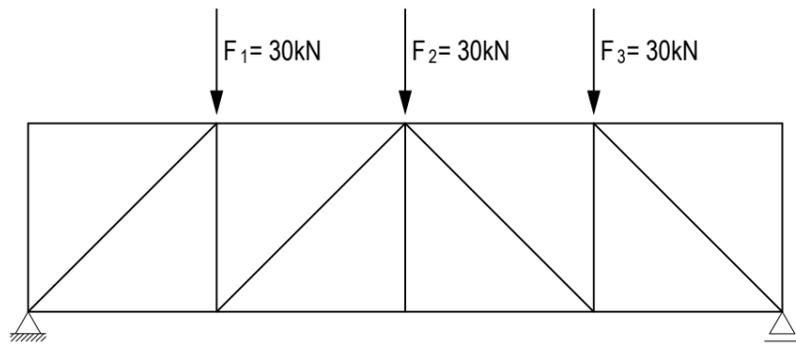


Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Aufgabe 1.2 Analyse: Fachwerktyp «Howe»

Die Belastungssituation entspricht jener aus 1.1, allerdings wird hier nun ein Fachwerk analysiert. Zeichnen Sie für die gegebene Situation den entsprechenden Kräfteplan. Identifizieren Sie zuerst mögliche Nullstäbe. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.

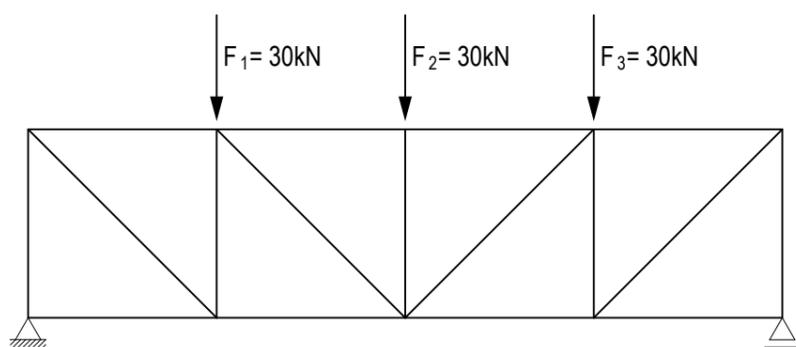


Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Aufgabe 1.3 Analyse: Fachwerktyp «Pratt»

Die Belastungssituation entspricht jener aus 1.1 und 1.2, allerdings wird hier ein anderes Fachwerk analysiert. Zeichnen Sie für die gegebene Situation den entsprechenden Kräfteplan. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.

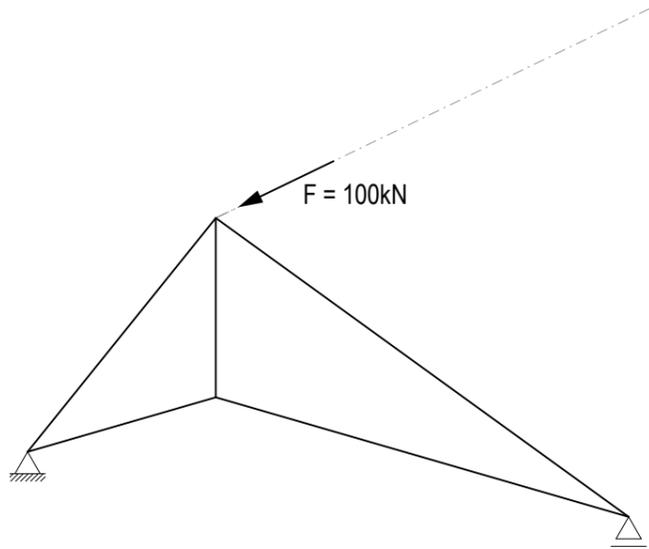


Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Aufgabe 2 Fachwerk

Zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan für das gegebene Fachwerk. Finden Sie zunächst das globale Gleichgewicht. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.



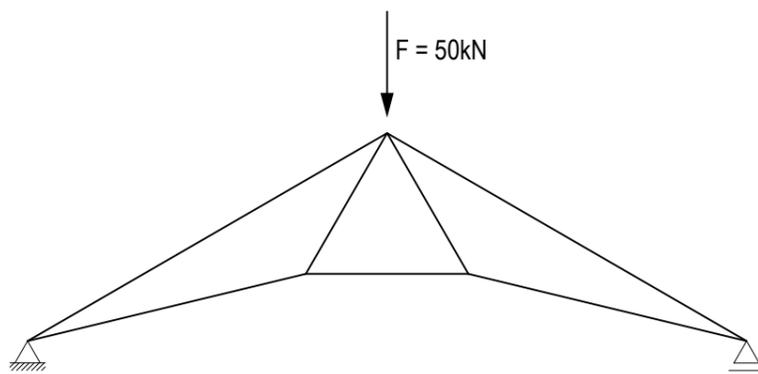
Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Subsysteme

Aufgabe 3 Fachwerk

Zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan für das gegebene Fachwerk. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.



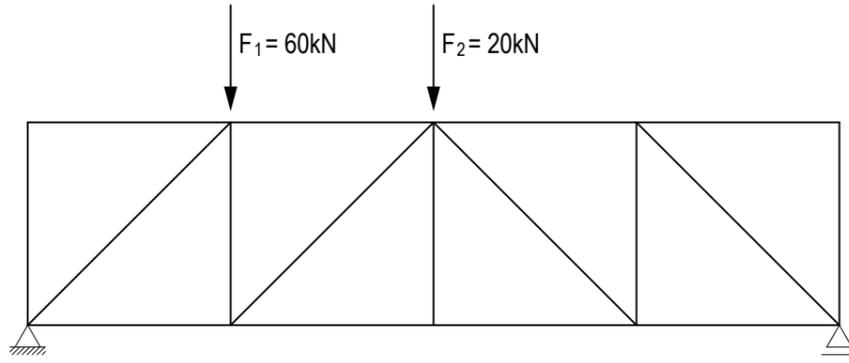
Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Subsystem

Aufgabe 4 Fachwerk mit asymmetrischer Belastung

Ermitteln Sie im folgenden Fachwerk die beiden Auflagerkräfte A und B. Zeichnen Sie den dazugehörigen Kräfteplan. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.



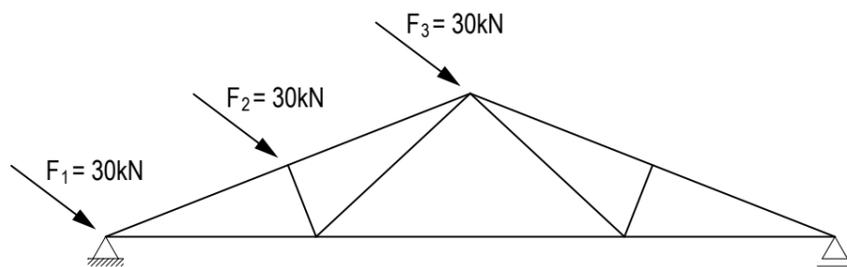
Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Subsystem

Aufgabe 5 Fachwerk mit schräger Belastung

Ermitteln Sie im folgenden Fachwerk die Kraft der Resultierenden R und die der beiden Auflager A und B. Zeichnen Sie den dazugehörigen Kräfteplan. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.



