

## Sessionsprüfung Stahlbeton I+II

# Winter 2013

Donnerstag, 7. Februar 2013, 09.00 – 12.00 Uhr, HPT C103

Name, Vorname : \_\_\_\_\_

Studenten-Nr. : \_\_\_\_\_

### Bemerkungen

1. Für die Raumlast von Stahlbeton ist  $25 \text{ kN/m}^3$  anzunehmen.
2. Es wird bei allen Aufgaben von Beton C30/37 und Betonstahl B500B ausgegangen.
3. Die Lastbeiwerte betragen  $\gamma_G = 1.35$  und  $\gamma_Q = 1.50$ .
4. Wo nichts anderes vermerkt ist, sind Abmessungen in [m] angegeben.
5. Die minimale Bewehrungsüberdeckung beträgt für alle Aufgaben  $c_{nom} = 30 \text{ mm}$ .
6. Für Berechnungen ist für jede Aufgabe ein separater 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 (10 Punkte)

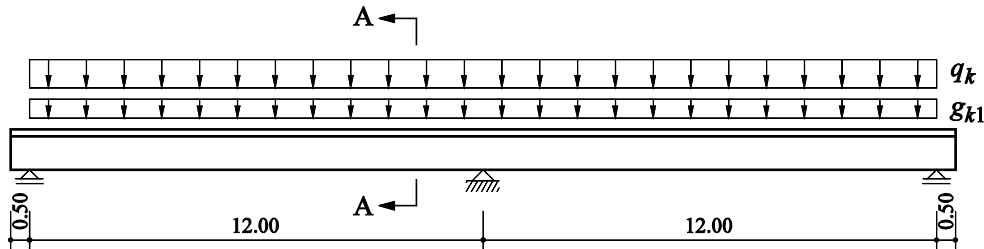


Bild 1.1: Ansicht Träger mit Lagerung und Belastung

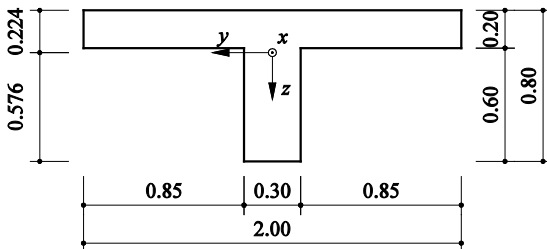


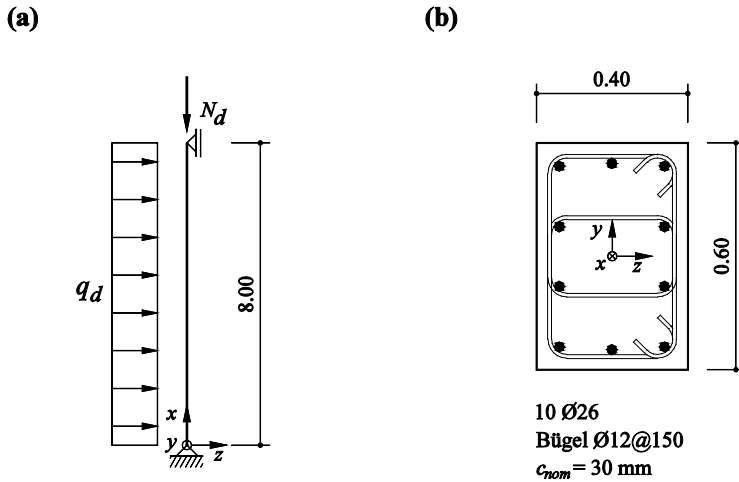
Bild 1.2: Querschnitt A-A

Der in Bild 1.1 dargestellte Zweifeldträger weist einen Plattenbalkenquerschnitt mit den Hauptachsen  $y$ ,  $z$  gemäss Bild 1.2 auf. Er wird neben seiner Eigenlast durch eine gleichmässig verteilte Auflast  $g_{kl} = 9 \text{ kN/m}$  und eine gleichmässig verteilte Nutzlast  $q_k = 12.5 \text{ kN/m}$  belastet (charakteristische Werte). Die Querbewehrung der Flanschplatte in  $y$ -Richtung besteht aus Stäben  $\text{Ø}10@250$ , die in der 1. und 4. Lage eingelegt werden.

- Bemessen Sie die erforderliche Bewehrung und erbringen Sie die erforderlichen Tragsicherheitsnachweise für Biegung  $M_y$  und Querkraft  $V_z$ .
- Erstellen Sie je eine Bewehrungsskizze im Massstab 1:20 für einen Querschnitt in Feldmitte und einen Querschnitt über dem mittleren Auflager.
- Schätzen Sie die Durchbiegung des Trägers in Feldmitte nur infolge der ständigen Lasten ab. Rechnen Sie vereinfachend über die ganze Trägerlänge mit der gerissenen Biegesteifigkeit für positive Biegemomente. Rechnen Sie mit  $E_c = 33.6 \text{ kN/mm}^2$ .

