

**Sessionsprüfung Stahlbeton I+II****Winter 2014**

Donnerstag, 6. Februar 2014, 09.00 – 12.00 Uhr, HIL E4

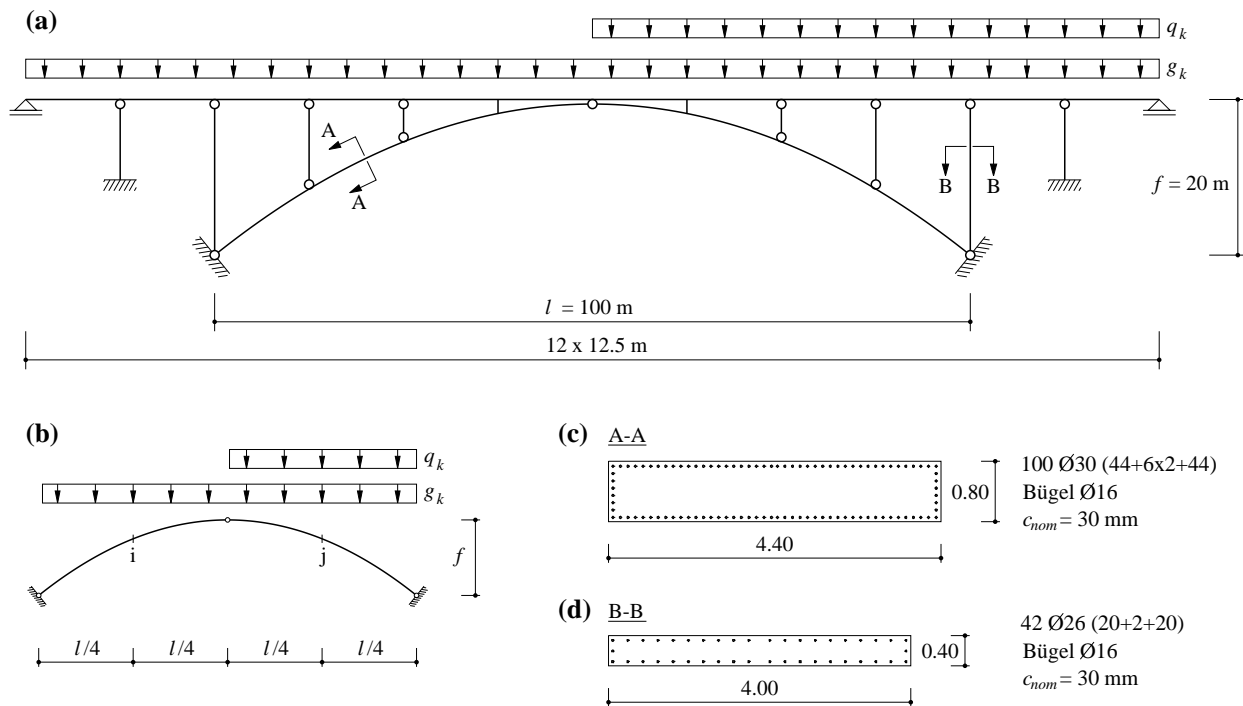
Name, Vorname : \_\_\_\_\_

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. Alle Abmessungen sind 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 (12 Punkte)**



