

STATISCHE BERECHNUNG

Teil 2 - Montagesteg

Bauvorhaben

Deichsiel Ehstensiel - Außenanlagen

Bauherr

Land Schleswig-Holstein, ALR Husum

Unterlagen

der Berechnung sind die Ausschreibungsunterlagen des
ALR Husum sowie örtliche Aufmaße

Baustoffe

Stahlbeton C 35/45 nach DIN 1045,

Expositionsklassen: XC4, XS1, XF1, XA2

Betonstabstahl gerippt BSt 500S (IV S-A) nach DIN 488,

Betonstahlmatten gerippt BSt 500M (IVM-A) nach DIN 488,

Profilstahl S 235 nach DIN 18800,

Für die Güte der einzubauenden Materialien und die Stand-
sicherheit der Montagezustände haften die ausführenden
Unternehmer.

Software

PBS -Programmsystem BETRIEBSSYSTEM STATIK (0561-982050)



MONTAGESTEG

Lastermittlung:

Verkehrslasten:

Als Verkehrslast wird eine Montagelast von 2.00 kN je Träger in ungünstigster Stellung angesetzt. Der Geländerdruck wird mit $H = 1.00$ kN an der entsprechenden Stelle berücksichtigt. Dieser Ansatz erscheint für die Nutzung als Reparatur- und Wartungssteg ausreichend. Eine Überlagerung mit Wellen- bzw. Eisbelastung ist nicht erforderlich.

Wellenbelastung:

Für die Beanspruchung durch Wellenschlag wird mit einer Flächenlast von 30.0 kN/m² (vertikal und horizontal) berücksichtigt. Dieser Ansatz entspricht etwa einer Wellenhöhe von 2.0 m (Ansatz nach Siantlou mit Wellenlängen von rd. 30.0 m). Gemäß EAU ist eine Überlagerung mit Eislasten nicht erforderlich.

Bei einer Konstruktionshöhe von rd. 25 cm ergibt sich eine horizontale Wellenbelastung von

$$qh = \pm 7.50 \text{ kN/m}$$

Für die Vertikalbelastung wird unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit der Gitterroste eine wirksame Breite von 70% der Gitterrostfläche angesetzt.

$$\begin{aligned} \text{lichte Breite zwischen den Trägern: } B &= 500 - 2 \cdot 73 = 354 \text{ mm} \\ \text{Lastbreite je Träger. } bw &= 73 + 0.7 \cdot 354/2 = 197 \text{ mm} \\ &= \text{rd. } 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow qv = \pm 6.00 \text{ kN/m}$$

Eisbelastung:

Für den Ansatz der möglichen Eisbelastung wird als Vergleichshafen Büsum herangezogen. Nach EAU ist hier mit einer Eisdicke von 45 cm zu rechnen. Das spezifische Eisgewicht kann nach EAU mit 9.0 kN/m³ angesetzt werden. Zur Abschätzung der anhängenden Eisfläche wird mit einer Biegezugfestigkeit des Nordsee-Eisen von 20% der Druckfestigkeit gerechnet.

$$\Rightarrow \sigma_{z} = 0.20 \cdot 1.50 = 0.3 \text{ MN/m}^2$$

mit $d = 45$ cm und $W = 100 \cdot 45^2/6 = 33750$ cm³ wird das Bruchmoment einer Eisscholle $M_{b} = 33.75 \cdot 0.3 = 10.13$ kNm und daraus die maximale überhängende Kraglänge $L_k = \text{SQRT}(2 \cdot M_{b} / d \cdot \gamma)$

$$= 2.24 \text{ m}$$

$$\text{Lastbreite: } \max b = 2.24 + 0.50/2 = 2.50 \text{ m}$$

$$\text{Eisauflast: } \max qv = 2.50 \cdot 9.0 \cdot 0.45 = 10.1$$

$$\max qv = 10.0 \text{ kN/m}$$

Eisauftrieb: Bei einem Tidehub von rd. 3.50 m ergibt sich der maximale Eisauftrieb bei unterhängender Eisscholle zu $\min qv = 2.50 \cdot (10.0 - 9.0) \cdot 3.50 =$

$$\min qv = - 7.5 \text{ kN/m}$$

Horizontaler Eisdruck:

Unter Berücksichtigung der geometrischen Verhältnisse wird eine horizontale Belastung von 10% der Werte nach EAU angesetzt.

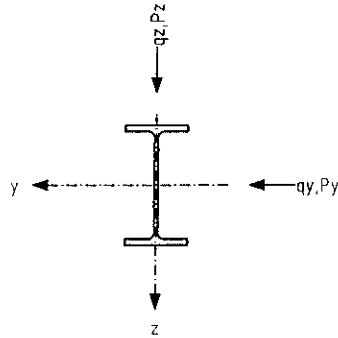
$$\max qh = 10.0 \text{ kN/m}$$



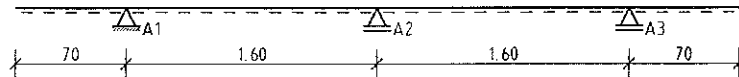
POS. 8 MONTAGESTEG

SYSTEM:

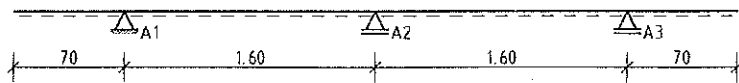
2 - achsige Biegung



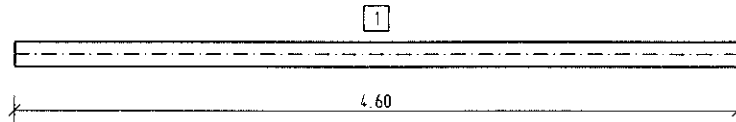
System Z-Richtung:



System Y-Richtung:



Stäbe:



FELDER Z - RICHTUNG:

links Kragarm $l_k = 0.70$ m rechts Kragarm $l_k = 0.70$ m

Feld: 1 2

l_z (m): 1.60 1.60

FELDER Y - RICHTUNG:

links Kragarm $l_k = 0.70$ m rechts Kragarm $l_k = 0.70$ m

Feld: 1 2

l_y (m): 1.60 1.60

STÄBE: 1

l_s (m): 4.60

I_{yi}/I_{yc} : 1.00

I_{zi}/I_{zc} : 1.00

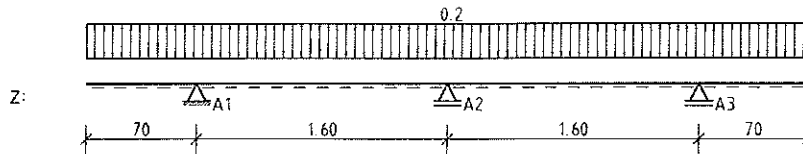


GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Qi:

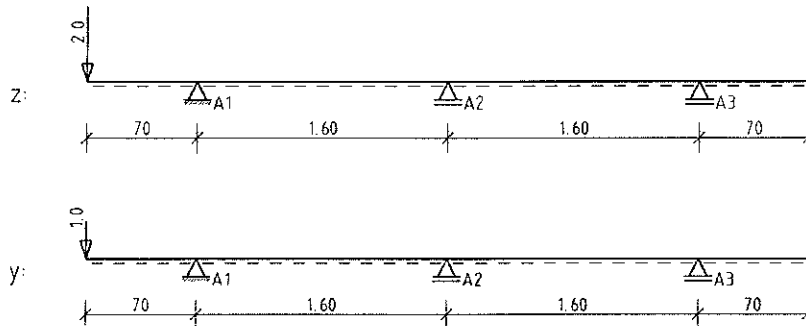
Nr.	Beschreibung	ungünst.Lastst.	Psi
Q1	Vertikale Verkehrslasten	Ja	0.90

