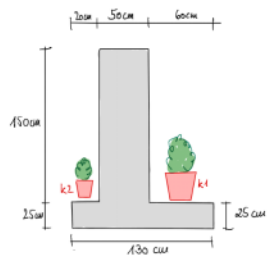


### Aufgabe 3 (11 p)

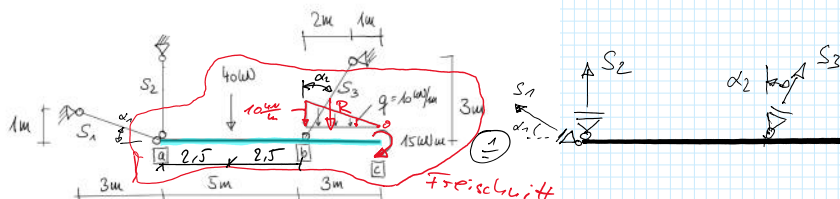
Für die dargestellte Winkelstützwand mit Auflast (2 Blumenkübel K1 und K2) soll die Lage der resultierenden Gewichtskraft bestimmt werden.



Gewicht des Pflanzkübel: K1 = 500 kg; K2 = 300 kg  
Gewicht der Winkelstützmauer: G = 2150 kg

- Berechnen Sie zunächst die Lage des Schwerpunktes der Winkelstützmauer (grau hinterlegte Fläche).
- Berechnen Sie anschließend die Lage der resultierenden Kraft aus Blumenkübeln und Winkelstützmauer und stellen Sie diese in einer Skizze dar. Die Blumenkübel sind jeweils in der Mitte der Auskragungen platziert.

### Aufgabe 4 (18 p)



Der dargestellte gekrümmte Stab wird an drei Stäben befestigt. Schneiden Sie den ~~gekrümmten~~ Stab frei und stellen Sie die Stabkräfte mit der angenommenen Wirkungsrichtung dar. Berechnen Sie die Stabkräfte

$$\alpha_1 = \arctan \frac{1}{3} = 18,43^\circ$$

$$\alpha_2 = \arctan \frac{2}{3} = 33,69^\circ$$

$$S_{1x} = S_1 \cdot \sin 18,43^\circ = 0,316 \cdot S_1$$

$$S_{1y} = S_1 \cdot \cos 18,43^\circ = 0,949 \cdot S_1$$

$$S_{2x} = S_2 \cdot \cos 33,69^\circ = 0,832 \cdot S_2$$

$$S_{2y} = S_2 \cdot \sin 33,69^\circ = 0,555 \cdot S_2$$

$$R = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 3 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 15 \text{ kN}$$

$$\sum \vec{M}_A = 0 = -40 \cdot 2,50 - 15 \text{ kN} \cdot 6,00 + \underbrace{0,832 \cdot S_3 \cdot 5,00}_{S_{3x}} + S_{3y} \cdot 0 - 15 \text{ kNm}$$

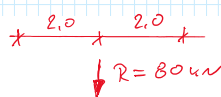
$$0 = -205 \text{ kNm} + 4,16 \text{ m} \cdot S_3 \Rightarrow S_3 = \frac{205 \text{ kNm}}{4,16 \text{ m}} = 49,3 \text{ kN}$$

$$\sum \vec{F}_x = 0 = -\underbrace{0,949 \cdot S_1}_{S_{1x}} + \underbrace{0,555 \cdot 49,3}_{S_{3y}} \Rightarrow S_1 = \frac{0,555 \cdot 49,3}{0,949} = 28,8 \text{ kN}$$

$$\sum \vec{F}_y = 0 = -0,316 \cdot 28,8 - S_2 + 40 - 0,832 \cdot 49,3 + 15 \text{ kN}$$

