

Bauvorhaben:

Beleuchtungsmaste " Elbtunnel "

II

Bauherr:

Hamburger Elektrizitätswerke

Statische Berechnung Nr. 2575

Untersucht wird ein Schleuderbetonmast von 29,5 m Gesamtlänge in einstieliger Ausführung, einschließlich einem Dreieckförmigen Stahlbetonpodest und dem dazugehörigen Stahlbetonfundament.

Grundlagen:

Einzelmastausführung nach DIN 4228

Belastungsannahmen:

Allgemeine Windbelastung nach DIN 1055

Materialgüte:

Beton: Bn 550

Spannstahl: Sigma St 135/150

GEPRÜFT ✓
DIPL. ING. KAUFMANN

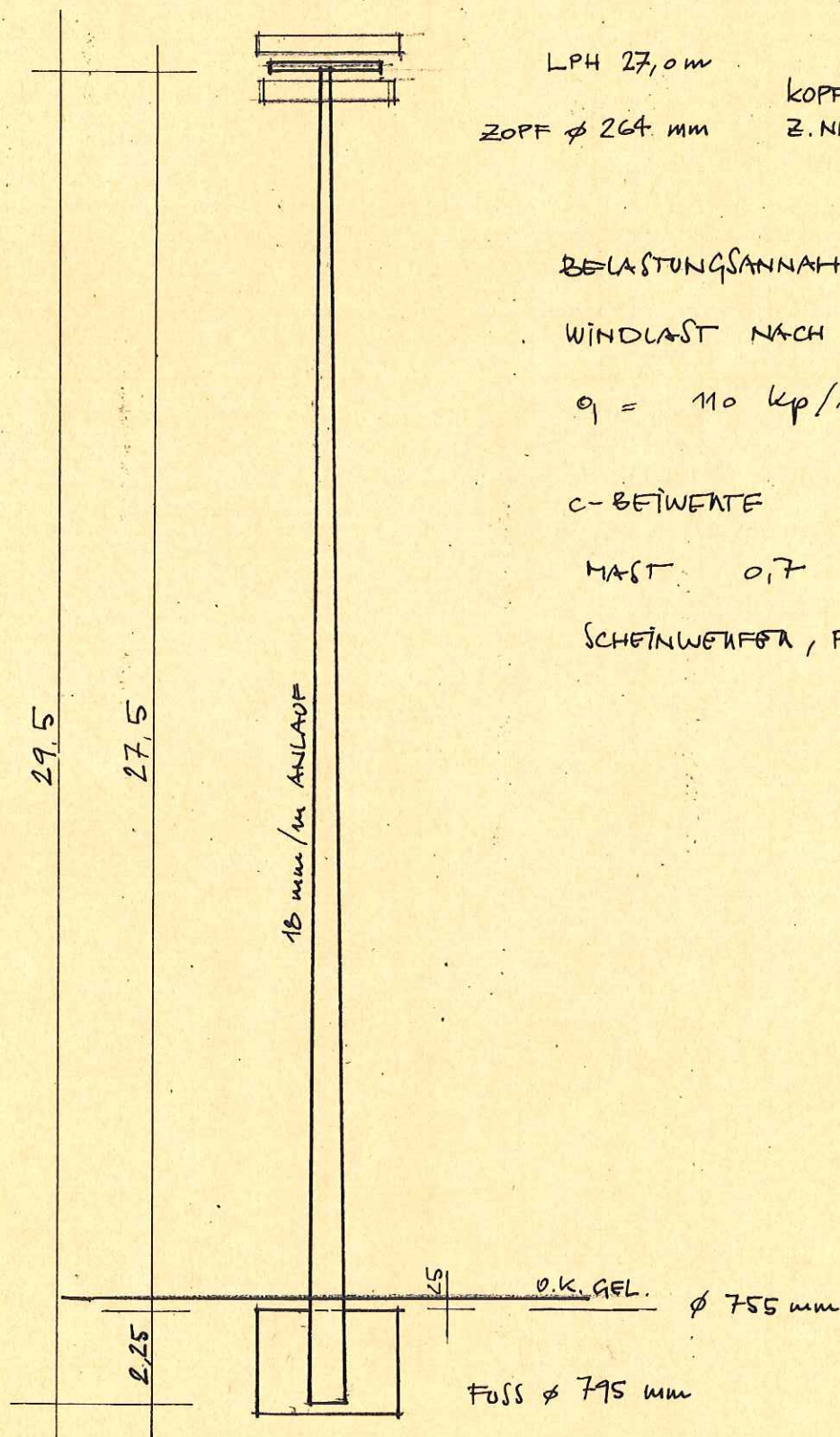
G. A. Pfeleiderer · Abt. Spannbeton - Mastwerk

Neumarkt / Opt.

