

Anlage 2 zu V60/2018
Bauausschuss Straßen am 28.02.18 10:28

Proj.-Nr.: 1165

STATISCHE BERECHNUNG

für den Neubau einer Partnerschaukel
im Gesundheitsgarten Erfstadt-Frauenthal

BAUHERR: Stadt Erfstadt
Holzdamm 10
50374 Erfstadt

STATIK: Ingenieurbüro für Baustatik
Dipl.-Ing. René Klein
Heidestr. 2
51069 Köln - Dellbrück
Tel.: 0221 - 27847029
IBReneKlein@t-online.de

VORBERMERKUNGEN

Es werden zwei sich gegenüberstehende Rahmen aus Stahl ausgeführt, wobei die Stützen im Fundament eingespannt sind.

Die Gründung erfolgt über Einzelfundamenten, die frostfrei gegründet und in den Abmessungen ausgelegt sind, ein Kippen der Konstruktion unter allen Nutzungsbedingungen zu verhindern.

Diese statische Berechnung beinhaltet den Nachweis der Standsicherheit und die Dimensionierung der einzelnen Bauteile.

Die Einhaltung der Vorschriften für das sichere Betreiben der Partnerschaukel als Spielgerät ist vom Planer und von der ausführenden Firma zu gewährleisten.

I) Baustoffe:

Baustahl	S 235 JR, verzinkt
Stahlbeton:	C 20/25
Betonstahl	BSt 500 S A

II) Baugrund:

Für die Bodenplatte wird eine zulässige Bodenpressung von 67 kN/m² errechnet.

Sollten im Zuge der Ausführung Zweifel an der Tragfähigkeit des Bodens aufkommen, ist ein Bodengutachter heranzuziehen.

LASTANNAHMEN

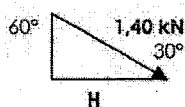
Es wird eine Person von 100 kg Gewicht und einem Kind von 40 kg auf dem Schoß angesetzt:

$$V = 1,40 \text{ kN}$$

Für eine plötzliche Bremswirkung durch die Partnerschaukel o.ä. wird ein Stoßzuschlag von 1,2 angesetzt.

$$F_k \approx 1,40 \times 1,2 = 1,68 \text{ kN}$$

Bei einer max. Schaukelneigung von 60°

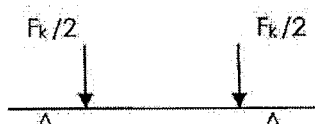


errechnet sich:

$$H_{k \max.} = 1,40 \times 1,2 \times \cos. 30^\circ = 1,45 \text{ kN}$$

POS. 1 STAHLRIEGEL

$$l = 3,45 \text{ m}$$



gewählt: Rohr 244,5 x 5,0

Das Profil ist aus gestalterischen Gründen vorgegeben und ist für die geringe Beanspruchung weit überdimensioniert.

Keine Nachweise erforderlich.

Position: 1 AUFHÄNGUNG der Schaukel

Fahnenblech - Anschluss nach EC3-1-8 (NA Deutschland)

Systemwerte:

Profil Riegel = IPE140

Länge Fahnenblech $b = 85 \text{ mm}$

Höhe Fahnenblech $h = 50 \text{ mm}$

Dicke Fahnenblech $t = 8 \text{ mm}$

Abstand Lastenteilung $e_v = 60 \text{ mm}$

Fugenbreite $t_f = 10 \text{ mm}$

Anzahl Schrauben = 1

Randabstand Schrauben $e_1 = 25 \text{ mm}$

Randabstand Schrauben $e_2 = 25 \text{ mm}$

Schweißnahtdicke $a = 4 \text{ mm}$

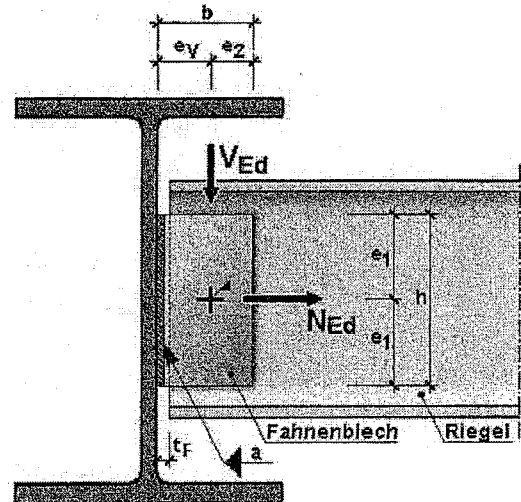
(Schweißnaht für biegesteifen Anschluss)

Belastung:

$V_{Ed} = 2,150 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 2,180 \text{ kN}$

Das Torsionsmoment aus exzentrischem Anschluss Steg/
Fahnenblech wird mit 100,0 % für Blech / Schweißnaht
angesetzt!



