

# Schlussdiplomprüfung Stahlbeton

## Herbst 2000

Dienstag, 19. September 2000, 10.15 - 12.15 Uhr, HIL E3/E4

### Bemerkungen

1. Alle sechs Aufgaben haben das gleiche Gewicht. Für vier vollständig gelöste Aufgaben wird die Höchstnote (6) erteilt.
2. Die Aufgabenstellungen beziehen sich jeweils auf ein rechtshändiges, kartesisches Koordinatensystem mit Achsen  $x$  und  $y$  in der Horizontalebene und nach unten positiver Vertikalachse  $z$ .
3. Für das spezifische Gewicht von Stahlbeton soll  $25 \text{ kN/m}^3$  angenommen werden.
4. Nützliche Angaben zur Lösung der Aufgaben sind im Anhang zusammengestellt.

### Aufgabe 1

Eine in  $y$ -Richtung sehr lange Platte aus Beton B35/25 (Rechenwert der Druckfestigkeit  $f_c = 16 \text{ MPa}$ , Schubspannungsgrenze  $\tau_c = 0.9 \text{ MPa}$ ) trägt in  $x$ -Richtung als Durchlaufträger über zwei Felder von je  $8 \text{ m}$  Stützweite. Zwei der drei Auflager wirken als Linienkipp-Gleitlager, das dritte als Linienkipp-lager. Ausser ihrem Eigengewicht hat die Platte eine gleichmässig verteilte Auflast von  $2 \text{ kPa}$  (Gebrauchsniveau) und eine Nutzlast von maximal  $4 \text{ kPa}$  (Gebrauchsniveau, beliebige Anordnung) aufzunehmen.

Dimensioniere die Platte samt Bewehrung aus Stahl S500 (Rechenwert der Fließgrenze  $f_y = 460 \text{ MPa}$ , Betonüberdeckung  $\geq 30 \text{ mm}$ ) unter Voraussetzung der Partialfaktoren  $\gamma_R = 1.2$ ,  $\gamma_G = 1.3$  und  $\gamma_Q = 1.5$ . Abzugeben sind ein vermasster Längsschnitt ( $x$ - $z$ -Ebene) mit Angabe sämtlicher Bewehrungen (Lage, Form, Abmessungen, Abstände) sowie die erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit gemäss SIA 162.

### Aufgabe 2

Die in Aufgabe 1 behandelte Platte soll mit Monolitzen  $\emptyset 0.6''$  ohne Verbund (Querschnittsfläche  $A_p = 150 \text{ mm}^2$ , Rechenwert der Fließgrenze  $f_{yp} = 1590 \text{ MPa}$ , initiale Spannung  $\sigma_{p0} = 1239 \text{ MPa}$ , Krümmungsradius  $R \geq 2.50 \text{ m}$ ) teilweise vorgespannt werden.

Wähle eine angemessene Plattendicke sowie eine vernünftige Spannglied-anordnung. Abzugeben sind ein vermasster Längsschnitt ( $x$ - $z$ -Ebene) mit Angabe sämtlicher Bewehrungen (Lage, Form, Abmessungen, Abstände) sowie die erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit gemäss SIA 162. Vereinfachend darf angenommen werden, dass die Spannung in den Monolitzen im nominellen Bruchzustand den Wert  $f_{yp}$  erreicht.

### Aufgabe 3

Eine 0.4 m dicke, im Aufriss (x-z-Ebene) quadratische Scheibe von 4 m Seitenlänge ist bei  $x = 0$  eingespannt und an den übrigen Rändern frei. Bei  $x = 4$  m wird eine über die Scheibenhöhe von 4 m gleichmässig verteilte Vertikalkraft von 2 MN (Nutzlast auf Gebrauchsniveau) aufgebracht.

Ermittle eine geeignete Bewehrung in x- und z-Richtung aus Stahl S500 (Rechenwert der Fließgrenze  $f_y = 460$  MPa, Betonüberdeckung  $\geq 30$  mm) und stelle diese in einer massstäblichen Skizze dar. Der konstruktiven Durchbildung (Verankerung, Stababstände, etc.) ist besondere Beachtung zu schenken. Für den Beton ist eine Qualität B35/25 anzunehmen (Rechenwert der Druckfestigkeit  $f_c = 16$  MPa,  $f_{c,red} = 10$  MPa). Zur Vereinfachung darf die Eigenlast der Scheibe vernachlässigt werden, und für die Partialfaktoren gilt  $\gamma_R = 1.2$  sowie  $\gamma_Q = 1.5$ .

### Aufgabe 4

Eine 0.3 m dicke und 3 m hohe Wand wird zentrisch auf ein 1.2 m breites und 0.5 m hohes Streifenfundament aufbetoniert. Zwischen Wand und Fundament ergibt sich eine Schwinddifferenz von 0.1‰ (Wand möchte mehr schwinden).

Ermittle die aus der beschriebenen Einwirkung resultierenden Verformungen sowie, unter Voraussetzung eines einheitlichen Elastizitätsmoduls von 30 GPa, die entsprechenden Eigenspannungen in Wand und Fundament. Beschreibe (qualitativ) die Interaktion mit dem Baugrund; wie könnte diese (quantitativ) berücksichtigt werden?

