

Sessionsprüfung Baustatik I+II**Sommer 2011**

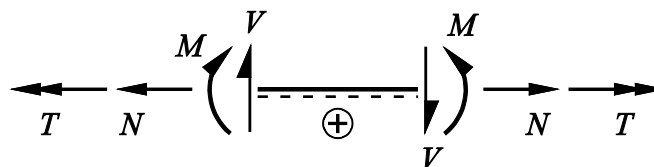
Freitag, 19. August 2011, 09.00 – 12.00 Uhr, HIL G61

Name, Vorname : _____

Studenten-Nr. : _____

Bemerkungen

1. Die Aufgaben dürfen in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden.
2. Für jede Aufgabe ist der entsprechende 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 dem Namen und der Studenten-Nr. versehen abzugeben.
4. Die Eigenlasten der Strukturen müssen nicht berücksichtigt werden.
6. Vorzeichenkonvention:



Aufgabe 1 (8 Punkte)

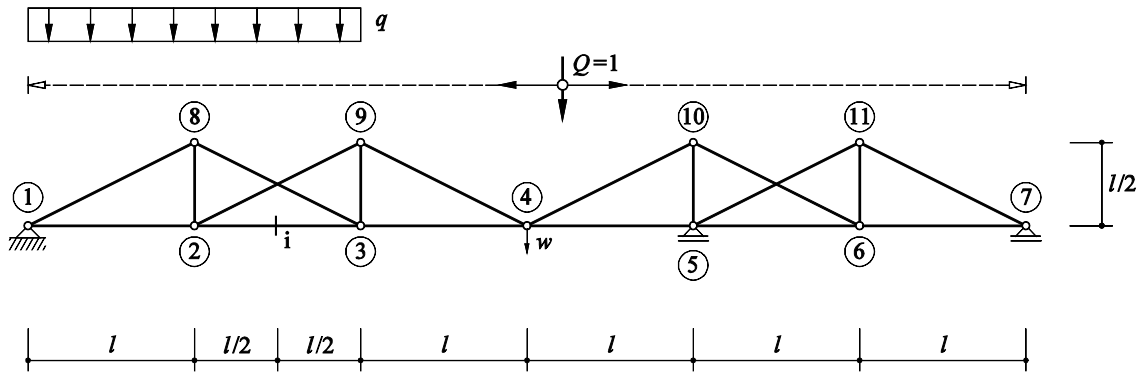


Bild 1

Gegeben ist das in Bild 1 dargestellte Fachwerk, welches bei 1 gelenkig und bei 5 und 7 verschieblich gelagert ist. Sich kreuzende Stäbe sind nicht miteinander verbunden.

Belastet wird das System durch die am Untergurt angreifende gleichmässig verteilte Streckenlast q . Weiter ist die Wanderlast $Q = 1$ gegeben, welche ebenfalls am Untergurt angreift und den Lastweg 1-7 beschreibt.

- Bestimmen Sie die Schnittgrössen an der Stelle i infolge q .
- Bestimmen Sie quantitativ die Einflusslinie η_{7v} für die vertikale Auflagerreaktion in 7 infolge der Wanderlast $Q = 1$.
- Bestimmen Sie quantitativ die Einflusslinie $\eta_{N(5-10)}$ für die Normalkraft im Stab 5-10 infolge der Wanderlast $Q = 1$.
- Bestimmen Sie quantitativ die Einflusslinie $\eta_{N(2-9)}$ für die Normalkraft im Stab 2-9 infolge der Wanderlast $Q = 1$.
- Bestimmen Sie qualitativ die Einflusslinie η_{w4} für die vertikale Verschiebung in 4 infolge der Wanderlast $Q = 1$.