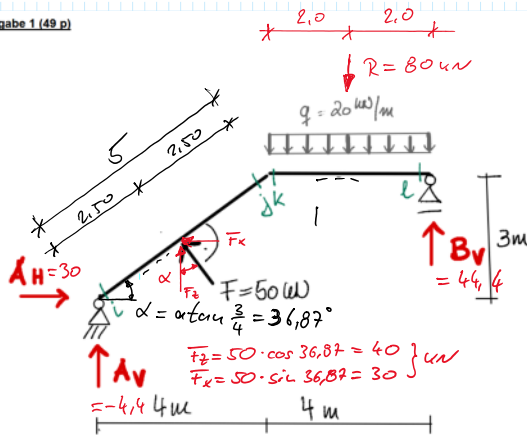
$$\Rightarrow S_2 = 4,9 \text{ kN}$$

### Aufgabe 1 (49 p)



$$\sum \vec{F}_x = 0 = 14 - 30$$

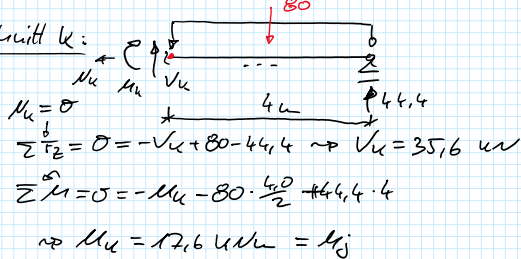
# Aufgabe 1 (49 p)



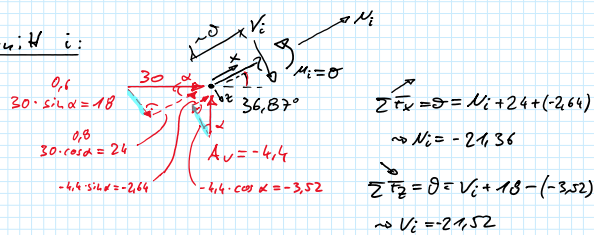
Folgendes ist für das dargestellte System zu bearbeiten:

- Bestimmen Sie die Auflagerkräfte
- Bestimmen Sie die Schnittkräfte an den Stellen i, j, k und l. Stellen Sie hierzu jeweils in einer Skizze den betrachteten Teilschnitt dar.
- Stellen Sie die Schnittkraftlinien N, V und M dar. Berechnen Sie das maximale Moment und dessen Lage.

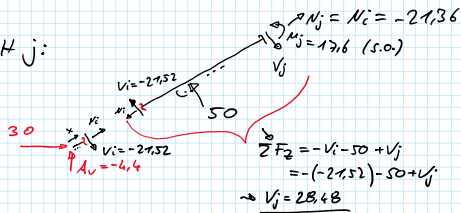
Schnitt k:



Schnitt i:



Schnitt j:



$$\sum F_x = 0 = A_H - 30$$

$$\Rightarrow A_H = 30$$

$$\sum M_k = 0 = B_V \cdot 8.0 - 80 \cdot 6.0 + 40 \cdot 2.0 + 30 \cdot 7.5$$

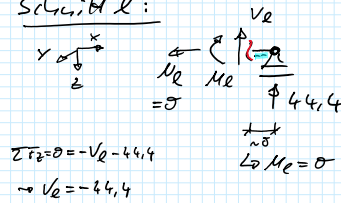
$$= 8 \cdot B_V - 355$$

$$\Rightarrow B_V = 355/8 \approx 44.4 \text{ kN}$$

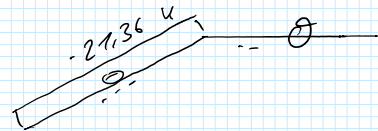
$$\sum F_z = 0 = -A_V - 40 + 80 - 44.4$$

$$\Rightarrow A_V = -4.4$$

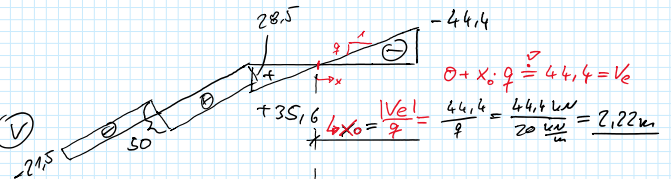
Schnitt l:



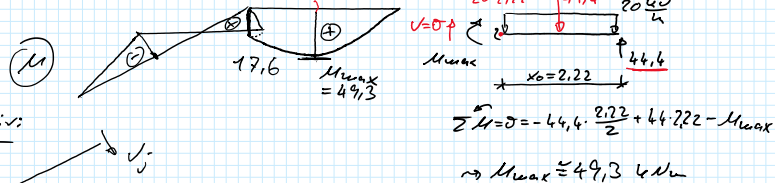
(N)



