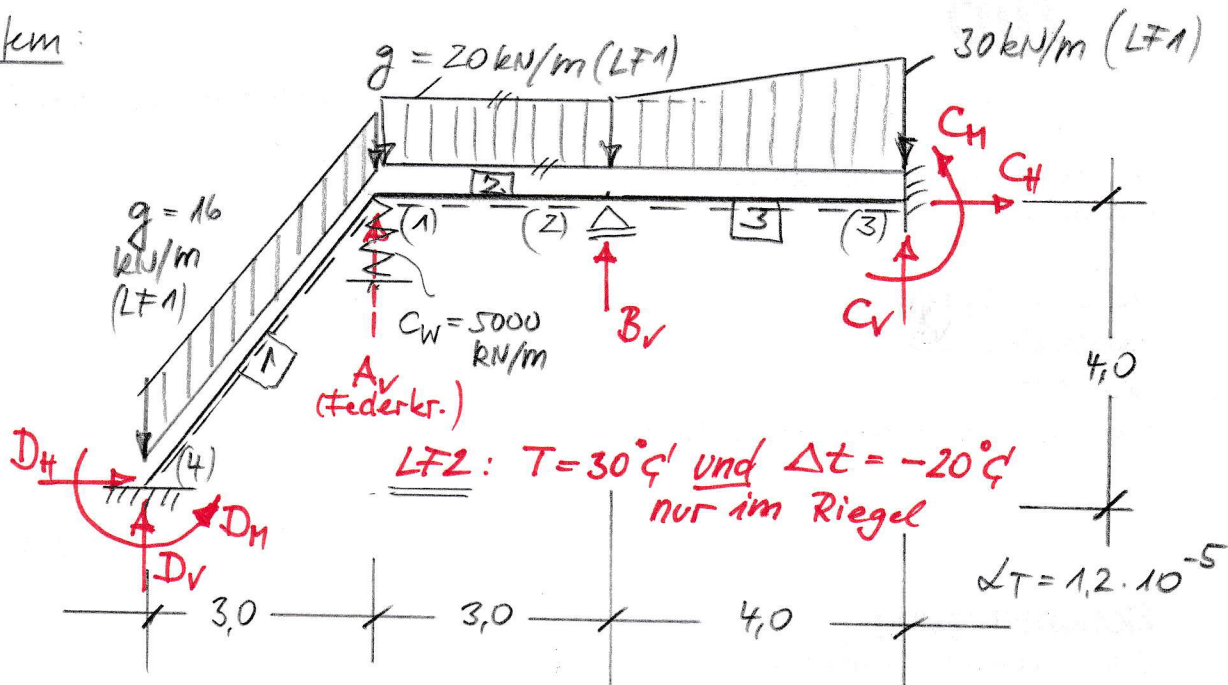


2. Beispiel zum WGV: ("Wir gehen in die Vollen!")

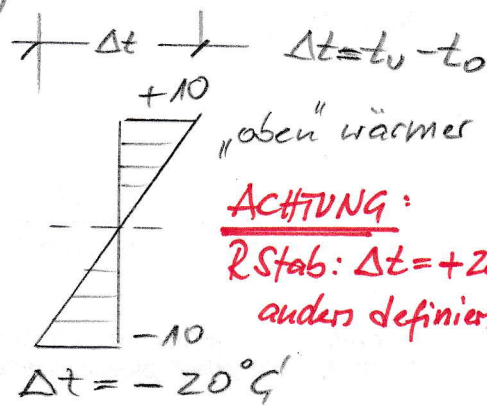
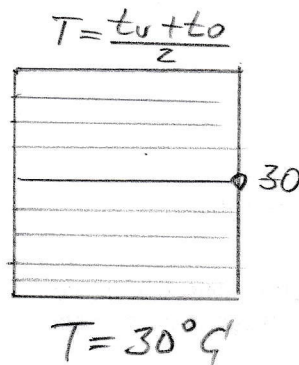
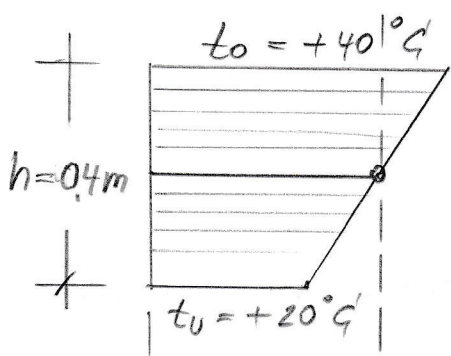
- System:



Inzidenzmatrix:

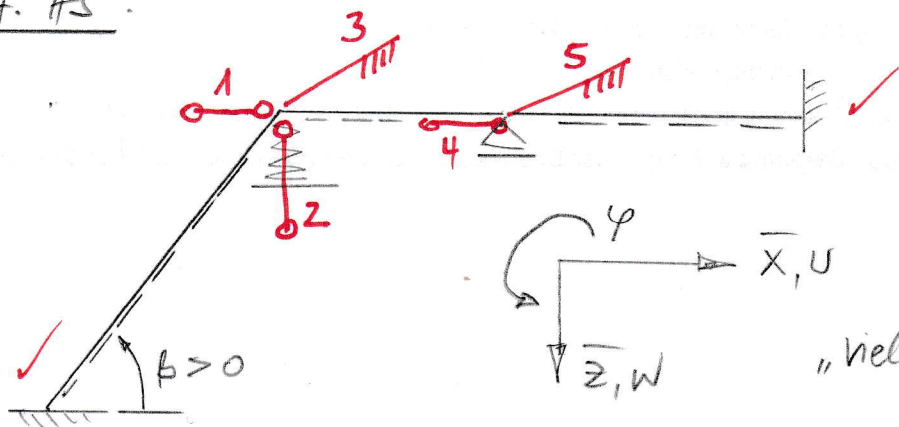
Stab	a	e	L [m]	EA [kN]	EJ [kNm <sup>2</sup> ]	Winkel β°	h [m]
1	4	1	5,0	82000	6000	+ 53,13	0,3
2	1	2	3,0	120000	10000	0	0,4
3	2	3	4,0	120000	10000	0	0,4

Hinweis: zu LF2 (nur im Stab 2 + 3)



**ACHTUNG:**  
R Stab: Δt = +20 °C  
anders definiert

- kin. best. HS:



**m = 5**

"viel zu tun!"

