

Sessionsprüfung Stahlbeton I+II**Winter 2010**

Freitag, 5. Februar 2010, 14.30 – 17.30 Uhr, HIL E7

Name, Vorname:

Studenten-Nr.:

Bemerkungen

1. Für die Raumlaster von Stahlbeton ist 25 kN/m^3 anzunehmen.
2. Wo nichts anderes vermerkt ist, wird von Beton C 30/37 und Stahl B500B ausgegangen.
3. Die Lastbeiwerte betragen $\gamma_G = 1.35$ und $\gamma_Q = 1.5$.
4. Wo nichts anderes vermerkt ist, sind Abmessungen in [m] angegeben.
5. Die erforderlichen Daten zur Vorspannung sind dem Anhang zu entnehmen.
6. Die Bewehrungsüberdeckung beträgt bei allen Aufgaben $c_{nom} = 30 \text{ mm}$.
7. Für Berechnungen ist für jede Aufgabe der entsprechende Papierbogen A3 zu verwenden.
8. Für Zeichnungen sind die Lösungsvorlagen auf den Papierbögen A3 zu benutzen. Notizen in der Aufgabenstellung werden nicht bewertet.
9. Alle ausgeteilten Unterlagen (Aufgabenstellung, Integrationstabelle und alle Papierbögen A3) sind nach Prüfungsende mit dem Namen zu versehen und abzugeben.

Aufgabe 1 (9 Punkte)

Die in Bild 1 dargestellte 300 mm dicke Scheibe wird durch eine Nutzlast $q_d = 300 \text{ kN/m}$ belastet. In einem Abstand von 0.80 m vom linken Rand beziehungsweise 1.30 m vom rechten Rand befindet sich eine rechteckförmige Aussparung mit den Abmessungen von 1.70 m / 1.20 m beziehungsweise 1.20 m / 1.20 m.

- Dimensionieren Sie mit Hilfe eines Fachwerkmodells die statisch erforderliche Bewehrung. Die Knoten des Fachwerks sollen auf dem vordefinierten Raster (0.50 m / 0.50 m) zu liegen kommen. Bestimmen Sie die Mindestbewehrung und erstellen Sie für die Scheibe eine vollständige Bewehrungsskizze.
- Weisen Sie die am stärksten beanspruchte Druckstrebe nach. Welche Abmessungen sind erforderlich?

- Hinweise:**
- Die Eigenlast darf vernachlässigt werden.
 - Ersetzen Sie die verteilte Last durch 5 Einzelkräfte, wobei eine doppelt so gross sein soll wie die anderen.

