

Sessionsprüfung Stahlbeton I+II**Herbst 2007**

Mittwoch, 5. September 2007, 09.00 – 12.00 Uhr, HIL G61

Name, Vorname:

Studenten-Nr.:

Bemerkungen

1. Alle Aufgaben haben das gleiche Gewicht.
2. Für die Raumlast von Stahlbeton ist 25 kN/m^3 anzunehmen.
3. Wo nichts anderes vermerkt ist, wird von Beton C 30/37 und Stahl B500B ausgegangen.
4. Die Lastbeiwerte betragen $\gamma_G = 1,35$ und $\gamma_Q = 1,5$.
5. Die erforderlichen Daten zur Vorspannung sind dem Anhang zu entnehmen.
6. Die Bewehrungsüberdeckung beträgt bei allen Aufgaben $c_{nom} = 35 \text{ mm}$.
7. Für jede Aufgabe ist ein neuer Papierbogen A3 zu verwenden.
8. Alle ausgeteilten Unterlagen (Aufgabenstellung, Integrationstabelle und alle Papierbögen A3) sind nach Prüfungsende mit dem Namen zu versehen und abzugeben.

Aufgabe 1

Die in Bild 1(a) dargestellte Stahlbetonstütze aus Beton C 30/37 ist bei $x = 0$ m eingespannt. Oben an der Stütze ist eine zylinderförmige Werbefläche angebracht.

- a) Die Stütze erfährt auf der Höhe $H = 10$ m eine horizontale, unter dem Winkel α angreifende Windlast Q_d . Die Querschnittsabmessungen der quadratischen Stütze betragen $a = b = 0.4$ m (Bild 1(b)). Bestimmen Sie den für die Bemessung massgebenden Windangriffswinkel α und die dazugehörige, maximal aufnehmbare Windlast Q_d unter der Annahme einer linearisierten Fließfigur für biaxiale Biegung. Die Tragsicherheit bezüglich Querkraft muss nicht untersucht werden. Der Einfluss der Druckbewehrung auf den Biege widerstand des Querschnitts sowie das Eigengewicht der Werbefläche und der Stahlbetonstütze können vernachlässigt werden.
- b) Die Seitenabmessungen, der für diese Aufgabe rechteckförmigen Stütze betragen $a = 0.60$ m und $b = 0.40$ m. Bestimmen Sie den für die Bemessung massgebenden Windangriffswinkel α und die dazugehörige, maximal aufnehmbare Windlast Q_d .
- c) Der Querschnitt der Stahlbetonstütze wird gemäss Bild 1(c) kreisförmig mit einem Durchmesser $d = 0.45$ m ausgebildet und zentrisch mit einem Spannglied Y1670 vorgespannt (mit Verbund). Die zugehörige schlaffe Bewehrung aus Betonstahl B500B ist rein konstruktiv und nicht in Rechnung zu stellen. Bestimmen Sie die erforderliche Fläche A_p unter der Voraussetzung, dass der Querschnitt unter der charakteristischen Einwirkung von $Q_k = 5$ kN nicht dekomprimiert. Vereinfachend darf mit Bruttoquerschnittswerten gerechnet werden. Der Spannkraftverlust aus Kriechen, Schwinden und Relaxation soll mit 15% der initialen Spannkraft P_0 in Rechnung gestellt werden.
- d) Ist der kreisförmige Querschnitt der Aufgabe c) unter der Bemessungslast von $Q_d = 7.5$ kN gerissen? Gehen Sie von einer Spannstahlfläche $A_p = 800$ mm² aus.

Hinweis: - Flächenträgheitsmoment I eines Kreisquerschnitts mit dem Durchmesser d : $I = (\pi d^4)/(64)$

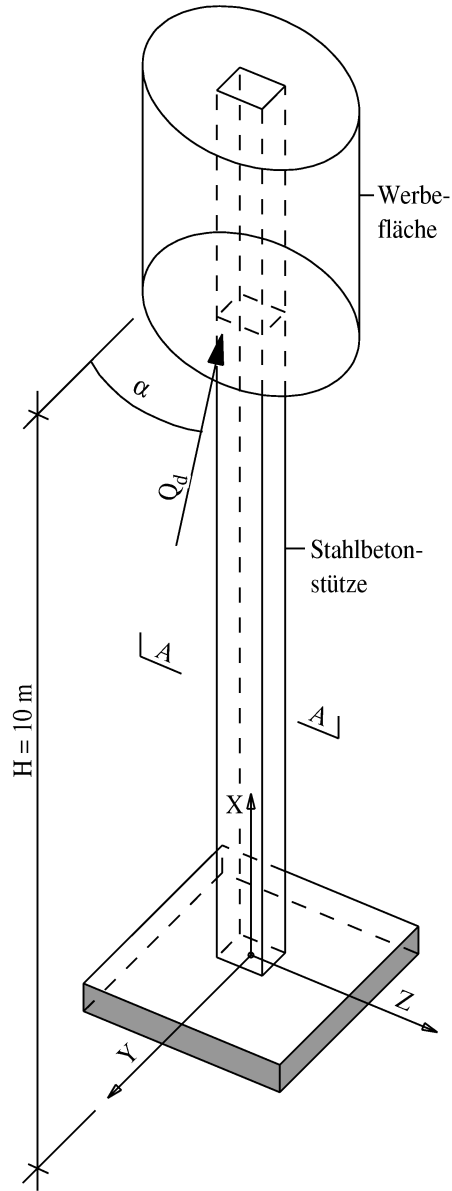


Bild 1(a) System und Einwirkung zu Aufgabe 1a) bis c), Abmessungen in [m]

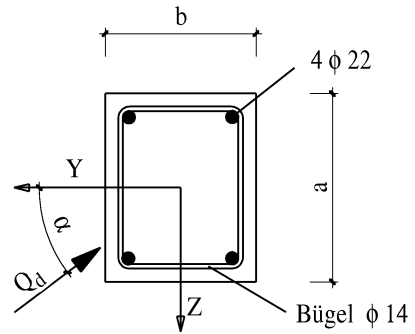


Bild 1(b) Querschnitt A-A zu Aufgabe 1a) und b), Abmessungen in [mm]