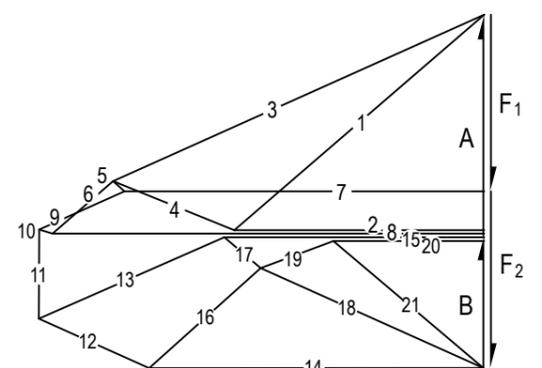
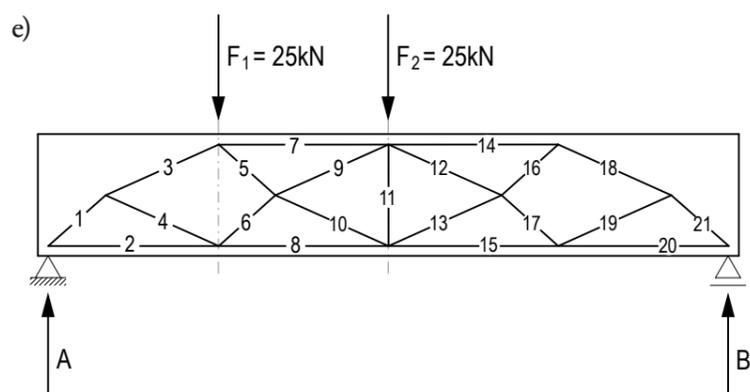
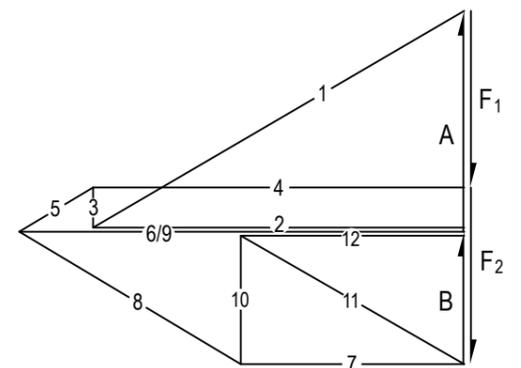
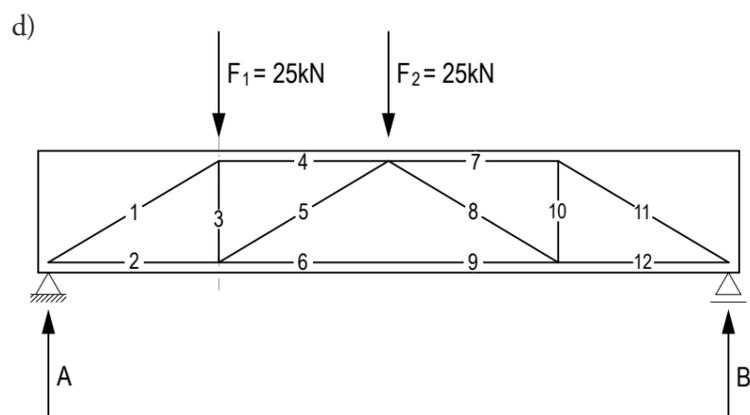
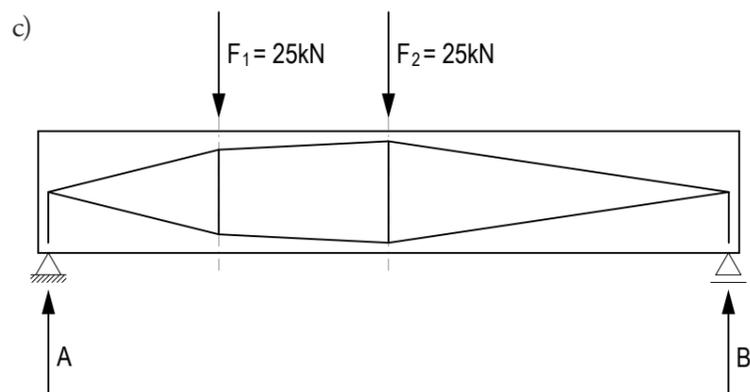
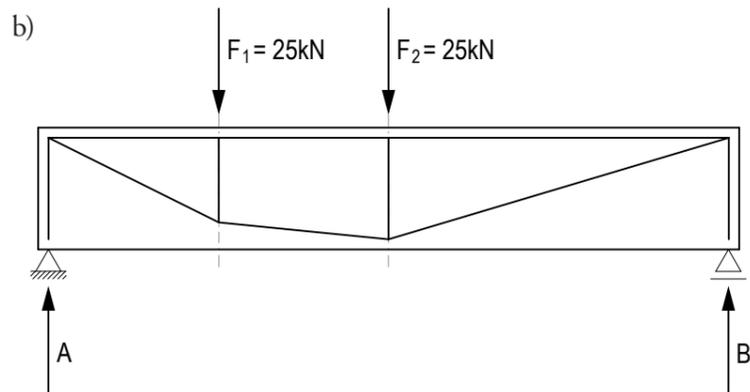
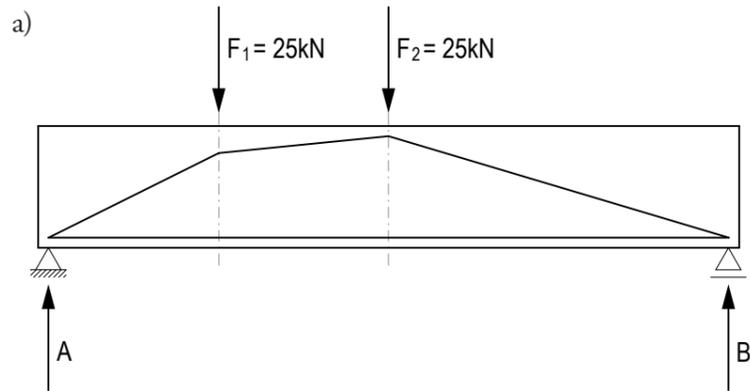
Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Subsystem

Aufgabe 6 Kräfteverlauf im einfachen Balken

Zeichnen Sie zu den gegebenen inneren Kräfteverläufen des Balkens in a) - c) den zugehörigen Kräfteplan. Zu den Situationen d) und e) ist der Kräfteplan bereits vorgegeben. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau. Vergleichen Sie in f) den inneren Kräfteverlauf aus a) - c) mit den Varianten in d) und e).



Lagepläne 1:100

Kräftepläne 1cm ≙ 10kN

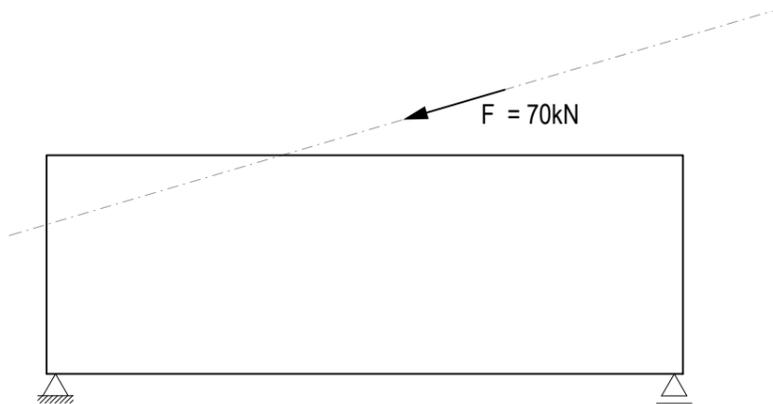
f)

Die Situationen a) bis c) zeigen eine Lösung mit einem Bogen-Seiltragwerk innerhalb des Balkens. Für eine solche Lösung in Stahlbeton, müssen die Zügelemente vorgespannt werden. Ansonsten können grosse Risse im Beton entstehen. Bei den Variante d) und e) wird ein Fachwerk im Balken ausgebildet. Hier sind die Kräfte besser verteilt, und dadurch auch die Risse (viele kleine Risse anstatt einem grossen Riss). Somit muss nicht vorgespannt werden.

Aufgabe 7 Statisch bestimmt gelagerte Wandscheibe

Gegeben sind vier gleich grosse Wandscheiben aus Stahlbeton mit unterschiedlicher Lagerung oder Belastung. Zeichnen Sie in den Situation a) bis c) mit Hilfe des Kräfteplans einen möglichen inneren Kräfteverlauf in Form eines Bogen-Seil-Tragwerkes ein. Zeichnen Sie zum gegebenen inneren Kräfteverlauf der Situation d) den zugehörigen Kräfteplan. Markieren Sie Zugkräfte rot und Druckkräfte blau.

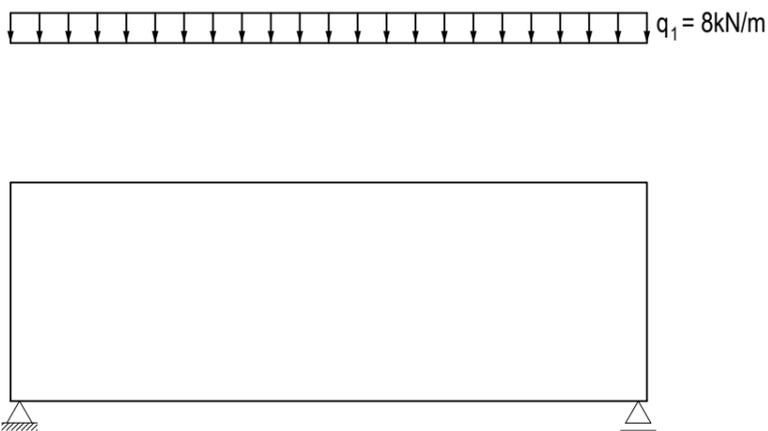
a)



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

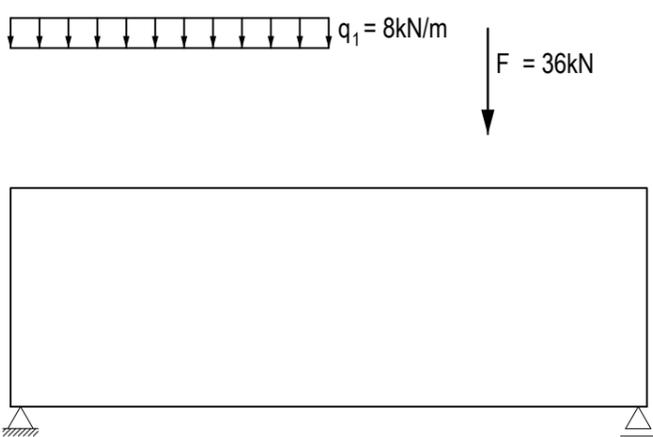
b)