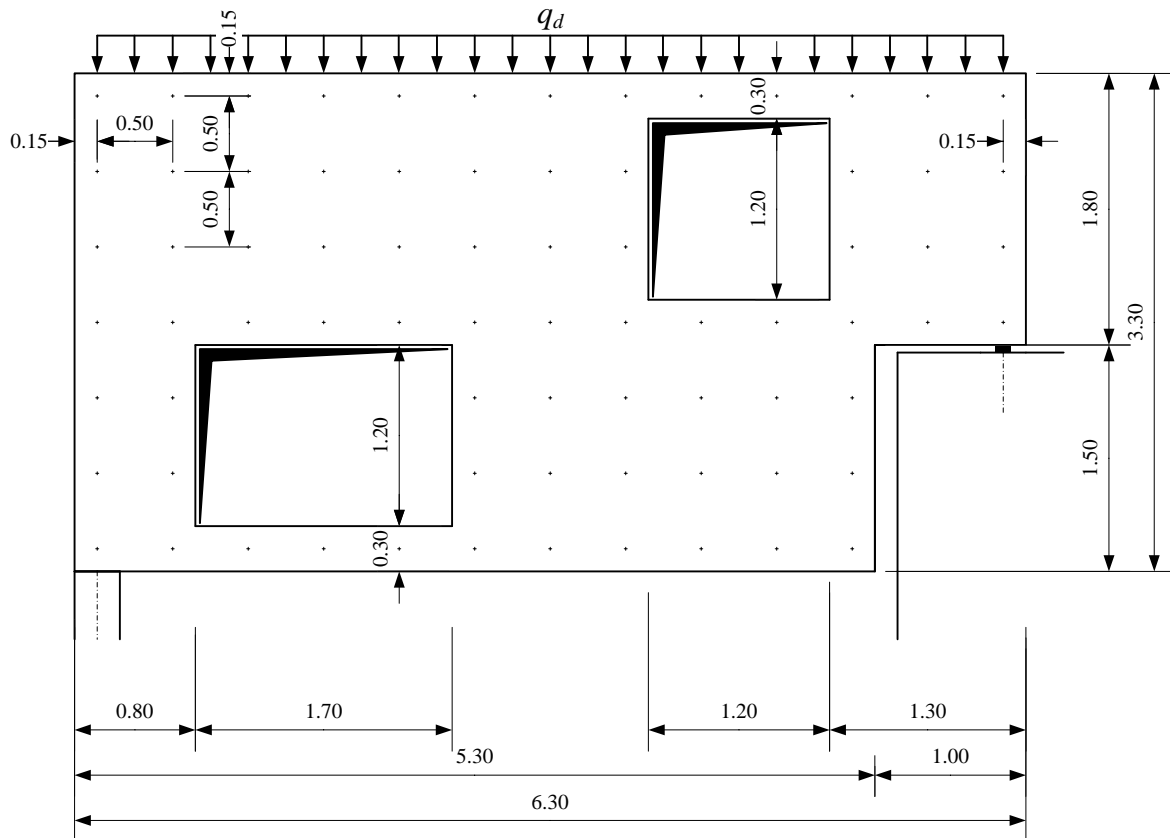


Bild 1: Geometrie und Belastung der in Aufgabe 1 behandelten Scheibe, 1:50.

Aufgabe 2 (11 Punkte)

Der in Bild 2 dargestellte Stützenquerschnitt ist als gleichseitiges Sechseck einem Kreis mit Durchmesser 0.50 m einbeschreiben. Die Längsbewehrung besteht aus sechs Bewehrungsstäben mit Durchmesser 20 mm, und die Bügelbewehrung weist einen Durchmesser von 10 mm auf.

- Berechnen Sie den reinen Biege widerstand um die beiden in Bild 2 dargestellten Achsen y und z . Berücksichtigen Sie dabei nur die Bewehrung, welche auf Zug ins Fließen kommen wird.
- Zeichnen Sie für den Fall $N_{xd} = 0$ ein möglichst vollständiges M_{yd} - M_{zd} -Interaktionsdiagramm unter Verwendung der beiden aus a) ermittelten Werte.
- Berechnen Sie die beiden reinen Normalkraftwiderstände (positive bzw. negative N_{xRd} ; $M_{yd} = M_{zd} = 0$).
- Berechnen Sie die Interaktionspunkte N_{xRd}, M_{yRd} bzw. N_{xRd}, M_{zRd} für den Fall, dass die Neutralachse mit der y -Achse bzw. der z -Achse zusammenfällt.
- Vervollständigen Sie die dreidimensionale Fließfigur. Welche maximalen Schnittgrößen N_{xd} , M_{yd} und M_{zd} können aufgenommen werden?