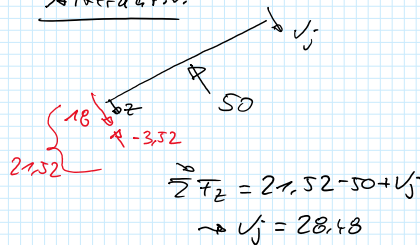
(V)



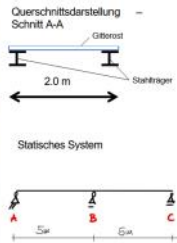
(M)



Alternativ:



Aufgabe 2 (21 p)



Die dargestellte Fußgängerbrücke spannt über zwei Felder mit je 5 m Spannweite. Sie besteht aus 2 Stahträgern, auf denen Gitterroste aufliegen und an denen die Geländer befestigt sind. Der Abstand der Träger beträgt 2 m. Dies ist auch die anzunehmende Brückenbreite.

Für das dargestellte statische System ist folgendes zu bestimmen:

- Bestimmung der Belastung eines Trägers für eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast der Höhe 5 kN/m<sup>2</sup> und eine Gewichtslast des Gitterrosts von 0,3 kN/m<sup>2</sup>. Stellen Sie die Belastung im statischen System dar.
- Bestimmen Sie mit den auf den nächsten Seiten dargestellten Tabellen, die maßgebenden Schnittgrößen des Trägers (maximales Moment, Moment in Brückenmitte).
- Welcher Querschnitt (HEA-Profil, siehe Tabelle nächste Seite) ist erforderlich, um die Spannung infolge des maximalen Biegemomentes aufzunehmen? Zulässige Spannung  $\sigma = 21,8$  kN/cm<sup>2</sup>.
- Das Bauunternehmen schlägt vor, die Träger in zwei Stücken zu liefern und sie auf dem Mittelauger nicht zu verbinden. Prüfen Sie, ob für das geänderte statische System der von Ihnen gewählte Querschnitt noch ausreichend ist (Darstellung des statischen Systems, Bestimmung des maximalen Moments, Spannungsnachweis, Verformungsnachweis  $f_{rel} = \text{Spannweite}/300$ ).

#### 1.4 Durchlaufträger<sup>1)</sup>

##### 1.4.1 Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten über 2 bis 5 Felder<sup>2)</sup>

Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
Tafelwert: $q^2$		Tafelwert: $F^2$		Tafelwert: $F^2$	

Die Feldmomente  $M_1, M_2$  usw. sind die Größtwerte der Feldmomente in den Feldern 1, 2 usw.

Lauf-fall	Kraft-größen	Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2} + \frac{q_3}{a_3}$	$M_1$	0,090	0,048	0,054	0,062	0,156	0,222
	$M_2$	-0,125	-0,076	-0,093	-0,106	-0,188	-0,233
	$F_1$	0,371	0,172	0,207	0,244	0,313	0,447
	$F_2$	1,250	0,626	0,766	0,911	1,175	1,661
	$F_3$	0,632	-0,326	-0,393	-0,456	-0,686	-1,133
$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2}$	$M_1$	0,096	0,063	0,076	0,083	0,203	0,278
	$M_2$	-0,161	-0,096	-0,117	-0,133	-0,264	-0,347
	$F_1$	0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,633
	$F_2$	0,683	0,339	0,417	0,503	0,684	1,017
$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2} + \frac{q_3}{a_3}$	$M_1$	0,080	0,054	0,064	0,071	0,173	0,244
	$M_2$	0,025	0,021	0,024	0,025	0,100	0,167
	$F_1$	0,100	0,063	0,074	0,085	0,150	0,267
	$F_2$	0,400	0,188	0,226	0,265	0,350	0,533
	$F_3$	1,100	0,563	0,674	0,783	1,100	1,667
	$F_4$	-0,600	-0,313	-0,374	-0,433	-0,630	-1,267
$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2}$	$M_1$	0,080	0,050	0,050	0,050	0,150	0,200
	$M_2$	0,010	0,008	0,008	0,008	0,023	0,039
	$F_1$	0,050	0,032	0,037	0,043	0,075	0,133
	$F_2$	0,400	0,219	0,263	0,307	0,425	0,567
	$F_3$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_4$	-0,010	-0,012	-0,012	-0,012	-0,010	-0,010
$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2} + \frac{q_3}{a_3}$	$M_1$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$M_2$	-0,010	-0,012	-0,012	-0,012	-0,010	-0,010
	$F_1$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_2$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_3$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_4$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
$\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2} + \frac{q_3}{a_3}$	$M_1$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$M_2$	-0,010	-0,012	-0,012	-0,012	-0,010	-0,010
	$F_1$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_2$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_3$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010
	$F_4$	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,010