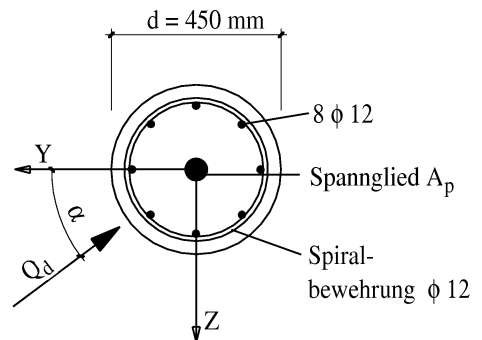


Bild 1(c) Querschnitt A-A zu Aufgabe 1c) und 1d), Abmessungen in [mm]

Aufgabe 2

Eine Stahlbetonplatte aus Beton C 30/37 und Betonstahl B500B ist gemäss Bild 2(a) gelagert und besitzt einen Randunterzug, dessen Gesamthöhe 0.52 m beträgt (Bild 2(b), 2(c)). Ausser ihrer Eigenlast erfährt die Platte eine Auflast von 2.0 kN/m^2 und eine Nutzlast von 2.0 kN/m^2 (charakteristische Werte).

- a) Wählen Sie eine vernünftige Plattenstärke h_{pl} sowie die dazugehörige Mindestbewehrung. Dimensionieren Sie die Bewehrung der Platte (ohne Unterzug) unter Verwendung der Streifenmethode aufgrund der Annahme dass $EI_{\text{Unterzug}} \gg EI_{\text{Platte}}$. Führen Sie hierzu die hinsichtlich der Tragsicherheit erforderlichen Nachweise nach SIA 262 (Biegung und Querkraft).
- b) Erstellen Sie eine saubere Bewehrungsskizze für sämtliche erforderlichen Bewehrungen (ohne Unterzug).
- c) Dimensionieren Sie die Bewehrung des Randunterzugs, führen Sie die hinsichtlich der Tragsicherheit erforderlichen Nachweise nach SIA 262 und erstellen Sie eine saubere Bewehrungsskizze.

Hinweis: Für die Bewehrungsskizze in Aufgabe 2b) darf der Grundriss in Bild 2(d) verwendet werden.

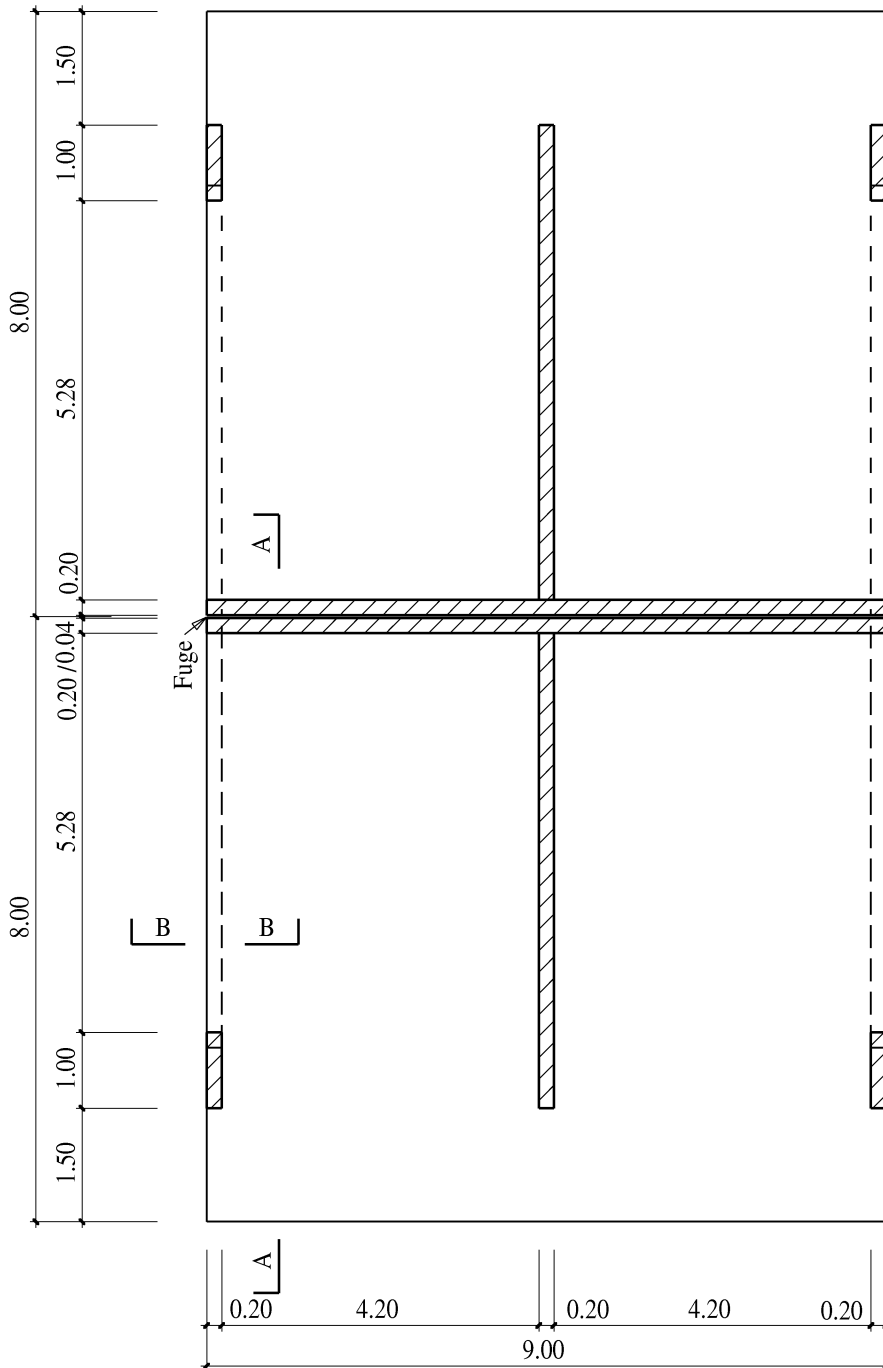


Bild 2(a) Grundriss Stahlbetonplatte zu Aufgabe 2a) bis c)
Abmessungen in [m]

