

Aufmass-/Standortblatt

Auftraggeber :

Auftrag : ENB-Stolzenau

Auftragsnummer :

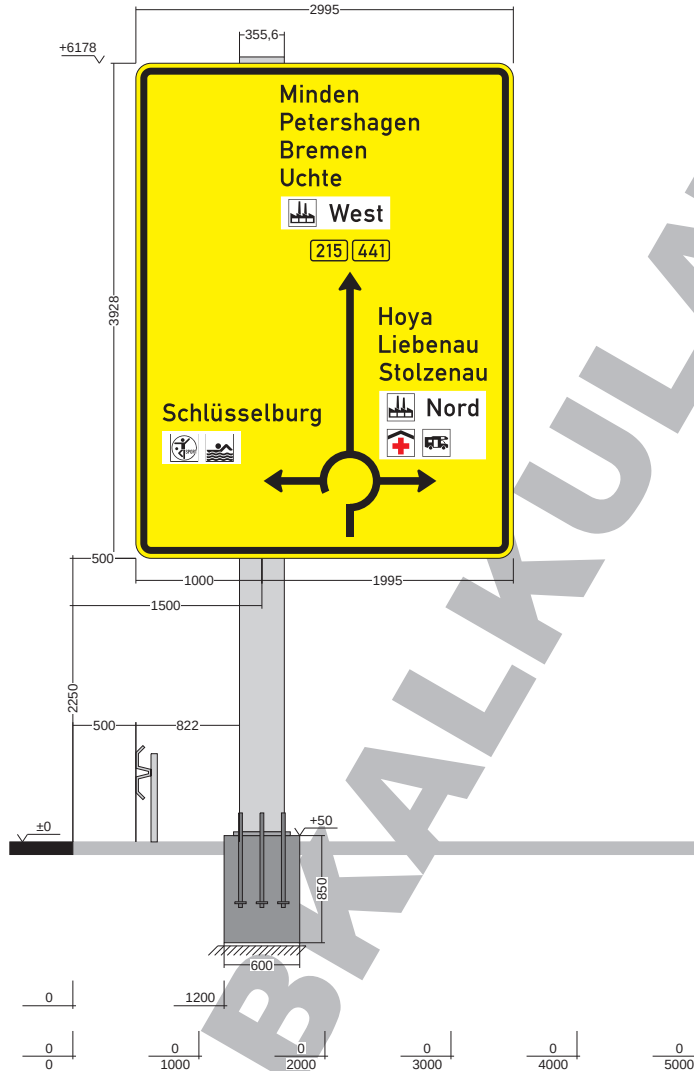
Standort-
angaben

B215_90_118

Position

XXX-XXX

Strasse



Seitenabstand
500 mm

Bodenfreiheit
2250 mm

Gesamthöhe
3928 mm

Gesamtbreite
2995 mm

Gesamtfläche
11,76 m²
davon Schildfläche
11,76 m²

Schildtiefe
60 mm

Folie
Typ 2

Randprofil
AL-FORM III

Windlast
1,50 kN/m²

Teilsicherheitsbeiwerte
PAF 1, DIN EN 12899

Maßstab
1 : 60

Aufsteller / Mast

Typ

Rohrmast Ø 355,6 / 5,6 mm

Mastlängen

6178 mm

Fundamente

FB (mm)

FH (mm)

FL (mm)

**Haupt-
körper**

Gesamt (m³)

600

850

5750

2,933

AB (mm)

AH (mm)

AL (mm)

Aufsatz

0,000

0

0

0

2,933

Fußplatte : FP 30 x 450 x 600

Ankerstab mit Druckplatte: 6 x M30 x 750 - 4.6/tZn / 90x15
Ankerabstand: 340 x 490

Bewehrung : 2 x 4 - Ø 12 mm / L=5600 mm

Bügel : 29 Bügel - Ø 10mm

Betonfestigkeitsklasse : C30/37

Erstellt:

Datum

Name

Achtung : Beim Aushub der Fundamente auf Versorgungsleitungen achten !

