

Sessionsprüfung Stahlbeton I+II**Sommer 2012**

Donnerstag, 23. August 2012, 09.00 – 12.00 Uhr, HIL C15

Name, Vorname : _____

Studenten-Nr. : _____

Bemerkungen

1. Für die Raumlast von Stahlbeton ist 25 kN/m^3 anzunehmen.
2. Es wird bei allen Aufgaben von Betonstahl B500B ausgegangen.
3. Wo nichts anderes vermerkt ist, wird von Beton C30/37 ausgegangen.
4. Wo nichts anderes vermerkt ist, sind Abmessungen in [m] angegeben.
5. Sofern nichts anderes angegeben ist, beträgt die minimale Bewehrungsüberdeckung $c_{nom} = 30 \text{ mm}$.
6. Für Berechnungen ist für jede Aufgabe der entsprechende Papierbogen A3 zu verwenden.
7. Notizen in der Aufgabenstellung werden nicht bewertet.
8. Alle ausgeteilten Unterlagen (Aufgabenstellung, Integrationstabelle und alle Papierbogen A3) sind nach Prüfungsende mit Namen und Studenten-Nr. versehen abzugeben.

Aufgabe 1 (12 Punkte)

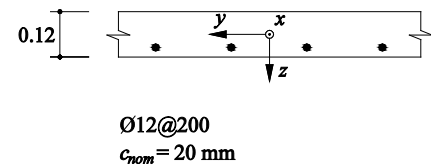
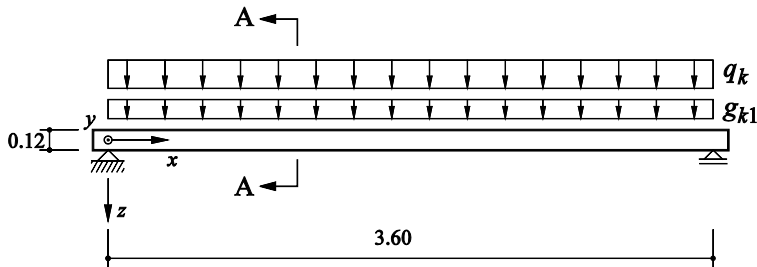


Bild 1.1: Ansicht Platte mit Lagerung und Belastung

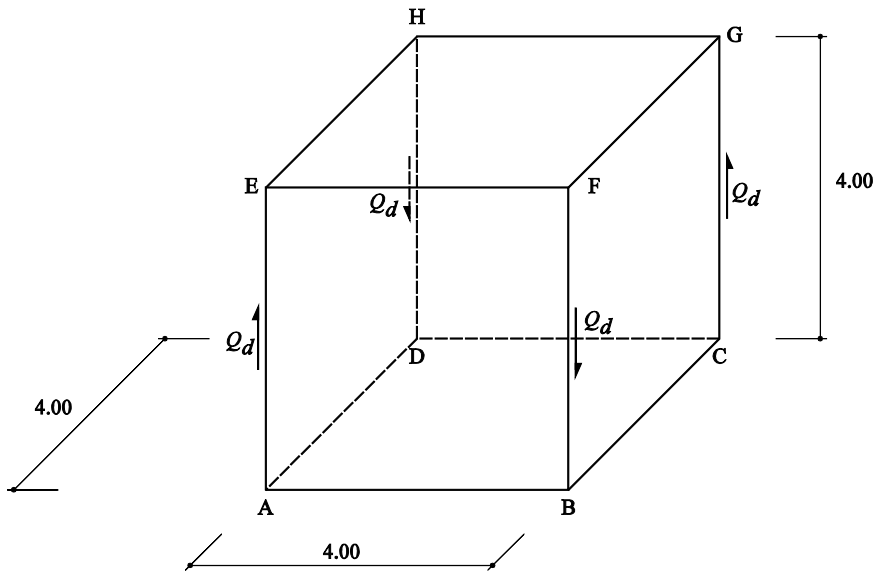
Bild 1.2: Querschnitt A-A

Eine in y -Richtung sehr lange, 120 mm dicke Stahlbetonplatte trägt in x -Richtung als einfacher Balken mit einer Spannweite von $l = 3.60$ m (vgl. Bild 1.1). Die Platte ist an ihrer Unterseite mit 12 mm dicken Bewehrungsstäben in einem Abstand von 200 mm bewehrt (vgl. Bild 1.2). Die Bewehrungsüberdeckung beträgt $c_{nom} = 20$ mm. Für den Beton können die Eigenschaften eines C 40/50 angenommen werden. Rechnen Sie mit $E_c = 36.3$ kN/mm².

