

Sessionsprüfung Stahlbeton I+II**Sommer 2009**

Montag, 17. August 2009, 14.30 – 17.30 Uhr, HIL G61

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. Alle Abmessungen sind in [m] angegeben, wenn nichts anderes vermerkt ist.
5. Die Bewehrungsüberdeckung beträgt $c_{nom} = 30 \text{ mm}$, wenn nichts anderes vermerkt ist.
6. Für jede Aufgabe ist ein neuer Papierbogen A3 zu verwenden.
7. Notizen in der Aufgabenstellung werden nicht bewertet.
8. Alle ausgeteilten Unterlagen (Aufgabenstellung, Integrationstabelle und alle Papierbögen A3) sind nach Prüfungsende mit dem Namen zu versehen und abzugeben.

Aufgabe 1 (8 Punkte)

Die in Bild 1 dargestellte Quaikonstruktion besteht aus einer Reihe Caissons welche sich aus einem orthogonalen Netz von vertikalen Wänden sowie einer Boden- und einer Deckplatte zusammensetzen. Die Aussenwände sind in Beton C40/50 ausgeführt und mit Bewehrungsstäben $\text{Ø}26@125$ horizontal (ausenliegend) und vertikal $\text{Ø}22@125$ je Seite sowie senkrecht zur Wandebene angeordneten Bügeln $\text{Ø}12@250 \times 250$ aus Stahl B500B bewehrt. Die Überdeckung beträgt $c_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Ein wesentlicher Lastfall für die Aussenwand der Konstruktion ist der Anprall eines Schiffes. Dabei trifft die Bugwulst des Schiffes auf die Aussenwand des Caissons. Vereinfacht kann dieser Lastfall als Linienlast entlang einer quadratischen Fläche $1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$ und Gesamtbetrag Q_d modelliert werden. Die Oberkante dieser Fläche kann dabei nicht höher als der Wasserspiegel, die Unterkante nicht tiefer als 4 m unter dem Wasserspiegel liegen.

- Wie gross sind die Biegegewiderstände der Aussenwand um die horizontale ($m_{Rd,z} = m'_{Rd,z}$) und um die vertikale ($m_{Rd,x} = m'_{Rd,x}$) Achse in kNm/m^2 ?
- Welche Laststellung erachten Sie als massgebend? Stellen Sie Ihre Wahl in einer Skizze dar (1:100).
- Mit welcher Methode ermitteln Sie die maximale Last Q_d , welche die Aussenwand tragen kann? Stellen Sie Ihr Berechnungsmodell in einer Skizze im Massstab 1:100 dar.
- Ermitteln Sie die maximale Last Q_d [MN], welche die Aussenwand tragen kann.

- Hinweise:**
- Die Eigenlast darf vernachlässigt werden.
 - Der Wasserdruck innerhalb und ausserhalb der Konstruktion ist gleich.
 - Der Schiffsanprall ist eine aussergewöhnliche Bemessungssituation mit erhöhten Bemessungswerten gemäss Norm SIA 262.

