

**Sessionsprüfung Baustatik I+II****Winter 2014**

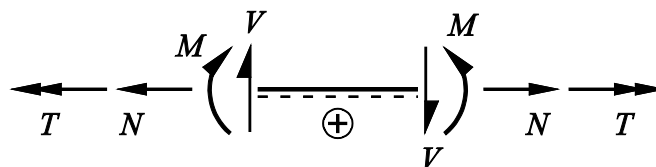
Montag, 27. Januar 2014, 09.00 – 12.00 Uhr, HCI J4

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

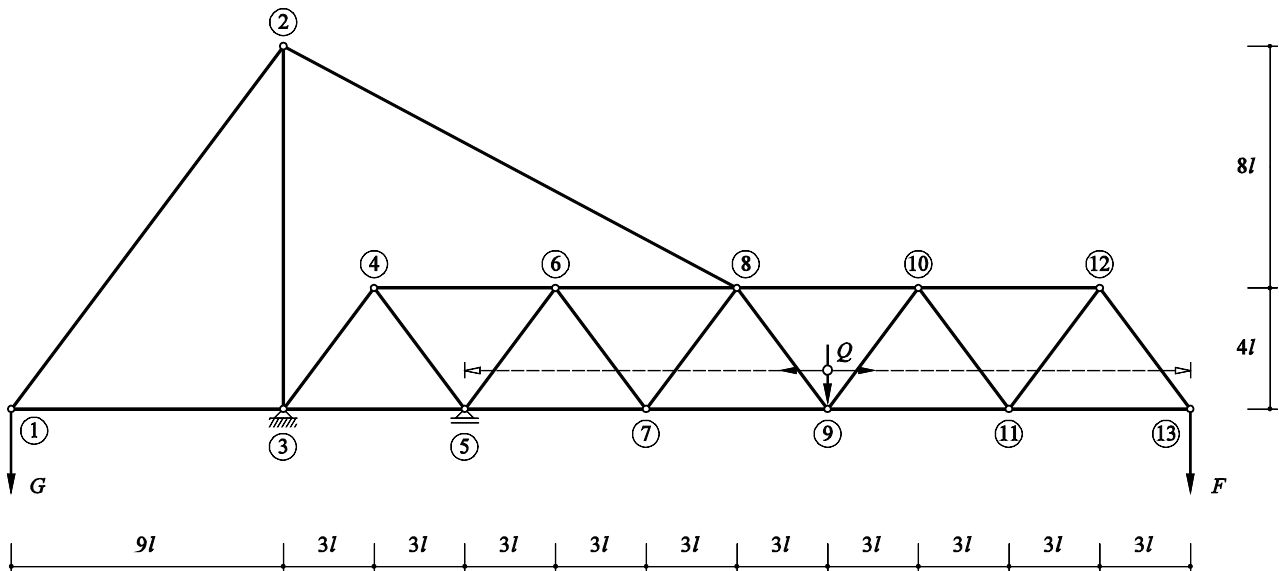
Studenten-Nr. : \_\_\_\_\_

**Bemerkungen**

1. Die Aufgaben dürfen in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden.
2. Für jede Aufgabe ist ein separater Papierbogen A3 zu verwenden. Notizen in der Aufgabenstellung werden für die Bewertung nicht berücksichtigt.
3. Alle ausgeteilten Unterlagen (Aufgabenstellung und alle Papierbogen A3) sind nach Prüfungsende mit Namen und Studenten-Nr. versehen abzugeben.
4. Die Eigenlasten der Strukturen müssen nicht berücksichtigt werden.
6. Vorzeichenkonvention:



**Aufgabe 1 (10 Punkte)**

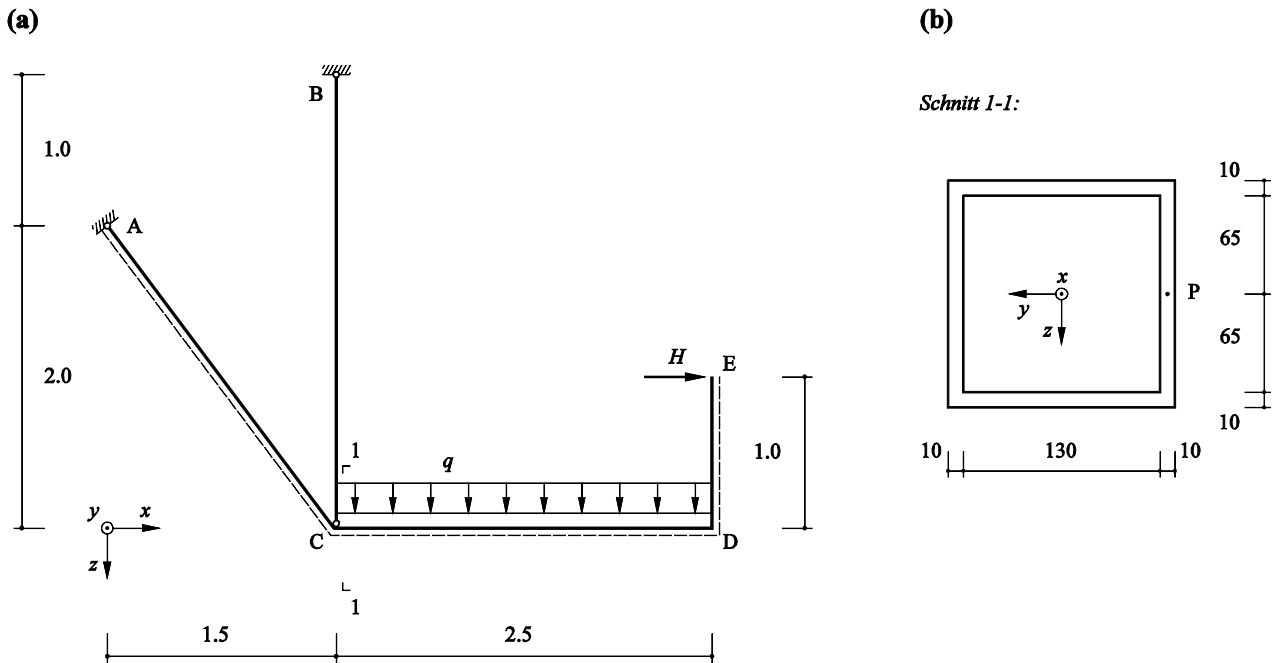


**Bild 1** Ideales Fachwerk.

Das in Bild 1 dargestellte ideale Fachwerk besteht aus lauter Stäben mit der Dehnsteifigkeit  $EA$ .

- Ermitteln Sie die Einflusslinien für die vertikale Auflagerreaktion im Punkt 5 (positiv nach oben zeigend) sowie für die Kräfte in den Stäben 3-5 und 8-9 (Zugkräfte positiv) für eine auf dem Untergurt wandernde Last  $Q$  ( $F = G = 0$ ).
- Ermitteln Sie die Stabkräfte infolge der am Knoten 13 angreifenden Kraft  $F$  ( $Q = G = 0$ ) und tragen Sie diese in die Lösungsvorlage auf dem Lösungsbogen dieser Aufgabe ein.
- Ermitteln Sie die Stabkräfte infolge des am Knoten 1 befestigten Gegengewichts  $G$  ( $Q = F = 0$ ) und tragen Sie diese in die Lösungsvorlage auf dem Lösungsbogen dieser Aufgabe ein.
- Bestimmen Sie die Kraft  $G$  in Abhängigkeit der Kraft  $F$ , sodass bei gleichzeitiger Wirkung von  $G$  und  $F$  ( $Q = 0$ ) der Knoten 13 keine vertikale Verschiebung erfährt.