LVZ1 : Eigengewicht in allen Stäben

Hinweis 1:

$$g_{\perp} = g \cdot \cos \beta$$

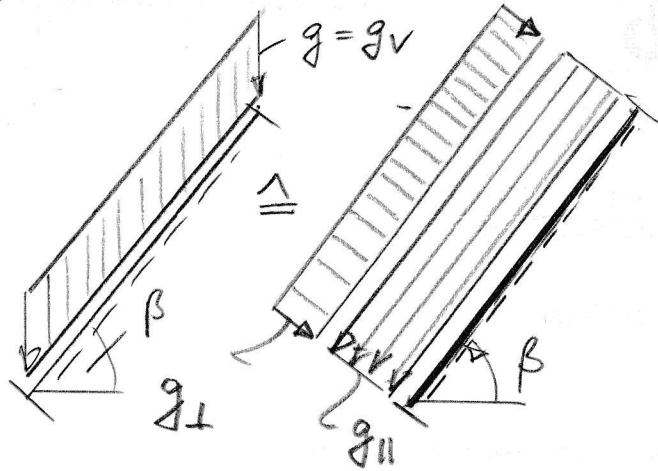
$$= 16 \cdot 0,6$$

$$= \underline{\underline{9,6 \text{ kN/m}}}$$

$$g_{\parallel} = g \cdot \sin \beta$$

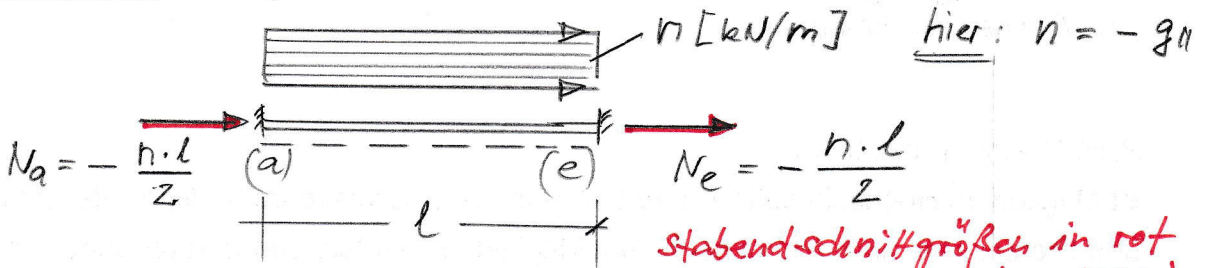
$$= 16 \cdot 0,8$$

$$= \underline{\underline{12,8 \text{ kN/m}}}$$



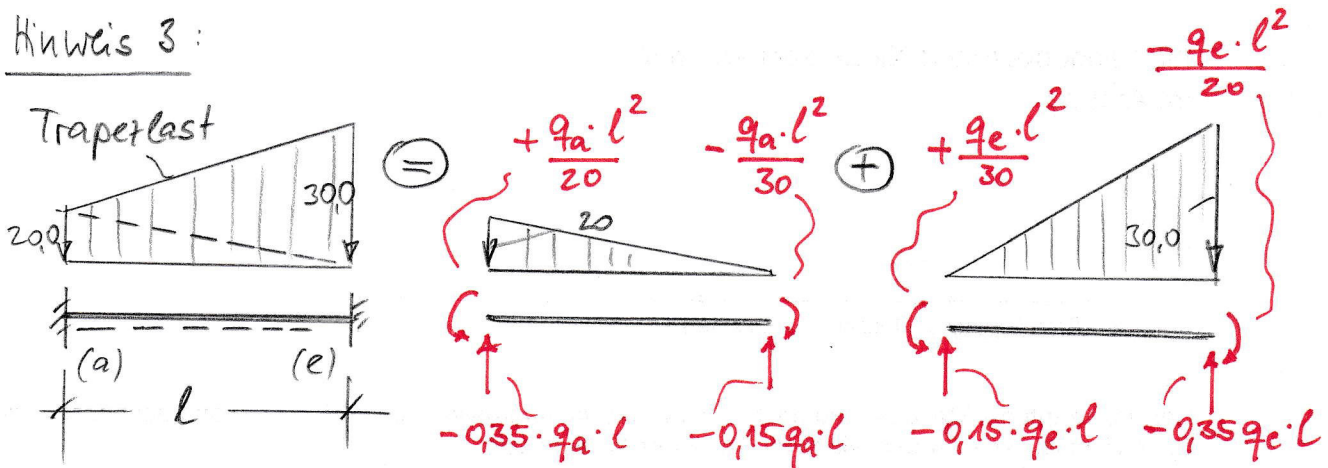
vgl. Schneider  
(Aufg. 21;  
§ 4.13)

Hinweis 2: vgl. Schneider (21. Aufl.; § 4.10; Tab. 1.1.4)

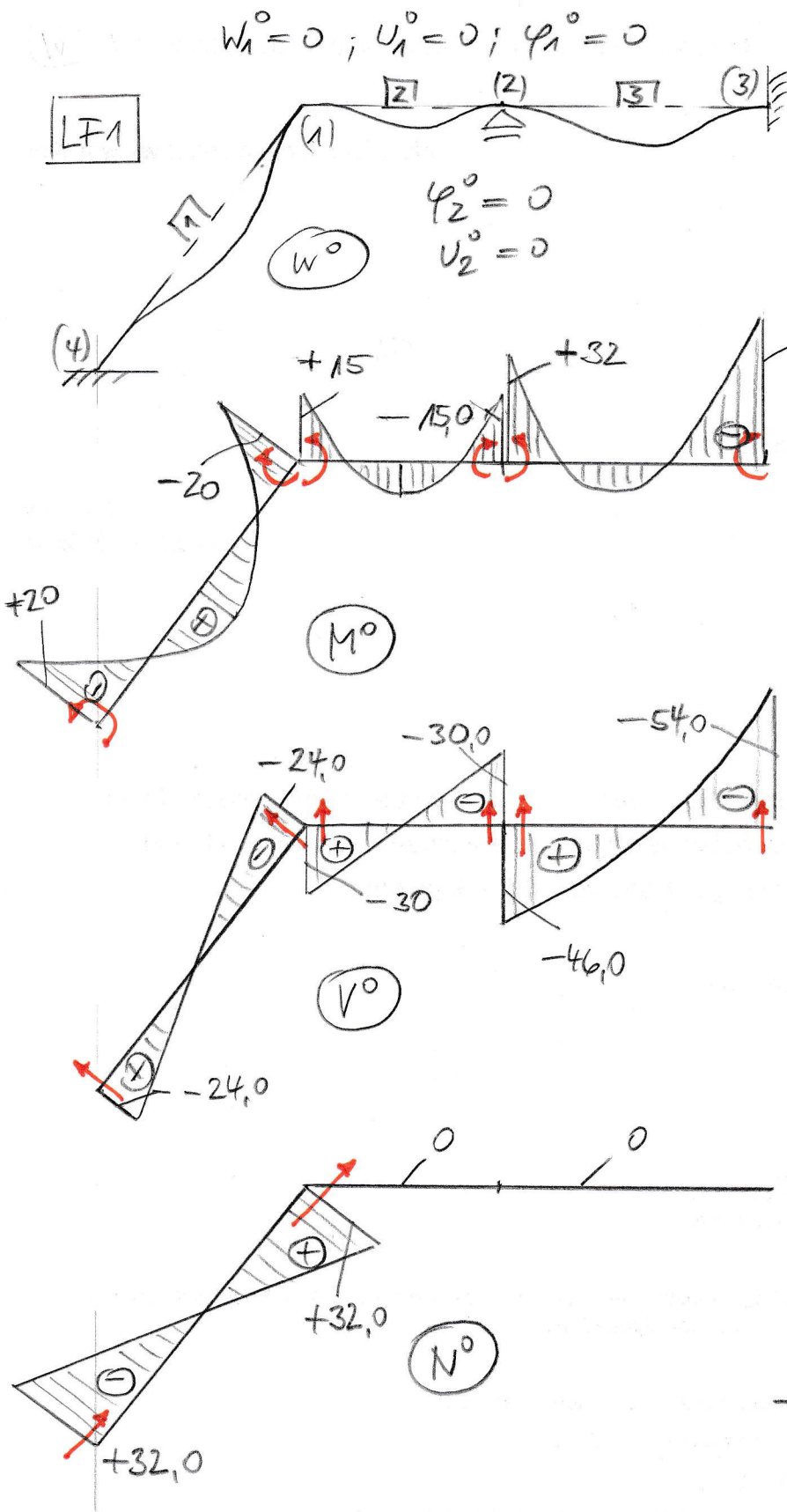


Stabendschnittgrößen in rot  
(mit Vorzeichen des WÄV)