- Hinweise:**
- Es genügt, den gegebenen Lastfall zu betrachten. Nutzlasten müssen nicht in ungünstigster Stellung wirkend angenommen werden.
  - Die Tragsicherheit in Querrichtung ( $y$ -Richtung) muss nicht untersucht werden.
  - Die Eigenlasten der beiden Überstände von 0.5 m Länge des Trägers über den Endauflagern können für die Berechnung vernachlässigt werden.

## Aufgabe 2 (10 Punkte)

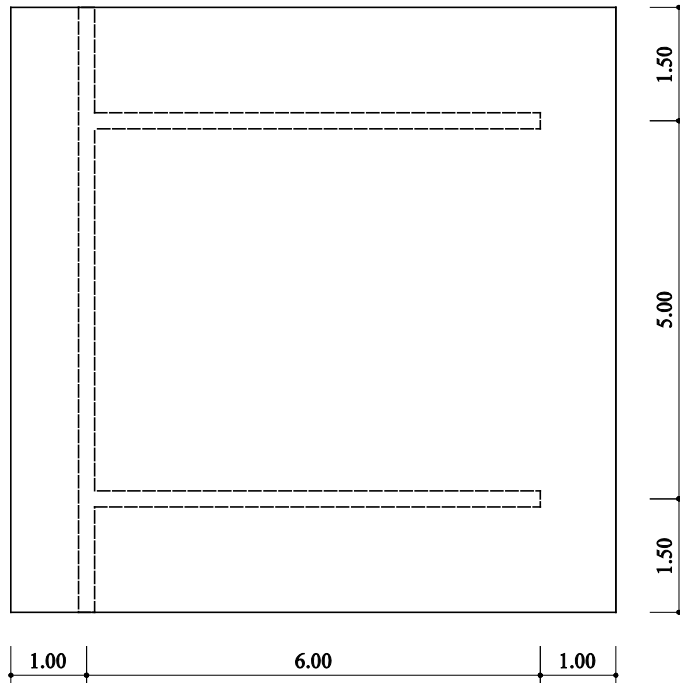


**Bild 2:** (a) Statisches System mit Belastung; (b) Stützenquerschnitt

Auf die in Bild 2 dargestellte Stahlbetonstütze mit gegebener konstruktiver Durchbildung wirkt über die gesamte Höhe eine gleichmässig verteilte, horizontale Streckenlast  $q_d = 10 \text{ kN/m}$  sowie eine zentrisch am Stützenkopf angreifende Druckkraft  $N_d$  (Bemessungsniveau).

- Zeichnen Sie die eine Hälfte eines linearisierten  $M_{Rdy} - N_{Rd}$ -Interaktionsdiagramms für den gegebenen Stützenquerschnitt. Berechnen Sie dazu zwei Punkte auf der  $N_{Rd}$ -Achse, den Punkt auf der  $M_{Rdy}$ -Achse und den Punkt, bei welchem die Neutralachse genau in der Mitte des Querschnitts zu liegen kommt.
- Bestimmen Sie die maximale Druckkraft  $N_{d,max}$ , welche von der Stütze aufgenommen werden kann. Benutzen Sie dazu das erarbeitete Interaktionsdiagramm und die Bestimmungen der Norm SIA 262. Eigenlasten dürfen vernachlässigt werden.

- Hinweise:**
- Der Abbiegeradius der Bügel darf zur Ermittlung von  $d$  vernachlässigt werden.
  - Die Einflüsse von Kriechen und Schwinden können für die Berechnung vernachlässigt werden.
  - Vereinfachend darf für  $c = \pi^2$  angesetzt werden (SIA 262, Formel 65).
  - Der Querkraftwiderstand darf als genügend vorausgesetzt werden.
  - Iterationen dürfen abgebrochen werden bei  $|(X^i - X^{i-1})/X^i| < 10 \%$ .
  - quadratische Gleichung:  $rx^2 + sx + t = 0 \rightarrow x = \frac{-s \pm \sqrt{s^2 - 4rt}}{2r}$

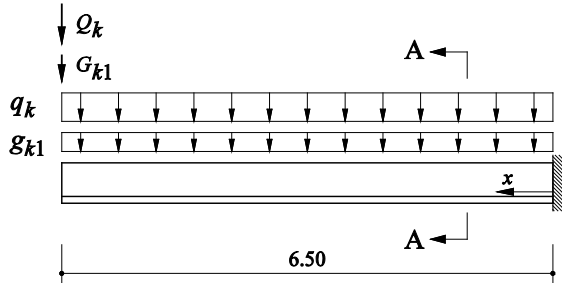
**Aufgabe 3 (9 Punkte)**

**Bild 3:** Grundriss der Platte

Die in Bild 3 dargestellte, schlaff bewehrte, quadratische Stahlbetonplatte ist auf drei Wandscheiben gelagert. Die Platte weist eine Dicke von  $h = 0.20$  m auf und ist neben ihrer Eigenlast durch eine gleichmässig verteilte Auflast von  $g_{kl} = 2$  kN/m<sup>2</sup> und eine gleichmässig verteilte Nutzlast von  $q_k = 4$  kN/m<sup>2</sup> belastet (charakteristische Werte).