EINWIRKUNGEN:

Ständige Einwirkungen G, charakt.:



Veränderliche Einwirkungen Q1 (Vertikale Verkehrslasten), charakt.:



Dimension:

q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	Gam. F (-)	Betrag		a (m)	c (m)
			li.	re.		
Montagelast	Pz, Q1	1.50	2.00	2.00	0.00	—
Gitterrost	qz, G	1.35	0.20	0.20	0.00	4.60
Holmdruck	Py, Q1	1.50	1.00	1.00	0.00	—

SCHNITTGRÖSSEN ——— Z-RICHTUNG ——— (kNm, kN, m)

Auflager	Msyd	Vzd, li	Vzd, re	max.Ad	min.Ad
1	-2.17	-3.19	1.86	5.05	0.41
2	0.47	-0.21	0.20	0.41	-1.56
3	-0.07	-0.56	0.18	0.74	0.41

Feld	max.Myd	Vzd	x .	Feld	max.Myd	Vzd	x .
Krl.	-2.17	-3.19	0.70	2	0.47	-0.13	2.30
1	-2.17	1.86	0.70	Krr.	-0.07	0.18	3.90

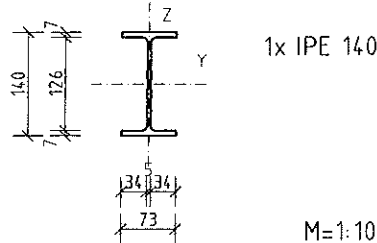
SCHNITTGRÖSSEN ——— Y-RICHTUNG ——— (kNm, kN, m)

Auflager	Mszd	Vyd, li	Vyd, re	max.Ad	min.Ad
1	-1.05	-1.50	0.82	2.32	0.00
2	0.26	0.00	0.00	0.00	-0.99
3	0.00	-0.17	0.00	0.16	0.00

Feld	max.Mzd	Vyd	x .	Feld	max.Mzd	Vyd	x .
Krl.	-1.05	-1.50	0.70	2	0.26	-0.17	2.30
1	-1.05	0.82	0.70	Krr.	-	-	-

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke $t \leq 40 \text{ mm}$
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_{y,k}/f_{u,k} = 240 / 360 \text{ N/mm}^2$
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm^2 Gamma M = 1.10

Stab n	Profil(e)	$I_y/I_z =$	
1	1 IPE 140	541/	45 cm^4



TRAGSICHERHEIT (Flächenaufteilung E-P): B/T-NACHWEIS:

Stab	Ko.	x	Schnittkräfte		Sd/Rd<=1		Ko.	x	vorh/ grenz
			Md	Vd	f(M)	f(V)			
1	z: GQ	0.70	-1.1	-3.2	0.26	0.04	GQ	4.60	0.00
	y:		-2.2	-1.5	0.13	0.02			nicht erford.

f(M), f(V): Ausnutzungsgrad aus M, V nach Flächenaufteilung

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2): (kNm, kN, m)

Plast. Grenzschnittgrößen, maßgebende Verzweigungslasten:

Stab	Mply, d	Mplz, d	Mkiy, k	Nkiz, k	Nkiy, k
1	19.3	4.2	28.4	356.2	4380.0

Stab	Ko.	x	Myd	Mzd	l, Feld, y	Zeta	zp
1	GQ	0.70	-2.17	-1.05	1.60	1.12	-h/2
Bedingung (30):					0.132 + 0.250 = 0.382 < 1.0		
Biegedrillknicknachweis ist erfüllt.							

G = nur ständige EW GQi = G + eine veränd. Qi
 GQ = G + alle veränd. Qi * Psi GAi = G + Q + Ai (Gamma F=1.0)

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT x (m), w (cm)

	x	wz, G	wz, GQ = 1/...		x	wy, G	wy, GQ = 1/...	
Kr:	0.00	0.00	0.06	1146	0.00	0.00	0.36	192
1:	1.30	0.00	-0.02	10270	1.31	0.00	-0.10	1681
2:	2.98	0.00	0.01	30135	2.97	0.00	0.03	5249
Kl:	4.60	0.00	-0.01	13817	4.60	0.00	-0.03	2020

CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG): (kN, kNm)

Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.30	0.00	3.09	2:	0.30	-1.31	0.00
3:	0.30	0.00	0.22				



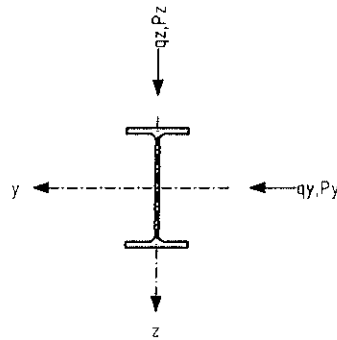
Ayk:	(G)	(Q,min)	(Q,max)	Ayk:	(G)	(Q,min)	(Q,max)
1:	0.00	0.00	1.54	2:	0.00	-0.66	0.00
3:	0.00	0.00	0.10				

POS. 81 MONTAGESTEG Welle

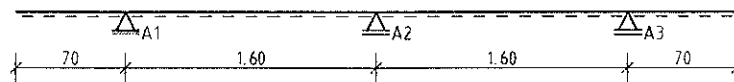
für Lastfall Wellenschlag

SYSTEM:

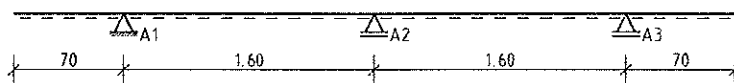
2 - achsige Biegung



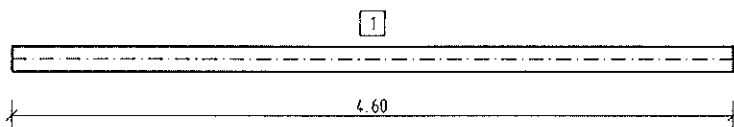
System Z-Richtung:



System Y-Richtung:



Stäbe:



FELDER Z - RICHTUNG:

links Kragarm $l_k = 0.70$ m rechts Kragarm $l_k = 0.70$ m

Feld: 1 2

l_z (m): 1.60 1.60

FELDER Y - RICHTUNG:

links Kragarm $l_k = 0.70$ m rechts Kragarm $l_k = 0.70$ m

Feld: 1 2

l_y (m): 1.60 1.60



STÄBE: 1

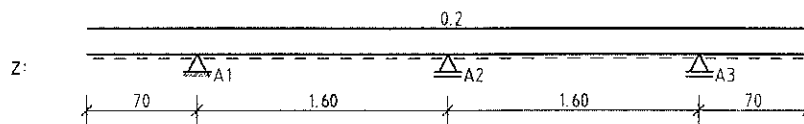
ls (m): 4.60
I_{yi}/I_{yc}: 1.00
I_{zi}/I_{zc}: 1.00

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i:

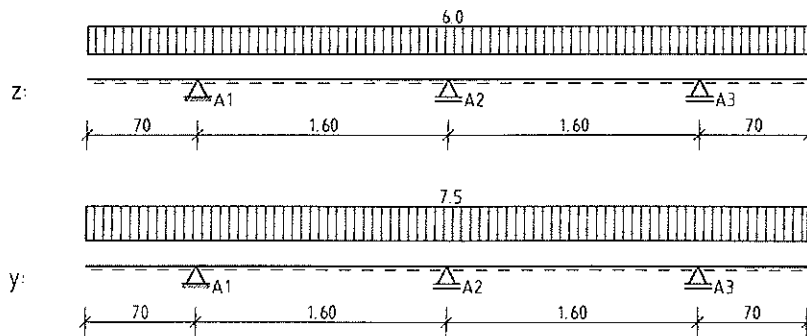
Nr.	Beschreibung	ungünst.Lastst.	Psi
Q2	Wellenschlag	Nein	0.90

EINWIRKUNGEN:

Ständige Einwirkungen G, charakt.:



Veränderliche Einwirkungen Q2 (Wellenschlag), charakt.:



Dimension: q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	Gam. F (-)	Betrag		a (m)	c (m)
			li.	re.		
Gitterrost	qz, G	1.35	0.20	0.20	0.00	4.60
Wellenschlag	qz, Q2	1.50	6.00	6.00	0.00	4.60
	qy, Q2	1.50	7.50	7.50	0.00	4.60

SCHNITTGRÖSSEN ——— Z-RICHTUNG ——— (kNm, kN, m)

Auflager	Ms _{yd}	Vzd, li	Vzd, re	max.Ad	min.Ad
1	-2.28	-6.49	7.69	14.18	0.41
2	-1.84	-7.15	7.14	14.28	0.41
3	-2.28	-7.70	6.48	14.18	0.41

Feld	max.Myd	Vzd	x	Feld	max.Myd	Vzd	x
Krl.	-2.28	-6.49	0.70	2	0.91	0.00	3.07
1	0.91	0.00	1.53	Krr.	-2.28	6.48	3.90



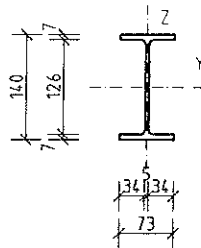
SCHNITTGRÖSSEN ——— Y-RICHTUNG ——— (kNm, kN, m)

Auflager	Mszd	Vyd, li	Vyd, re	max.Ad	min.Ad
1	-2.76	-7.88	9.33	17.20	0.00
2	-2.23	-8.67	8.66	17.33	0.00
3	-2.76	-9.34	7.87	17.20	0.00

Feld	max.Mzd	Vyd	x .	Feld	max.Mzd	Vyd	x .
Krl.	-2.76	-7.88	0.70	2	1.11	0.00	3.07
1	1.11	0.00	1.53	Krr.	-2.76	7.87	3.90

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k/f_u, k = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm² Gamma M = 1.10

Stab n	Profil(e)	I _y /I _z =	cm ⁴
1	1 IPE 140	541/	45



1x IPE 140

M=1:10

TRAGSICHERHEIT (Flächenaufteilung E-P): B/T-NACHWEIS:

Stab	Ko.	x	Md	Vd	f(M)	f(V)	Ko.	x	vorh/grenz
1	z:	GQ	0.70	-2.8	7.7	0.70	0.10	GQ	4.60 0.00
	y:			-2.3	9.3	0.20	0.18		nicht erford.

f(M), f(V): Ausnutzungsgrad aus M, V nach Flächenaufteilung

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2): (kNm, kN, m)

Plast. Grenzschnittgrößen, maßgebende Verzweigungslasten:

Stab	M _{ply, d}	M _{plz, d}	M _{kly, k}	N _{kiz, k}	N _{kly, k}
1	19.3	4.2	28.4	356.2	4380.0

Stab	Ko.	x	Myd	Mzd	l, Feld, y	Zeta	z _p
1	GQ	3.90	-2.28	-2.76	1.60	1.12	-h/2
Bedingung (30):				0.148 + 0.657 = 0.805 < 1.0			
Biegedrillknicknachweis ist erfüllt.							

G = nur ständige EW

GQi = G + eine veränd. Qi

GQ = G + alle veränd. Qi * Psi

GAi = G + Q + Ai (Gamma F = 1.0)



CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG): (kN, kNm)

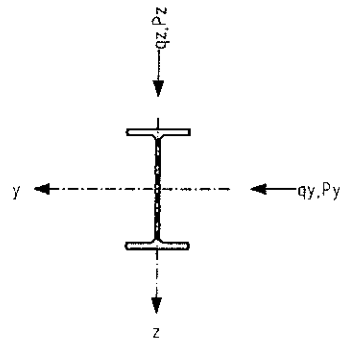
Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.30	9.18	9.18	2:	0.30	9.25	9.25
3:	0.30	9.18	9.18				

Ayk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Ayk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.00	11.47	11.47	2:	0.00	11.55	11.55
3:	0.00	11.47	11.47				

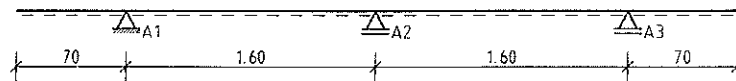
POS. 82 MONTAGESTEG Eis von oben

SYSTEM:

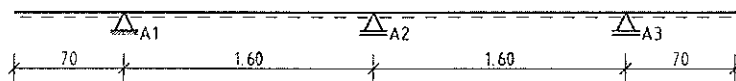
2 - achsige Biegung



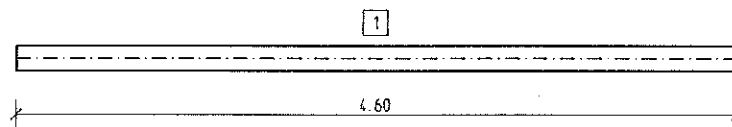
System Z-Richtung:



System Y-Richtung:



Stäbe:



FELDER Z - RICHTUNG:

 links Kragarm $l_k = 0.70 \text{ m}$ rechts Kragarm $l_k = 0.70 \text{ m}$

Feld:	1	2
-------	---	---

$l_z \text{ (m):}$	1.60	1.60
--------------------	------	------

FELDER Y - RICHTUNG:

 links Kragarm $l_k = 0.70 \text{ m}$ rechts Kragarm $l_k = 0.70 \text{ m}$

Feld:	1	2
-------	---	---

$l_y \text{ (m):}$	1.60	1.60
--------------------	------	------

STÄBE:	1
--------	---

$l_s \text{ (m):}$	4.60
--------------------	------

I_{yi}/I_{yc} :	1.00
-------------------	------

I_{zi}/I_{zc} :	1.00
-------------------	------

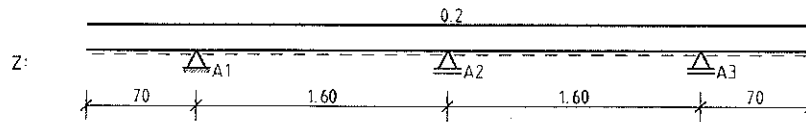


GRUPPIERUNG DER AUSSERGEWÖHNLICHEN EINWIRKUNGEN A_i:

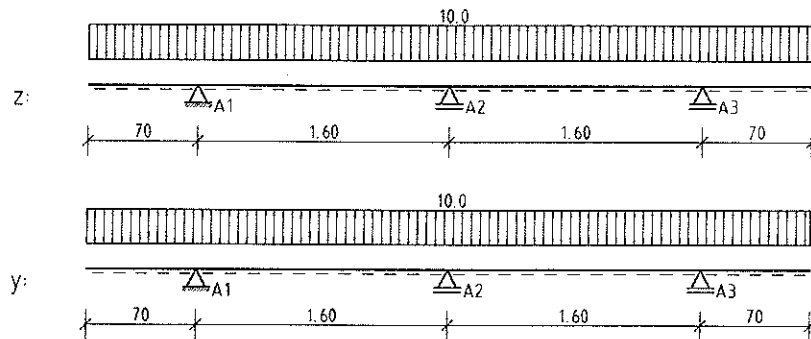
Nr.	Beschreibung	ungünst. Lastst.
A1	Eisbelastung	Nein

EINWIRKUNGEN:

Ständige Einwirkungen G, charakt.:



Außergewöhnliche Einwirkungen A1 (Eisbelastung), charakt.:



Dimension: q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	Gam. F (-)	Betrag		a (m)	c (m)
			li.	re.		
Gitterrost	qz, G	1.35	0.20	0.20	0.00	4.60
Eisauflast	qz, A1	1.00	10.00	10.00	0.00	4.60
horizontal	qy, A1	1.00	10.00	10.00	0.00	4.60

SCHNITTGRÖSSEN — Z-RICHTUNG — (kNm, kN, m)

Auflager	M _{syd}	V _{zd, li}	V _{zd, re}	max. Ad	min. Ad
1	-2.50	-7.14	8.46	15.60	0.41
2	-2.02	-7.86	7.85	15.71	0.41
3	-2.50	-8.47	7.13	15.60	0.41

Feld	max. Myd	Vzd	x	Feld	max. Myd	Vzd	x
Krl.	-2.50	-7.14	0.70	2	1.01	0.00	3.07
1	1.01	0.00	1.53	Krr.	-2.50	7.13	3.90

SCHNITTGRÖSSEN — Y-RICHTUNG — (kNm, kN, m)

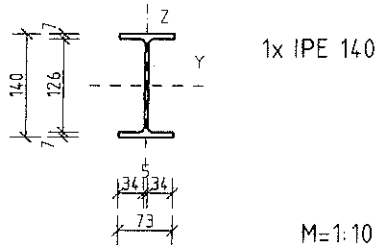
Auflager	M _{szd}	V _{yd, li}	V _{yd, re}	max. Ad	min. Ad
1	-2.46	-7.00	8.29	15.29	0.00
2	-1.98	-7.71	7.70	15.40	0.00
3	-2.46	-8.30	7.00	15.29	0.00

Feld	max. Mzd	Vyd	x	Feld	max. Mzd	Vyd	x
Krl.	-2.46	-7.00	0.70	2	0.99	0.00	3.07
1	0.99	0.00	1.53	Krr.	-2.46	7.00	3.90



WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_{y,k}/f_{u,k} = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm² Gamma M = 1.10

Stab n	Profil(e)	I_y/I_z	
1	1 IPE 140	541/	45 cm ⁴



TRAGSICHERHEIT (Flächenaufteilung E-P): B/T-NACHWEIS:

Stab	Ko.	x	Schnittkräfte				Sd/Rd<=1	Ko.	x	vorh/ grenz
			Md	Vd	f(M)	f(V)				
1	z:	GA1	0.70	-2.5	8.5	0.63	0.11	GA1	4.60	0.00
	y:			-2.5	8.3	0.20	0.15			nicht erford.

f(M), f(V): Ausnutzungsgrad aus M, V nach Flächenaufteilung

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2): (kNm, kN, m)

Plast. Grenzschnittgrößen, maßgebende Verzweigungslasten:

Stab	M _{ply,d}	M _{plz,d}	M _{kly,k}	N _{kiz,k}	N _{kly,k}
1	19.3	4.2	28.4	356.2	4380.0

Stab	Ko.	x	M _{yd}	M _{zd}	l, Feld, y	Zeta	z _p
1	GA1	3.90	-2.50	-2.46	1.60	1.12	-h/2
Bedingung (30):				0.162 + 0.586 = 0.748 < 1.0			
Biegedrillknicknachweis ist erfüllt.							

G = nur ständige EW G_{Qi} = G + eine veränd. Q_i
 G_Q = G + alle veränd. Q_i * Psi G_{Ai} = G + Q + A_i (Gamma F=1.0)

CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG): (kN, kNm)

Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.30	0.00	0.00	2:	0.30	0.00	0.00
3:	0.30	0.00	0.00				

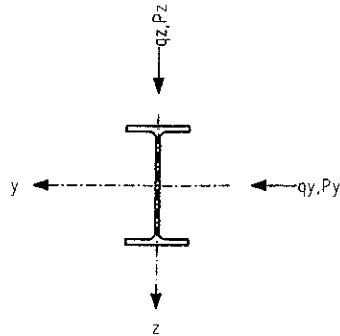
Ayk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Ayk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.00	0.00	0.00	2:	0.00	0.00	0.00
3:	0.00	0.00	0.00				

POS. 83 MONTAGESTEG Eis von unten

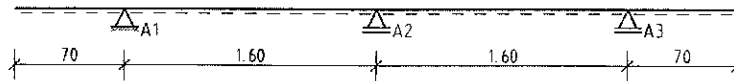
für Lastfall Eisbelastung von unten

SYSTEM:

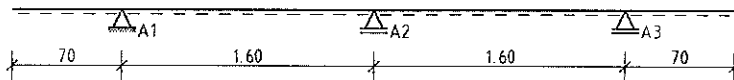
2 - achsige Biegung



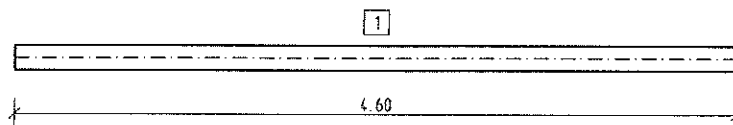
System Z-Richtung:



System Y-Richtung:



Stäbe:



FELDER Z - RICHTUNG:

links Kragarm $l_k = 0.70$ m rechts Kragarm $l_k = 0.70$ m

Feld: 1 2

l_z (m): 1.60 1.60

FELDER Y - RICHTUNG:

links Kragarm $l_k = 0.70$ m rechts Kragarm $l_k = 0.70$ m

Feld: 1 2

l_y (m): 1.60 1.60



STÄBE: 1

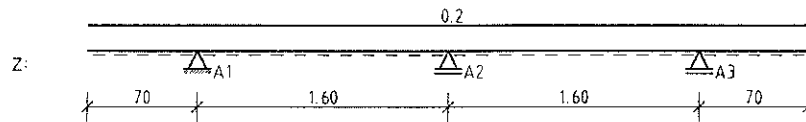
ls (m): 4.60
I_{yi}/I_{yc}: 1.00
I_{zi}/I_{zc}: 1.00

GRUPPIERUNG DER AUSSERGEWÖHNLICHEN EINWIRKUNGEN A_i:

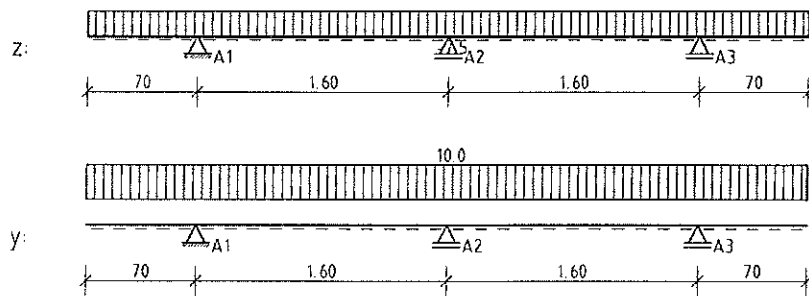
Nr.	Beschreibung	ungünst. Lastst.
A1	Eisbelastung	Nein

EINWIRKUNGEN:

Ständige Einwirkungen G, charakt.:



Außergewöhnliche Einwirkungen A1 (Eisbelastung), charakt.:



Dimension: q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	Gam. F (-)	Betrag li.	Betrag re.	a (m)	c (m)
Gitterrost	qz, G	1.35	0.20	0.20	0.00	4.60
Eisdruck von unten	qz, A1	1.00	-7.50	-7.50	0.00	4.60
horizontal	qy, A1	1.00	10.00	10.00	0.00	4.60

SCHNITTGRÖSSEN ——— Z-RICHTUNG ——— (kNm, kN, m)

Auflager	Ms _{yd}	Vzd, li	Vzd, re	max. Ad	min. Ad
1	1.78	-0.19	0.22	0.41	-11.17
2	1.44	-0.21	0.20	0.41	-11.25
3	1.78	-0.23	0.18	0.41	-11.17

Feld	max. Myd	Vzd	x .	Feld	max. Myd	Vzd	x .
Krl.	1.78	5.11	0.70	2	-0.73	0.00	3.07
1	-0.73	0.00	1.53	Krr.	1.78	-5.12	3.90



CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG): (kN, kNm)

Azk:	(G)	(Q,min)	(Q,max)	Azk:	(G)	(Q,min)	(Q,max)
1:	0.30	0.00	0.00	2:	0.30	0.00	0.00
3:	0.30	0.00	0.00				

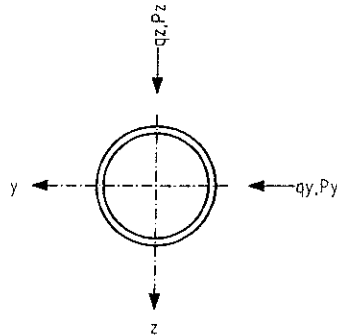
Ayk:	(G)	(Q,min)	(Q,max)	Ayk:	(G)	(Q,min)	(Q,max)
1:	0.00	0.00	0.00	2:	0.00	0.00	0.00
3:	0.00	0.00	0.00				

Anschluß an Konsole:**konstruktiv gewählt:**Stegaussteifung
4 M 10 Gkl. 8.8

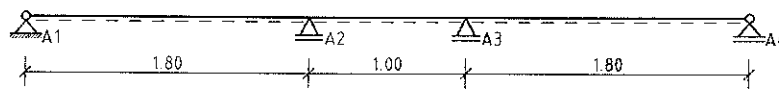
POS. 9 HANDBLAUF

SYSTEM:

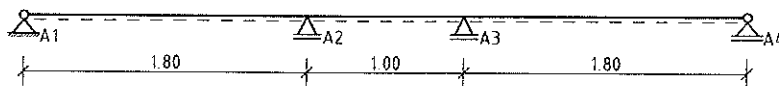
2 - achsige Biegung



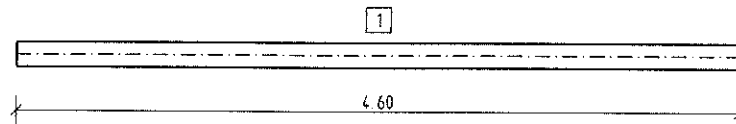
System Z-Richtung:



System Y-Richtung:



Stäbe:



FELDER Z - RICHTUNG:

links gelenkig gelagert

rechts gelenkig gelagert

Feld: 1 2 3

 lz (m): 1.80 1.00 1.80

FELDER Y - RICHTUNG:

links gelenkig gelagert

rechts gelenkig gelagert

Feld: 1 2 3

 ly (m): 1.80 1.00 1.80

STÄBE: 1

 ls (m): 4.60

Iyi/Iyc: 1.00

Izi/Izc: 1.00

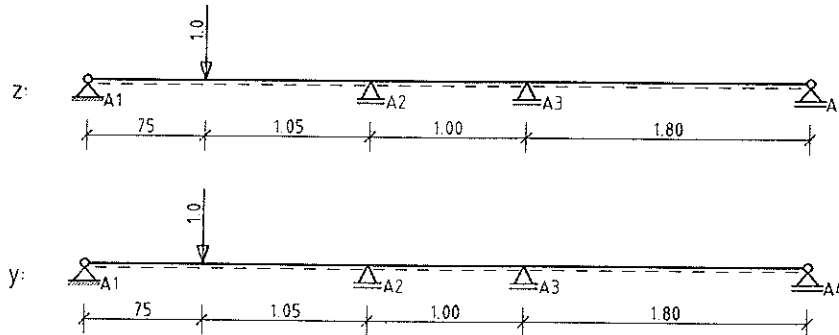


GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	ungünst.Lastst.	Psi
Q1	Vertikale Verkehrslasten	Ja	0.90

EINWIRKUNGEN:

Veränderliche Einwirkungen Q1 (Vertikale Verkehrslasten), charakt.:



Dimension:

q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	Gam. F (-)	Betrag		a (m)	c (m)
			li.	re.		
Verkehrslast	$P_z, Q1$	1.50	1.00	1.00	0.75	—
	$P_y, Q1$	1.50	1.00	1.00	0.75	—

SCHNITTGRÖSSEN

———— Z-RICHTUNG ————

(kNm, kN, m)

Auflager	Msyd	Vzd, li	Vzd, re	max.Ad	min.Ad
1	0.00	0.00	0.70	0.70	0.00
2	-0.31	-0.80	0.36	1.16	0.00
3	0.05	0.00	0.00	0.00	-0.40
4	0.00	-0.04	0.00	0.03	0.00

Feld	max.Myd	Vzd	x	Feld	max.Myd	Vzd	x
1	0.52	0.70	0.75	3	0.05	-0.04	2.80
2	-0.31	0.36	1.80				

SCHNITTGRÖSSEN

———— Y-RICHTUNG ————

(kNm, kN, m)

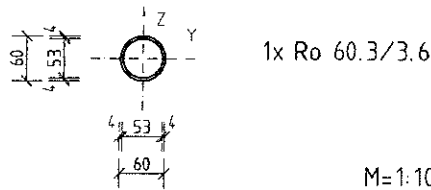
Auflager	Mszd	Vyd, li	Vyd, re	max.Ad	min.Ad
1	0.00	0.00	0.70	0.70	0.00
2	-0.31	-0.80	0.36	1.16	0.00
3	0.05	0.00	0.00	0.00	-0.40
4	0.00	-0.04	0.00	0.03	0.00

Feld	max.Mzd	Vyd	x	Feld	max.Mzd	Vyd	x
1	0.52	0.70	0.75	3	0.05	-0.04	2.80
2	-0.31	0.36	1.80				

WERKSTOFFDATEN: St 37-2, Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k/f_u, k = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm² Gamma M = 1.10