Hinweis 3:



→ mit dieser "Lastzerlegung" ist jedes Lastbild  
modellierbar → "immer die gleichen Formeln"



Wirkung der  
 Stabend-  
 Schnittgrößen

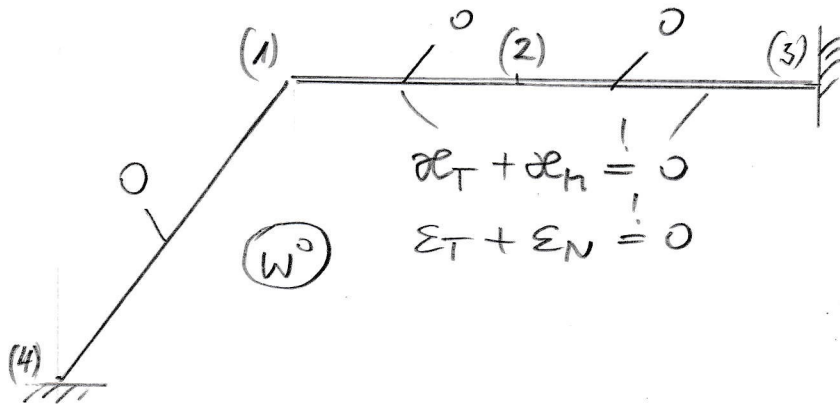
$$\underline{\underline{S_1^A}} = \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline -40,0 \\ \hline -20,0 \\ \hline \end{array}$$

AUFGABE:

Alle Werte überprüfen  
(inkl. Vorzeichen)

Hinweis: am Knoten 1 treffen  $N$ - und  $V$ -größen mit  
unterschiedl. Orientierung aufeinander  
 ~ später: Transformation der Schnittgr.  
am Ende des 1. Stabes!

L#2



$$\alpha_T + \alpha_N = 0$$

$$\epsilon_T + \epsilon_N = 0$$

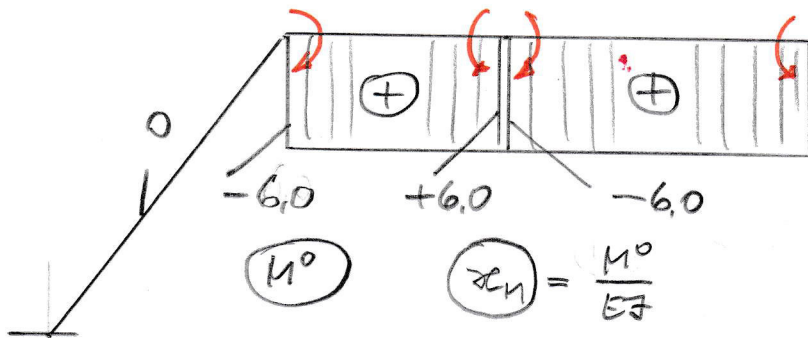
$w^0$

$$\alpha_T = \alpha_T \frac{\Delta t}{h}$$

$$= -0,0006 \text{ [1/m]}$$

$$\epsilon_T = \alpha_T \cdot T$$

$$= +0,00036 \text{ [-]}$$



$$- \epsilon_T \cdot EJ$$

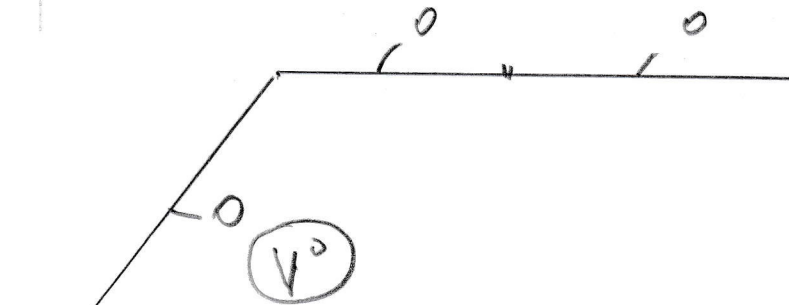
$$= +6,0$$

$M^0$

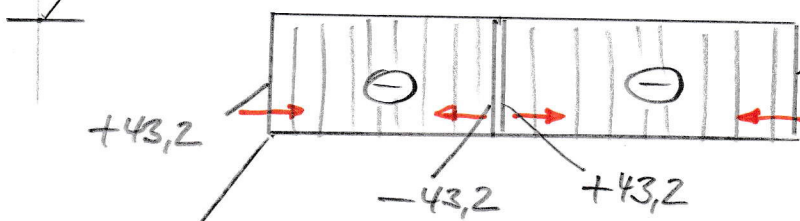
$$\alpha_N = \frac{M^0}{EJ}$$

\*)

$\curvearrowright$  Wirkung der Stabend-  
 $\downarrow$  schmittgrößen  
 $\rightarrow$



