



STATISCHE BERECHNUNG

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)

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Vorbemerkungen	3
Pos. 1 Geländerfundamente	4
Pos. 2 Geländerholm	16
Pos. 3 Geländerpfosten	18
Pos. 4 Geländerholm Treppe	20
Pos. 5 Geländerpfosten Treppe	22
Pos. 6 Treppenwange	29
Pos. 7 Treppenfundamente	49
Pos. 8 Montagesteg (wird nachgereicht)	

**Vorbemerkung:**

Die Außenanlagen bestehend aus

1. Deichgeländer
2. Deichtreppe
3. Montagesteg über Auslauf (wird nachgereicht)

werden nachfolgend statisch nachgewiesen. Hierbei werden folgende Belastungen gerücksichtigt:

Geländer:

Holmdruck gem. DIN 1072 $q_h = 0.80 \text{ kN/m}$

Treppe:

Verkehrslast gem. DIN 1072 $q = 5.00 \text{ kN/m}^2$
Holmdruck $q_h = 0.80 \text{ kN/m}$

Montagesteg:

Lastansätze müssen noch mit dem Bauherrn abgestimmt werden.

Baugrund:

Für Fundamentberechnungen werden folgende Bodenkennwerte angesetzt:

γ/γ'	$= 18.0/10.0 \text{ kN/m}^3$
ϕ'	$= 30.0^\circ$
delta	$= 0$
c'	$= 0$
Bodenpressung zul. σ	$= 80 \text{ kN/m}^2$

**POS. 1 FUNDAMENTE der GELÄNDERPFOSTEN**

Die Pfostenfundamente liegen in der Asphaltbefestigung des Außendeiches unmittelbar an der Böschungsinnenkante der Deichkrone. Die Böschungsneigung (Innendeichböschung) wird mit 1:1,86 der Berechnung zu Grunde gelegt (örtliches Aufmaß).

Berechnungsgrundlagen:**Bodenkennwerte:**

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 30^\circ$
 $\delta = 0^\circ$ (wegen $\sum V = 0$ erforderlich)
 $c' = 0$ (keine Kohäsion)

Räumliche Wirkung des Erdwiderstandes:

In Anlehnung an Dalbenberechnungen (Ganthke) wird eine räumliche Wirkung des Erdwiderstandes mit einer in der Tiefe zunehmenden Wirkungsbreite berücksichtigt.

Ausbreitung unter 60° nach jeder Seite =>

$$B_w = B_o + 2 * T(z) / \text{tg } 60^\circ =$$
$$= B_o + 1.15 * T(z)$$

Wirksamer Erdwiderstand damit

$$E(T) = B_w * (E_p - E_a)$$

Die Erddruckordinaten $e = (e_p - e_a)$ für einen 1.00 m breiten Streifen werden unter Berücksichtigung der auf der passiven Seite liegenden Geländeneigung mit Hilfe eines EDV-Programmes ermittelt (s. Seite 6 ff).

Grundwasserstand:

Im Bereich der Fundamente ist kein Grundwasser vorhanden.

Böschungsneigung:

$$\beta = - 28.3^\circ \text{ (Neigung 1 : 1.86)}$$

Stützung durch Asphaltdecke:

Eine stützende Wirkung der Asphaltdecke wird nicht angesetzt.

Einspanntiefe der Fundamente:

Die Ermittlung der erforderlichen Gründungstiefe erfolgt für die Belastung Geländerdruck in Böschungsrichtung graphisch. Auf den Nachweis für Geländerzugkräfte kann im Hinblick auf die Geländesituation verzichtet werden.

Belastung der Fundamente:

Holmdruck gem. DIN Fachbericht 101 (Brücken):

$$P, h = 0.80 \text{ kN/m}$$

Geländerhöhe:

$$H = 1.20 \text{ m}$$

Pfostenabstand

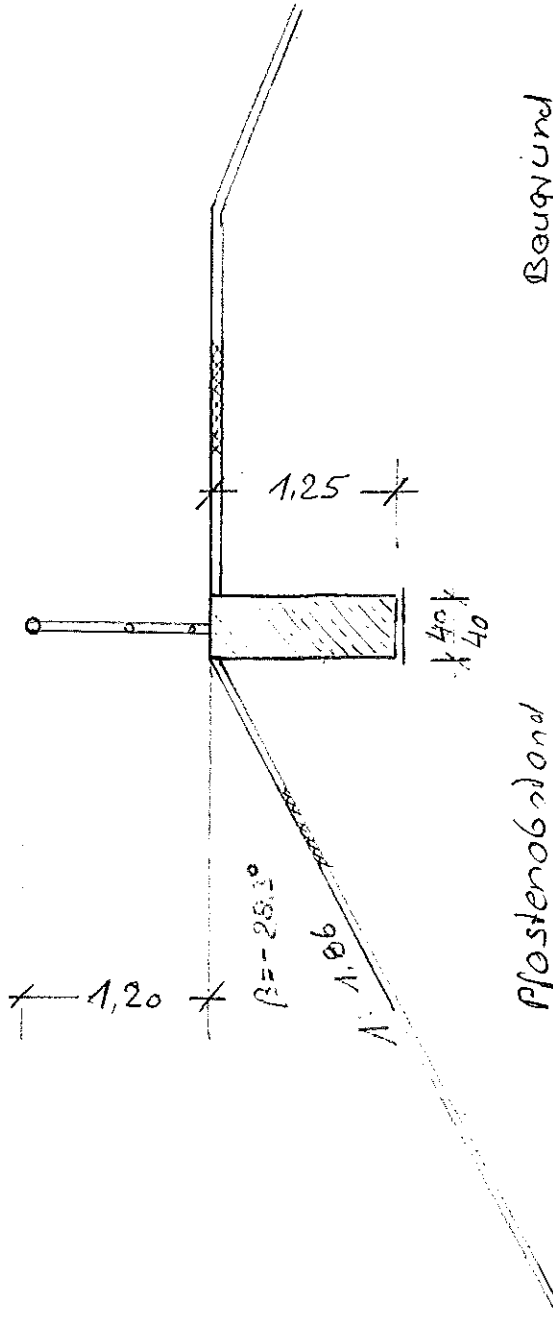
$$a \leq 2.50 \text{ m}$$

$$\text{Somit } \max Q, h = 0.80 * 2.50 = 2.00 \text{ kN}$$

$$\max M = 2.00 * 1.20 = 2.40 \text{ kN}$$

$$\text{Eigengewicht } G = 0.40 * 0.40 * 1.25 * 25.0 = 5.00 \text{ kN}$$

Übersicht



Baugrund

$$\gamma/\gamma' = 18.0 / 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ, \delta = 0$$

$$c' = 0$$

Pfostenbohrwand

$$\leq 2.50 \text{ m}$$

$$\beta = 28.1^\circ$$

$$1.20$$

$$1.25$$

$$40 \times 40$$

MARTENS INGENIEURE GMBH

Großstraße 12 - 14
 25813 Husum
 Projekt :1907
 Position :1

Telefon 04841/89293
 Fax 04841/89295
 /Geländer Ehstensiel
 /Erddruckermittlung

Blatt Nr. 6 Seite
 Datum : 17.07.190
 Prog. : A1.20-0

EINGABEPROTOKOLL

SYSTEMDATEN

Spundwandneigung..... (Grad) 0.00
 Geländeneigung Aktivseite..... (Grad) 0.00
 Passivseite.... (Grad) -28.30
 Kote rechnerische Sohle..... (m) 0.00
 Kote Wasser Aktiv Seite.... (m) -3.00
 Passiv Seite.... (m) -3.00
 E-Modul Bohle..... (MN/m²) 210000.
 Trägheitsmoment (cm⁴/m) 42000.
 Widerstandsmoment (cm³) 2000.
 Querschnittsfläche (cm²) 197.
 Eigengewicht pro m² Bohle..... (kN/m²) 155.00
 Teilsicherheitsbeiwert (gamma-n)..... 1.00
 Gamma-m, Reibung : Aktiv Seite..... 1.00
 Passiv Seite..... 1.00
 Gamma-m, Kohäsion : Aktiv Seite..... 1.00
 Passiv Seite..... 1.00
 Erhöhter aktiver Erddruck.....: 1.00
 Sicherheitsbeiwert der Passivseite...: 1.00
 Mindest Kagh/Hydraulischer Druck(1/2) 0.20
 Erddruck ab Schicht Nummer.....: 1

SCHICHTWERTE

Phi = Innerer Reibungswinkel Gamma = Cal Gamma Index a = aktiv
 Del/r = Wandreibung/Rohheit Gamma' = Cal Gam+Auftr. cu = Kohäsion

Nr	Kote m	Passivseite.....			Aktivseite.....						
		Gamma kN/m ³	Gamma' kN/m ³	Phi Grad	Del Grad	cu kPa	Gamma kN/m ³	Gamma' kN/m ³	Phi Gra	Del Gra	cu kN/m ²
1	0.00	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
2	-0.20	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
3	-0.40	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
4	-0.60	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
5	-0.80	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
6	-1.00	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
7	-1.20	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
8	-1.40	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
9	-1.60	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0
10	-1.80	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0	18.00	10.00	30.0	0.00	0.0

WANDLASTEN

Last nr	Kote m	Qv kN/m	Qh kN/m	Moment kNm/m
1	0.00	4.00	-2.00	-2.40

MARTENS INGENIEURE GMBHGroßstraße 12 - 14
25813 HusumTelefon 04841/89293
Fax 04841/89295

Blatt Nr. 7 Seite

Projekt :1907 /Geländer Ehstensiel
Position :1 /ErddruckermittlungDatum : 17.07.190
Prog. : A1.20-0**ERGEBNISPROTOKOLL****ERDDRUCKBEIWERTE**

Nr	Ermittelte Bodenbeiwerte.....					Theta	Geänderte Bodenbeiwerte.....				
	Kagh	Kpgh	Kaph	Kach	Kpch		Kagh	Kpgh	Kaph	Kach	Kpch
1	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
2	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
3	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
4	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
5	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
6	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
7	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
8	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
9	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572
10	0.333	0.99	0.577	1.155	1.57	60.00	0.333	0.990	0.577	1.155	1.572

Kch ist nach DIN 4085 ermittelt worden.

ERDDRUCKORDINATEN

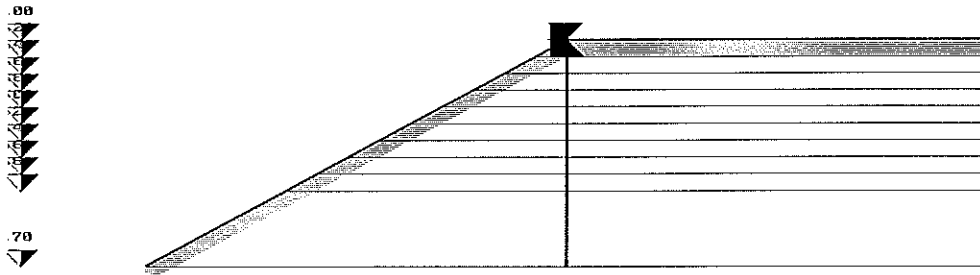
Die Einwirkung einer Kohäsion wird vom Gesamterddruck abgezogen. Dieser Erddruck wird dann mit dem Mindesterdruk verglichen und bei Bedarf korrigiert.