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

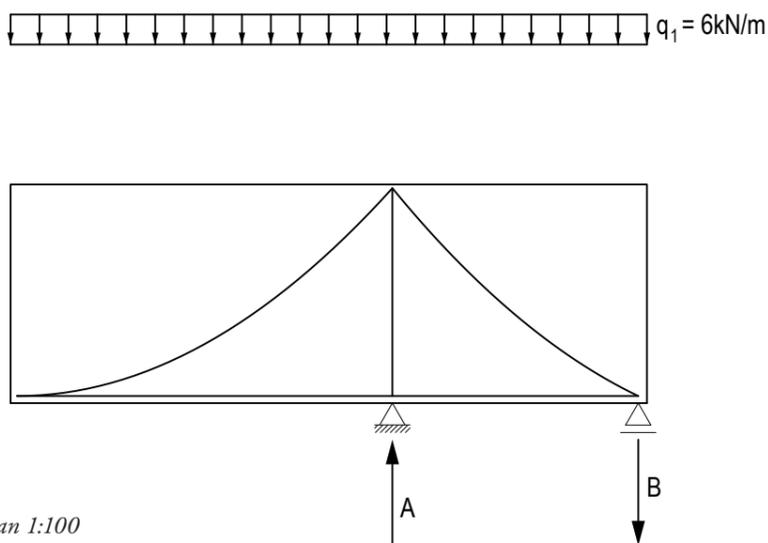
c)



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

d)

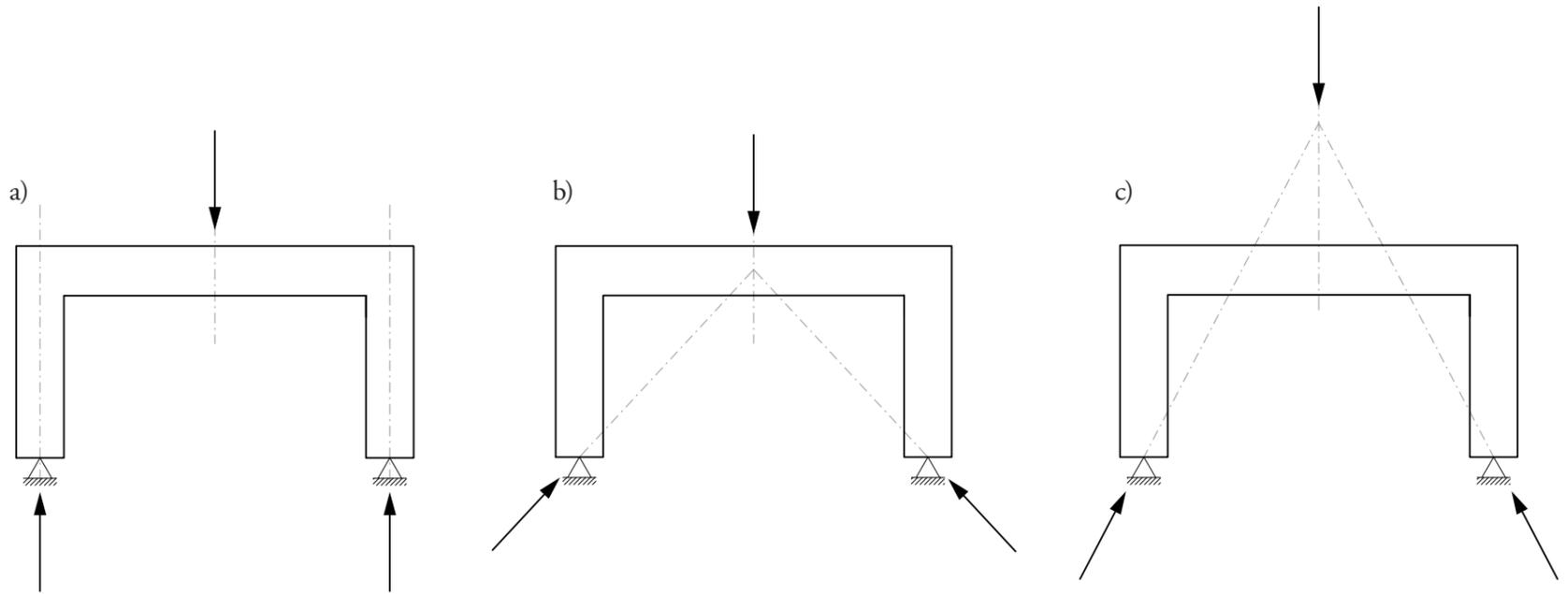


Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

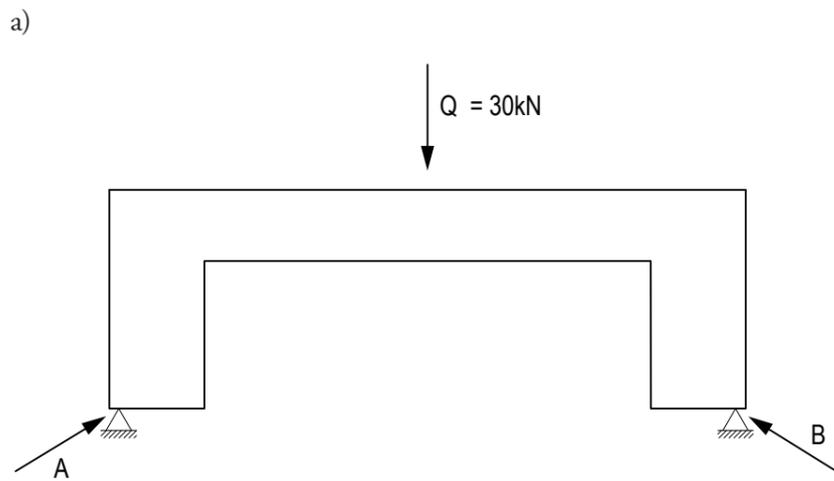
Aufgabe 8.1 Qualitativer Kräfteverlauf im Stahlbetonrahmen

Gegeben sind drei gleiche Rahmen aus Stahlbeton mit unterschiedlicher Lagerung. Zeichnen Sie jeweils einen möglichen inneren Kräfteverlauf. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.



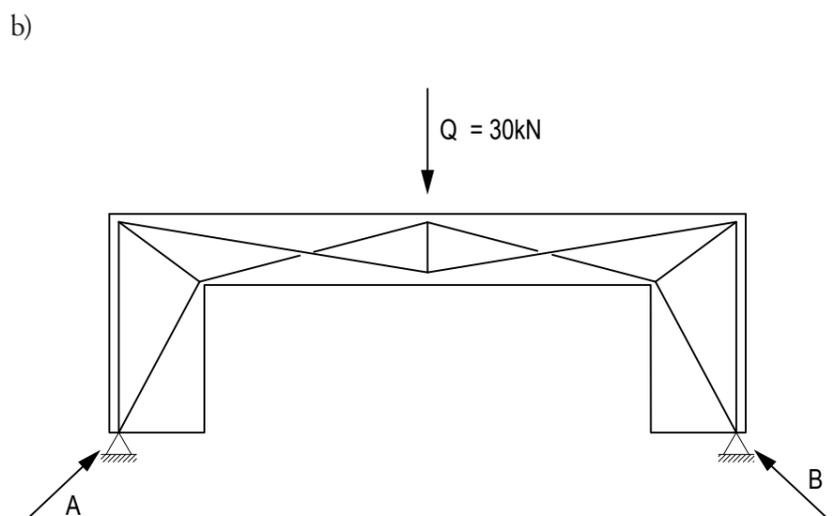
Aufgabe 8.2 Statisch unbestimmt gelagerter Rahmen

Gegeben sind zwei gleich grosse Rahmen aus Stahlbeton mit unterschiedlicher Lagerung. Zeichnen Sie in der Situation a) mit Hilfe des Kräfteplans einen möglichen inneren Kräfteverlauf in Form eines Bogen-Seil-Tragwerkes ein. Zeichnen Sie zum gegebenen inneren Kräfteverlauf der Situation b) den zugehörigen Kräfteplan. Markieren Sie in beiden Fällen Zugkräfte rot und Druckkräfte blau.



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN



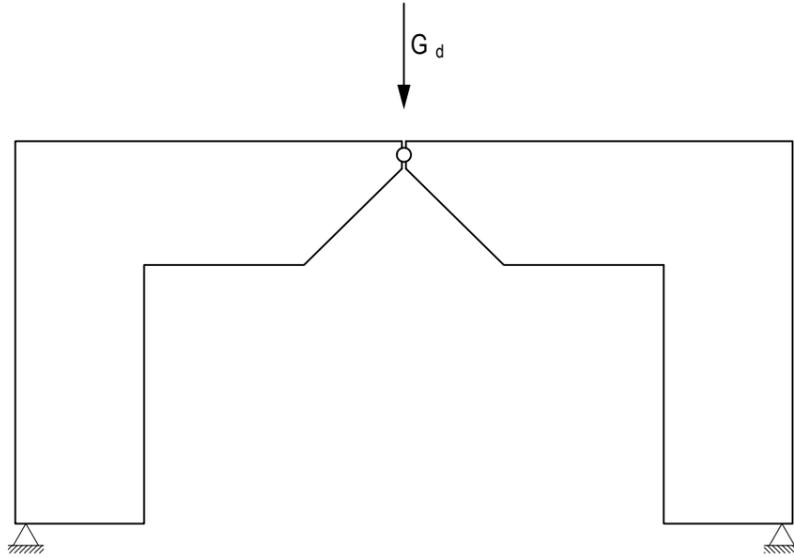
Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 10kN

Aufgabe 9.1 Innerer Kräfteverlauf im Rahmen

Zeichnen Sie mit Hilfe der Stützlinie einen möglichen inneren Kräfteverlauf im vorgegebenen Rahmen aus Stahlbeton. Zeichnen Sie den dazugehörigen Kräfteplan und markieren Sie Zugkräfte rot, Druckkräfte blau und äussere Kräfte grün.

