

**S t a t i s c h e
B e r e c h n u n g**

Bauwerk :

Gittermast Typ VERSATOWER BP 60 SX

Vertrieb

**Kurt Fritzel KG
Antennen für den Kurzwellenfunk
Sonnenwendenstr. 41**

67098 Bad Dürkheim



Betrieb :

**Siemensstr. 2
67141 Neuhofen/Pfalz**

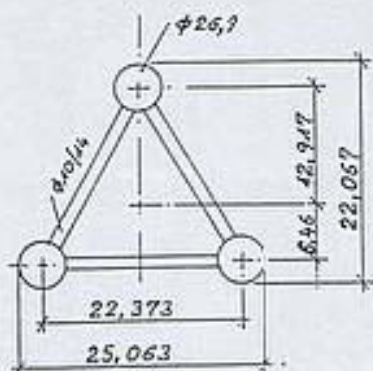
*Veldhuyzen
Westlandstraat 9. Sittard
04.01186*

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

1.	Allgemeines.....	1
1.10	Technische Beschreibung.....	1
1.20	Berechnungsgrundlagen, Literatur.....	2
1.30	Material.....	2
1.40	Belastungsannahmen.....	3
1.41	Windlast.....	3
1.42	Vereisung.....	3
1.43	Eigengewicht des Mastes.....	4
1.44	Eigengewicht und Windlast der Antennen.....	4
1.45	Berücksichtigung von Schwingungswirkung (DIN 4131 Abs.A2).....	4
2.00	Obersicht.....	5
3.00	Windangriffsflächen, Kraftbeiwerte Cf. Querschnitte.....	6
3.10	Oberer Schuß (Typ 10 M/20).....	6
3.11	Unvereist.....	6
3.111	Vorgesehene Profile, Profillängen.....	6
3.112	Kraftbeiwerte Cf, Berechnung der Windkräfte.....	7
3.12	Vereist.....	8
3.121	Profilstärken.....	8
3.122	Kraftbeiwerte Cf, Berechnung der Windkräfte.....	9
3.20	Mittlerer Schuß (Typ 13 M/20).....	10
3.21	Unvereist.....	10
3.211	Vorgesehene Profile, Profillängen).....	10
3.212	Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.112.....	11
3.22	Vereist.....	11
3.221	Profilstärke im vereisten Zustand.....	11
3.222	Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.122.....	12
3.30	Unterer Schuß (Typ 16 M/20).....	13
3.31	Unvereist.....	13
3.311	Vorgesehene Profile, Profillängen).....	13
3.312	Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.12.....	14
3.32	Vereist.....	14
3.321	Profilstärke im vereisten Zustand.....	14
3.322	Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.122.....	15
3.40	Kopfstück H2.....	16
3.41	Unvereist.....	16
3.411	Vorgesehene Profile.....	16
3.412	Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.112.....	16
3.42	Vereist.....	17
3.421	Profilstärke im vereisten Zustand.....	17
3.422	Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.122.....	18
4.00	Belastungswerte.....	19
4.10	Ständige Last des Mastes.....	19
4.20	Nutzlast an der Mastspitze.....	19
4.30	Windlast (auf Mast und Kopfstück).....	19
4.31	Mast unvereist.....	19
4.32	Mast vereist.....	19
4.40	Berücksichtigung von Schwingungswirkung(DIN 4131 A2).....	20

Querschnitt



$$A_{ges.} = 2.6 \cdot 28 \cdot 0.0259 + 15 \cdot 0.19683 \cdot 0.01 + 2 \cdot 0.19683 \cdot 0.038 + 12 \cdot 0.395 \cdot 0.01 + 4 \cdot 0.395 \cdot 0.014 = 0.45187 \text{ m}^2$$

$$A_1 = A_{ges.} / 6.28 \text{ m} = 0.07195 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_2 = 0.07195 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_3 = 0.25063 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = A_1 / A_3 = 0.2871$$

3.112 Kraftbeiwerte C_f , Berechnung der Windkräfte

Die Berechnung erfolgt nach DIN 4131

Genäß DIN 4131, Zone II ist einzusetzen:

$$Q(z) = Q_0 + 3 \cdot z = 1050 \text{ N/m}^2 + 3 \cdot 13.84 \text{ m} = 1092 \text{ N/m}^2$$

$$v = \sqrt{1.6 \cdot Q} = \sqrt{1.6 \cdot 1092} = 41.8 \text{ m/s}$$

$$R_e = \frac{41.8 \cdot 0.0269}{1.5 \cdot 10^{-5}} = 74754$$

$$\phi = 0.2871 = 0.3$$

C_f parallel zu einer Wand = 1,3
 C_f vertikal zu einer Wand = 1,46
 (Bild A.7a,b)

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,328 \text{ m}} = 55$$

$$\phi = 0,2871 = 0,3$$

$$\psi = 0,97$$

 (Bild A.2)

Für die Ermittlung der Windkräfte wird die Windrichtung vertikal zu einer Wand zugrunde gelegt. (Beanspruchung der Gurte und Ausfachung).

$$C_{r1} = \psi \cdot C_{r0} = 0,97 \cdot 1,4 = 1,42$$

$$a - Q(Z) = 1092 \text{ N/m}^2$$

$$b - A_s = 0,07195 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_s = C_{r1} \cdot Q(Z) \cdot A_s = 1,42 \cdot 1092 \cdot 0,07195 = 111 \text{ N/m}$$

3.12 Vereist

Der Gesamte Schuß liegt oberhalb 10 m. Es ist daher mit einer allseitigen Vereisung von 2,5 cm zu rechnen, somit ergibt sich für :

3.121 Profilstärken

Gurte	(Rohr) 76,9 mm
Diagonale	(voll) 60 mm
Pfosten	(voll) 60 mm

Bei einer allseitigen Vereisung verringern sich die "effektiven" Längen der Füllstäbe. Es ist anzusetzen :

Pfosten	$s_{pe} = 14,68 \text{ cm}$
Diagonalen	$s_{se} = 29,2 \text{ cm}$

$$A_{ses} = 2,6 \cdot 28 \cdot 0,0769 + 15,0 \cdot 1468 \cdot 0,06 + 2,0 \cdot 1468 \cdot 0,088 + 16,0 \cdot 06 \cdot 0,292 = 1,404 \text{ m}^2$$

$$A_s = A_{ses} / 6,28 \text{ m} = 0,229 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_{s0} = 0,3006 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = A_s / A_{s0} = 0,744$$

3.122 Kraftbeiwerte C_f , Berechnung der Windkräfte

Die Berechnung erfolgt nach DIN 4131
Gemäß DIN 4131 darf bei vereistem Tragwerk mit

$$Q = 0,75 \cdot Q(z) \text{ gerechnet werden}$$

$$Q = 0,75 \cdot 1092 \text{ N/m}^2 = 819 \text{ N/m}^2$$

$$v = \sqrt{1,6 \cdot Q} = \sqrt{1,6 \cdot 819} = 36,2 \text{ m/s}$$

mit $d_c = 76,9 \text{ mm}$ wird

$$R_s = \frac{36,2 \cdot 0,0769}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 185582$$

$$\phi = 0,744$$

C_{fe} parallel zu einer Wand = 1,12
 C_{fv} vertikal zu einer Wand = 1,45
(Bild A.7a,b)

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,378 \text{ m}} = 48$$

$$\phi = 0,744$$

$\psi = 0,95$
(Bild A.2)

Für die Ermittlung der Windkräfte wird die Windrichtung vertikal zu einer Wand zugrunde gelegt. (Beanspruchung der Gurte und Ausfachung).

$$C_{fi} = \psi \cdot C_{fv} = 0,95 \cdot 1,45 = 1,38$$

$$a - Q = 819 \text{ N/m}^2$$

$$b - A_i = 0,229 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_i = C_{fi} \cdot Q \cdot A_i = 1,38 \cdot 819 \cdot 0,229 = 257 \text{ N/m}$$

d.h. : Bei Vereisung wächst der Windanfall auf den $257/111 = 2,32$ - fachen Wert.

3.20 Mittlerer Schuß (Typ 13 M/20)

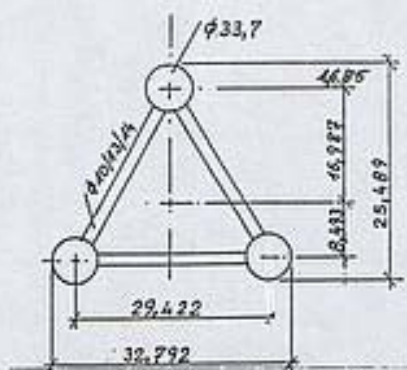
3.21 Unvereist

3.211 Vorgesehene Profile, Profillängen)

Gurte	ϕ 33,7 mm (1 Stück)
Diagonalen	ϕ 10 mm
	ϕ 14 mm (5 Stück)
Pfosten	ϕ 13 mm
	\square 38x10 (3 Stück)

Gesamtlänge des Schusses	L = 6,32 m
in System	L _s = 6,18 m
Anzahl der Felder	n = 15
Einzelfeldlänge	l _e = 0,412 m
Diagonallänge im System	S _s = 50,63 cm
Diagonallänge eff.	S ₀ = 45,0 cm
Pfostenlänge im System	S _p = 0,29422 m
Pfostenlänge eff.	S ₀ = 0,26052 m

Querschnitt



$$\lambda_{ges.} = 2 \cdot 6,32 \cdot 0,0137 + 13 \cdot 0,26052 \cdot 0,013 + 3 \cdot 0,26052 \cdot 0,038 + 10 \cdot 0,45 \cdot 0,010 + 5 \cdot 0,45 \cdot 0,014 = 0,5762 \text{ m}^2$$

$$\lambda_s = \lambda_{ges.} / 6,32 \text{ m} = 0,09117 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_s = 0,09117 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_s = 0,32792 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = \lambda_s / \lambda_s = 0,27802$$

3.212 Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte
Ermittlung analog 3.112

$$Q(Z) = 1050 \text{ N/m}^2 + 3.8,26 \text{ m} = 1075 \text{ N/m}^2$$

$$v = 41,47 \text{ m/s}$$

$$41,47 \cdot 0,0337$$

$$Re = \frac{41,47 \cdot 0,0337}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 93176$$

$$\phi = 0,278 \approx 0,3$$

C_{fe} parallel zu einer Wand = 1,3

C_{fe} vertikal zu einer Wand = 1,46
(Bild A.7a,b)

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,3279 \text{ m}} = 55$$

$$\phi = 0,278 \approx 0,3$$

$\psi = 0,97$
(Bild A.2)

$$C_{fi} = \psi \cdot C_{fe} = 0,97 \cdot 1,47 = 1,42$$

$$a - Q(Z) = 1075 \text{ N/m}^2$$

$$b - A_s = 0,09117 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_1 = C_{fi} \cdot Q(Z) \cdot A_s = 1,42 \cdot 1075 \cdot 0,09117 = 139 \text{ N/m}$$

3.22 Vereist

Der mittlere Schuß liegt zw. + 6,52 m und 11,4 m. Es wird eine Vereisungsstärke von 2,0 cm angesetzt.

3.221 Profilstärke im vereisten Zustand

$$\text{Gurte} \quad 4,00 + 3,37 = 7,37 \text{ cm}$$

$$\text{Diagonalen} \quad 4,00 + 1,00 = 5,00$$

$$\text{Pfosten} \quad 4,00 + 1,3 = 5,30$$

$$4,00 + 3,8 = 7,8$$

Bei Vereisung reduziert sich die eff. Längen sowohl der Pfosten als auch der Diagonalen. Es ist

$$\text{Pfosten} \quad s_{pe} = 22,052 \text{ cm}$$

$$\text{Diagonalstäbe} \quad s_{de} = 37,95 \text{ cm}$$

Windangriffsfläche einer vereisten Ebene ($l = 6,32 \text{ m}$)

$$A_{ges.} = 6,32 \cdot 2 \cdot 0,0737 + 13 \cdot 0,22052 \cdot 0,053 + 3 \cdot 0,22052 \cdot 0,078 + 15 \cdot 0,3795 \cdot 0,05 = 1,42 \text{ m}^2$$

$$A_s = A_{ges.} / 6,32 \text{ m} = 0,225 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = 0,38792 \cdot 0,6^2$$

3.222 Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte Ermittlung analog 3.122

Die Berechnung erfolgt nach DIN 4131
Gemäß DIN 4131 darf bei vereistem Tragwerk mit

$$Q = 0,75 \cdot Q(z) \text{ gerechnet werden}$$

$$Q = 0,75 \cdot 1075 \text{ N/m}^2 = 806 \text{ N/m}^2$$

$$v = \sqrt{1,6 \cdot Q} = \sqrt{1,6 \cdot 806} = 36 \text{ m/s}$$

mit $d_s = 73,7 \text{ mm} = 0,0737 \text{ m}$ wird

$$Re = \frac{36 \cdot 0,0737}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 177420$$

$$\phi = 0,6$$

C_{re} parallel zu einer Wand = 1,15
 C_{re} vertikal zu einer Wand = 1,45
(Bild A.7a,b)

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,328 \text{ m}} = 55$$

$$\phi = 0,6$$

$\psi = 0,97$
(Bild A.2)

$$C_{r1} = \psi \cdot C_{re} = 0,97 \cdot 1,45 = 1,42$$

$$a - Q(z) = 806 \text{ N/m}^2$$

$$b - A_s = 0,225 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_1 = C_{r1} \cdot Q \cdot A_s = 1,42 \cdot 806 \cdot 0,225 = 258 \text{ N/m}$$

Der Windlastanfall bei Vereisung erhöht sich also auf den
 $258/139 = 1,85$ - fachen Werten gegenüber unvereist

3.30 Unterer Schuß (Typ 16 M/20)

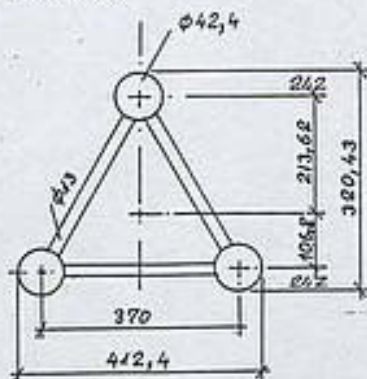
3.31 Unvereist

3.311 Vorgesehene Profile, Profillängen)

Gurte	∅ 42,4 mm
Diagonalen	∅ 13 mm
Pfosten	∅ 13 mm
	▧ 38x10 (3 Stück)

Gesamtlänge des Schusses	L = 6,32 m
in System	L _s = 6,18 m
Anzahl der Felder	n = 15
Einzelfeldlänge	l _f = 0,412 m
Diagonallänge in System	s ₀ = 55,37 cm
Diagonallänge eff.	s _{0e} = 49,03 cm
Pfostenlänge in System	s _p = 37 cm
Pfostenlänge eff.	s _{pe} = 32,76 cm

Querschnitt



$$\lambda_{ges.} = 2,6,32 \cdot 0,0424 + 13 \cdot 0,327 \cdot 0,013 + 3 \cdot 0,3276 \cdot 0,038 + 13 \cdot 0,4903 \cdot 0,013 = 0,724 \text{ m}^2$$

$$\lambda_s = \lambda_{ges.} / 6,32 \text{ m} = 0,1146 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_0 = 0,4134 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = \lambda_s / \lambda_0 = 0,278$$

3.312 Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte
Ermittlung analog 3.12

$$Q(Z) = 1050 \text{ N/m}^2 + 3,6,52 \text{ m} = 1070 \text{ N/m}^2$$

$$v = 41,4 \text{ m/s}$$

$$R_s = \frac{41,4 \cdot 0,0424}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 117024$$

$$\phi = 0,2974 = 0,3$$

Cr. parallel zu einer Wand = 1,3
Cr. vertikal zu einer Wand = 1,47
(Bild A.7a,b)

$$1 = \frac{a}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,328 \text{ m}} = 55$$

$$\phi = 0,2974 = 0,3$$

$\psi = 0,97$
(Bild A.2)

$$C_{r1} = \psi C_{r0} = 0,97 \cdot 1,47 = 1,42$$

$$a - Q(Z) = 1070 \text{ N/m}^2$$

$$b - A_s = 0,1227 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_i = C_{r1} \cdot Q \cdot A_s = 1,42 \cdot 1070 \cdot 0,1146 = 174 \text{ N/m}$$

