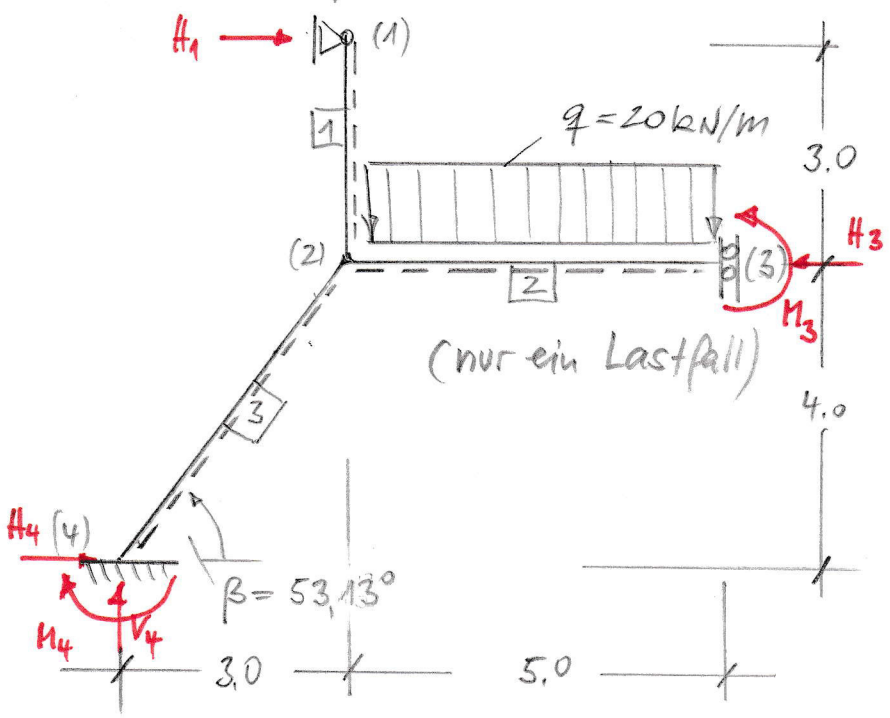


Übungsbeispiel 12 : DWV; WGV in Matrixdarstellung



für DWV: $EA = \infty$

für WGV: $EA = 12 \cdot EJ$

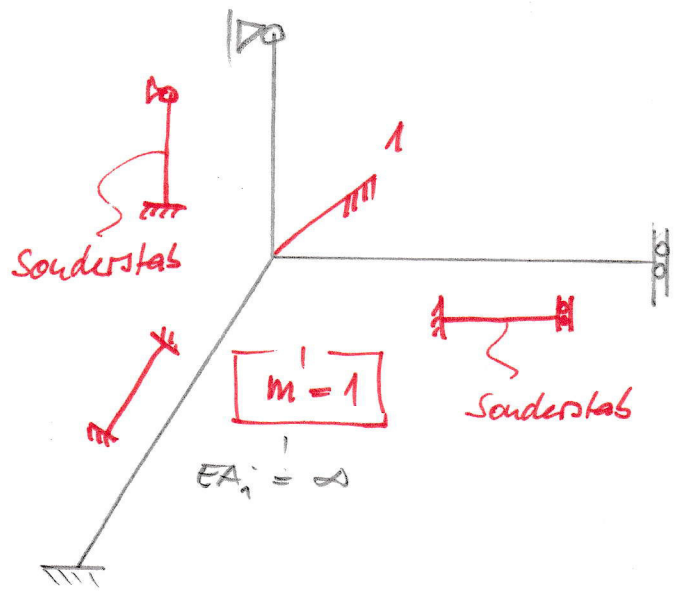
(nur ein Lastfall)

Identitätstafel:

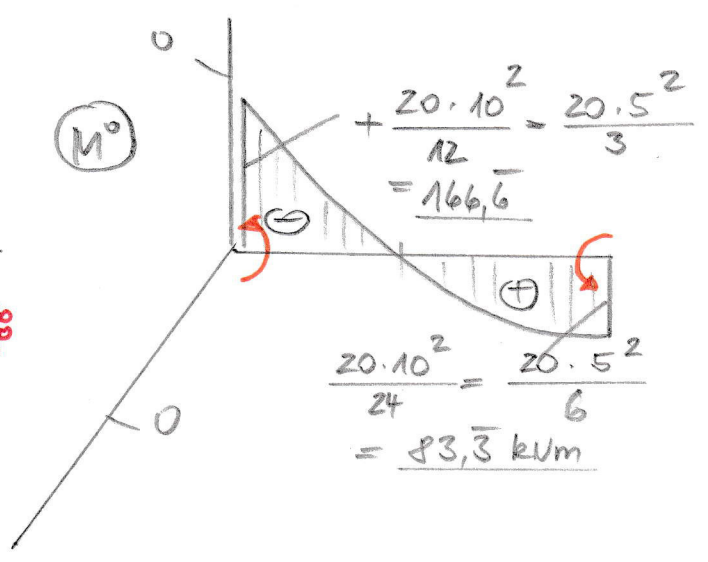
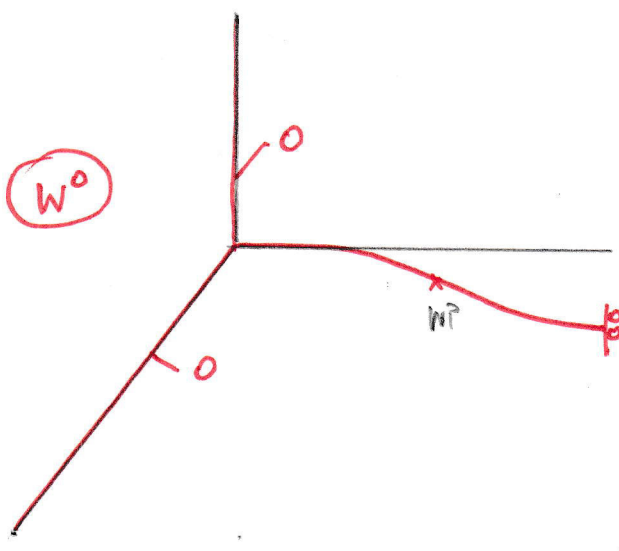
i	a	e	l	EJ	EA (*)	β
1	2	1	3.0	7200	86400	+90°
2	2	3	5.0	12000	144000	0°
3	4	2	5.0	12000	144000	53,13°