$V^0$

$$\bar{S}_1^0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$


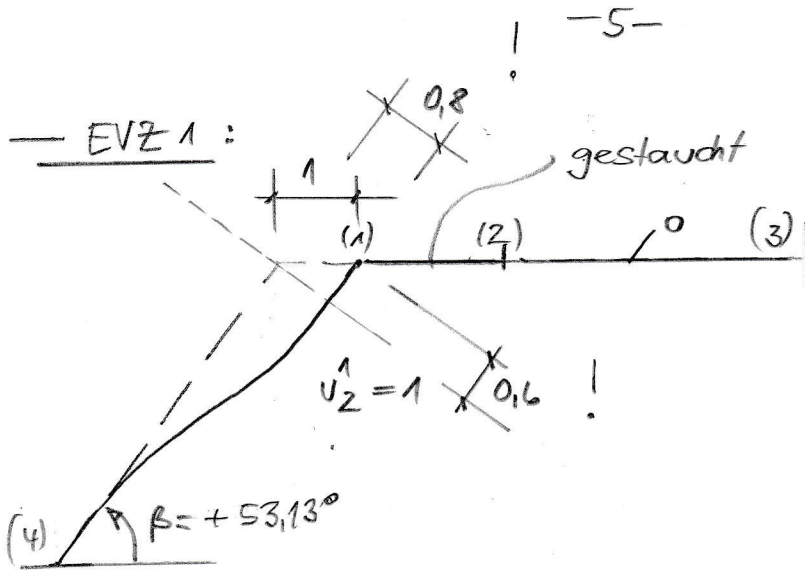
$$- \epsilon_T \cdot EA$$

$$= -43,2 \text{ kN}$$

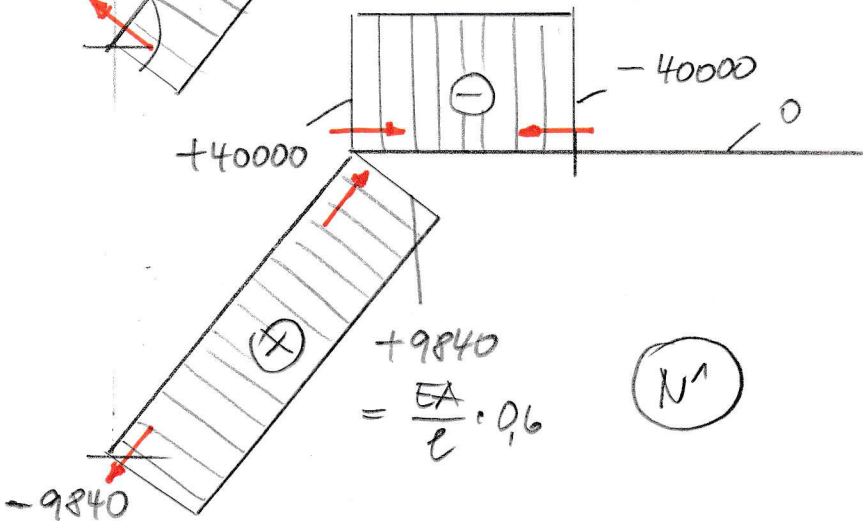
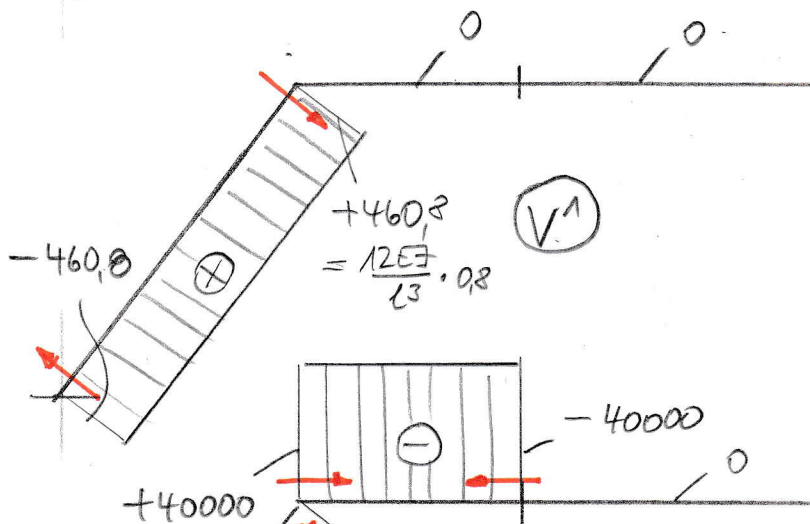
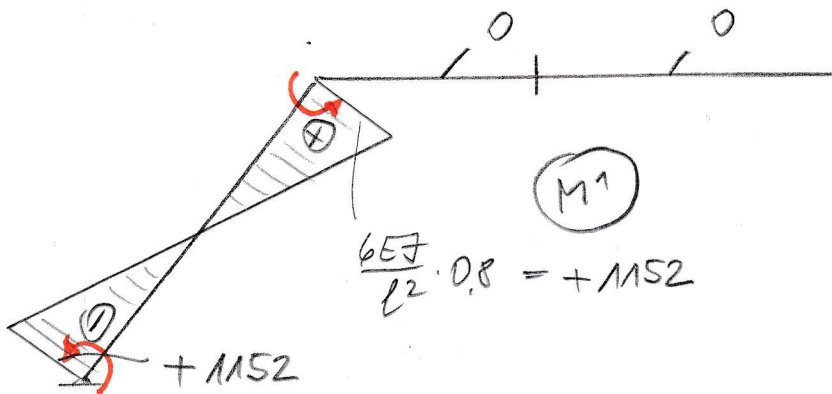
$N^0$

$$\epsilon_N = \frac{N^0}{EA}$$

\*) Stäbe 2 und 3 wollen/müssen wegen Temp. T länger werden, können es aber nicht, weil die Fesseln und Auflager sie daran hindern  $\rightarrow$  Es bauen sich zwangsweise Druckkräfte auf!