**Aufgabe 2 (11 Punkte)**



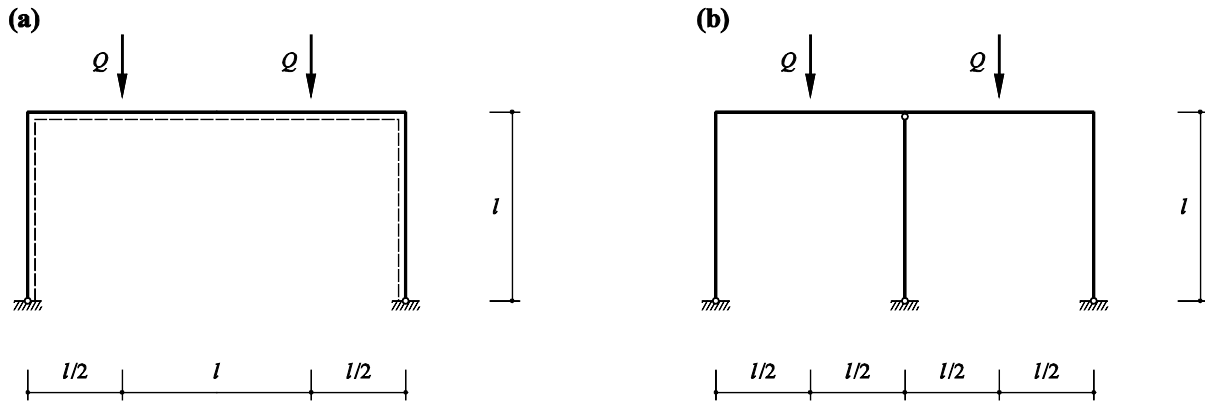
**Bild 2** Stabtragwerk: (a) System und Belastung, Abmessungen in m; (b) Querschnitt, Abmessungen in mm.

Das in Bild 2 (a) dargestellte Stabtragwerk wird durch eine gleichmässig verteilte vertikale Belastung  $q = 12 \text{ kN/m}$  und eine horizontale Einwirkung  $H = 7.5 \text{ kN}$  beansprucht. Es ist im Punkt A gelenkig gelagert und in C an einer 3 m langen Pendelstütze B-C aufgehängt. Das Eigengewicht der Konstruktion ist vernachlässigbar.

Im Schnitt 1-1 unmittelbar rechts neben dem Knoten C weist der Stab den in Bild 2 (b) dargestellten quadratischen Hohlquerschnitt auf.

- Bestimmen Sie die Schnittgrößen.
- Bestimmen Sie die Normal- und Schubspannungsverteilung im Querschnitt 1-1.  
Falls Sie Teilaufgabe a) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit  $M_y = -48 \text{ kNm}$ ,  $V_z = 32 \text{ kN}$  und  $N_x = 8 \text{ kN}$ .
- Beschreiben Sie den Spannungszustand im Punkt P (siehe Bild 2 (b)). Berechnen Sie die Werte  $\sigma_x$ ,  $\sigma_z$ ,  $\tau_{xz}$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  und  $\varphi_1$ . Stellen Sie den Spannungszustand in einem Mohrschen Spannungskreis dar.

**Aufgabe 3 (9 Punkte)**



**Bild 3** Rahmen: (a) ursprüngliches System; (b) System nach der Nutzungsänderung.

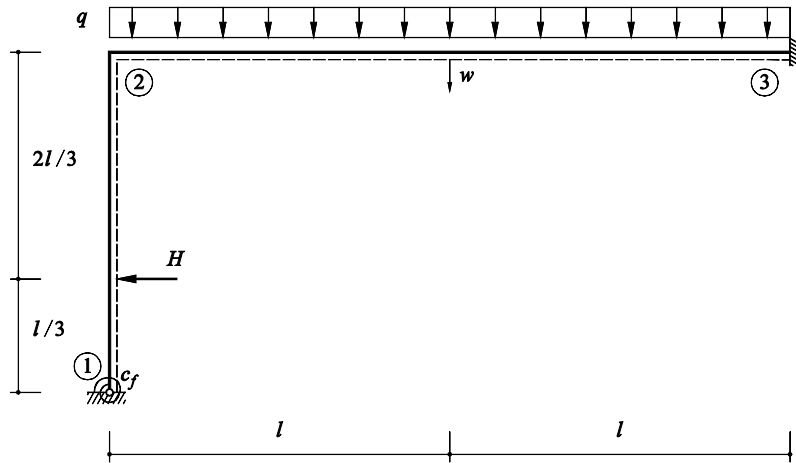
Der in Bild 3 (a) dargestellte Zweigelenrahmen besteht aus dehn- und schubstarrten Stäben und wird durch zwei Einzellasten  $Q$  belastet. Sowohl die Stützen als auch der Riegel besitzen die Biegesteifigkeit  $EI$ . Im Rahmen einer Nutzungsänderung wird das System vollständig entlastet und gemäss Bild 3 (b) eine zusätzliche, dehnstarre Stütze in Feldmitte angeordnet. Diese Stütze wurde um  $\Delta l$  zu kurz produziert und muss bei der Montage in das initial spannungsfreie System eingezwängt werden. Anschliessend werden die zwei Einzellasten  $Q$  wieder aufgebracht.