Nachweise:

Material = S 235

$f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$

$f_u = 360,00 \text{ N/mm}^2$

$\beta_w = 0,80 [-]$

$\gamma_{M0} = 1,000 [-]$

$\gamma_{M2} = 1,250 [-]$

Fahnenblech (Verfahren e-e nach EC3-1-1, 6.2.1(7) und 6.2.10)

- in Schraubenachse (unter Berücksichtigung der Schraubenlöcher)

$A = 2,9 \text{ cm}^2$, $W_y = 3,3 \text{ cm}^3$

$M_{Ed} = 0,0 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 2,150 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 2,180 \text{ kN}$

$\sigma = 0,752 \text{ kN/cm}^2$, $\tau = 0,741 \text{ kN/cm}^2$

$\rho = 0,000 [-]$, $f_{y,d,red} = 23,500 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung Schubspannungen: $0,05 \leq 1,00$

Ausnutzung Längsspannungen: $0,03 \leq 1,00$ (mit $f_{y,d,red}$)

- am Anschnitt

$A = 4,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 3,3 \text{ cm}^3$, $W_T = 1,1 \text{ cm}^3$

$M_{Ed} = 12,9 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 2,150 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 2,180 \text{ kN}$, $M_{T,Ed} = 1,365 \text{ kNm}$

$\sigma = 4,415 \text{ kN/cm}^2$, $\tau = 1,818 \text{ kN/cm}^2$

$\rho = 0,000 [-]$, $f_{y,d,red} = 23,500 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung Schubspannungen: $0,04 \leq 1,00$

Ausnutzung Längsspannungen: $0,19 \leq 1,00$ (mit $f_{y,d,red}$)

Schweißnaht (Nachweise nach EC3-1-8, 4.5.3.2 (richtungsbezogenes Verfahren))

$M_{Ed} = 12,9 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 2,150 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 2,180 \text{ kN}$, $M_{T,Ed} = 1,365 \text{ kNm}$

$A_w = 4,0 \text{ cm}^2$, $W_w = 3,3 \text{ cm}^3$, $W_{Tw} = 4,8 \text{ cm}^3$

$\sigma_{\perp,Ed} = 3,121 \text{ kN/cm}^2$, $\tau_{\parallel,Ed} = 0,822 \text{ kN/cm}^2$, $\sigma_{V,w,Ed} = 6,404 \text{ kN/cm}^2$

$f_{t,w,Rd} = 36,00 \text{ kN/cm}^2$, $f_{2,w,Rd} = 25,92 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung: $0,18 \leq 1,00$

Schrauben (Kategorie A nach EC3-1-8)

Schrauben: M10 - 4.6 (δ , $d = 1,0$ mm, $d_L = 11,0$ mm, $d_S = 10,0$ mm)

Gewinde in der Scherfuge

Nachweis Lochleibung als einschnittige, ungestützte Verbindung!

max. Schraubenkräfte:

max. $F_{v,Ed} = 2,15$ kN

max. $F_{h,Ed} = 2,18$ kN

max. $F_{t,Ed} = 3,06$ kN (Resultierende)

- Abscheren

$F_{v,Rd} = 11,90$ kN ($\alpha_v = 0,60$)

$F_{v,Ed} = \max. F_{t,Ed} = 3,06$ kN

Ausnutzung: $0,26 \leq 1,00$

- Lochleibung

$F_{b,Rd} = 20,30$ kN (EC3-1-8, 3.6.1(10), Gl.3.2)

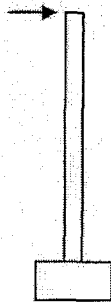
$F_{b,Ed} = \max. F_{t,Ed} = 3,06$ kN

Ausnutzung: $0,15 \leq 1,00$

Für den Nachweis der Lochleibung wird die minimale Grenzlochleibungskraft $F_{b,Rd}$ für den Riegel und das Fahnenblech in Abhängigkeit von der Richtung der maximalen Schraubenkraft und den zugehörigen Rand- und Schraubenabständen ermittelt.

POS. 2 STAHLSTÜTZEN

$h = 4,40 \text{ m}$ bis OK Fundament



Auf der sicheren Seite liegend wird je Stütze H_{kmax} angesetzt.

$$N_{kmax} \approx \overset{\text{Stahlrohr}}{0,30} \times 4,40/2 + \overset{\text{Schaukel}}{1,40} \times 1,2 \times \sin 30^\circ = 1,50 \text{ kN}$$

s. die nachf. Seiten

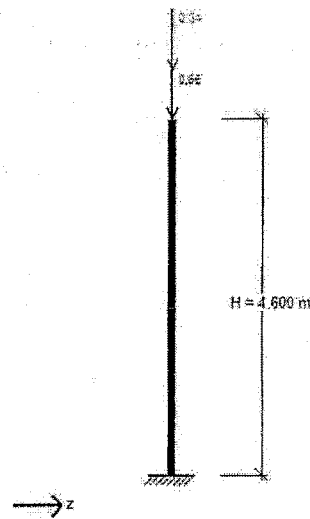
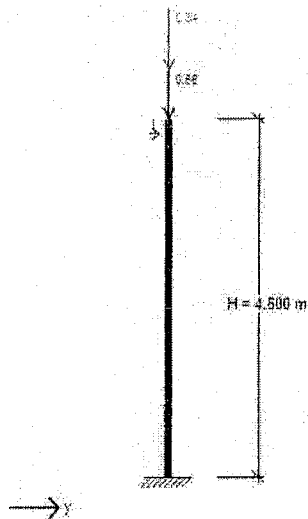
Position: 2 STAHLSTÜTZEN