- Die Platte trägt ausser ihrer Eigenlast und einer Auflast von $g_{k1} = 2$ kN/m² eine Nutzlast von $q_{k,vorh} = 2$ kN/m². Der Bauherr möchte die Nutzlast auf $q_{k,neu} = 4$ kN/m² erhöhen. Ist dies hinsichtlich Tragsicherheit zulässig?
- Schätzen Sie die Mittendurchbiegung der Platte infolge der vorhandenen bzw. erhöhten Nutzlast ab (ohne ständige Lasten) und stellen Sie das Ergebnis in Relation zur Spannweite. Nehmen Sie vereinfachend an, dass alle Querschnitte gerissen sind.
- Ermitteln Sie die ungerissene Biegesteifigkeit und das Rissmoment der Platte. Verwenden Sie ideale Querschnittswerte und gehen Sie vom Mittelwert der Betonzugfestigkeit aus.
- Was für einen Rissabstand und was für Rissbreiten (auf der Höhe der Bewehrung) erwarten Sie unter einem Biegemoment von $m = 14.6$ kNm/m? Wenden Sie das Zuggurtmodell mit dem äquivalenten Bewehrungsgehalt ρ_t an.

Hinweis: Äquivalenter Bewehrungsgehalt:
$$\rho_t = \left(\frac{m_r (d - x) E_s}{f_{cm} E_i^{II}} + 1 - n \right)^{-1}$$

- Mit ρ_t : äquivalenter Bewehrungsgehalt
 m_r : Rissmoment
 d : statische Höhe
 x : Druckzonenhöhe
 E_s : Elastizitätsmodul des Bewehrungsstahls
 f_{cm} : Mittelwert der Betonzugfestigkeit
 E_i^{II} : gerissene Biegesteifigkeit
 n : Wertigkeit des Bewehrungsstahls

Aufgabe 2 (6 Punkte)

Bild 2: Mittelebenen der Stahlbetonwände mit Belastung

Sechs identische Wände aus Stahlbeton (Dicke 200 mm, Achsabmessungen 4.00 m · 4.00 m) umschliessen einen würfelförmigen Hohlraum von 3.80 m Seitenlänge. Die Wände sind aussen und innen orthogonal mit Stäben $\text{Ø}16@200$ mm bewehrt. Entlang der Achsen AE, FB, CG und HD wirken entgegengesetzt gleiche Kräfte Q_d ; diese sind über die Längen von 4.00 m gleichmässig verteilt.

- Entwickeln Sie ein Fachwerkmodell bzw. ein Spannungsfeld, um das Tragverhalten der Konstruktion zu beschreiben. Die Eigenlast der Konstruktion ist nicht zu berücksichtigen und es soll lediglich die Scheibenwirkung der Wände betrachtet werden. Für die Darstellung des Fachwerkmodells bzw. Spannungsfelds ist die Vorlage auf dem Lösungsbogen zu verwenden.
- Wie gross darf Q_d maximal sein? Wie stark wird dabei der Beton beansprucht?
- Wie müssen die Kantenbereiche konstruktiv durchgebildet werden? Stellen Sie dies in einer Schnittzeichnung senkrecht zu einer Kante dar (Massstab 1:20).

Aufgabe 3 (7 Punkte)