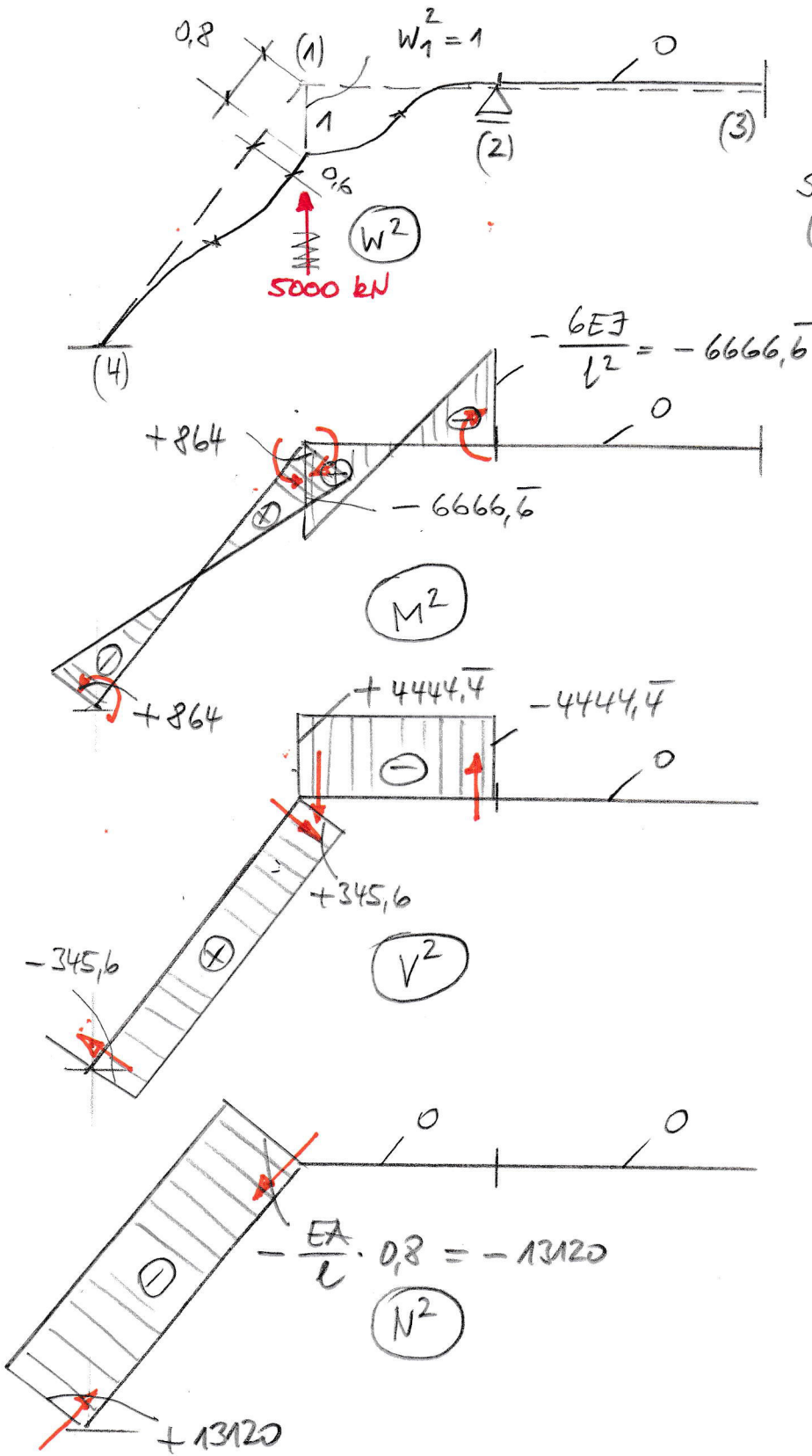
Stab 1 wird verkrümmt und gelängt



$$\bar{S}_1^1 = \begin{array}{|c|} \hline 6272,64 \\ \hline -7595,52 \\ \hline 1152,0 \\ \hline \end{array}$$

- EVZ 2 :

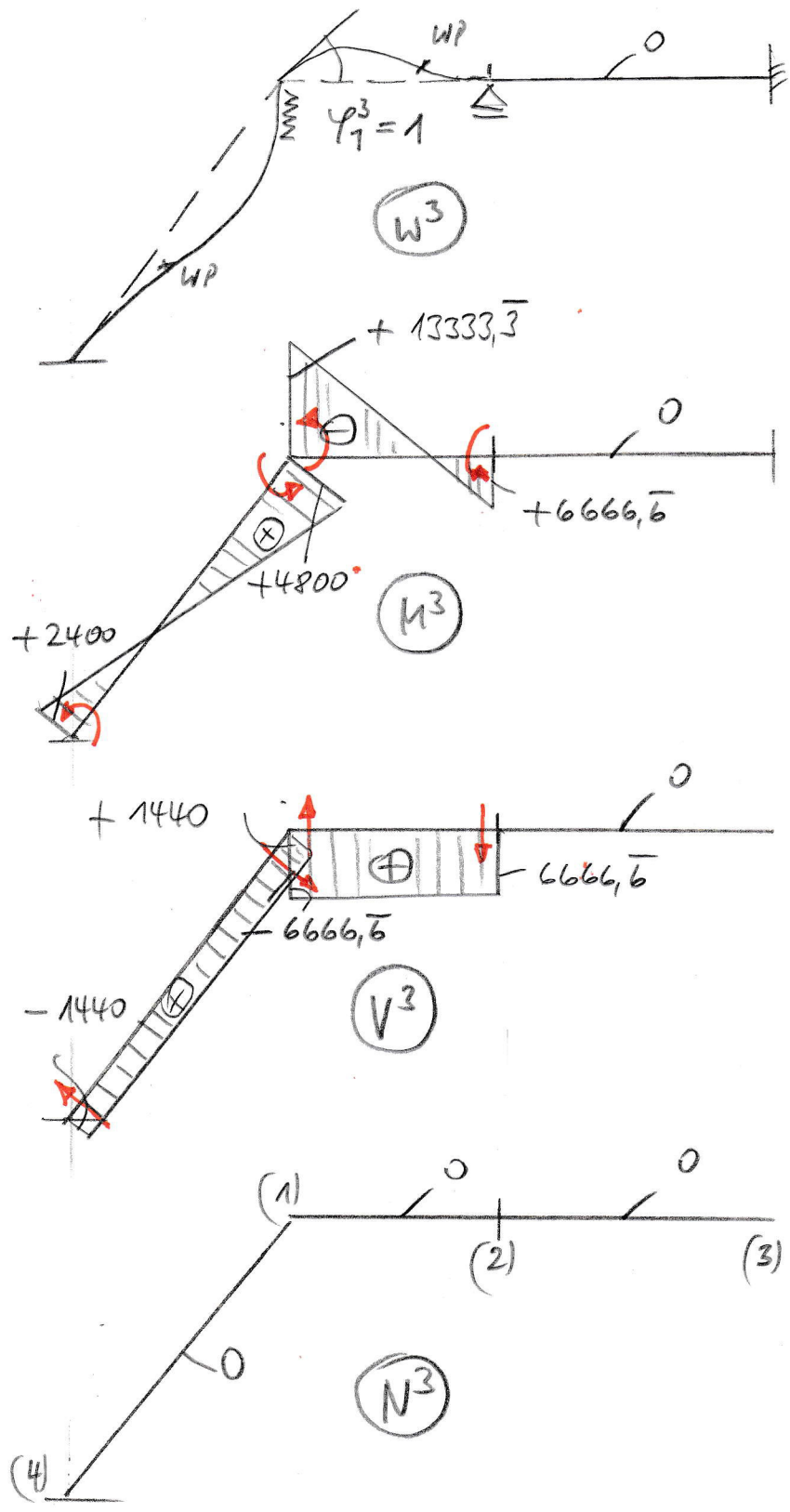
Achtung! Wegfeder am Knoten 1



Stab 1 wird verkrümmt und gestaucht!

$$\underline{\underline{S_1}} = \begin{array}{|c|} \hline -7595,52 \\ \hline 10703,38 \\ \hline 864,0 \\ \hline \end{array}$$

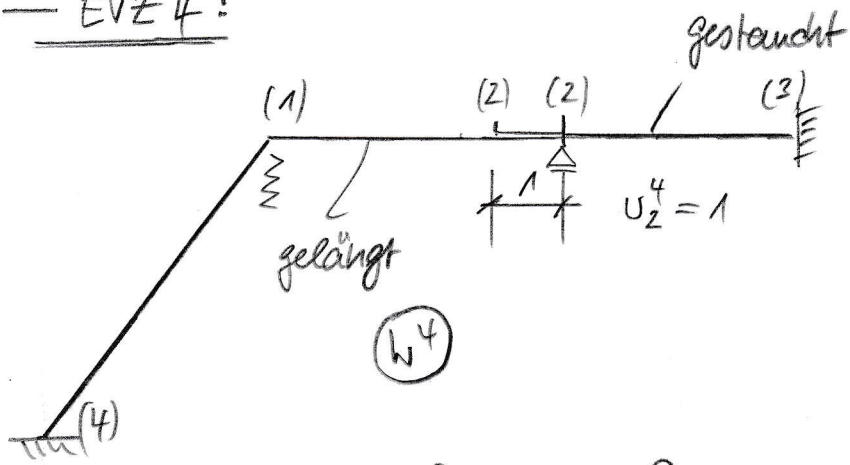
EVZ 3:



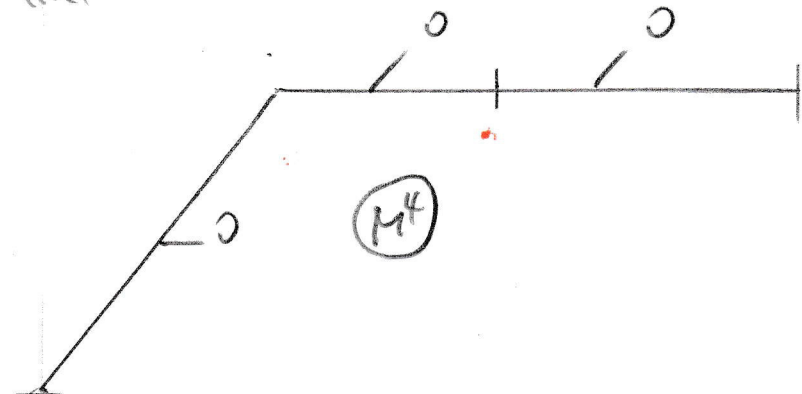
$\bar{S}_1 =$

1152,0
864,0
4800,0

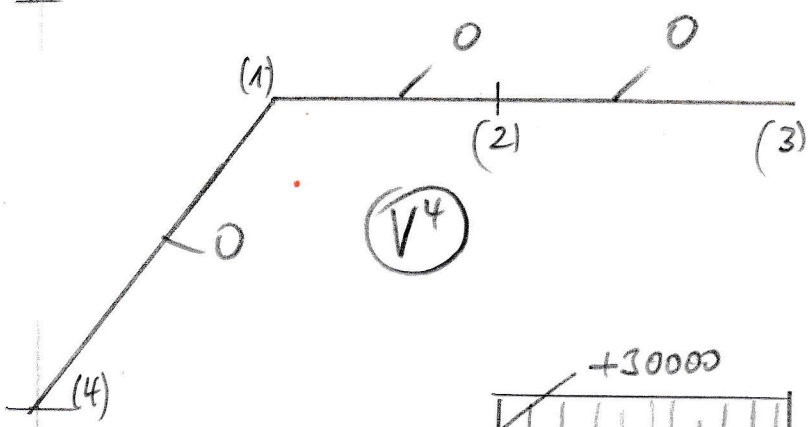
EVZ 4:



$W^4$

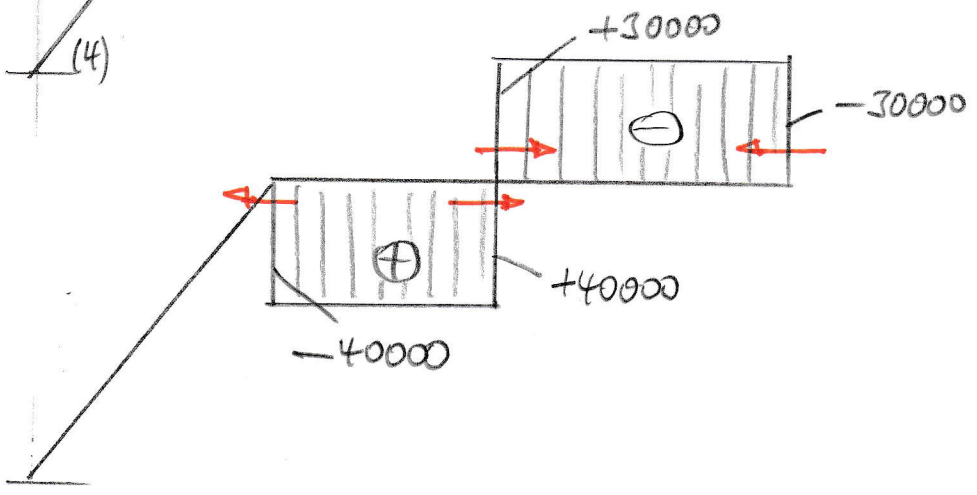


$M^4$



$V^4$

$$\sum_{i=1}^1 = 0$$



$-40000$

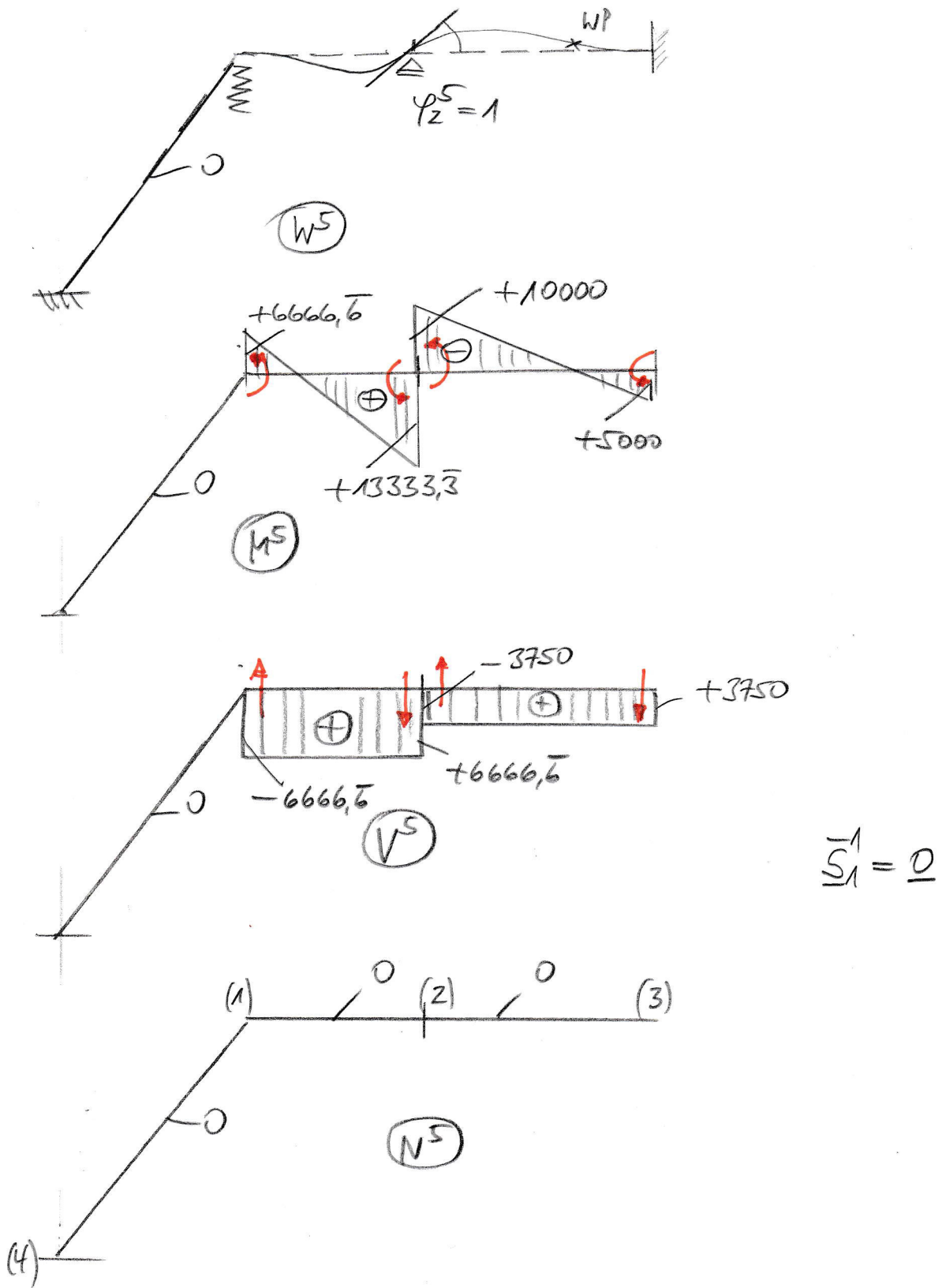
$+40000$

$+30000$

$-30000$



EVZ 5:



Aufstellen der Gleichgewichtsbedingungen  $m=5$

wegen der schrägen Lage des 1. Stabes müssen seine Endschnittgrößen am Knoten 1 auf globale Größen transformiert werden:  $\underline{S} = \underline{T}_s \cdot \underline{s}$  ;  $\underline{s}_1 = \{N_e, V_e, M_e\}^T$

$\beta = +75,96^\circ$

+0,6	+0,8	0
-0,8	+0,6	0
0	0	1

LVZ1	LVZ2	EVZ1	... 2	... 3	... 4	... 5
+32	0	9840	-13120	0	0	0
-24	0	460,8	345,6	1440	0	0
-20	0	1152,0	864,0	4800	0	0

lok.

0	0	6272,64	-7595,52	1152,0	0	0
-40	0	-7595,52	10703,36	864,0	0	0
-20	0	1152,0	864,0	4800,0	0	0

glob.

1. Gleichung: LF1

$$\sum \vec{K}_{x,1} = 0 : \quad 0 + y_1 \cdot (6272,64 + 40000) + y_2 \cdot (-7595,52) + y_3 \cdot (1152,0) + y_4 \cdot (0 - 40000) + y_5 \cdot 0 = 0$$

$$\rightarrow \boxed{46272,64 \cdot y_1 - 7595,52 \cdot y_2 + 1152,0 \cdot y_3 - 40000 \cdot y_4 = 0}$$

$$\downarrow \sum \vec{K}_{z,1} = 0 : \quad -40 - 30 + y_1 \cdot (-7595,52) + y_2 \cdot (10703,36 + 4444,4 + 5000) + y_3 \cdot (864,0 - 6666,6) + y_4 \cdot (0) + y_5 \cdot (-6666,6) = 0$$

$$\boxed{-7595,52 \cdot y_1 + 20147,80 \cdot y_2 - 5802,6 \cdot y_3 - 6666,6 \cdot y_5 = +70}$$

$$\curvearrow \sum M_1 = 0 : \quad (-20 + 15) + y_1 \cdot (1152,0) + y_2 \cdot (864,0 - 6666,6) + y_3 \cdot (4800 + 13333,3) + y_4 \cdot 0 + y_5 \cdot 6666,6 = 0$$

$$\boxed{1152,0 \cdot y_1 - 5802,6 \cdot y_2 + 18133,3 \cdot y_3 + 6666,6 \cdot y_5 = +5}$$

$$\sum \vec{K}_{x,2} = 0 : \quad 0 + y_1 \cdot (-40000) + y_2 \cdot 0 + y_3 \cdot 0 + y_4 \cdot (40000 + 30000) + y_5 \cdot 0 = 0$$

$$\boxed{-40000 \cdot y_1 + 70000 \cdot y_4 = 0}$$

$$\curvearrow \sum M_2 = 0 : \quad (-15 + 32) + y_1 \cdot (0) + y_2 \cdot (-6666,6) + y_3 \cdot (6666,6) + y_4 \cdot (0) + y_5 \cdot (13333,3 + 10000) = 0$$

$$\boxed{-6666,6 \cdot y_2 + 6666,6 \cdot y_3 + 23333,3 \cdot y_5 = -17,0}$$

2. Beispiel zum Weggrößenverfahren 20.04.2020

**Lösung des Gleichungssystems  $[K] \cdot [y] = [r]$**

[K] = Steifigkeitsmatrix (pos. Definit + symmetrisch)					LF1	LF2		
					[r] = Lastvektor (recht Seite)			
46272,640	-7595,520	1152,000	-40000,000	0,000	0,000	-43,200		
-7595,520	20147,804	-5802,600	0,000	-6666,667	70,000	0,000		
1152,000	-5802,600	18133,333	0,000	6666,667	5,000	6,000		
-40000,000	0,000	0,000	70000,000	0,000	0,000	0,000		
0,000	-6666,667	6666,667	0,000	23333,333	-17,000	0,000		
[K] <sup>-1</sup> = Inverse Steifigkeitsmatrix					[y] = Lösungsvektor		entspricht:	
4,941E-05	2,089E-05	1,511E-06	2,823E-05	5,538E-06	1,3761E-03	-2,1255E-03	u <sub>1</sub>	
2,089E-05	6,662E-05	1,452E-05	1,194E-05	1,489E-05	4,4827E-03	-8,1556E-04	w <sub>2</sub>	
1,511E-06	1,452E-05	6,500E-05	8,635E-07	-1,442E-05	1,5864E-03	3,2471E-04	phi <sub>1</sub>	
2,823E-05	1,194E-05	8,635E-07	3,042E-05	3,165E-06	7,8632E-04	-1,2145E-03	u <sub>2</sub>	
5,538E-06	1,489E-05	-1,442E-05	3,165E-06	5,123E-05	9,8948E-05	-3,2579E-04	phi <sub>2</sub>	

