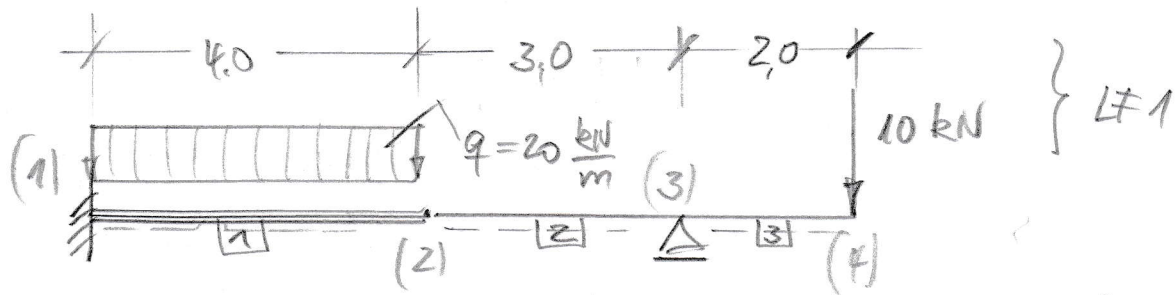


2. Einführungsbeispiel

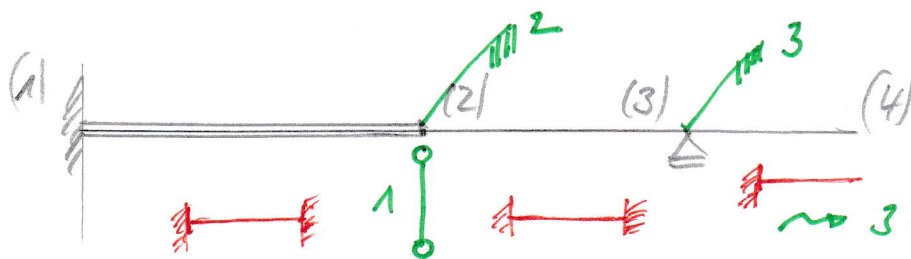
(1)

neu: $m' > 1$; Vorrichteuregelung nach WGV
Benutzung der Arbeitsblätter



$$EI_1 = 20000 \text{ kNm}^2; \quad EI_2 = EI_3 = 12000 \text{ kNm}^2$$

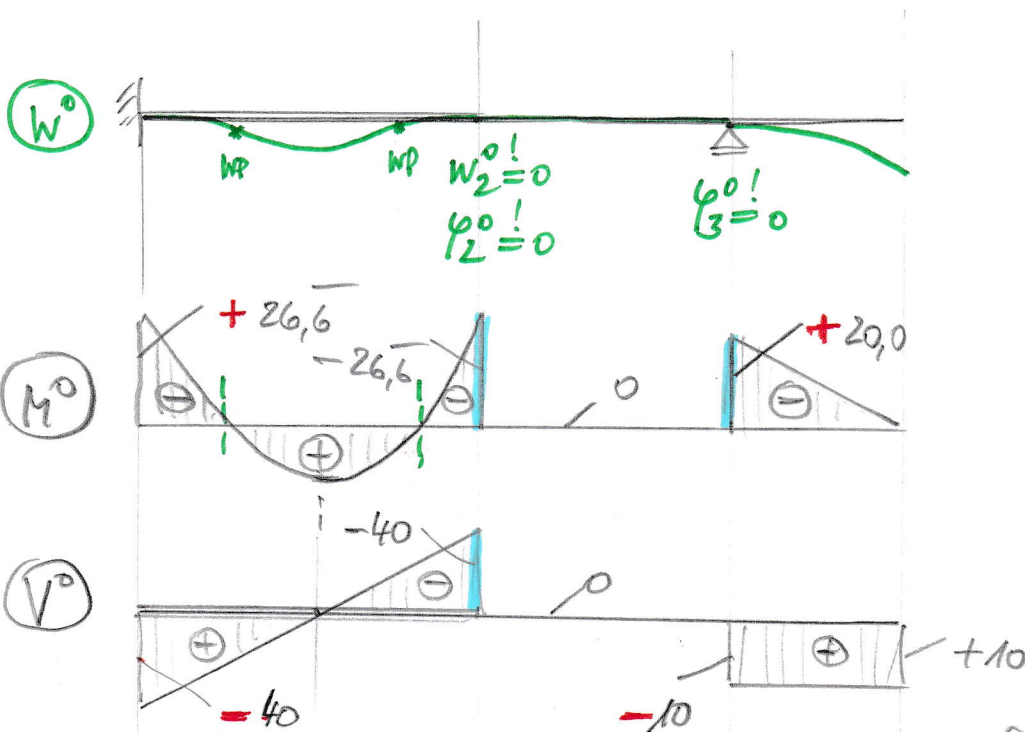
1) kinematisch bestimmtes Hauptsystem: ($EA = \infty$)



$$m' = 3$$

3 Gleichgewichtsbed.
3 Einh.-verform.-zust.

2) Lastverformungszustand (je LF einer!)