<sup>1)</sup> Einseitiger Längsschnitt siehe S. 4-20

<sup>2)</sup> Die folgende Tabelle kann näherungsweise bei ungleichen Stützweiten verwendet werden, wenn  $m_1 / l > 0,8$  mit  $l$  ist. Die Kraftgrößen an den Innensitzen (Stützmomenten, Auflager- und Querkraft) und dann mit den Mittelwerten der jeweils benachbarten Stützweiten zu ersetzen.

## Breite I-Träger

Reihe HE-AA = I PBI

Besonders leichte Ausführung

Manuelle Ausführung

Reihe HE-A = I PBI

Leichte Ausführung

Zusatz	Maße in mm						A	G	Für die Biegeachsen						S <sub>y</sub>	Formelzeichen nach DIN 1027			
	B	D	t <sub>fl</sub>	t <sub>w</sub>	r	r <sub>int</sub>			I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>xy</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>xy</sub>		W <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>xy</sub>	
HE-AA I PBI	Breite I-Träger, besonders leichte Ausführung, Reihe HE-AA = I PBI (nicht gerollt)																		
100	91	120	4,2	5,5	12	56	3,85	15,5	12,2	237	102,1	3,88	10,1	18,4	2,43	8,11	13	60	-
120	109	120	4,2	5,5	12	74	4,35	18,5	14,5	413	70,8	4,72	13,8	26,5	2,83	9,83	17	80	-
140	126	120	4,2	5,5	12	82	4,55	20,5	16,5	580	102,1	5,05	15,8	30,5	3,13	11,1	20	90	-
160	148	160	4,5	7	15	104	5,34	24,5	23,5	1.283	175	5,50	17,8	38,8	3,67	13,5	27	110	-
180	167	160	7	9	25	126	6,14	28,5	27,5	1.967	238	7,50	22,8	48,1	4,47	16,5	35	130	-
200	186	200	5,5	8	18	134	9,79	44,1	34,5	2.944	317	8,17	1.080	107	4,82	17,3	25	155	-
220	205	220	6	8,5	18	152	11,8	51,5	40,4	4.170	407	9,30	1.510	137	5,42	18,7	35	175	-
240	224	240	6,5	8	21	162	14,2	60,4	47,4	5.830	521	10,83	1.577	173	5,87	20,5	35	195	-
260	244	260	6,5	8,5	24	177	15,2	68,0	54,1	7.881	604	10,8	1.780	214	6,38	22,3	35	215	-
280	264	280	7	9	25	186	17,4	78,5	61,2	10.660	800	11,8	1.966	262	6,85	24,2	35	235	-
300	283	300	7,5	10,5	27	208	20,4	88,9	69,0	13.860	976	12,5	2.734	316	7,35	25,9	35	255	-
320	301	300	8	11	27	225	23,2	94,8	74,2	16.440	1.180	13,2	2.998	351	7,84	27,6	35	275	-
340	320	300	8,5	11,5	27	243	25,2	101	78,9	18.940	1.222	13,9	3.180	346	7,18	28,1	35	295	-
360	339	300	9	12	27	261	28,4	107	83,7	21.040	1.269	14,7	3.412	341	7,52	30,8	35	315	-
400	378	300	9,5	13	27	298	34,7	118	92,4	31.200	1.654	15,9	3.981	391	7,98	34,3	35	355	-
450	426	300	10,5	13,5	27	364	41,1	127	99,7	41.800	1.971	16,5	4.586	458	8,82	36,4	35	415	-
500	472	300	10,5	14	27	391	48,1	137	107	54.940	2.315	17,5	5.314	521	9,79	40,4	35	465	-
550	522	300	11,5	15	27	428	56,3	143	129	72.700	2.702	18,5	6.701	601	10,8	44,8	35	515	-
600	571	300	12	15,5	27	486	65,7	154	139	91.870	3.216	19,5	8.005	686	11,8	48,8	35	565	-