Gesamthöhe GH = 3928 mm
Gesamtbreite GB = 2995 mm
Gesamtfläche AG = 11,76 m²
davon Schildfläche AS = 11,76 m²
Bodenfreiheit BF = 2250 mm
OK Fundamente OKF = 50 mm
Seitenabstand SA = 500 mm
Mastabstand MA = 1500 mm

Windlast w = 1,50 kN/m²
Eigenlast VZ g = 0,20 kN/m²

Aufstellung neben der Fahrbahn
Teilsicherheitsbeiwerte
PAF 1, DIN EN 12899

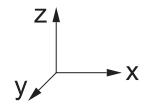
$\gamma_Q = 1,35$
 $\gamma_G = 1,20$
 $\gamma_{M0} = 1,05$
 $\gamma_{M1} = 1,10$
 $\gamma_{M2} = 1,25$
 $\gamma_{Re} = 1,40$
 $\gamma_{Rh} = 1,10$
 $\gamma_{Gdst} = 1,10$
 $\gamma_{Gstb} = 0,90$

Aussermittigkeit - x AX = 498 mm
Aussermittigkeit - y AY = 238 mm
Es wird nur der maximal belastete Mast mit den zugeordneten effektiven Schildfläche nachgewiesen.

eff. Schildhöhe HS = 3928 mm
eff. Schildbreite BS = 2995 mm
eff. Schildfläche AS_{eff} = 11,76 m²
Lastangriffshöhe LA = 4164 mm

Die Windangriffsfläche des Mastes und die Aussermittigkeit AY wird berücksichtigt.

$F_y = 18,85 \text{ kN}$ $M_x = 75,49 \text{ kNm}$ $M_{x,d} = 101,83 \text{ kNm}$ $M_{b,d} = 101,84 \text{ kNm}$
 $F_{y,d} = 25,44 \text{ kN}$ $M_y = F_z' \cdot AX = 1,17 \text{ kNm}$ $M_{y,d} = \gamma_G \cdot M_y = 1,40 \text{ kNm}$ $F_{x,wx} = 3,65 \text{ kN}$
 $F_z' = g \cdot AS_{\text{eff}} = 2,35 \text{ kN}$ $M_z = F_y \cdot AX = 8,78 \text{ kNm}$ $M_{z,d} = \gamma_Q \cdot M_z = 11,85 \text{ kNm}$ $M_{y,wx} = 11,65 \text{ kNm}$



AUFSTELLVORRICHTUNG

Rohrmast Ø 355,6 / 5,6 mm (EN 10219 / feuerverzinkt)

Länge L_{AV} = 6178 mm
Einheitsgewicht m = 48,3 kg/m
 $F_z'' = m \cdot L_{AV} = 2,99 \text{ kN}$
 $M_{pl,d(F)} = 139,81 \text{ kNm}$

Trägheitsmoment I_{RM} = 9431,12 * 10⁴ mm⁴
I_{T/RM} = 18862,20 * 10⁴ mm⁴

Ermittlung s. Regelberechnung

$M_{T,pl,d(F)} = 120,58 \text{ kNm}$

$M_{b,d} / M_{pl,d(F)} + M_{z,d} / M_{T,pl,d(F)} = 0,83 \leq 1,0$

VERFORMUNG

Es werden die temporären Verformungen unter Annahme eines eingespannten Kragträgers ermittelt.

Reduktionsfaktor kr = 0,56 DIN EN 12899 Abschnitt 5.4.1
Momente an der Einspannstelle $M_{x/r} = kr \cdot M_x = 42,28 \text{ kNm}$ $M_{z/r} = kr \cdot M_z = 4,92 \text{ kNm}$

Verformung horizontal $f_h = M_{x/r} \cdot L_{AV}^2 / (3 \cdot E \cdot I_{RM}) = 27,2 \leq 154,4 \text{ mm (TDB 4)}$

Torsionsverformung $\delta T = M_{z/r} \cdot L_{AV}^2 / (G \cdot I_{T/RM}) = 0,1 \leq 3,5^\circ \text{ (TDT 5)}$

VERANKERUNG

Schweißnaht Rohr / Fußplatte: Kehlnaht a=6 mm - umlaufend. Die Fußplatte wird ausgesteift.

M30 x 750 - 4.6/tZn(Fußplatte FP 30 x 450 x 600)

Ankeranzahl in X-Richtung NX = 3
Ankeranzahl in Y-Richtung NY = 2
kein Montageabstand

Ankerabstand in X-Richtung AAX = 340 mm
Ankerabstand in Y-Richtung AAY = 490 mm

$$\begin{aligned} F_{t,Ed} &= 71,34 \text{ kN} \\ F_{v,Ed} &= 14,73 \text{ kN} \\ F_{t,Rd} &= 161,57 \text{ kN (Festigkeitsklasse 4.6)} \\ F_{v,Rd} &= 107,70 \text{ kN} \end{aligned}$$