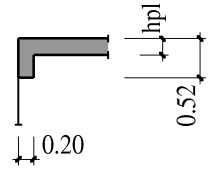


Bild 2(b) Schnitt B-B
Abmessungen in [m]

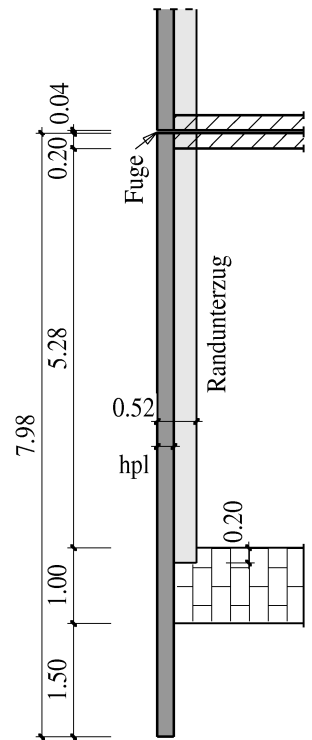


Bild 2(c) Schnitt A-A
Abmessungen in [m]

Legende:

- Mauerwerkswand
- Auflager
- Freier Plattenrand
- Randunterzug

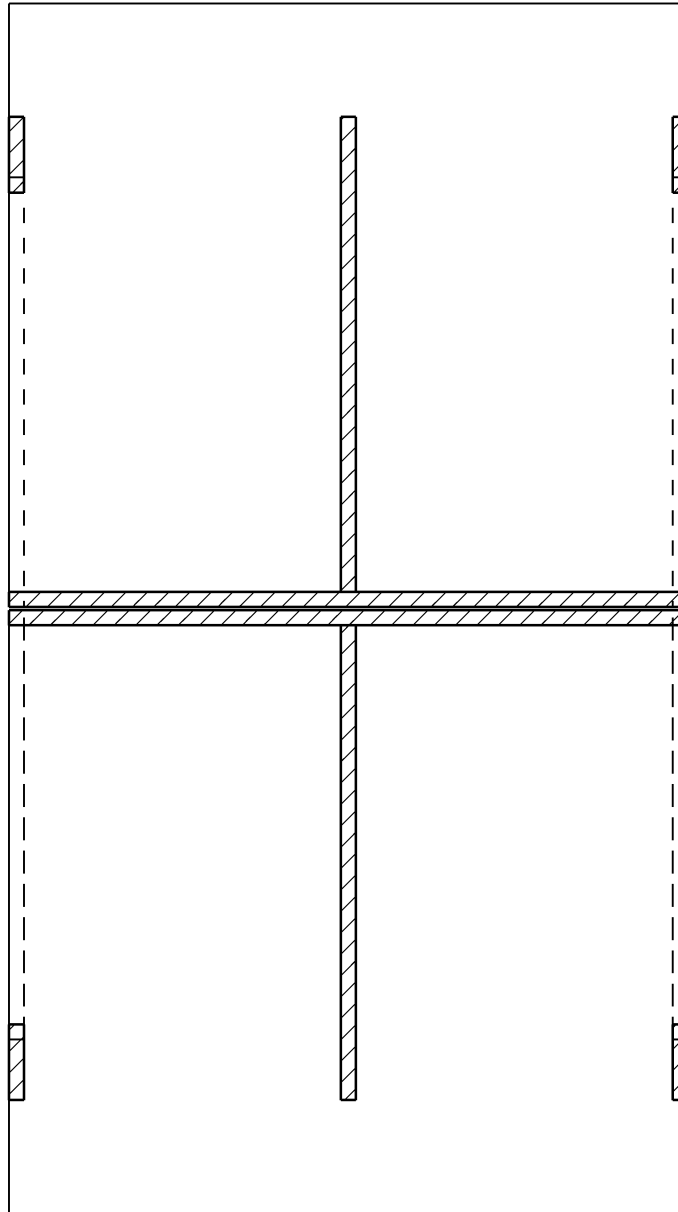


Bild 2(d) Grundriss Stahlbetonplatte zu Aufgabe 2b)

Aufgabe 3

Eine bestehende, fünffeldrige Stahlbetonbrücke mit Spannweiten von 35.0 resp. 28.0 m soll auf ihre Tragsicherheit hin überprüft werden. Der Brückenoberbau ist schwimmend gelagert. Die Stützen S1 und S4 sind flach fundiert und besitzen längsverschiebliche Lager am Stützenkopf. Die Stützen S2 und S3 sind auf Pfählen fundiert und mit dem Brückenoberbau gelenkig verbunden (Bild 3(a)). Die Stütze S2 mit einer Höhe von 17.0 m erfährt am Stützenkopf infolge Erdbebeneinwirkung eine Horizontallast von $H_d = 1'260$ kN und eine Normalkraft von $N_d = 18'300$ kN (Bemessungswerte). Der Stützenquerschnitt in Beton C 35/45 sowie die vorhandene Bewehrung in Betonstahl B500B ist in Bild 3(b) dargestellt.

- a) Ist der Nachweis der Tragsicherheit gemäss SIA 262 für die Stütze S2 erfüllt? Die Frage kann mit Hilfe des im Anhang beigelegten, normierten $N_{Rd} - M_{Rd}$ - Interaktionsdiagramms beantwortet werden. Der Kriecheinfluss mit $\phi = 2.0$ ist im Interaktionsdiagramm berücksichtigt. Es soll lediglich Biegung um die z-Achse untersucht werden. Der Bügeldurchmesser der Querkraftbewehrung resp. die Betonüberdeckung betragen 16 resp. 35 mm. Der Faktor c (Norm SIA 262, Formel 61) kann als $c = \pi^2$ angenommen werden. Das Eigengewicht der Stütze darf vernachlässigt werden.