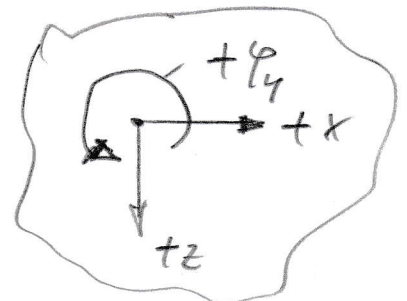
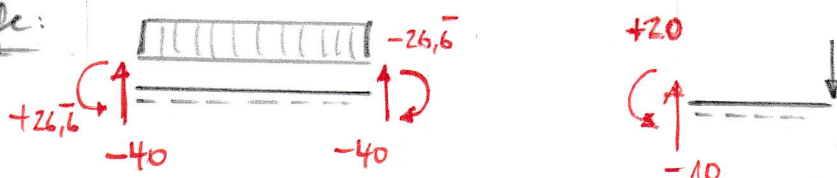
$$\Delta V_2^0 \neq 0$$

$$\Delta M_2^0 \neq 0$$

$$\Delta M_3^0 \neq 0$$

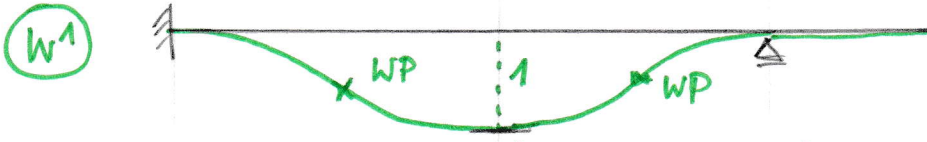
\rightarrow Gleichgew. verletzt!

Hilfe:

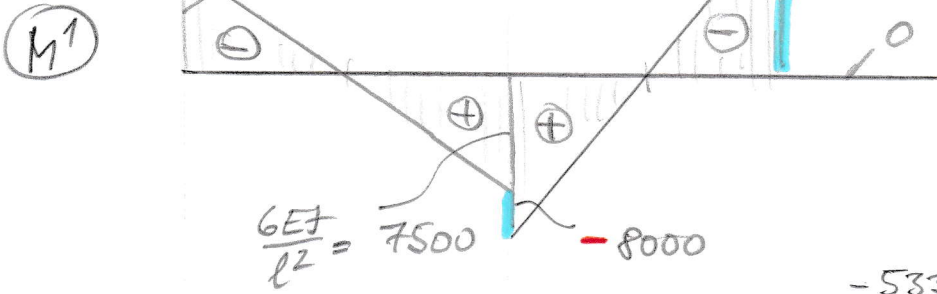


(2)

3a) 1. Einheitsverformungszustand

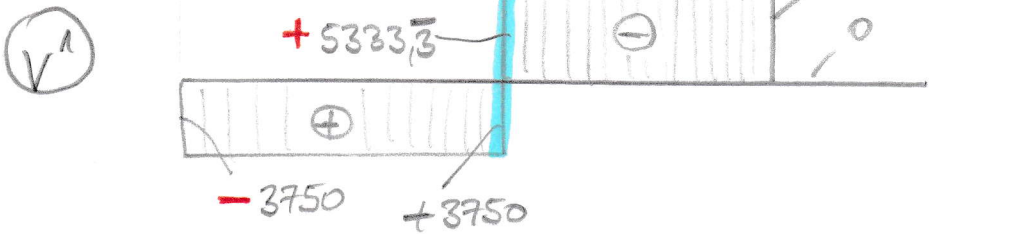


$$W_2^1 = 1$$
$$\varphi_2^1 = 0$$
$$\varphi_3^1 = 0$$

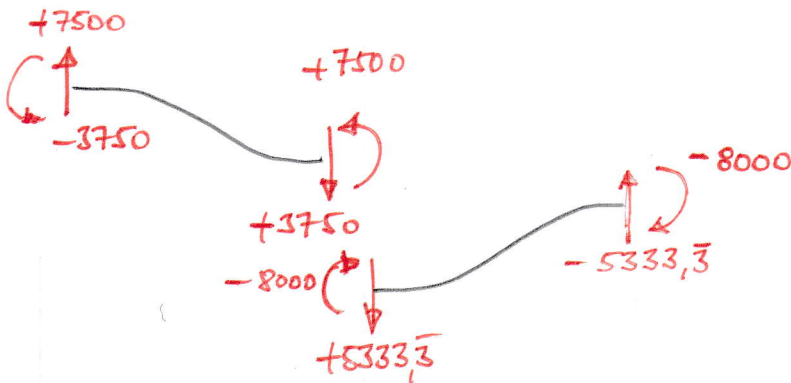


$$\frac{6EI}{l^2} = 7500$$

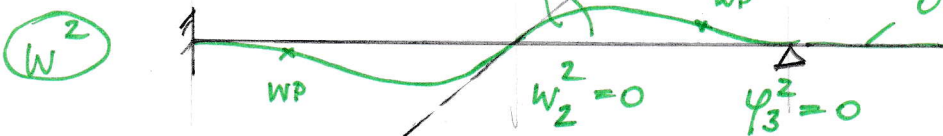
gleichgewicht verletzt!