Zug $F_{t,Ed} / F_{t,Rd} = 0,44 \leq 1,0$

Abscheren $F_{v,Ed} / F_{v,Rd} = 0,14 \leq 1,0$

Interaktion Zug und Abscheren $F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1,4 * F_{t,Rd}) = 0,45 \leq 1,0$

Anker mit Druckplatte (siehe Regelberechnung)

$$\begin{aligned} \text{Gewindeabmessung } M / d_s &= 30 \text{ mm} \\ \text{erforderliche Breite Druckplatte - erf_DD} &= 51,8 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm} \\ \text{erforderliche Dicke Druckplatte - TR} &= 3,4 \text{ mm} \leq 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

FUNDAMENT

Betonfestigkeitsklasse C30/37

Aufsatz	Höhe AH = 0 mm	$F_z''' = 25,0 \text{ kN/m}^3 * AH * AB * AL$
	Breite AB = 0 mm	$F_z''' = 0,00 \text{ kN}$
	Länge AL = 0 mm	
Fundament	Höhe FH = 850 mm	$F_z'''' = 25,0 \text{ kN/m}^3 * FH * FB * FL$
	Breite FB = 600 mm	$F_z'''' = 73,31 \text{ kN}$
	Länge FL = 5750 mm	$\Sigma F_z = F_z' + F_z'' + F_z''' + F_z'''' = 78,65 \text{ kN}$
Gesamthöhe	GH = AH + FH	
	GH = 850 mm	
Gesamtvolumen	V = 2,93 m ³	

$$\begin{aligned} M_{x(UKF)Q} &= 90,95 \text{ kNm} \\ M_{x(UKF)G} &= 0,56 \text{ kNm} \\ M_{y(UKF)G} &= 1,17 \text{ kNm} \\ M_{y(UKF)Q} &= 14,75 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kippnachweis (EQU)

$$\begin{aligned} M_{Gx,stab,d} &= \gamma_{Gstb} * \Sigma F_z * FL/2 = 203,51 \text{ kNm} & M_{Gy,stab,d} &= \gamma_{Gstb} * \Sigma F_z * FB/2 = 21,24 \text{ kNm} \\ M_{QGx,dst,d} &= \gamma_Q * M_{x(UKF)Q} + \gamma_{Gdst} * M_{x(UKF)G} = 123,40 \text{ kNm} & M_{QGy,dst,d} &= \gamma_{Gdst} * M_{y(UKF)G} + \gamma_Q * M_{y(UKF)Q} = 21,20 \text{ kNm} \\ M_{QGx,dst,d} / M_{Gx,stab,d} &= 0,61 \leq 1,0 & M_{QGy,dst,d} / M_{Gy,stab,d} &= 1,00 \leq 1,0 \end{aligned}$$

Zulässige Außermittigkeit (SLS)

$$e_y = k \cdot M_{x(UKF)Q} / \Sigma F_z = 1,16 \text{ m} \leq FL/3 = 1,92 \text{ m (GZT)}$$

$$e_x = k \cdot M_{y(UKF)G} / \Sigma F_z = 0,01 \text{ m} \leq FB/6 = 0,10 \text{ m (GZG)}$$

$$(e_y / FL)^2 + (e_x / FB)^2 = 0,041 \leq 0,111$$

Mit Wind in X-Richtung

$$e_{x'} = (M_{y(UKF)G} + M_{y(UKF)Q}) / \Sigma F_z = 0,16 \text{ m} \leq FB/3 = 0,20 \text{ m}$$

Gleitsicherheit (GEO-2)

$$\delta_{sk} = 27,50^\circ \quad \gamma_{Rh} = 1,10$$

$$R_{td} = \Sigma F_z \cdot \tan(\delta_{sk}) / \gamma_{Rh} = 37,22 \text{ kN} \quad T_d = \max. F_{yd} = 25,44 \text{ kN}$$

$$T_d / R_{td} = 0,68 \leq 1,00$$

BODENPRESSUNG

$$\text{Effektive Fläche } A_{eff} = (FL - 2 \cdot e_y) \cdot (FB - 2 \cdot e_x) = 1,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Bodenpressung } \sigma_{Rd} = F_{zd} / A_{eff} = 48,2 \text{ kN/m}^2 \leq 100 \text{ kN/m}^2$$

AUFNAHME DES TORSIONSMOMENTES

Abtragung des Momentes M_z in der Gründungssohle durch Gleitwiderstand

$$\varphi = 27,00^\circ \quad \gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3 \quad K_{ph} = 3,00$$

$$HK = F_{l_{eff}} \cdot 0,5 = 1719 \text{ mm}$$

$$F_{Qyd} = F_{yd} \cdot 0,5 = 12,72 \text{ kN}$$

$$R_{td} = (F_z''' + F_z''''') \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{Rh} = 33,96 \text{ kN}$$

$$F_{Hd} = ((M_{zd} / HK)^2 + (F_{Qyd})^2)^{0,5} = 14,47 \text{ kN}$$

$$F_{Hd} / (R_{td}) = 0,43 \leq 1$$

Die Tragfähigkeit des Baugrundes ist bei Aushub der Baugrube zu überprüfen.