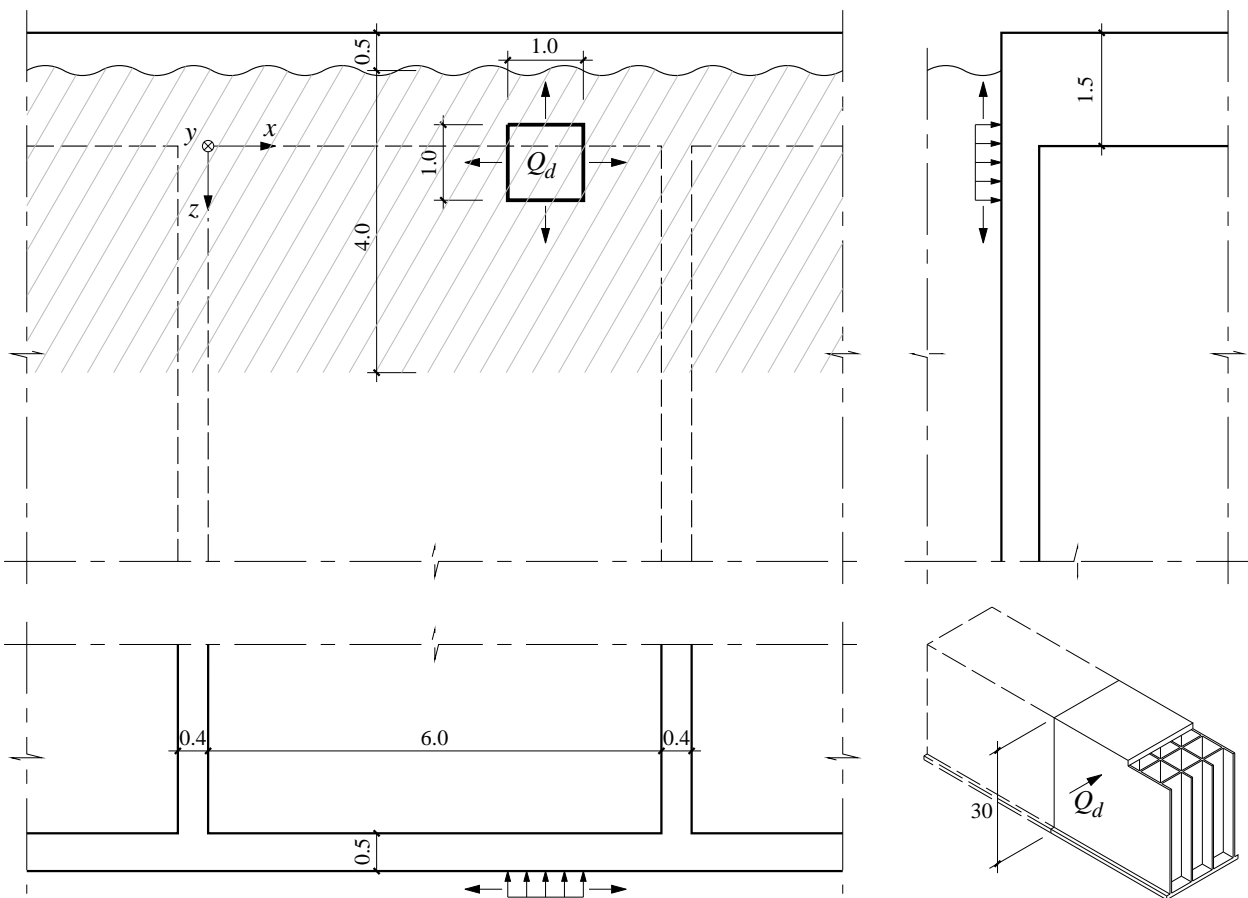


Bild 1 Geometrie (Ansicht, Schnitte 1:100 und aufgeschnittene Isometrie 1:2000) der in Aufgabe 1 behandelten Quaikonstruktion mit Lastmodell.

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Die in Bild 2 dargestellte aufgelöste Konsole aus Stahlbeton wird mit einer Vertikalkraft von Q belastet. Vor der Belastung wird die im horizontalen Stab zentrisch eingelegte Monolitze mit $P_0 = 186 \text{ kN}$ ($\sigma_{p0} = 1240 \text{ N/mm}^2$) vorgespannt und das Hüllrohr ($\varnothing_a = 36 \text{ mm}$) ausinjiziert.

- Stellen Sie die Last-Verformungsbeziehung $Q-w$ unter Vernachlässigung des Eigengewichts, der Biegesteifigkeit, der Betonzugfestigkeit, des Kriechens, des Schwindens, der Relaxation und der geometrischen Nichtlinearität in einem Diagramm (Ordinate: $50 \text{ kN} \hat{=} 1 \text{ cm}$, Abszisse: $1 \text{ mm} \hat{=} 1 \text{ cm}$) dar.
- Wie verändert sich das Diagramm, wenn man auf das Ausinjizieren verzichtet?
- Wie verändert sich das Diagramm, wenn man mit einer Zugfestigkeit des Betons von $f_{ctd} = 2.6 \text{ N/mm}^2$ rechnet? (Im Diagramm einzeichnen)
- Wie sieht die Last-Verformungsbeziehung $Q-w$ für eine Konsole mit einem Zugglied aus Baustahl S355 ($f_{td} = 338 \text{ N/mm}^2$; $E_a = 210'000 \text{ N/mm}^2$) aus, welche die gleiche Traglast erreicht?

- Hinweise:**
- Es soll mit den Bemessungswerten der Materialfestigkeiten gerechnet werden ($f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$; $E_c = 33'600 \text{ N/mm}^2$; $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$; $f_{pd} = 1320 \text{ N/mm}^2$).
 - Vereinfachend darf sowohl für den Betonstahl wie für den Spannstahl mit $E = 200'000 \text{ N/mm}^2$ und einem begrenzten, linear elastisch - ideal plastischen Stoffgesetz gerechnet werden.
 - Das System darf als initial (vor dem Vorspannen) spannungsfrei angenommen werden.
 - Die ideellen Querschnittswerte betragen: $A_{id}^{Z,I} = 41'630 \text{ mm}^2$ (Zugglied ohne Spannstahl), $A_{id}^{Z,II} = 42'523 \text{ mm}^2$ (Zugglied mit Spannstahl), $A_{id}^D = 96'220 \text{ mm}^2$ (Druckglied).