Stab n	Profil(e)
1	1 Rohr (w/k) 60.3/ 3.6 $I_y/I_z=$ 26/ 26 cm ⁴



TRAGSICHERHEIT (Flächenaufteilung E-P): B/T-NACHWEIS:

Stab	Ko.	x	Schnittkräfte		Sd/Rd<=1		Ko.	x	vorh/ grenz
			Md	Vd	f(M)	f(V)			
1	z:	GQ	0.75	0.5	-0.8	0.29	0.03	GQ	0.00 0.24
	y:			0.5	-0.8	0.29	0.03	nicht erford.	

f(M), f(V): Ausnutzungsgrad aus M, V nach Flächenaufteilung

Plastische Grenzschnittgrößen:

Stab	M _{ply,d}	M _{plz,d}	V _{plz,d}	V _{ply,d}	N _{plx,d}
1	2.5	2.5	40.4	40.4	139.9

G = nur ständige EW

GQ_i = G + eine veränd. Q_i

GQ = G + alle veränd. Q_i * Psi

GA_i = G + Q + A_i (GamF=1.0)

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

x(m), w(cm)

	x	wz, G		wz, GQ = 1/...		x	wy, G		wy, GQ = 1/...	
		0.00	0.14	1272	0.00		0.14	1272		
1:	0.79	0.00	0.14	1272	0.79	0.00	0.14	1272		
2:	2.19	0.00	-0.02	4889	2.19	0.00	-0.02	4889		
3:	3.56	0.00	0.01	12804	3.56	0.00	0.01	12804		

CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG):

(kN, kNm)

Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Azk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.00	0.00	0.46	2:	0.00	0.00	0.77
3:	0.00	-0.27	0.00	4:	0.00	0.00	0.02

Ayk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)	Ayk:	(G)	(Q, min)	(Q, max)
1:	0.00	0.00	0.46	2:	0.00	0.00	0.77
3:	0.00	-0.27	0.00	4:	0.00	0.00	0.02

Anschluß an das Mauerwerk:

konstruktiv gewählt: Rohrbuchse mit
Ankerplatte 200/200/12
4 Reaktionsanker M 12 a = 150 mm
Einbindetiefe > 200 mm

Kniestock:

konstruktiv gewählt: Rohr Du 60.3/3.6 mm

Fußleiste:

konstruktiv gewählt: Flacheisen 100/6 mm

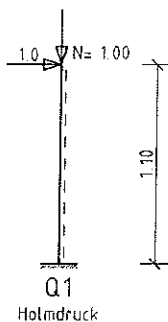
POS. 10 GELÄNDERPFOSTEN

SYSTEM : $h = 1.10 \text{ m}$, $sky = 2.20 \text{ m}$, $skz = 2.20 \text{ m}$

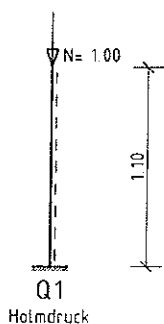
Einspannung : $Eps, y/z = 100.0 / 100.0 \%$, $\beta y / \beta z = 2.0 / 2.0$

EINWIRKUNGEN : 2-achsig

Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in Z-Richtung



Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in Y-Richtung



GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Psi
Q1	Holmdruck	0.90

EINZELEINWIRKUNGEN: H, N (kN), M (kNm)

aus	LF (-)	Höhe (m)	Art, Kla.	Γ_{MF} (-)	Betrag charakt.	ez (cm)	ey (cm)
Geländerholm	1	1.10	H _z , Q1	1.50	1.00	—	—
Geländerholm	1	1.10	N _x , Q1	1.50	1.00	—	—

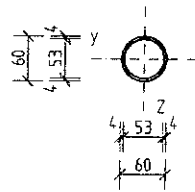
Teilsicherheit für das Profileigengewicht: $\Gamma_{M} = 1.35$

WERKSTOFFDATEN S 355, Erzeugnisdicke $t \leq 40 \text{ mm}$
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_{y,k} / f_{u,k} = 360 / 510 \text{ N/mm}^2$
 E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm^2 , $\Gamma_{M} = 1.10$

STÜTZENQUERSCHNITT gewählt:

Stahlrohr, nach DIN 2448 oder DIN 2458

1 x 60.3/ 3.6



Rundrohr-Hohlprofil 60.3/ 3.6

M=1:10

Querschnittswerte:

$A = 6.41 \text{ cm}^2$, $G = 0.05 \text{ kN/m}$, $N_{pl,d} = 209.78 \text{ kN}$
 $I_y = 26 \text{ cm}^4$, $i_y = 2.01 \text{ cm}$, $M_{pl,y,d} = 3.79 \text{ kNm}$
 $I_z = 26 \text{ cm}^4$, $i_z = 2.01 \text{ cm}$, $M_{pl,z,d} = 3.79 \text{ kNm}$

BEGRENZUNG d/t: vorhd. (d/t) / grenz(d/t) = 0.359 < 1

BIEGEKNICKNACHWEIS für LF 1

LF/ Komb.	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	Tragsicherheitsnach. Bed. (DIN 18800 T2)
1/Q1	0.00	1.57	-1.65	0.00	(24) = 0.497 ≤ 1.0

TRAGSICHERHEIT nach DIN 18800 Teil 1 (EL-PL) für LF 1

f = Ausnutzungsgrade der Querschnittsteilflächen ≤ 1.0

für	LF/Ko	Höhe	f, Nx	f, Myz	f, Vyz
ungünst.Stelle:	1/Q1	0.00	0.011	0.470	0.036
max. f, Vyz	: 1/Q1	0.00	0.011	0.470	0.036

Eine Biegedrillknickuntersuchung ist nicht erforderlich.

Schnittkräfte am Stützenfuß (design):

LF	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	MyI (kNm)	MyII (kNm)	MzI (kNm)	MzII (kNm)
1 max.	1.6	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
min.	0.1	0.0	0.0	-1.7	-1.7	0.0	0.0

VERFORMUNGEN aus Gk+Qk (charak.)

Gamma M = 1.00

 E-Modul * $I_{y,d}$ * $\epsilon_{ps,y}$ = 54.33 kNm²

 E-Modul * $I_{z,d}$ * $\epsilon_{ps,z}$ = 54.33 kNm²

Stützenkopferschiebungen in cm:

LF	wy	l/wy	wz	l/wz	LF	wy	l/wy	wz	l/wz
1	—	—	0.816	135					

Charakt. Schnittkräfte am Stützenfuß (Lastweiterleitung):

LF aus	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	MyI (kNm)	MyII (kNm)	MzI (kNm)	MzII (kNm)
1 G:	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Q:	1.0	0.0	1.0	-1.1	-1.1	0.0	0.0



Anschluß an IPE 140

Knotenbleche $t = 6 \text{ mm}$, Kehlnähte umlaufend $a = 3 \text{ mm}$

2 M 16, GKL: 8.8

Schraubenabstand $a = 80 \text{ mm}$

$Q = 1.0 * 121 * 8 = 15.21 \text{ kN} < \text{zul. } Q$

Queraussteifung:

Konstruktiv gewählt: MSH 50/50/4 mm

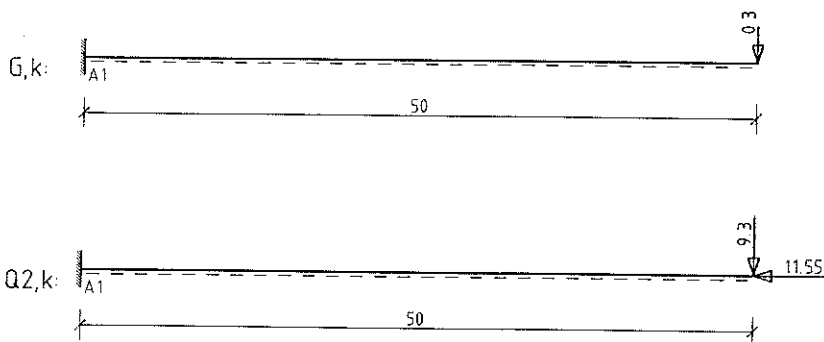
zwischen den beiden Längsträgern
mit HV-Nähten voll eingeschweißt

vgl. hierzu Skizze Seite 28



POS. 11 KONSOLE

SYSTEM: Kragträger, Kragarmlänge $l = 0.50 \text{ m}$
 Beta = 2.00, Knicklänge $s_k = \text{Beta} \cdot l = 1.00 \text{ m}$



GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Psi
Q2	Welle	0.90

EINWIRKUNGEN: $q \text{ (kN/m)}, P \text{ (kN)}, M \text{ (kNm)}$

aus	Art, Klas.	GamF (-)	Betrag		a (m)	c (m)	
.	.	.	li.	re.	.	.	
Pos. 81	Auflager 2	Pz,G	1.35	0.30	0.30	0.50	—
		Pz,Q2	1.50	9.30	9.30	0.50	—
		Nx,Q2	1.50	11.55	11.55	—	—

DESIGN-SCHNITTGRÖSSEN:

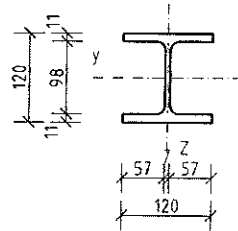
	Auflager 1		Auflager 2		
	max.	min.	max.	min.	
vertikal:	14.35 /	0.40	- /	-	kN
horizontal:	17.32 /	0.00	- /	-	kN

maximales Moment an Einspannstelle: $M_y = -7.18 \text{ kNm}$

WERKSTOFFDATEN: St 37-2, Erzeugnisdicke $t \leq 40 \text{ mm}$
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k/f_u, k = 240 / 360 \text{ N/mm}^2$
 E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm^2 , $\text{Gamma M} = 1.10$

TRÄGERWAHL: Formstahlprofil ohne Verstärkung

HE-B, warmgefertigt, nach DIN 1025-2 1 x HE-B 120



1 x HE-B 120

M=1:10

QUERSCHNITTSWERTE:

$I_y =$	864.00 cm ⁴ ,	$I_z =$	318.00 cm ⁴ ,	$A =$	34.00 cm ²
$I_w =$	9410.00 cm ⁶ ,	$i_y =$	5.04 cm,	$i_z =$	3.06 cm
		$i_p =$	5.90 cm,	$i_M =$	5.90 cm

Widerstände:

$$N_{pl,d} = 741.8 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 36.1 \text{ kNm}$$

Verzweigungslasten:

$$N_{ki,z} = 6590.9 \text{ kN}$$

Biegedrillknickmoment:

$$M_{ki,y} = 1653.7 \text{ kNm}$$

TRAGSICHERHEIT bei Flächenaufteilung E-P, (b/t)-NACHWEIS:

Kombination	x	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	$N_{x,d}$	f_{my}	f_{vz}	f_{nx}
GQ2	0.00	-7.18	14.35	17.32	0.20	0.18	0.03

f_{my}, f_{vz}, f_{nx} : Ausnutzungsgrade aus M_y, V_z und N_x (≤ 1.0).

vorh. (b/t) / grenz (b/t), Steg: $0.05 < 1.00$

vorh. (b/t) / grenz (b/t), Gurt: nicht erford.

BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

$$N = 17.32 \text{ kN}, M_y = -7.18 \text{ kNm}, \text{Bed. (24)} = 0.223 < 1.00$$

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

Lastangriff: Obergurt

Abstand der Druckgurthalterungen $l = 0.50 \text{ m}$ Momentenbeiwert nach Tabelle 10 $Zeta = 1.77$ Trägheitsradius Druckgurt + 1/5 Steg $i_{z,g} = 3.2 \text{ cm}$ Elem. (303): $0.155 < 0.40$ (Biegedrillknicknachw. entfällt)

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (Durchbiegung, charakteristisch):

$$\text{max. wk am freien Ende: } w_{z,G}/w_{z,GQ} = 0.001 / 0.022 \text{ cm}$$

CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG): (kN, kNm)

Auf- lager	A, k (G)	A, k (Q, min)	A, k (Q, max)	M_y, k (G)	M_y, k (Q, min)	M_y, k (Q, max)
1	0.30	9.30	9.30	-0.15	-4.65	-4.65

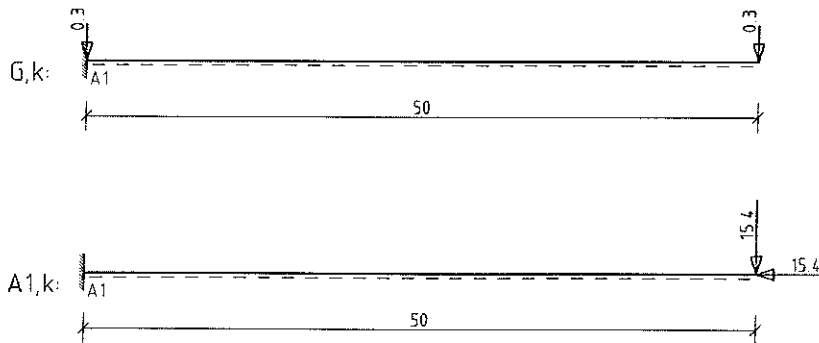
$$H_{x,k}, \text{ Lager 1: } G/Q, \text{min}/Q, \text{max} = 0.00/ 11.55/ 11.55 \text{ kN}$$

Der Nachweis der Krafteinleitungen (18800, T.1, (503)) für Auflager/Krafteinleitungsstellen wird gesondert geführt.



POS. 111 KONSOLE Eisbelastung

SYSTEM: Kragträger, Kragarmlänge $l = 0.50$ m
 Beta = 2.00, Knicklänge $s_k = \text{Beta} \cdot l = 1.00$ m



GRUPPIERUNG DER AUSSERGEWÖHNLICHEN EINWIRKUNGEN A_i :

Nr.	Beschreibung
A1	Eisbelastung

EINWIRKUNGEN: q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	GamF (-)	Betrag		a (m)	c (m)
			li.	re.		
Pos. 82 Auflager 2	Pz,G	1.35	0.30	0.30	0.00	—
	Pz,G	1.35	0.30	0.30	0.50	—
	Pz,A1	1.00	15.40	15.40	0.50	—
	Nx,A1	1.00	15.40	15.40	—	—

DESIGN-SCHNITTGRÖSSEN:

	Auflager 1		Auflager 2		
	max.	min.	max.	min.	
vertikal:	16.00 /	0.80	- /	-	kN
horizontal:	15.40 /	0.00	- /	-	kN

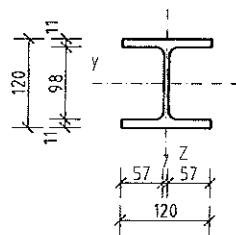
maximales Moment an Einspannstelle: $M_y = -7.85$ kNm