Ⓐ - Berechnung mit Hilfe des Drehwinkelverfahrens

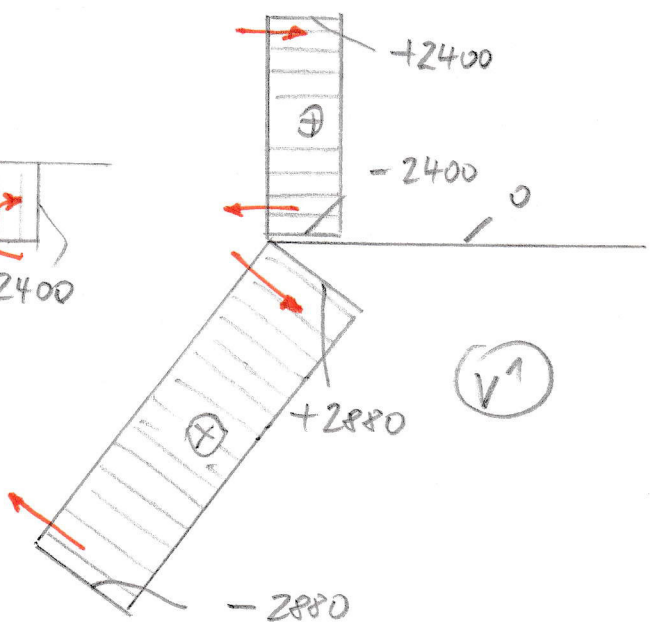
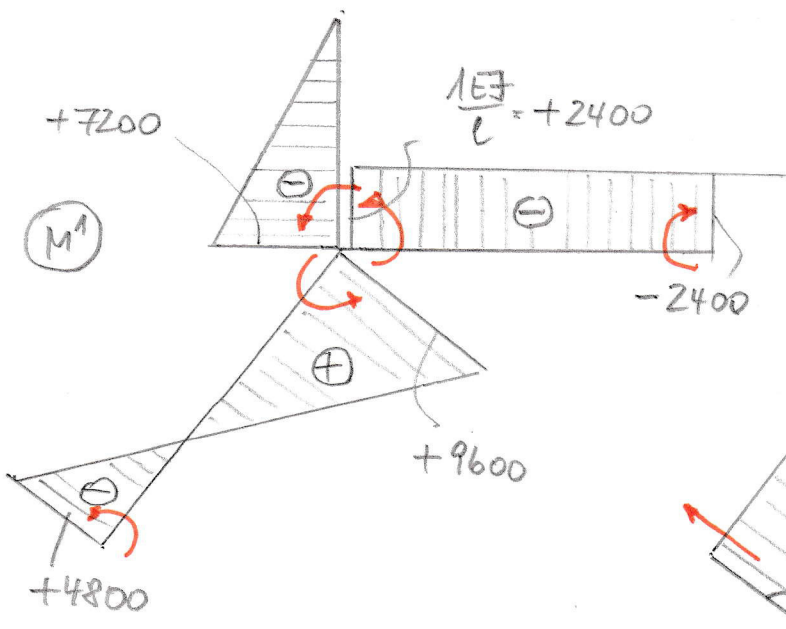
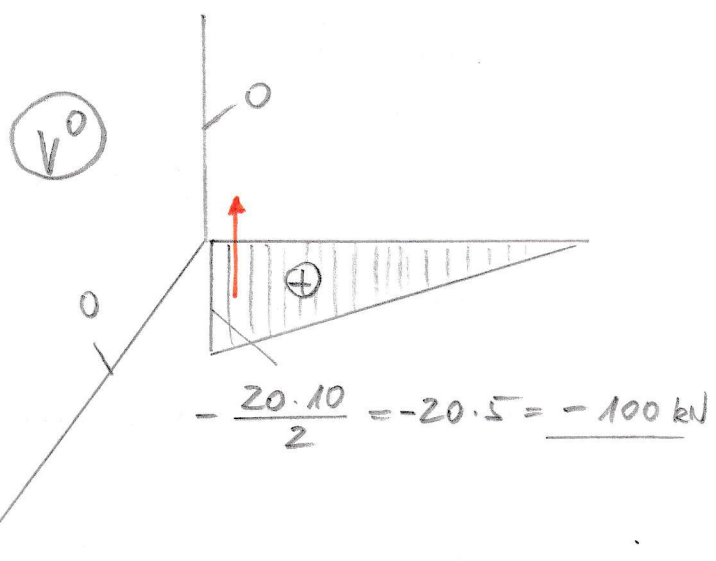
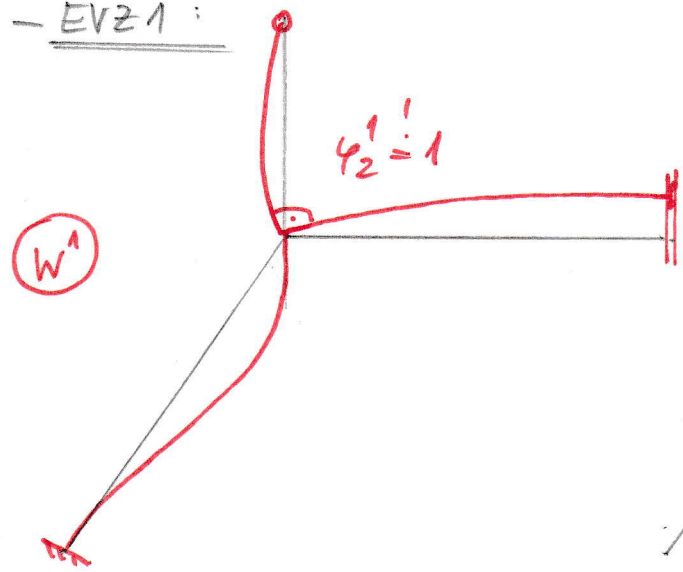
- kinematisch bestimmtes Hauptsystem