BEWEHRUNG

Anzahl Bewehrungen	$n = 2 \times 4$	
Durchmesser	$\varnothing 12 \text{ mm}$	Länge $L_{BW} = 5600 \text{ mm}$
	$M_{s,d} = \gamma_Q \cdot M_{x(UKF)Q} + \gamma_G \cdot M_{x(UKF)G} = 123,46 \text{ kNm}$	
Teilsicherheitsbeiwert Betonstahl	$\gamma_s = 1,15$	
Statische Nutzhöhe	$d = 775 \text{ mm}$	
	$f_{y,k(S)} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\zeta = 0,90$
erf. $A_s = \gamma_s \cdot M_{s,d} / (\zeta \cdot d \cdot f_{y,k(S)}) = 407,11 \text{ mm}^2$		
(oder gleichwertige Mattenbewehrung) $\leq$ vorh. $A_s = 452,39 \text{ mm}^2$		

Es wird eine Rückhängebewehrung angeordnet. Gewählt: 2 - schnittig $\varnothing 12$ je Anker ($226,19 \text{ mm}^2$)

$$\text{erf. } A_s = F_{t,Ed} / f_{y,BS,d} = 164,00 \text{ mm}^2 \quad \leq \text{vorh. } A_s = 226,19 \text{ mm}^2$$

Statikelement Rohrmast

Die Nachweise der Tragfähigkeit für die Rohrmaste werden nach DIN EN 40-3-3 geführt. Dieses Verfahren erlaubt eine mechanisch begründete, plastische Bemessung. Als Voraussetzung für die plastische Bemessung wird der Katalog der hinterlegten Rohrmaste so angepasst, dass alle Rohre den Querschnittsklassen QK1 bzw. QK2 zugeordnet werden können. Dies ist gewährleistet, wenn $D/t < 50$ gilt. Die DIN EN 40-3-3 bietet neben den Tragfähigkeitsnachweise für den Vollquerschnitt auch Berechnungsvorschriften für Ausschnitte (Kabelzug- oder Revisionsöffnungen).

Als Werkstoff wird S235 nach EN 10025 eingesetzt.

Der Nachweis für die Anschlußschweißnaht Rohr/Fußplatte kann, bei Einhaltung der Parameter Schweißnahtdicke = Wandstärke-, entsprechend EN 1993-1-8 entfallen. Die Schweißnaht kann, entsprechend den fertigungstechnischen Gegebenheiten, als HV-, Y- oder Kehlnaht ausgeführt werden.

Regelberechnung Rohrmast

Rohrmast 355,6 (DIN EN 10219 / feuerverzinkt)

Werkstoff für alle Halbzeuge	S 235	DIN EN 10025
Streckgrenze	$f_{y,k} = 235$	N/mm ²
Elastizitätsmodul Stahl	$E = 210000$	N/mm ²
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_Q = 1,35$ $\gamma_G = 1,20$ $\gamma_M = 1,05$	PAF 1, DIN EN 12899
Außendurchmesser Rohr	$D = 355,6$	mm
Wanddicke	$T = 5,6$	mm
Innendurchmesser Rohr	$DI = D - 2 * T = 344,4$	mm
Querschnittsfläche	$A = \pi * (D^2 - DI^2) / 4 = 61,58$	* 10 ² mm ²
Mittelgrenzfläche	$A_m = \pi * (D - T)^2 / 4 = 962,11$	* 10 ² mm ²
Trägheitsmoment	$I = \pi * (D^4 - DI^4) / 64 = 9431,12$	* 10 ⁴ mm ⁴
Widerstandsmoment elastisch	$W_{el} = 2 * I / D = 530,43$	* 10 ³ mm ³
Widerstandsmoment plastisch	$W_{pl} = (D^3 - DI^3) / 6 = 686,06$	* 10 ³ mm ³
plastisches Moment	$M_{pl} = f_{y,k} * W_{pl} / \gamma_M = 153,55$	kNm
Längenbezogene Masse	$m = 0,785 * A = 48,34$	kg/m

Ermittlung der Bemessungswerte

Für die Bemessungswerte aus Windbelastung werden, außer der Schildfläche, auch die Windangriffsflächen des Mastes (Bodenfreiheit + OKF) berücksichtigt. Bei aufgelösten Schildern wird eine Lastangriffshöhe aus dem Lastschwerpunkt berechnet. Die Vergrößerung der Schildfläche aus dem Ansatz des Umrandungsprofils kann gleichfalls berücksichtigt werden.