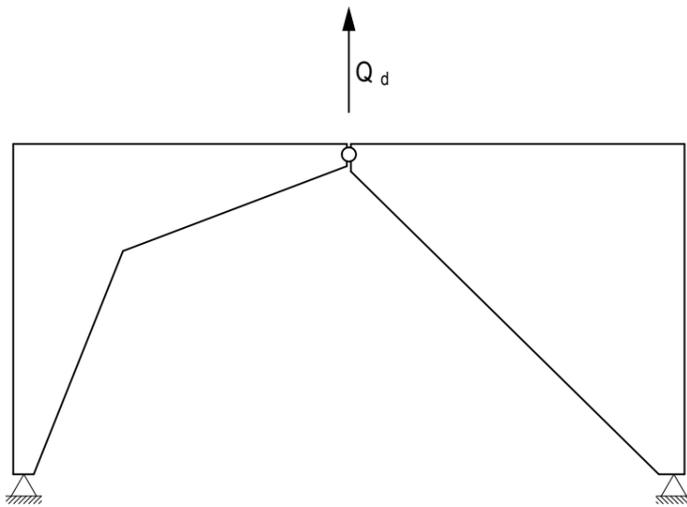
a)



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm $\hat{=}$ 10kN

b)



Lageplan 1:100

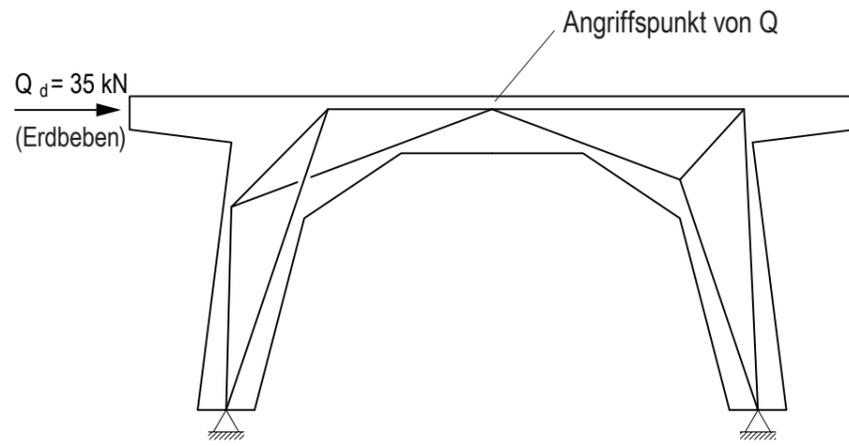
Kräfteplan 1cm $\hat{=}$ 10kN

Aufgabe 9.2 Tragsicherheitsnachweis

Überprüfen Sie, ob die Bewehrung im Stahlbeton aus Aufgabe 9.1 a) der massgebenden Zugkraft standhalten kann. Die Bewehrung besitzt einen runden Querschnitt mit einem Durchmesser von 16 mm und besteht aus Stahl S235.

Aufgabe 10.1 Stahlbetonrahmen

Gegeben ist ein möglicher innerer Kräfteverlauf in einem vorgegebenen Rahmen aus Stahlbeton. Zeichnen Sie den dazugehörigen Kräfteplan. Markieren Sie Zugkräfte mit rot und Druckkräfte mit blau.



Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm $\hat{=}$ 10kN

Subsystem

Aufgabe 10.2 Dimensionierung

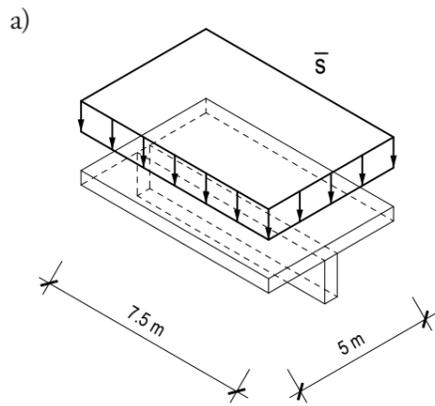
Dimensionieren Sie die Bewehrung im Stahlbeton für die massgebende Zugkraft aus Aufgabe 10.1. Verwenden Sie dazu Stahl S235 und geben Sie den Durchmesser D auf ganze mm gerundet an. (Aufrunden!)

Aufgabe 11 Lasteinflusszonen

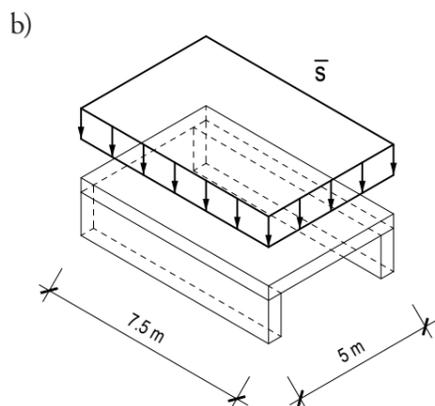
Die Platte wird von einer ständigen Flächenlast von $\bar{s}_k = 1 \text{ kN/m}^2$ beansprucht. Berechnen Sie die konstante Flächenlast auf Bemessungsniveau.

Zeichnen Sie für die Situationen a) bis d) die massgebende Lasteinflusszone in den Grundriss ein.

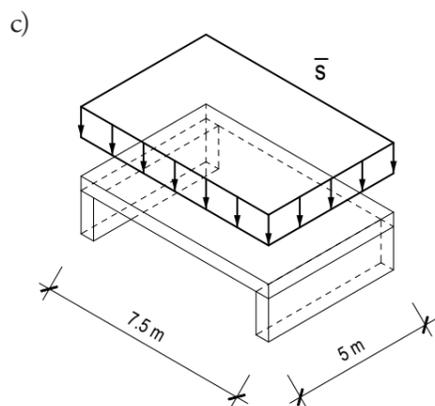
Berechnen Sie nun die Punktlast R_d und die Linienlast g_d , welche über dem massgebenden Balken wirkt und vervollständigen Sie damit die Tabelle.