$$\Delta l = \frac{Ql^3}{64EI}$$

- a) Ermitteln Sie die Schnittgrössendiagramme für das ursprüngliche, initial zwängungsfreie System.
- b) Ermitteln Sie die Schnittgrössendiagramme für das System nach der Nutzungsänderung.

**Hinweis:** - Es wird vorausgesetzt, dass keine Plastifizierungen auftreten.

**Aufgabe 4 (13 Punkte)**



**Bild 4** Statisches System und Belastung.

Alle Stäbe des in Bild 4 dargestellten Rahmens besitzen die Biegesteifigkeit  $EI$  und dürfen als dehn- und schubstarr idealisiert werden. Der Riegel 2-3 wird durch eine konstante vertikale Streckenlast  $q$  belastet und ist in 3 voll eingespannt und in 2 biegesteif mit der Stütze 1-2 verbunden. Die Stütze wird im Drittelpunkt durch eine horizontale Einwirkung  $H$  belastet und ist bei 1 elastisch eingespannt. Es gilt:

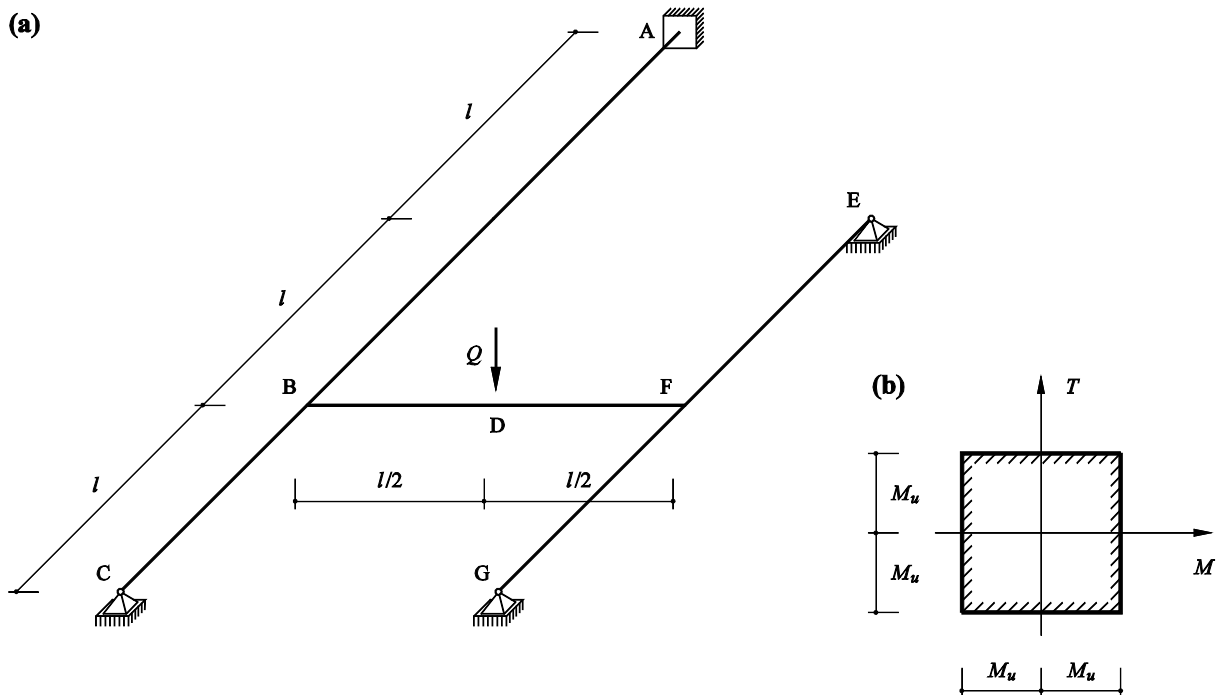
$$H = \frac{9ql}{2} \quad \text{und} \quad c_f = \frac{l}{2EI}.$$