3.32 Vereist

$$\text{Vereisungsstärke} = 2,0 \text{ cm}$$

3.321 Profilstärke im vereisten Zustand

Gurte	4,00 + 4,24	= 8,24 cm
Diagonalen	4,00 + 1,30	= 5,30
Pfosten	4,00 + 1,3	= 5,30
	4,00 + 3,8	= 7,8

$$\text{Ideelle Pfostenlänge: } s_{pe} = 28,76 \text{ cm}$$

$$\text{Ideelle Diagonallänge: } s_{de} = 43 \text{ cm}$$

Windangriffsfläche einer vereisten Ebene ($l = 6,32 \text{ m}$)

$$A_{s, \text{ver.}} = 6,32 \cdot 2,0 \cdot 0,0824 + 13,0 \cdot 28,76 \cdot 0,053 + 3,0 \cdot 28,76 \cdot 0,078 + 15,0 \cdot 43 \cdot 0,053 = 1,65 \text{ m}^2$$

$$\lambda_2 = \lambda_{2, \text{alt}} / 6,32 \text{ m} = 0,261 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_0 = 0,4524 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = \lambda_2 / \lambda_0 = 0,577$$

3.322 Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte
Ermittlung analog 3.122

Die Berechnung erfolgt nach DIN 4131

Gemäß DIN 4131 darf bei vereistem Tragwerk mit

$$Q = 0,75 \cdot Q(z) \text{ gerechnet werden}$$

$$Q = 0,75 \cdot 1070 \text{ N/m}^2 = 803 \text{ N/m}^2$$

$$v = \sqrt{1,6 \cdot Q} = \sqrt{1,6 \cdot 803} = 35,9 \text{ m/s}$$

mit $d_c = 82,4 \text{ mm} = 0,0824 \text{ m}$ wird

$$R_e = \frac{35,9 \cdot 0,0824}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 197211$$

$$\phi = 0,577$$

C_r parallel zu einer Wand = 1,25
 C_r vertikal zu einer Wand = 1,45
(Bild A.7a,b)

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,328 \text{ m}} = 55$$

$$\phi = 0,577$$

$\psi = 0,97$
(Bild A.2)

$$C_{r1} = \psi \cdot C_r = 0,97 \cdot 1,45 = 1,42$$

$$a - Q = 803 \text{ N/m}^2$$

$$b - \lambda_1 = 0,261 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_1 = C_{r1} \cdot Q \cdot \lambda_1 = 1,42 \cdot 803 \cdot 0,261 = 298 \text{ N/m}$$

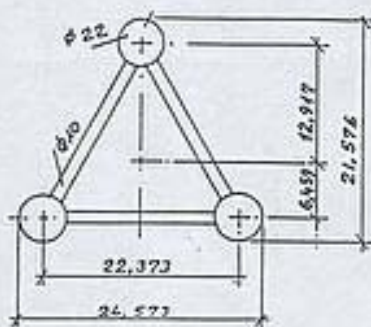
3.40 Kopfstück H2

3.41 Unvereist

3.411 Vorgesehene Profile

Gurte	φ 22	mm
Pfosten	φ 10	mm
Höhe des Kopfstückes	= 1 m	

Querschnitt, Völligkeitsgrad



$$\lambda_{ges.} = 2 \cdot 1,00 \cdot 0,022 + 3 \cdot 0,20173 \cdot 0,01 = 0,05005 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_s = \lambda_{ges.} = 0,05005 \text{ m}^2/\text{m} = 0,05005 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_u = 0,24573 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = \lambda_s / \lambda_u = 0,20369$$

3.412 Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte
Ermittlung analog 3.112

$$Q(z) = 1050 \text{ N/m}^2 + 3 \cdot z = 1050 \text{ N/m}^2 + 3 \cdot 17\text{m} = 1101 \text{ N/m}^2$$

$$v = \sqrt{1,6 \cdot Q} = \sqrt{1,6 \cdot 1101} = 42 \text{ m/s}$$

5.00	Schnitt und Lagerkräfte.....	21
5.10	Ständige Last.....	21
5.20	Nutzlast (Antenne + Rotor etc.).....	21
5.30	Gewicht der Vereisung.....	21
5.31	Schuß 10M/20.....	21
5.32	Schuß 13M/20.....	21
5.33	Schuß 16M/20.....	22
5.34	Kopfstück H2.....	22
5.40	Windlast.....	23
5.41	Wind auf die Antenne.....	23
5.50	Querkräfte und Momente für unvereistes Tragwerk.....	24
5.51	Schuß 10M/20.....	25
5.52	Schuß 13M/20.....	25
5.53	Schuß 16M/20.....	26
5.54	Querkräfte und Momente für vereistes Tragwerk.....	27
5.541	Schuß 10M/20.....	27
5.542	Schuß 13M/20.....	27
5.543	Schuß 16M/20.....	28
5.60	Spannungs- und Stabilitätsnachweise.....	29
5.61	Kopfstück (Typ H2).....	29
5.62	Gurte.....	29
5.621	Unvereist.....	29
5.721	Vereist.....	30
5.80	Pfosten.....	30
6.10	Mastschuß "2" (Typ 10M/20).....	31
6.11	Gurte.....	31
6.111	Unvereist.....	31
6.112	Vereist.....	32
6.12	Pfosten.....	32
6.13	Diagonalstäbe.....	33
6.131	Bereich 0 : 1.....	33
6.132	Bereich 1 : 2 (Eispannbereich).....	34
6.20	Mastschuß 13M/20.....	35
6.21	Gurte.....	35
6.211	Unvereist.....	35
6.212	Vereist.....	36
6.22	Pfosten.....	36
6.221	Oberer Randpfosten.....	36
6.222	Pfosten zwischen 1 und 3.....	37
6.223	Pfosten in (3) u (4).....	38
6.23	Diagonalstäbe.....	38
6.231	Bereich 1 : 2 und 3 : 4 (Eispannbereich).....	38
6.232	Diagonalstäbe zw. den Eispannbereichen.....	39
6.30	Mastschuß 16M/20.....	40
6.31	Gurte.....	41
6.311	Unvereist.....	41
6.312	Vereist.....	41
6.32	Pfosten.....	42
6.321	Oberer Randpfosten (Pkt 3).....	42
6.322	Pfosten in 5 und 6.....	43
6.323	Pfosten zwischen 3 : 4, 4 : 5 und 5 : 6.....	44
6.33	Diagonalstäbe.....	44
6.331	Diagonalen zwischen 4 : 5.....	45
6.332	Diagonalstäbe in den Eispannbereichen.....	45
7.00	Gesamtstabilität.....	46

$$R_s = \frac{42.0,0220}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 61600$$

$$\phi = 0,20369$$

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,327 \text{ m}} = 55$$

$$\phi = 0,220368$$

C_{r_0} parallel zu
einer Wand = 1,32
 C_{r_0} vertikal zu
einer Wand = 1,45

(Bild A.7a,b)

$\psi = 0,95$
(Bild A.2)

$$C_{r1} = \psi \cdot C_{r_0} = 0,95 \cdot 1,45 = 1,38$$

$$a - Q(Z) = 1101 \text{ N/m}^2$$

$$b - \lambda_s = 0,05005 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_i = C_{r1} \cdot Q(Z) \cdot \lambda_s = 1,38 \cdot 1101 \cdot 0,05005 = 76 \text{ N/m}$$

3.42 Vereist

$$\text{Vereisungsstärke} = 2,5 \text{ cm}$$

3.421 Profilstärke im vereisten Zustand

$$\text{Gurte} \quad 5,00 + 2,2 \quad = 7,2 \text{ cm}$$

$$\text{Pfosten} \quad 5,00 + 1,0 \quad = 6,0$$

$$\text{Höhe des Kopfstückes} \quad = 1 \text{ m}$$

$$\lambda_{ges.} = 2,1 \cdot 0,072 + 3,0,15173 \cdot 0,06 = 0,172 \text{ m}^2$$

$$\lambda_s = \lambda_{ges.} / 1 \text{ m} = 0,172 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\lambda_u = 0,29573 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\phi = \lambda_s / \lambda_u = 0,58$$

3.422 Kraftbeiwerte, Berechnung der Windkräfte
Ermittlung auslag 3.122

Die Berechnung erfolgt nach DIN 4131
Gemäß DIN 4131 darf bei vereistem Tragwerk mit

$$Q = 0,75 \cdot Q(z) \text{ gerechnet werden}$$

$$Q = 0,75 \cdot 1101 \text{ N/m}^2 = 826 \text{ N/m}^2$$

$$v = \sqrt{1,6 \cdot Q} = \sqrt{1,6 \cdot 826} = 36,35 \text{ m/s}$$

mit $d_s = 72 \text{ mm} = 0,072 \text{ m}$ wird

$$Re = \frac{36,35 \cdot 0,072}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 174480$$

$$\phi = 0,5928$$

C_{re} parallel zu einer Wand = 1,25
 C_{re} vertikal zu einer Wand = 1,45
(Bild A.7a,b)

$$l = \frac{h}{b} = \frac{18,13 \text{ m}}{0,320 \text{ m}} = 56$$

$$\phi = 0,5928$$

$\psi = 0,95$
(Bild A.2)

$$C_{r1} = \psi \cdot C_{re} = 0,95 \cdot 1,45 = 1,38$$

$$a - Q = 826 \text{ N/m}^2$$

$$b - A_s = 0,172 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$c - W_1 = C_{r1} \cdot Q \cdot A_s = 1,38 \cdot 826 \cdot 0,172 = 196 \text{ N/m}$$

somit liegt bei Vereisung eine Steigerung der Windlast um das 2,58 - fache vor.

4.00 Belastungswerte

4.10 Ständige Last des Mastes

$$G = 3000 \text{ N}$$

bei ungünstiger Annahme (lineare Verteilung über

$$l = 2,6,32 + 6,28 = 18,92 \text{ m}$$

$$g = 3000 \text{ N}/18,92 \text{ m} = 158,6 \text{ N/m}$$

$$\text{Rechenwert : } g = 150 \text{ N/m}$$

4.20 Nutzlast an der Mastspitze

In die Berechnung ist nach Angabe des Antennenherstellers einzurechnen :

$$\text{vertikal : } N = 900 \text{ N}$$

$$\text{horizontal: } H = 800 \text{ N}$$

4.30 Windlast (auf Mast und Kopfstück)

4.31 Mast unvereist

Kopfstück (H2)	:	76 x 1	=	76 N
Schuß (10M/20)	:	111 x 6,28	=	697 N
Schuß (13M/20)	:	139 x 6,32	=	878 N
Schuß (16M/20)	:	174 x 6,32	=	1100 N

$$\text{Insgesamt} \qquad \qquad \qquad H = 2695 \text{ N}$$

4.32 Mast vereist

Kopfstück (H2)	:	196 x 1	=	196 N
Schuß (10M/20)	:	257 x 6,28	=	1614 N
Schuß (13M/20)	:	258 x 6,32	=	1631 N
Schuß (16M/20)	:	298 x 6,32	=	1883 N

$$\text{Insgesamt} \qquad \qquad \qquad H = 5324 \text{ N}$$

4.40 Berücksichtigung von Schwingungswirkung (DIN 4131 A2)

Gemäß Punkt 1.45 wurde eine Eigenschwingzeit von $T=1,1$ s gemessen (Siehe Pkt 1.45).

$$e_{rs} \cdot W_i = \varphi_s \cdot C_{rs} \cdot Q \cdot \lambda_i = \varphi_s \cdot W_i$$

$$\varphi_s = \text{Böenreaktionsfaktor}$$

$$\varphi_s = \varphi_{s0} \cdot \eta$$

$$\eta = \text{Größenfaktor} = 1 \text{ für } h \leq 15 \text{ m}$$

$$\varphi_{s0} = \text{Grundwert des Böenreaktionsfaktors}$$

$$\varphi_{s0} = 1 + (0,042 \cdot T - 0,0019 \cdot T^2) \cdot \delta_s^{-0,63}$$

$\delta_s = 0,1$ (Rechenwert des logarithmischen Dämpfungsdekrementes bei Böenbelastung)

$$\varphi_{s0} = 1 + (0,042 \cdot 1,1 - 0,0019 \cdot 1,1^2) \cdot 0,1^{-0,63} = 1,2$$

$$\varphi_s = 1,2 \cdot 1 = 1,2$$

Mit diesem Faktor sind die unter Pkt 4.30 angegebenen Windlastanteile zu multiplizieren.

Unvereist

Kopfstück (H2) :	1,2 · 76 N/m	=	91,2 N/m
Schuß (10M/20) :	1,2 · 111 N/m	=	133 N/m
Schuß (13M/20) :	1,2 · 139 N/m	=	167 N/m
Schuß (16M/20) :	1,2 · 174 N/m	=	209 N/m

Vereist

Kopfstück (H2) :	1,2 · 196 N/m	=	235,2 N/m
Schuß (10M/20) :	1,2 · 257 N/m	=	308,4 N/m
Schuß (13M/20) :	1,2 · 258 N/m	=	310 N/m
Schuß (16M/20) :	1,2 · 298 N/m	=	358 N/m

5.00 Schnitt und Lagerkräfte

5.10 Ständige Last

Gemäß Pkt. 4.10 $g = 160 \text{ N/m}$

Das Gewicht des Kopfstücks beträgt 200 N

Somit lauten die Normalkräfte infolge Eigengewicht :

am Kopf des Schusses 10M/20	N = 200 N
am Fuß des Schusses 10M/20	N = 1205 N
am Kopf des Schusses 13M/20	N = 1205 N
am Fuß des Schusses 13M/20	N = 2216 N
am Kopf des Schusses 16M/20	N = 2216 N
am Fuß des Schusses 16M/20	N = 3227 N

5.20 Nutzlast (Antenne + Rotor etc.)

Für alle Stellen $N = 900 \text{ N}$

5.30 Gewicht der Vereisung

5.31 Schuß 10M/20

$$G_x = \pi/4 \cdot [(0,0769^2 - 0,0269^2) \cdot 6,28,3 + (0,06^2 - 0,01^2) \cdot 0,14683,45 + (0,088 \cdot 0,06 - 0,038 \cdot 0,01) \cdot 6 \cdot 0,1468 + (0,06^2 - 0,01^2) \cdot 0,292,36 + (0,06^2 - 0,01^2) \cdot 0,292,8,3] \cdot 7000 = 1032 \text{ N}$$

$$g_x = G_x / 6,28 \text{ m} = 164 \text{ N/m}$$

5.32 Schuß 13M/20

$$G_x = \pi/4 \cdot [(0,0737^2 - 0,0337^2) \cdot 6,32,3 + (0,053^2 - 0,013^2) \cdot 0,22052,39 + (0,078 \cdot 0,05 - 0,038 \cdot 0,01) \cdot 9 \cdot 0,22052 + (0,05^2 - 0,01^2) \cdot 0,3795,69] \cdot 7000 = 967 \text{ N}$$

$$g_x = G_x / 6,32 \text{ m} = 153 \text{ N/m}$$

5.33 Schuß 16M/20

$$G_t = \pi/4 \cdot [(0,0824^2 - 0,0424^2) \cdot 6,32 \cdot 3 + (0,053^2 - 0,013^2) \cdot 0,2876 \cdot 39 + (0,078 \cdot 0,05 - 0,038 \cdot 0,01) \cdot 9 \cdot 0,2876 + (0,05^2 - 0,013^2) \cdot 0,43 \cdot 69] \cdot 7000 = 1138 \text{ N}$$

$$g_t = G_t / 6,32 \text{ m} = 180 \text{ N/m}$$

5.34 Kopfstück H2

Es gilt der unter 5.31 ermittelte Wert :

$$g_t = 166 \text{ N/m}$$

Es ist somit bei :

am Kopf des Schusses 10M/20	N = 166 N
am Fuß des Schusses 10M/20	N = 1210 N
am Kopf des Schusses 13M/20	N = 1210 N
am Fuß des Schusses 13M/20	N = 2260 N
am Kopf des Schusses 16M/20	N = 2260 N
am Fuß des Schusses 16M/20	N = 3310 N