Aufgabe 2 (12 Punkte)

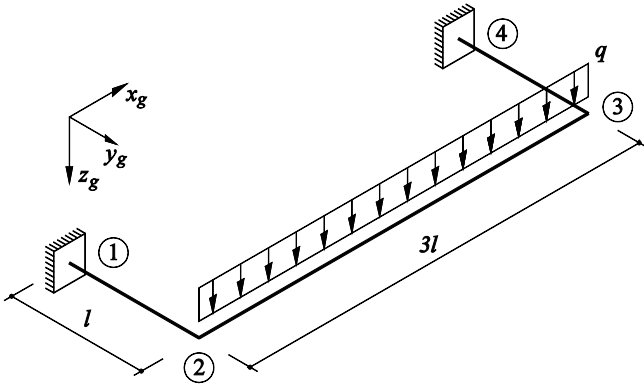


Bild 2.1

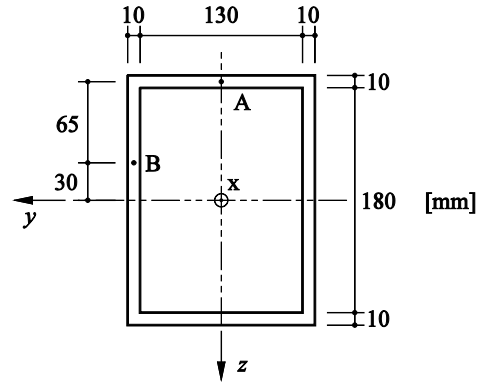


Bild 2.2

Das in Bild 2.1 dargestellte räumliche Stabtragwerk ist in 1 und 4 voll eingespannt. Alle Stäbe bestehen aus rechteckigen Hohlprofilen (Bild 2.2). Das System wird mit einer über den Stab 2-3 gleichmässig verteilten Streckenlast q belastet. Verformungen aufgrund von Normal- und Querkräften dürfen vernachlässigt werden ($EA \rightarrow \infty$; $GA_V \rightarrow \infty$).

$$\begin{aligned}
 l &= 2.00 \text{ m} & E &= 210 \text{ kN/mm}^2 & K &= 42.88 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 q &= 12.0 \text{ kN/m} & G &= 81.0 \text{ kN/mm}^2
 \end{aligned}$$

- Bestimmen Sie die Schnittgrössen infolge q und stellen Sie diese in Schnittgrössendiagrammen dar. Verwenden Sie dazu die Vorlage auf dem Lösungsbogen.
- Bestimmen Sie die Verdrehung des Querschnitts um die globale y_g -Achse in Knoten 2 infolge q .
- Skizzieren Sie qualitativ den Normal- und den Schubspannungsverlauf an der Einspannstelle 1.
- Berechnen Sie die Normal- und die Schubspannungen in den Punkten A und B an der Einspannstelle 1.
- Stellen Sie den Spannungszustand im Punkt B an der Einspannstelle 1 im Mohr'schen Spannungskreis dar (Skalierung der Zeichnung: 10 N/mm^2 entsprechen 10 mm) und bestimmen Sie die Hauptspannungen sowie deren Richtungen.

Hinweis: Falls a) nicht gelöst wurde, darf für die Teilaufgaben c) bis e) mit folgenden Schnittgrössen an der Einspannstelle 1 gerechnet werden: $M_y = -55.0 \text{ kNm}$; $V_z = 40.0 \text{ kN}$; $T_x = -18.0 \text{ kNm}$.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

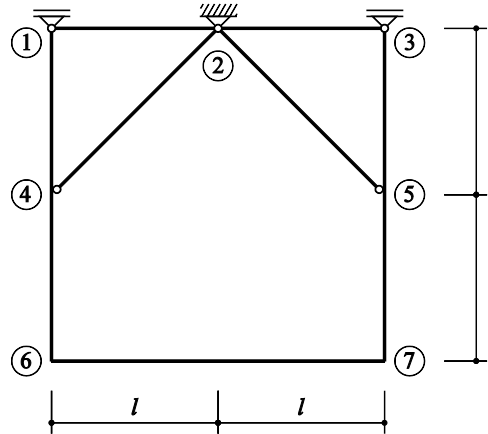


Bild 3

Gegeben ist das in Bild 3 dargestellte ebene Rahmentragwerk, welches bei 2 gelenkig und bei 1 und 3 verschieblich gelagert ist. Die Biegesteifigkeit aller Stäbe beträgt EI . Verformungen aufgrund von Normal- und Querkräften dürfen vernachlässigt werden ($EA \rightarrow \infty$; $GA_V \rightarrow \infty$). Die beiden Stäbe 2-4 und 2-5 sind um je Δl zu kurz produziert worden und müssen bei der Montage in das initial spannungsfreie System eingezwängt werden.