LVZ:



EVZ 1:



- Anstellen der Gleichgewichtsbedingung

$$\sum M_2 \stackrel{!}{=} 0 ; \quad +166,6 + y_1 (7200 + 9600 + 2400) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\leadsto y_1 = \underline{-8,68 \cdot 10^{-3}}$$

- Superposition (Nachlaufrechn.)

$$M_{2,0} = -8,68 \cdot 10^{-3} \cdot 7200 = \underline{-62,5 \text{ kNm}} \quad \cdot (-1)$$

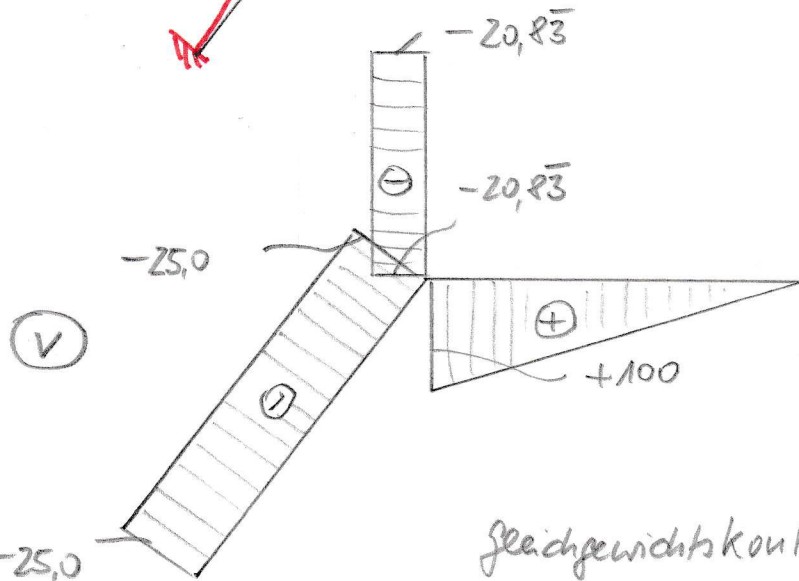
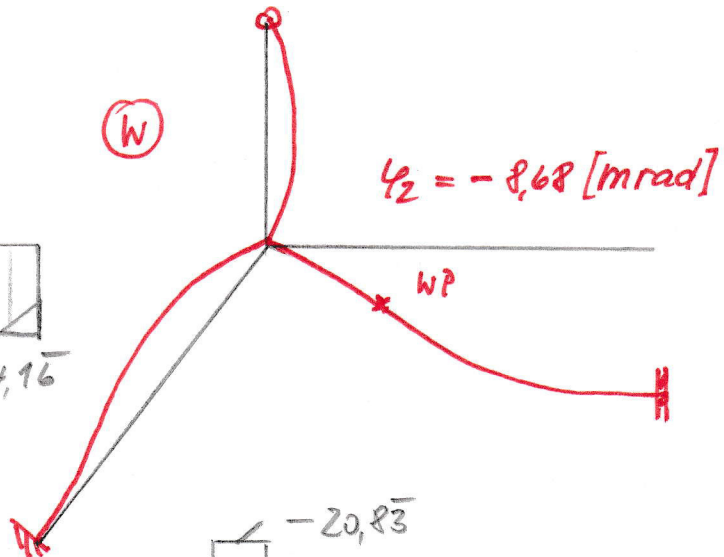
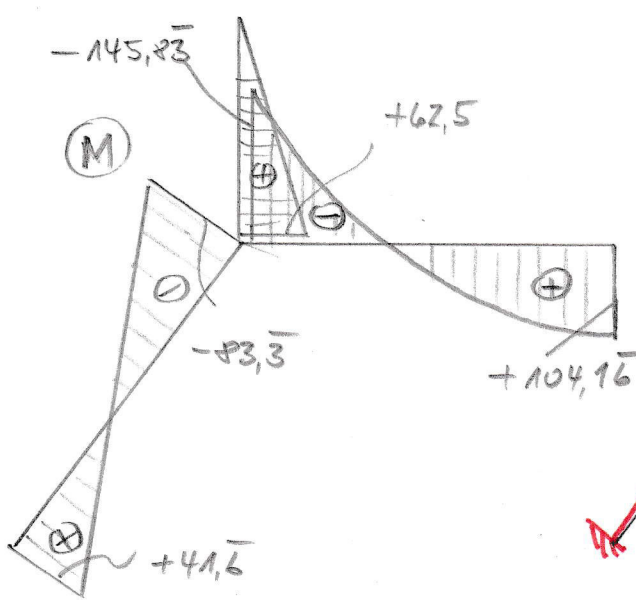
$$M_{2,U} = -8,68 \cdot 10^{-3} \cdot 9600 = \underline{-83,3 \text{ kNm}}$$

$$M_{2,r} = 166,6 - 8,68 \cdot 10^{-3} \cdot 2400 = \underline{+145,83 \text{ kNm}} \quad \cdot (-1)$$

$$V_{2,0} = -8,68 \cdot 10^{-3} \cdot (-2400) = \underline{+20,83 \text{ kN}} \quad \cdot (-1)$$