Insgesamt aus Mast 3310 N

Vereisung der Fundamentstütze (Eisansatz 2,0 cm) :

$$G_t = 1,65 \cdot (0,19^2 - 0,15^2) \cdot 7000 = 157 \text{ N}$$

Somit in Fundamenthöhe :

$$G_{\dots} = 3310 \text{ N} + 157 \text{ N} = 3467 \text{ N}$$

$$\text{Rechenwert } G_{\dots} = 3500 \text{ N}$$

5.40 Windlast

Die Böenwirkung des Windes wird eingerechnet :

Unvereist

Kopfstück (H2) :	1,2 · 76 N/m	=	91,2 N/m
Schuß (10M/20) :	1,2 · 111 N/m	=	133 N/m
Schuß (13M/20) :	1,2 · 139 N/m	=	167 N/m
Schuß (16M/20) :	1,2 · 174 N/m	=	209 N/m

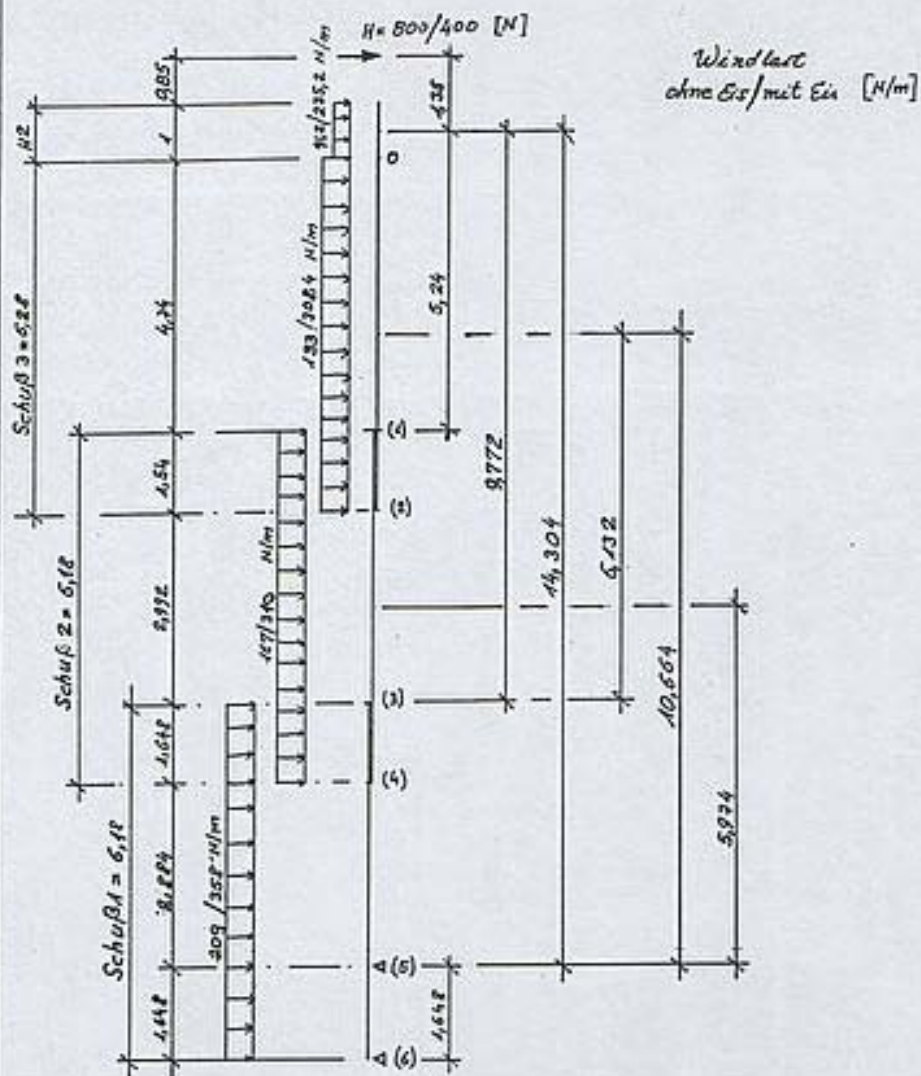
Vereist

Kopfstück (H2) :	1,2 · 196 N/m	=	235,2 N/m
Schuß (10M/20) :	1,2 · 257 N/m	=	308,4 N/m
Schuß (13M/20) :	1,2 · 258 N/m	=	310 N/m
Schuß (16M/20) :	1,2 · 298 N/m	=	358 N/m

5.41 Wind auf die Antenne

Es wird zugelassen :

Turn ohne Vereisungsgefahr	: 800 N	auf	18,2 m
Turn mit Vereisungsgefahr	: 400 N	auf	18,2 m



5.51 Schuß 10M/20

$$M_0 = 800 \cdot 1,85 + 3,5 \cdot 91,2 \cdot 1^2 = 1525,6 \text{ Nm}$$

$$Q_0 = 800 + 91,2 \cdot 1 = 891,2 \text{ N}$$

$$M_1 = M_0 + Q_0 \cdot 4,74 + 0,5 \cdot 133 \cdot 4,74^2 = 7244 \text{ Nm}$$

$$Q_1 = Q_0 + 133 \cdot 4,74 = 891,2 + 630 = 1522 \text{ N}$$

$$A_1 = \frac{M_0 + Q_0 \cdot 6,38 + 0,5 \cdot 133 \cdot 6,28^2}{1,54} = \frac{9745}{1,54} = 6328 \text{ N}$$

$$A_2 = \frac{M_0 + Q_0 \cdot 4,74 + 0,5 \cdot 133 \cdot (4,74^2 - 1,54^2)}{1,54} = \frac{7086}{1,54} = 4601 \text{ N}$$

$$Q_1^* = A_1 - Q_1 = 6328 - 1522 = 4806 \text{ N}$$

5.52 Schuß 13M/20

$$Q_2^* = 6327 + 167 \cdot 1,54 = 6584 \text{ N}$$

$$Q_2^* = Q_2^* - A_2 = 6584 - 4601 = 1983 \text{ N}$$

$$M_2 = 800 \cdot 11,122 + 91,2 \cdot 1^2 \cdot 9,772 + 133 \cdot 6,28^2 \cdot 6,132 + 0,5 \cdot 167 \cdot 4,532^2 = 16629,5 \text{ Nm}$$

$$Q_2 = 800 + 91,2 \cdot 1 + 133 \cdot 6,28 + 167 \cdot 4,532 = 2483 \text{ N}$$

$$A_3 = \frac{800 \cdot 12,77 + 91,2 \cdot 1 \cdot 11,42 + 133 \cdot 6,28 \cdot 7,78 + 0,5 \cdot 167 \cdot 6,18^2}{1,648} =$$

$$= 12709 \text{ N}$$

$$A_4 = \frac{800 \cdot 11,122 + 91,2 \cdot 1 \cdot 9,772 + 133 \cdot 6,28 \cdot 6,132 + 0,5 \cdot 167 \cdot (4,532^2 - 1,648^2)}{1,648} = \frac{16398,7}{1,648} = 9951 \text{ N}$$

$$Q_3^* = A_3 - Q_2 = 12709 - 2483 = 10226 \text{ N}$$

5.53 Schuß 16M/20

$$Q_4^* = A_3 + 209 \cdot 1,648 = 12709 + 344 = 13053 \text{ N}$$

$$Q_4^* = Q_4^* - A_4 = 13053 - 9951 = 3102 \text{ N}$$

$$M_5 = 800 \cdot 15,654 + 91,2 \cdot 1 \cdot 14,304 + 133 \cdot 6,28 \cdot 10,664 + 167 \cdot 6,18 \cdot 5,974 + 0,5 \cdot 209 \cdot 4,532^2 = 31046 \text{ Nm}$$

$$Q_5 = 800 + 91,2 \cdot 1 + 133 \cdot 6,28 + 167 \cdot 6,18 + 209 \cdot 4,532 = 3706 \text{ N}$$

$$A_5 = \frac{800 \cdot 17,302 + 91,2 \cdot 1 \cdot 15,952 + 133 \cdot 6,28 \cdot 12,312 + 167 \cdot 6,18 \cdot 7,622 + 0,5 \cdot 209 \cdot 6,18^2}{1,648} = \frac{37437}{1,648} = 22717 \text{ N}$$

$$A_6 = \frac{800 \cdot 15,654 + 91,2 \cdot 1 \cdot 14,304 + 133 \cdot 6,28 \cdot 10,664 + 167 \cdot 6,18 \cdot 5,974 + 0,5 \cdot 209 \cdot (4,532^2 - 1,648^2)}{1,648} = \frac{30763}{1,648} = 18667 \text{ N}$$

$$Q_5^* = A_5 - Q_5 = 22717 - 3706 = 19011 \text{ N}$$

8.00	Fundamentstütze	47
8.10	Obersicht - Abmessungen	47
8.20	Einleitung der Kräfte aus dem Mast (auf 1,87 m)	48
8.21	Unvereister Mast	48
8.22	Vereister Mast	48
8.30	Auf + 0,20 m ist auf aufzunehmen	49
8.40	Anschluß des Mastes an die Stütze	50
8.50	Schnittgrößen für die Stütze	50
8.60	Schnittgrößen für die Stütze	51
8.70	Nachweise der Ankerschrauben und der Verankerung	52
9.00	Fundament	57
9.10	Bodenpressung (Wind längs)	58
9.11	Moment in der Bodenfuge	58
9.12	Bodenpressung	59
9.20	Nachweis nach DIN 4131 Abs. 6.3	59
9.21	Bodenpressung	60
9.30	Bodenpressung (Wind quer)	60
9.31	Moment in der Bodenfuge	60
9.32	Bodenpressung	61
9.40	Nachweis nach DIN 4131 Abs. 6.3	61
9.41	Bodenpressung	62
10.00	Oberleitung der Vertikalkraft von Schuß "2" auf Schuß "1"	62
10.10	Während des Aufstellens	62
10.20	Nach dem Aufstellen	63

5.54 Querkräfte und Momente für vereistes Tragwerk

5.541 schuß 10M/20

$$M_0 = 400 \cdot 1,85 + 0,5 \cdot 235,2 \cdot 1^2 = 857,6 \text{ Nm}$$

$$Q_0 = 400 + 235,2 \cdot 1 = 635,2 \text{ N}$$

$$M_1 = M_0 + Q_0 \cdot 4,74 + 0,5 \cdot 308,4 \cdot 4,4,74^2 = 7333 \text{ Nm}$$

$$Q_1 = Q_0 + 308,4 \cdot 4,4,74 = 635,2 + 1462 = 2097 \text{ N}$$

$$\lambda_1 = \frac{M_1 + Q_1 \cdot 1,54 + 0,5 \cdot 308,4 \cdot 1,54^2}{1,54} = \frac{10928}{1,54} = 7096 \text{ N}$$

$$\lambda_2 = \frac{M_1 - 0,5 \cdot 308,4 \cdot 1,54^2}{1,54} = \frac{6967}{1,54} = 4524 \text{ N}$$

$$Q_1^* = \lambda_1 - Q_1 = 7096 - 2097 = 4999 \text{ N}$$

5.542 schuß 13M/20

$$Q_2^* = \lambda_1 + 310 \cdot 1,54 = 7096 + 477,4 = 7573 \text{ N}$$

$$Q_2^* = Q_2^* - \lambda_2 = 7573 - 4524 = 3049 \text{ N}$$

$$M_2 = 400 \cdot 11,122 + 235,2 \cdot 9,772 + 308,4 \cdot 6,28 \cdot 6,132 + 0,5 \cdot 310 \cdot 4,532^2 = 21806 \text{ Nm}$$

$$Q_2 = 400 + 235,2 \cdot 1 + 308,4 \cdot 6,28 + 310 \cdot 4,532 = 3977 \text{ N}$$

$$\lambda_3 = \frac{400 \cdot 12,77 + 235,2 \cdot 1 \cdot 11,42 + 308,4 \cdot 6,28 \cdot 7,78 + 0,5 \cdot 310 \cdot 6,18^2}{1,648}$$

$$= 17464 \text{ N}$$

$$\lambda_4 = \frac{400 \cdot 11,122 + 235,2 \cdot 1 \cdot 9,772 + 308,4 \cdot 6,28 \cdot 6,132 + 0,5 \cdot 310 \cdot (4,532^2 - 1,648^2)}{1,648} = \frac{21336}{1,648} = 12977 \text{ N}$$

$$Q_3^* = \lambda_3 - Q_3 = 17464 - 3977 = 13487 \text{ N}$$

5.543 Schuß 16H/20

$$Q_4^* = \lambda_3 + 358 \cdot 1,648 = 17464 + 590 = 18054 \text{ N}$$

$$Q_4^* = Q_4^* - \lambda_4 = 18054 - 12977 = 5077 \text{ N}$$

$$M_3 = 400 \cdot 15,654 + 235,2 \cdot 1 \cdot 14,304 + 308,4 \cdot 6,28 \cdot 10,664 + 310 \cdot 6,18 \cdot 5,974 + 0,5 \cdot 358 \cdot 4,532^2 = 45401 \text{ N}$$

$$Q_3 = 400 \cdot 235,2 \cdot 1 + 308,4 \cdot 6,28 + 310 \cdot 6,18 + 358 \cdot 4,532 = 6110 \text{ N N}$$

$$\lambda_5 = \frac{400 \cdot 17,302 + 235,2 \cdot 1 \cdot 15,952 + 308,4 \cdot 6,28 \cdot 12,312 + 310 \cdot 6,18 \cdot 7,622 + 0,5 \cdot 358 \cdot 6,18^2}{1,648} = \frac{55957}{1,648} = 33954 \text{ N}$$

$$\lambda_4 = \frac{400 \cdot 15,654 + 235,2 \cdot 1 \cdot 14,304 + 308,4 \cdot 6,28 \cdot 10,664 + 310 \cdot 6,18 \cdot 5,974 + 0,5 \cdot 358 \cdot (4,532^2 - 1,648^2)}{1,648} = \frac{44915}{1,648} = 27254 \text{ N}$$

$$Q_3^* = \lambda_5 - Q_3 = 33954 - 6110 = 27844 \text{ N}$$

5.60 Spannungs- und Stabilitätsnachweise

5.61 Kopfstück (Typ H2)

Die Gurte des Kopfstückes sind unten mit Bolzen versehen. Diese Bolzen stecken in den Gurten des Schusses 10M/20. Die Sicherung der Befestigung findet durch die seitlich angeschweißten Hülsen und Gewindebolzen M12 statt.