Stahlstütze nach EC3 (NA Deutschland)

$$G_z = 0,30 \times 4,40 / 2 = 0,66 \text{ kN}$$

$$Q_z = 1,40 \times 1,2 \times \sin 30^\circ = 0,84 \text{ kN}$$

$$H_y = 1,45 \text{ kN}$$

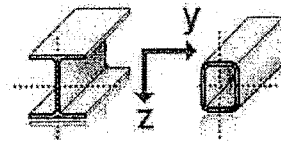


Systemwerte:

Stützhöhe $H = 4,600 \text{ m}$

Kragstütze mit $\beta_{y,z} = 2,00$ / $\beta_{y,z} = 2,00$

Stütze in y- und z-Richtung frei



Belastungen:

Eigengewicht der Stütze wird mit $78,5 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: A, B - Wohn-/Bürräume

Knotenlasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F / M [kN / kNm]	ey [cm]	ez [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	0,660	0,0	0,0	
Einzellast	vertikal	4	0,840	0,0	0,0	

Stablasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F, unten [kN, kNm, kN/m]	F, oben [kN, kNm, kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Einzel-F.	in y-Richtung	4	1,450	0,000	4,400	0,000	

Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = $0,764 \text{ kN}$)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nutzlast Q	0,84	1,45	0,00	0,00	6,38
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stahlstütze 17.2 - EC3

Ingenieurbüro für Baustatik Dipl.-Ing. René Klein
 Heidestr. 2 - 51069 Köln - Tel.: 0221 - 27847029

**Bemessung:**

Profil: ROK139.7x5

Profilart = Rohr
 Material = S 235
 $f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,00 [-]$
 $\gamma_{M1} = 1,10 [-]$
 $\eta = 1,20 [-]$ (EC3-1-5 für Querkraft)
 $A = 21,18 \text{ cm}^2$
 $I_y = 480,54 \text{ cm}^4$
 $I_z = 480,54 \text{ cm}^4$
 $W_{yo} = 68,80 \text{ cm}^3$
 $W_{yu} = 68,80 \text{ cm}^3$
 $W_{zo} = 68,80 \text{ cm}^3$
 $W_{zu} = 68,80 \text{ cm}^3$
 $A \cdot V_z = 13,47 \text{ cm}^2$
 $A \cdot V_y = 13,47 \text{ cm}^2$
 $N_{pl,Rd} = 497,23 \text{ kN}$
 $M_{pl,y,Rd} = 2132,91 \text{ kNm}$
 $M_{pl,z,Rd} = 2132,91 \text{ kNm}$
 $V_{pl,z,Rd} = 182,76 \text{ kN}$
 $V_{pl,y,Rd} = 182,76 \text{ kN}$
 $QK = 1$ (Querschnittsklasse)
 $KL \perp y-y = c$
 $KL \perp z-z = c$
 Walzprofil

Spannungsnachweis elastisch - plastisch (e-p):

massg. LFK = $1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q$ ($f_{y,d} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$)

$ max. N_{Ed} \text{ kN}$	$ max. M_{y,Ed} \text{ kNm}$	$ max. M_{z,Ed} \text{ kNm}$	$ max. V_{y,Ed} \text{ kN}$	$ max. V_{z,Ed} \text{ kN}$	max. $\eta_{pl} [-]$
3,18	0,00	9,57	2,18	0,00	0,45

Nachweis Stabilität: (Knicken/Drillknicken/Biegedrillknicken):

massg. LFK = $1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q$

- ☒ die Stütze wird als verdrehsteifes System angesetzt
- ☒ Lastangriff für BDK an OK Profil
- ☒ χ_{LT} wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- ☒ Beiwerte C_1 , C_2 und C_3 zur Ermittlung von M_{cr} werden vom Programm ermittelt
- ☒ der Nachweis für Biegedrillknicken ist nicht erforderlich

Knicken in	y - Richtung	z - Richtung
Knicklänge L_{cr}	9,200 m	9,200 m
Trägheitsradius i_z / i_y	4,77 cm	4,77 cm
Schlankheit λ	193,05	193,05
Bezugsschlankheit λ_1	93,91	93,91
bez. Schlankheitsgrad λ_1	2,06	2,06
Beiwert α	0,49	0,49
Beiwert ϕ	3,07	3,07
Beiwert χ	0,19	0,19
N_b, R_d	84,58 kN	84,58 kN
Momentenbeiwert $C_{mz/y}$	0,600	---
Momentenbeiwert C_{mLT}	---	0,600
Beiwert k_{zz} / k_{yy}	0,618	---
Beiwert k_{zy} / k_{yz}	---	0,371
Normalkraft $ N, Ed $	3,18 kN	3,18 kN
Bemessungsmoment M, Ed	-9,57 kNm	0,00 kNm
Ausnutzung η , Stabilität	0,34	0,22

Nachweis Drillknicken:

--> Nachweis nicht erforderlich!