$$V_{2,U} = -8,68 \cdot 10^{-3} \cdot (+2880) = \underline{-25,0 \text{ kN}}$$

$$V_{2,r} = \underline{-100 \text{ kN}} \quad \cdot (-1)$$

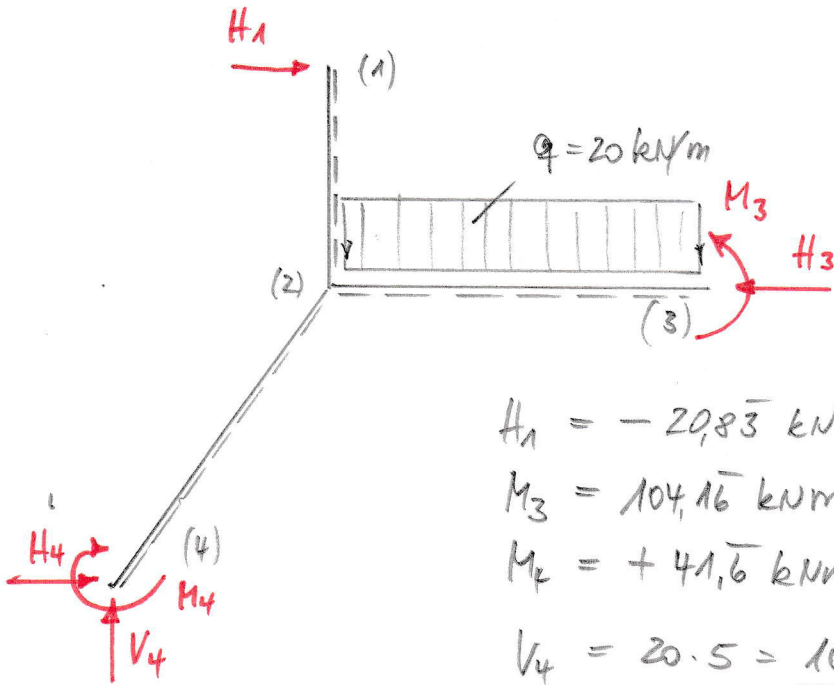


$$\textcircled{N} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\textcircled{A} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Gleichgewichtskontrolle ?

- Berechnung der Auflagerreaktionen und N-Verlauf
 „Nachlaufrechnung zur Nachlaufrechnung“



$$H_1 = -20,83 \text{ kN (aus V-Verlauf)}$$

$$M_3 = 104,16 \text{ kNm (aus M-Verlauf)}$$

$$M_4 = +41,6 \text{ kNm (---)}$$

$$V_4 = 20 \cdot 5 = \underline{100 \text{ kN}} \text{ (aus } \sum K_2 = 0)$$

→ unbekannt: H_4 und H_3

Lösung:

$$\sum M_3 = 0:$$

$$-V_4 \cdot 8,0 + H_4 \cdot 4,0 - M_4 - H_1 \cdot 3,0 + 20 \cdot 5 \cdot 2,5 + M_3 = 0$$

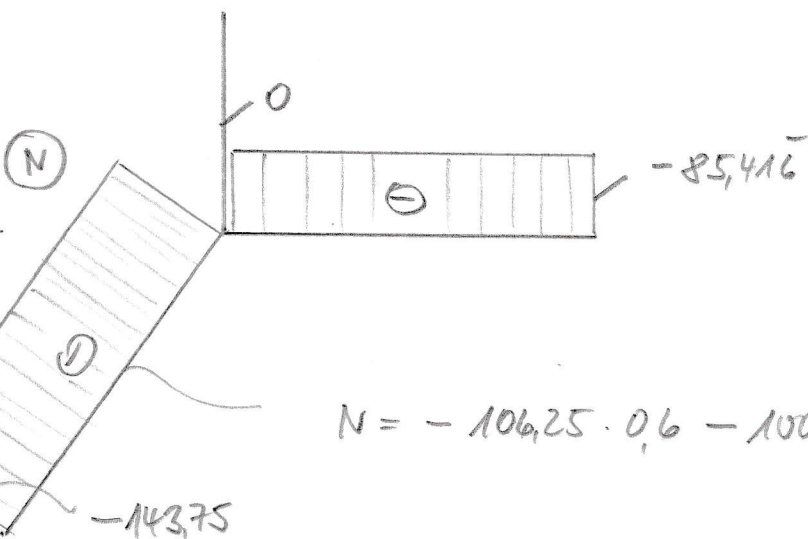
$$-100 \cdot 8,0 + H_4 \cdot 4,0 - 41,6 - (-20,83) \cdot 3 + 250 + 104,16 = 0$$

$$\rightarrow H_4 = \frac{+800 + 41,6 - 62,5 - 250 - 104,16}{4,0}$$

$$= \underline{106,25 \text{ kN}}$$

$$\rightarrow H_3 = 106,25 - 20,83$$

$$= \underline{85,416 \text{ kN}}$$



$$N = -106,25 \cdot 0,6 - 100 \cdot 0,8 = \underline{-143,75 \text{ kN}}$$

Ⓑ Berechnung mit Hilfe des W&V in Matrixdarst.