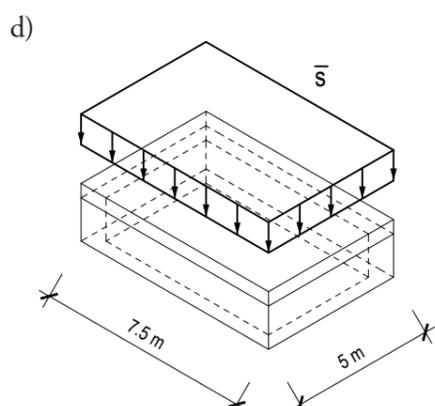
A	
\bar{s}_d	
R_d	
g_d	



A	
\bar{s}_d	
R_d	
g_d	



A	
\bar{s}_d	
R_d	
g_d	

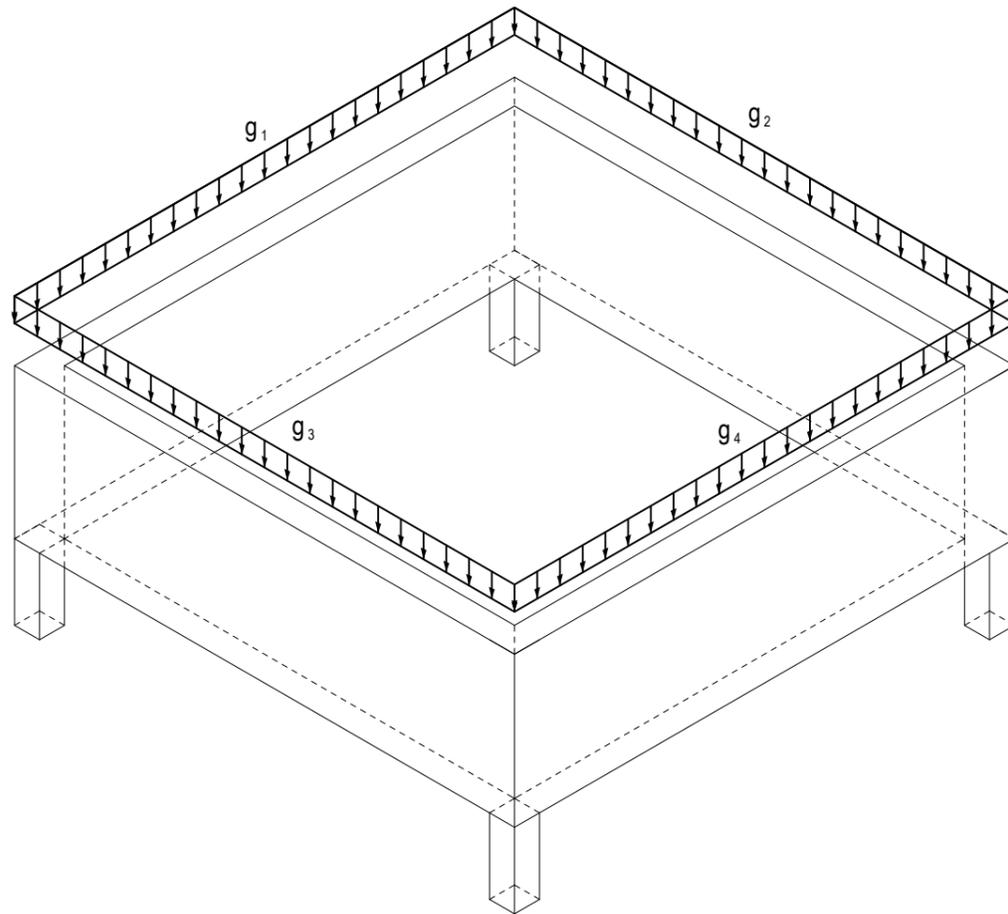


A	
\bar{s}_d	
R_d	
g_d	

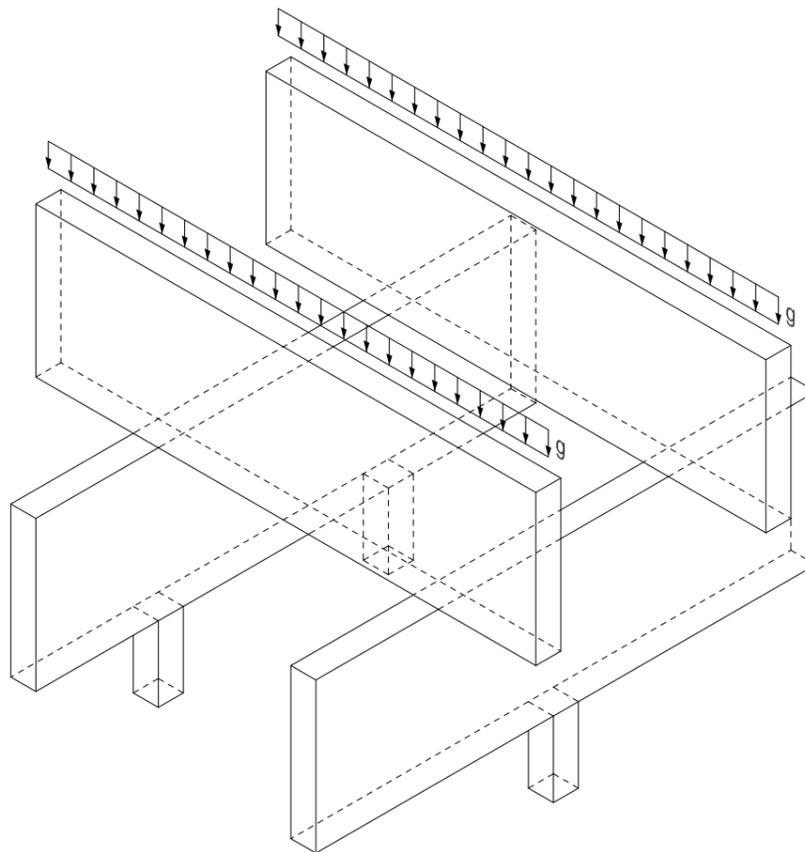
Aufgabe 12 Qualitativer innerer Kräfteverlauf

Zeichnen Sie qualitativ einen inneren Kräfteverlauf in die axonometrische Darstellung des Tragwerks. Verwenden Sie die Farben rot für Zug, blau für Druck und grün für die äusseren Kräfte.

a)



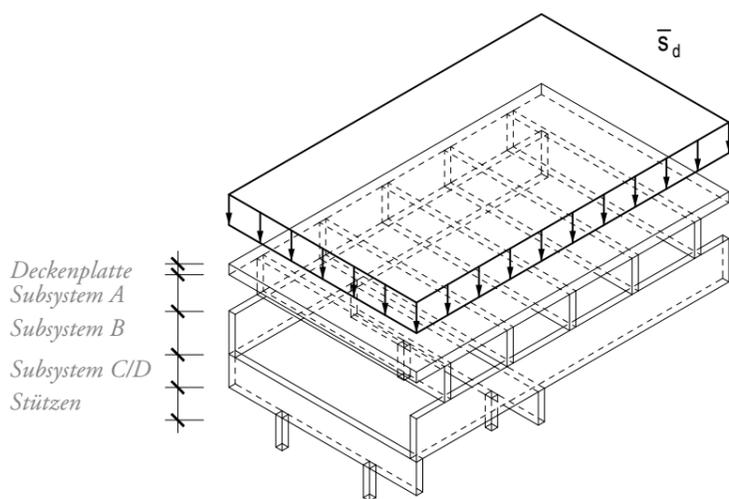
b)



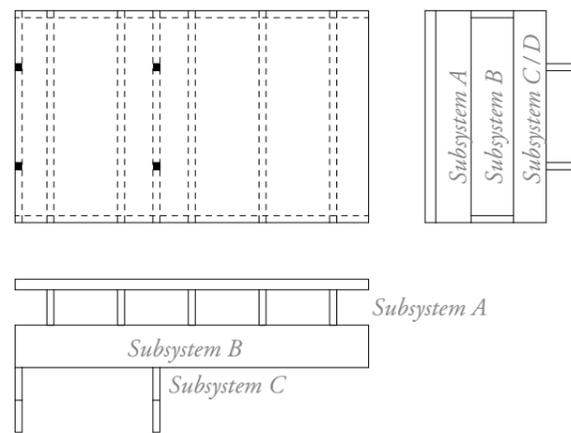
Aufgabe 13 Lastabtragung von vertikalen Kräften

Betrachtet wird die Belastung auf das dargestellte System. Aus der Flächenlast resultieren fünf Punktlasten A_1 bis $A_5 = 50 \text{ kN}$, welche von den Querbalken (Subsystem A) auf die beiden Längsbalken (Subsystem B) wirken.

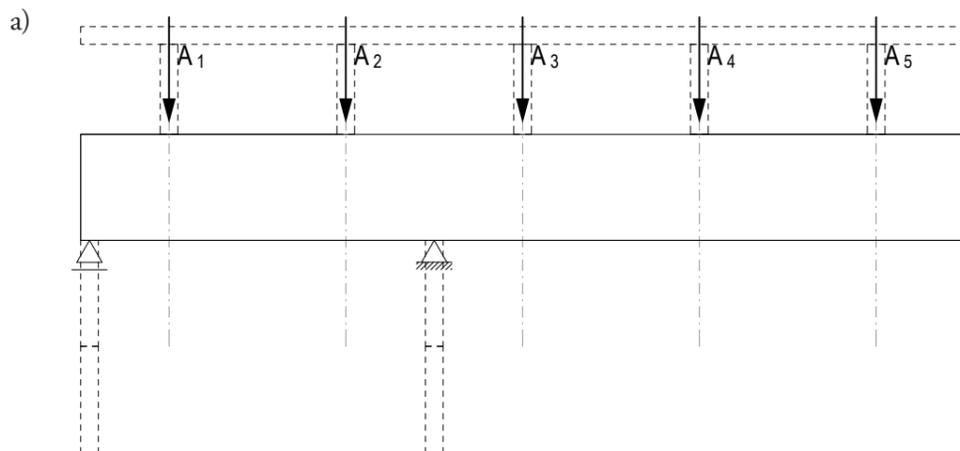
- Beachten Sie die Auflagersituation des Subsystems B. Finden Sie den inneren Kräfteverlauf im Balken mit Hilfe des Kräfteplans. Verwenden Sie rot für Zug, blau für Druck und grün für die Auflagerkräfte.
- Wiederum werden die in a) gefundenen Auflagerkräfte weiter auf die Subsysteme C und D übertragen. Zeichnen sie die angreifenden Kräfte an der markierten Stelle ein. Finden Sie einen inneren Kräfteverlauf und zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan.



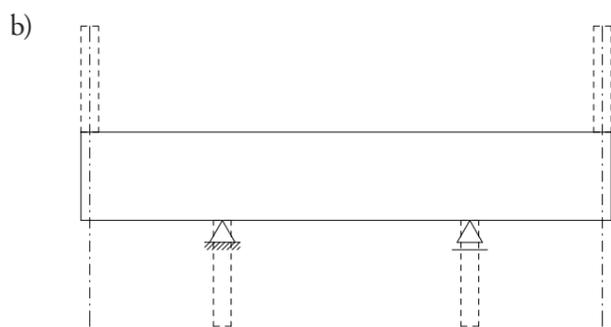
Axonometrie



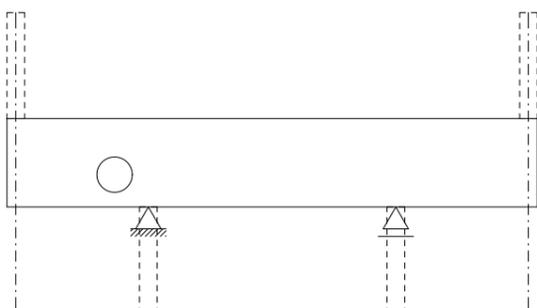
Pläne 1:500



Lageplan Subsystem B 1:200



Lageplan Subsystem C 1:200

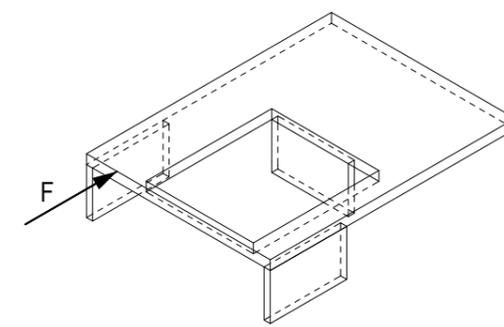
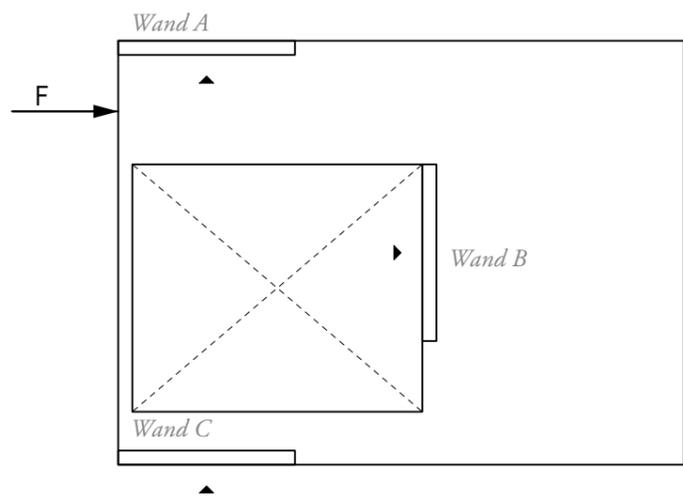