Nachweis Schubbeulen:
 $r/t = 13,970 \leq \text{zul. } r/t = 15,184 \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen des Rohres gem. EC3-1-6, D.1.4 notwendig!

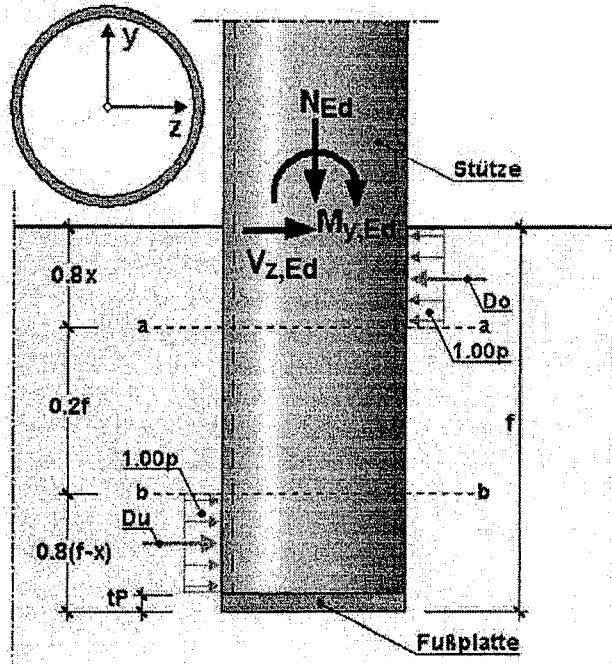
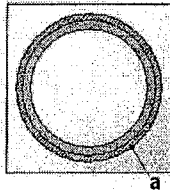
Verformungen
 $|max. f_y| = 4,36 \text{ cm} \quad / \quad |max. f_z| = 0,00 \text{ cm}$

Position: 2 EINSpannung im Fundament

Köchereinspannung-Stahl nach EC3 (NA Deutschland)

Systemwerte :

Profil Stütze = ROk139.7x5
Einspanntiefe $f = 500$ mm
Dicke der Fußplatte $t_P = 10$ mm
Schweißnaht Platte/Stütze $a = 3$ mm
Schweißnaht überträgt volle Druckkraft aus Stütze
(kein Kontaktstoß)!



Belastung :

$N_{Ed} = 3,140$ kN
 $V_{z,Ed} = 2,180$ kN
 $M_{y,Ed} = 9,570$ kNm

Nachweise :

Material = S 235
 $f_y = 235,00$ N/mm²
 $f_u = 360,00$ N/mm²
 $\beta_W = 0,80$ [-]
 $\gamma_{M0} = 1,000$ [-]
 $\gamma_{M1} = 1,100$ [-]
 $\gamma_{M2} = 1,250$ [-]
Beton = C20/25
 $\gamma_c = 1,500$ [-] (Beton)

- ☒ Nachweis der Einspannung nach BÄR / KAHLMEYER (Ringbuch)
- ☒ Nachweis der Stütze elastisch - elastisch
- ☒ Nachweis der Fußplatte elastisch - elastisch

Betonpressung unter Platte:

Ausnutzung: $\max. \sigma_{Ed} / f_{cd} = 0,16$ N/mm² / $11,33$ N/mm² = $0,01 \leq 1,00$

Schweißnaht Stütze / Fußplatte:

erf. min. $a = 3$ mm
 $\sigma_{\perp,Ed} = \tau_{\parallel,Ed} = 0,169$ kN/cm², $\sigma_{V,w,Ed} = 0,337$ kN/cm²
 $f_{1,w,Rd} = 36,00$ kN/cm², $f_{2,w,Rd} = 25,92$ kN/cm²
Nachweis 1: $\sigma_{V,w,Ed} / f_{1,w,Rd} = 0,01 \leq 1,00$
Nachweis 2: $\sigma_{\perp,Ed} / f_{2,w,Rd} = 0,01 \leq 1,00$

Nachweis Fussplatte:

- Berechnung der Plattenmomente nach STIGLAT/WIPPEL
- Kreisplatte mit gelenkiger Randlagerung und Kragmoment über Eck (K/1)
- $| \max. M_{Ed} | = 0,14$ kNm/cm
- erf. Plattendicke $t_P = 1,9$ mm
- vorh. Plattendicke $t_P = 10$ mm
- > Ausnutzung: $0,19 \leq 1,00$

Nachweis Einspanntiefe:

- erf.f aus Betonpressung ($\sigma_{D,Rd} = 10,8 \text{ N/mm}^2$) = 165 mm
- erf.f aus Schubspannung Stützenprofil ($V_{Rd} = 182,76 \text{ kN}$) = 88 mm
- max. erforderliche Einspanntiefe $f = 165 \text{ mm} \leq \text{vorh.f} = 500 \text{ mm}$

Nachweis Betonpressung im Köcher:

- max. $\sigma_{Ed} / f_{cd} = 1,21 \text{ N/mm}^2 / 10,77 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Ausnutzung: } 0,11 \leq 1,00$