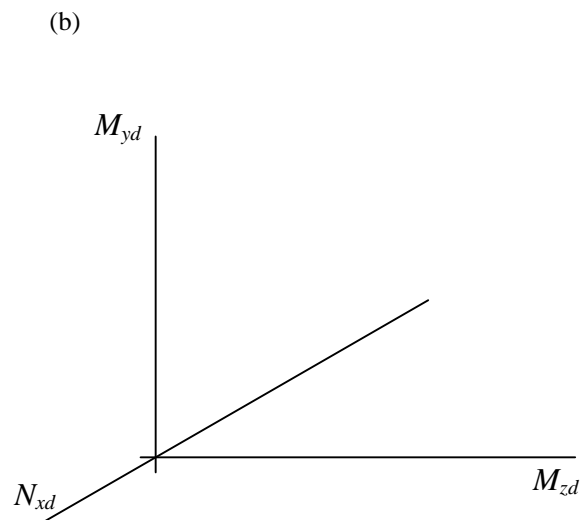
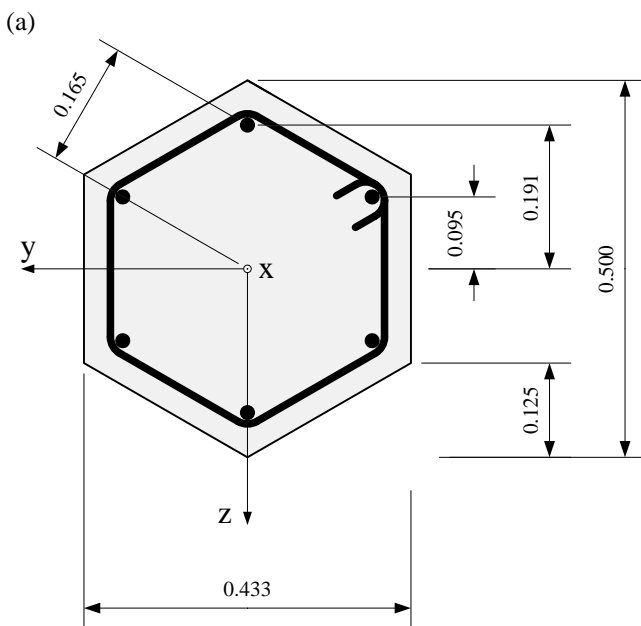


Bild 2: (a) Querschnitt 1:10; (b) M_{yd} - M_{zd} - N_{xd} -Interaktionsdiagramm.

Aufgabe 3 (11 Punkte)

Die in Bild 3.1 dargestellte 250 mm dicke Stahlbetonplatte ist an allen Rändern auf einer 200 mm dicken Wand einfach gelagert. Sie wird ausser durch ihre Eigenlast durch eine Auflast von 0.8 kN/m^2 , eine verteilte Nutzlast von 4 kN/m^2 und eine einzelne Nutzlast von $F = 100 \text{ kN}$ (charakteristische Werte) belastet. Die Einzellast wird beim Punkt A ($x = 3.0 \text{ m}$, $y = 5.0 \text{ m}$) auf einer quadratischen Fläche (1.00 m^2) gleichmässig in die Platte eingeleitet.

- Stellen Sie unter Berücksichtigung eines noch zu definierenden Unterzugs (Breite 1.00 m) die Kraftabtragung mittels Streifenmethode nach Hillerborg dar. Der Kraftfluss soll so gewählt werden, dass die eingelegte Mindestbewehrung ausserhalb des Unterzugs den Tragsicherheitsanforderungen nach SIA 262 genügt. Dimensionieren Sie die Unterzugshöhe sowie die erforderliche Bewehrung im Unterzug so, dass die Tragsicherheit nach SIA 262 erfüllt ist.
- Erstellen Sie eine saubere Bewehrungsskizze für sämtliche in Platte und Unterzug erforderlichen Bewehrungen.
- Der Bauherr möchte die Stahlbetonplatte ohne Unterzug ausführen. Ermitteln Sie die erforderliche obere und untere Bewehrung in den Punkten A und B in x - und y -Richtung auf der Grundlage der linearisierten Fliessbedingungen ($k = 1$) mit den in Bild 3.2 dargestellten, elastisch ermittelten Schnittkraftverläufen.

- Hinweise:**
- Benutzen Sie die Formeln für Zweifeldträger im Anhang.
 - Die in Bild 3.2 dargestellten, elastisch ermittelten Schnittkraftverläufe sind auf eine Einzellast von $F = 1 \text{ kN}$ beziehungsweise auf eine Flächenlast von $q = 1 \text{ kN/m}^2$ normiert.