Lageplan Subsystem D 1:200

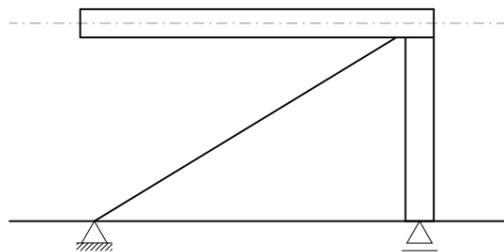
Aufgabe 14 Horizontale Kräfte (quantitativ)

Betrachtet wird der Kräfteverlauf infolge horizontaler Einwirkung auf die Deckenplatte. Die Wandscheiben dienen der Aussteifung.

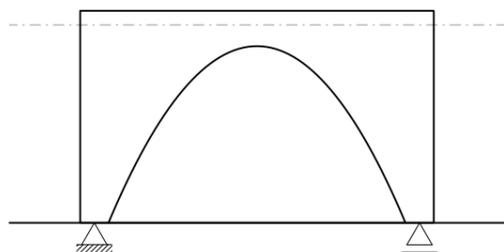
- a) Finden Sie zunächst den Kräfteverlauf in der Platte so, dass die Kräfte durch die Wände in den Boden geleitet werden können. Zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan für $F = 100\text{kN}$.
- b) Finden Sie dann einen möglichen inneren Kräfteverlauf in den Wandscheiben A, B und C. Zeichnen Sie dafür zuerst die Horizontalkraft, die auf die jeweilige Wandscheibe wirkt, in den entsprechenden Lageplan ein. Verwenden Sie jeweils rot für Zug, blau für Druck und grün für die äusseren Kräfte.



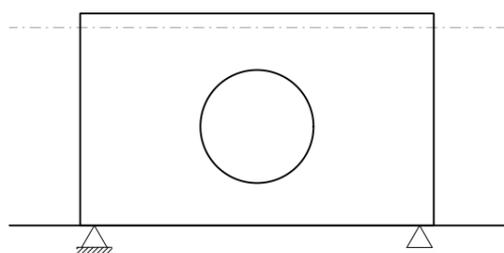
Aufsicht 1:200



Lageplan Wand A 1:100



Lageplan Wand B 1:100

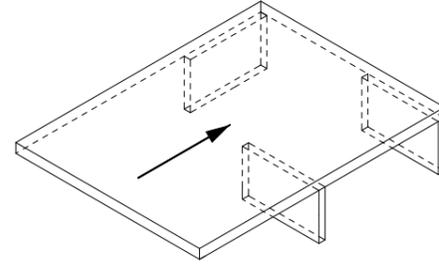
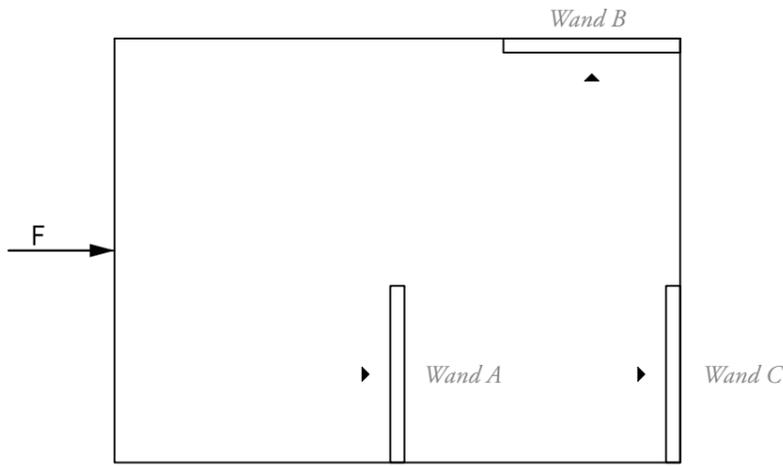


Lageplan Wand C 1:100

Aufgabe 15 Horizontale Kräfte (quantitativ)

Betrachtet wird der Kräfteverlauf infolge horizontaler Einwirkung auf die Deckenplatte. Die Wandscheiben dienen der Aussteifung.

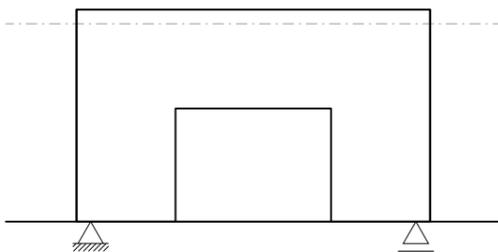
- a) Finden Sie zunächst den Kräfteverlauf in der Platte so, dass die Kräfte durch die Wände in den Boden geleitet werden können. Zeichnen Sie den entsprechenden Kräfteplan für $F = 100\text{kN}$.
- b) Finden Sie dann einen möglichen inneren Kräfteverlauf in den Wandscheiben A, B und C. Zeichnen Sie dafür zuerst die Horizontalkraft, die auf die jeweilige Wandscheibe wirkt, in den entsprechenden Lageplan ein. Verwenden Sie jeweils rot für Zug, blau für Druck und grün für die äusseren Kräfte.