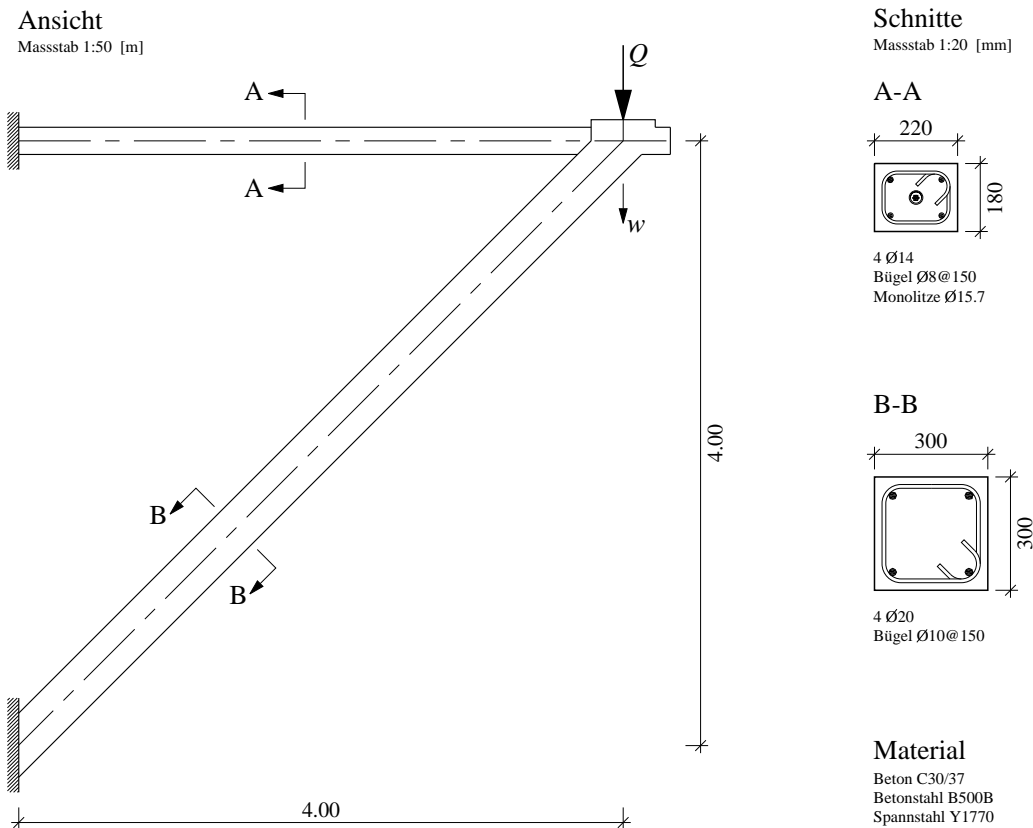


Bild 2 Geometrie und Belastung der in Aufgabe 2 behandelten Konsole.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Die in Bild 3 dargestellte Stahlbetonscheibenkonstruktion wird durch eine Einzellast von $Q_d = 400$ kN (Bemessungswert) belastet. Alle 4 Scheiben (A - D) sind $t = 200$ mm dick und bestehen aus Beton C40/50.

- (a) Stellen Sie die Kraftabtragung in den Scheiben und Stringern mittels Spannungsfeldern und Gurtkraftverläufen im Massstab 1:50 dar.
- (b) Dimensionieren Sie die schlaffe Bewehrung (Stahl B500B) unter Verwendung der Resultate von (a) für die Tragsicherheit nach Norm SIA 262. Benutzen Sie dafür Bewehrungsstäbe $\varnothing 30$, $\varnothing 20$ und/oder $\varnothing 8$.
- (c) Erstellen Sie saubere Bewehrungsskizzen:
 - Scheibe A im Massstab 1:50,
 - Schnitt durch Eckbereich B-D im Massstab 1:10, Kantenlänge 7 cm.

Hinweise:

- Das Eigengewicht der Stahlbetonscheiben darf vernachlässigt werden.
- Im Modell sind die Abmessungen der Scheiben 2.0 m x 2.0 m bzw. 2.0 m x 4.0 m.