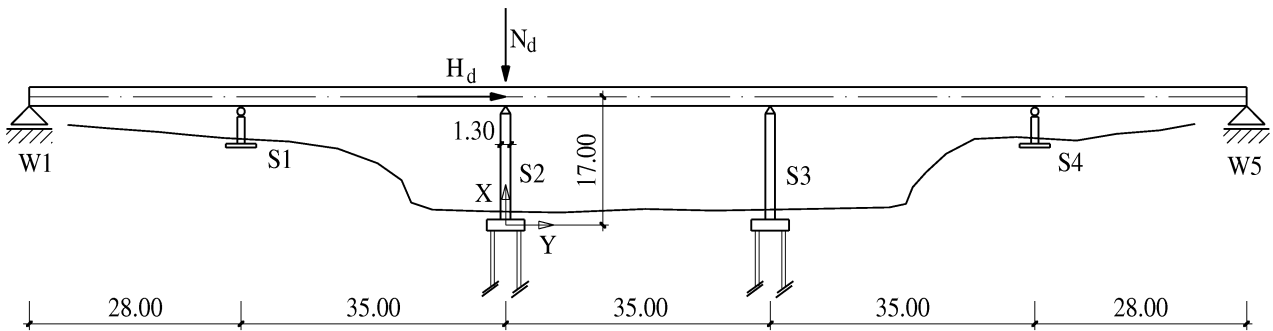


Bild 3(a) Ansicht Brücke zu Aufgabe 3.1
Abmessungen in [m]

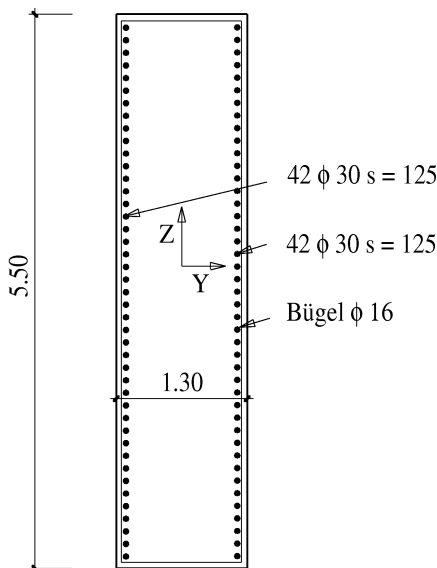


Bild 3(b) Stützenquerschnitt Stütze S2 zu Aufgabe 3.1
Abmessungen in [m]

Die in der Teilaufgabe a) untersuchte Brücke wird mit einer gleichmässig verteilten Linienlast $q_d = 750 \text{ kN/m}$ (inkl. Eigen-, Auf- und Nutzlasten) und einer Einzellast $Q_d = 1'350 \text{ kN}$ belastet (Bemessungswerte), (Bild 3(c)). Der Feld- resp. Stützenquerschnitt der Brücke ist in Bild 3(d) dargestellt. Die Stahlquerschnitte und zugehörigen statischen Höhen betragen:

- Feldquerschnitt („inf“)

Betonstahl B500B	$A_{s,inf} = 17'800 \text{ mm}^2$	$d_{s,inf} = 2.175 \text{ m}$
Vorspannung: Y1670	$A_{p,inf} = 16'165 \text{ mm}^2$	$d_{p,inf} = 2.175 \text{ m}$

- Stützenquerschnitt („sup“)

Betonstahl B500B	$A_{s,sup} = 20'520 \text{ mm}^2$	$d_{s,sup} = 2.150 \text{ m}$
Vorspannung: Y1670	$A_{p,sup} = 21'550 \text{ mm}^2$	$d_{p,sup} = 2.070 \text{ m}$

Die Betonqualität des Brückenoberbaus entspricht einem Beton C 30/37. Die Angaben zum Vorspannsystem im Verbund können dem Anhang entnommen werden.

- Bestimmen Sie die Biege widerstände im Feld- und Stützenquerschnitt.
- Ist die Tragsicherheit bezüglich Biegung für das mittlere Brückenfeld erfüllt?

Hinweis:

- Das statische System des Mittelfeldes kann vereinfacht als beidseitig eingespannter Balken betrachtet werden.
- Die Bewehrung auf der Biegedruckseite darf vernachlässigt werden. Vereinfacht darf die Druckzone auf die gesamte Flanschbreite verteilt werden.

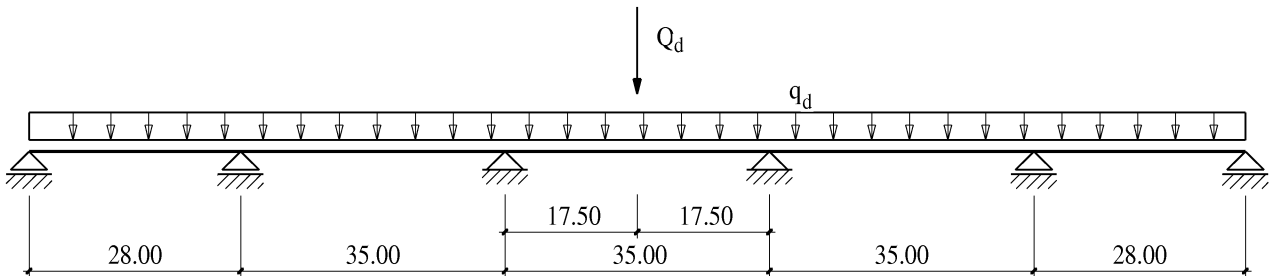


Bild 3(c) Statisches System zu Aufgabe 3.2
Abmessungen in [m]