$$\Delta l = \frac{31 \cdot \sqrt{2} \cdot l}{1440}$$

- Bestimmen Sie die Schnittgrößen, welche entstehen, wenn die zu kurzen Stäbe 2-4 und 2-5 eingezwängt werden. Stellen Sie diese in Schnittgrössendiagrammen dar. Verwenden Sie dazu die Vorlage auf dem Lösungsbogen.
- Berechnen Sie die gegenseitige Verschiebung der Knoten 4 und 5.

Aufgabe 4 (12 Punkte)

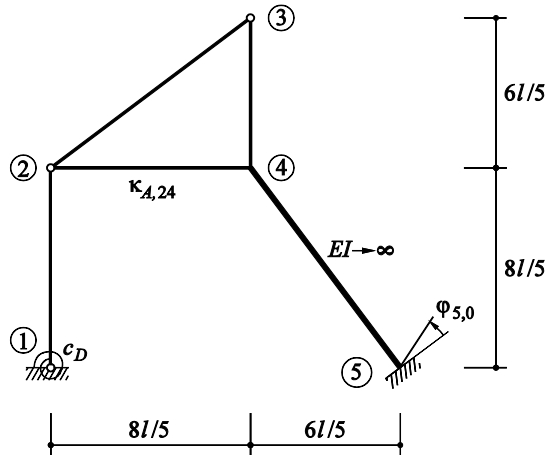


Bild 4

Das in Bild 4 dargestellte System ist in 1 elastisch und in 5 voll eingespannt. Der Stab 4-5 besitzt eine Biegesteifigkeit $EI_{45} \rightarrow \infty$, alle anderen Stäbe haben die konstante Biegesteifigkeit EI . Der Stab 2-4 hat die bezogene Dehnsteifigkeit $\kappa_{A,24}$. Die Normalkraftverformungen aller anderen Stäbe dürfen vernachlässigt werden ($EA \rightarrow \infty$), ebenso die Schubverformungen sämtlicher Stäbe ($GA_V \rightarrow \infty$).

Der Knoten 5 erfährt eine Verdrehung $\varphi_{5,0}$.

$$\kappa_{A,24} = \frac{A \cdot l_{24}^2}{I} = 10 \quad c_D = \frac{l}{2EI} \quad \varphi_{5,0} = \frac{1}{50}$$

- a) Skizzieren Sie qualitativ die Verformungsfigur des Systems, welche infolge der Knotenverdrehung $\varphi_{5,0}$ entsteht. Verwenden Sie dazu die Vorlage auf dem Lösungsbogen.
- b) Berechnen Sie die Schnittgrößen im Stab 2-4 infolge der Knotenverdrehung $\varphi_{5,0}$ und stellen Sie diese in Schnittgrössendiagrammen dar.

Aufgabe 5 (9 Punkte)

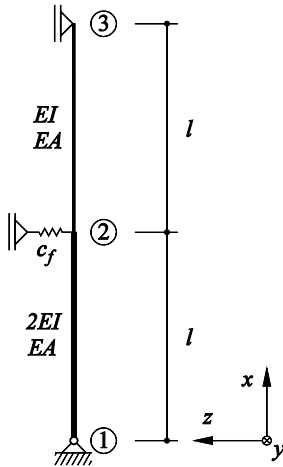


Bild 5.1

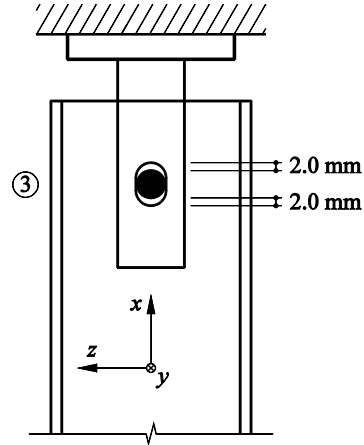


Bild 5.2

Die in Bild 5.1 dargestellte zweiteilige Stütze ist in 1 gelenkig, in 2 federelastisch und in 3 vertikal verschieblich gelagert. Die konstruktiv maximal mögliche vertikale Lagerverschieblichkeit in 3 beträgt ± 2.0 mm (siehe Bild 5.2). Knicken aus der Ebene ist verhindert. Die Stütze ist initial spannungsfrei und perfekt gerade. Ausgehend von der Raumtemperatur $T_0 = 20$ °C wird die Stütze gleichmässig erwärmt.