Außerdem wird die Außermittigkeit in Längsrichtung aus dem Schwerpunktsabstand des Schildes und der halben Masttiefe angesetzt.

Ermittlung des plastischen Momentes

Formelsatz nach DIN EN 40-3-3 für **geschlossene regelmäßige Querschnitte**:

Biegebeanspruchbarkeit $M_{pl,d(F)} = f_{yk} * \varphi_1 * Z_p / (\gamma_m)$ $Z_p = W_{pl}$

Torsionsbeanspruchbarkeit $M_{T,pl,d(F)} = f_{yk} * \varphi_2 * \pi * (D/2)^2 * T / (\gamma_m)$

Formelsatz nach DIN EN 40-3-3 für unverstärkte Öffnungen in **regelmäßigen Querschnitten**:

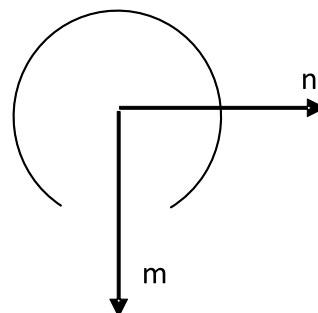
Biegebeanspruchbarkeit

$$M_{pln,d(O)} = f_{yk} * g * \varphi_3 * Z_{pn} / (\gamma_m)$$

$$M_{plm,d(O)} = f_{yk} * g * \varphi_3 * Z_{pm} / (\gamma_m)$$

Torsionsbeanspruchbarkeit

$$M_{T,pl,d(O)} = f_{yk} * g * \varphi_4 * \varphi_5 * (D/2)^3 * T / (\gamma_m * L)$$



Regelberechnung Rohrmast

Rohrmast 355,6 (DIN EN 10219 / feuerverzinkt)

Zuordnung / Nachweis der Verankerung

Dem Rohrmast wird auf Grund der aufnehmbaren Belastung und der Ankerstellung ein Ankerkorb zugeordnet. Der Nachweis für die Zugbelastung, einschließlich des Nachweises der Verankerungslänge wird in der Hauptberechnung geführt. Für die Aufnahme der Querlasten wird eine kraftschlüssige Unterfugung vorausgesetzt. Als Belastung wird eine fiktive Belastung aus Grenzabmessungen berechnet.

min. Lastangriffshöhe $LA = 2200 \text{ mm}$

$$F_{y,d}' = M_{pl} / LA = 69,79 \text{ kN}$$
$$M_{z,d}' = M_{pl} / 3 = 51,18 \text{ kNm}$$

Ankeranzahl und -stellung $NX = 3$
 $NY = 2$
 $AAX = 340 \text{ mm}$
 $AAY = 490 \text{ mm}$

Trägheitsmoment der Ankerstellung $I_x = 2 * NX * (AAY / 2)^2 = 360,1 * 10^3 \text{ mm}^2$
 $I_y = 2 * NY * (AAX / 2)^2 = 115,6 * 10^3 \text{ mm}^2$
 $I_p = I_x + I_y = 475,8 * 10^3 \text{ mm}^2$
 $e = [(AAX / 2)^2 + (AAY / 2)^2]^{0,5} = 298,2 \text{ mm}$

Ankerkorb - gewählt M30 x 750 - 4.6/tZn (Gewindestab / feuerverzinkt DIN 976-1)

Ankerbelastung $F_{t,Ed} = M_{bd} / (NX * AAY)$
 $F_{y,d/0} = F_{y,d} / (2 * NX + 2 * (NY - 2))$
 $F_{x,d/0} = M_{z,d}' * e / I_p$
 $F_{xx,d/0} = F_{x,d/0} * \cos(45^\circ)$
 $F_{xy,d/0} = F_{x,d/0} * \sin(45^\circ)$
 $F_{v,Ed} = ((F_{y,d/0} + F_{xy,d/0})^2 + F_{xx,d/0}^2)^{0,5}$
 $F_{t,Rd} = k_2 * f_{ub} * A_s / \gamma_{m2}$
 $F_{v,Rd} = a_v * f_{ub} * A_s / \gamma_{m2}$
 $\eta = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1,4 * F_{t,Rd})$
 $F_{vB,Rd} = a_m * M_{Rk} / (l * \gamma_{m2})$