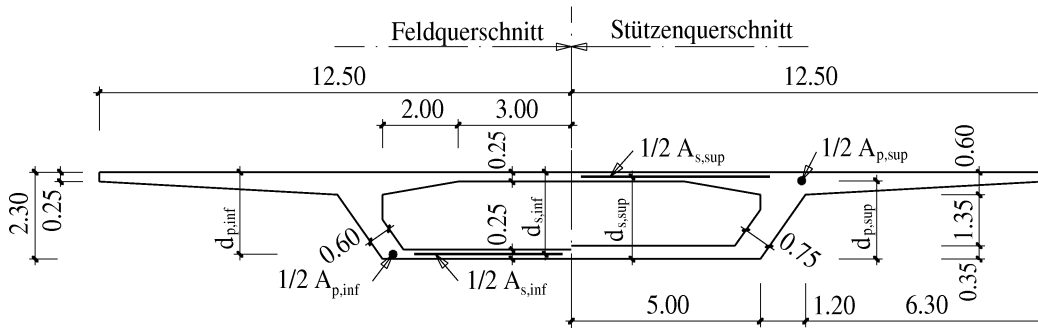


Bild 3(d) Brückenquerschnitt zu Aufgabe 3.2
Abmessungen [m]

Aufgabe 4

Ein zweistöckiges, auf Pfählen fundiertes Gebäude in Massivbau besitzt eine Auskragung im Obergeschoss von 3.0 m (Bild 4.5). Die Gebäudeabmessungen sind in den Grundrissen (Bild 4.1 und 4.2) sowie den Schnitten (Bild 4.3 und 4.4) ersichtlich. Im Schnittpunkt der Achsen X4 – Y2 auf der Höhe von $z = +6.00$ m wirkt eine Kraft $Q_d = 300$ kN (Bemessungswert). Der Kräfteverlauf über die Decken und Wandscheiben in Stahlbeton ist in Bild 4.6 schematisch aufgezeigt (ohne Berücksichtigung der Aussparungen (Fenster und Türen) in den Wandscheiben).

- a) Entwickeln Sie ein sinnvolles Fachwerkmodell für die in Bild 4.7 dargestellte Stahlbetonwandscheibe (siehe Bild 4.3) mit einer Wandstärke von 25 cm unter der Annahme, dass der Tragwiderstand jedes Pfahls auf Bemessungsniveau $Q_d/3$ beträgt. Definieren Sie die Mindestbewehrung für normale Anforderungen und bestimmen Sie die zusätzlich erforderliche Bewehrung. Erstellen Sie eine saubere, massstäbliche Bewehrungsskizze.
- b) Entwickeln Sie qualitativ (*keine Berechnung*) ein sinnvolles Fachwerkmodell für die in Bild 4.8 dargestellten Wandscheiben (siehe Bild 4.4) mit der Belastung Q_d . Bezeichnen Sie klar die Druck- resp. Zugstäbe.

Hinweis:

- Für die Bewehrungsskizze in Aufgabe 4a) darf der Schnitt in Bild 4.9 resp. 4.10 verwendet werden.
- Das Eigengewicht der Tragkonstruktion (Wände und Decken) darf vernachlässigt werden.

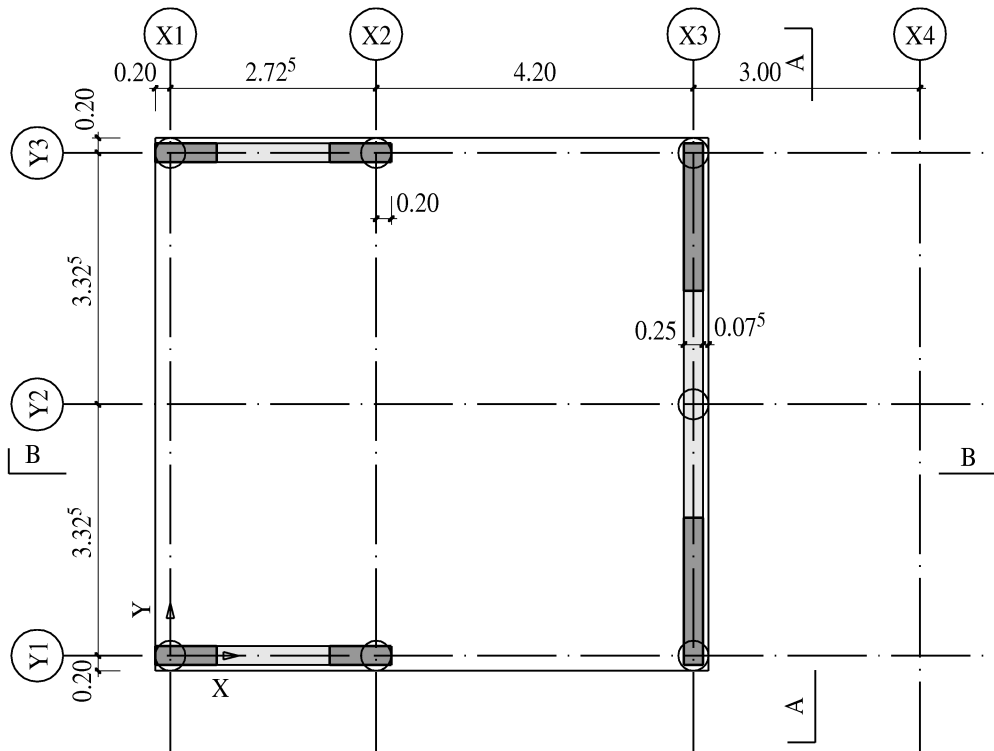


Bild 4.1 Grundriss Erdgeschoss
Abmessungen in [m,]