Nachweis Stützenprofil:

- Spannungsnulllinie von OK Köcher $x = 25,8 \text{ cm}$
- wirksame Flanschbreite $b_n = 13,97 \text{ cm}$
- Ersatzlast für Bemessung $p_d = 1,69 \text{ kN/cm}$
- obere Druckresultierende $D_{o,d} = 34,85 \text{ kN}$ bei $x = 10,3 \text{ cm}$ von OK Köcher
- untere Druckresultierende $D_{u,d} = 32,86 \text{ kN}$ bei $x = 40,3 \text{ cm}$ von OK Köcher

a) Stelle max.M:

- max. $M_{Ed} = 958,41 \text{ kNcm}$ bei $x = 1,3 \text{ cm}$ von OK Köcher
- $N_{Ed} = -3,14 \text{ kN}$
- $V_{z,Ed} = 0,00 \text{ kN}$

Nachweise	Biegezugseite	Biegedruckseite
$\sigma_{a,x} [\text{kN/cm}^2]$	13,76	-14,06
Ausnutzung Sigma	0,59	0,60

b) Stelle max.V:

- max. $V_{Ed} = 32,86 \text{ kN}$ bei $x = 40,3 \text{ cm}$ von OK Köcher
- $M_{Ed} = 212,1 \text{ kNcm}$
- $N_{Ed} = -3,1 \text{ kN}$

Nachweise	Biegezugseite	Biegedruckseite
$\sigma_{a,x} [\text{kN/cm}^2]$	2,93	-3,23
$\sigma_{a,z} [\text{kN/cm}^2]$	0,00	0,00
$\tau [\text{kN/cm}^2]$	2,44	2,44
$\sigma_{a,V} [\text{kN/cm}^2]$	5,14	5,32
Ausnutzung Sigma	0,12	0,14
Ausnutzung Schub	0,18	0,18
Ausnutzung Sigma,V	0,22	0,23

c) Schnitt a-a:

- bei $x = 20,6 \text{ cm}$ von OK Köcher
- $M_{Ed} = 642,3 \text{ kNcm}$
- $V_{Ed} = 32,9 \text{ kN}$
- $N_{Ed} = -3,1 \text{ kN}$

Nachweise	Biegezugseite	Biegedruckseite
$\sigma_{a,x} [\text{kN/cm}^2]$	10,48	-10,78
$\sigma_{a,z} [\text{kN/cm}^2]$	1,36	-1,66
$\tau [\text{kN/cm}^2]$	2,44	2,44
$\sigma_{a,V} [\text{kN/cm}^2]$	10,74	10,90
Ausnutzung Sigma	0,45	0,46
Ausnutzung Schub	0,18	0,18
Ausnutzung Sigma,V	0,46	0,46

d) Schnitt b-b:

- bei $x = 30,6$ cm von OK Köcher
- $M_d = 316,3$ kNcm
- $V_d = 32,9$ kN
- $N_d = -3,1$ kN

Nachweise	Biegezugseite	Biegedruckseite
$\sigma_{x,x}$ [kN/cm ²]	5,08	-5,38
$\sigma_{x,z}$ [kN/cm ²]	-1,66	1,36
τ [kN/cm ²]	2,44	2,44
$\sigma_{x,V}$ [kN/cm ²]	7,41	7,48
Ausnutzung Sigma	0,22	0,23
Ausnutzung Schub	0,18	0,18
Ausnutzung Sigma,V	0,32	0,32

e) Nachweis für Beulen der Rohrwandung:

Grenzkriterien nach EC3-1-6, (D.18), (D.27) und (D.40) nicht eingehalten!
Es wird ein Beulnachweis gemäß EC3-1-6, 6.2 und 8.5 geführt!

vorh. $r/t = 13,97$

zul. r/t (D.18) = 26,81

zul. r/t (D.27) = 6,28

zul. r/t (D.40) = 15,18

Länge der Zylinderschale $L = 600,0$ mm

Hersteller-Toleranzklasse: Klasse C, normale Qualität bezüglich Toleranzen

Randbedingungen nach Tabelle D.1 für C_{xb} : Fall 2, BC1-BC2

Randbedingungen nach Tabelle D.3 für C_{θ} : Fall 4, BC1-BC3

Randbedingungen nach Tabelle D.4 für $C_{\theta,s}$: Fall 4, BC1-BC3

$\Omega = 32,11$ [-]

Meridianbeulen:

$C_{xb} = 3,00$ [-]

$C_x = 0,76$ [-]

$\alpha_x = 0,50$ [-]

$\beta = 0,60$ [-]

$\eta = 1,00$ [-]

$\sigma_{x,Rcr} = 6914,00$ N/mm²

$\lambda'_0 = 0,20$ [-]

$\lambda'_p = 1,12$ [-]

$\lambda' = 0,18$ [-]

$\chi_x = 1,00$ [-]

$\sigma_{x,Ed} = 140,59$ N/mm²

$\sigma_{x,Rd} = 213,64$ N/mm²

Umfangbeulen:

$C_{\theta} = 0,60$ [-]