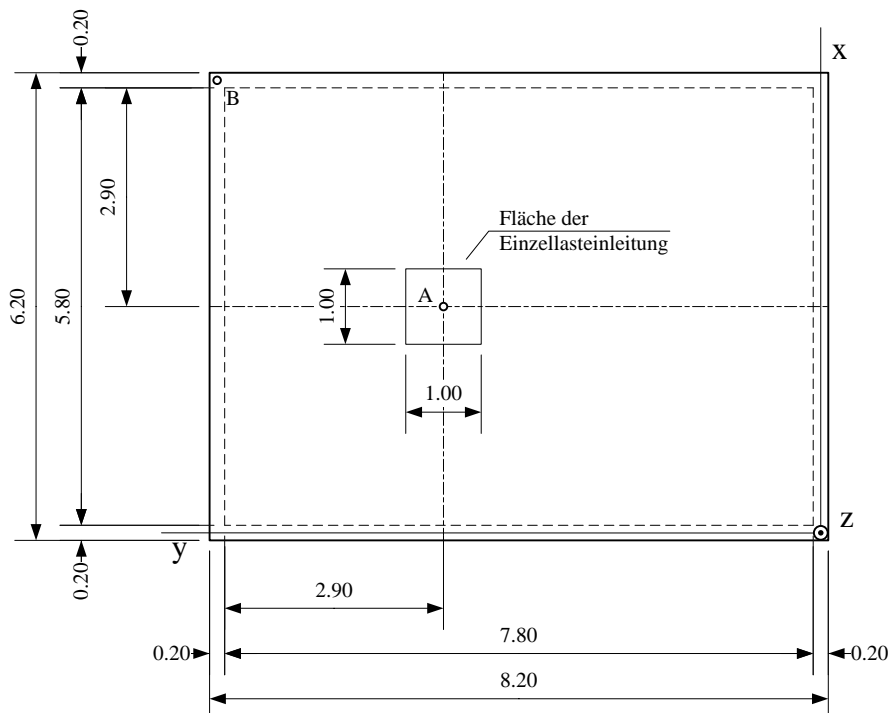


Bild 3.1: Grundriss der in Aufgabe 3 behandelten Stahlbetonplatte, 1:100.