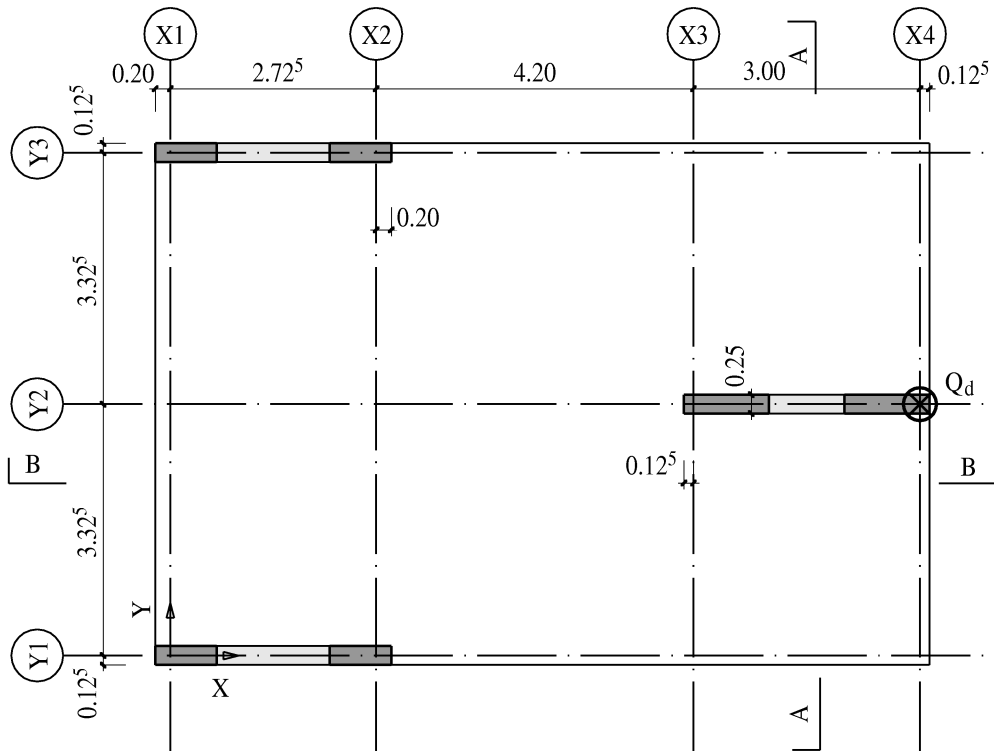


Bild 4.2 Grundriss Obergeschoss
Abmessungen in [m]

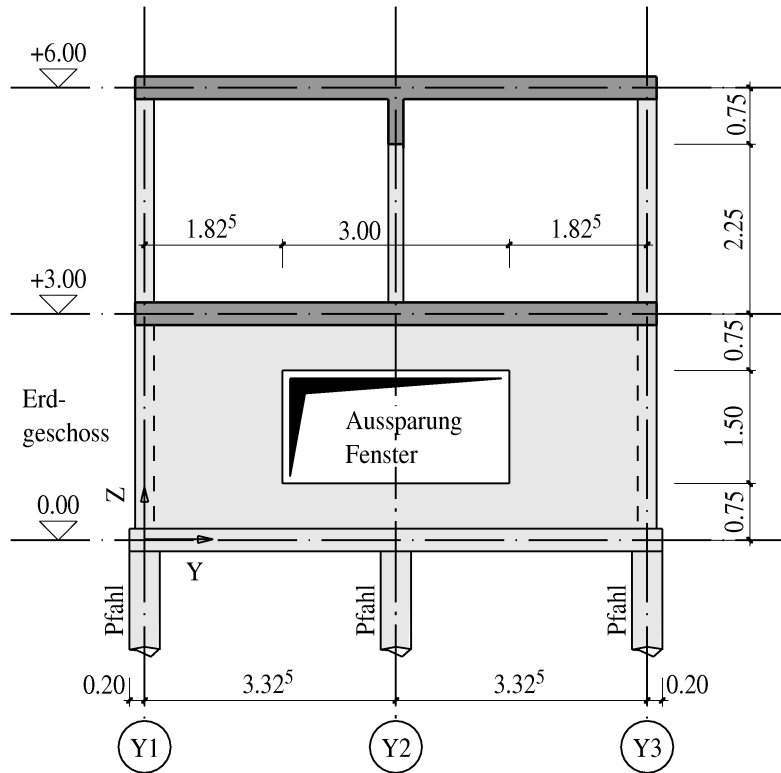


Bild 4.3 Schnitt A-A
 Abmessungen in [m]

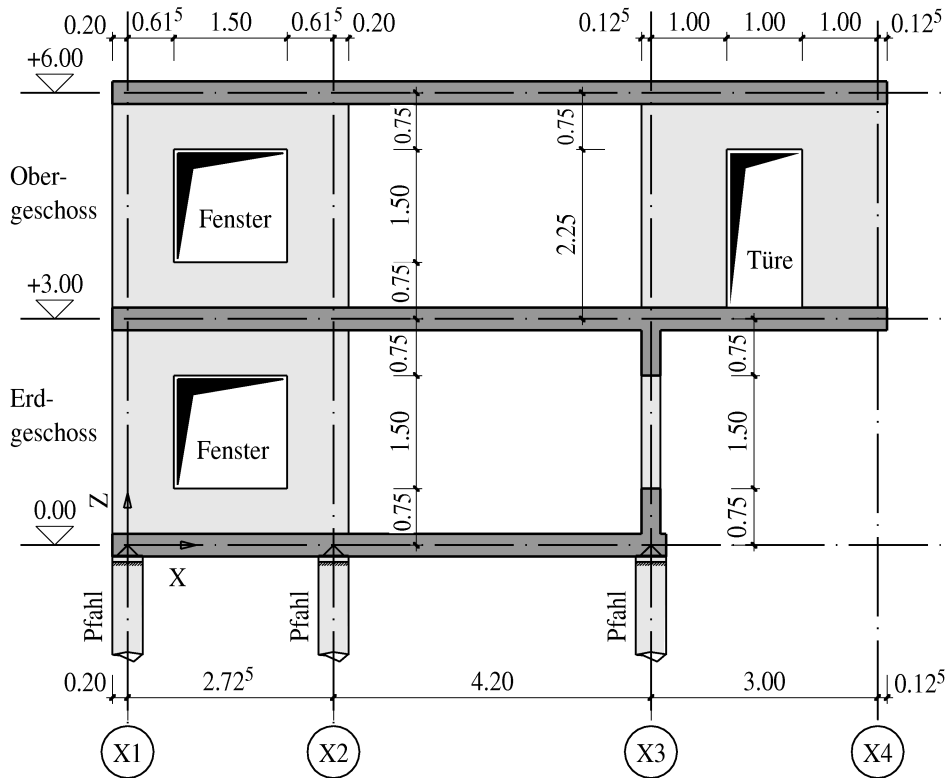


Bild 4.4 Schnitt B-B
 Abmessungen in [m]