650	620	300	12,5	16	27	534	75,8	158	149	113.980	3.616	20,5	9.221	771	12,8	52,8	35	615	-
700	670	300	13	17	27	582	84,8	161	151	142.700	4.260	21,5	10.713	852	13,8	56,8	35	665	-
800	770	300	14	18	30	674	105	174	172	209.990	5.426	23,5	14.166	1.042	15,8	67,8	35	765	-
900	870	300	15	20	30	770	127	202	198	301.100	6.903	24,8	18.041	1.201	16,8	78,8	35	865	-
1000	970	300	16	21	30	868	152	232	222	408.000	8.940	26,8	23.011	1.401	18,8	88,8	35	965	-
HE-A I PBI	Breite I-Träger mit parallelen Flanschen, leichte Ausführung, Reihe HE-A = I PBI nach DIN 1025 Teil 3, Ausgabe März 1994 und EURO-NORM 53-82																		
100	96	120	5	8	12	58	4,40	21,2	16,7	340	73,8	4,06	134	26,8	2,51	8,41	13	60	-
120	114	120	5	8	12	74	5,30	27,4	19,9	490	106	4,80	230	36,5	3,02	11,9	17	80	-
140	132	140	5,5	8,5	12	82	5,65	31,4	22,7	670	150	5,70	388	55,5	3,50	13,9	21	100	-
160	150	160	6	9	15	104	6,80	36,4	26,1	910	204	6,57	516	75,0	4,00	15,9	25	120	-
180	167	180	6	9,5	15	122	8,65	43,5	30,5	1.190	240	7,40	616	90,0	4,50	17,9	29	140	-
200	186	200	6,5	10	16	134	11,0	51,8	34,5	1.560	280	8,20	726	104	4,90	19,9	33	160	-
220	205	220	7	11	18	152	13,5	60,4	40,4	2.040	330	9,17	856	124	5,30	21,9	37	180	-
240	224	240	7,5	12	21	162	15,8	70,4	47,4	2.700	400	10,1	1.000	144	5,70	23,9	41	200	-
260	244	260	8	12,5	24	177	17,8	80,4	54,1	3.540	480	11,0	1.160	172	6,10	25,9	45	220	-
280	264	280	8,5	13	24	186	20,0	91,4	61,2	4.560	570	12,0	1.340	200	6,50	27,9	49	240	-
300	283	300	9	14	27	208	22,5	101	69,0	5.820	670	13,0	1.540	228	6,90	29,9	53	260	-
320	301	300	10	15	27	225	25,2	111	78,9	7.360	790	14,0	1.760	256	7,30	31,9	57	280	-
340	320	300	10,5	15,5	27	243	28,4	121	92,4	9.100	930	15,0	2.000	284	7,70	33,9	61	300	-
360	339	300	11	16	27	261	31,2	131	107	11.000	1.090	16,0	2.260	312	8,10	35,9	65	320	-
400	378	300	11,5	17	27	298	36,2	143	129	14.200	1.300	17,0	2.740	360	8,90	39,9	69	360	-
450	426	300	12,5	18	27	364	43,2	158	149	18.200	1.580	18,0	3.260	410	9,70	43,9	73	400	-
500	472	300	13	19	27	391	48,2	169	161	23.200	1.900	19,0	3.820	460	10,50	47,9	77	440	-
550	522	300	14	20	27	428	54,2	179	181	29.200	2.240	20,0	4.420	510	11,30	51,9	81	480	-
600	571	300	15	21	27	486	61,2	191	193	36.200	2.640	21,0	5.080	560	12,10	55,9	85	520	-
650	620	300	15,5	22	27	544	69,2	204	206	44.200	3.140	22,0	5.860	620	13,00	61,9	89	560	-
700	670	300	16	22	30	604	78,2	218	220	54.200	3.640	23,0	6.840	680	13,90	69,9	93	600	-
800	770	300	17	24	30	674	90,2	238	240	70.200	4.340	24,0	8.220	780	15,00	79,9	97	680	-
900	870	300	18	25	30	754	103,2	262	264	88.200	5.040	25,0	9.420	880	16,10	89,9	101	760	-
1000	970	300	19	26	30	834	118,2	282	284	108.200	5.840	26,0	10.840	980	17,20	101,9	105	840	-