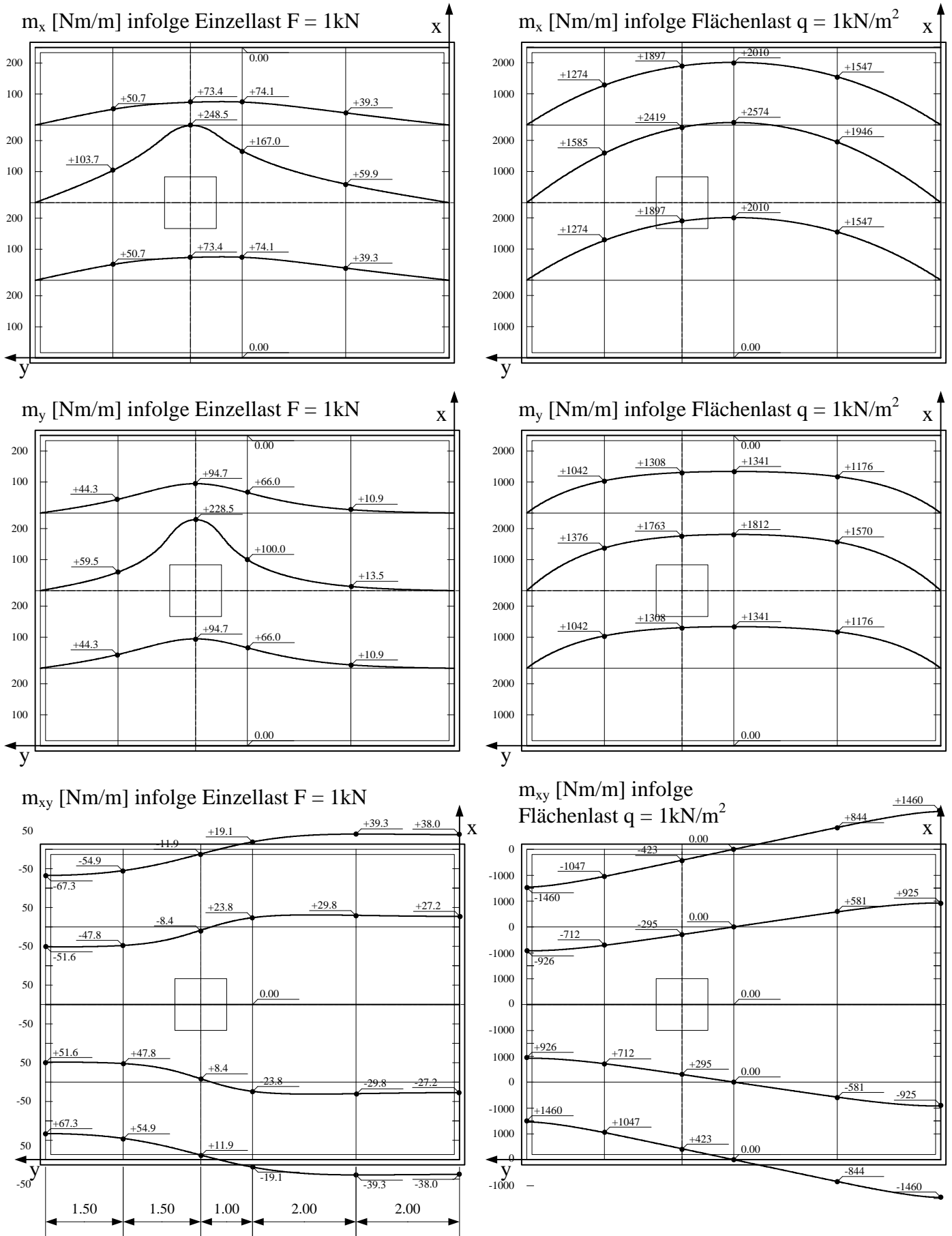


Bild 3.2: elastisch ermittelte Schnittkräfte der in Aufgabe 3 behandelten Stahlbetonplatte, 1:100.

Aufgabe 4 (9 Punkte)

Der in Bild 4.1 dargestellte Zweigelenrahmen soll in den Stützen sowie im Riegel mit Litzen $\varnothing 0.6''$ in je zwei Bündeln im Verbund (Spannstahl Y1770) vorgespannt werden. Der Rahmen weist überall den in Bild 4.2 dargestellten Querschnitt auf und erfährt ausser seiner Eigenlast eine Auflast von 1.2 kN/m^2 und eine Nutzlast von 3 kN/m^2 (charakteristische Werte). Die Einflussbreite der Lasten im Riegel ist in Bild 4.3 dargestellt.

- Wählen Sie die Spanngliedgeometrie und dimensionieren Sie die vorgespannte Bewehrung unter der Bedingung einer formtreuen Vorspannung für die Hälfte der ständige Lasten ($u_{\infty} = 0.5 q_{st} = 0.5$ (Eigenlast + Auflast)). Berücksichtigen Sie dabei einen minimalen Randabstand der Spanngliedachsen im Aufriss von 120 mm.
- Bestimmen Sie die Zwängungsschnittgrößen infolge der gewählten Vorspannung.
- Führen Sie die Betonspannungskontrolle für den Zeitpunkt direkt nach dem Vorspannen durch (zu diesem Zeitpunkt wirkt nur die Eigenlast). Wie beurteilen Sie das Resultat?
- Bestimmen Sie die schlaffe Mindestbewehrung und führen Sie den Tragsicherheitsnachweis in der Mitte des Riegels durch. Reicht die Mindestbewehrung?

- Hinweise:**
- Reibungsverluste dürfen vernachlässigt werden.
 - Vereinfachend darf von einem Spannkraftverlust von 15% der initialen Vorspannkraft ausgegangen werden.
 - Angaben zum Vorspannsystem können dem Anhang entnommen werden.
 - Alle Bauteile werden mit der gleichen Kraft vorgespannt. Die Spanngliedgeometrie weist in den Rahmenecken einen Knick auf ($R = 0$).
 - Parallelogramme lassen sich in flächengleiche Rechtecke überführen.