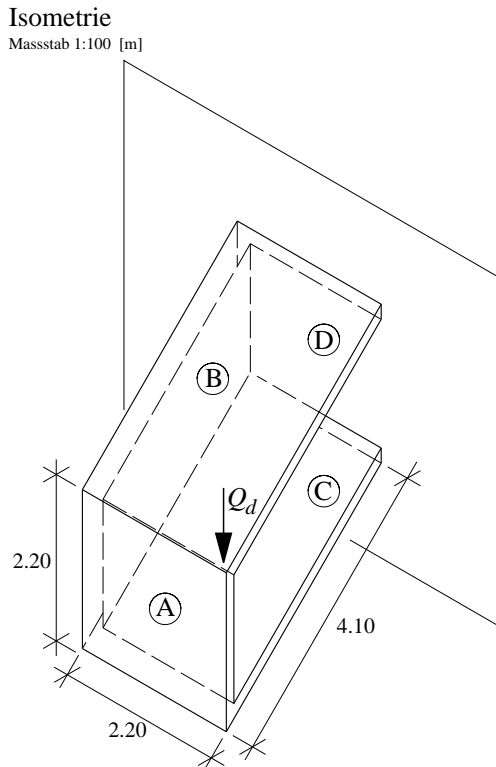


Bild 3 Isometrie der in Aufgabe 3 behandelten Scheibenkonstruktion.

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Auf den in Bild 4 dargestellten Stahlbetonrahmen mit biege- und dehnstarem Riegel und gegebener Stützendurchbildung wirken die Kräfte $Q_{dh} = 200$ kN (Bemessungsniveau) und Q_{dv} .

- Zeichnen Sie ein linearisiertes M-N-Interaktionsdiagramm (Ordinate: $250 \text{ kN} \hat{=} 1 \text{ cm}$, Abszisse: $25 \text{ kNm} \hat{=} 1 \text{ cm}$, nur eine Hälfte zeichnen) für die Stützen (mindestens 3 berechnete Eckpunkte).
- Bestimmen Sie $Q_{dv,max}$ mit Hilfe des erarbeiteten Interaktionsdiagramms und den Bestimmungen der Norm SIA 262.
- Beurteilen Sie, ob der gefundene Wert auf der sicheren oder unsicheren Seite liegt.

- Hinweise:**
- Die Eigenlasten dürfen vernachlässigt werden.
 - Die Einflüsse von Kriechen und Schwinden sind näherungsweise mit $|\epsilon_{c\infty}| = 0.5\%$ zu berücksichtigen.
 - Als Exzentrizität infolge Imperfektionen ist $e_{od} = 10.2$ mm zu berücksichtigen.
 - Der Querkraftwiderstand darf als genügend vorausgesetzt werden.
 - $ax^2 + bx + c = 0 \rightarrow x = (-b \pm \sqrt{D}) / 2a$ mit $D = b^2 - 4ac$
 - Iterationen dürfen abgebrochen werden bei $|(X^i - X^{i-1}) / X^i| < 5\%$.

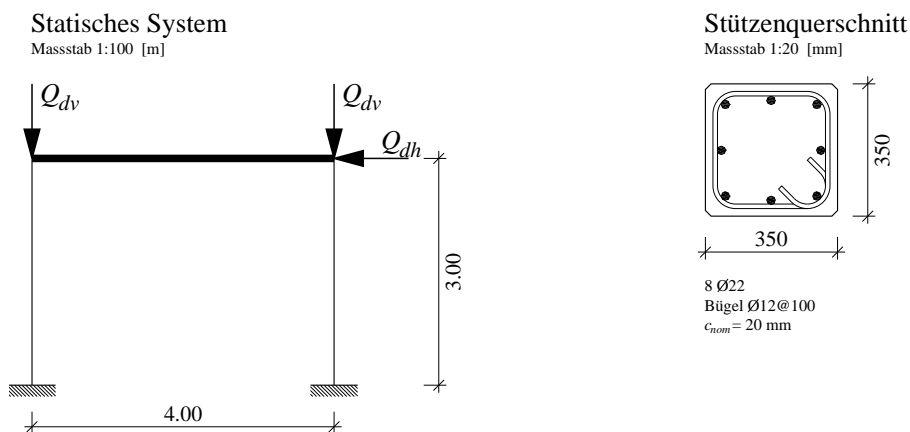


Bild 4 Statisches System und Stützenquerschnitt des in Aufgabe 4 behandelten Stahlbetonrahmens.

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