$C_{\theta,s} = 0,60$ [-]

$\alpha_{\theta} = 0,50$ [-]

$\beta = 0,60$ [-]

$\eta = 1,00$ [-]

$\sigma_{\theta,Rcr} = 306,06$ N/mm²

$\lambda'_0 = 0,40$ [-]

$\lambda'_p = 1,12$ [-]

$\lambda' = 0,88$ [-]

$\chi_{\theta} = 0,60$ [-]

$q_{eq} = 1,21$ N/mm²

$\sigma_{\theta,Ed} = 16,88$ N/mm²

$\sigma_{\theta,Rd} = 128,87$ N/mm²

Schubbeulen:

$C, \tau = 1,00 [-]$

$\alpha, \tau = 0,50 [-]$

$\beta = 0,60 [-]$

$\eta = 1,00 [-]$

$\tau_{x, \theta, Rcr} = 1989,72 \text{ N/mm}^2$

$\lambda'_{0} = 0,40 [-]$

$\lambda'_{p} = 1,12 [-]$

$\lambda' = 0,26 [-]$

$\chi, \tau = 1,00 [-]$

$\tau_{x, \theta, Ed} = 31,76 \text{ N/mm}^2$

$\tau_{x, \theta, Rd} = 123,34 \text{ N/mm}^2$

Spannungsnachweis gemäß 6.2:

$\sigma_{eq, Ed} = 143,89 \text{ N/mm}^2$

$f_{eq, Rd} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Ausnutzung $\eta = \sigma_{eq, Ed} / f_{eq, Rd} = 0,61 \leq 1,00$

Beulnachweis gemäß 8.5.3:

$k_x = 2,00 [-]$

$k_{\theta} = 1,70 [-]$

$k_{\tau} = 2,00 [-]$

$k_i = 0,36 [-]$

Ausnutzung $\eta = Gl.(8.19) = 0,50 \leq 1,00$

--> maximale Ausnutzung Profil = $0,61 \leq 1,00$

POS. 3 FUNDAMENTE

Rechnerisch liegt eine Bodenpressung von $\sigma_k \approx 60 \text{ kN/m}^2$ vor.
Im Zuge der Ausführung ist die Tragfähigkeit des Bodens für diesen
-geringen- Wert zu überprüfen.

$$M_k = 1,45 \times 4,60 = 6,67 \text{ kNm}$$

$$H_k = 1,45 \text{ kN}$$

$$N_{gk} = 0,66 \text{ kN}$$

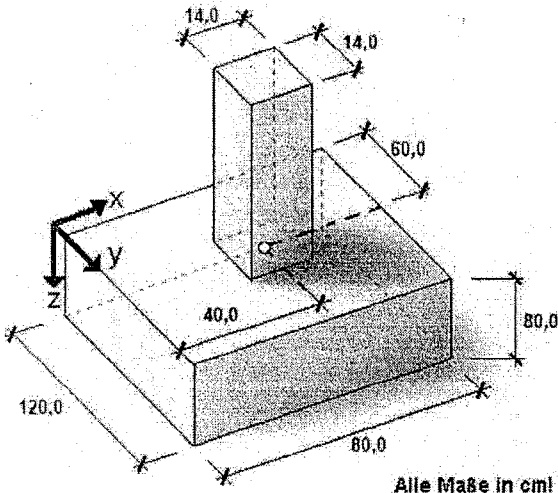
$$N_{qk} = 0,84 \text{ kN}$$

$$l/b/t = 120/80/80 \text{ cm}$$

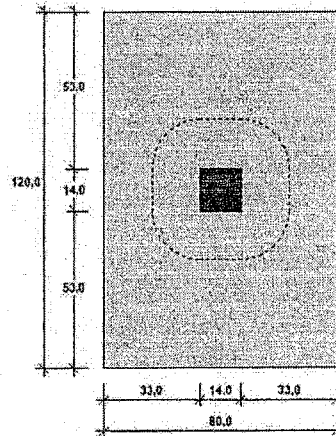
s. die nachfolgenden Seiten.

Position: 3 EINZELFUNDAMENTE

Einzelndament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



Alle Maße in cm!

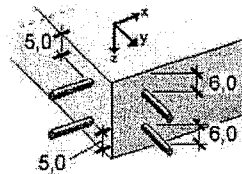


Systemwerte :

bx = 80,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
by = 120,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
ax = 40,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
ay = 60,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
bsx = 14,0 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
bsy = 14,0 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
tf = 80,0 cm (Fundamentdicke)

Sigma,Rk = 70,00 kN/m² (zul. Bodenpressung, charakt. Wert)
Phi = 30,0° (Sohleibungswinkel)

Bewehrungsabstände:

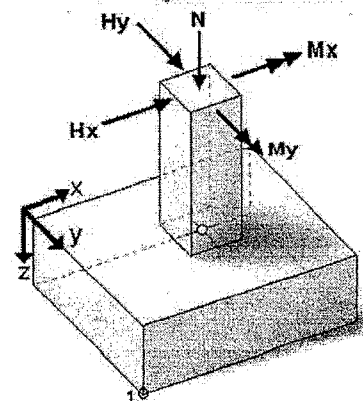


Belastungen :

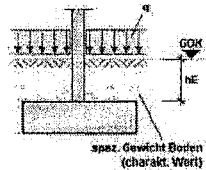
N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m² berücksichtigt!
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!
Momente aus Theorie II. Ordnung werden nicht angesetzt!
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitteln nach DIN 1054)!

Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	0,84	0,00	1,45	6,67	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



verändert. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	20	19,00



Lastfallkollektive:

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!
 Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:

Nachweis klaffende Fuge Gesamlast: $(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten: $|e_x|/b_x + |e_y|/b_y \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten: $\max(|e_x|/b_x + |e_y|/b_y) = 0,000 \leq 0,166 \rightarrow$ keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamlast: $\max((e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2) = 0,051 \leq 0,111 \rightarrow$ keine bzw. zul. klaffende Fuge

Gleitnachweis GEO-2:

$\eta_a = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$ ($\eta_a = 0 \rightarrow$ unzul. klaff. Fuge, $\eta_a = 100000 \rightarrow H_x/H_y = 0$, $\eta_a = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$)

$\gamma_{R,h} = 1,100$ [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew. LFK]

min. Sicherheit $\eta_a = 6,99 \geq 1,00 \rightarrow$ zulässig

Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Sicherheit gegen Abheben:

$\eta_a = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$

$\gamma_{G,sup} = 1,10$ [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)

$\gamma_{G,inf} = 0,90$ [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK)

$\gamma_Q = 1,50$ [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden $\rightarrow$ Nachweis kann entfallen!

Ausmitten (Kippen):

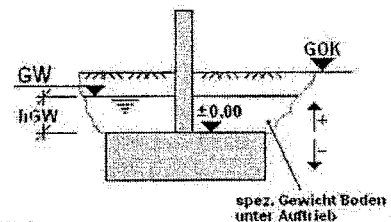
$\max.e_x = 0,00 \text{ m} \leq \text{zul}.e_x = 0,40 \text{ m}$

$\max.e_y = 0,53 \text{ m} \leq \text{zul}.e_y = 0,60 \text{ m}$

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:

Kote Wasser hGW = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament $\rightarrow$ kein Auftrieb!



Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]; $\sigma_{m,k} = N_k / (a' \times b')$ zum Vergleich mit zul. $\sigma_{m,k}$

Bodenpressungen sind charakt. Werte (ohne Sicherheitsfaktoren)

$\max.\sigma_{m,k} = 54,916 \text{ kN/m}^2 \leq 70,000 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zulässig

Bemessung für Biegung:

Beton : C20/25

Betonstahl : B500 (A,B)

- ☒ Grenze $x/d \leq 0.45$ eingehalten (Biegung)
- ☒ Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- ☒ Verteilung der Bewehrung konstant über b_x bzw. b_y
- ☒ Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)

max. $M_{x,Ed} = 4,893 \text{ kNm}$

max. $M_{y,Ed} = 0,061 \text{ kNm}$

Mindestmoment min. $M_{x,Ed} = 187,733 \text{ kNm}$ (EC2)

Mindestmoment min. $M_{y,Ed} = 281,600 \text{ kNm}$ (EC2)

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

erf. $A_{sx,unten} = 8,4 \text{ cm}^2$ erf. $A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$

erf. $A_{sy,unten} = 5,7 \text{ cm}^2$ erf. $A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

Biegebemessung für abhebende Fundamentteile durch klaffende Fuge:

erf. $A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$, ($a_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2/\text{m}$, $M_{Ed} = 0,000 \text{ kNm}$)

erf. $A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$, ($a_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2/\text{m}$, $M_{Ed} = 0,704 \text{ kNm}$)

Durchstanznachweis:

- ☒ Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- ☒ lotrechte Stanzbewehrung
- ☒ Abstand der Bewehrungsreihen untereinander, $s_r' = 0,50 \times d_m$ (gilt ab 2. Reihe)
- ☒ Abstand der Stanzbewehrung tangential, $s_t = 20,0 \text{ cm}$ (für Mindestbewehrung)
- ☒ Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta) $f_{Erh} = 1,00 [-]$
- ☒ Beiwert beta wird automatisch für unverschiebbiche Systeme bestimmt

$d_m = 0,745 \text{ m}$ (mittlere stat. Höhe)

Kritischer Rundschnitt $s_{r,crit}$ im Abstand von 0,164 m vom Stützenrand.