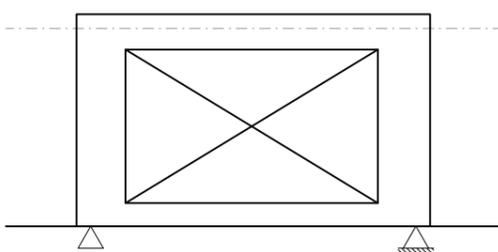
Aufsicht 1:200



Lageplan Wand A 1:100



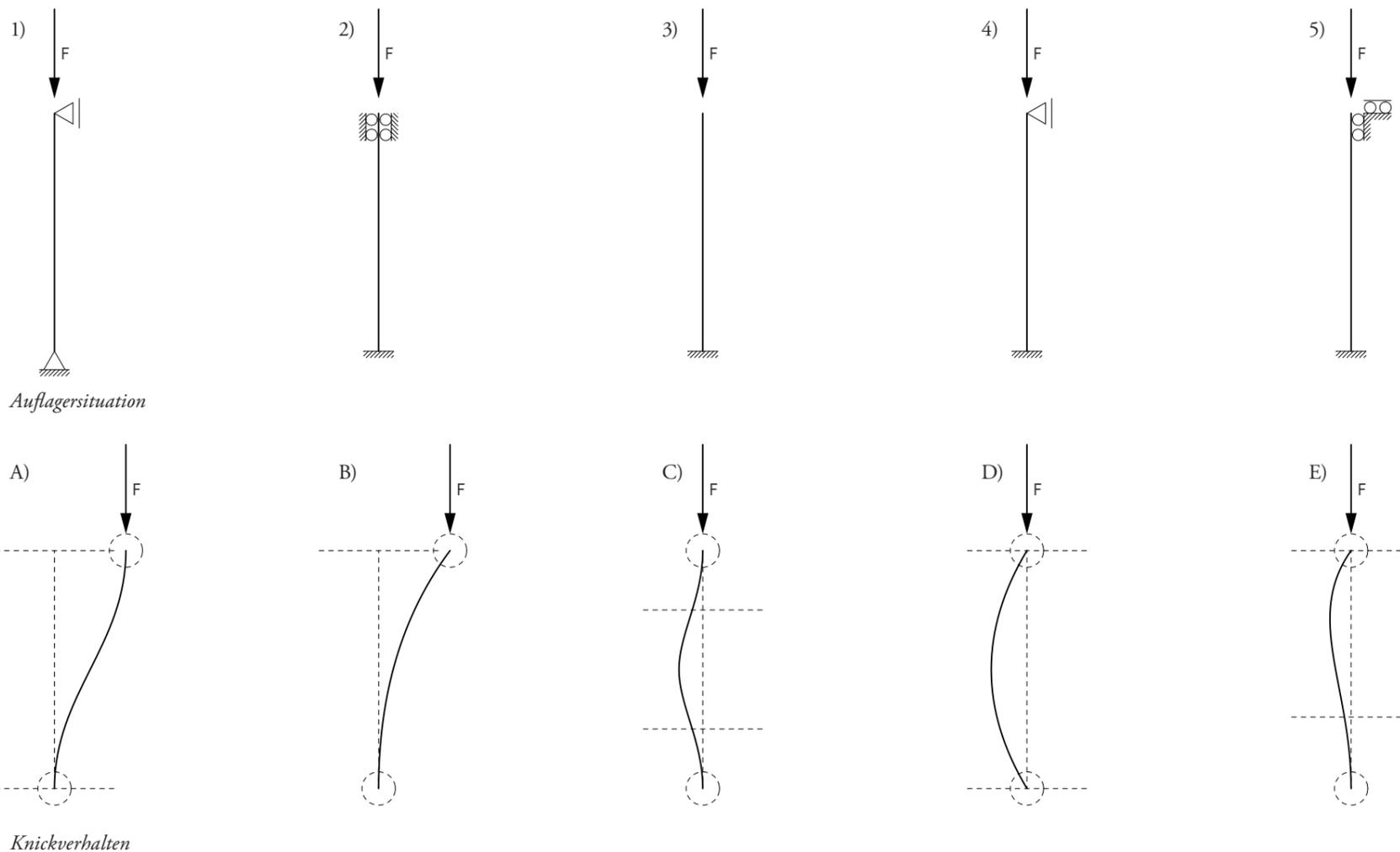
Lageplan Wand B 1:100



Lageplan Wand C 1:100

Aufgabe 16.1 Knickverhalten

Abgebildet sind Stützen mit unterschiedlichen Auflagersituationen und Knickverhalten bei entsprechender Belastung. Ordnen Sie in der Tabelle der jeweiligen Auflagersituation (1 - 5) das zugehörigen Knickverhalten (A - E) sowie das Verhältnis zwischen kritischer und effektiver Länge zu.

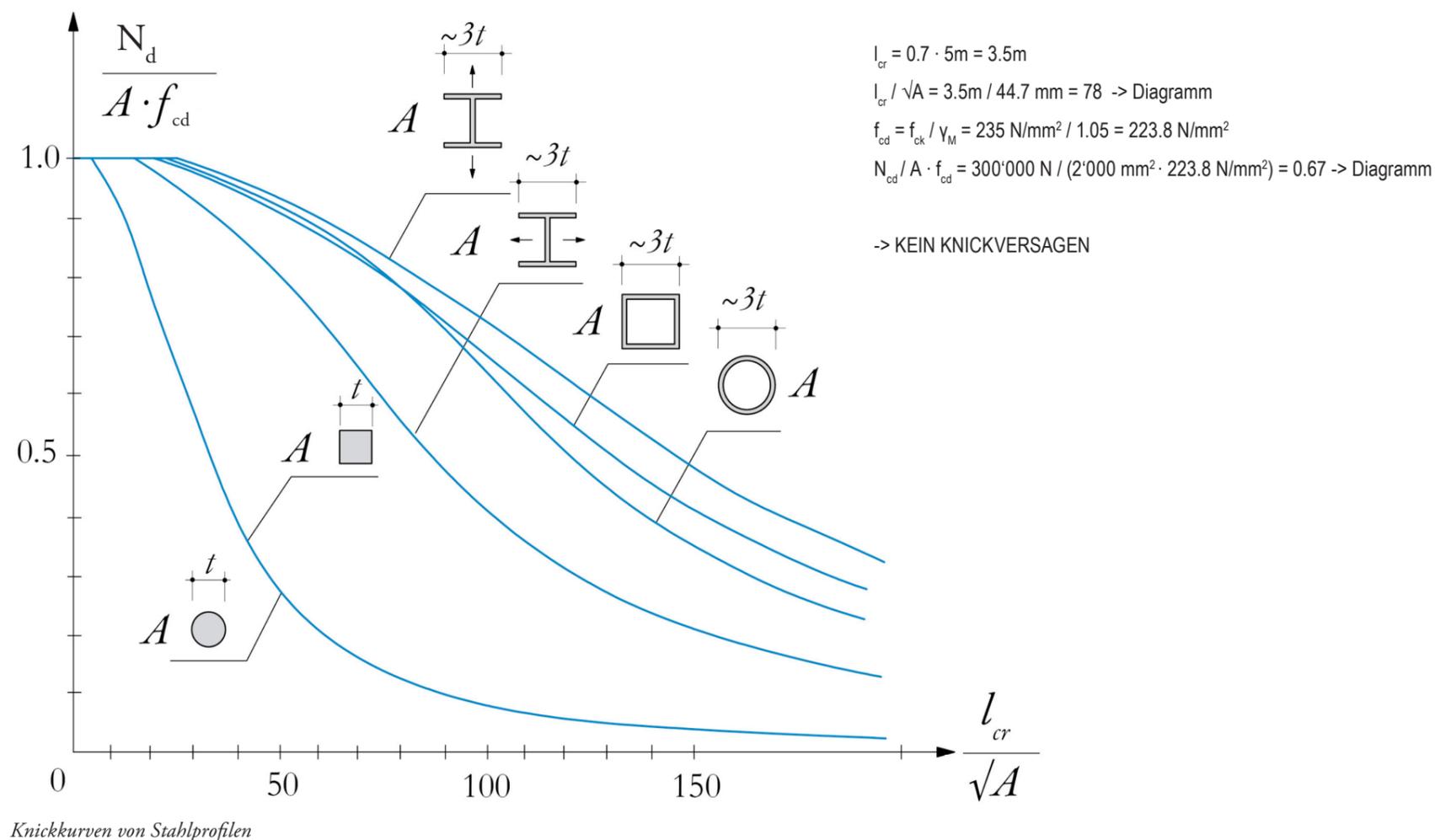


Auflagersituation	1	2	3	4	5
Knickverhalten	D	C	B	E	A
l_{cr} / l	1	0.5	2	0.7	1

Aufgabe 16.2 Knicknachweis

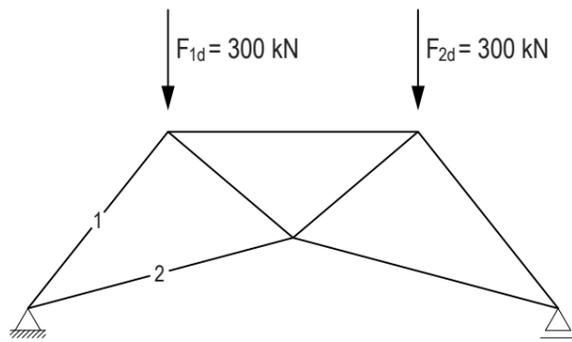
Betrachtet wird ein quadratisches Hohlprofil aus Stahl S 235. Das Element ist 5 m lang, hat eine Querschnittsfläche von $A = 2'000 \text{ mm}^2$ und wird mit einer Kraft $N_d = 300 \text{ kN}$ belastet. Die Auflagersituation entspricht derjenigen von Beispiel 4) aus Aufgabe 16.1.

Berechnen Sie, ob ein Knickversagen auftritt und tragen Sie den entsprechenden Nachweis in das Diagramm der Knickkurven ein.



Aufgabe 17 Stabilität und Dimensionierung

Ermitteln Sie die inneren Kräfte im gegebenen Tragwerk mit Hilfe des Kräfteplans. Benutzen Sie rot für Zug, blau für Druck und grün für die Auflagerkräfte.