Hilfs



3b) 2. Einheitsverformungszustand (2. EVZ)

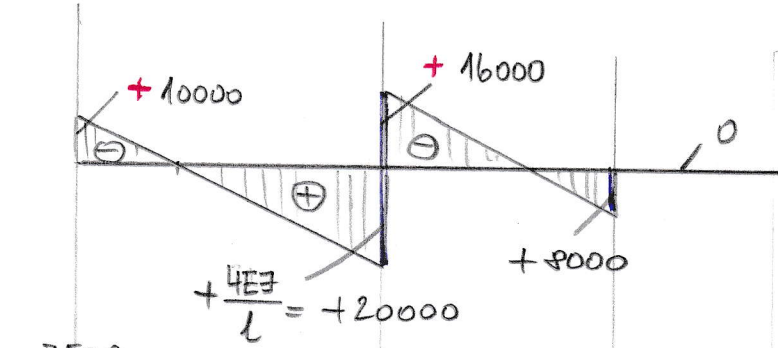


$$\varphi_2^2 = +1$$

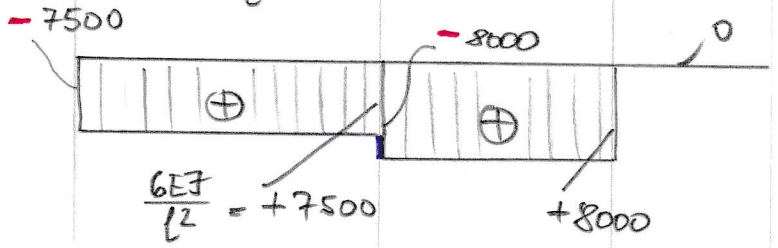
$$W_2^2 = 0$$
$$\varphi_3^2 = 0$$

(3)

M²

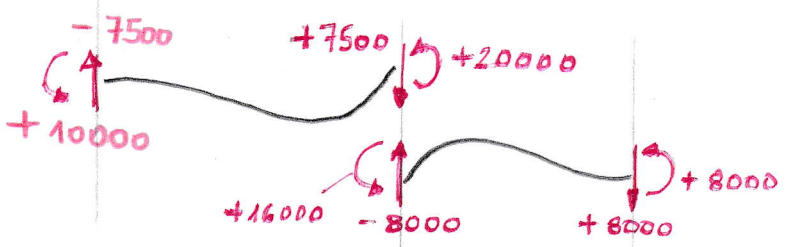


V²



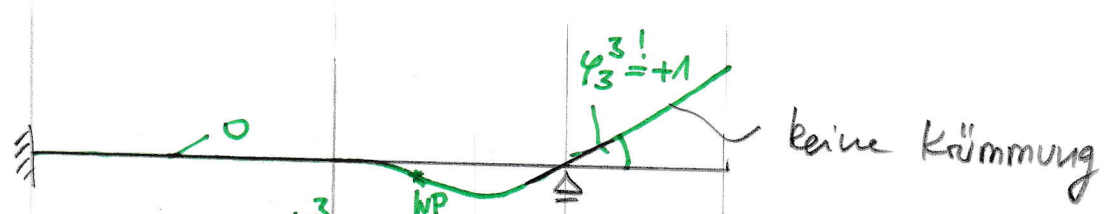
|| Gleichgewicht verletzt!

Hilfe:

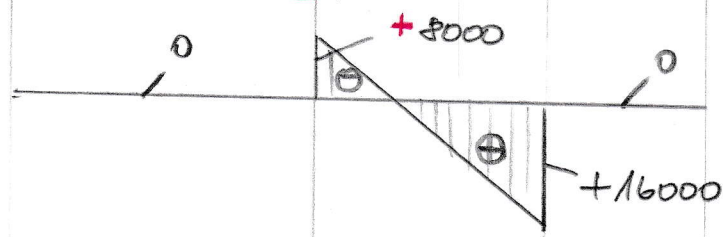


3c) 3. Einheitsverformungszustand (3. EVZ)