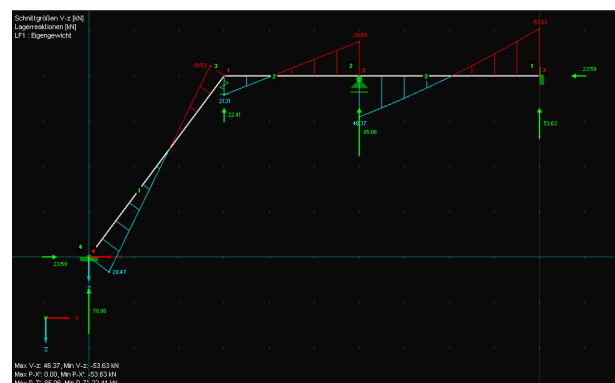
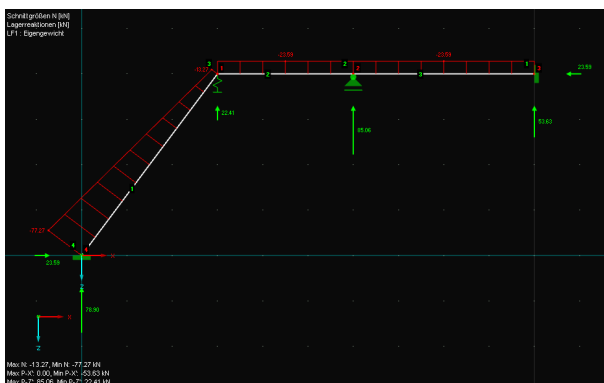
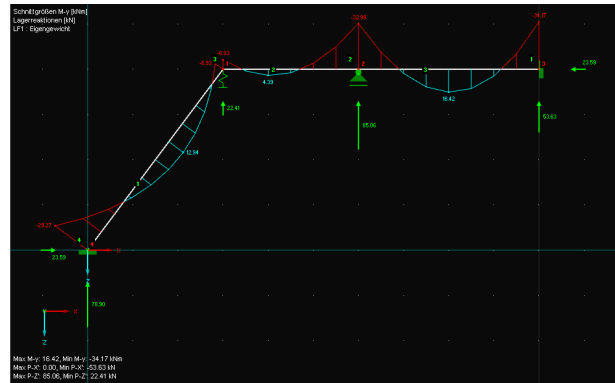
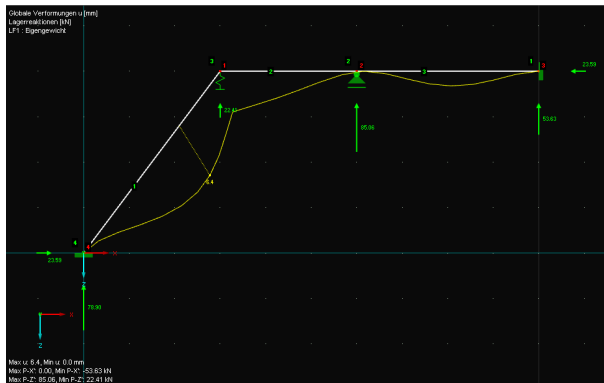
Nachlaufrechnung (Superposition)							LF1			
mit Hilfe einer einfachen Matrizenmultiplikation							1,0000E+00			
Stabend- (Vorzeichen nach WGV)							1,3761E-03			
schnittgrößen							4,4827E-03			
(LOKAL !!)							1,5864E-03			
							7,8632E-04			
							9,8948E-05	LF1		
	am LVZ1	am EVZ1	am EVZ2	am EVZ3	am EVZ4	am EVZ5			nach Baustatik	
M <sub>4,oben</sub>	20,000	1152,000	864,000	2400,000	0,000	0,000	29,266	-1	-29,266	
M <sub>1,unten</sub>	-20,000	1152,000	864,000	4800,000	0,000	0,000	-6,927	1	-6,927	
M <sub>1,rechts</sub>	15,000	0,000	-6666,667	13333,333	0,000	6666,667	6,927	-1	-6,927	
M <sub>2,links</sub>	-15,000	0,000	-6666,667	6666,667	0,000	13333,333	-32,989	1	-32,989	
M <sub>2,rechts</sub>	32,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10000,000	32,989	-1	-32,989	
M <sub>3,links</sub>	-34,667	0,000	0,000	0,000	0,000	5000,000	-34,172	1	-34,172	
V <sub>4,oben</sub>	-24,000	-460,800	-345,600	-1440,000	0,000	0,000	-28,468	-1	28,468	
V <sub>1,unten</sub>	-24,000	460,800	345,600	1440,000	0,000	0,000	-19,532	1	-19,532	
V <sub>1,rechts</sub>	-30,000	0,000	4444,444	-6666,667	0,000	-6666,667	-21,312	-1	21,312	
V <sub>2,links</sub>	-30,000	0,000	-4444,444	6666,667	0,000	6666,667	-38,688	1	-38,688	
V <sub>2,rechts</sub>	-46,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-3750,000	-46,371	-1	46,371	
V <sub>3,links</sub>	-54,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3750,000	-53,629	1	-53,629	
N <sub>4,oben</sub>	32,000	-9840,000	13120,000	0,000	0,000	0,000	77,273	-1	-77,273	
N <sub>1,unten</sub>	32,000	9840,000	-13120,000	0,000	0,000	0,000	-13,273	1	-13,273	
N <sub>1,rechts</sub>	0,000	40000,000	0,000	0,000	-40000,000	0,000	23,589	-1	-23,589	
N <sub>2,links</sub>	0,000	-40000,000	0,000	0,000	40000,000	0,000	-23,589	1	-23,589	
N <sub>2,rechts</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	30000,000	0,000	23,589	-1	-23,589	
N <sub>3,links</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	-30000,000	0,000	-23,589	1	-23,589	

Gleichgewicht an den Orten der Fesseln = OK

Nachlaufrechnung (Superposition)							LF2		
mit Hilfe einer einfachen Matrizenmultiplikation							1,0000E+00		
Stabend- schnittgrößen (LOKAL !!)	(Vorzeichen nach WGV)						-2,1255E-03		
							-8,1556E-04		
							3,2471E-04		
							-1,2145E-03		
							-3,2579E-04		LF2
	am LVZ1	am EVZ1	am EVZ2	am EVZ3	am EVZ4	am EVZ5		nach Baustatik	
M <sub>4,oben</sub>	0,000	1152,000	864,000	2400,000	0,000	0,000	-2,374	-1	2,374
M <sub>1,unten</sub>	0,000	1152,000	864,000	4800,000	0,000	0,000	-1,595	1	-1,595
M <sub>1,rechts</sub>	-6,000	0,000	-6666,667	13333,333	0,000	6666,667	1,595	-1	-1,595
M <sub>2,links</sub>	6,000	0,000	-6666,667	6666,667	0,000	13333,333	9,258	1	9,258
M <sub>2,rechts</sub>	-6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10000,000	-9,258	-1	9,258
M <sub>3,links</sub>	6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5000,000	4,371	1	4,371
V <sub>4,oben</sub>	0,000	-460,800	-345,600	-1440,000	0,000	0,000	0,794	-1	-0,794
V <sub>1,unten</sub>	0,000	460,800	345,600	1440,000	0,000	0,000	-0,794	1	-0,794
V <sub>1,rechts</sub>	0,000	0,000	4444,444	-6666,667	0,000	-6666,667	-3,618	-1	3,618
V <sub>2,links</sub>	0,000	0,000	-4444,444	6666,667	0,000	6666,667	3,618	1	3,618
V <sub>2,rechts</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-3750,000	1,222	-1	-1,222
V <sub>3,links</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3750,000	-1,222	1	-1,222
N <sub>4,oben</sub>	0,000	-9840,000	13120,000	0,000	0,000	0,000	10,214	-1	-10,214
N <sub>1,unten</sub>	0,000	9840,000	-13120,000	0,000	0,000	0,000	-10,214	1	-10,214
N <sub>1,rechts</sub>	43,200	40000,000	0,000	0,000	-40000,000	0,000	6,764	-1	-6,764
N <sub>2,links</sub>	-43,200	-40000,000	0,000	0,000	40000,000	0,000	-6,764	1	-6,764
N <sub>2,rechts</sub>	43,200	0,000	0,000	0,000	30000,000	0,000	6,764	-1	-6,764
N <sub>3,links</sub>	-43,200	0,000	0,000	0,000	-30000,000	0,000	-6,764	1	-6,764

### Darstellung der Zustandsgrößen: (LF1)

w = oben links; N = unten links; M = oben rechts; V = unten rechts



### Darstellung der Zustandsgrößen: (LF2)

w = oben links; N = unten links; M = oben rechts; V = unten rechts