SCHRITT 1:

für jeden Stab i der Reihe nach:

- Erstellen der lokalen Stabsteifigkeitsmatrix \underline{K}^i
(in der Regel: 6×6 Matrix für ebenen Stab)
- Erstellen der lokalen Stabendschnittgrößen \underline{S}^{i0}
infolge Stablasten (Streckenlasten)
- ggf. Transformation auf globale Größen:

$$\underline{\bar{K}}^i = \underline{T}^T \cdot \underline{K}^i \cdot \underline{T} \quad \text{bzw.} \quad \underline{\bar{S}}^{i0} = \underline{T}^T \cdot \underline{S}^{i0}$$

- Teilmatrizen „benennen“:

$$\underline{\bar{K}}_{aa}^i; \underline{\bar{K}}_{ae}^i; \underline{\bar{K}}_{ea}^i; \underline{\bar{K}}_{ee}^i; \underline{\bar{S}}_a^{i0}; \underline{\bar{S}}_e^{i0}$$

„Kochrezept“

Stab i = 1

Stab-Kenndaten

Anfang a =	2	Knoten
Ende e =	1	Knoten
Länge l =	3,00	m
EA =	86400,0	kN
EI =	7200,0	kNm ²
Neigung =	90,0	°
Neigung =	1,5708	rad

zugehörige Lastdaten

pa =	0,0	kN/m Stab
pe =	0,0	kN/m Stab
qa =	0,0	kN/m T Stab
qe =	0,0	kN/m T Stab
T = (t _u +t _o)/2 =	0,0	C° (konst. üb. Länge)
Δt/h = (t _u -t _o)/h =	0,0	C°/m (konst. üb. Länge)
α _T =	1,20E-05	1/C°

Steifigkeitsmatrix K des i-ten Stab-Elementes mit zugehörigem Lastvektor s₀

Schritt 1

$[K_e^i]$

28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000	0,000
0,000	3200,000	-4800,000	0,000	-3200,000	-4800,000
0,000	-4800,000	9600,000	0,000	4800,000	4800,000
-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000	0,000
0,000	-3200,000	4800,000	0,000	3200,000	4800,000
0,000	-4800,000	4800,000	0,000	4800,000	9600,000

$[s_e^{i0}]$

0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00

Transformation auf globales Koordinatensystem

$[T_e^i]^T$

0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
0,000	0,000	0,000	-1,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

$[T_e^i]$

0,000	-1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	-1,000	0,000
0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

$[T_e^i]^T * [K_e^i]$

0,000	3200,000	-4800,000	0,000	-3200,000	-4800,000
-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000	0,000
0,000	-4800,000	9600,000	0,000	4800,000	4800,000
0,000	-3200,000	4800,000	0,000	3200,000	4800,000
28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000	0,000
0,000	-4800,000	4800,000	0,000	4800,000	9600,000

$[K_e^i] = [T_e^i]^T * [K_e^i] * [T_e^i]$

3200,000	0,000	-4800,000	-3200,000	0,000	-4800,000
0,000	28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000
-4800,000	0,000	9600,000	4800,000	0,000	4800,000
-3200,000	0,000	4800,000	3200,000	0,000	4800,000
0,000	-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000
-4800,000	0,000	4800,000	4800,000	0,000	9600,000

$[s_e^{i0}] = [T_e^i]^T * [s_e^{i0}]$

0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00

Stab i = 2

Stab-Kenndaten

Anfang a =	2	Knoten
Ende e =	3	Knoten
Länge l =	5,00	m
EA =	144000,0	kN
EI =	12000,0	kNm ²
Neigung =	0,0	°
Neigung =	0,0000	rad

zugehörige Lastdaten

pa =	0,0	kN/m Stab
pe =	0,0	kN/m Stab
qa =	20,0	kN/m T Stab
qe =	20,0	kN/m T Stab
T = (t _u +t _o)/2 =	0,0	C° (konst. üb. Länge)
Δt/h = (t _u -t _o)/h =	0,0	C°/m (konst. üb. Länge)
α _T =	1,20E-05	1/C°

Steifigkeitsmatrix K des i-ten Stab-Elementes mit zugehörigem Lastvektor s0

Schritt 1

$[K_e^i]$

28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000	0,000
0,000	1152,000	-2880,000	0,000	-1152,000	-2880,000
0,000	-2880,000	9600,000	0,000	2880,000	4800,000
-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000	0,000
0,000	-1152,000	2880,000	0,000	1152,000	2880,000
0,000	-2880,000	4800,000	0,000	2880,000	9600,000

$[s_e^{i0}]$

0,00
-50,00
41,67
0,00
-50,00
-41,67

Transformation auf globales Koordinatensystem

$[T_e^i]^T$

1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

$[T_e^i]$

1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

$[T_e^i]^T * [K_e^i]$

28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000	0,000
0,000	1152,000	-2880,000	0,000	-1152,000	-2880,000
0,000	-2880,000	9600,000	0,000	2880,000	4800,000
-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000	0,000
0,000	-1152,000	2880,000	0,000	1152,000	2880,000
0,000	-2880,000	4800,000	0,000	2880,000	9600,000

$[K_e^i] = [T_e^i]^T * [K_e^i] * [T_e^i]$

28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000	0,000
0,000	1152,000	-2880,000	0,000	-1152,000	-2880,000
0,000	-2880,000	9600,000	0,000	2880,000	4800,000
-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000	0,000
0,000	-1152,000	2880,000	0,000	1152,000	2880,000
0,000	-2880,000	4800,000	0,000	2880,000	9600,000

$[s_e^{i0}] = [T_e^i]^T * [s_e^{i0}]$

0,00
-50,00
41,67
0,00
-50,00
-41,67

Stab i = 3

Stab-Kenndaten

Anfang a =	4	Knoten
Ende e =	2	Knoten
Länge l =	5,00	m
EA =	144000,0	kN
EI =	12000,0	kNm ²
Neigung =	53,1	°
Neigung =	0,9273	rad

zugehörige Lastdaten

pa =	0,0	kN/m Stab
pe =	0,0	kN/m Stab
qa =	0,0	kN/m T Stab
qe =	0,0	kN/m T Stab
T = (t _u +t _o)/2 =	0,0	C° (konst. üb. Länge)
Δt/h = (t _u -t _o)/h =	0,0	C°/m (konst. üb. Länge)
α _T =	1,20E-05	1/C°