SCHICHTWERTE FÜR EIGENGEWICHT UND ZUSATZLASTEN

Erddruck Kote m	Bodeneigengewicht		V-Zusatzlasten		H-Zusatzlasten	
	eph kN/m ²	eah kN/m ²	epv kN/m ²	eav kN/m ²	eaih kN/m ²	eaw kN/m ²
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	-3.56	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	-3.56	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.40	-7.13	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.40	-7.13	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.60	-10.69	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.60	-10.69	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.80	-14.26	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.80	-14.26	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.00	-17.82	5.99	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.00	-17.82	5.99	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.20	-21.38	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.20	-21.38	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.40	-24.95	8.39	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.40	-24.95	8.39	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.60	-28.51	9.59	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.60	-28.51	9.59	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.80	-32.08	10.79	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.80	-32.08	10.79	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.70	-48.11	16.18	0.00	0.00	0.00	0.00

GESAMTERDDRUCK UND TEILWERTE

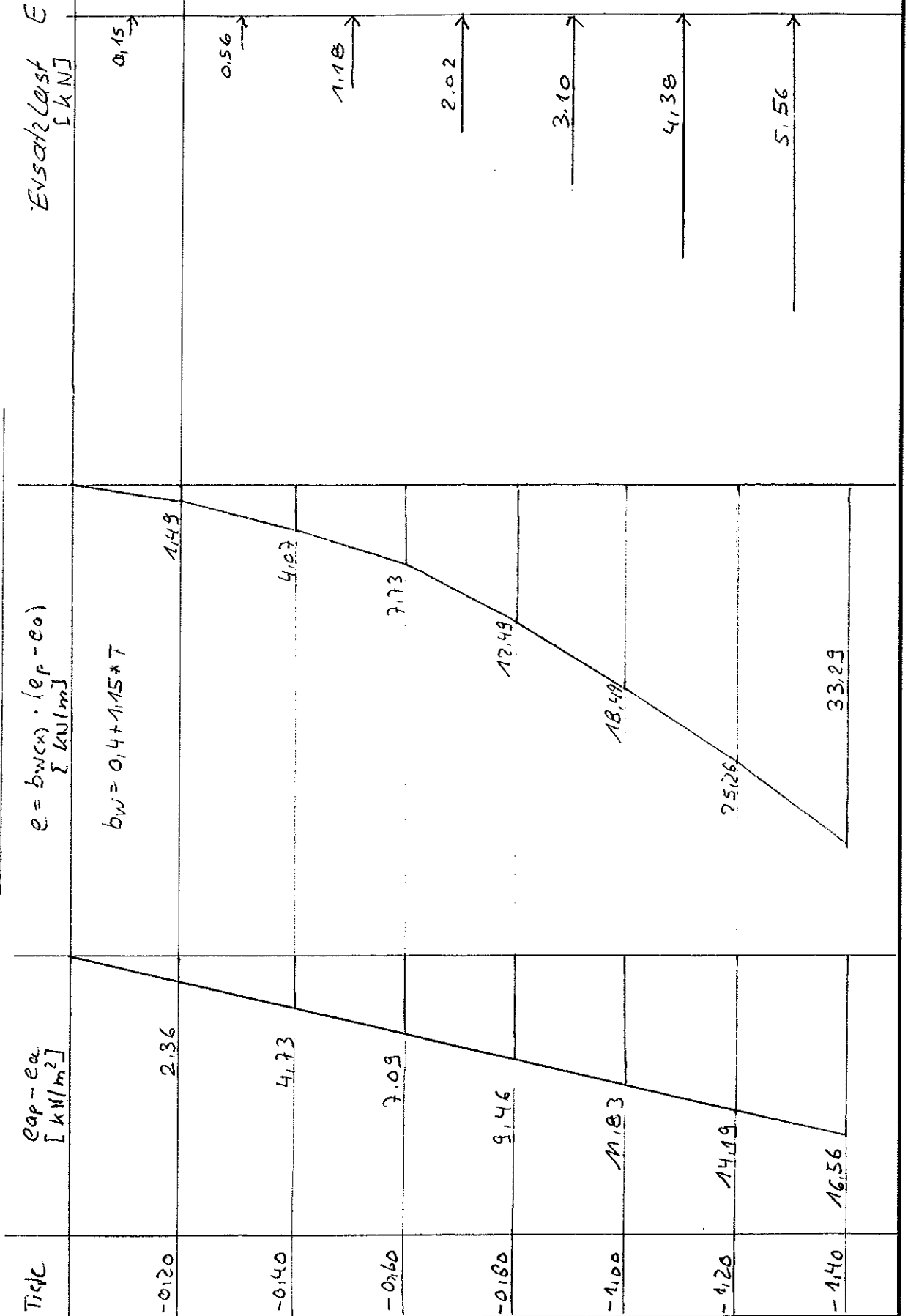
Kote m	Gesamt kN/m ²	Gesamt Teillastbilder.....			
		Aktiv kN/m ²	Flächen kN/m ²	Böschung kN/m ²	V-Linie kN/m ²
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	-2.36	1.20	0.00	0.00	0.00
-0.20	-2.36	1.20	0.00	0.00	0.00
-0.40	-4.73	2.40	0.00	0.00	0.00
-0.40	-4.73	2.40	0.00	0.00	0.00
-0.60	-7.09	3.60	0.00	0.00	0.00
-0.60	-7.09	3.60	0.00	0.00	0.00
-0.80	-9.46	4.80	0.00	0.00	0.00
-0.80	-9.46	4.80	0.00	0.00	0.00
-1.00	-11.83	5.99	0.00	0.00	0.00
-1.00	-11.83	5.99	0.00	0.00	0.00
-1.20	-14.19	7.19	0.00	0.00	0.00
-1.20	-14.19	7.19	0.00	0.00	0.00
-1.40	-16.56	8.39	0.00	0.00	0.00
-1.40	-16.56	8.39	0.00	0.00	0.00
-1.60	-18.92	9.59	0.00	0.00	0.00
-1.60	-18.92	9.59	0.00	0.00	0.00
-1.80	-21.29	10.79	0.00	0.00	0.00
-1.80	-21.29	10.79	0.00	0.00	0.00
-2.70	-31.93	16.18	0.00	0.00	0.00



(Sektion mit Belastung)

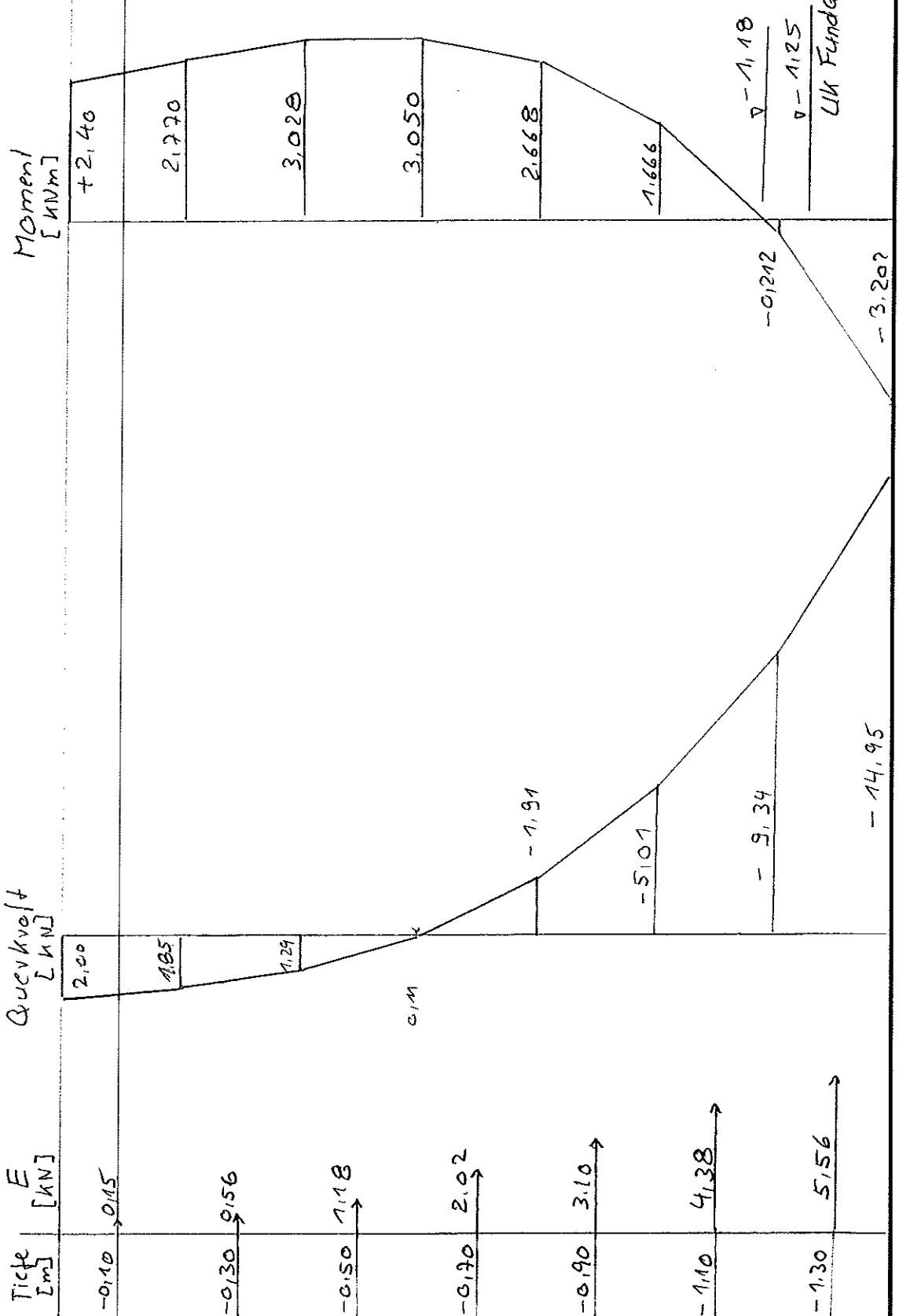


Erdruck - Erdwiderstand





Schnittkräfte



**Nachweis der unteren Auflagerung:**

auf Tiefe -1.22 m: vorh. Q = rd. 12.7 kN
 Erdwiderstand mit $\phi' = 30^\circ$ und $\delta = 2/3 \phi' = 20^\circ$
 wird $K_{ph} = 5.74$
 $E_{ph} = 5.74 * 18.0 * 1.22 * 0.07 * (1.15 * 1.22 + 0.40) =$
 $= 15.9 \text{ kN} > \text{vorh. Q} \Rightarrow \text{Summe H} = 0 \text{ ist erfüllt}$
 erf. $E_{ph} = 12.70 \text{ kN}$
 $\Rightarrow E_{pv} = 12.70 * \text{tg } 20^\circ = 4.62 \text{ kN} < G = 0.40^2 * 1.25 * 25 =$
 Eigengewicht $G = 5.00 \text{ kN} \Rightarrow \text{Summe V} = 0 \text{ ist erfüllt}$

Bemessung:**Baustoffe:**

Normalbeton C 35/45
 BSt 500S(A)+BSt 500M(A)
 Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0 \text{ mm}$

Expositionsklassenauswahl

Ort	x1[m]	x2[m]	Expositionsklassen			
oben	0.00	-	XC4	XS1	XF1	XA2
Seite	0.00	- 1.00	XC4	XS1	XF1	XA2

Erläuterungen:

XC4 Wechselnd nass und trocken
 XS1 Salzhaltige Luft, kein direkter Kontakt mit Meerwasser
 XF1 Mäßige Wassersättigung ohne Taumittel
 XA2 Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke

Betondeckung:

Ort	xi[m]	x2[m]	c.min delta.c gew.c		
			[mm]	[mm]	[mm]
oben	0.00	-	40	15	55
Seite	0.00	- 1.00	40	15	55

Abmessungen:

gewählt: Einzelfundament B/D/L = 0.40 / 0.40 / 1.00 m

Bewehrung:

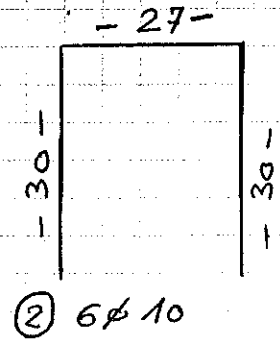
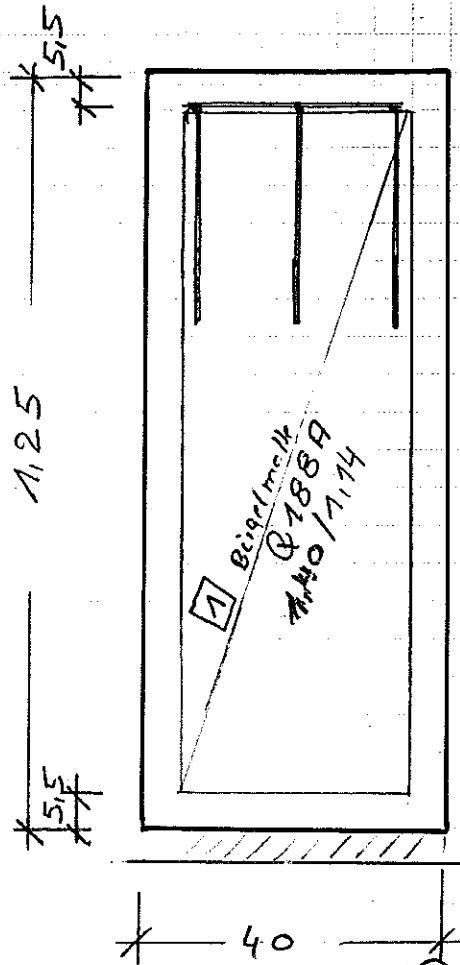
Im Hinblick auf die Dübelarbeiten (Reaktionsanker) konstruktiv

gewählt:

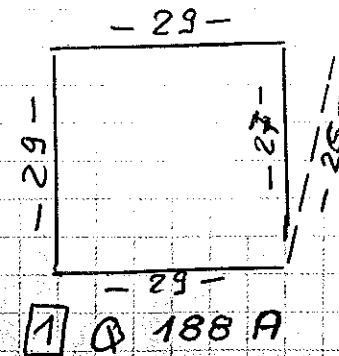
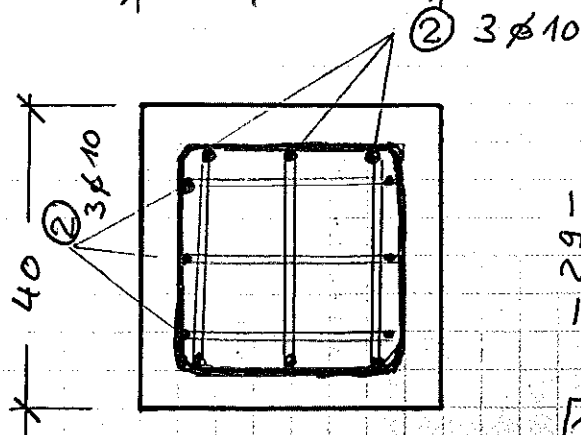
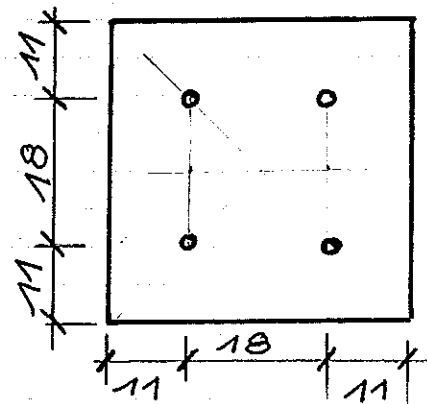
Bügelmatte Q 188A (lotrecht)
 Steckbügel am Kopf je 3 Ds 10 kreuzweise oben

BV: Ehstencil
Geländerfundamente

Beton C 35/45, XC4, XS1, XF1, XD2
Betonstahl BSt 500 SCA)



Lage der Dübel



Betondeckung $\bar{u} = 55 \text{ mm}$

Nachweis der Reaktionsanker:

gewählt.

4 Reaktionsanker M 12

hier Nachweis für Fischer Reaktionsanker R 12
gem. Zulassung Nr. Z-21.3-1615
Geltungsdauer bis Dezember 2007

Ankerdaten:

Bohrlochtiefe: 110 mm
Bohrerdurchmesser: 14 mm
Drehmoment: (max) 40 Nm
Durchgangsloch in der Fußplatte: 14 mm

Vorhandene Abstände

gewählt: Ankerplatte 220/220/12 mm S 235

Randabstand $a, r = 110 \text{ mm} > \min a, r = 55 \text{ mm}$
Achsabstand $a = 180 \text{ mm} > \min a = 110 \text{ mm}$

Nachweis:

zul. $F_0 = 10 \text{ kN}$ für C 35/45
Beiwerte für reduzierte Abstände
 $\kappa_{a} = (1 + 180/270) / 2 = 0.833$
 $\kappa_{a,r} = (1 + 110/135) / 2 = 0.907$
Abminderung für Querkraft
 $\eta = 0.60$ [$0.4 * a, r < 110 \text{ mm} < 1.0 * a, r = 135 \text{ mm}$]

zul. $Z, 1 = 10.0 * 0.833 * 0.907 * 0.907 = 6.85 \text{ kN}$
zul. $Q, 1 = 6.85 * 0.60 = 4.11 \text{ kN}$

vorhandene Ankerkräfte:

vorh. $M = 2.40 \text{ kNm}$
vorh. $Q = 2.00 \text{ kN}$

Hebelarm für M: $e_z = 180 + 20 - 10 = 190 \text{ mm}$ [Druckfläche 20/230 mm]vorh. $Z, 1 = 2.40 / (2 * 0.190) = 6.32 \text{ kN} < \text{zul. } Z, 1 = 6.85 \text{ kN}$ Betonpressung: $\sigma_{b} = 2 * 6320 / (20 * 220) = 2.99 \text{ N/mm}^2$ vorh. $Q, 1 = 2.00 / 4 = 0.50 \text{ kN} < \text{zul. } Q, 1 = 4.11 \text{ kN}$ **Überlagerung:**vorh. Z / zul. Z + vorh. Q / zul. Q < 1.00

6.32 / 6.85 + 0.50 / 4.11 = 1.045 rd. 1.00

4.5 % Überschreitung unbedenklich !

Pfostenabstand wurde auf 2.00 m reduziert

Nachweis der Ankerplatte:

Biegemoment in der Platte:

Abstand Anker - Geländerpfosten [Du 60.3 mm]

$$a = (180 - 60) / 2 = 60 \text{ mm}$$

$$M = 2 * Z_{,1} * a = 2 * 6.15 * 6.0 = 73.8 \text{ kNcm}$$

wirksames plastisches Widerstandsmoment der Platte

$b_w = 180 \text{ mm}$ [3-fache Pfostenbreite gem. Bruchlinientheorie]

$$W_{pl} = 18.0 * 1.2^2 / 4 = 6.48 \text{ cm}^3$$

$$M_{pl} = 23.5 * 6.48 = 152.3 \text{ kNcm}$$

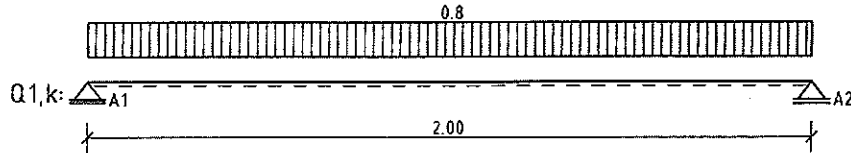
Nachweis:

$$s = 1.5 * 73.8 / (152.3 / 1.1) = 0.80 < 1.00$$



POS. 2 GELÄNDERHOLM

SYSTEM: 1-Feldträger, Gesamtlänge 2.00 m



Feld: 1
 l (m): 2.00

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

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

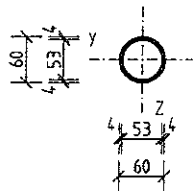
EINWIRKUNGEN: q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	γ_{mF} (-)	Betrag li.	re.	a (m)	c (m)
Holmdruck	$q_z, Q1$	1.50	0.80	0.80	0.00	2.00

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, $\gamma_{mM} = 1.10$

TRÄGERWAHL: Formstahlprofil ohne Verstärkung

Stahlrohr, nach DIN 2448 oder DIN 2458 1 x 60.3/ 3.6



1 x Rundrohr-Hohlprofil 60.3/ 3.6

$M=1:10$

QUERSCHNITTSWERTE:

$A =$	6.41 cm ²
$I_y = 25.87$ cm ⁴ , $I_z = 25.87$ cm ⁴	$I_t = 51.75$ cm ⁴
$I_w = 0.00$ cm ⁶ , $i_y = 2.01$ cm	$i_z = 2.01$ cm
$i_p = 2.84$ cm	$i_M = 2.84$ cm

GRENZWERTE d/t (DIN 18800 T.1 Tab.15)

vorh. (d/t) / min.grenz (d/t): 0.24 < 1.00



FELDMOMENTE, TRAGSICHERHEITSNACHWEISE (DIN 18800 T.1):

max. Tragsicherheit bei Flächenaufteilung (E-P):

	Mfyd	Ko.	x	My,d	Vz,d	Nx,d	fmy	fvz	fnx
F1	0.60	GQ1	1.00	0.60	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00

fmy, fvz, fnx: Ausnutzungsgrade aus My, Vz und Nx (≤ 1.0).

Lager	Msyd (kNm)	Vzd, li (kN)	Vzd, re (kN)	max.Ad (kN)	min.Ad (kN)
A1	0.00	0.00	1.20	1.20	1.20
A2	0.00	-1.20	0.00	1.20	1.20

Widerstände:

$$\begin{aligned} N_{pl,d} &= 139.9 \text{ kN} \\ M_{pl,y,d} &= 2.5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (Durchbiegung, charakteristisch):

	bei x (m)	max.wz,G (cm)	max.wz,GQ (cm)	
Feld 1:	1.00	0.000	0.307	(1/ 652)



POS. 3 GELÄNDERPFOSTEN

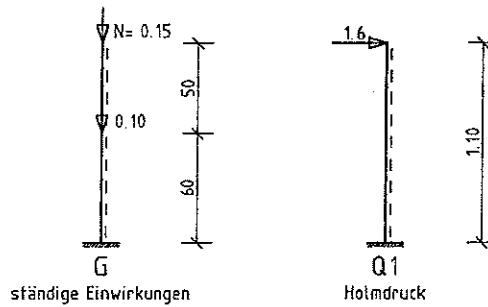
SYSTEM : h = 1.10 m, sky = 2.20 m, skz = 2.20 m

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

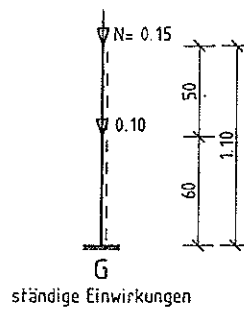
EINWIRKUNGEN :

2-achsig

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



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



GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Qi:

Nr.	Beschreibung	Psi
Q1	Holmdruck	0.90

EINZELNINWIRKUNGEN:

H, N (kN), M (kNm)

aus	LF (-)	Höhe (m)	Art, Kla.	GamF (-)	Betrag charakt.	ez (cm)	ey (cm)
Geländerholm	1	1.10	H _z , Q1	1.50	1.60	—	—
Geländerholm	1	1.10	N _x , G	1.35	0.15	—	—
Kniestock	1	0.60	N _x , G	1.35	0.10	—	—

Teilsicherheit für das Profileigengewicht: Gamma = 1.35

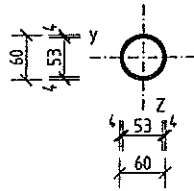
WERKSTOFFDATEN S 355 , Erzeugnisdicke t ≤ 40 mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit fy,k/fu,k = 360 / 510 N/mm²
 E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm², Gamma M = 1.10

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 cm², G = 0.05 kN/m, Npl,d = 209.78 kN
 Iy = 26 cm⁴, iy = 2.01 cm, Mpl,y,d = 3.79 kNm
 Iz = 26 cm⁴, iz = 2.01 cm, Mpl,z,d = 3.79 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	0.40	-2.64	0.00	(24) = 0.758 <= 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	0.004	0.752	0.083
max. f, Vyz	: 1/Q1	0.00	0.004	0.752	0.083

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.	0.4	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
min.	0.4	0.0	0.0	-2.6	-2.6	0.0	0.0

VERFORMUNGEN aus Gk+Qk (charak.)