Hinweis: Es soll mit reinen Betonquerschnittswerten gerechnet werden. Der Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts liegt 0.8 m über der Arbeitsfuge zwischen Fundament und Wand, seine Querschnittsfläche beträgt  $A = 1.5 \text{ m}^2$  und sein auf die y-Achse bezogenes (Haupt-)Flächenträgheitsmoment  $I_y = 1.79 \text{ m}^4$ .

### Aufgabe 5

Ein im Querschnitt quadratisches, horizontales Druckglied aus Beton B35/25 (Rechenwert der Druckfestigkeit  $f_c = 16$  MPa) und Stahl S500 (Rechenwert der Fließgrenze  $f_y = 460$  MPa, Betonüberdeckung  $\geq 30$  mm) hat (in x-Richtung) eine Druckkraft von 840 kN (Bemessungsniveau) mit einer Exzentrizität von 0.25 m bezüglich der Querschnitts-Hauptachse y aufzunehmen.

Ermittle eine geeignete Seitenabmessung des Druckgliedes, und dimensioniere die erforderliche Längs- und Bügelbewehrung unter der Voraussetzung von  $\gamma_R = 1.2$ . Abzugeben sind ein vermasster Querschnitt mit Angabe sämtlicher Bewehrungen sowie der Nachweis der Tragsicherheit gemäss SIA 162. Die Eigenlast des Druckgliedes ist zu vernachlässigen.

Hinweis: Der gemäss SIA 162 geforderte Mindestbewehrungsgehalt der Längsbewehrung von 0.6% ist zu beachten. Bei grossen Stützen darf dieser Mindestbewehrungsgehalt auf eine Mantelfläche mit einer Wandstärke von mindestens 200 mm bezogen werden. Die Längsbewehrung ist anteilmässig über den Umfang des Stützenquerschnitts zu verteilen.

### Aufgabe 6

Ein (in y-Richtung) 0.8 m breiter und (in z-Richtung) 0.3 m hoher Träger aus Beton B35/25 ( $f_{c,red} = 10$  MPa) wird durch ein Torsionsmoment um die Trägerachse x beansprucht. Die Bewehrung aus Stahl S500 (Rechenwert der Fließgrenze  $f_y = 460$  MPa) besteht aus geschlossenen Bügeln  $\varnothing 10$  mm (Abstand  $s = 100$  mm, Betonüberdeckung = 35 mm) und 18 um den Umfang gleichmässig verteilten Längsbewehrungsstäben  $\varnothing 10$  mm.

Ermittle den Torsionswiderstand  $T_R$  unter der Voraussetzung, dass die Betonüberdeckung nicht abplatzt.

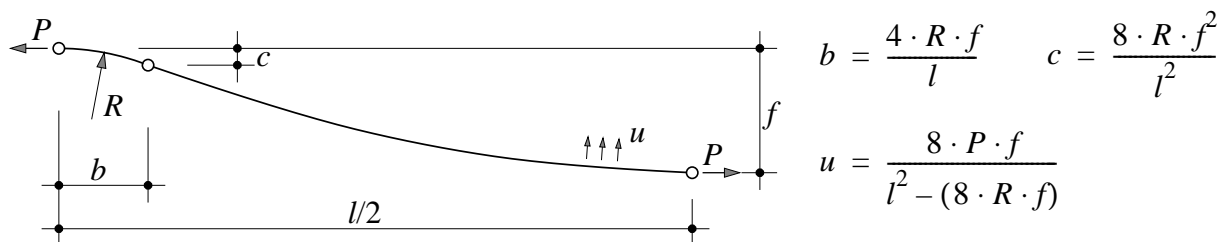
## Anhang

### Querschnittsflächen von Bewehrungsstäben

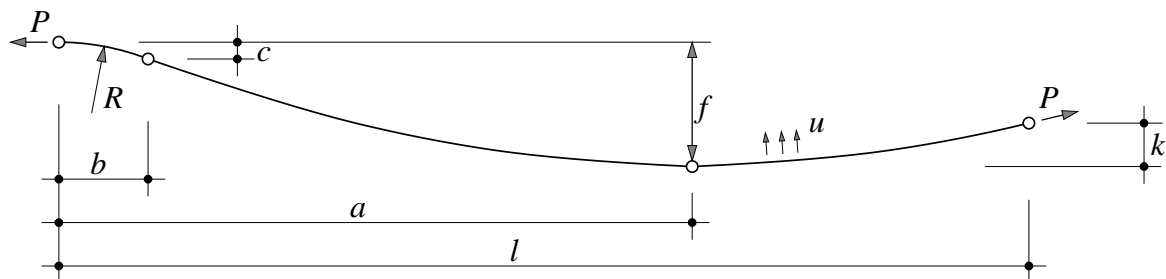
Ø [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	a <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> /m]					
		s = 100 mm	s = 125 mm	s = 150 mm	s = 200 mm	s = 250 mm	s = 300 mm
8	50	503	402	335	251	201	168
10	79	785	628	524	393	314	262
12	113	1131	905	754	565	452	377
14	154	1539	1232	1026	770	616	513
16	201	2011	1608	1340	1005	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
34	908	9079	7263	6053	4540	3632	3026

### Spanngliedgeometrie und Umlenkräfte

Innenfeld:



Randfeld:



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

$$b = \frac{2 \cdot R \cdot f}{a} \quad c = \frac{2 \cdot R \cdot f^2}{a^2}$$

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot k}{(l-a)^2} = \frac{2 \cdot P \cdot f}{a^2 - (2 \cdot R \cdot f)}$$