Beanspruchbarkeit auf Zug

Beanspruchbarkeit auf Abscheren

Interaktion Zug und Abscheren

Beanspruchbarkeit auf Abscheren mit Hebelarm

$a_m = 1$ für keine Einspannung
(oder) $a_m = 2$ für volle Einspannung

$$M_{rk} = M_{rk0} * (1 - F_{t,Ed} / F_{t,Rd})$$

$$M_{rk0} = 1,2 * W_{el} * f_{ub}$$

$$l = a + e$$

e = Abstand zwischen Querlast und Betonoberfläche

$a = 0,5 * d$ (d ist Nenndurchmesser der Anker)

(oder)

$a = 0$ mit Unterfugung

Betonausbruch

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c0} * A_{c,N} / A_{c,N0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N}$$

nach ETAG 001 - Anhang C

Regelberechnung Rohrmast

Rohrmast 355,6 (DIN EN 10219 / feuerverzinkt)

Nachweis der Fußplatten

Die Fußplatten werden mit Rippen ausgesteift. Es werden nur die max. belasteten Eckanker mit der zugeordneten Einflußbreite nachgewiesen.

Fußplattenabmessung

Breite - BX = 450 mm

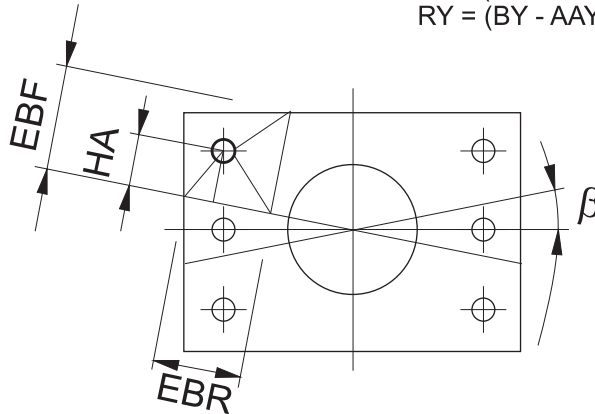
Länge - BY = 600 mm

Dicke - TZ = 30 mm

Randüberstand

$RX = (BX - AAX) / 2 = 55$ mm

$RY = (BY - AAY) / 2 = 55$ mm



Winkel der Aussteifung

$N_d = M_{pl} / (NX * AAY) = 104,45$ kN

$\beta = 19,1^\circ$

Hebelarm der Biegebelastung

$HA = \cos \beta * AAX / 4 = 80$ mm

max. Belastungsmoment

$M_{d(F)} = \min(F_{t,Rd}, N_d) * HA = 8,39$ kNm

Für die Ermittlung der Einflußbreite wird ein Anteil von $0,25 * DU$ (Durchmesser der Unterlegscheibe) berücksichtigt.

Durchmesser der Unterlegscheibe (DIN 125)