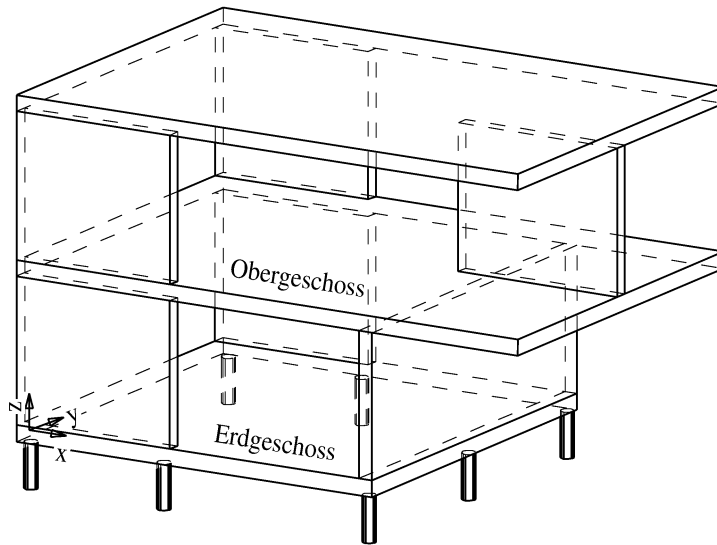


Bild 4.5 3D-Darstellung des Gebäudes

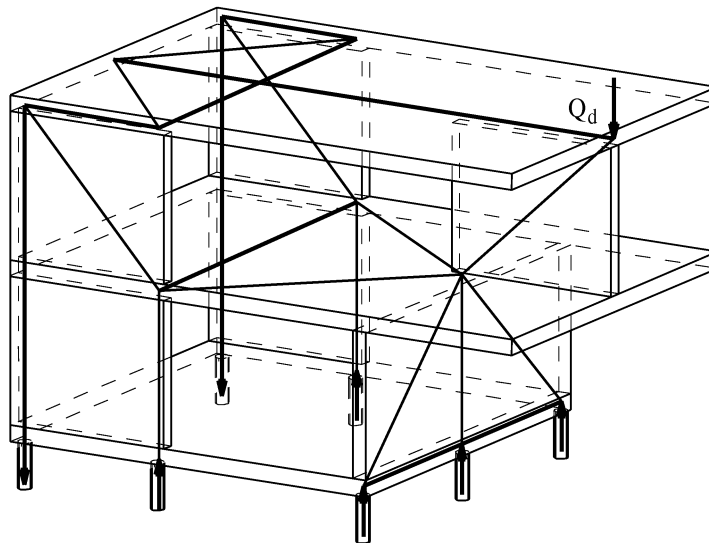


Bild 4.6 3D-Darstellung des Gebäudes mit Kräfteverlauf infolge Q_d
 Dicke Linien = Zugkräfte
 Dünne Linien = Druckkräfte