Es werden verwendet :

Gurte	:Rohr ϕ 22 mm, t = 3,5 mm
	Güte RSt 37-2
Pfosten	:Rundstahl ϕ 10 mm, RSt 37.2

5.62 Gurte

5.621 Unvereist

M_0 : Eigengewicht	= 200 N/3	= 67 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
M_0/h	= 1526/0,194	= 7866 N

 8233 N

5.721 Vereist

N_e : Eigengewicht	=	200 N/3	=	67 N
Antenne + Rotor	=	900 N/3	=	300 N
$\pm M_v/h$	=	858/0,194	=	4423 N
				4790 N

Rundrohr $\varnothing 22 \times 3,5$; $A = 2,03 \text{ cm}^2$, $i = 0,67 \text{ cm}$
 RSt 37.2 $\dots \sigma_s = 16 \text{ kN/cm}^2$

$S_k = 24,7 \text{ cm}$, $l = 24,7/0,67 = 40 \Rightarrow w = 1,07$

unvereist

vereist

$$\sigma_u = -1,07 \frac{8,233 \text{ kN}}{2,03 \text{ cm}^2} =$$

$$= -4,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = -1,07 \frac{4,79 \text{ kN}}{2,03 \text{ cm}^2} =$$

$$= -2,53 \text{ kN/cm}^2 < 2,810$$

5.80

Pfosten

Siehe Mastschuß "2" (Typ 10M/20)

6.10 Mastschuß "2" (Typ 10M/20)

Es werden verwendet :

Gurte	:Rohr ϕ 26,9 mm, t = 4 mm (1 ^{1/2} "), Güte St52.3
Diagonalstäbe	:Rundstahl ϕ 10 mm, RSt 37.2
Pfosten	:Rundstahl ϕ 10 mm, RSt 37.2
	:Flachstahl 38.10, RSt 37.2

6.11 Gurte

6.111 Unvereist

N _e : Eigengewicht	= 1205 N/3	= 401 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
e M _i /h	= 7244/0,19377	= 37384 N
		<hr/>
		38085 N

6.112 Vereist

Nv : Eigengewicht	= 1205 N/3	= 401 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
Eisansatz	= 1210 N/3	= 403 N
$\approx M_1/h$	= 7333/0,19377	= 37844 N
		38948 N

Rundrohr ϕ 26,9 x 4 ; $A = 2,88 \text{ cm}^2$, $i = 0,82 \text{ cm}$
 RSt 52.3 $\sigma_{zul} = 24 \text{ kN/cm}^2$

$$S_k = 38,5 \text{ cm}, \quad l = 38,5/0,82 = 47 \Rightarrow w = 1,16$$

unvereist

vereist

$$\sigma_v = -1,16 \frac{38,1 \text{ kN}}{2,88 \text{ cm}^2} =$$

$$= 15,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = -1,16 \frac{39,36 \text{ kN}}{2,88 \text{ cm}^2} =$$

$$= 15,9 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{zul}$$

6.12

Pfosten

Im Bereich 0 : 1

 ϕ 10 mm.eifach

Punkt 1:

Unvereist

Vereist

$$Q_1 = 1522 \text{ N}$$

$$Q_1^* = 2097 \text{ N}$$

$$N_1 = Q_1/\sqrt{3} = 879 \text{ N}$$

$$N_1 = Q_1/\sqrt{3} = 1211 \text{ N}$$

Rundstahl ϕ 10 , RSt 37.2 $A = 0,785 \text{ cm}^2$ $i = 0,25 \text{ cm}$

$$S_k = 22,373 \text{ cm (Systemlänge)}$$

Wegen des großen Verdrehwiderstandes der Knoten könnte hier mit $S_k = 19,683 \text{ cm}$ gerechnet werden. Es soll hier zu Ungunsten der Berechnung darauf verzichtet werden.

$$l = 22,373 / 0,25 = 89 \Rightarrow w 1,69$$

$$\sigma_u = -1,69 \frac{0,879 \text{ kN}}{0,785 \text{ cm}^2} = \sigma_v = -1,69 \frac{1,211 \text{ kN}}{0,785 \text{ cm}^2} =$$

$$= -1,89 \text{ kN/cm}^2 = \quad = -2,6 \text{ kN/cm}^2$$

Punkt 1/2 $\nabla 38 \times 10$; $A = 3,8 \text{ cm}^2$, $i_y = 0,2886 \text{ cm}$,
RSt 37.2

Unvereist

Vereist

$$A_1 = 6328 \text{ N}$$

$$A_1 = 7096 \text{ N}$$

$$N_1 = A_1 / \sqrt{3} = 3653 \text{ N}$$

$$N_1 = A_1 / \sqrt{3} = 4097 \text{ N}$$

$$S_k = 22,373 \text{ cm}$$

$$l_y = 22,373 / 0,2886 = 78 \Rightarrow w 1,52$$

$$\sigma_u = -1,52 \frac{3,653 \text{ kN}}{3,8 \text{ cm}^2} = \sigma_v = -1,52 \frac{4,097 \text{ kN}}{3,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= -1,46 \text{ kN/cm}^2 \quad = -1,64 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß an die Gurte : umlauf. Kehlnaht mit $a = 3,5 \text{ mm}$.

6.13 Diagonalstäbe

6.131 Bereich 0 : 1

Unvereist

Vereist

$$Q_1 = 1522 \text{ N}$$

$$Q_1 = 2097 \text{ N}$$

Für Wind parallel zu einer Wand wird daraus

$$D_1 = \frac{1}{1,5} \frac{0,4453}{0,22373} Q_1 = D_1 = \frac{1}{1,5} \frac{0,4453}{0,22373} Q_1$$

$$= 2019 \text{ N} \quad = 2782 \text{ N}$$

Rundstahl $\phi 10$; $A = 0,785 \text{ cm}^2$, $i = 0,2501 \text{ cm}$
RSt 37.2

Die Knicklänge kann wegen der Einspannung in den Knoten mit
großen Verdrehwiderstand abgemindert werden

$$l = 0,8 \cdot \frac{39,5}{0,25} = 126 \quad \Rightarrow \quad w = 2,68$$

$$\sigma_x = - 2,68 \frac{2,019 \text{ kN}}{0,785 \text{ cm}^2} = - 6,75 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_y = - 2,68 \frac{2,782 \text{ kN}}{0,785 \text{ cm}^2} = - 9,5 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß an die Gurte : unlauf. Kehlnaht mit $a = 3,5 \text{ mm}$.

6.132 Bereich 1 : 2 (Einspannbereich)

Unvereist

$$Q_1^I = \frac{M_1 + 0,5 \cdot 133 \cdot 1,54^2}{1,54} =$$

$$Q_1^I = \frac{7244 + 150}{1,54} =$$

$$Q_1^I = Q_1^* = 4806 \text{ N}$$

Vereist

$$Q_1^I = \frac{M_1 + 0,5 \cdot 308 \cdot 4 \cdot 1,54^2}{1,54} =$$

$$Q_1^I = \frac{7333 + 365,7}{1,54} =$$

$$Q_1^I = Q_1^* = 4999 \text{ N}$$

Für Wind senkrecht zu einer Wand

$$D_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{44,53}{22,373} Q_1^* =$$

$$= 5522 \text{ N}$$

$$D_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{44,53}{22,373} Q_1^* =$$

$$= 5744 \text{ N}$$

Rundstahl $\phi 10$; $A = 0,785 \text{ cm}^2$, $i = 0,2501 \text{ cm}$
RSt 37.2

Die Kräfte werden hier über 2 (gekreuzt angeordnet) Diagonale abgetragen. Da beide Stäbe profilgleich sind, ist $D = D_1/2 =$

$$D = 5522/2 = 2761 \text{ N}$$

$$D = 5744/2 = 2872 \text{ N}$$

Die Knicklänge ist nach DIN 18800 T2 $S_k = 0,5 \cdot S_{p...}$
 $= 0,5 \cdot 44,53 \text{ cm} = 22,265 \text{ cm}$

$$l = \frac{23}{0,25} = 92 \quad \Rightarrow \quad w = 1,74$$

$$\sigma_x = -1,74 \frac{2,761 \text{ kN}}{0,785 \text{ cm}^2} =$$

$$= -6,15 \text{ kN/cm}^2 =$$

$$\sigma_y = -2,68 \frac{2,872 \text{ kN}}{0,785 \text{ cm}^2} =$$

$$= -6,4 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß an die Gurte : unlauf. Kehlnaht mit $a = 3,5 \text{ mm}$.

6.20 Mastschuß 13M/20

Es werden verwendet :

Gurte	:Rohr ϕ 33,7 mm, t = 4 mm (1 ^{1/4}), Güte St52.3
Diagonalstäbe	:Rundstahl ϕ 10 mm, RSt 37.2
Pfosten	:Rundstahl ϕ 10 mm, RSt 37.2 :Flachstahl 38x10, RSt 37.2

6.21 Gurte

6.211 Unvereist

N_1 : Eigengewicht	= 2216 N/3	= 739 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
M_2/h	= 16630/0,2548	= 65267 N
		<hr/>
		66306 N

6.212 Vereist

N · Eigengewicht	= 2216 N/3	= 739 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
Eisansatz	= 2260 N/3	= 753 N
$\sqrt{M_2/h}$	= 21806/0,2548	= 85581 N

87373 N

Rundrohr ϕ 33,7 x 4,5 ; A = 4,13 cm², i = 1,04 cm
RSt 52.3 $\sigma_{zul} = 24 \text{ kN/cm}^2$

$$S_k = 41,2 \text{ cm}, \quad l = 41,2/1,06 = 40 \Rightarrow w = 1,11$$

unvereist

vereist

$$\sigma_u = -1,11 \frac{66,306 \text{ kN}}{4,13 \text{ cm}^2} =$$

$$= 17,6 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = -1,11 \frac{87,373 \text{ N}}{4,13 \text{ cm}^2} =$$

$$= 23,58 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{zul}$$

6.22 Pfosten

6.221 Oberer Randpfosten

ϕ 38 x 10 ; A = 3,8 cm², i_y = 0,2886 cm,
RSt 37.2

Unvereist

Vereist

$$A_1 = 6328 \text{ N}$$

$$A_1 = 7093 \text{ N}$$

$$N_1 = A_1/\sqrt{3} = 3654 \text{ N}$$

$$N_2 = A_2/\sqrt{3} = 4097 \text{ N}$$

$$S_k = 29,4 \text{ cm}, \quad l_y = 29,4/0,2886 = 102 \Rightarrow w = 1,94$$

$$\sigma_u = -1,94 \frac{3,654 \text{ kN}}{3,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= -1,87 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = -1,94 \frac{4,097 \text{ kN}}{3,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= -2,1 \text{ kN/cm}^2$$

Statische Berechnung für einen freistehenden "VERSATOWER"
Gittermast (Antennenträger).

1. Allgemeines.

1.10 Technische Beschreibung.

Bei dem hier zu behandelnden Antennentragwerk handelt es sich um einen freistehenden dreistieligen Gittermast in verzinkter Rohrkonstruktion; im Sinne der DIN 4131 (Nov. 1991) den Querschnittsabmessungen nach, um einen Mast.

Der Mast besteht aus 3 Schüssen, den Mastteilen 10M/20, 13M/20 und 16M/20. Sie werden mit einer Handwinde aus- und eingefahren und können mit einer anderen Winde im eingefahrenen Zustand gekippt werden. (Die Winde sind selbstbremsen). Im ausgefahrenen Zustand werden die Einzelschüsse durch eine mech. (von Hand zu bedienende) Verriegelung fest miteinander verbunden, so daß dann die Winden und Windeseile entlastet werden.

Die Gesamthöhe des Mastes beträgt bis zur Antennenspitze ca. 18,5 m. Die Lasten aus der eigentlichen Antenne werden über ein Kopfstück (Typ H2) in die Eckstiele des obersten Schusses (10M/20) eingeleitet, daß keine Biegemomente in den Gurten auftreten. Die Verankerung mit dem Stahlbetonfundament erfolgt über eine sogenannte Fundamentstütze (BP 6S). Das Fundament ist ein konstr. bewehrter, rechteckiger, auf frostfreier Tiefe gegründeter Betonblock in B25 Qualität, für die Bewehrung wird BSt 420/500 bzw. 500/550 vorgesehen.

Gleichzeitig wird durch dieses Profil die Querkraft aus Schuß
10M/20 eingeleitet
Übertragung durch zwei Gurten:

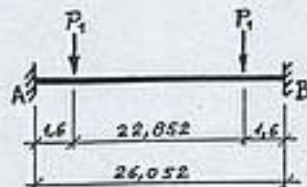
$$A_1^* = 6328 \text{ N}$$

$$A_1^* = 7096 \text{ N}$$

$$P_1 = A_1^* / 2 = 3164 \text{ N}$$

$$P_1 = A_1^* / 2 = 3548 \text{ N}$$

Als System kann der beidseitig voll eingespannte Stab gesetzt
werden.



$$Q_A^* = Q_B^* = 3164 \text{ N}$$

$$Q_A^* = Q_B^* = 3548 \text{ N}$$

$$M_A^* = M_B^* = Q_A^* \cdot 1,6 \text{ cm} \\ = 5 \text{ kNcm}$$

$$M_A^* = M_B^* = Q_A^* \cdot 1,6 \text{ cm} \\ = 5,7 \text{ kNcm}$$

$$W = 1/6 \cdot 3,8 \cdot 1^3 = 0,633 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_s = \frac{5 \text{ kNcm}}{0,633 \text{ cm}^3} = 7,9 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_s = \frac{5,7 \text{ kNcm}}{0,633 \text{ cm}^3} = 8,97 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_s = \frac{3 \cdot P_1}{2 \cdot 3,8 \text{ cm}^2} = 1,23 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_s = \frac{3 \cdot P_1}{2 \cdot 3,8 \text{ cm}^2} = 1,4 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Eine Vergleichsspannung erübrigt sich!

Anschluß : Umlauf. Kehlnaht $a = 4 \text{ mm}$

6.222 Pfosten zwischen 1 und 3

Alle Pfosten profilgleich. Für die Bemessung maßgebend wird
der Pfosten in (2) zugrunde gelegt.

Rundstahl $\phi 13$; $A = 1,33 \text{ cm}^2$, $i = 0,325 \text{ cm}$
RSt 37.2

Unvereist

Vereist

$$A^2 = 4601 \text{ N}$$

$$A^2 = 4524 \text{ N}$$

$$N_2 = A^2 / \sqrt{3} = 2656 \text{ N}$$

$$N_2 = A_2 / \sqrt{3} = 2612 \text{ N}$$

$$S_k = 29,4 \text{ cm} \quad l_y = 29,4 / 0,325 = 92 \Rightarrow w 1,74$$

$$\sigma_u = - 1,74 \frac{2,656 \text{ kN}}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$\sigma_u = - 1,74 \frac{2,612 \text{ kN}}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 3,5 \text{ kN/cm}^2 =$$

$$= - 3,41 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : Umlaufende Kehlnaht mit a = 4mm

6.223

Pfosten in (3) u (4)

$$\square 38 \times 10 ; A = 3,8 \text{ cm}^2 , i_y = 0,2886 \text{ cm} , \\ \text{RSt } 37.2$$

Unvereist

Vereist

$$A_2 = 12709 \text{ N}$$

$$A_2 = 17464 \text{ N}$$

$$N_2 = A_2 / \sqrt{3} = 7337 \text{ N}$$

$$N_2 = A_2 / \sqrt{3} = 10083 \text{ N}$$

$$S_k = 29,4 \text{ cm} \quad l_y = 29,4 / 0,2886 = 102 \Rightarrow w 1,94$$

$$\sigma_u = - 1,94 \frac{7,337 \text{ kN}}{3,8 \text{ cm}^2} =$$

$$\sigma_u = - 1,94 \frac{10,083 \text{ kN}}{3,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 3,8 \text{ kN/cm}^2$$

$$= - 5,15 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : umlaufende Kehlnaht mit a=3,5 mm

6.23

Diagonalstäbe

6.231

Bereich 1 : 2 und 3 : 4 (Einspannbereich)

Diese Stäbe werden profilgleich ausgeführt.

Unvereist

Vereist

$$Q_3^1 = \frac{M_3 + 0,5 \cdot 167 \cdot 1,648^2}{1,648} =$$

$$Q_3^1 = \frac{M_3 + 0,5 \cdot 310 \cdot 1,648^2}{1,648} =$$

$$Q_3^1 = \frac{16630 + 227}{1,648} =$$

$$Q_3^1 = \frac{21806 + 421}{1,648} =$$

$$Q_3^1 = Q_3^2 = 10226 \text{ N}$$

$$Q_3^1 = Q_3^2 = 13487 \text{ N}$$

Für Wind senkrecht zu einer Wand

$$D_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{50,67}{29,442} Q_3^2 =$$

$$D_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{50,67}{29,442} Q_3^2 =$$

$$= 10161 \text{ N}$$

$$= 13401 \text{ N}$$

Rundstahl $\phi 11$; $A = 0,95 \text{ cm}^2$, $i = 0,275 \text{ cm}$
RSt 37.2

Die Kräfte werden hier über 2 (gekreuzt angeordnet) Diagonale abgetragen. Da beide Stäbe profilgleich sind, ist $D = D_2/2 =$

$$D = 10161/2 = 5082 \text{ N}$$

$$D = 13401/2 = 6700 \text{ N}$$

Die Knicklänge ist nach DIN 18800 T2 $S_k = 0,5 \cdot S_{k, \dots} = 0,5 \cdot 44 \text{ cm} = 23 \text{ cm}$

$$l = \frac{23}{0,275} = 82 \quad \Rightarrow$$

$$w = 1,59$$

$$\sigma_s = -1,59 \frac{5,082 \text{ kN}}{0,95 \text{ cm}^2} =$$

$$\sigma_s = -1,59 \frac{6,700 \text{ kN}}{0,95 \text{ cm}^2} =$$

$$= -8,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$= -11,21 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : umlaufende Kehlnaht , $a = 4 \text{ mm}$

6.232 Diagonalstäbe zw. den Einspannbereichen

Maßgebend für die Bemessung ist die Querkraft

Unvereist

$$Q_2 = 2483 \text{ N}$$

daraus

$$D_2 = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{50,627}{29,422} \cdot Q_2$$

$$= 2848 \text{ N}$$

Vereist

$$Q_2 = 3977 \text{ N}$$

$$D_2 = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{50,627}{29,422} \cdot Q_2$$

$$= 4562 \text{ N}$$

Für die Knicklängenermittlung wird die Einspannung in den verdrehsteifen Knoten berücksichtigt.