WERKSTOFFDATEN: St 37-2, Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_{y,k}/f_{u,k} = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm², $\Gamma_M = 1.10$

TRÄGERWAHL: Formstahlprofil ohne Verstärkung

HE-B, warmgefertigt, nach DIN 1025-2

1 x HE-B 120



1 x HE-B 120

M=1:10

QUERSCHNITTSWERTE:

$I_y =$	864.00 cm ⁴ ,	$I_z =$	318.00 cm ⁴ ,	$I_t =$	13.80 cm ⁴
$I_w =$	9410.00 cm ⁶ ,	$i_y =$	5.04 cm,	$i_z =$	3.06 cm
		$i_p =$	5.90 cm,	$i_M =$	5.90 cm

Widerstände:

$N_{pl,d}$	=	741.8 kN
$M_{pl,y,d}$	=	36.1 kNm

Verzweigungslasten:

$N_{ki,z}$	=	6590.9 kN
------------	---	-----------

Biegedrillknickmoment:

$M_{ki,y}$	=	1653.7 kNm
------------	---	------------

TRAGSICHERHEIT bei Flächenaufteilung E-P, (b/t)-NACHWEIS:

Kombination	x	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	$N_{x,d}$	f_{my}	f_{vz}	f_{nx}
GA1	0.00	-7.85	15.70	15.40	0.22	0.20	0.03

f_{my}, f_{vz}, f_{nx} : Ausnutzungsgrade aus M_y, V_z und N_x (≤ 1.0).

vorh. (b/t) / grenz (b/t), Steg: 0.05 < 1.00
 vorh. (b/t) / grenz (b/t), Gurt: nicht erford.

BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

$N =$ 15.40 kN, $M_y =$ -7.85 kNm, Bed. (24) = 0.240 < 1.00

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

Lastangriff: Obergurt
 Abstand der Druckgurthalterungen $l =$ 0.50 m
 Momentenbeiwert nach Tabelle 10 $Zeta =$ 1.77
 Trägheitsradius Druckgurt + 1/5 Steg $i_{z,g} =$ 3.2 cm
 Elem. (303): 0.155 < 0.40 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (Durchbiegung, charakteristisch):

max. w_k am freien Ende: $w_{z,G}/w_{z,GQ} =$ 0.001 / 0.001 cm

Der Nachweis der Krafteinleitungen (18800, T.1, (503)) für Auflager/Krafteinleitungsstellen wird gesondert geführt.

**POS. 12 ANSCHLUSS KONSOLE****EINWIRKUNGEN****Lastfall 1: Verkehrslast (Mannlast)**

M = - 1.15 kNm

Q = 2.30 kN

N = 0.00 kN

Lastfall 2: Welle

M = - 4.78 kNm / + 4.48 kNm

Q = 19.10 kN / - 17.90 kN

N = +- 11.55 kN

Lastfall 3: Eislast von oben

M = - 7.71 kNm

Q = 15.42 kN

N = - 15.42 kN

Lastfall 4: Eislast von unten

M = + 5.78 kNm

Q = - 11.66 kN

N = - 15.43 kN

gewählt: Ankerplatte 260/360/20 mm

Ankerplatte in frischem PC-Mörtel verlegt

4 Ankerstangen M 16 (Werkstoff Nr. 1.4571)

Ankerabstände:

horizontal a = 200 mm

vertikal a = 300 mm

Ankerkräfte:

Lastfall	Q1 [kN]	M/z [kN]	N1 [kN]	Z1 [kN]	D [kN]	nue
1	0.58	3.83	0.0	1.92	3.83	1.7
2	4.78	15.93	2.88	10.85	21.69	1.7
2a	-4.48	-14.93	-2.88	10.35	20.69	1.7
3	3.86	25.70	3.86	12.85	33.42	1.0
4	-2.92	-19.27	-3.86	9.64	26.99	1.0

**Nachweis der Anker:**

Für die Verankerung maßgebend Lastfall 2
max Z = 10.85 kN

Stahlquerschnitt:

zul. Z = 15.8 kN > vorh. Z

Verankerung:

gewählt: Einbindetiefe t = 350 mm

$$u * t = 16 * \pi * 350 = 17\,592 \text{ mm}^2$$
$$\text{max tau} = 10850 / 17592 = 0.62 \text{ N/mm}^2$$

Scherspannung bei Ausbruchkegel unter ca. 30

Bohrlochdurchmesser d = 18 mm

Bruchkegel außen $D = 18 + 2 * 350 * \text{tg } 30^\circ = 220 \text{ mm} > 200$

$d_m = (18 + 200) / 2 = 109 \text{ mm}$

$s = \text{SQR}((100 - 9)^2 + 350^2) = 362 \text{ mm}$

$U = 362 * 109 * \pi = 123830 \text{ mm}^2$

$\text{max tau} = 10850 / 123830 = 0.088 \text{ N/mm}^2$

In Anlehnung an DIN 1053

Klinkermauerwerk Steinfestigkeitsklasse > 12

Mörtelgtuppe III

$\text{max tau} = 0.014 * 12 = 0.168 \text{ N/mm}^2$

$\text{zul. tau} = \text{sig, OHS} + 0.30 * \text{sig, D}$

$\text{sig, OHS} = 0.110 \text{ N/mm}^2$

Auflast > 1.50 m => $\text{sig, D} = 0.027 \text{ N/mm}^2$

$\text{zul. tau} = 0.110 + 0.30 * 0.027 = 0.111 \text{ N/mm}^2 > 0.088$

Die Tragfähigkeit der Ankerstangen sollte durch einen Zugversuch mit 1.3 - facher Gebrauchslast (Z = 14.1 kN) nachgewiesen werden.

**Nachweis der Platte:**

Bereich der Zuganker:

$$m = 10850 \text{ Nmm/mm}$$

$$W = 1 * 20^2 / 6 = 66.67 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 10850 / 66.67 = 163 \text{ N/mm}^2 < 180 \text{ (LF 2)}$$

Bereich der Druckzone: (maßgebend Lastfall 3, AL)

gewählt: Steife mittig $t = 12 \text{ mm}$

$$M = 0.50 * D * B/4 = 0.50 * 33.42 * 25 / 4 = 104.4 \text{ kNcm}$$

$$\text{wirksame Breite } B_w = 25 * 2 = 50 \text{ mm}$$

$$W_{pl} = 5 * 2^2 / 4 = 5.0 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 1044 / 5 = 208.8 \text{ N/mm}^2 < 235 / 1.1 = 214 \text{ N/mm}^2$$

Steife:

gewählt: 12/170/170 mm**Kehlnähte $a = 5 \text{ mm}$**

Schweißnaht:

$$M = 33.42 * 0.15 = 5.013 \text{ kNm}$$

$$T = 5.013 / (0.17 * 2/3) = 44.3 \text{ kN}$$

$$\sigma = 443 / 2 * 0.5 * 17 = 52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 334 / 2 * 0.5 * 17 = 20 \text{ N/mm}^2$$

o.w. Nachweis



AUFGESTELLT:

Husum, den 11.10.2007

Martens Ingenieure GmbH

Tel: 04841 / 89293

Fax: 04841 / 89295

.....
Dipl.-Ing. Uwe Martens
Beratender Ingenieur