Gamma M = 1.00

E-Modul * Iy,d * Eps,y = 54.33 kNm²
 E-Modul * Iz,d * Eps,z = 54.33 kNm²

Stützenkopferschiebungen in cm:

LF	wy	l/wy	wz	l/wz	LF	wy	l/wy	wz	l/wz
1	—	—	1.307	84					

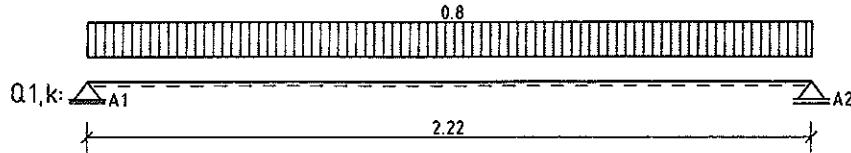
Charakt. Schnittkräfte am Stützenfuß (Lastweiterleitung):

LF aus	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	MyI (kNm)	MyII (kNm)	MzI (kNm)	MzII (kNm)
1 G:	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Q:	0.0	0.0	1.6	-1.8	-1.8	0.0	0.0



POS. 4 GELÄNDERHOLM TREPPE

SYSTEM: 1-Feldträger, Gesamtlänge 2.22 m



Feld: 1

l (m): 2.22

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

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

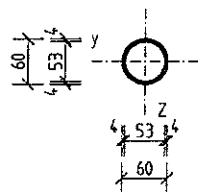
EINWIRKUNGEN: q (kN/m), P (kN), M (kNm)

aus	Art, Klas.	γ_{mF} (-)	Betrag li. re.	a (m)	c (m)
Holmdruck	$q_z, Q1$	1.50	0.80 0.80	0.00	2.22

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, $\gamma_{mM} = 1.10$

TRÄGERWAHL: Formstahlprofil ohne Verstärkung

Stahlrohr, nach DIN 2448 oder DIN 2458 1 x 60.3/ 3.6



1 x Rundrohr-Hohlprofil 60.3/ 3.6

$M=1:10$

QUERSCHNITTSWERTE:

$A =$	6.41	cm ²
$I_y =$	25.87	cm ⁴
$I_z =$	25.87	cm ⁴
$I_t =$	51.75	cm ⁴
$I_w =$	0.00	cm ⁶
$i_y =$	2.01	cm
$i_z =$	2.01	cm
$i_p =$	2.84	cm
$i_M =$	2.84	cm

GRENZWERTE d/t (DIN 18800 T.1 Tab.15)

vorh. (d/t) / min.grenz (d/t): 0.24 < 1.00



FELDMOMENTE, TRAGSICHERHEITSNACHWEISE (DIN 18800 T.1):

max. Tragsicherheit bei Flächenaufteilung (E-P):									
.	Mfyd	Ko.	x	My,d	Vz,d	Nx,d	fmy	fvz	fnx
F1	0.74	GQ1	1.11	0.74	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00

fmy, fvz, fnx: Ausnutzungsgrade aus My, Vz und Nx (≤ 1.0).

Lager	Msyd	Vzd,li	Vzd,re	max.Ad	min.Ad
.	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
A1	0.00	0.00	1.33	1.33	1.33
A2	0.00	-1.33	0.00	1.33	1.33

Widerstände: $N_{pl,d} = 139.9 \text{ kN}$
 $M_{pl,y,d} = 2.5 \text{ kNm}$

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (Durchbiegung, charakteristisch):

bei x				
	max.wz,G	max.wz,GQ		
	(m)	(cm)	(cm)	
Feld 1:	1.11	0.000	0.466	(1/ 477)

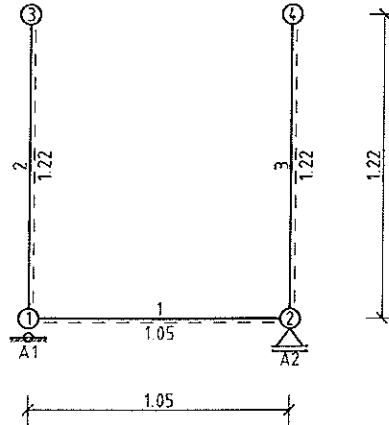
CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG): (kN, kNm)

La-	A,k	A,k	A,k	La-	A,k	A,k	A,k
ger	(G)	(Q,min)	(Q,max)	ger	(G)	(Q,min)	(Q,max)
1:	0.00	0.89	0.89	2:	0.00	0.89	0.89

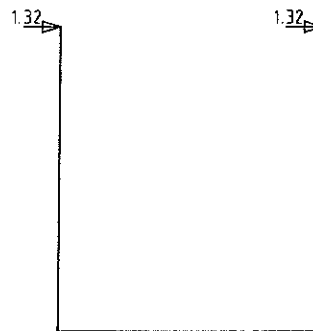


POS. 5 GELÄNDERPFOSTEN TREPPE

S Y S T E M



Lastfall 1
Knotenlasten



Berechnungsverfahren: Matrizen-Verschiebungsmethode

Freiheitsgrade h = horizontal v = vertikal m = Rotation

0	fest	fest	eingespannt
1	verschieblich	verschieblich	biegesteif
2	Schiebehülse	Q-Gelenk	M-Gelenk

E-Modul: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Gamma M = 1.10

Stab Nr	Knoten i / hvm	Nr/Lager - j / hvm	l x (m)	l z (m)	Alpha (—)	I, k (cm ⁴)	A, k (cm ²)
1	1/001	2/101	1.05	0.00	0.0	25	7
2	1/001	3/111	0.00	1.22	90.0	26	6
3	2/101	4/111	0.00	1.22	90.0	26	6



E I N W I R K U N G E N

Anzahl der Lastfälle: 1

Stab Nr.	im Lastfall Nr.	Einwirkung Art a u s	in i (kN, m)	in j (kN, m)
2	1	Qx Holmdruck	0.00	1.32
3	1	Qx Holmdruck	0.00	1.32

Einwirkungen

Teilsicherheitsbeiwerte:

ständige Einwirkung: Gamma F,G

veränderliche Einwirkung: Gamma F,Q

außergewöhnliche Einwirkung: Gamma F,A

Kombinationen:

Psi

Lastfall	Gamma F,G	Gamma F,Q	Gamma F,A	Psi
1	1.35	1.50	1.00	1.00

S C H N I T T G R Ö S S E N

nach Theorie 2.Ordnung

Einfluss der Th.II.Ordnung nur für Druckstäbe.

Die ermittelten Schnittgrößen II.Ordnung ergeben sich aus Ersatzbelastungen, die aus den $\nu_e/(1+\nu_e \cdot N_i/N_{ki})$ -fachen Verschiebungen der Theorie I.O. errechnet wurden.Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten ist $\nu_e = 1$.

Lastfall	ν_e	Vorverdrehung	Vorkrümmung
1	1.00	1/200	1/300

Für Stab 1 bis 3 bei Gamma-facher Einwirkung

Stab Nr.	LF.	V_i (kN)	V_j (kN)	N_i (kN)	N_j (kN)	M_i (kNm)	M_j (kNm)	M_f (kNm)
1	Vmax	-4.601	-4.601	1.980	1.980	2.416	-2.416	
	min	-4.601	-4.601	1.980	1.980	2.416	-2.416	
	Nmax	-4.601	-4.601	1.980	1.980	2.416	-2.416	
	min	-4.601	-4.601	1.980	1.980	2.416	-2.416	
	Mmax	-4.601	-4.601	1.980	1.980	2.416	-2.416	--
	min	-4.601	-4.601	1.980	1.980	2.416	-2.416	--
2	Vmax	1.980	1.980	--	--	-2.416	--	
	min	1.980	1.980	--	--	-2.416	--	
	Nmax	1.980	1.980	--	--	-2.416	--	
	min	1.980	1.980	--	--	-2.416	--	
	Mmax	1.980	1.980	--	--	-2.416	--	--
	min	1.980	1.980	--	--	-2.416	--	--



Stab Nr	LF.	Vi (kN)	Vj (kN)	Ni (kN)	Nj (kN)	Mi (kNm)	Mj (kNm)	Mf (kNm)
3	Vmax	1.980	1.980	-.-	-.-	-2.416	-.-	
	min	1.980	1.980	-.-	-.-	-2.416	-.-	
	Nmax	1.980	1.980	-.-	-.-	-2.416	-.-	
	min	1.980	1.980	-.-	-.-	-2.416	-.-	
	Mmax	1.980	1.980	-.-	-.-	-2.416	-.-	-.-
	min	1.980	1.980	-.-	-.-	-2.416	-.-	-.-

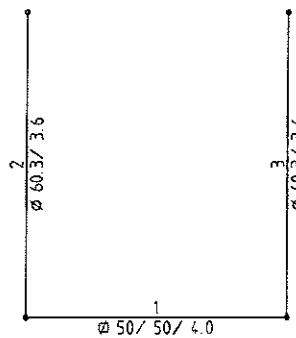
AUFLAGERKRÄFTE: V = vertikal, H = horizontal, M = Moment

Knoten-Nr.	V, k (kN)	max		M, k (kNm)	min		
		H, k (kN)	M, k (kNm)		V, k (kN)	H, k (kN)	
1	V	-3.1	2.6	0.0	-3.1	2.6	0.0
	H	-3.1	2.6	0.0	-3.1	2.6	0.0
2	V	3.1	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0

NACHWEISE Stäbe 1-3

Stahl St 37-2

$t \leq 40 \text{ mm}$ $f_y, k / f_u, k = 240 / 360 \text{ N/mm}$ $\Gamma_{M} = 1.1$
 $f_y, d / \tau_{R, d} = 218.2 / 126.0 \text{ N/mm}^2$ $A_{\text{netto}} = 0.85 \cdot A_{\text{brutto}}$



Stab Nr.	gewählt	Iy (cm ⁴)	Iz (cm ⁴)	A (cm ²)	iy (cm)	iz (cm)
1	1 x Qu.Hohl(w) 50/ 50/ 4.0 nach EN 10210-2 Sy = 6.2	24.7	24.7	7.1	1.9	1.9
2	1 x Rohr (w/k) 60.3/ 3.6 nach EN 10210-2 Sy = 5.7	25.5	25.5	6.4	2.0	2.0
3	1 x Rohr (w/k) 60.3/ 3.6 nach EN 10210-2 Sy = 5.7	25.5	25.5	6.4	2.0	2.0



Nachweis der GRENZVERHÄLTNISSE vorh(b/t) / grenz(b/t)

Stab	1	2	3
Steg	0.10	0.23	0.23
Flansch	0.20	0.23	0.23

BIEGEKNICKEN Knickspannungslinie nach T2, Tab.5 -> KL

Stab Nr.	l (m)	Beta bezog. y	kappa Lambdy	kappa y KL	Beta bezog. z	kappa Lambdz	kappa z KL
----------	-------	---------------	--------------	------------	---------------	--------------	------------

Stab	El.	fy/fy,d	Tau/TauRd	fv/fy,d	Bed(24)y	Bed(24)z
1	(753)	Interaktion <= 0.86			keine Druckkraft	
2	(753)	Interaktion <= 0.96			keine Druckkraft	
3	(753)	Interaktion <= 0.96			keine Druckkraft	

BIEGEDRILLKNICKEN (ka = Kappa nach El. (320))

St	l0(m)	zp	Beta0/m	Zeta	Nki,Dz	Mki,y	kaz	kaM	B(27)
1			Es ist kein Nachweis erforderlich.						
2			Es ist kein Nachweis erforderlich.						
3			Es ist kein Nachweis erforderlich.						