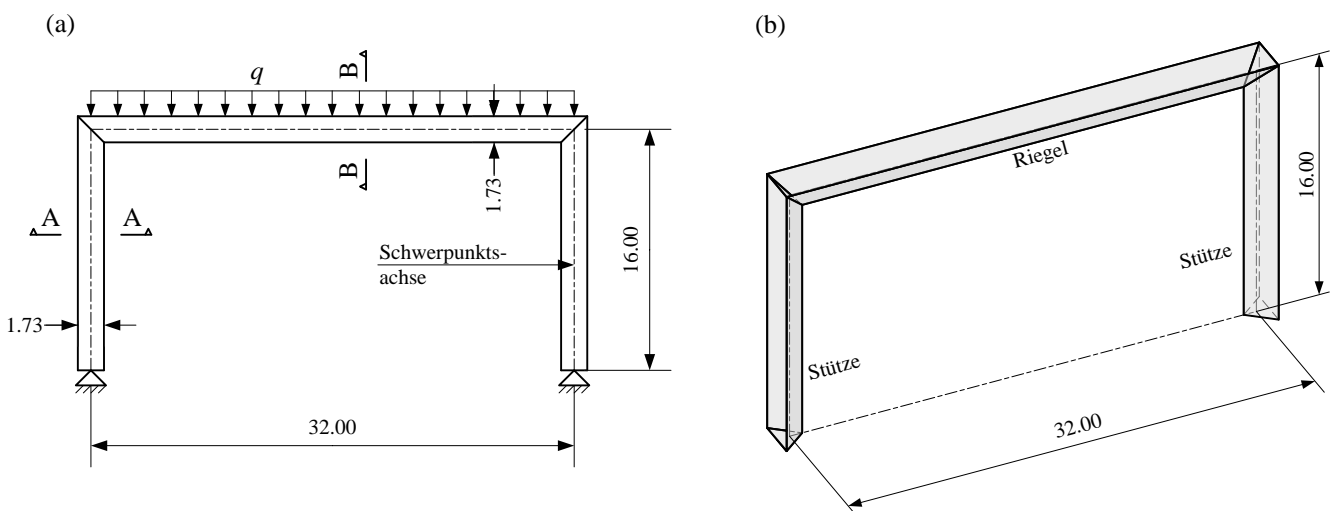


Bild 4.1: (a) Aufriss, 1:500; (b) räumliche Darstellung des Rahmens.