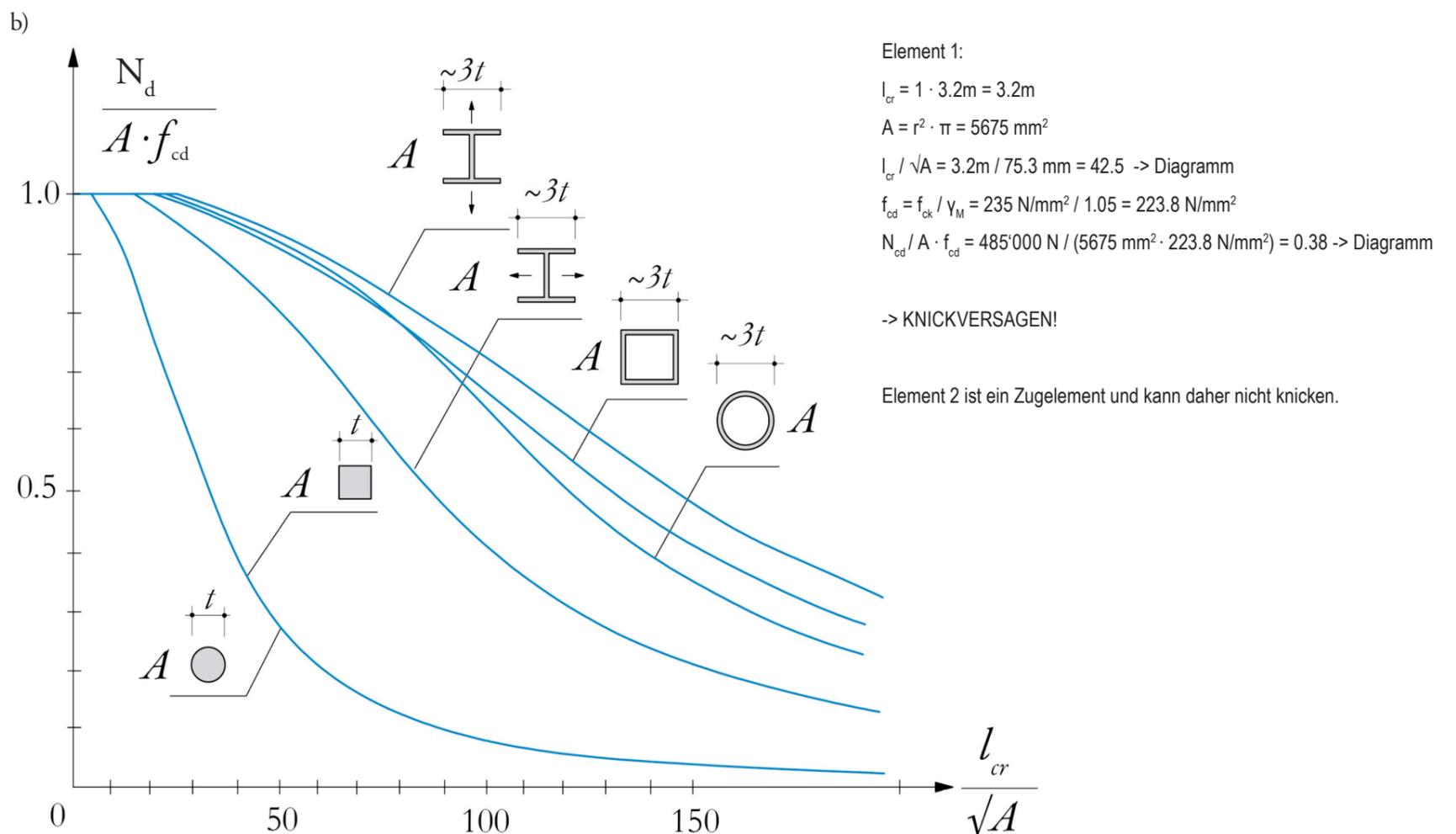


Lageplan 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 100kN

- a) Es wird angenommen, dass das Fachwerk in Stahl S 235 mit runden Vollprofilen ausgeführt wird. Ermitteln Sie den erforderlichen Durchmesser der Elemente 1 und 2 (ohne Berücksichtigung von möglichem Knicken). Runden Sie das Ergebnis auf ganze mm.
- b) Nach Berücksichtigung des Eigengewichts der Struktur hat sich ein Stabdurchmesser von $D = 85$ mm ergeben. Die kritische Knicklänge der Stäbe entspricht ihrer effektiven Länge. Benutzen Sie die zutreffende Knickkurve um die Tragsicherheit der Elemente 1 und 2 zu prüfen und tragen Sie den entsprechenden Nachweis in das Diagramm ein.

a)	$A_{req} = N_d / f_{cd} = 485 \text{ kN} / (235 \text{ N/mm}^2 / 1.05) = 2167 \text{ mm}^2$	$A_{req} = N_d / f_{td} = 312 \text{ kN} / (235 \text{ N/mm}^2 / 1.05) = 1394 \text{ mm}^2$
	$D_1 = 2 \cdot \sqrt{A / \pi} = 52.53 \text{ mm}$	$D_2 = 2 \cdot \sqrt{A / \pi} = 42.13 \text{ mm}$
	$\approx 53 \text{ mm}$	$\approx 43 \text{ mm}$



Knickkurven von Stahlprofilen

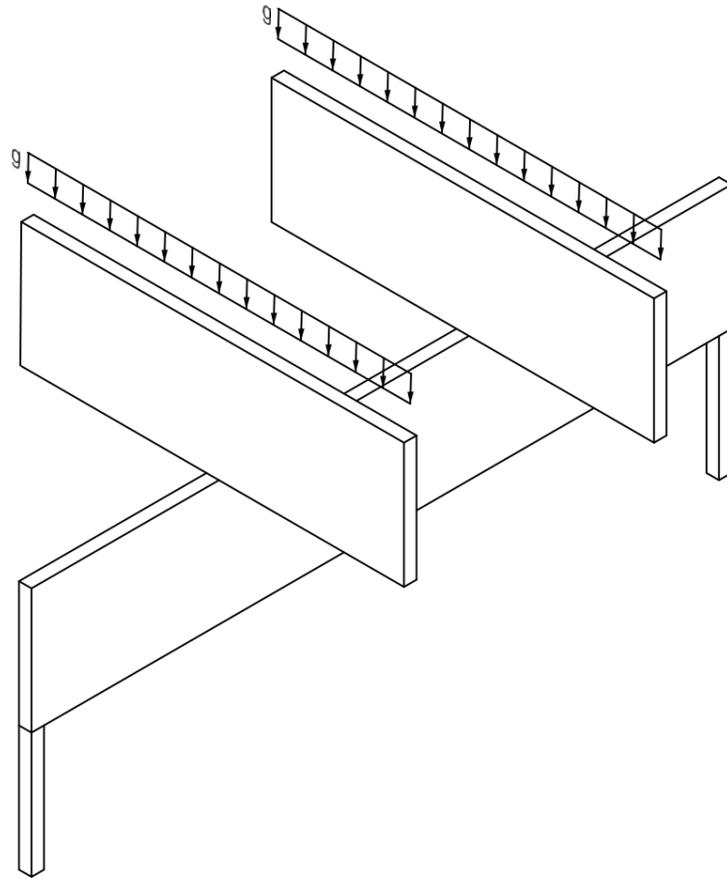
Wie könnte ein allfälliges Knicken verhindert werden?

- Hohlprofil statt Vollprofil verwenden
- Anderes Material verwenden (z.B. S355 oder S500)
- Geometrie ändern (Element kürzen)

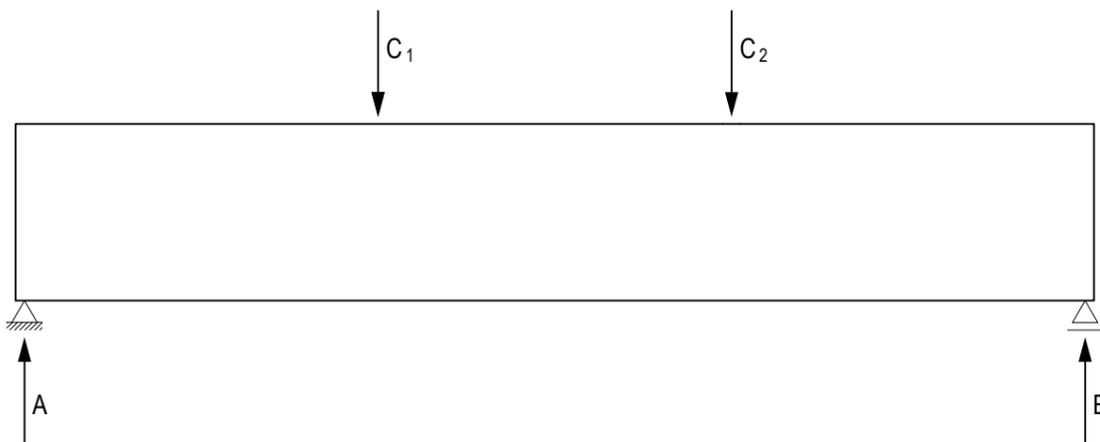
Aufgabe 18 Maximale Belastung eines Tragwerks

Die maximale Belastung einer Stütze des nachfolgend abgebildeten Systems beträgt 400 kN. Finden Sie basierend auf dieser maximalen Belastung der beiden Stützen die Grösse der maximalen Dachlast g_d .

- Zeichnen Sie zunächst einen möglichen inneren Kräfteverlauf in den unteren Balken sowie den entsprechenden Kräfteplan. Finden Sie so die maximale Kraft, die der Längsbalken von den beiden Querbalken aufnehmen kann. Verwenden Sie Rot für Zug, Blau für Druck und Grün für die Auflagerkräfte.
- Finden Sie dann mit Hilfe des Kräfteplans den inneren Kräfteverlauf und die maximale Linienlast g_d , die auf die beiden Querbalken wirkt.

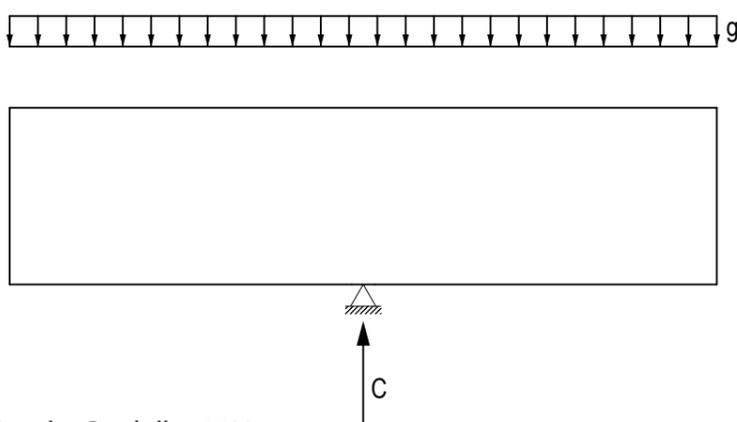


Axonometrische Darstellung



Lageplan Längsbalken 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 100kN



Lageplan Querbalken 1:100

Kräfteplan 1cm ≙ 100kN