Rundstahl $\phi 11$; $\lambda = 0,95 \text{ cm}^2$, $i = 0,275 \text{ cm}$
RSt 37.2

$$S_k = 0,7 \cdot S_{e..} = 0,7 \cdot 50,627 = 36 \text{ cm}$$

$$l = \frac{36}{0,275} = 130,9 \quad \Rightarrow \quad w = 2,9$$

$$\sigma_s = - 2,9 \cdot \frac{2,848 \text{ kN}}{0,95 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 8,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = - 2,9 \cdot \frac{4,562 \text{ kN}}{0,95 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 13,93 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : umlaufende Kehlnaht , $a = 4 \text{ mm}$

6.30 Mastschuß 16M/20

Es werden verwendet :

Gurte	:Rohr $\phi 42,4 \text{ mm}$, $t = 4,5 \text{ mm}$ Güte St52.3
Diagonalstäbe	:Rundstahl $\phi 13 \text{ mm}$, RSt 37.2
Pfosten	:Rundstahl $\phi 13 \text{ mm}$, RSt 37.2 :Flachstahl 40×12 , RSt 37.2

6.31 Garte

6.311 Unvereist

N _s : Eigengewicht	= 3227 N/3	= 1080 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
± M _s / h	= 31046/0,32043	= 96889 N
		<hr/>
		98269 N

6.312 Vereist

N _s : Eigengewicht	= 3227 N/3	= 1080 N
Antenne + Rotor	= 900 N/3	= 300 N
Eisansatz	= 3310 N/3	= 1103 N
± M _s / h	= 45401/0,32043	= 141688 N
		<hr/>
		144171 N

Rundrohr ϕ 42,4 x 5: A = 5,87 cm², i = 1,33 cm
 RSt 52.3 $\sigma_{\text{zul}} = 24 \text{ kN/cm}^2$

S_s = 41,2 cm, l = 41,2/1,33 = 31 \Rightarrow w = 1,06

unvereist

vereist

$$\sigma_u = -1,06 \frac{98,27 \text{ kN}}{5,87 \text{ cm}^2} = -17,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = -1,06 \frac{144,171 \text{ kN}}{5,87 \text{ cm}^2} = -26, \text{ kN/cm}^2 > \sigma_{\text{zul}}$$

Die auftretende Spannung im vereisten Zustand ist 8,3 % größer als die zugelassene

6.32 Pfosten

6.321 Oberer Randpfosten (Pkt 3)

40 x 12 ; $A = 4,8 \text{ cm}^2$, $i_y = 0,3464 \text{ cm}$,
RSt 37.2

Unvereist

Vereist

$$A_s = 12709 \text{ N}$$

$$A_s = 17464 \text{ N}$$

$$N_s = A_s / \sqrt{3} = 7338 \text{ N}$$

$$N_s = A_s / \sqrt{3} = 10083 \text{ N}$$

$$S_k = 37 \text{ cm}$$

$$l_y = 37 / 0,3464 = 107 \Rightarrow w = 2,05$$

$$\sigma_s = - 2,05 \frac{7,338 \text{ kN}}{4,8 \text{ cm}^2} =$$

$$\sigma_s = - 2,05 \frac{10,083 \text{ kN}}{4,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 3,3 \text{ kN/cm}^2 =$$

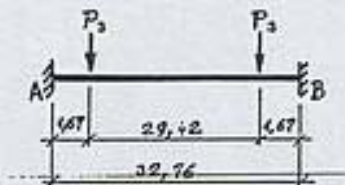
$$= - 4,33 \text{ kN/cm}^2$$

Gleichzeitig werden durch dieses Profil die Querkraft aus
Schuß 13M/20 eingeleitet

$$A_s = 12709 \text{ N}$$

$$A_s = 17474 \text{ N}$$

Übertragung durch zwei Gurten:



$$P_s = A_s / 2 = 6354 \text{ N}$$

$$P_s = A_s / 2 = 8732 \text{ N}$$

Als System kann der beidseitig voll eingespannte Stab gesetzt
werden.

$$Q_A^* = Q_B^* = 6354 \text{ N}$$

$$Q_A^* = Q_B^* = 8732 \text{ N}$$

$$M_A^* = M_B^* = \frac{- P_s \cdot a}{1} \cdot (1-a)$$

$$M_A^* = M_B^* = \frac{- P_s \cdot a}{1} \cdot (1-a)$$

$$= \frac{-6,354 \cdot 1,67}{32,76} \cdot 31,09 =$$

$$= -10,1 \text{ kNcm}$$

$$= \frac{-8,732 \cdot 1,67}{32,76} \cdot 31,09 =$$

$$= -13,93 \text{ kNcm}$$

$$W = 1/6 \cdot 4 \cdot 1,2^2 = 0,96 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_s = \frac{10,1 \text{ kNcm}}{0,96 \text{ cm}^3} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_v = \frac{13,93 \text{ kNcm}}{0,96 \text{ cm}^3} = 14,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_s = \frac{3 \cdot P_s}{2 \cdot 4,8 \text{ cm}^2} = 2 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_v = \frac{3 \cdot P_s}{2 \cdot 4,8 \text{ cm}^2} = 2,75 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Eine Vergleichsspannung erübrigt sich!

Anschluß : Umlauf. Kehlnaht $a = 4\text{mm}$

6.322 Pfosten in 5 und 6

Für die Bemessung wird der Pfosten in (5) zugrunde gelegt, da er maßgebend ist.

$$\square 40 \times 12 ; A = 4,8 \text{ cm}^2, i_y = 0,3464 \text{ cm}, \text{ RSt 37.2}$$

Unvereist

Vereist

$$A_s = 22717 \text{ N}$$

$$A_s = 33954 \text{ N}$$

$$N_s = A_s / \sqrt{3} = 13115 \text{ N}$$

$$N_s = A_s / \sqrt{3} = 19603 \text{ N}$$

$$S_k = 37 \text{ cm} \quad l_y = 37 / 0,346 = 107 \Rightarrow w = 2,05$$

$$\sigma_s = -2,05 \frac{N_s}{4,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= -5,7 \text{ kN/cm}^2 =$$

$$\sigma_v = -2,05 \cdot \frac{N_s}{4,8 \text{ cm}^2} =$$

$$= -8,43 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : Umlaufende Kehlnaht mit $a = 4\text{mm}$

6.323 Pfosten zwischen 3:4, 4:5, und 5:6

Maßgebend ist der Punkt 4

Rundstahl $\phi 13$; $A = 1,33 \text{ cm}^2$, $i = 0,325 \text{ cm}$
RSt 37.2

Unvereist

Vereist

$$A_4 = 9951 \text{ N}$$

$$A_4 = 12977 \text{ N}$$

$$N_4 = A^4 / \sqrt{3} = 5545 \text{ N}$$

$$N_4 = A^4 / \sqrt{3} = 7492 \text{ N}$$

$$S_0 = 37 \text{ cm}$$

$$l_T = 4.37 / 1,3 = 114 \Rightarrow w = 2,21$$

$$\sigma_x = - 2,21 \frac{N_4}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 9,21 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_y = - 2,21 \frac{N_4}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 12,45 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : umlaufende Kehlnaht mit $a=3,5 \text{ mm}$

6.33 Diagonalstäbe

Alle Diagonalstäbe werden profilgleich ausgeführt, jedoch werden im Bereich (3:4) und (5:6) gekreuzte Diagonalen vorgesehen

6.331 Diagonalen zwischen 4:5

Rundstahl $\phi 13$; $A = 1,33 \text{ cm}^2$, $i = 0,325 \text{ cm}$

RSt 37.2

Unvereist

Vereist

 $S_x = 55,4 \text{ cm}$ $S_k = 0,7 \cdot S_x = 40 \text{ cm}$ $l = 40/0,325 = 123 \Rightarrow w 2,55$ $Q_s = 3706 \text{ N}$ $Q_s = 6110 \text{ N}$

$$D_s = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{55,374}{37} \cdot Q_s =$$

$$= 3698 \text{ N}$$

$$D_s = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{55,374}{37} \cdot Q_s$$

$$= 6096 \text{ N}$$

$$\sigma_s = - 2,55 \cdot \frac{3,698 \text{ kN}}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 7, \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = - 2,55 \cdot \frac{6,096 \text{ kN}}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= - 11,7 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : umlaufende Kehlnaht , $a = 3,5 \text{ mm}$

6.332 Diagonalstäbe in den Einspannbereichen

Für die Bemessung werden die Diagonalen in den Einspannbereichen 5:6 zugrunde gelegt, da diese maßgebend sind.

Rundstahl $\phi 13$; $A = 1,33 \text{ cm}^2$, $i = 0,325 \text{ cm}$
RSt 37.2

Unvereist

Vereist

$$0,5 \cdot s_k = 27,7 \text{ cm (gekreuzt)}$$

Mit Berücksichtigung der Teileinspannung in den Gurten kann gesetzt werden:

$$s_k = 0,85 \cdot 27,7 \text{ cm} = 24$$

$$l = 24 / 0,325 = 74 \quad \Rightarrow \quad w = 1,46$$

$$Q_s^* = 19011 \text{ N}$$

$$Q_s^* = 27844 \text{ N}$$

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{55,374}{37} \cdot Q_s^*$$

$$= 16426 \text{ N}$$

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{55,374}{37} \cdot Q_s^*$$

$$= 24059 \text{ N}$$

2 x $\phi 13$ gekreuzt. Da zwei Diagonalen vorhanden sind, ist:

$$D_s^1 = 8213 \text{ N}$$

$$D_s^1 = 12029 \text{ N}$$

$$\sigma_s = -1,46 \cdot \frac{8,213 \text{ kN}}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= -9,35 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = -1,46 \cdot \frac{12,029 \text{ kN}}{1,33 \text{ cm}^2} =$$

$$= -13,4 \text{ kN/cm}^2$$

Anschluß : unlaufende Kehlnaht , a = 4 mm

7.00

Gesamtstabilität

Auf einen Nachweis nach der Theorie II-Ordnung wird verzichtet da er wegen der kleinen Normalkraftbelastung nur eine geringfügige Spannungserhöhung der Gurte verursacht.

1.20 Berechnungsgrundlagen, Literatur

- DIN 4131 Antennentragwerke aus Stahl (Nov. 1991)
maßgebend. Einschließlich der mitlaufenden
Vorschriften.
- DIN 17121 Nahtlose kreisförmige Rohre aus allg. Bau-
stählen für den Stahlbau; tech. Lieferbedin-
gungen.
- DIN EN 10025 Warmgewalzte Erzeugnisse aus unl. Baustählen
- DIN 18800 T7 Stahlbauten (Herstellen, Signungsnachweise)
- DIN 18800 T4 Stahlbauten; Stabilitätsfälle, Schalenbeulen
- DIN 1045 Beton und Stahlbeton

Die Abmessungen entsprechen den Übersichtszeichnungen des
Herstellers. Der Vertrieb der VERSATOWER Antennenmasten
wird durch die Firma

KURT FRITZEL

Antennen für Kurzwellenfunk, KG
Siemensstr. 2, 67141 Neuhofen

besorgt.

1.30 Material

verwendet wird Material gemäß DIN EN 10025 in den Güten :

Gürte (Rohre)	St 52-3
Ausfachung (Rundmaterial)	RSt 37-2
Bleche	RSt 37

Fundament

Beton	B 25
Bewehrung (konstruktiv)	BSt 420/500
	BSt 500/550

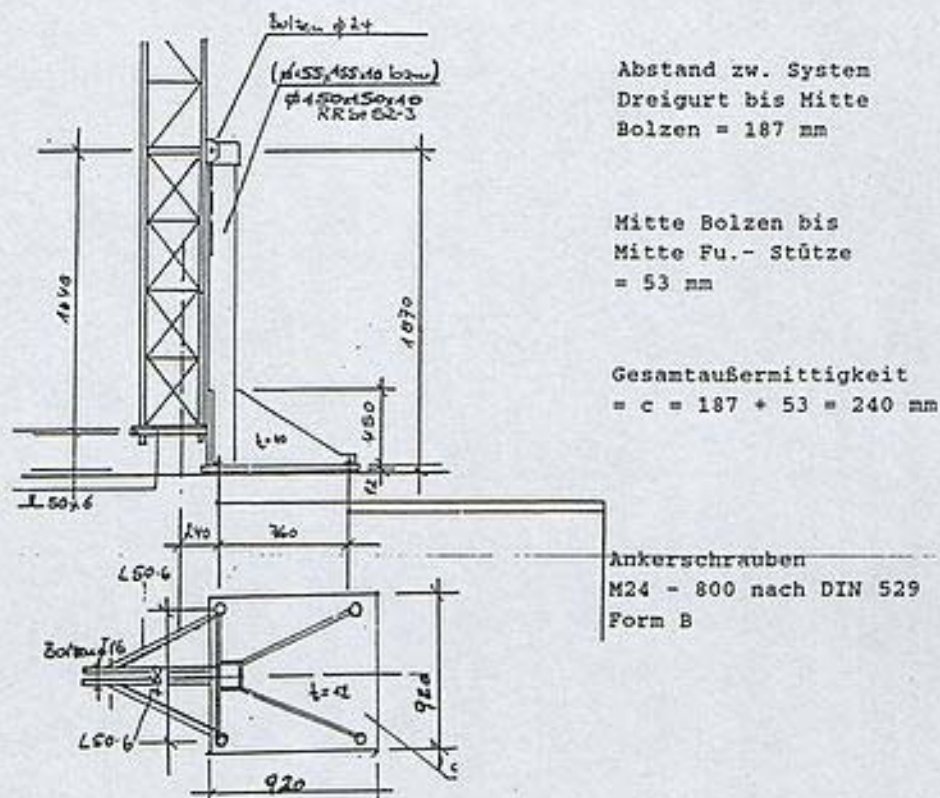
8.00 Fundamentstütze

Allgemeines

Als Fundamentstütze ist ein rundkantiges Quadratrohr 155 x 155 x 10 von Ca. 1900 mm Länge verwendet. Diese Stütze ist über eine ausgesteifte Grundplatte 920 x 920 x 12 und 4 Ankerschrauben M24 (DIN 529, Form B) mit dem Fundamentklotz verbunden.

Die Einleitung der Vertikalkräfte erfolgt auf + 1,87 m über OK-fundament, die Einleitung der Horizontalkräfte auf + 1,87 m und + 12,7 cm (Siehe Übersicht).

8.10 Übersicht - Abmessungen



8.20 Einleitung der Kräfte aus dem Mast (auf 1,87 m)

Die Einleitung der Lasten erfolgt auf + 1,87 m, hier ist ein zweischnittig beanspruchter Bolzen ϕ 24 vorhanden, Materialdicke der Bleche $t=12\text{mm}$. (RSt 37-2)
 Außerdem erfolgt hier die Eintragung der Horizontalkräfte A einschließlich A aus dem Moment.