Beiwert n, Tab.9: 2.5/2.5/2.5



Anlage 1 zu Pos.005: Schnittgrößen Th. I. Ordnung

STABWERK POS. 5 - THEORIE I.O.

Hinweis zu den Verformungen:

Der Verformungsberechnung liegen die charakteristische Widerstandsgrößen I, k und A, k zugrunde.

Lastfall Nr. 1

Schnittgrößen nach Theorie I.Ordnung

Gesamte Design-Lasten (Gd+Qd+Ad)

Stab in	V (kN)	N (kN)	M (kNm)	bei x(m) maxM(kNm)	
1 1	-4.60	1.98	2.41		Beta = 1.00
1 2	-4.60	1.98	-2.41		Nki = 432.3
2 1	1.98	0.00	-2.41		Beta = 1.00
2 3	1.98	0.00	0.00		Nki = 334.2
3 2	1.98	0.00	-2.41		Beta = 1.00
3 4	1.98	0.00	0.00		Nki = 334.2

A U F L A G E R K R Ä F T E

Knoten Nr.	V (kN)	H (kN)	M (kNm)
1	-4.60	3.96	0.00
2	4.60	0.00	0.00

Charakteristische Verformungen aus charakt. Gesamtlast:

K N O T E N V E R S C H I E B U N G in mm und mm/m

Stab	hi	vi	mi	hj	vj	mj
1	0.00	0.00	5.30	0.01	0.00	5.30
2	0.00	0.00	5.30	20.88	0.00	23.02
3	0.01	0.00	5.30	20.89	0.00	23.02



Anlage 2 zu Pos.005: Schnittgrößen Th. II. Ordnung

STABWERK POS. 5 - THEORIE 2.0.Lastfall Nr. 1

Schnittgrößen nach Theorie II.Ordnung

Gesamte Design-Lasten (Gd+Qd+Ad)

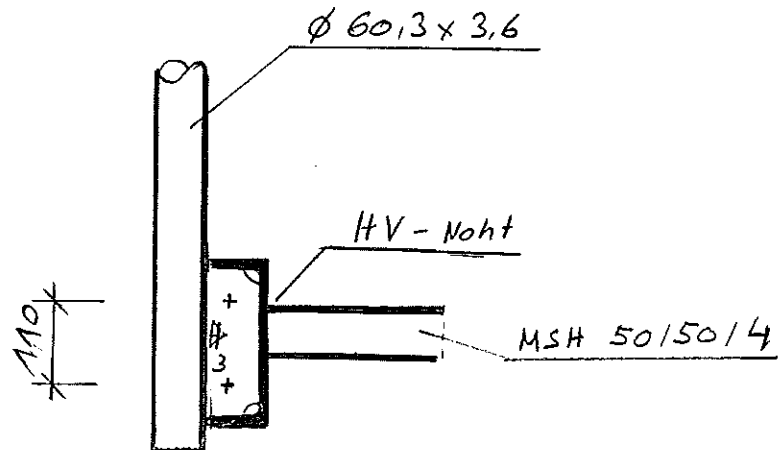
Imperfektionen: Vorverdrehung = 1/200, Vorkrümmung = L/300

Stab in		V (kN)	N (kN)	M (kNm)	bei x(m) maxM(kNm)
1	1	-4.60	1.98	2.41	
	2	-4.60	1.98	-2.41	
2	1	1.98	0.00	-2.41	
	3	1.98	0.00	0.00	
3	2	1.98	0.00	-2.41	
	4	1.98	0.00	0.00	

A U F L A G E R K R Ä F T E

Knoten Nr.	V (kN)	H (kN)	M (kNm)
1	-4.60	3.96	0.00
2	4.60	0.00	0.00

Anschluß Geländerpfosten



Schottblech $t = 10 \text{ mm}$
umlaufend kehlnehm $a = 3 \text{ mm}$

Anschlußblech
10/60/150
Kehlnäht $a = 3 \text{ mm}$

$$\max M_k = 1,61 \text{ kNm}$$

Schrauben $Q = 1,61 / 0,11 = 14,6 \text{ kN}$

gew. M 12 GK 8.8

Anschlußblech $t = 10 \text{ mm}$, $H \geq 150 \text{ mm}$

Doppelkehlnäht $a = 3 \text{ mm}$

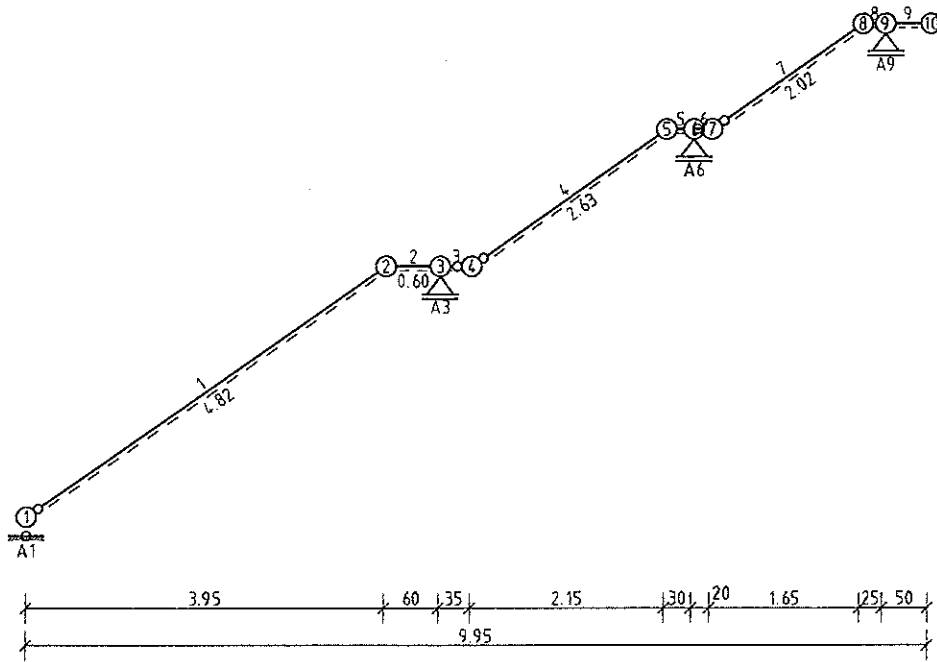
$$W = 2 \cdot 0,3 \cdot 15^2 / 6 = 22,5 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 1610 / 22,5 = 72 \text{ N/mm}^2$$

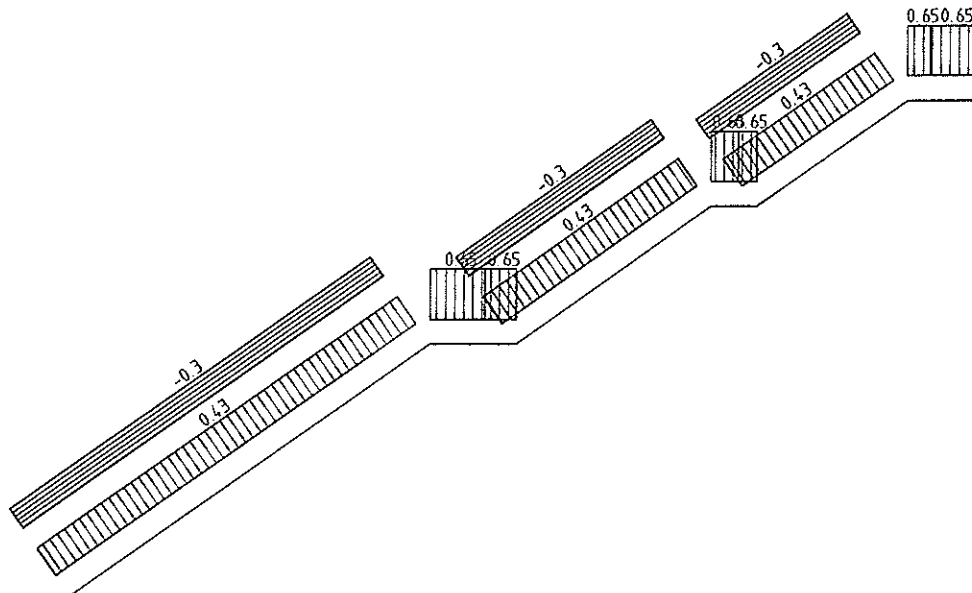


POS. 6 TREPPENWANGE

S Y S T E M

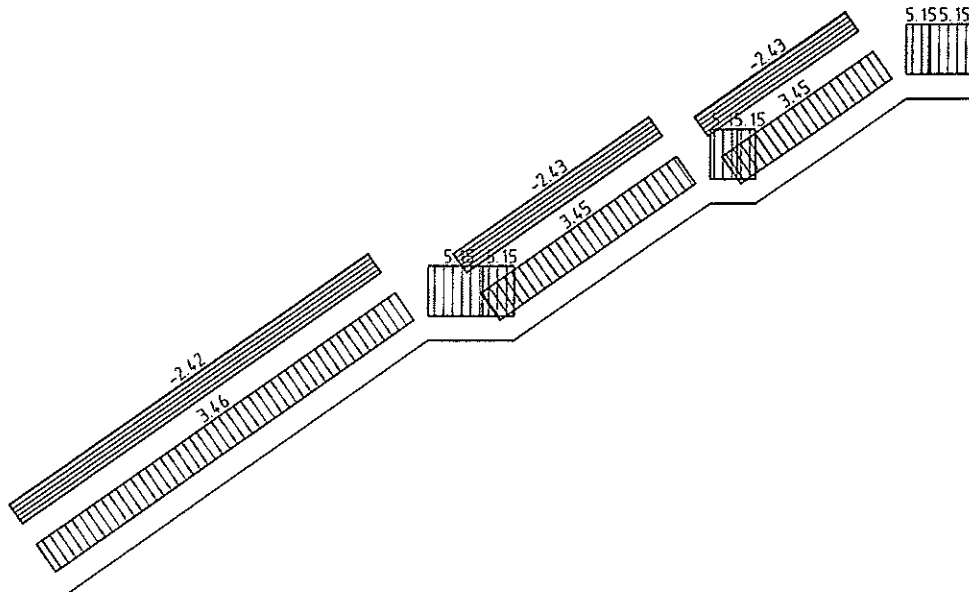


Lastfall 1
Streckenlasten



Lastfall 2

Streckentlasten



Berechnungsverfahren: Matrizen-Verschiebungsmethode

Freiheitsgrade h = horizontal v = vertikal m = Rotation

0	fest	fest	eingespannt
1	verschieblich	verschieblich	biegesteif
2	Schiebehülse	Q-Gelenk	M-Gelenk

E-Modul: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Gamma M = 1.10

Stab Nr.	Knoten Nr/Lager i /hvm - j /hvm	l x (m)	l z (m)	Alpha (—)	I, k (cm ⁴)	A, k (cm ²)
1	1/002 - 2/111	3.95	2.77	35.0	1910	32
2	2/111 - 3/101	0.60	0.00	0.0	1910	32
3	3/101 - 4/112	0.35	0.00	0.0	1910	32
4	4/112 - 5/111	2.15	1.51	35.0	1910	32
5	5/111 - 6/101	0.30	0.00	0.0	1910	32
6	6/101 - 7/112	0.20	0.00	0.0	1910	32
7	7/112 - 8/111	1.65	1.16	35.0	1910	32
8	8/111 - 9/101	0.25	0.00	0.0	1910	32
9	9/101 - 10/111	0.50	0.00	0.0	1910	32

E I N W I R K U N G E N

Anzahl der Lastfälle: 2

Stab Nr.	im Lastfall Nr.	Einwirkung Art a u s	in i (kN,m)	in j (kN,m)
1-9	1-2	qz Eigengewicht	0.65	0.65
1-9	2	qz Verkehrslast	2.50	2.50
1-9	2	qz Holmdruck	2.00	2.00



Horizontalbelastung:

Holmdruck Geländer $q_h = 0.80 \text{ kN/m}$

Nachweis als Zusatzbeanspruchung s. Seite 35

Einwirkungen

Teilsicherheitsbeiwerte:

ständige Einwirkung: $\Gamma_{F,G}$

veränderliche Einwirkung: $\Gamma_{F,Q}$

außergewöhnliche Einwirkung: $\Gamma_{F,A}$

Kombinationen: Ψ

Lastfall	$\Gamma_{F,G}$	$\Gamma_{F,Q}$	$\Gamma_{F,A}$	Ψ
1	1.35	1.50	1.00	1.00
2	1.35	1.50	1.00	1.00

S C H N I T T G R Ö S S E N nach Theorie 2.Ordnung

Einfluss der Th.II.Ordnung nur für Druckstäbe.