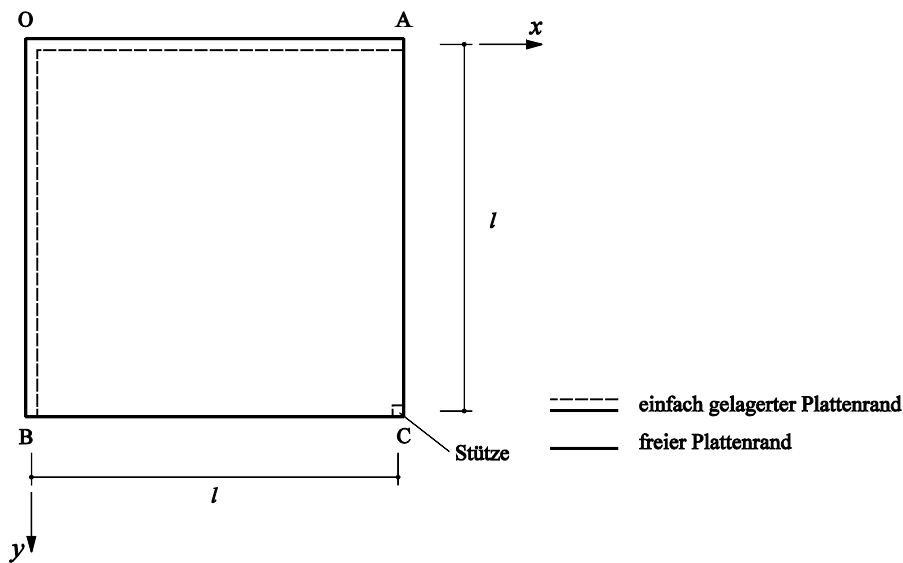


Bild 3: Grundriss der Platte

Die in Bild 3 dargestellte, quadratische Platte OACB ist entlang OA und OB einfach gelagert, entlang AC und BC frei und in C punktförmig gestützt. Ihre Biegesteifigkeiten betragen $m_{xu} = m_{yu} = m'_{xu} = m'_{yu} = m_u$. Die Platte wird durch eine gleichförmig verteilte Belastung q beansprucht.

- a) Ermitteln Sie ausgehend von einer bekannten Lösung einen unteren Grenzwert für die Traglast q_u .
- b) Stellen Sie einen möglichen Fließgelenklinienmechanismus dar. Beachten Sie dabei die Symmetrie von Plattengeometrie und Belastung.
- c) Ermitteln Sie einen oberen Grenzwert für die Traglast q_u .

Aufgabe 4 (7 Punkte)

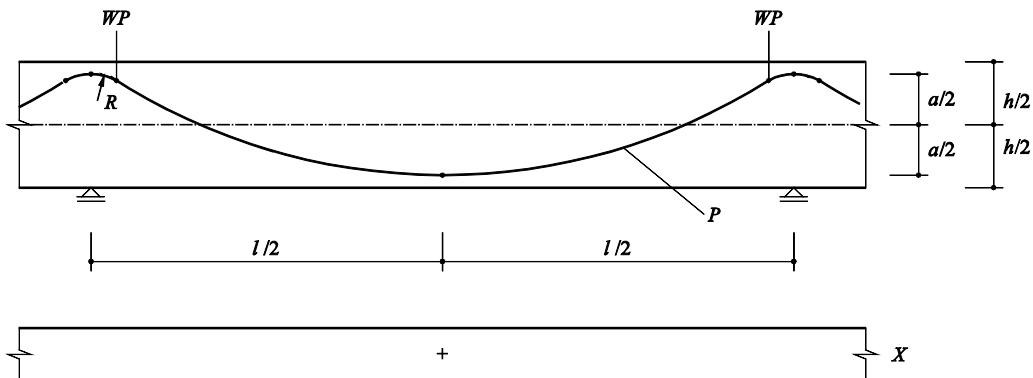
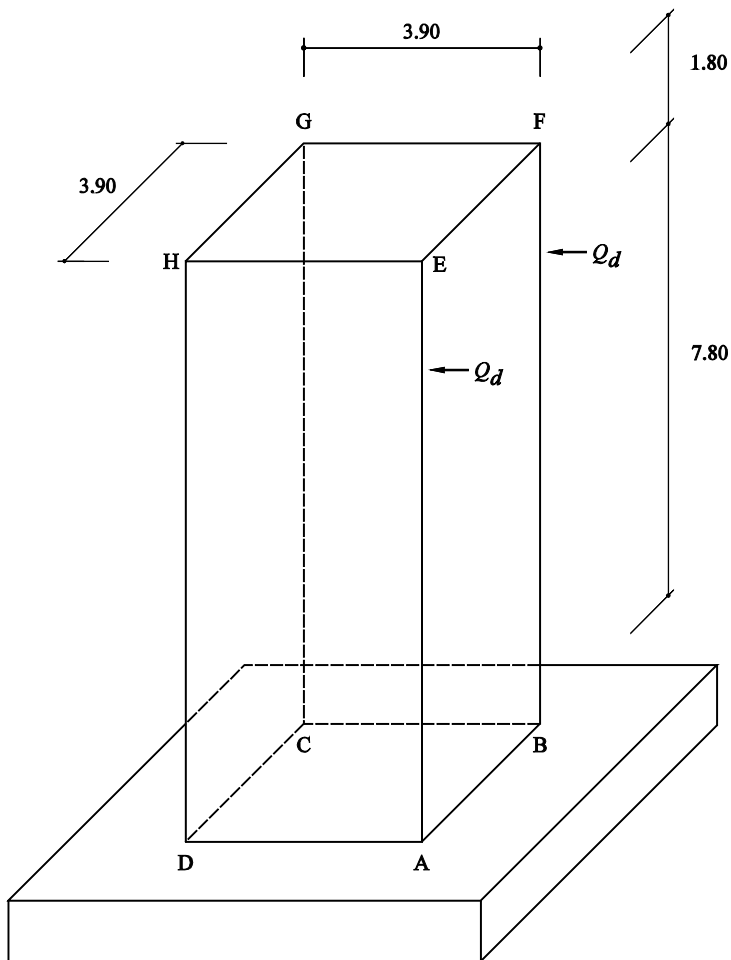