8.21 Unvereister Mast

N : Eigengewicht	3227 N (s. Pkt 5.10)
Gew. der Antenne	900 N (s. 5.20)
	<hr/>
	4127 N

A_5 : Wind 22717 N (s. Pkt 5.53)

8.22 Vereister Mast

N : Eigengewicht	3227 N (s. Pkt 5.10)
Gew. der Antenne	900 N (s. 5.20)
Vereisung	3310 N (s. 5.34)
	<hr/>
	7437 N

A_5 : Wind 33954 N (s. Pkt 5.54)

$$H = 7437 \cdot \frac{187}{1648} = \frac{844}{34798 \text{ N}}$$

Für den Bolzen und die beiden Knotenbleche wird aus 8.22

$$R = (N^2 + A_5^2)^{1/2} = (7437^2 + 34798^2)^{1/2} = 35583 \text{ N}$$

$$\tau = R/2 \cdot A = 35,583 \text{ kN}/2 \cdot 4,52 \text{ cm}^2 = 3,97 \text{ kN/cm}^2 < 10,2 \text{ kN/cm}^2$$

Für Wind parallel zu einer Tragwand ist bei ungünstig gleichen Werten:

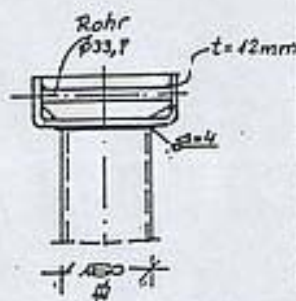
$$H_x = 844 \text{ N} \quad A_5 = 33954 \text{ N}$$

$$N = 7300 \text{ N}$$

$$H_{xw} = 33954 \cdot 187/370 = 17294 \text{ N}$$

Horizontales Torsionsmoment M_t

$$M_t = 0,24 \cdot A_5 = 0,24 \cdot 34,22 = 8,212 \text{ kNm}$$



Rohr B 150x150x10
St 52-3

damit wird :

$$\text{MAX-R} = [7,3^2 + (0,844/2 + 17,294)^2]^{1/2} = 19,16 \text{ kN} < 35,6 \text{ kN}$$

8.30 Auf + 0,20 m ist auf aufzunehmen

Horizontalkraft aus dem Moment

Unvereist

Vereist

$$A_6 = 18667 \text{ N}$$

$$A_6 = 27254 \text{ N}$$

vorh. : 2 x 50 x 6

Bolzen ϕ 16, zweischnittig

$$\text{Zul-N} = 45 \text{ kN} > 27,254 \text{ kN}$$

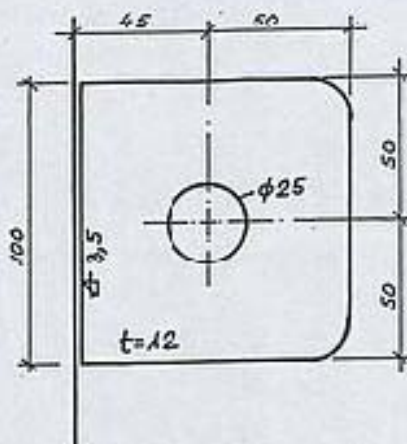
Wind- bzw. Querkraftaufnahme bei Wind in $\pm y$ - Rtg.
(Siehe weiter unten)

8.40 Anschluß des Mastes an die Stütze

Hier : Knotenbleche an den Gurten

Vorhanden sind 2 Knotenbleche $t=12$ mm.

Anschluß an den Gurten : umlaufende Kehlnaht mit $a = 4$ mm



zu übertragen :

$$v N^2 = 7437 \text{ N} / 2 = 3719 \text{ N}$$

$$v A_2 = 34,798 \text{ k N} / 2 = 17,41 \text{ kN}$$

$$M = v N^2 \cdot a = 3,719 \text{ kN} \cdot 0,045 \text{ m} =$$

$$= 0,1674 \text{ kNm} = 16,74 \text{ kNcm}$$

Nachweise erübrigen sich!

8.50 Schnittgrößen für die Stütze

Es werden ungünstig die Werte für $\pm 0,0$ m angegeben.

Normalkräfte

Unvereist

	s. Pkt
Mast	3227 N (5.10)
Antenne	900 N (5.20)
Fu-Stütze	2000 N

$$N = 6127 \text{ N}$$

$$e = 0,24$$

$$\begin{aligned} M &= N \cdot e = \\ &= (3,227 + 0,9) \cdot 0,24 = \\ &= 0,99 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Vereist

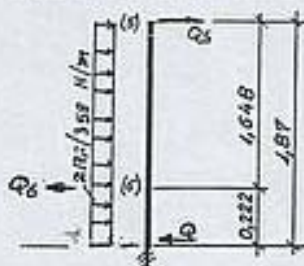
	s. Pkt
	6537 N (5.10/5.34)
	900 N (5.20)
	5000 N

$$N = 12437 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M &= N \cdot e = \\ &= (6,537 + 0,9) \cdot 0,24 = \\ &= 1,79 \text{ kNm} \end{aligned}$$

beanspruchung durch Wind

Wind auf die Fundamentstütze ist vernachlässigbar!



$$Q_5 = \lambda_5 = 22717 \text{ N}$$

$$Q_6 = \lambda_6 = 18667 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_6 &= Q_5 \cdot h \\ &= 22717 \text{ N} \cdot 1,648 \text{ m} \\ &= 37438 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= Q_5 - Q_6 = \\ &= 22717 - 18667 = \\ &= 4050 \text{ N} \end{aligned}$$

$$Q_5 = \lambda_5 = 33954 \text{ N}$$

$$Q_6 = \lambda_6 = 27254 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_6 &= Q_5 \cdot h \\ &= 33954 \text{ N} \cdot 1,548 \text{ m} \\ &= 55956 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= Q_5 - Q_6 = \\ &= 33954 - 27254 = \\ &= 6700 \text{ N} \end{aligned}$$

8.60 Schnittgrößen für die Stütze

$$\text{Knicklänge : } s_{kx} = s_{ky} = 2 \cdot 1,87 = 3,74 \text{ m}$$

Profil und Profilwerte

I 150 x 150 x 10 (St 52.3)

$$\begin{aligned} A &= 55,5 \text{ cm}^2, \quad V = 240 \text{ cm}^3, \quad i = 5,7 \text{ cm}, \\ J &= 1803 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$l = s_{ky}/i = 374/5,7 = 66 \Rightarrow w = 1,36$$

Unvereist

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{EM}{W}$$

Vereist

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{EM}{W}$$

$$\sigma = \frac{6,127}{55,5} + \frac{100+3744}{240} = \sigma = \frac{12,437}{55,5} + \frac{179+5596}{240} =$$

$$= 16,1 \text{ kN/cm}^2$$

$$= 24,3 \text{ kN/cm}^2 < 27$$

$$\sigma = w \frac{N}{\lambda} + \frac{EM}{W} =$$

$$\sigma = w \frac{N}{\lambda} + \frac{EM}{W} =$$

$$1,36 \frac{6,127}{55,5} + 0,9 \frac{3844}{240} =$$

$$1,36 \frac{12,437}{55,5} + 0,9 \frac{5775}{240} =$$

$$= 14,55 \text{ kN/cm}^2$$

$$= 22,12 \text{ kN/cm}^2 < 24 \cdot (HZ)$$

$$EM = 3844 + 4,05 \cdot 22,2 =$$

$$= 3931 \text{ kNcm}$$

$$EM = 5775 + 6,7 \cdot 22,2 =$$

$$= 5968 \text{ kNcm}$$

Ein Nachweis in Y Richtung erübrigt sich, da die Windkräfte in diese Richtung kleiner sind.

Anschluß an die Fußplatte : Ober Aussteifungsbleche $t=10$ mm gemäß Skizze

Alle Kehlnähte :
Grundplatte

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\square 920 \times 920 \times 12$$

8.70 Nachweise der Ankerschrauben und der Verankerung

$$EM = 3931 \text{ kNcm}$$

$$EM = 5924 \text{ kNcm}$$

$$Z = 0,5 \cdot \frac{EM}{a} =$$

$$Z = 0,5 \cdot \frac{EM}{a} =$$

$$= 0,5 \cdot \frac{3931 \text{ kNcm}}{76 \text{ cm}} =$$

$$= 0,5 \cdot \frac{5968 \text{ kNcm}}{76 \text{ cm}} =$$

$$= 26 \text{ kN}$$

$$= 39,2 \text{ kN}$$

Ankerbolzen : M20 mit aufgewalzten Gewinde M24,
Güte 5.6 : $\lambda = 3,14 \text{ cm}^2$

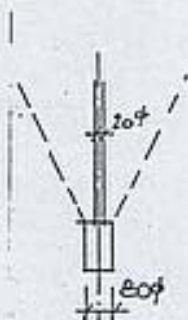
Unvereist

$$\sigma = 26/3,14 = 8,3 < 15$$

Vereist

$$\sigma = 39,2/3,14 = 12,5 < 17$$

Aufnahme der Ankerkraft über Flächenpressung des angeformten zyl. Teils des Ankers (s. Skizze).
Reibung zw. Bolzen und Beton bleibt außer Ansatz.



$$\begin{aligned} \varnothing \text{ des zyl. Teils} &= 80 \text{ mm} \\ \varnothing \text{ des Bolzens} &= 20 \text{ mm} \\ \text{eff. Druckfläche} &= A = \pi/4(8^2 - 2^2) = 47,12 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Flächenpressung

$$\begin{aligned} \sigma^* &= 26 / 47,12 = 0,55 \\ \sigma^{*2} &= 39,2 / 47,12 = 0,83 \approx 0,8 \end{aligned}$$

Beanspruchung am vorl. Betonblock

Es wird ungünstig angenommen, daß zyl. Teil mit $B=100 \text{ mm}$ und der Länge h' ausgerissen wird.

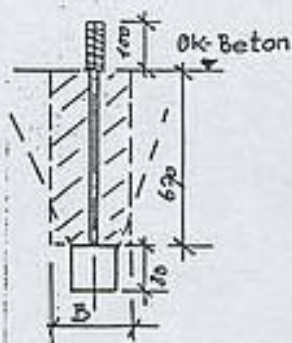
$$h' = 670 - \sqrt{2} \cdot 10 = 656 \text{ mm}$$

$$A_b = \pi \cdot h' \cdot B = 2060,9 \text{ cm}^2$$

Unvereist

Vereist

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{Z}{A_b} = \frac{26000}{2060,9} = 12,6 \text{ N/cm}^2 < 2 \text{ zul. } \tau \\ \tau &= \frac{Z}{A_b} = \frac{39200}{2060,9} = 19 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$



Beanspruchung von Schraube und Beton durch die Querkraft

Es ist

unvereist

$$\begin{aligned} Q &= Q_5 + 209.1,648 = \\ &= 3706 + 344 \\ &= 4050 \text{ N} \end{aligned}$$

vereist

$$\begin{aligned} Q &= Q_5 + 358.1,648 = \\ &= 6110 + 590 \\ &= 6700 \text{ N} \end{aligned}$$

Die Kraft wird durch vier Bolzen übertragen

somit

$$\begin{aligned} \max. Q &= 4050/4 = \\ &= 1025 \text{ N/Bolzen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max. Q &= 6700/4 = \\ &= 1675 \text{ N/Bolzen} \end{aligned}$$

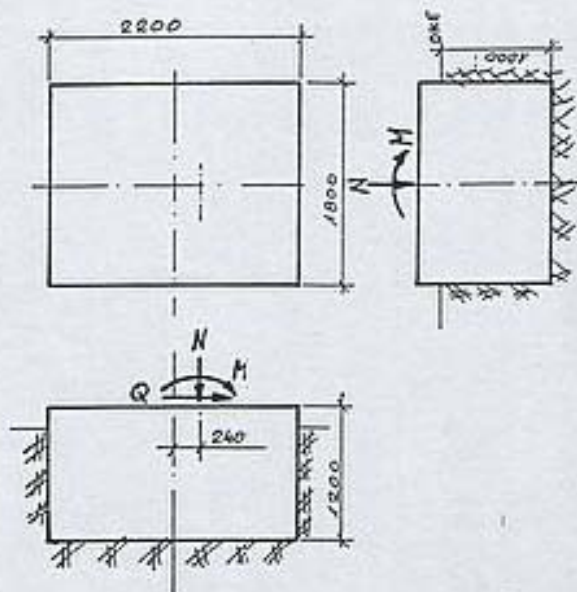
$$\max. Q < \text{zul. } Q$$

9.00 Fundament

Es wird ein Fundament der Abmessungen

$$2,2 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$$

gewählt; Gründung auf frostfreier Tiefe und tragfähigem Boden.
Gründungstiefe $t = 1,00 \text{ m}$



Es ist aufzunehmen :

unvereist

$$N = 6127 \text{ N}$$

$$Q = 4101 \text{ N}$$

$$EM = 39,31 \text{ kNm}$$

vereist

$$N = 12437 \text{ N}$$

$$Q = 5771 \text{ N}$$

$$EM = 59,62 \text{ kNm}$$

Für die Ermittlung des Fundamentgewichts wird $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ gesetzt.

$$G = \gamma \cdot B \cdot L \cdot H = 25 \cdot 2,2 \cdot 1,8 \cdot 1,2 = 119 \text{ kN}$$

9.10 Bodenpressung (Wind längs)

9.11 Moment in der Bodenfuge

$$M_y = \frac{39,31}{4,1 \cdot 1,2}$$

$$= 43,64 \text{ kNm}$$

$$M_x = 0$$

$$\begin{aligned} \Sigma N &= N + G = \\ &= 6,127 + 119 \\ &= 125,13 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$e_x = \frac{M_y}{\Sigma N}$$

$$e_x = \frac{43,64 \text{ kNm}}{125,13 \text{ kN}} = 0,35$$

$$M_y = \frac{59,62}{6,757 \cdot 1,2}$$

$$66,55 \text{ kNm}$$

$$M_x = 0$$

$$\begin{aligned} \Sigma N &= N + G = \\ &= 12,437 + 119 = \\ &= 131,44 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$e_x = \frac{M_y}{\Sigma N}$$

$$e_x = \frac{66,55 \text{ kNm}}{131,44 \text{ kN}} = 0,5 \text{ m}$$

1.40 Belastungsannahmen

1.41 Windlast

Als Aufstellungsort wird ZONE II (DIN 4131 A.1.2) bzw. ein äquivalenter STANDORT vorgesehen.