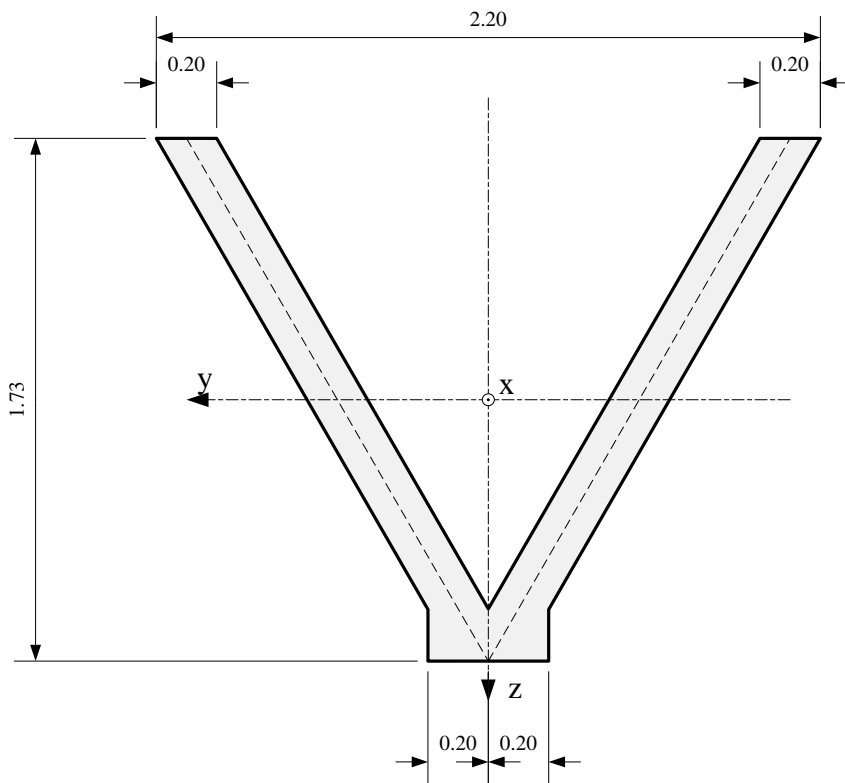


Bild 4.2: Schnitt A-A, Querschnitt, 1:25.

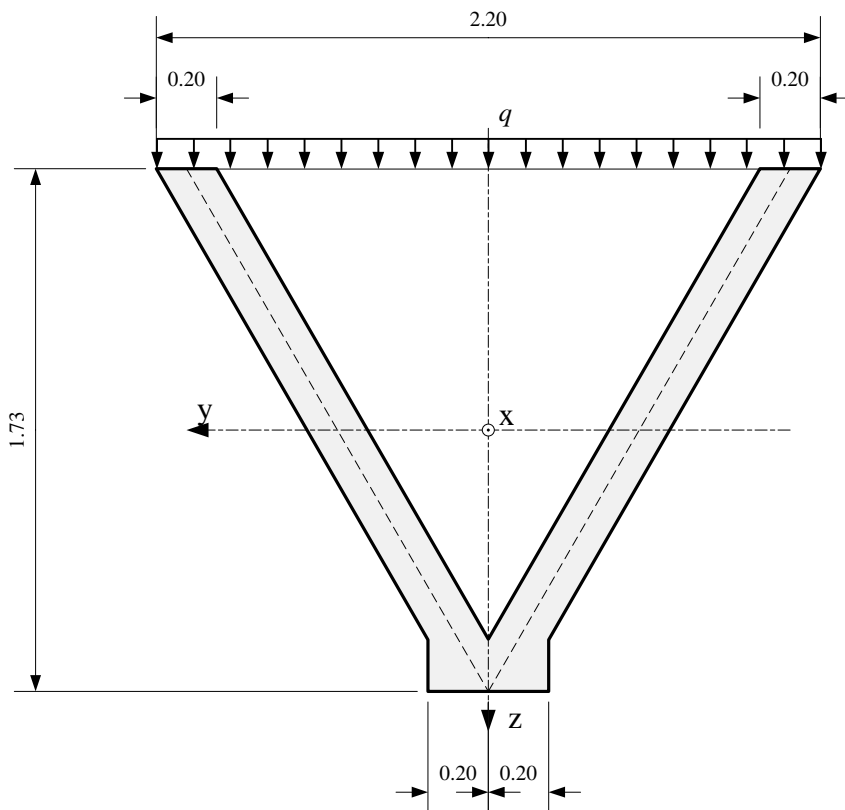


Bild 4.3: Schnitt B-B, Querschnitt, 1:25.

Anhang

Querschnittsflächen der Bewehrungsstäbe

Ø [mm]	A _s [mm ²]	a _s [mm ² /m]					
		s = 100 mm	s = 125 mm	s = 150 mm	s = 200 mm	s = 250 mm	s = 300 mm
8	50	503	402	335	251	201	168
10	79	785	628	524	393	314	262
12	113	1131	905	754	565	452	377
14	154	1539	1232	1026	770	616	513
16	201	2011	1608	1340	1005	804	670
18	254	2545	2036	1696	1272	1018	848
20	314	3142	2513	2094	1571	1257	1047
22	380	3801	3041	2534	1901	1521	1267
26	531	5309	4247	3540	2655	2124	1770
30	707	7069	5655	4712	3534	2827	2356