21.5.74

[Handwritten signature]

BELEUCHTUNGSMASTE AM ELBTUNNEL HAMBURG



LPH 27,0 m

ZOPF Ø 264 mm

KOPPAUSBILDUNG NACH
Z.NK. 240/24 A

BELASTUNGSANNAHMEN =

WINDLAST NACH DIN 1055

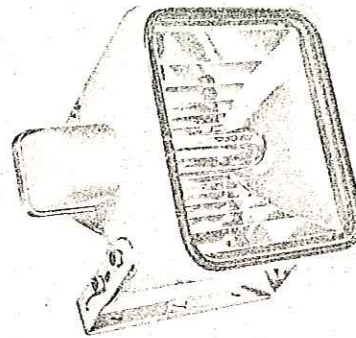
$$q = 110 \text{ kp/m}^2 \rightarrow v = 150 \text{ km/h}$$

C-BEIWERTE

MAST 0,7

SCHEINWERFER, PODEST USW. 1,6

S-HNF 003



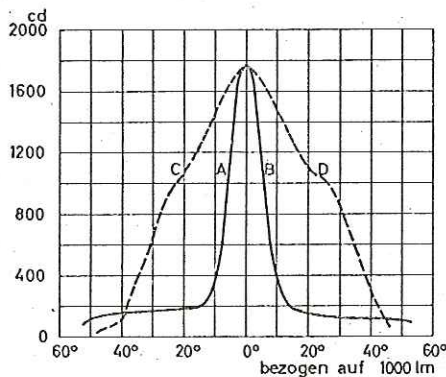
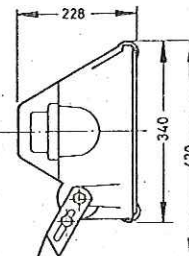
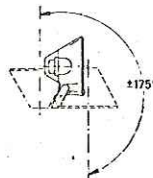
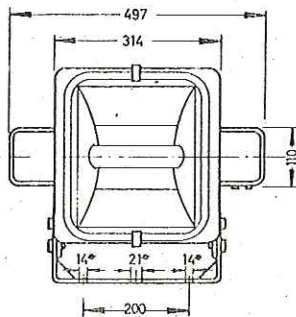
S-HNF 003 SCHEINWERFER FÜR 1 x SON-T-LAMPE

Für Wand- und Deckenmontage sowie Befestigung an Traversen. Rechteckiges Leuchtengehäuse mit Kühlrippen aus Siluminguß, Anschlußgehäuse aus Siluminguß mit Stopfbuchse PG 11, Spiegel aus Reinstaluminium gegläntzt und eloxiert. Abdeckscheibe aus Sicherheitsglas. Dichtung aus Neoprene-Profil. Verschlüsse aus nichtrostendem Stahl. Befestigungsbügel aus feuerverzinktem Flachstahl. Für wahlweise 1 x SON-T 400 W oder 1 x HPI-T 400 W. Entsprechend VDE 0710, Schutzleiteranschluß (Kl. I).

Staubgeschützt, strahlwassergeschützt (P 44 nach DIN 40 050).

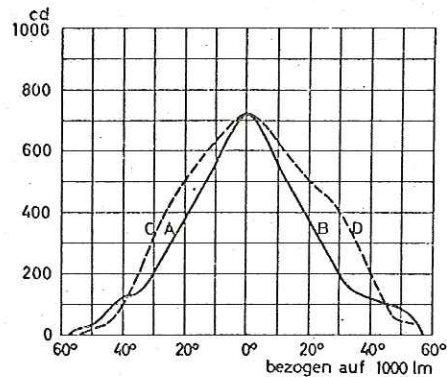
Zum Anstrahlen von Gebäuden, Gebäudeteilen, Baumgruppen in Parkanlagen u. dgl., sowie zur Beleuchtung von Sportstätten, Bauplätzen u. ä.

Die geringen Abmessungen machen diesen Scheinwerfer vielseitig einsetzbar.