Staudruck in Geländehöhe $Q_0 = 1050 \text{ N/m}^2$

in Höhe Z über Gelände $Q(Z) = Q_0 + 3.Z \text{ [N/m}^2\text{]}$

($Q_0 = 1050 \text{ N/m}^2 = 148 \text{ km/h}$)

1.42 Vereisung

Nach Auskunft des "Zentralamt Deutscher Wetterdienst", Offenbach/M. kann für einen Standort innerhalb von Großstädten, innerhalb von städt. Bebauung sowie für Stadtrandlagen bis zu einer Meereshöhe von ca. 400 m über NN, sowie in Niederungen (vorwiegend ebenes Gelände) bis zu einer Meereshöhe von ca. 150 m über NN eine Vereisungsstärke von

1,50 - 2,00 cm zw. 0 und 10m über Grund und
2,00 - 2,50 cm zw. 10 und 20 m über Grund angesetzt werden

Die hier beschriebenen Standortkennzeichen decken den Hauptbereich der tatsächlichen Aufstellungsorte ab. Es wird daher in die Berechnung eingeführt:

0 < h < 10 m : 2,00 cm
10 < h < 20 m : 2,50 cm

Das Gewicht dieses Eisansatzes wird mit $= 7000 \text{ N/m}^2$ errechnet.

$$\frac{B_z}{6} > e_x$$

$$\frac{B_z}{6} < e_x < \frac{B_z}{3}$$

$$C_x = \frac{B_z}{2} - e_x =$$

$$= 1,1 - 0,49 = 0,62\text{m}$$

9.12 Bodenpressung

$$\sigma = \frac{EN}{A \cdot L} \left[1 + \frac{6 \cdot e_x}{B_x} \right]$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_x \cdot B_y} =$$

$$\sigma = \frac{125}{3,96} \left[1 + \frac{6 \cdot 0,35}{2,2} \right]$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 131,27}{3 \cdot 0,6 \cdot 1,8} =$$

$$= 62 \text{ kN/m}^2$$

$$= 81 \text{ kN/m}^2$$

9.20 Nachweis nach DIN 4131 Abs. 6.3

$$e_x = \frac{1,5 M_y}{EN} =$$

$$e_x = \frac{1,5 M_y}{EN} =$$

$$e_x = \frac{1,5 \cdot 43,64}{125,13 \text{ kN}} = 0,52$$

$$e_x = \frac{1,5 \cdot 66,55}{131,44 \text{ kN}} = 0,76$$

$$C_x = \frac{B_z}{2} - e_x =$$

$$C_x = \frac{B_z}{2} - e_x =$$

$$= 1,1 - 0,52 =$$

$$= 0,58 \text{ m}$$

$$= 1,1 - 0,76 =$$

$$= 0,34 \text{ m}$$

9.21 Bodenpressung

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_x \cdot B_y} =$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 125,13}{3 \cdot 0,52 \cdot 1,8} =$$

$$= 89 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_x \cdot B_y} =$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 131,44}{3 \cdot 0,34 \cdot 1,8} =$$

$$= 143 \text{ kN/m}^2$$

9.30 Bodenpressung (Wind quer)

Da die aerodynamischen Kraftbeiwerte in Längsrichtung 18% größer als diejenigen in Querrichtung sind, ($C_{ra, \text{Längs}} = 1,18 \cdot C_{ra, \text{quer}}$) betragen die Schnittgrößen in Querrichtung :

9.31 Moment in der Bodenfuge

$$M_x = 43,64 / 1,18 =$$

$$= 40 \text{ kNm}$$

$$EN = N + G =$$

$$= 6,127 + 119$$

$$= 125,127 \text{ kN}$$

$$e_y = \frac{M_x}{EN} =$$

$$e_y = \frac{40 \text{ kNm}}{125,127 \text{ kN}} = 0,31$$

$$\frac{B_y}{6} < e_y < \frac{B_y}{3}$$

$$M_x = 66,55 / 1,18 =$$

$$= 56,4 \text{ kNm}$$

$$EN = N + G =$$

$$= 12,44 + 119 =$$

$$= 131,44 \text{ kN}$$

$$e_y = \frac{M_x}{EN} =$$

$$e_y = \frac{56,4 \text{ kNm}}{131,44 \text{ kN}} = 0,43$$

$$\frac{B_y}{6} < e_y < \frac{B_y}{3}$$

$$C_y = \frac{B_y}{2} - e_y =$$

$$= 0,9 - 0,31 =$$

$$= 0,59 \text{ m}$$

$$C_y = \frac{B_y}{2} - e_y =$$

$$= 0,9 - 0,43 =$$

$$= 0,47 \text{ m}$$

9.32 Bodenpressung

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_y \cdot B_x} =$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 125,13}{3 \cdot 0,59 \cdot 2,2} =$$

$$= 64 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_y \cdot B_x} =$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 131,44}{3 \cdot 0,47 \cdot 2,2} =$$

$$= 85 \text{ kN/m}^2$$

9.40 Nachweis nach DIN 4131 Abs.

$$e_y = \frac{1,5 M_x}{EN} =$$

$$e_y = \frac{1,5 \cdot 10}{125,13 \text{ kN}} = 0,48$$

$$e_y = \frac{1,5 M_x}{EN} =$$

$$e_y = \frac{1,5 \cdot 56,4}{131,44 \text{ kN}} = 0,64$$

$$C_y = \frac{B_y}{2} - e_y =$$

$$= 0,9 - 0,48 =$$

$$= 0,42 \text{ m}$$

$$C_y = \frac{B_y}{2} - e_y =$$

$$= 0,9 - 0,64 =$$

$$= 0,26 \text{ m}$$

9.41 Bodenpressung

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_Y \cdot B_X} =$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 125,13}{3 \cdot 0,42 \cdot 2,2} =$$

$$= 90,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot EN}{3 \cdot C_Y \cdot B_X} =$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 131,44}{3 \cdot 0,26 \cdot 2,2} =$$

$$= 153 \text{ kN/m}^2$$

Die zul. Bodenpressung sollte also mindestens 100 kN/m² betragen.

Ausführung des Fundamentes : Beton B 25

BSt 500/550

Bewehrung konstruktiv Q 221 (oben/unten)

10.00 Oberleitung der Vertikalkraft von Schuß "2" auf Schuß "1"

10.10 Während des Aufstellens

Hierbei "hängen" ungünstig Schuß 10M/20 und 13M/20 sowie die Antenne auf dem Windeseil.

Hier ist aufzunehmen :

Es ist : $N_{Ges} = 900 \text{ N} + 2220 \text{ N} = 3120$

Für das Seil $N_S = 0,5 \cdot N_{Ges} = 1560 \text{ N}$

Nach DIN 15020, Blatt 3 ist für eine hier Seiltriebsgruppe 0 ein Seil $\phi 5$ mm (verzinkt), gewählt.

Drahtseil 5 DIN 3060 - SE - zn k 1770

min. Bruchkraft = 13600 N

Sicherheitsfaktor 5 = zul F = 2720 N > N_S

Winde : Selbstbremsende Handwinde für eine max. Last von 3000 N vorhanden.

Die Umlenkrollen entsprechen DIN 15020 (Seiltriebe)



10.20

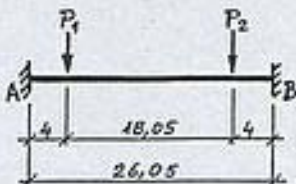
Nach dem Aufstellen

Nach den vollständigen Ausfahren wird die Vertikalbelastung aus dem oberen Schuß über eine automat. einrastende Klemmverbindung in den unteren Schuß geleitet. Mit dieser Verbindung wird gleichzeitig das exakte Ausfahrmaß gesichert.

Wird ungünstig angenommen, daß die Gesamtvertikallast nur auf einer Seite übertragen wird, so ergibt sich für die Pfosten $\varnothing 38 \times 10$ eine Zusatzbelastung aus

$$P_1 = P_2 = 2310/2 = 1155 \text{ N}$$

$$\text{zu } M = 1155 \text{ N} \cdot 4 \text{ cm} = 4620 \text{ Ncm}$$



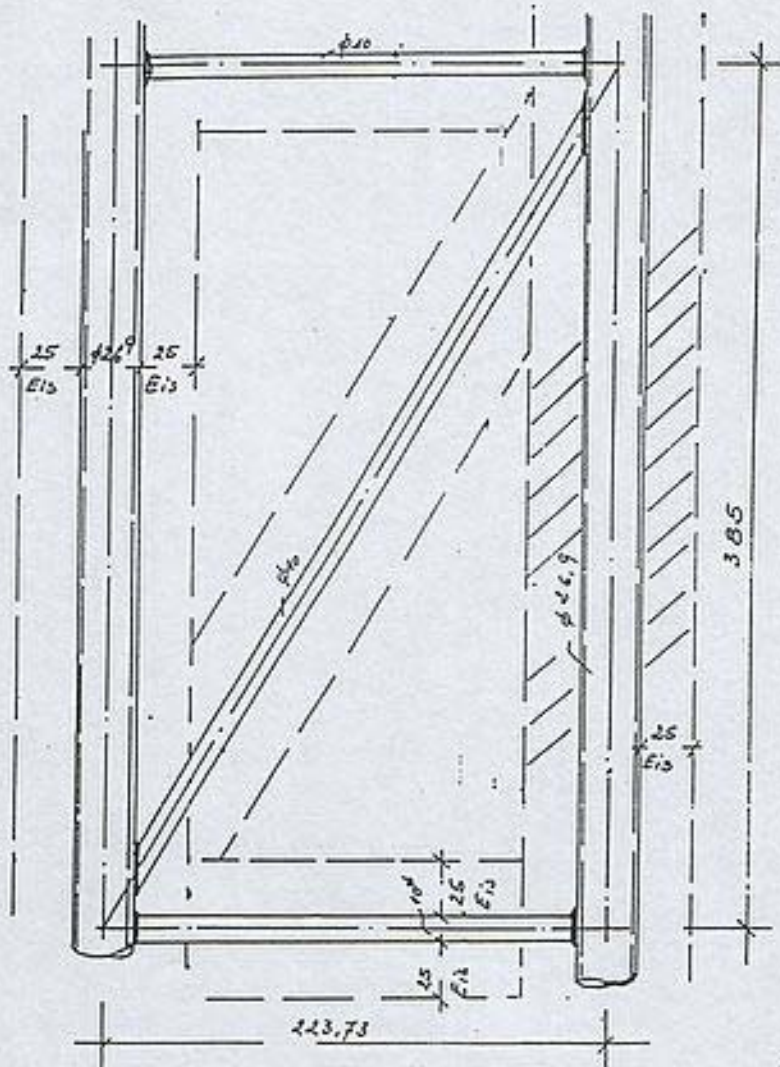
$$W_k = 3,8^2/6 = 2,407 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 4,62 \text{ kNcm} / 2,407 \text{ cm}^3 = \pm 1,92 \text{ kN/cm}^2$$

Dies kann, wie Pkt 6.222 zeigt, o.V. aufgenommen werden.

Hannover, im Sept. 1993
 Marfiner

11.00 Anlage zur Statik
 Abmessung des Schusses 10M/20
 - unvereist - vereist

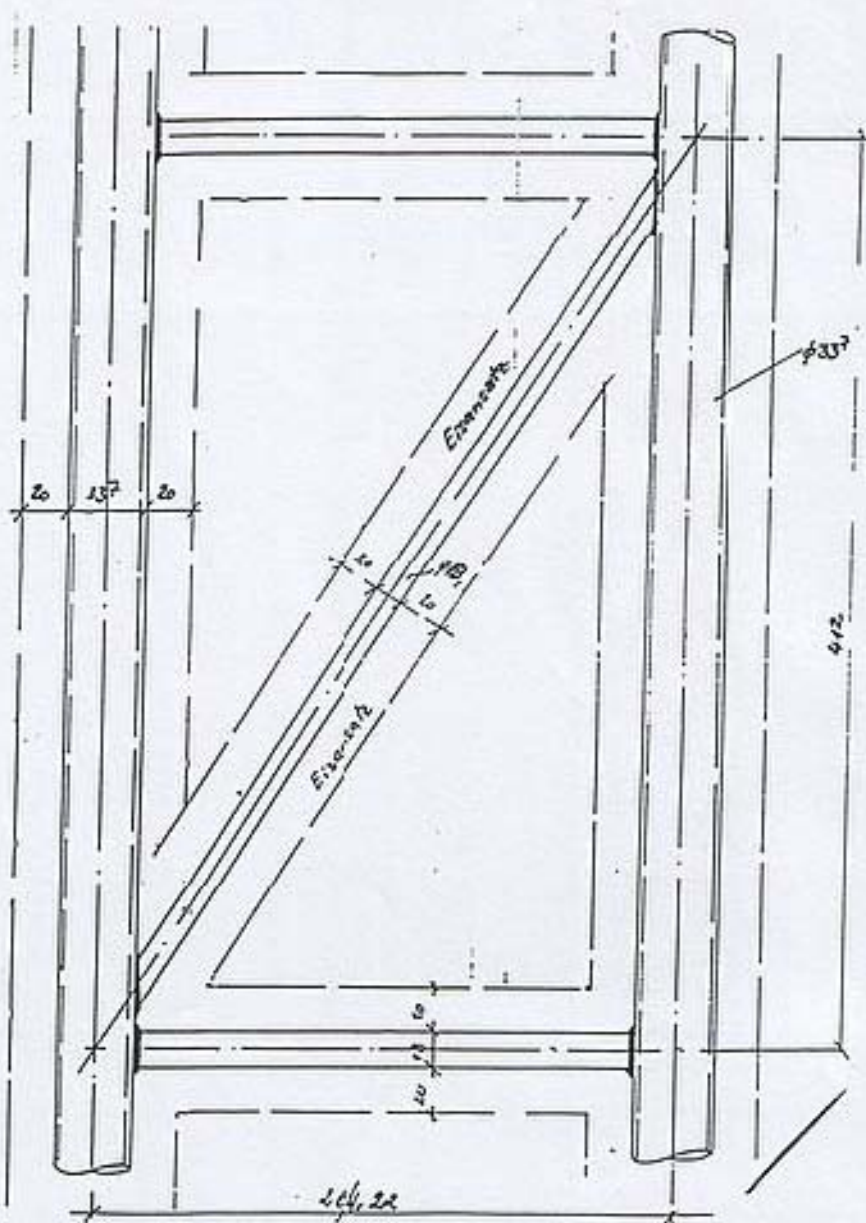


12.00

Anlage zur Statik

Abmessung des Schusses 1JM/20

- unvereist - vereist



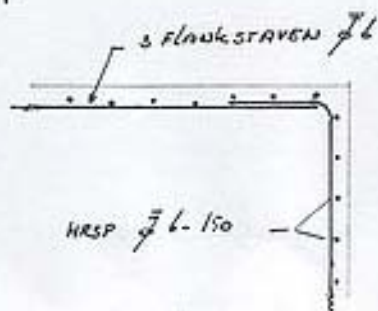
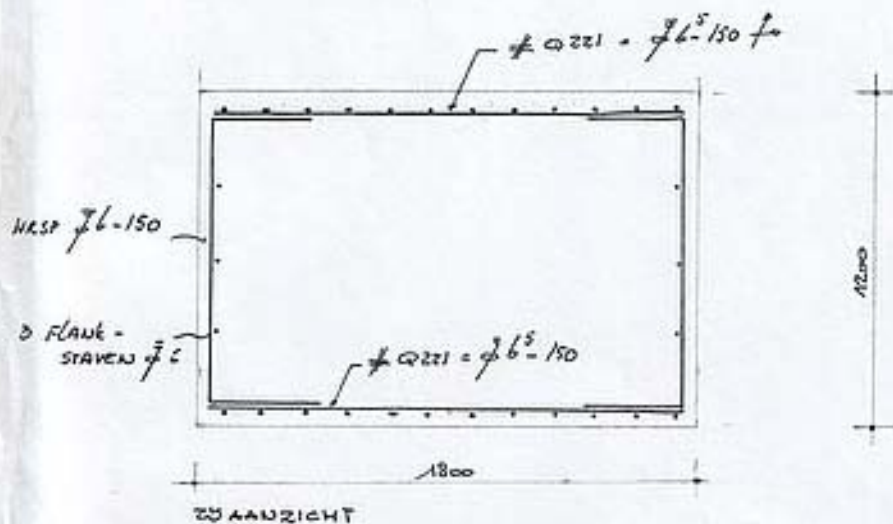
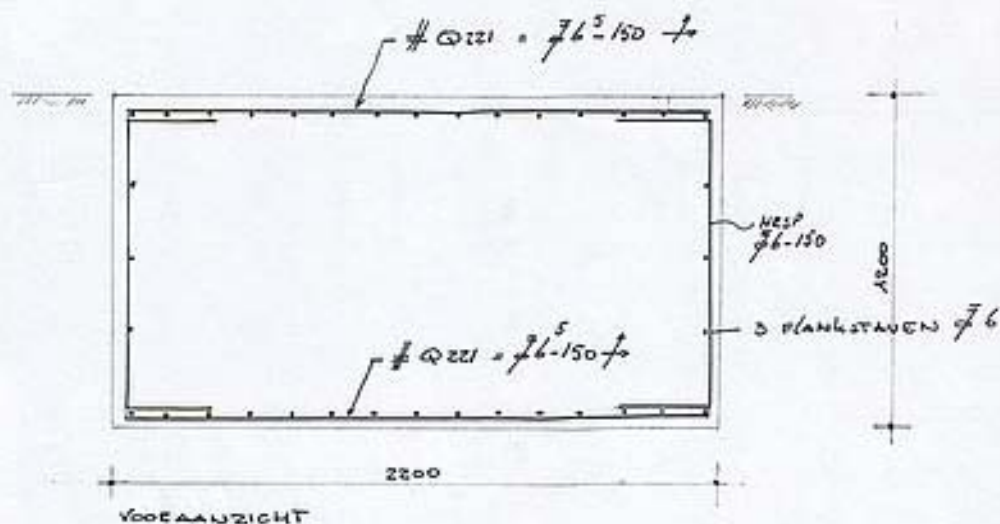
Bauwerk: Gittermast Typ VERCATORER BP 60 SX

Vertrieb: Kurt Fritzel KG; Antennen für Kurzwellenfunk; Sonnenwendstr. 41; 6702 Bad Dürkheim

VOOR IN TE STORTEN ANKERS E.D. ZIE OVERIGE
TEKENINGEN.