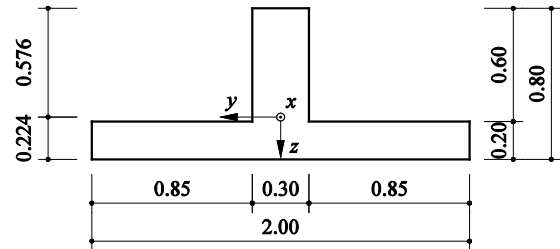
- Wählen Sie unter Verwendung der Streifenmethode eine sinnvolle Lastabtragung für die gegebene Belastung. Bemessen Sie die erforderliche Plattenbewehrung und führen Sie alle erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit.
- Stellen Sie die komplette Plattenbewehrung in einer sauberen Bewehrungsskizze dar.

**Hinweis:** - Die Ausrundung der Momentenlinien über den Wänden kann für die Berechnung vereinfachend vernachlässigt werden.

## Aufgabe 4 (11 Punkte)



**Bild 4.1:** Ansicht Träger mit Lagerung und Belastung



**Bild 4.2:** Querschnitt A-A

Der in Bild 4.1 dargestellte Kragarm weist einen umgekehrten Plattenbalkenquerschnitt mit den Hauptachsen  $y$ ,  $z$  gemäss Bild 4.2 auf. Er wird neben seiner Eigenlast durch eine gleichmässig verteilte Auflast  $g_{kl} = 9 \text{ kN/m}$  und eine gleichmässig verteilte Nutzlast  $q_k = 12.5 \text{ kN/m}$  sowie durch eine am freien Trägerende angreifende konzentrierte Auflast  $G_{kl} = 20 \text{ kN}$  und eine Nutzlast  $Q_k = 30 \text{ kN}$  belastet (charakteristische Werte). Die zweischnittige Bügelbewehrung im Trägersteg besteht aus Stäben  $\text{Ø}10@150$ . Der Träger soll mit einem oder mehreren Vorspannkabeln mit linearem Kabelverlauf (keine Kabelkrümmung, keine Umlenkungen) über die ganze Trägerlänge vorgespannt werden.

- Wählen Sie eine Vorspannung  $s_0$ , dass der Träger unter ständigen Lasten nicht dekomprimiert, d.h.  $\sigma_c(g, g_1, G_1, P_\infty) < 0$ . Kontrollieren Sie diese Bedingung im Einspannquerschnitt ( $x = 0$ ) und im Querschnitt bei  $x = 3.25 \text{ m}$ . Zeichnen Sie für diese beiden Querschnitte die resultierenden Spannungsverteilungen.
- Ermitteln Sie die im Einspannquerschnitt für die Biegetragsicherheit zusätzlich erforderliche schlaffe Bewehrung und führen Sie den entsprechenden Nachweis. Führen Sie ebenfalls den Nachweis für die Querkrafttragsicherheit.
- Schätzen Sie die vertikale Verschiebung beim freien Trägerende ( $x = 6.50 \text{ m}$ ) infolge der ständigen Lasten und der Vorspannung ab. Rechnen Sie mit  $E_c = 33.6 \text{ kN/mm}^2$ .

- Hinweise:**
- Angaben zu den zur Auswahl stehenden Kabeltypen sind im Anhang zu finden.
  - Vereinfachend darf von über die Trägerlänge konstanten Spannkraftverlusten von 15 % der initialen Vorspannkraft ausgegangen werden.
  - Die Verankerungen des Vorspannkabels oder der Vorspannkabel sowie die entsprechenden Kräfteinleitungsprobleme müssen nicht im Detail betrachtet und nachgewiesen werden.

## Anhang

### Vorspannung

Litzenspannglieder aus Litzen Ø 0.6“ (Spannstahl Y1860)				
Materialkennwerte	$f_{pd} = 1390 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{p0} = 1302 \text{ N/mm}^2$ $E_p = 195 \text{ kN/mm}^2$ $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$			
Systemdaten	$A_{pL} = 150 \text{ mm}^2$ $R_{min} = 125 \cdot \sqrt{A_p}$ $\varnothing_t$ $e$	... Querschnittsfläche pro Litze ... Minimaler Krümmungsradius ... Aussendurchmesser des Hüllrohres ... Exzentrizität der Litzen im Hüllrohr		
Kabeltypen	Anzahl Litzen	$\varnothing_t$ [mm]	$e$ [mm]	
	2	45	9	
	4	50	7	
	7	62	7	
	12	82	11	
	19	97	12	

### Querschnittsflächen der Bewehrungsstäbe

Ø [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	a <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> /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 <sub>Rd</sub> [kN]	f <sub>Rd</sub> [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