Widerstände der Bewehrungsstäbe für Stahl B500B

Ø [mm]	F _{Rd} [kN]	f _{Rd} [kN/m] für Bügel 2-schnittig					
		s = 100 mm	s = 125 mm	s = 150 mm	s = 200 mm	s = 250 mm	s = 300 mm
8	21.9	437	350	292	219	175	146
10	34.2	683	547	456	342	273	228
12	49.2	984	787	656	492	394	328
14	67.0	1339	1071	893	670	536	446
16	87.5	1749	1399	1166	875	700	583
18	111	2214	1771	1476	1107	886	738
20	137	2733	2187	1822	1367	1093	911
22	165	3307	2646	2205	1654	1323	1102
26	231	4619	3695	3079	2310	1848	1540
30	307	6150	4920	4100	3075	2460	2050

Baustatik

Quadratische Gleichung

<p>Quadratische Gleichung: $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$</p>	<p>Lösung der quadratischen Gleichung: $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$</p>
---	---

Zweifeldträger

	<p>Querkräfte:</p> $V_{1l} = + \frac{q_1 \cdot a}{2} - \frac{q_1 \cdot a^3 + q_2 \cdot b^3}{8 \cdot a \cdot (a + b)}$ $V_{1r} = + \frac{q_1 \cdot a}{2} + \frac{q_1 \cdot a^3 + q_2 \cdot b^3}{8 \cdot a \cdot (a + b)}$ $V_{2r} = + \frac{q_2 \cdot b}{2} - \frac{q_1 \cdot a^3 + q_2 \cdot b^3}{8 \cdot b \cdot (a + b)}$ $V_{2l} = + \frac{q_2 \cdot b}{2} + \frac{q_1 \cdot a^3 + q_2 \cdot b^3}{8 \cdot b \cdot (a + b)}$ <p>Momente:</p> $M_1 = \frac{(3 \cdot q_1 \cdot a^3 + 4 \cdot q_1 \cdot a^2 \cdot b - q_2 \cdot b^3)^2}{128 \cdot a^2 \cdot q_1 \cdot (a + b)^2}$ $M_2 = \frac{(3 \cdot q_2 \cdot b^3 + 4 \cdot q_2 \cdot a \cdot b^2 - q_1 \cdot a^3)^2}{128 \cdot b^2 \cdot q_2 \cdot (a + b)^2}$ $M_3 = \frac{q_1 \cdot a^3 + q_2 \cdot b^3}{8 \cdot (a + b)}$
--	---

Vorspannung

Litzenspannglieder aus Litzen Ø 0.6" (Spannstahl Y1770)	
Materialkennwerte	$f_{pd} = 1320 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{p0} = 1239 \text{ N/mm}^2$ $E_p = 195 \text{ kN/mm}^2$ $f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2$
Systemdaten	$A_p = 150 \text{ mm}^2$... Querschnittsfläche pro Litze
Spanngliedgeometrie	
Innenfeld	
$b = \frac{4 \cdot R \cdot f}{l} \quad c = \frac{8 \cdot R \cdot f^2}{l^2} \quad u = \frac{8 \cdot P \cdot f}{l^2 - 8 \cdot R \cdot f}$	
Randfeld	
$a = \frac{f}{f-k} \cdot \left[l - \sqrt{\frac{k}{f} (l^2 + 2 \cdot R \cdot k)} - 2 \cdot R \cdot k \right] \quad b = \frac{2 \cdot R \cdot f}{a} \quad c = \frac{2 \cdot R \cdot f^2}{a^2} \quad u = \frac{2 \cdot P \cdot k}{(l-a)^2} = \frac{2 \cdot P \cdot f}{(a^2 - 2 \cdot R \cdot f)}$	
Randfeld: Parabel ohne Ausrundung	
$e = e_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{l} \right) + e_1 \cdot \frac{x}{l} + \frac{4 \cdot f^* \cdot x \cdot (l-x)}{l^2} \quad u \cong -P \cdot e'' = \frac{8 \cdot P \cdot f^*}{l^2} \quad X_1 = P \cdot \left(\frac{e_0}{2} + e_1 + f^* \right)$	