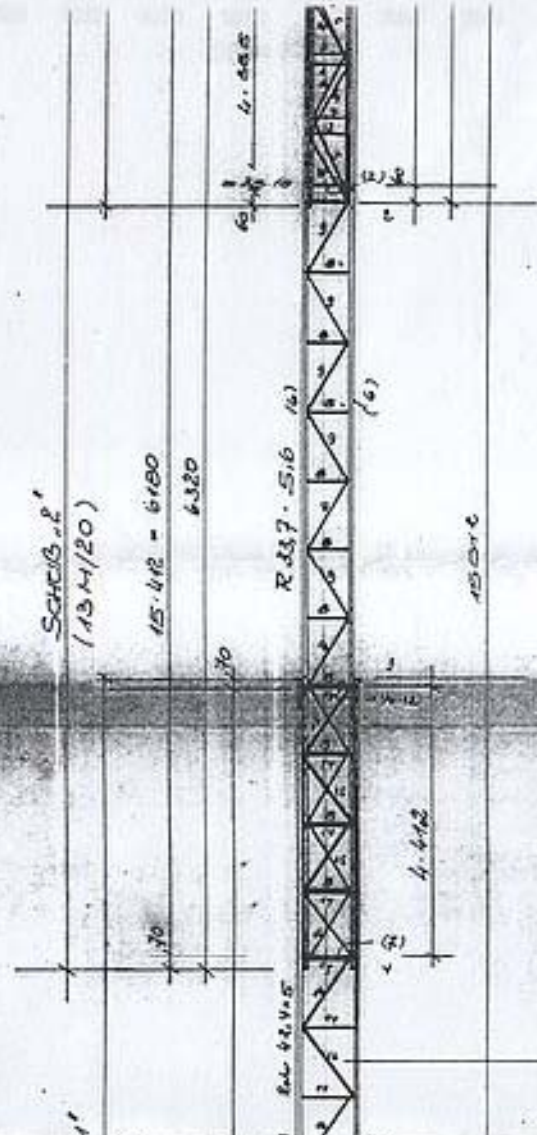
301220

24x180



BETON: C 25
STAAL: Fe-B-500
BETONDEKKING:
ONDERZIJDE: 40 MM.
OVERIGE ZIJDEN: 35 MM.

HOEKOPLOSSING FLANKWAPENING



21	Feßpl.	220-12-90	21 37
14a	Pfeiler	φ 137	21 37
14b	"	φ 137	21 37

all. = 40.12

Diagonaleinrichtung im
Schub 13M/20 wie in
13M/20
Nur zur besseren Über-
sicht gedraht

zul. Bodenpressung $\hat{=}$
 $\geq 10 \text{ Np/m}^2$
 $\geq 100 \text{ kN/m}^2$
 ZIE PAC 60

1.43 Eigengewicht des Mastes

In Ansatz werden die verwoogenen Gewichte gebracht. Für den vorliegenden Typ ist

$$\text{ges. } G = 3000 \text{ N (aufgerundet)}$$

$$\text{dazu Fundamentstütze} = 2000 \text{ N}$$

$$\text{Gesamtgewicht : EG} = 5000 \text{ N}$$

1.44 Eigengewicht und Windlast der Antennen

Für den Mast ohne Vereisungsgefahr wird eingerechnet

$$H \leq 800 \text{ N}$$

$$N \leq 900 \text{ N}$$

Für den Mast mit Vereisungsmöglichkeit :

$$H \leq 400 \text{ N}$$

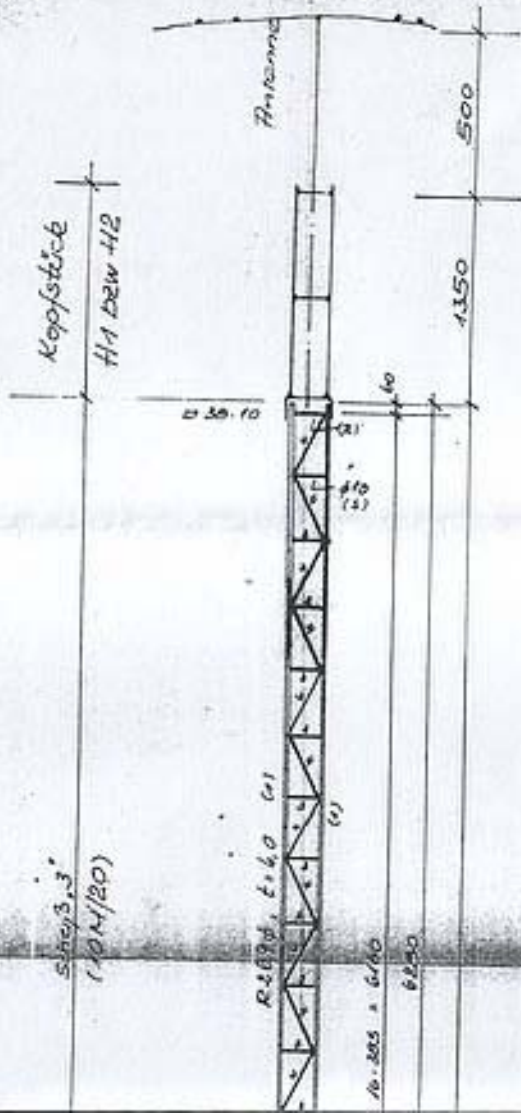
$$N \leq 900 \text{ N}$$

Anhand des Antennenherstellers ist verantwortlich zu überprüfen, daß die angenommenen Werte nicht überschritten werden.

1.45 Berücksichtigung von Schwingungswirkung (DIN 4131 Abs.A2)

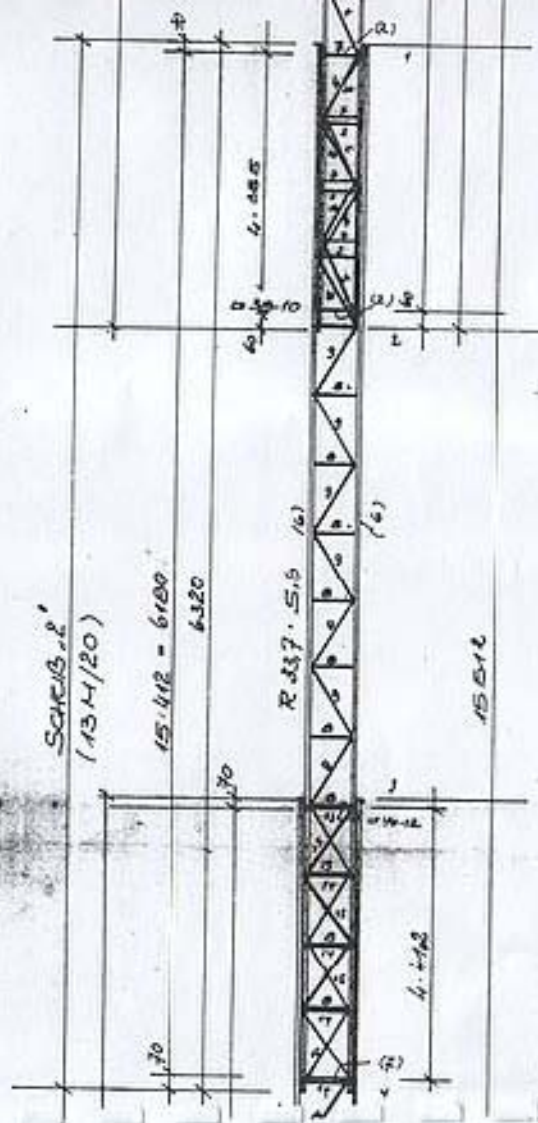
Die Schwingungsdauer T beträgt 1,1 s (Mittelwert aus 5 an einem aufgestellter Mast einschl. Antenne ausgeführten Messungen).

Die Dämpfung (bleibt unberücksichtigt) des Systems ist infolge der Konstruktionseigenheit "ineinander verschiebliche Einzelschüsse" extrem hoch.



PROFILE

Pos.	Bez.	Profil	Größe
1	Gurt	26,9-4	300
2	Pfosten	a 30-10	
3	Pfosten	φ 10	
4	Diag.	φ 10	
5	Diag.	φ 13	
6	Gurt	33,7-5,6	
7	Pfosten	a 30-10	
8	Pfosten	φ 13	
9	Diag.	φ 13	
10	Diag.	φ 15	
11	Diag.	φ 17	
12	Gurt	42,1-1,5	
13	Pfosten	a 40-10	
14	Pfosten	φ 13	
15	Diag.	φ 17	
16	Diag.	φ 13	

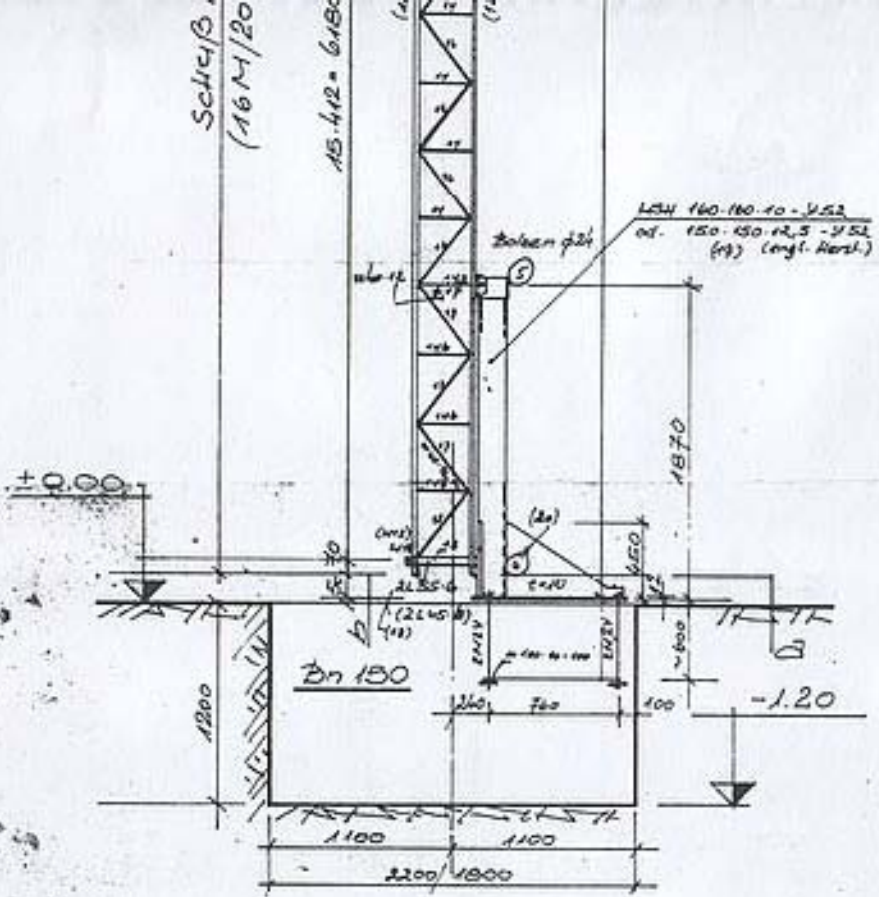


17	Diag.	$\phi 20/20$	12
18	Sporn	IL 45.6 IL 50.6	
19	Fer-Stütze	NSM 100/10 150-12.6	51.52
20	Rippe	t = 10	21.27
21	Fußpl.	920-12-90	56.27
14a	Pfosten	$\phi 17$	4.27
14b	"	$\phi 13$	11.27

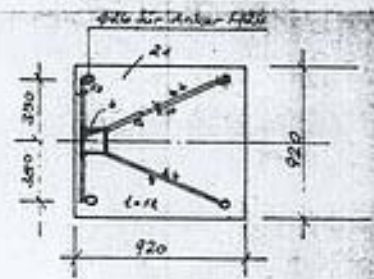
all. = 60.12

andienung im
16M/20 wie in
besseren Char-
gedraht

zul. Bodenpressung $\geq 10 \text{ Mp/m}^2$



Schnitt a-b



Übersicht BP605

3. PLANUNG 4. VERLEGEN 5. VERSTÄRKEN 6. VERSTÄRKEN 7. VERSTÄRKEN 8. VERSTÄRKEN	✓ N.Y. I. N.E. Anlage für stl. Band
---	--

2.00 Obersicht

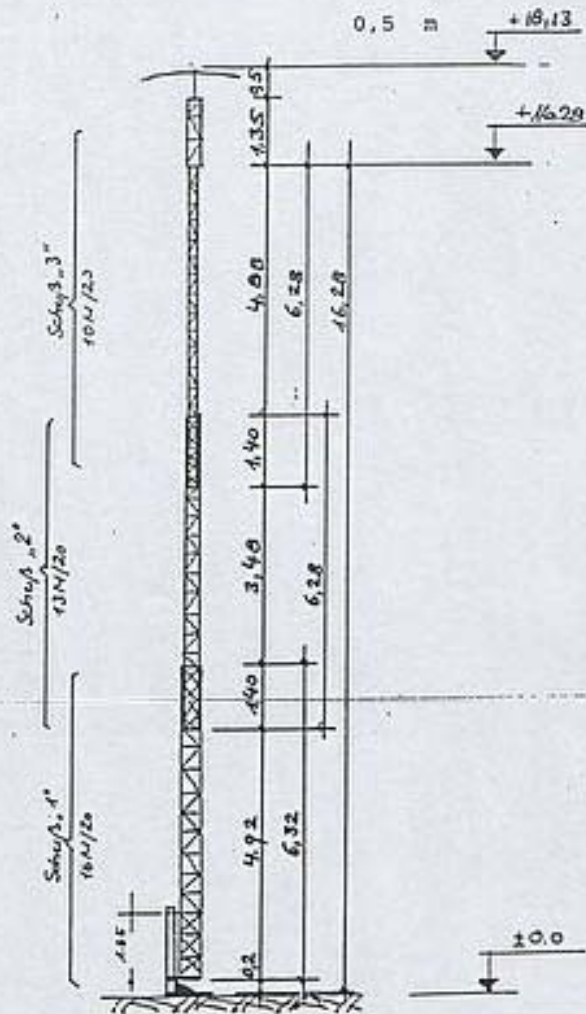
Hauptabmessungen

Gesamthöhe einschl. Kopfstück und Antenne 18,13 m
 Schußlängen

10 M/20	6,28 m
13 M/20	6,32 m
16 M/20	6,32 m
Kopfstück H2	1,35 m

Antenne

0,5 m +18,13



3.00 Windangriffsflächen, Kraftbeiwerte Cr.
Querschnitte

Siehe hierzu auch : Obersichtszeichnung
(Anlage zur stat. Berechnung).

3.10 Oberer Schuß (Typ 10 M/20)

3.11 Unvereist

3.111 Vorgesehene Profile, Profillängen.

Gurte	∅ 26,9 mm (1 1/16")
Diagonalen	∅ 10 mm
∅ 14 mm (4 Stück Annahme)	
Pfosten	∅ 10 mm
Gesamtlänge des Schusses	L = 6,28 m
im System	L _s = 6,16 m
Anzahl der Felder	n = 16
Einzelfeldlänge	l _s = 0,385 m
Diagonallänge im System	S _s = 0,4453 m
Diagonallänge eff	S _o = 0,395 m
Pfostenlänge im System	S _p = 0,22373 m
Pfostenlänge eff.	S _o = 19,683 cm