Bild 4: Vorgespannte Platte (überhöhte Darstellung) und Zwängungsmoment

Die in Bild 4 dargestellte, über viele Felder der Spannweite $l = 10$ m durchlaufende Platte weist die Dicke $h = 0.25$ m auf und ist mit in Flachhüllrohren angeordneten Litzen vorgespannt ($P = 500$ kN/m, $R = 2.5$ m, $a = 0.18$ m, Vorspannung mit Verbund). Das infolge P resultierende Zwängungsmoment beträgt:

$$X = \frac{Pa}{6} \left(1 - \frac{16aR}{l^2} \right) = const.$$

- Ermitteln Sie die Spannungsverteilung infolge Eigenlast und Vorspannung über den Auflagern und in Feldmitte und stellen Sie diese graphisch dar.
- Wie gross dürfte eine gleichmässig verteilte Auflast g_{kl} sein, so dass sich gerade noch keine Dekompression ergäbe?
- Ermitteln Sie die bei normgemässer Tragsicherheit zulässige gleichmässig verteilte Nutzlast q_k unter der Voraussetzung einer Auflast $g_{kl} = 3$ kN/m² sowie Beton C 30/37 und Spannstahl Y1860 mit $a_p = 500$ mm²/m. Der Querkraftwiderstand darf als genügend vorausgesetzt werden.

Aufgabe 5 (8 Punkte)

Bild 5: Mittelebenen des Turms mit Belastung

Ein 9.60 m hoher Turm in Form eines quadratischen Hohlkastens (Aussenabmessungen 4.20 m, Wanddicke 0.30 m) ist unten in ein massives Fundament eingespannt und wird in einer Höhe von 7.80 m wie in Bild 5 dargestellt durch zwei horizontale Kräfte $Q_d = 2.7$ MN (Bemessungswert) belastet. Die Vertikalbewehrung der Wand ABFE besteht aus innen und aussen in einem Abstand von 150 mm angeordneten Stäben $\varnothing 22$ mm (total 56 Stäbe). Die drei andern Wände sind vertikal innen und aussen mit $\varnothing 14 @ 300$ mm bewehrt. Alle Wände sind horizontal innen und aussen mit $\varnothing 14 @ 300$ mm bewehrt.

- Überprüfen Sie die Biegetragsicherheit im Schnitt ABCD.
- Entwickeln Sie ein Fachwerkmodell bzw. ein Spannungsfeld für die Seitenwand AEHD und überprüfen Sie deren Tragsicherheit.
- Diskutieren Sie den Kraftfluss in Wand ABFE bzw. DCGH. Sind allenfalls Verstärkungen nötig?

Hinweise:

- Die Vertikalbewehrung in den Wänden AEHD bzw. BFGC liefert einen nicht vernachlässigbaren Anteil des Tragwiderstandes.
- Für die Teilaufgaben b) und c) kann das Eigengewicht der Konstruktion vernachlässigt werden.

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