- a) Zeichnen Sie die Verformung und die Momentenverteilung qualitativ.
- b) Berechnen Sie die Festeinspannmomente  $M_{12}^0$  und  $M_{21}^0$ .
- c) Bestimmen Sie die Verdrehung des Knotens 2 nach Betrag und Richtung.

Falls Sie Teilaufgabe b) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit  $M_{12}^0 = -\frac{4Hl}{81}$  und  $M_{21}^0 = \frac{10Hl}{81}$ .

- d) Ermitteln Sie die Schnittgrößen.
- e) Wie gross ist die vertikale Verschiebung  $w$  des Riegels in Feldmitte?

**Aufgabe 5 (8 Punkte)**

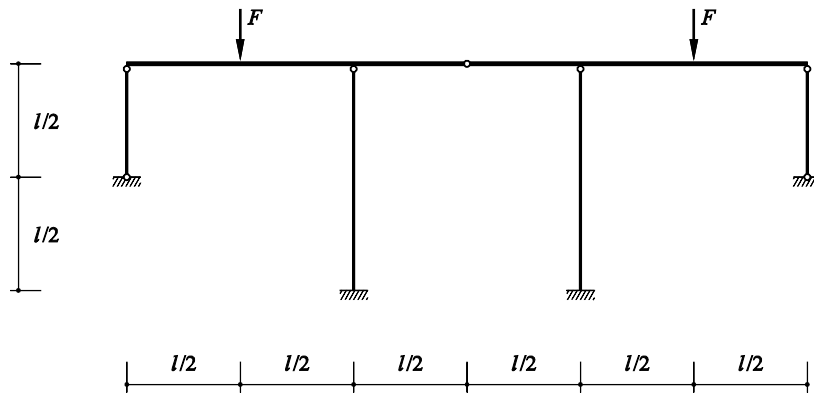


**Bild 5** Räumliches Stabtragwerk: (a) System und Belastung; (b) Interaktionsdiagramm.

Der in Bild 5 (a) dargestellte Träger BF wird in der Mitte (Punkt D) durch eine Einzellast  $Q$  belastet und ist bei B und F biege- und torsionssteif mit zwei Längsträgern verbunden. Der Längsträger AC ist bei A eingespannt und bei C gelenkig gelagert. Der Träger EG ist sowohl bei E als auch bei G gelenkig gelagert. Alle Stäbe besitzen die im Interaktionsdiagramm Bild 5 (b) dargestellten Biege- und Torsionswiderstände.

- a) Untersuchen Sie drei Kollapsmechanismen, und ermitteln Sie die dazugehörigen Grenzwerte für die Traglast  $Q_u$ .
- b) Führen Sie für den massgebenden Grenzwert aus a) die Plastizitätskontrolle durch. Stellt der Grenzwert die Traglast  $Q_u$  dar?
- c) Bestimmen Sie die Traglast, falls Sie diese noch nicht gefunden haben.

**Aufgabe 6 (9 Punkte)**



**Bild 6** Statisches System und Belastung.

Der in Bild 6 dargestellte Brückenträger der Gesamtlänge  $3l$  wird in den Randfeldern durch zwei Einzellasten  $F$  belastet. Seine Biegesteifigkeit ist im Vergleich zu derjenigen der Stützen sehr gross. Die Stützen besitzen die Biegesteifigkeit  $EI$  und dürfen als dehn- und schubstarr idealisiert werden.

- Untersuchen Sie die Stabilität des Systems mit Hilfe der Methode von Engesser-Vianello. Ermitteln Sie einen Näherungswert für die Verzweigungslast  $F_{cr}$ .
- Warum sollten kurze Pendelstützen im Brückenbau vermieden werden? Erklären Sie dies kurz und illustrieren Sie Ihre Überlegungen mit Zeichnungen und Schnittkörperdiagrammen.