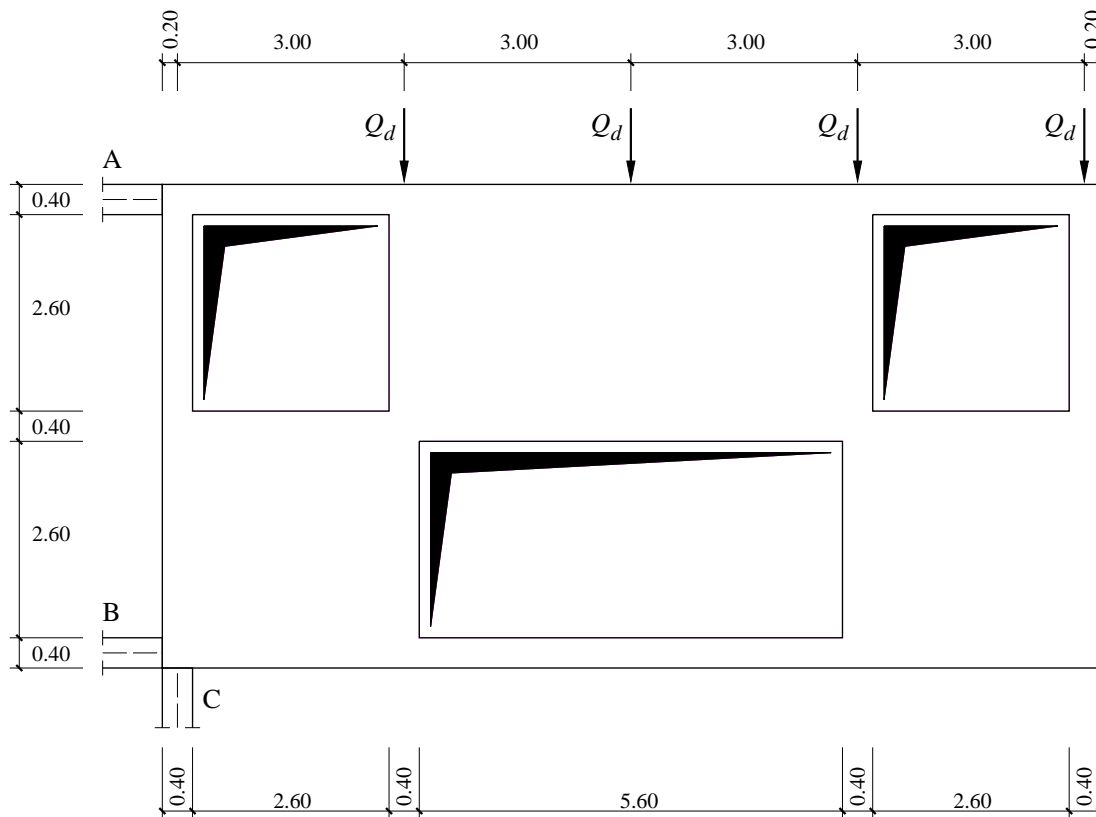
**Bild 1:** Bogenbrücke: (a) Statisches System mit Belastung; (b) idealisiertes statisches System des Bogens; (c) Querschnitt A-A Bogen; (d) Querschnitt B-B Kämpferstütze. Abmessungen in [m].

Die in Bild 1(a) dargestellte Bogenbrücke wird durch eine ständige Last  $g_k = 170\text{ kN/m}$  (inkl. Eigenlast der Brücke) und eine einseitig aufgebrachte Nutzlast  $q_k = 40\text{ kN/m}$  (charakteristische Werte) belastet. Die Bogenform entspricht einer quadratischen Parabel mit einer Länge von  $l = 100\text{ m}$  und einer Pfeilhöhe von  $f = 20\text{ m}$ . Es sollen die Tragwerksteile Bogen und Kämpferstütze untersucht werden.

- Bestimmen Sie anhand des idealisierten statischen Systems des **Bogens** gemäss Bild 1(b) die Schnittgrössen in den Viertelpunkten i bzw. j.
- Weisen Sie die Tragsicherheit des **Bogens** mit Querschnitt gemäss Bild 1(c) an den Stellen i bzw. j nach. Als Exzentrizität infolge Imperfektionen ist  $e_{0d} = 50\text{ mm}$  zu berücksichtigen. Effekte 2. Ordnung müssen für diese Teilaufgabe nicht berücksichtigt werden.
- Führen Sie den Tragsicherheitsnachweis für die rechte **Kämpferstütze** mit Querschnitt gemäss Bild 1(d). Zur Bestimmung der Normalkraft in der Stütze kann der Fahrbahnträger als unendlich langer Durchlaufträger idealisiert werden.

- Hinweise:**
- Die Einflüsse von Kriechen und Schwinden können für die Berechnung vernachlässigt werden.
  - Vereinfachend darf für  $c = \pi^2$  angesetzt werden (SIA 262(2003), Formel 65; SIA 262(2013), Formel 80).
  - Die Querkraftwiderstände von Bogen und Kämpferstütze dürfen als genügend vorausgesetzt werden.

**Aufgabe 2 (8 Punkte)**



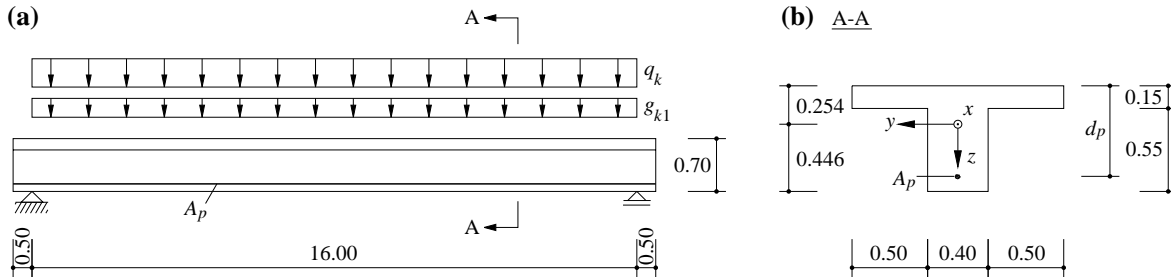
**Bild 2:** Stahlbetonscheibe: Ansicht. Abmessungen in [m].