Steifigkeitsmatrix K des i-ten Stab-Elementes mit zugehörigem Lastvektor s⁰

Schritt 1

$[K_e^i]$

28800,000	0,000	0,000	-28800,000	0,000	0,000
0,000	1152,000	-2880,000	0,000	-1152,000	-2880,000
0,000	-2880,000	9600,000	0,000	2880,000	4800,000
-28800,000	0,000	0,000	28800,000	0,000	0,000
0,000	-1152,000	2880,000	0,000	1152,000	2880,000
0,000	-2880,000	4800,000	0,000	2880,000	9600,000

$[s_e^{i0}]$

0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00

Transformation auf globales Koordinatensystem

$[T_e^i]^T$

0,600	0,800	0,000	0,000	0,000	0,000
-0,800	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,600	0,800	0,000
0,000	0,000	0,000	-0,800	0,600	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

$[T_e^i]$

0,600	-0,800	0,000	0,000	0,000	0,000
0,800	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,600	-0,800	0,000
0,000	0,000	0,000	0,800	0,600	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

$[T_e^i]^T * [K_e^i]$

17280,000	921,600	-2304,000	-17280,000	-921,600	-2304,000
-23040,000	691,200	-1728,000	23040,000	-691,200	-1728,000
0,000	-2880,000	9600,000	0,000	2880,000	4800,000
-17280,000	-921,600	2304,000	17280,000	921,600	2304,000
23040,000	-691,200	1728,000	-23040,000	691,200	1728,000
0,000	-2880,000	4800,000	0,000	2880,000	9600,000

$[K_e^i] = [T_e^i]^T * [K_e^i] * [T_e^i]$

11105,280	-13271,040	-2304,000	-11105,280	13271,040	-2304,000
-13271,040	18846,720	-1728,000	13271,040	-18846,720	-1728,000
-2304,000	-1728,000	9600,000	2304,000	1728,000	4800,000
-11105,280	13271,040	2304,000	11105,280	-13271,040	2304,000
13271,040	-18846,720	1728,000	-13271,040	18846,720	1728,000
-2304,000	-1728,000	4800,000	2304,000	1728,000	9600,000

$[s_e^{i0}] = [T_e^i]^T * [s_e^{i0}]$

0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00

SCHRITT 2:

- Aufbau einer quadratischen Gesamtmatrix \underline{K}_G (Anzahl der Zeilen und Spalten errechnet sich aus der Anzahl der Knoten mal Anzahl der Freiheitsgrade; id. R. $\bar{u}, \bar{w}, \bar{\varphi}$)
- Einsetzen der Teilmatrizen $\underline{K}_{aa}^i, \underline{K}_{ae}^i, \underline{K}_{ea}^i$ und \underline{K}_{ee}^i an „vorgesehener“ Stelle (immer: Addition bei Knoten, an denen mehr als ein Stab anbindet)
- Aufbau der Lastmatrix \underline{S}_G (Anzahl der Zeilen wie \underline{K}_G ; Anzahl der Spalten ergibt sich durch Anzahl der Lastfälle)
- Einsetzen der Teilmatrizen \underline{S}_a^i und \underline{S}_e^i an „vorgesehener“ Stelle (immer: Addition bei Knoten, an denen mehr als ein Stab anbindet)
- Ergänzen der Knotenlasten mit negativem Vorzeichen in Lastvektor in vorgesehener Zeile: $-\underline{\Gamma}_G = +\underline{S}_G - \underline{P}_G$
- ggf. Lastvektor ergänzen bei eingepreägten Auflagerverformungen (Multiplikation der Weggrößen mit entspr. Spalte in \underline{K}_G)
- ggf. \underline{K}_G ergänzen durch Federsteifigkeiten auf Hauptdiagonalen (bei elastischen Auflagerbedingungen)
- Ziel: Aufstellen aller Gleichgewichtsbedingungen in Abhängigkeit der Knotenweggrößen:

$$\underline{K}_{G,C} \cdot \underline{V}_G = \underline{\Gamma}_{G,EAB}$$

„Kochrezept“

$$\begin{matrix} \bar{K}_{11} & \bar{K}_{12} & \bar{K}_{13} & \bar{K}_{14} \\ \bar{K}_{21} & \bar{K}_{22} & \bar{K}_{23} & \bar{K}_{24} \\ \bar{K}_{31} & \bar{K}_{32} & \bar{K}_{33} & \bar{K}_{34} \\ \bar{K}_{41} & \bar{K}_{42} & \bar{K}_{43} & \bar{K}_{44} \end{matrix} \cdot \begin{matrix} \bar{V}_1 \\ \bar{V}_2 \\ \bar{V}_3 \\ \bar{V}_4 \end{matrix} + \begin{matrix} \bar{S}_1 - \bar{P}_1 \\ \bar{S}_2 - \bar{P}_2 \\ \bar{S}_3 - \bar{P}_3 \\ \bar{S}_4 - \bar{P}_4 \end{matrix} = \underline{0}$$

	$[K_G] = \Sigma [K_G^i]$				$[s_G^0] = \Sigma [s_G^{i0}]$				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	3200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	28800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-3200,00	0,00	0,00	0,00	-28800,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	-28800,00	0,00	0,00	4800,00	-2496,00	0,00	0,00	2304,00
	4800,00	0,00	0,00	0,00	43105,28	-13271,04	-1152,00	-2880,00	1728,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	-13271,04	48798,72	-1152,00	-18846,72	4800,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	-2496,00	-1152,00	28800,00	4800,00	-1728,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	-28800,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	-1152,00	1152,00	2880,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	2880,00	2880,00	9600,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	11105,28	13271,04	11105,28	-13271,04	-2304,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	13271,04	-18846,72	18846,72	18846,72	-1728,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	2304,00	1728,00	-2304,00	-1728,00	9600,00

SCHRITT 3 :