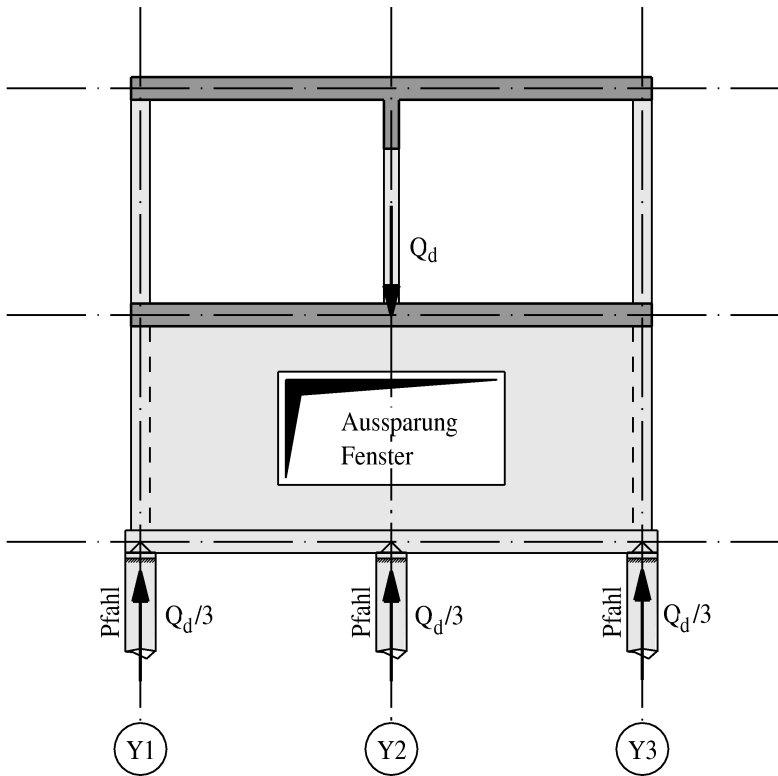


Bild 4.7 Schnitt A-A

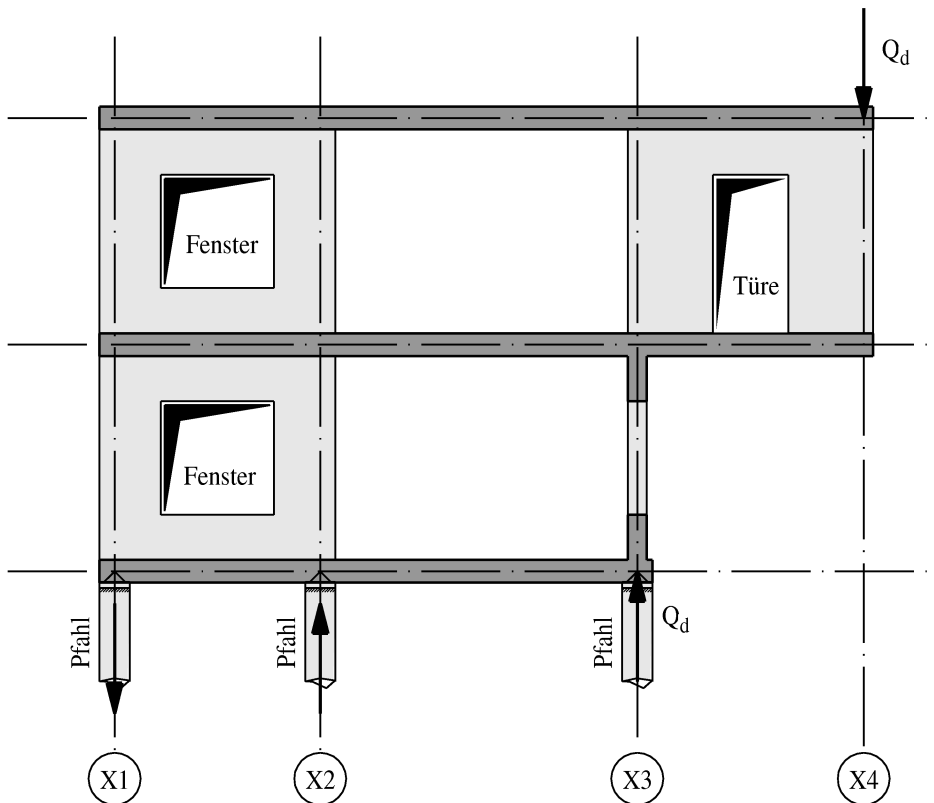


Bild 4.8 Schnitt B-B

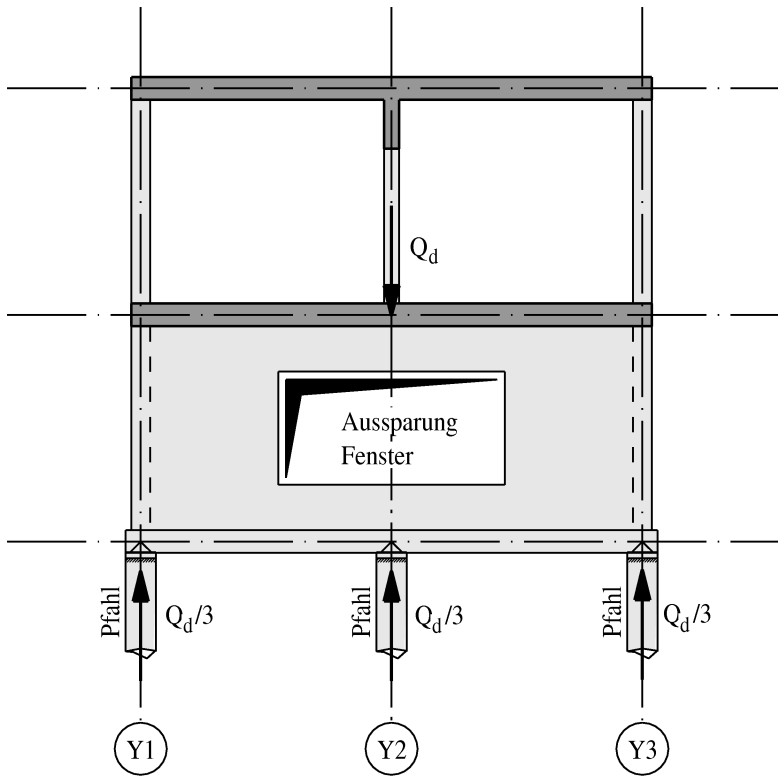


Bild 4.9 Schnitt A-A

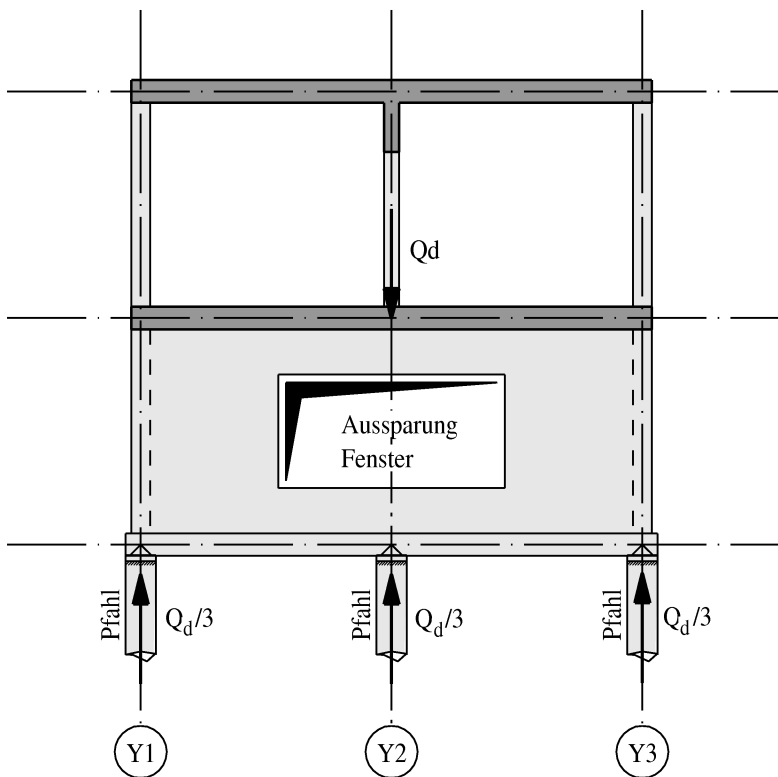


Bild 4.10 Schnitt A-A

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

Vorspannung

Drähte Ø 7mm (Spannstahl Y1670)	
Materialkennwerte	$f_{pd} = 1250 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{p0} = 1169 \text{ N/mm}^2$ $E_p = 195 \text{ kN/mm}^2$ $f_{pk} = 1670 \text{ N/mm}^2$

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	
$a = \frac{f}{f-k} \cdot \left[l - \sqrt{\frac{k}{f} (l^2 + 2 \cdot R \cdot k)} - 2 \cdot R \cdot k \right] \quad b = \frac{2 \cdot R \cdot f}{a} \quad c = \frac{2 \cdot R \cdot f^2}{a^2} \quad u = \frac{2 \cdot P \cdot k}{(l-a)^2} = \frac{2 \cdot P \cdot f}{(a^2 - 2 \cdot R \cdot f)}$	