Auf die in Bild 2 dargestellte, 0.30 m dicke Stahlbetonscheibe wirken vier Vertikalkräfte von je  $Q_d = 450$  kN (Bemessungsniveau). Die Scheibe ist an den Stellen A und B horizontal und an der Stelle C vertikal einfach gelagert und weist drei Aussparungen auf.

- a) Entwickeln Sie ein sinnvolles Fachwerkmodell für die Abtragung der gegebenen Belastung und stellen Sie dieses auf der dafür vorgesehenen Lösungsvorlage dar. Bezeichnen Sie dabei eindeutig Zug- resp. Druckkräfte.
- b) Definieren Sie die Mindestbewehrung und bestimmen Sie sämtliche zusätzlich erforderliche Bewehrung. Weisen Sie die am stärksten beanspruchte Druckstrebe nach. Erstellen Sie eine saubere, massstäbliche Bewehrungsskizze in der dafür vorgesehenen Lösungsvorlage.

**Hinweis:** - Die Eigenlast der Scheibe darf vernachlässigt werden.

### Aufgabe 3 (10 Punkte)



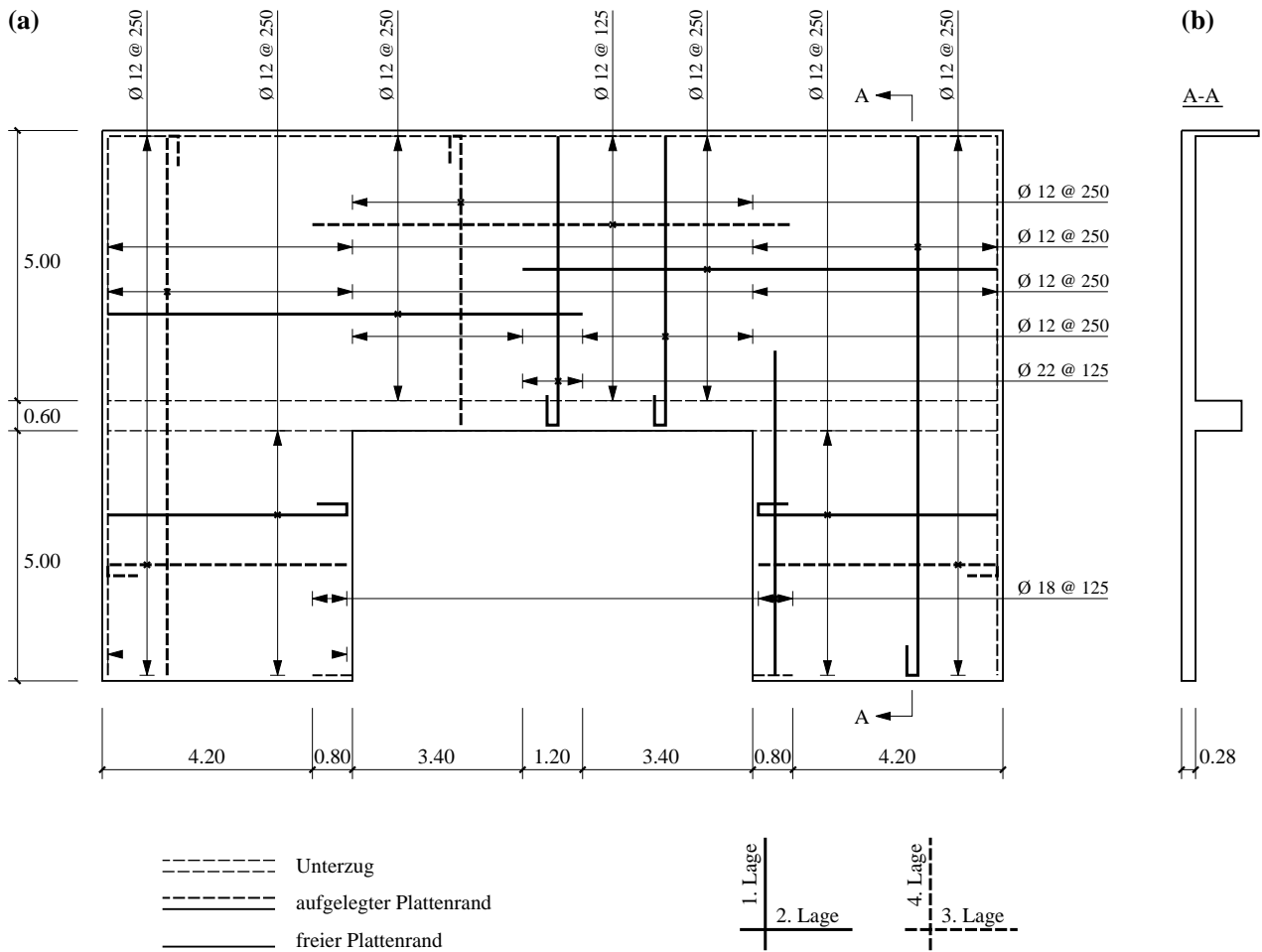
**Bild 3:** Vorgespannter Träger: (a) Ansicht mit Belastung, zweifach überhöht; (b) Schnitt A-A. Abmessungen in [m].