Die ermittelten Schnittgrößen II.Ordnung ergeben sich aus Ersatzbelastungen, die aus den $\nu_{e}/(1+\nu_{e} \cdot N_i/N_{ki})$ -fachen Verschiebungen der Theorie I.O. errechnet wurden.

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten ist $\nu_e = 1$.

Lastfall	ν_e	Vorverdrehung	Vorkrümmung
1-2	1.00	1/200	1/300

Für Stab 1 bis 9 bei Gamma-facher Einwirkung

Stab Nr	LF.	V_i (kN)	V_j (kN)	N_i (kN)	N_j (kN)	M_i (kNm)	M_j (kNm)	M_f (kNm)
1	Vmax	13.58	-1.28	-9.52	0.90	-.-	0.69	
	min	1.56	-11.10	-1.10	7.79	-.-	5.99	
	Nmax	1.56	-11.10	-1.10	7.79	-.-	5.99	
	min	13.58	-1.28	-9.52	0.90	-.-	0.69	
	Mmax	1.56	-11.10	-1.10	7.79	-.-	5.99	18.05
	min	13.58	-1.28	-9.52	0.90	-.-	0.69	2.08
2	Vmax	-1.56	-2.09	-.-	-.-	0.69	-0.41	
	min	-13.56	-18.14	-.-	-.-	5.99	-3.53	
	Nmax	-1.56	-2.09	-.-	-.-	0.69	-0.41	
	min	-13.56	-18.14	-.-	-.-	5.99	-3.53	
	Mmax	-13.56	-2.09	-.-	-.-	5.99	-0.41	-.-
	min	-1.56	-18.14	-.-	-.-	0.69	-3.53	-.-



Stab Nr	LF.	Vi (kN)	Vj (kN)	Ni (kN)	Nj (kN)	Mi (kNm)	Mj (kNm)	Mf (kNm)
3	Vmax	11.41	8.74	-.-	-.-	-3.53	-.-	
	min	1.31	1.01	-.-	-.-	-0.41	-.-	
	Nmax	1.31	1.01	-.-	-.-	-0.41	-.-	
	min	11.41	8.74	-.-	-.-	-3.53	-.-	
	Mmax	1.31	1.01	-.-	-.-	-0.41	-.-	-.-
	min	11.41	8.74	-.-	-.-	-3.53	-.-	-.-
4	Vmax	7.15	-0.72	-5.02	0.51	-.-	0.13	
	min	0.82	-6.28	-0.58	4.41	-.-	1.14	
	Nmax	0.82	-6.28	-0.58	4.41	-.-	1.14	
	min	7.15	-0.72	-5.02	0.51	-.-	0.13	
	Mmax	0.82	-6.28	-0.58	4.41	-.-	1.14	5.00
	min	7.15	-0.72	-5.02	0.51	-.-	0.13	0.58
5	Vmax	-0.88	-1.15	-.-	-.-	0.13	-0.17	
	min	-7.68	-9.97	-.-	-.-	1.14	-1.50	
	Nmax	-0.88	-1.15	-.-	-.-	0.13	-0.17	
	min	-7.68	-9.97	-.-	-.-	1.14	-1.50	
	Mmax	-7.68	-1.15	-.-	-.-	1.14	-0.17	-.-
	min	-0.88	-9.97	-.-	-.-	0.13	-1.50	-.-
6	Vmax	8.28	6.75	-.-	-.-	-1.50	-.-	
	min	0.95	0.78	-.-	-.-	-0.17	-.-	
	Nmax	0.95	0.78	-.-	-.-	-0.17	-.-	
	min	8.28	6.75	-.-	-.-	-1.50	-.-	
	Mmax	0.95	0.78	-.-	-.-	-0.17	-.-	-.-
	min	8.28	6.75	-.-	-.-	-1.50	-.-	-.-
7	Vmax	5.53	-0.55	-3.88	0.39	-.-	0.09	
	min	0.64	-4.78	-0.45	3.36	-.-	0.75	
	Nmax	0.64	-4.78	-0.45	3.36	-.-	0.75	
	min	5.53	-0.55	-3.88	0.39	-.-	0.09	
	Mmax	0.64	-4.78	-0.45	3.36	-.-	0.75	2.99
	min	5.53	-0.55	-3.88	0.39	-.-	0.09	0.34
8	Vmax	-0.67	-0.89	-.-	-.-	0.09	-0.11	
	min	-5.85	-7.76	-.-	-.-	0.75	-0.95	
	Nmax	-0.67	-0.89	-.-	-.-	0.09	-0.11	
	min	-5.85	-7.76	-.-	-.-	0.75	-0.95	
	Mmax	-5.85	-0.89	-.-	-.-	0.75	-0.11	-.-
	min	-0.67	-7.76	-.-	-.-	0.09	-0.95	-.-
9	Vmax	3.81	-.-	-.-	-.-	-0.95	-.-	
	min	0.44	-.-	-.-	-.-	-0.11	-.-	
	Nmax	0.44	-.-	-.-	-.-	-0.11	-.-	
	min	3.81	-.-	-.-	-.-	-0.95	-.-	
	Mmax	0.44	-.-	-.-	-.-	-0.11	-.-	-.-
	min	3.81	-.-	-.-	-.-	-0.95	-.-	-.-



AUFLAGERKRÄFTE: V = vertikal, H = horizontal, M = Moment

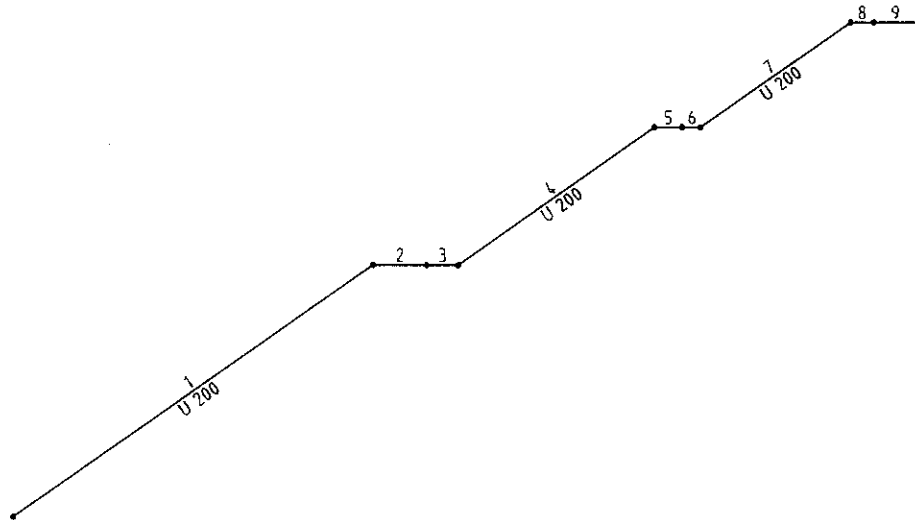
Knoten- Nr.		V, k	H, k	M, k	V, k	H, k	M, k
		(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)
		max			min		
1	V	11.2	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
3	V	19.9	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
6	V	12.3	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
9	V	7.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0



NACHWEISE Stäbe 1-9

Stahl S 235

$t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{y,k}/f_{u,k} = 240/360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M} = 1.1$
 $f_{y,d}/\tau_{R,d} = 218.2/126.0 \text{ N/mm}^2$ $A_{\text{netto}} = 0.85 \cdot A_{\text{brutto}}$



Stab Nr.	gewählt	I_y (cm ⁴)	I_z (cm ⁴)	A (cm ²)	i_y (cm)	i_z (cm)
1	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
2	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
3	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
4	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
5	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
6	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
7	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
8	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1
9	1 x U 200 nach DIN 1026 Sy = 115.9	1910.0	148.0	32.2	7.7	2.1



Nachweis der GRENZVERHÄLTNISSE vorh(b/t) / grenz(b/t)

Stab	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Steg	0.04	0.02	0.10	0.02	0.01	0.10	0.01	0.01	0.10
Flansch	0.26	0.15	0.11	0.14	0.07	0.10	0.10	0.06	0.10

BIEGEKNICKEN Knickspannungslinie nach T2, Tab.5 -> KL

Stab Nr.	l (m)	Beta bezog. y	kappa bezog. Lambdy	KL y	Beta bezog. z	kappa bezog. Lambdz	KL z
1	4.82	Theorie II.O.			1.00	2.421	0.15 b
4	2.63	Theorie II.O.			1.00	1.318	0.42 b
7	2.02	Theorie II.O.			1.00	1.012	0.59 b

Stab	El.	fy/fy,d	Tau/TauRd	fv/fy,d	Bed(24)y	Bed(24)z
1	(747)	0.508	0.077	0.434	Th.2.O	0.091
2	(747)	0.169	0.103	0.155	keine Druckkraft	
3	(747)	0.100	0.065	0.098	keine Druckkraft	
4	(747)	0.141	0.041	0.121	Th.2.O	0.017
5	(747)	0.042	0.056	0.056	keine Druckkraft	
6	(747)	0.042	0.047	0.050	keine Druckkraft	
7	(747)	0.084	0.031	0.072	Th.2.O	0.009
8	(747)	0.027	0.044	0.040	keine Druckkraft	
9	(747)	0.027	0.022	0.028	keine Druckkraft	

BIEGEDRILLKNICKEN (ka = Kappa nach El. (320))

St	l0(m)	zp	Beta0/m	Zeta	Nki,Dz	Mki,y	kaz	kaM	B(27)
1	1.59	-h/2	1.0/1.3	1.41	131.8	59.4	0.15	0.78	0.463
2	0.76	-h/2	1.0/2.2	2.16	131.8	138.4	0.15	0.96	0.123
3	0.25	-h/2	1.0/1.8	1.76	131.8	308.1	0.15	0.99	0.070
4	1.26	-h/2	1.0/1.3	1.34	444.4	103.6	0.42	0.93	0.108
5	0.44	-h/2	1.0/2.3	2.29	444.4	406.6	0.42	1.00	0.030
6	0.25	-h/2	1.0/1.8	1.76	444.4	548.8	0.42	1.00	0.030
7	2.22	-h/2	1.0/1.3	1.36	622.4	95.0	0.53	0.91	0.066
8	0.15	-h/2	1.0/2.3	2.30	754.0	1554.6	0.59	1.00	0.019
9	0.60	-h/2	1.0/1.7	1.70	754.0	282.2	0.59	0.99	0.019

Überlagerung mit Horizontalbeanspruchung:

$$M_{H,k} \leq 0.80 * 4.66^2 / 8 = 2.172 \text{ kNm}$$

$$\text{je Wangenprofil } M_{H,k} = 1.086 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d} = 1.50 * 1.086 = 1.629 \text{ kNm}$$

$$U 200 \Rightarrow W_y = 27.0 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = 27.0 * 23.5/100 = 6.345 \text{ kNm}$$

$$S = 1.1 * 1.629 / 6.345 = 0.282$$

$$\text{Summe } S = 0.280 + 0.508 = 0.79 < 1.00$$



Anlage 1 zu Pos.006: Schnittgrößen Th. I. Ordnung

STABWERK POS. 6 - THEORIE 1.0.