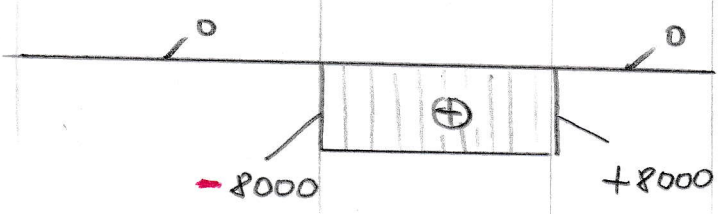
W³



M³



V³



(4)

4) Aufstellen der Gleichgewichtsbedingungen (Anzahl = $m' = 3$)

1. Fessel = Wegfessel, die das Kräftegleichgewicht in z-Richtung am Knoten 2 stört!

$$\downarrow \sum K_{z,z} \stackrel{!}{=} 0 : (-40 + 0) + y_1(+3750 + 5333\bar{3}) + y_2(7500 - 8000) + y_3(0 - 8000) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\rightarrow y_1 \cdot 9083\bar{3} + y_2(-500) + y_3(-8000) = +40$$

2. Fessel = Drehfessel, die das M-Gleichgewicht am Kn. 2 stört.

$$\curvearrowleft \sum M_2 \stackrel{!}{=} 0 : (-26,6 + 0) + y_1(7500 - 8000) + y_2(20000 + 16000) + y_3(0 + 8000) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\rightarrow y_1(-500) + y_2 \cdot 36000 + y_3(+8000) = +26,6$$

3. Fessel = Drehfessel, die das M-Gleichgewicht am Kn. 3 stört.

$$\curvearrowleft \sum M_3 \stackrel{!}{=} 0 : (0 + 20) + y_1(-8000 + 0) + y_2(8000 + 0) + y_3(16000 + 0) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\rightarrow y_1(-8000) + y_2(8000) + y_3 \cdot 16000 = -20$$

Darstellung des Gleichungssystems in Matrixschreibweise

$$\begin{bmatrix} 9083\bar{3} & -500 & -8000 \\ -500 & 36000 & +8000 \\ -8000 & 8000 & 16000 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 40,0 \\ 26,6 \\ -20,0 \end{Bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Lösungsvektor} \\ \text{Lastvektor (für LF1)} \end{array}$$

Koeffizientenmatrix ist symmetrisch (2. Kontr.)
HD-Elemente > 0 (1. Kontr.)

Fortsetzung: 2. Einführungsbeispiel zu BST3-Drehwinkelverfahren

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

$[K]$ = Steifigkeitsmatrix

9083,33	-500,00	-8000,00
-500,00	36000,00	8000,00
-8000,00	8000,00	16000,00

$[r]$ = Lastvektor (rechte Seite)

40,000
26,667
-20,000

$[K]^{-1}$ = Inverse Steifigkeitsmatrix

2,127E-04	-2,327E-05	1,180E-04
-2,327E-05	3,380E-05	-2,853E-05
1,180E-04	-2,853E-05	1,358E-04

$[y]$ = Lösungsvektor entspricht:

0,005529	w_2
0,000541	ϕ_{i2}
0,001244	ϕ_{i3}

Nachlaufrechnung (Superposition):

mit Hilfe einer einfachen Matrizenmultiplikation

Stabend- (Vorzeichen nach WGV)
schnittgrößen

1 =	1,000000
y1 =	0,005529
y2 =	0,000541
y3 =	0,001244

	am LVZ	am 1. EVZ	am 2. EVZ	am 3. EVZ		nach Baustatik
$M_{1, \text{rechts}}$	26,667	7500,000	10000,000	0,000	73,546	-1 -73,546
$M_{2, \text{links}}$	-26,667	7500,000	20000,000	0,000	25,623	1 25,623
$M_{2, \text{rechts}}$	0,000	-8000,000	16000,000	8000,000	-25,623	-1 25,623
$M_{3, \text{links}}$	0,000	-8000,000	8000,000	16000,000	-20,000	1 -20,000
$M_{3, \text{rechts}}$	20,000	0,000	0,000	0,000	20,000	-1 -20,000
$V_{1, \text{rechts}}$	-40,000	-3750,000	-7500,000	0,000	-64,792	-1 64,792
$V_{2, \text{links}}$	-40,000	3750,000	7500,000	0,000	-15,208	1 -15,208
$V_{2, \text{rechts}}$	0,000	5333,333	-8000,000	-8000,000	15,208	-1 -15,208
$V_{3, \text{links}}$	0,000	-5333,333	8000,000	8000,000	-15,208	1 -15,208
$V_{3, \text{rechts}}$	-10,000	0,000	0,000	0,000	-10,000	-1 10,000
$V_{4, \text{links}}$	10,000	0,000	0,000	0,000	10,000	1 10,000

Gleichgewicht an den Orten der drei Fesseln = OK

Schnittgrößenverläufe (mit Unterstützung durch ein Statik-Programm):