Ansetzbare Stützenabmessungen a_1 / b_1 nach EC2 = $0,140 / 0,140 \text{ m}$

Bemessung als Innenstütze, d.h. $\beta = 1,10$ (unverschiebbliches System)

$V_{Ed,Stanz} = 2,151 \text{ kN}$ (ohne Faktor f_{Erh} und ohne β)

$\sigma_{Bm,d} = 4,077 \text{ kN/m}^2$ (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 1,590 \text{ m}$

$A_{crit} = 0,196 \text{ m}^2$

$V_{Ed,cal} = 1,884 \text{ kN} \rightarrow V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$$v_{Ed} = 1,590 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal}/(u_{crit} \times d)$$

$$\rho_{l,x} = 0,094 \% \text{ (Bewehrungsgehalt x - Richtung)}$$

$$\rho_{l,y} = 0,096 \% \text{ (Bewehrungsgehalt y - Richtung)}$$

$$\rho_{l,m} = 0,095 \% \text{ (mittl. Bewehrungsgehalt)}$$

$$\rho_{l,max} = 1,303 \% \text{ (max. zul. Bewehrungsgehalt)}$$

$$v_{Rd,c} = 2110,317 \text{ kN/m}^2 \text{ (Durchstanzwiderstand)} \rightarrow v_{min} = 0,232 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,max} = 2954,444 \text{ kN/m}^2 \text{ (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)}$$

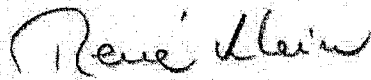
==> $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$ ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !

Ingenieurbüro für Baustatik Dipl.-Ing. René Klein

Heidestr. 2, 51069 Köln - Dellbrück

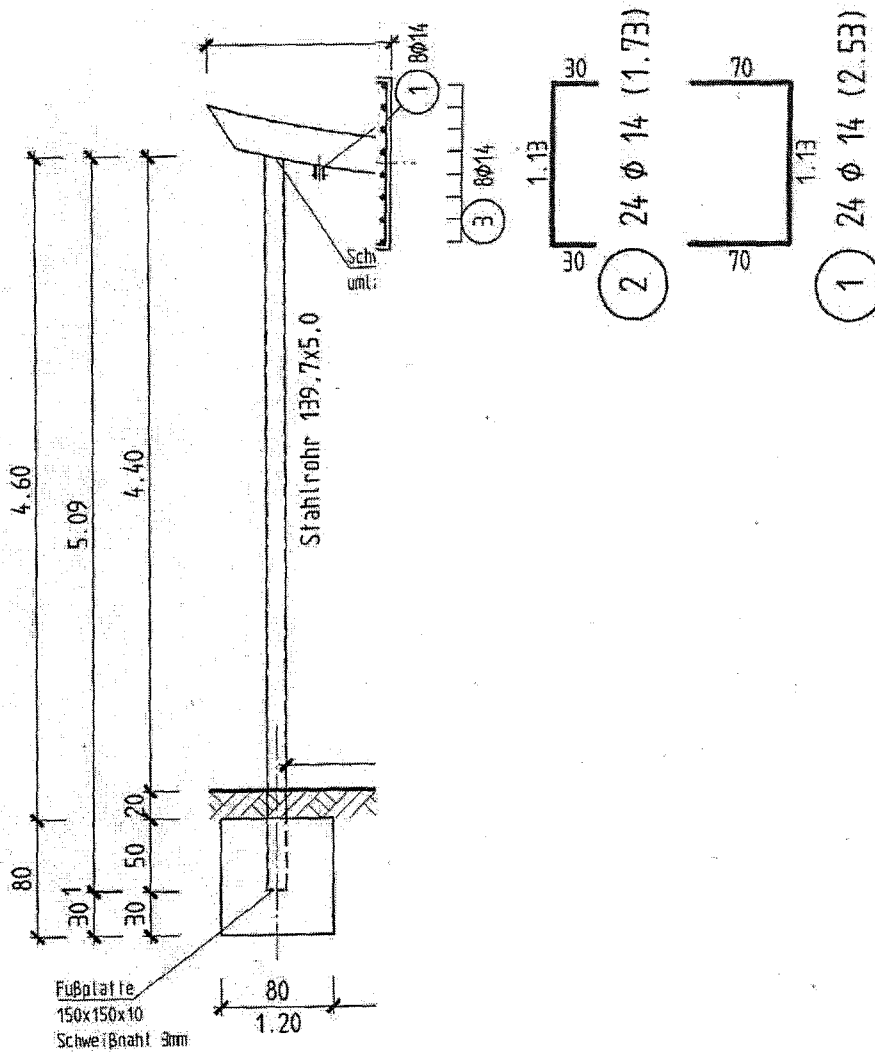
- 19 -

Aufgestellt: Köln, den 10.01.2018



Ingenieurbüro für Baustatik
Dipl.-Ing. René Klein
Heidestr. 2
51069 Köln - Dellbrück
Tel.: 0221 - 27847029
Fax: 0221 - 27847030
IBRenéKlein@t-online.de

2x Au



Genaue Maße
Angaben der
ausführenden

INGENIEURBÜRO FÜR BAUSTATIK
DIPL.-ING. RENE KLEIN
Heidestr. 2 51069 Köln-Dellbrück
Tel.: 0221- 27847029 Fax.: 27847030

Datum
15.01.2018

Bauherr: Stadt Erftstadt
Holzdamm 10
50374 Erftstadt

Projekt Nr.
1165

Projekt: Partnerschaukel
Gesundheidsgarten
Erftstadt -Frauenthal

Maßstab
1:50

Planinhalt: Partnerschaukel
Stahl tor/Fundamente

Plan Nr.
S-01