- Berücksichtigung der starren Auflagerbeding.
- Knotenweise prüfen, welche Weggröße gesperrt ist (Reihenfolge: $\bar{U}, \bar{W}, \bar{\varphi}$) \rightarrow zugeh. Zeile!
 - Zeilenweise Einfügen von Nullen auf Nebendiagonalelementen der Matrix $\bar{K}_{G,C}$
 - aber: Einfügen der "1" auf Hauptdiagonalelement (je Auflagerbedingung)
 - Zeilenweise Einfügen von Nullen im Lastvektor $\bar{r}_{G,EAB}$ (für jeden Lastfall);
Ausnahme: Einsetzen der eingepprägten Weggröße bei zugehörigem Lastfall!
 - Spaltenweise (je Auflagerbedingung) Einsetzen von Nullen auf Nebendiagonalelementen der Matrix $\bar{K}_{G,C}$
 - Ziel: lösbares Gleichungssystem (ohne linear abhängige Gleichungen)

$$\bar{K}_{G,C, RB} \cdot \bar{V}_G = \bar{r}_{G,EAB, RB}$$

SCHRITT 4 :

- Lösen des Gleichungssystem;
- Lösungsvektor enthält alle Knotenweggrößen mit Bezug auf globales KS

$$\bar{K}_{G,C, RB}^{-1} \cdot \bar{r}_{G,EAB, RB} = \bar{V}_G$$

SCHRITT 5 :

Nachlaufrechnung

- Ermittlung der Stabendschnittgrößen für jeden Stab in Abhängigkeit von den angrenzenden Knotenweggrößen (identisch mit den Stabendweggrößen durch

$$\underline{s}^i = \underline{K}^i \cdot \underline{v}^i + \underline{s}^{i0} \quad \text{mit } \underline{v}^i = \underline{T} \cdot \underline{\bar{v}}^i$$

- Bei Stabneigung mit $\beta \neq 0$ müssen die globalen Stabendweggrößen, die identisch sind mit den angrenzenden (globalen) Knotenweggrößen, in lokale Stabendweggrößen umgerechnet werden:

$$\underline{v}^i = \underline{T} \cdot \underline{\bar{v}}^i = \underline{T} \cdot \underline{D}^i \cdot \underline{\bar{v}}_G$$

- Die ermittelten Stabendschnittgrößen in \underline{s}^i müssen für die Angabe der Schnittgrößen nach Baustatik-Vorzeichen am Stabaufgang mit (-1) multipliziert werden:

$$\underline{s}^i = \begin{array}{|c|} \hline \underline{s}_a^i \\ \hline \underline{s}_e^i \\ \hline \end{array}$$

$$\hat{\underline{s}}^i = \begin{array}{|c|} \hline -\underline{s}_a^i \\ \hline \underline{s}_e^i \\ \hline \end{array}$$

Stab 1:

Ermittlung der zugeh. Stabendweggrößen (Bezug auf glob. Koord.-System)

$$[\tilde{v}_e^i] = [D^i] * [v_e^i]$$

2	2,581E-03
	7,984E-03
	-9,386E-03
	0,000E+00
1	7,984E-03
	5,984E-03

.. (Bezug auf lokales Koord.-system)

$$[v_e^i] = [T^i] * [\tilde{v}_e^i]$$

-7,984E-03
2,581E-03
-9,386E-03
-7,984E-03
4,891E-19
5,984E-03

Berechnung der Stabendschnittgrößen

$$[s_{e1}^i] = [K_e^i] * [v_e^i]$$

2	0,000
	24,592
	-73,775
	0,000
1	-24,592
	0,000

$$[s_{e2}^i] = [s_e^{i0}]$$

0,000
0,000
0,000
0,000
0,000
0,000

$$[s_e^i] = [s_{e1}^i] + [s_{e2}^i]$$

0,000
24,592
-73,775
0,000
-24,592
0,000

-1
-1
-1
1
1
1

nach Baustatik

0,000
-24,592
73,775
0,000
-24,592
0,000

Stab 2:

Ermittlung der zugeh. Stabendweggrößen (Bezug auf glob. Koord.-System)

$$[\tilde{v}_e^i] = [D^i] * [v_e^i]$$

2	2,581E-03
	7,984E-03
	-9,386E-03
	0,000E+00
3	7,485E-02
	0,000E+00

.. (Bezug auf lokales Koord.-system)

$$[v_e^i] = [T^i] * [\tilde{v}_e^i]$$

2,581E-03
7,984E-03
-9,386E-03
0,000E+00
7,485E-02
0,000E+00

Berechnung der Stabendschnittgrößen

$$[s_{e1}^i] = [K_e^i] * [v_e^i]$$

2	74,328
	-50,000
	102,473
	-74,328
3	50,000
	147,527

$$[s_{e2}^i] = [s_e^{i0}]$$

0,000
-50,000
41,667
0,000
-50,000
-41,667

$$[s_e^i] = [s_{e1}^i] + [s_{e2}^i]$$

74,328
-100,000
144,140
-74,328
0,000
105,860

-1
-1
-1
1
1
1

nach Baustatik

-74,328
100,000
-144,140
-74,328
0,000
105,860

Stab 3:

Ermittlung der zugeh. Stabendweggrößen (Bezug auf glob. Koord.-System)

$$[\tilde{v}_e^i] = [D^i] * [v_e^i]$$

4	0,000E+00
	0,000E+00
	0,000E+00
	2,581E-03
2	7,984E-03
	-9,386E-03

.. (Bezug auf lokales Koord.-system)