$DU = 56$ mm

Hilfsgrößen

$X1 = RY / \cos \beta = 58,2$ mm

$X2 = \tan \beta * HA = 27,9$ mm

$EB1 = X1 - X2 = 30,4$ mm

$EB2 = 0,25 * DU = 14,0$ mm

Einflußbreite

$EBR = EB1 + EB2 + HA = 124,7$ mm

$EBF = EBR = 124,7$ mm

$EB = 2 * EBR = 249,3$ mm

Widerstandsmoment

$W_{pl} = EB * TZ / 4 = 56,097 * 10^3$ mm³

plastisches Moment der Fußplatte

$M_{pl,d(FP)} = f_{y,k} * W_{pl} / \gamma_M = 12,56$ kNm

$M_{d(FP)} / M_{pl,d(FP)} = 0,65 \leq 1,0$

Druckplatte : 90 x 15 mm

$SW_{Mutter} = 46$ mm

$A_{eff} = \pi/4 * (B_{Platte}^2 - d_s^2)$

Biegung der Druckplatte

Sektoren $\alpha = 15,00^\circ$

Abstand Sektor Schwerpunkt -SW $x_{s0} = 12,09$ mm

$A_{Mutter} = \pi/4 * (SW_{Mutter}^2 - d_s^2) = 9,55$ mm²

$M_{sek} = \alpha / 360 * f_d * (A_{eff} - A_{Mutter}) * x_{s0}$

$BD = \pi * SW_{Mutter} * \alpha / 360^\circ$

$W_{pl,sek} = M_{sek} / f_{yd}$

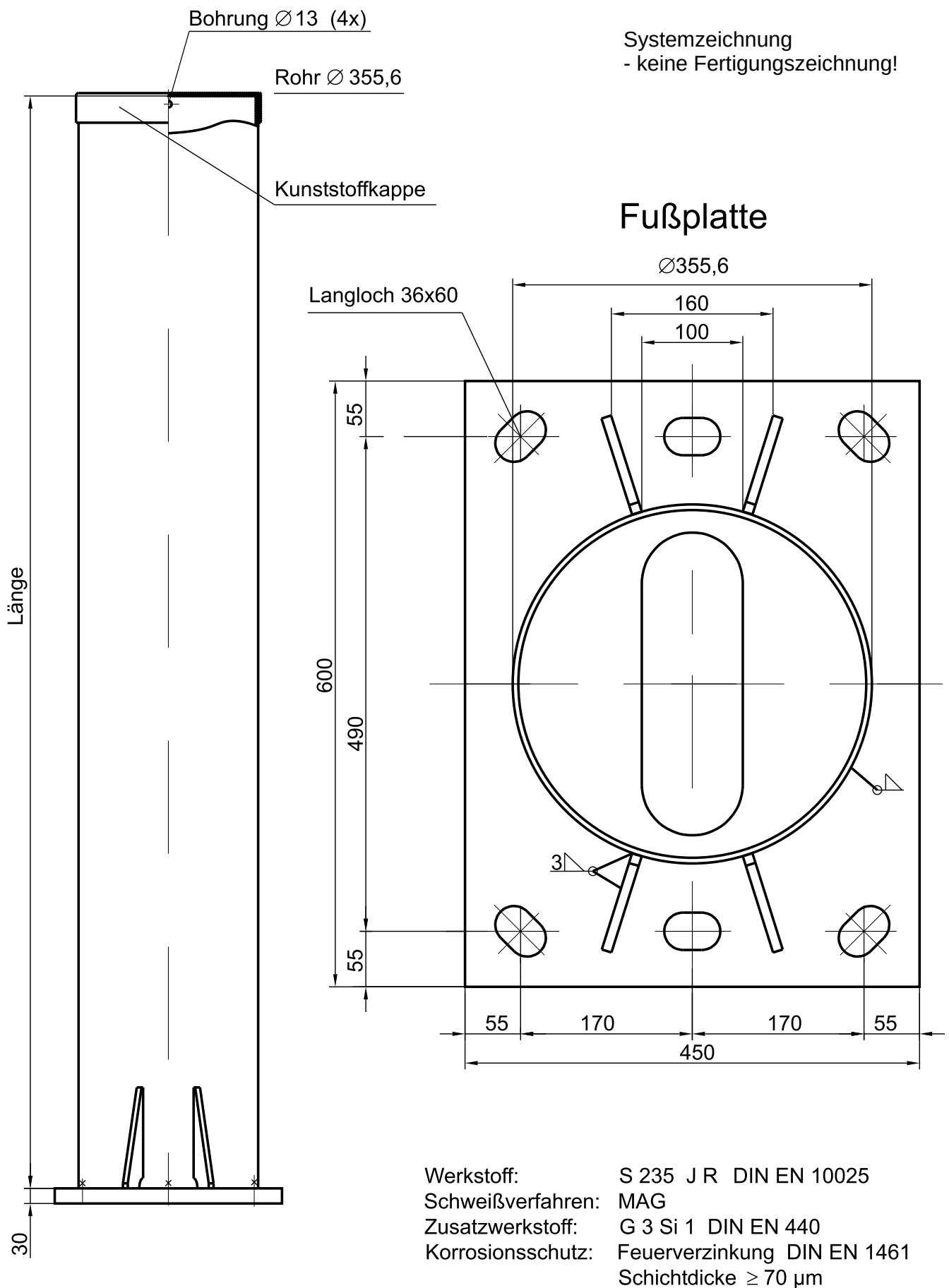
$erf_{TR} = (4 * M_{sek} / (f_{yd} * BD))^{0,5} = 11,03$ mm

Pressung (DIN EN 1992)