Hinweis zu den Verformungen:

Der Verformungsberechnung liegen die charakteristische Widerstandsgrößen I, k und A, k zugrunde.**Lastfall Nr. 1**Schnittgrößen nach Theorie I.Ordnung
Gesamte Design-Lasten (Gd+Qd+Ad)

Stab in	V (kN)	N (kN)	M (kNm)	bei x(m) maxM (kNm)	
1 1	1.56	-1.09	0.00	2.65	Beta = 0.28
2	-1.27	0.89	0.68	2.07	Nki = 19359.0
2 2	-1.55	0.00	0.68		Beta = 0.00
3	-2.08	0.00	-0.40		Nki = 0.0
3 3	1.31	0.00	-0.40		Beta = 0.00
4	1.00	0.00	0.00		Nki = 0.0
4 4	0.82	-0.57	0.00	1.40	Beta = 0.71
5	-0.72	0.50	0.13	0.57	Nki = 10210.6
5 5	-0.88	0.00	0.13		Beta = 0.00
6	-1.14	0.00	-0.17		Nki = 0.0
6 6	0.95	0.00	-0.17		Beta = 0.00
7	0.77	0.00	0.00		Nki = 0.0
7 7	0.63	-0.44	0.00	1.08	Beta = 1.06
8	-0.55	0.38	0.08	0.34	Nki = 7896.1
8 8	-0.67	0.00	0.08		Beta = 0.00
9	-0.89	0.00	-0.10		Nki = 0.0
9 9	0.43	0.00	-0.10		Beta = 0.00
10	0.00	0.00	0.00		Nki = 0.0



A U F L A G E R K R Ä F T E

Knoten Nr.	V (kN)	H (kN)	M (kNm)
1	1.90	0.00	0.00
3	3.39	0.00	0.00
6	2.09	0.00	0.00
9	1.33	0.00	0.00

**Charakteristische Verformungen aus charakt. Gesamtlast:**

KNOTENVERSCHIEBUNG in mm und mm/m

Stab	hi	vi	mi	hj	vj	mj
1	0.00	0.00	0.71	0.27	0.38	-0.62
	für max Mf: f =		1.20 mm			
2	0.27	0.38	-0.62	0.27	0.00	-0.63
3	0.27	0.00	-0.63	0.27	-0.22	-0.62
4	0.27	-0.22	0.19	0.42	0.00	0.00
	für max Mf: f =		0.19 mm			
5	0.42	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
6	0.42	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
7	0.42	0.00	0.05	0.43	0.01	-0.04
	für max Mf: f =		0.28 mm			
8	0.43	0.01	-0.04	0.43	0.00	-0.04
9	0.43	0.00	-0.04	0.43	-0.02	-0.04

**Lastfall Nr. 2**Schnittgrößen nach Theorie I.Ordnung
Gesamte Design-Lasten (Gd+Qd+Ad)

Stab in	V (kN)	N (kN)	M (kNm)	bei x(m) maxM(kNm)	
1 1	13.57	-9.52	0.00	2.65	Beta = 0.28
2	-11.10	7.78	5.98	18.02	Nki = 19359.0
2 2	-13.55	0.00	5.98		Beta = 0.00
3	-18.13	0.00	-3.52		Nki = 0.0
3 3	11.40	0.00	-3.52		Beta = 0.00
4	8.73	0.00	0.00		Nki = 0.0
4 4	7.15	-5.02	0.00	1.40	Beta = 0.71
5	-6.28	4.41	1.14	5.00	Nki = 10210.6
5 5	-7.67	0.00	1.14		Beta = 0.00
6	-9.96	0.00	-1.50		Nki = 0.0
6 6	8.27	0.00	-1.50		Beta = 0.00
7	6.75	0.00	0.00		Nki = 0.0
7 7	5.52	-3.88	0.00	1.08	Beta = 1.06
8	-4.78	3.36	0.74	2.98	Nki = 7896.1
8 8	-5.84	0.00	0.74		Beta = 0.00
9	-7.75	0.00	-0.95		Nki = 0.0
9 9	3.81	0.00	-0.95		Beta = 0.00
10	0.00	0.00	0.00		Nki = 0.0



A U F L A G E R K R Ä F T E

Knoten Nr.	V (kN)	H (kN)	M (kNm)
1	16.58	0.00	0.00
3	29.54	0.00	0.00
6	18.24	0.00	0.00
9	11.56	0.00	0.00

**Charakteristische Verformungen aus charakt. Gesamtlast:****KNOTENVERSCHIEBUNG** in mm und mm/m

Stab	hi	vi	mi	hj	vj	mj
1	0.00	0.00	5.60	2.11	3.02	-4.88
	für max Mf: f =		9.53 mm			
2	2.11	3.02	-4.88	2.11	0.00	-5.03
3	2.11	0.00	-5.03	2.11	-1.74	-4.93
4	2.11	-1.74	1.54	3.34	0.00	-0.01
	für max Mf: f =		1.54 mm			
5	3.34	0.00	-0.01	3.34	0.00	0.00
6	3.34	0.00	0.00	3.34	0.00	0.02
7	3.34	0.00	0.38	3.39	0.08	-0.33
	für max Mf: f =		2.19 mm			
8	3.39	0.08	-0.33	3.39	0.00	-0.33
9	3.39	0.00	-0.33	3.39	-0.15	-0.30

Durchbiegungsbeschränkung:

$$\text{zul. } v = L / 300 = 4550 / 300 = 15.17 \text{ mm} > \text{vorh. } v = 9.53 \text{ mm}$$



Anlage 2 zu Pos.006: Schnittgrößen Th. II. Ordnung

STABWERK POS. 6 - THEORIE 2.O.**Lastfall Nr. 1**

Schnittgrößen nach Theorie II.Ordnung

Gesamte Design-Lasten (Gd+Qd+Ad)

Imperfektionen: Vorverdrehung = 1/200, Vorkrümmung = L/300

Stab in	V (kN)	N (kN)	M (kNm)	bei x(m) maxM(kNm)
1 1	1.56	-1.09	0.00	2.65
2	-1.27	0.89	0.68	2.07
2 2	-1.56	0.00	0.68	
3	-2.08	0.00	-0.40	
3 3	1.31	0.00	-0.40	
4	1.00	0.00	0.00	
4 4	0.82	-0.57	0.00	1.40
5	-0.72	0.50	0.13	0.57
5 5	-0.88	0.00	0.13	
6	-1.14	0.00	-0.17	
6 6	0.95	0.00	-0.17	
7	0.77	0.00	0.00	
7 7	0.63	-0.44	0.00	1.08
8	-0.55	0.38	0.08	0.34
8 8	-0.67	0.00	0.08	
9	-0.89	0.00	-0.10	
9 9	0.43	0.00	-0.10	
10	0.00	0.00	0.00	



A U F L A G E R K R Ä F T E

Knoten Nr.	V (kN)	H (kN)	M (kNm)
1	1.90	0.00	0.00
3	3.39	0.00	0.00
6	2.09	0.00	0.00
9	1.33	0.00	0.00

**Lastfall Nr. 2****Schnittgrößen nach Theorie II.Ordnung****Gesamte Design-Lasten (Gd+Qd+Ad)**

Imperfektionen: Vorverdrehung = 1/200, Vorkrümmung = L/300

Stab in	V (kN)	N (kN)	M (kNm)	bei x(m) maxM(kNm)
1 1	13.58	-9.51	0.00	2.65
2	-11.09	7.78	5.98	18.05
2 2	-13.56	0.00	5.98	
3	-18.13	0.00	-3.52	
3 3	11.40	0.00	-3.52	
4	8.73	0.00	0.00	
4 4	7.15	-5.02	0.00	1.40
5	-6.28	4.41	1.14	5.00
5 5	-7.67	0.00	1.14	
6	-9.96	0.00	-1.50	
6 6	8.27	0.00	-1.50	
7	6.75	0.00	0.00	
7 7	5.52	-3.88	0.00	1.08
8	-4.78	3.36	0.74	2.98
8 8	-5.84	0.00	0.74	
9	-7.75	0.00	-0.95	
9 9	3.81	0.00	-0.95	
10	0.00	0.00	0.00	



A U F L A G E R K R Ä F T E

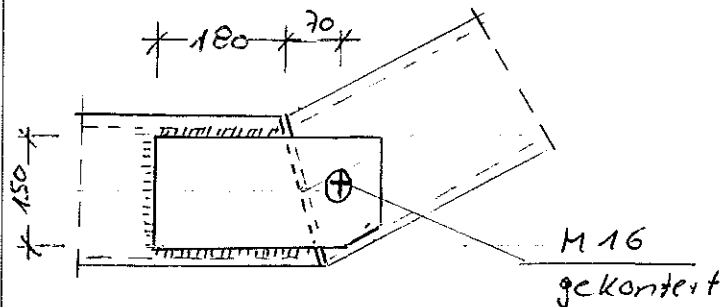
Knoten Nr.	V (kN)	H (kN)	M (kNm)
1	16.58	0.00	0.00
3	29.54	0.00	0.00
6	18.24	0.00	0.00
9	11.57	0.00	0.00

Stoß in Knoten 4

$$\text{max. } R_d = 8,72 \text{ kN}$$

gew. Stoßlasche 10/150/300 mm

1 M 16 GK 8.8



Stirnnaht $a = 3 \text{ mm}$

$$\sigma = 87,2 / 0,3 \cdot 15 = 19 \text{ N/mm}^2$$

Fleckenraht $a = 3 \text{ mm}$

$$N = 8,72 \cdot 25 / 15 = 14,5 \text{ kN}$$

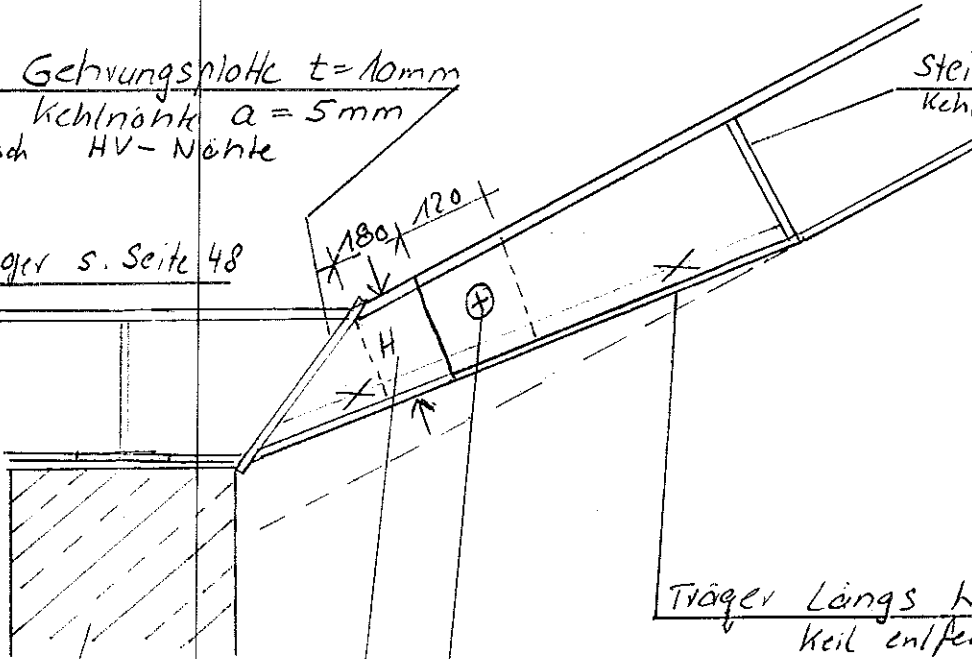
$$\sigma = 145 / 0,3 \cdot 18 = 26,9 \text{ N/mm}^2$$