$$[v_e^i] = [T^i] * [\tilde{v}_e^i]$$

0,000E+00
0,000E+00
0,000E+00
-4,839E-03
6,855E-03
-9,386E-03

Berechnung der Stabendschnittgrößen

$$[s_{e1}^i] = [K_e^i] * [v_e^i]$$

4	139,351
	19,135
	-25,311
	-139,351
2	-19,135
	-70,365

$$[s_{e2}^i] = [s_e^{i0}]$$

0,000
0,000
0,000
0,000
0,000
0,000

$$[s_e^i] = [s_{e1}^i] + [s_{e2}^i]$$

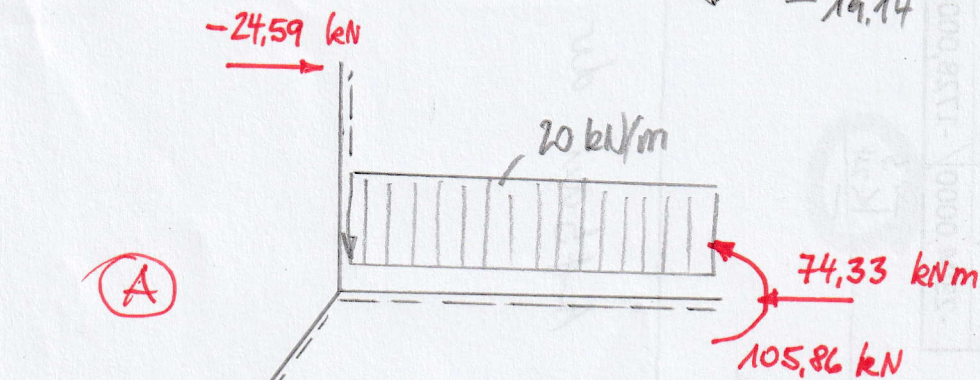
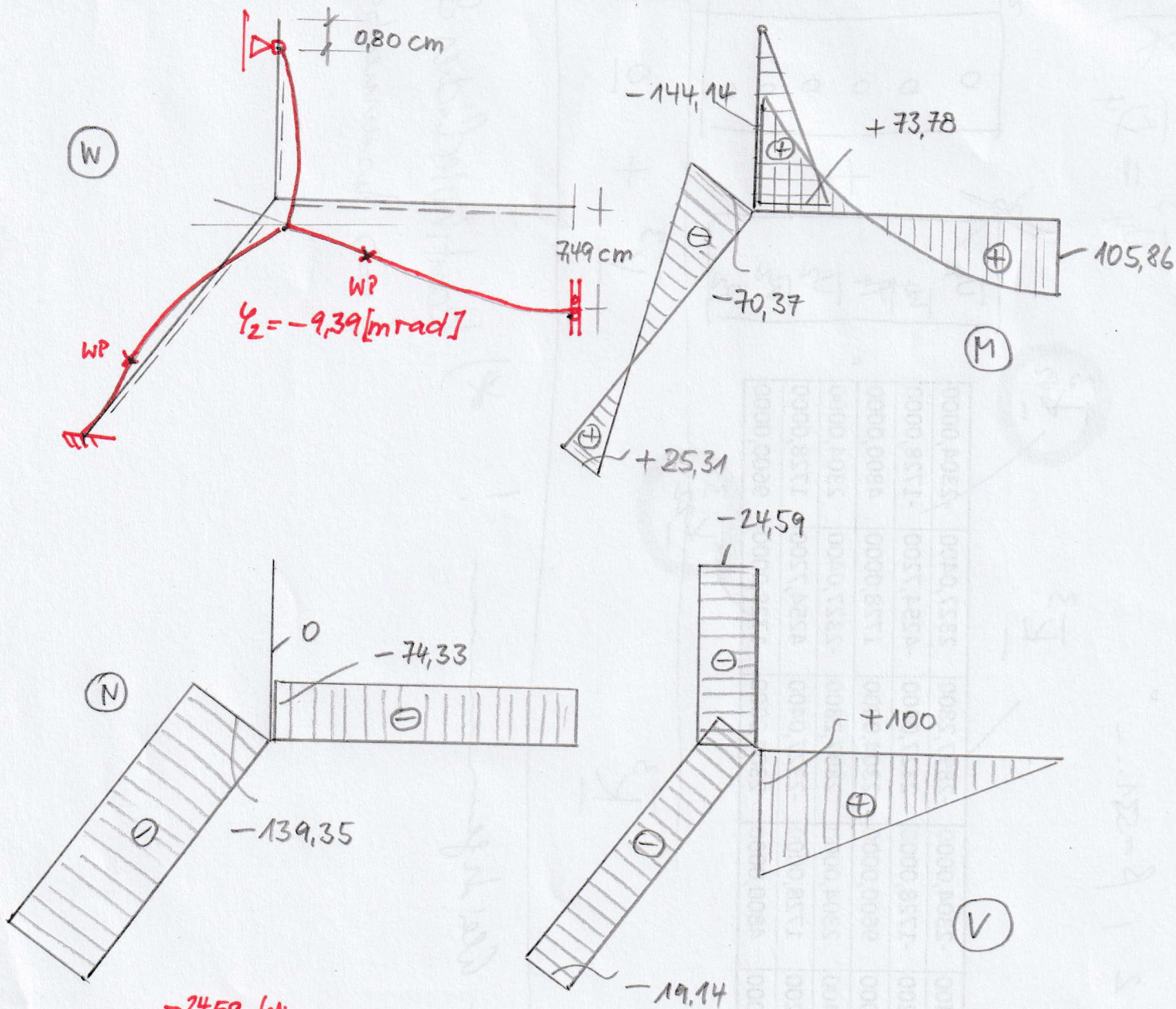
139,351
19,135
-25,311
-139,351
-19,135
-70,365

-1
-1
-1
1
1
1

nach Baustatik

-139,351
-19,135
25,311
-139,351
-19,135
-70,365

Darstellung der Zustandsgrößen



$$H_4 = +139,35 \cdot 0,6 + 19,14 \cdot 0,8 = 98,92 \text{ kN}$$

$$V_4 = +139,35 \cdot 0,8 - 19,14 \cdot 0,6 = 100 \text{ kN}$$

25,31

$H_4 = 98,92 \text{ kN}$

$V_4 = 100 \text{ kN}$

vgl. Excel-Tool (Schritt 6)