Der in Bild 3 dargestellte einfache Balken weist einen Plattenbalkenquerschnitt mit den Hauptachsen  $y, z$  auf. Er wird neben seiner Eigenlast durch eine gleichmässig verteilte Auflast  $g_{k1} = 3 \text{ kN/m}$  und eine gleichmässig verteilte Nutzlast  $q_k = 8 \text{ kN/m}$  (charakteristische Werte) belastet. Der vorfabrizierte Träger wird im Spannbett mit Drähten  $\text{Ø}7\text{mm}$  aus Y1670 vorgespannt ( $\sigma_{p0} = 0.7f_{pk}$ ). Die totale Fläche des Vorspannstahls beträgt  $A_p$ , die wirksame statische Höhe ist  $d_p = 600 \text{ mm}$ .  $A_p$  und  $d_p$  bleiben über die gesamte Trägerlänge konstant.

- Bestimmen Sie eine untere und eine obere Grenze der Spannstahlfläche ( $A_{p,\min}$  und  $A_{p,\max}$ ) unter der Bedingung, dass für ständige Lasten die Betonzugspannungen nirgends den Mittelwert der Betonzugfestigkeit  $f_{ctm}$  überschreiten. Diese Bedingung soll für die Zeiten  $t = 0$  und  $t = \infty$  erfüllt sein. Wählen Sie ausgehend von dieser Bedingung die Anzahl Vorspanndrähte.
- Dimensionieren Sie die für die Tragsicherheit zusätzlich erforderliche schlaffe Bewehrung. Falls Sie Teilaufgabe a) nicht gelöst haben, treffen Sie eine sinnvolle Annahme für die Vorspannung.
- Stellen Sie die schlaffe Bewehrung in einem Querschnitt im Massstab 1:10 dar. Unterscheiden Sie dabei klar statisch erforderliche und rein konstruktiv eingelegte Bewehrung. Die Vorspannbewehrung muss in diesem Querschnitt nicht eingezeichnet werden.

- Hinweise:**
- Die Eigenlasten der beiden 0.5 m langen Überstände des Trägers über den Auflagern können für die Berechnung vereinfachend vernachlässigt werden.
  - Die Langzeitverluste der Vorspannkraft dürfen als 15 % der initialen Vorspannkraft und über die Trägerlänge konstant angenommen werden.

**Aufgabe 4 (10 Punkte)**



**Bild 4:** Stahlbetonplatte: (a) Grundriss mit Biegebewehrungen. Abmessungen in [m]; (b) Schnitt A-A.

Die in Bild 4 dargestellte, 0.28 m dicke Stahlbetonplatte wird neben ihrer Eigenlast durch eine gleichmässig über die ganze Plattenfläche verteilte Auflast  $g_{k1} = 2 \text{ kN/m}^2$  und eine ebensolche Nutzlast  $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$  (charakteristische Werte) belastet. Die Biegebewehrung der Platte ist dem Grundriss zu entnehmen. Der 0.60 m breite Unterzug ist **nicht** zu bemessen.

- a) Wählen Sie anhand der gegebenen Biegebewehrung eine sinnvolle Lastabtragung. Stellen Sie diese in der Lösungsvorlage auf dem Lösungsbogen dar.
- b) Führen Sie den Nachweis der Biegetragsicherheit.
- c) Führen Sie den Nachweis der Querkrafttragsicherheit. Dimensionieren Sie eine allenfalls erforderliche Querkraftbewehrung.

**Hinweise:**

- Die Ausrundung der Momentenlinien über den Auflagern kann für die Berechnung vereinfachend vernachlässigt werden.
- Die Tragsicherheit des 0.60 m breiten Unterzuges (siehe Schnitt A-A) darf als genügend vorausgesetzt werden.

## Anhang

### 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]					
		s = 100 mm	s = 125 mm	s = 150 mm	s = 200 mm	s = 250 mm	s = 300 mm
8	21.9	219	175	146	109	87	73
10	34.2	342	273	228	171	137	114
12	49.2	492	394	328	246	197	164
14	67.0	670	536	446	335	268	223
16	87.5	875	700	583	437	350	292
18	111	1107	886	738	553	443	369
20	137	1367	1093	911	683	547	456
22	165	1654	1323	1102	827	661	551
26	231	2310	1848	1540	1155	924	770
30	307	3075	2460	2050	1537	1230	1025