Betonfestigkeitsklasse: C30/37

$f_{cd} = 1,7$ kN/cm²

Rohrmast 355,6



Systemzeichnung Fundament

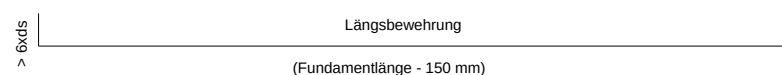
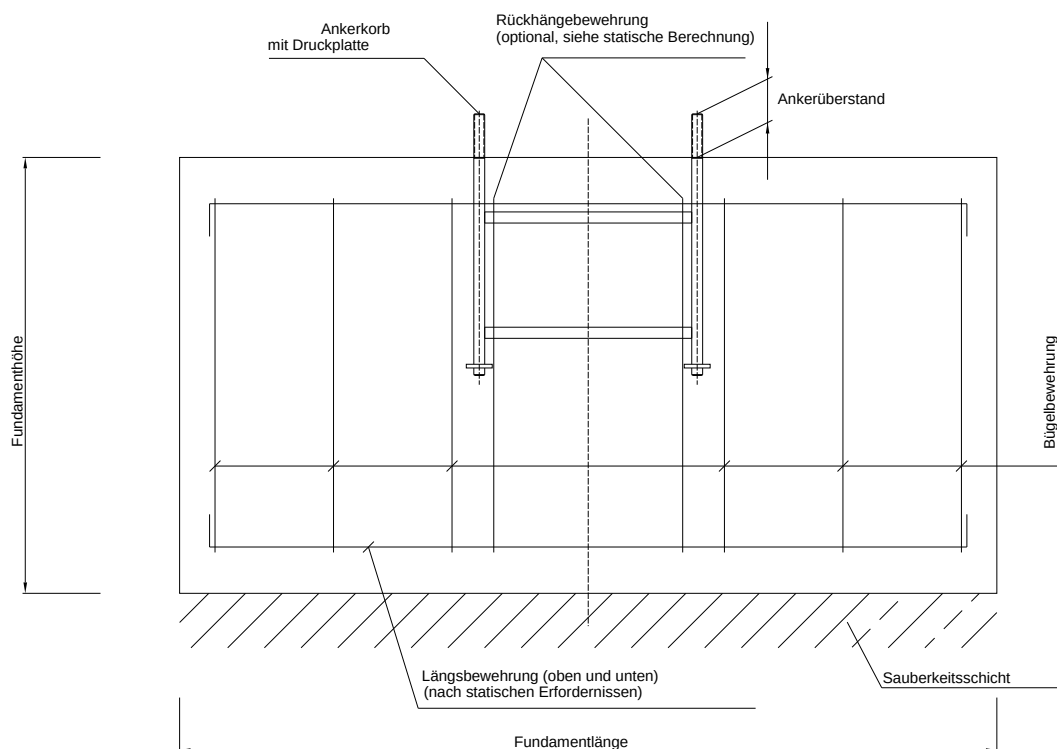
Betonfestigkeitsklasse: siehe Standortblatt

Expositionsklasse: nach Vorgabe des AG

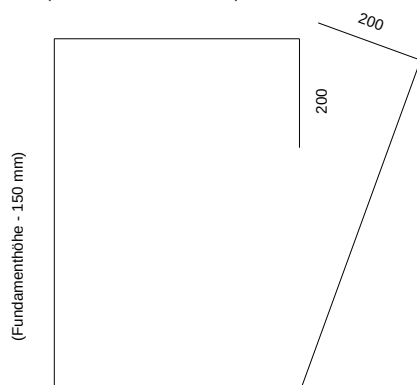
Sauberkeitsschicht: C 12 / 15

Betondeckung: 55 mm

Fundamentaufsatz als Option!



(Fundamentbreite - 110 mm)



Bügelbewehrung $\varnothing 10$
(Anzahl s. Standortblatt)

Ankerüberstände
(Empfehlung)

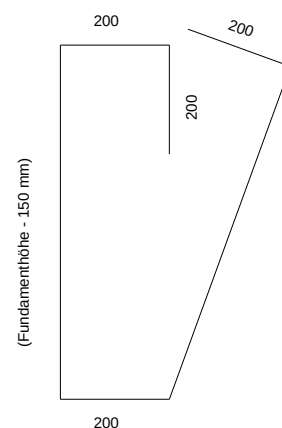
M 16 - 80 mm

M 20 - 100 mm

M 24 - 120 mm

M 30 - 150 mm

Alle Angaben und Maße in mm!



Rückhängebewehrung -
Abmessung s. Statik