Stoß in Knoten 7

Gehvungsplatte $t = 10\text{mm}$
Steg Kehlnähte $a = 5\text{mm}$
Flansch HV-Nähte

Steife $t = 10\text{mm}$
Kehlnähte $a = 3$

Auflager s. Seite 48



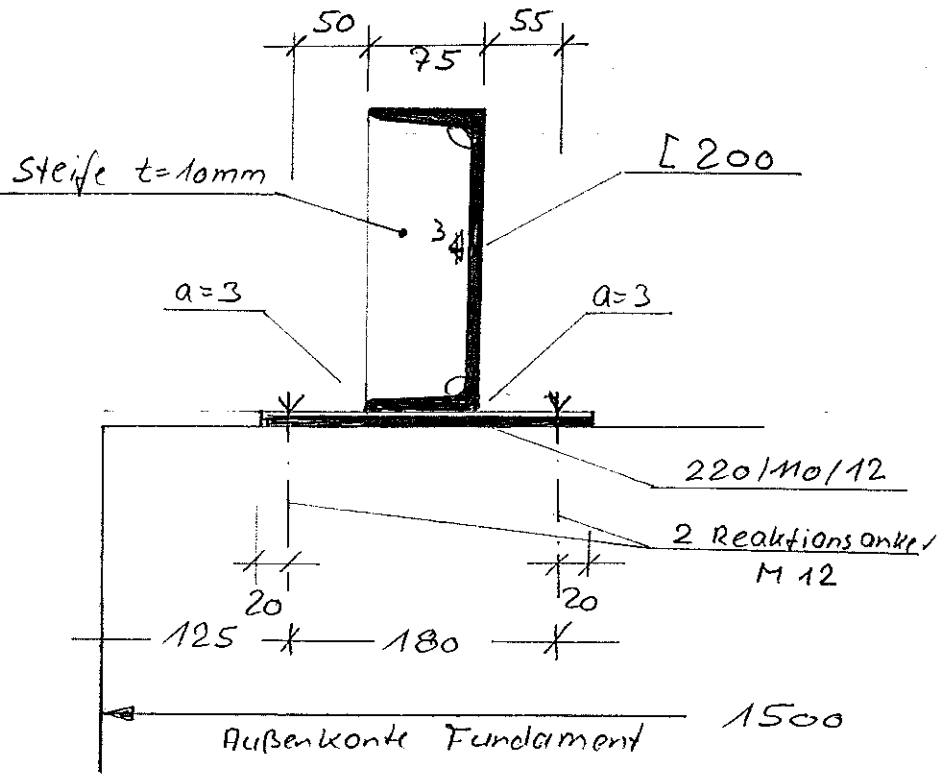
Träger Längs trennen
keil entfernen
verschweißen X-Naht
 $H \geq 140\text{mm}$

M 16 Gkl. 8.8
gekantert

Stoßlasche 130/300/10
sonst wie Knl. 4

Fundament
s. Seite 50

Auflager



**POS. 7 TREPPENFUNDAMENTE**

konstruktiv gewählt

Normalbeton C 35/45
 BSt 500S(A)+BSt 500M(A)
 Größtkorn des Zuschlags dg = 16.0 mm

Expositionsklassenauswahl

Ort	x1[m]	x2[m]	Expositionsklassen			
oben	: 0.00	-	XC4	XS1	XF1	XA2
Seite	: 0.00	- 1.00	XC4	XS1	XF1	XA2

Erläuterungen:

XC4 Wechselnd nass und trocken
 XS1 Salzhaltige Luft, kein direkter Kontakt mit Meerwasser
 XF1 Mäßige Wassersättigung ohne Taumittel
 XA2 Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke

Betondeckung:

Ort	x1[m]	x2[m]	c.min delta.c gew.c		
			[mm]	[mm]	[mm]
oben	: 0.00	-	40	15	55
Seite	: 0.00	- 1.00	40	15	55
unten	: 0.00	-	40	15	55

Abmessungen:

gewählt: Einzelfundament B/D/L = 30 / 100 / 150 cm

Bewehrung:

Im Hinblick auf die Dübelarbeiten (Reaktionsanker) konstruktiv

gewählt:

Bügelmatte Q 188A (lotrecht)
 Steckbügel am Kopf quer 3 Ds 10 je Seite
 Steckbügel am Kopf längs 3 Ds 10
 Horizontalbügel am Kopf 2 Ds 10

Anschluß Treppenwange: (vgl. Skizze auf Seite 48)

gewählt:

Auflagerplatte 12/220/110 mm S 235
 Anschluß mit Kehlnaht umlaufend a = 3 mm

Steife im U-Profil t = 10 mm
 Anschluß mit Kehlnaht umlaufend a = 3 mm

2 Reaktionsanker M 12

**Nachweis der Reaktionsanker:****2 Reaktionsanker M 12**

hier Nachweis für Fischer Reaktionsanker R 12
gem. Zulassung Nr. Z-21.3-1615
Geltungsdauer bis Dezember 2007

Ankerdaten:

Bohrlochtiefe: 110 mm
Bohrerdurchmesser: 14 mm
Drehmoment: (max) 40 Nm
Durchgangsloch in der Fußplatte: 14 mm

Vorhandene Abstände

Ankerplatte 220/110/12 mm

Randabstand $a_{,rl} = 125 \text{ mm} > \min a_{,r} = 55 \text{ mm}$

Randabstand $a_{,rq} = 150 \text{ mm} > \text{erf } a_{,r} = 135 \text{ mm}$

Achsabstand $a = 180 \text{ mm} > \min a = 110 \text{ mm}$

Nachweis:

zul. $F_0 = 10 \text{ kN}$ für C 35/45

Beiwerte für reduzierte Abstände

$\kappa_{a} = (1 + 180/270) / 2 = 0.833$

$\kappa_{a,rl} = (1 + 125/135) / 2 = 0.963$

$\kappa_{a,rq} = 1.000$

Abminderung für Querkraft

$\eta = 0.60$ [$0.4 * a_{,r} < 110 \text{ mm} < 1.0 * a_{,r} = 135 \text{ mm}$]

zul. $Z_1 = 10.0 * 0.833 * 0.963 * 1.00 = 8.02 \text{ kN}$

zul. $Q_1 = 8.02 * 0.60 = 4.81 \text{ kN}$

vorhandene Ankerkräfte:

aus Holmdruck (vgl. Pos. 4 + Pos. 6)

$\max H = 2 * 0.80 * (3.90 + 0.76 + 0.25 + 2.05 + 0.44) / 2 =$
 $= 2 * 0.80 * 3.70 = 5.92 \text{ kN}$

je Dübel $Q_1 = 2.96 \text{ kN}$

$D = Z = H * \text{Höhe} / \text{Breite (der Treppe)}$

$Z = 5.92 * 1.22 / 1.05 = 6.88 \text{ kN}$

je Dübel $Z_1 = 3.44 \text{ kN}$

$M = 0.0 \text{ kNm}$

Überlagerung:

$\text{vorh.} Z / \text{zul.} Z + \text{vorh.} Q / \text{zul.} Q < 1.00$

$3.44 / 8.02 + 2.96 / 4.81 = 1.044 \text{ rd. } 1.00$

4.4 % Spannungsüberschreitung unbedenklich da beide
Geländerholme gleichzeitig in einer Richtung
belastet sind.

**Nachweis der Ankerplatte:**

Biegemoment in der Platte:

Abstand Anker - Treppenwange

 $a = 55 \text{ mm}$ $M = 2 * Z_{,1} * a = 2 * 3.44 * 5.5 = 37.8 \text{ kNcm}$

wirksames plastisches Widerstandsmoment der Platte

 $bw = 110 \text{ mm}$ $W_{pl} = 11.0 * 1.2^2 / 4 = 3.96 \text{ cm}^3$ $M_{pl} = 23.5 * 3.96 = 93.06 \text{ kNcm}$ **Nachweis:** $s = 1.5 * 37.8 / (93.06 / 1.1) = 0.67 < 1.00$



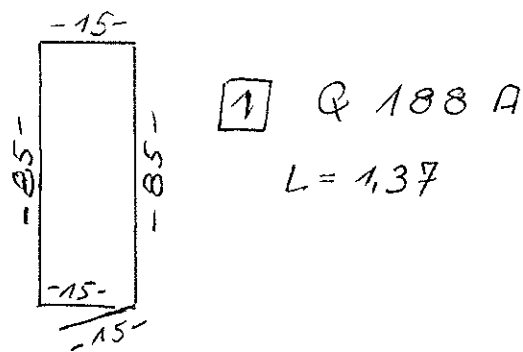
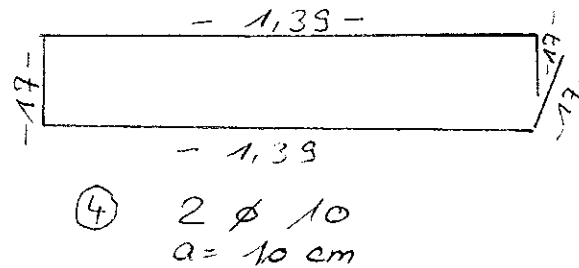
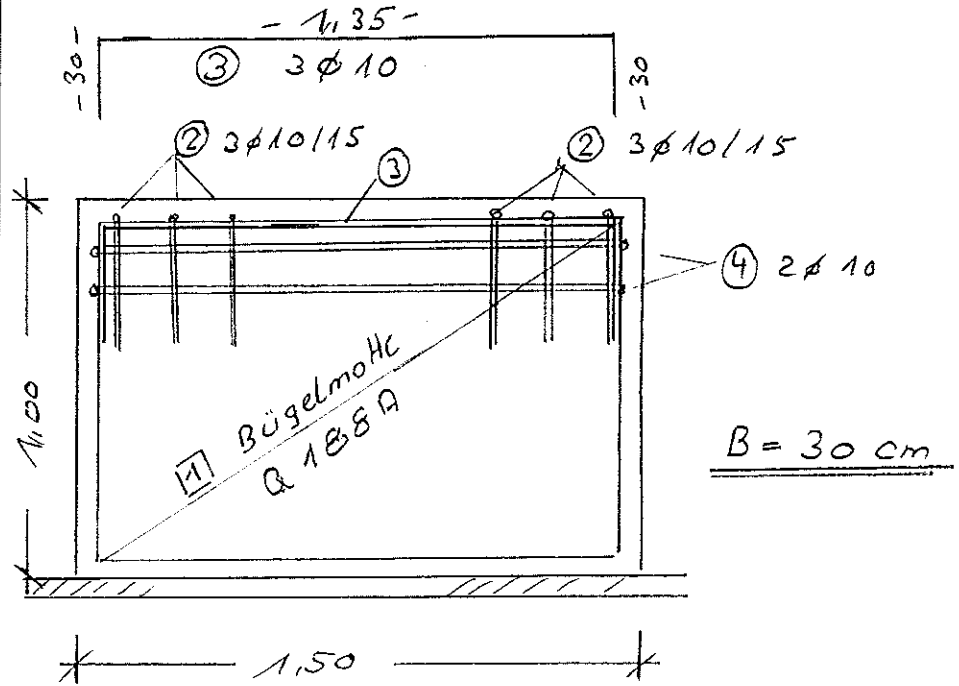
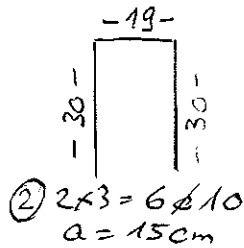
BV: Ehstencil

Treppenfundamente

Beton C 35/45, XC4, XS1, XF1, XA2

Belandtehl BSt 500 S+M CA)

Belanddeckung $\bar{u} = 55 \text{ mm}$





Die Berechnung wird mit dem Nachweis des Montagesteges fortgesetzt.

AUFGESTELLT :

Husum, den 22.08.2007

Martens Ingenieure GmbH

Tel: 04841 / 89293

Fax: 04841 / 89295

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