$l = 2.50$ m	$I = 801 \cdot 10^3$ mm ⁴	$c_f = \frac{l^3}{2EI}$
$E = 210$ kN/mm ²	$A = 764$ mm ²	
$\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6}$ °C ⁻¹	$GA_v \rightarrow \infty$	

Bestimmen Sie die Temperatur, bei welcher die Stütze ausknickt.

- Hinweise: Zur Ermittlung der Knickbedingung darf von dehnstarrten Stäben ausgegangen werden.
 Falls Sie die Aufgabe mit der Verformungsmethode II. Ordnung lösen, darf vereinfachend der Einfluss der Normalkräfte auf die Verformung von der Sehne aus vernachlässigt werden (d. h. $\alpha_{ik}, \beta_{ik}, \gamma_{ik}$ dürfen nach Theorie. I. Ordnung eingesetzt werden).
 E und α_T können als temperaturunabhängig betrachtet werden.

Aufgabe 6 (9 Punkte)

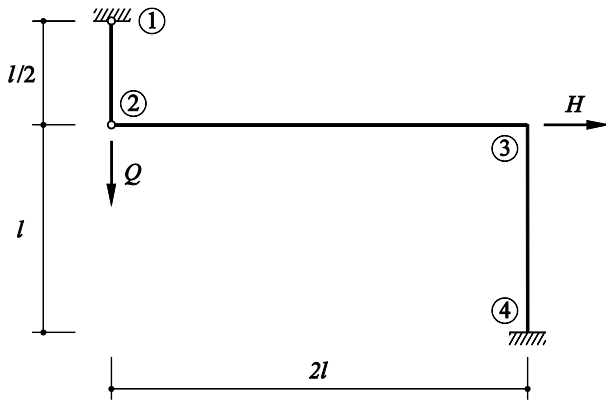


Bild 6.1

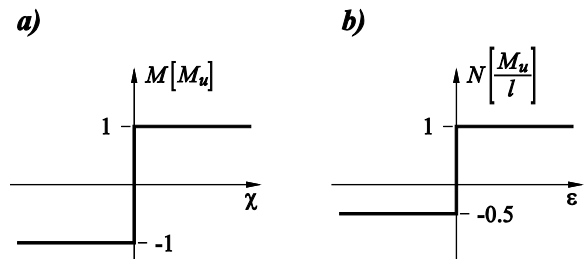


Bild 6.2

Gegeben ist das in Bild 6.1 dargestellte Stabtragwerk, welches bei 1 gelenkig gelagert und bei 4 voll eingespannt ist. Sämtliche Stäbe weisen Biegesteifigkeiten gemäss Bild 6.2 a) auf. Der Normalkraftwiderstand für den Stab 1-2 ist in Bild 6.2 b) dargestellt. Für die übrigen Stäbe ist der Normalkraftwiderstand N_u so gross, dass er nicht massgebend wird. Gleiches gilt für den Querkraftwiderstand V_u aller Stäbe. Stabilitätsprobleme können ausgeschlossen werden.

Das System wird durch die Einzellasten Q in 2 und H in 3 belastet.

- a) Bestimmen Sie die Traglasten und die zugehörige Fliessfigur für alle möglichen Kombinationen von $\pm Q$ und $\pm H$. Benutzen Sie zur Darstellung der Fliessfigur die Vorlage auf dem Lösungsbogen.
- b) Führen Sie für den Fall, in welchem H den maximalen positiven Wert aufweist und Q den grössten zugehörigen Wert annimmt, eine Plastizitätskontrolle durch.