S-HNF 003, engbündelnd

Bestückung:
1 SON-T 400W



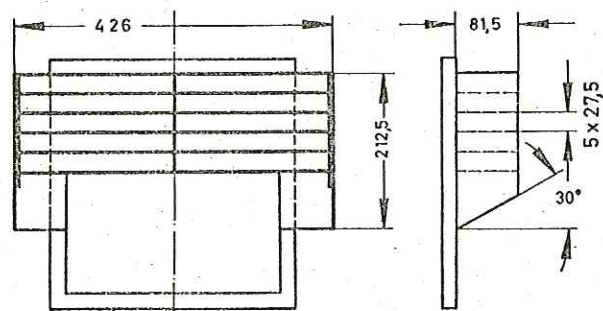
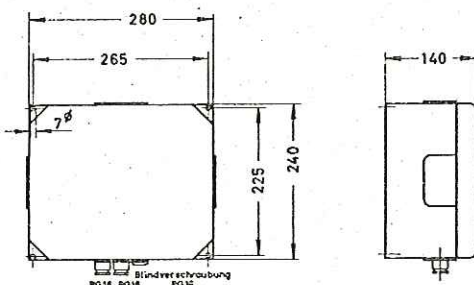
S-HNF 003, breitstrahlend

Bestückung:
1 SON-T 400W

ERGÄNZUNGSTEILE

Typ	Best. -Nr.	Gewicht
S-HNF 003 eng	187.0015	9,2 kg
S-HNF 003 breit	187.0019	9,2 kg

Typ	Best. -Nr.	Gewicht
Gußkasten IK 1 x HPI 400 W	187.6009	10,4 kg
Gußkasten IK 1 x SON 400 W	187.6005	13,8 kg
Raster	187.8003	

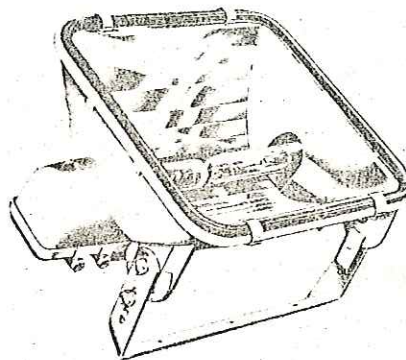


PHILIPS

04.72

GEPRÜFT
DIP. ING. KAUFMANN

S-HNF 001



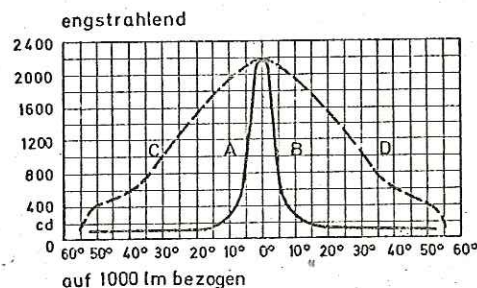
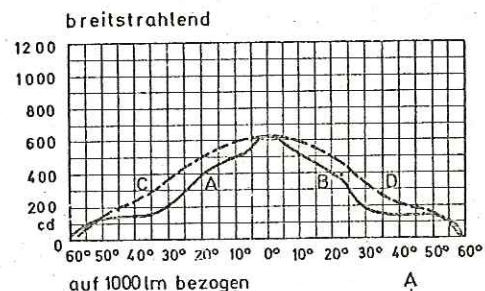
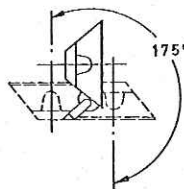
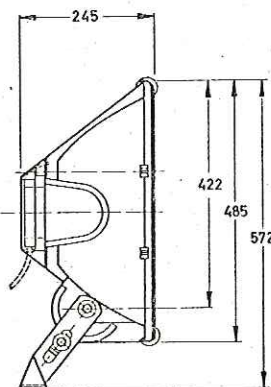
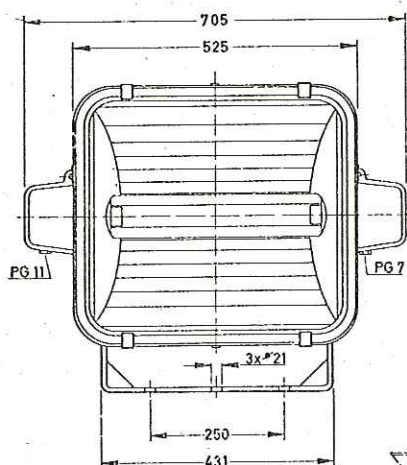
S-HNF 001 SCHEINWERFER FÜR 2 x SON-T 400 oder 2 x HPI-T 400 W

Für Wand- und Deckenmontage sowie Befestigung an Traversen. Rechteckiges Leuchtgehäuse mit Kühlrippen aus Siluminguß. Anschlußgehäuse aus Siluminguß mit Stopfbuchse PG 11 und PG 7. Spiegel aus Reinstaluminium, gegläntzt und eloxiert. Abdeckscheibe aus Sicherheitsglas. Dichtung aus Neoprene-Profil. Verschlüsse aus nichtrostendem Stahl. Befestigungsbügel aus feuerverzinktem Flachstahl. Für wahlweise 2 x SON-T 400 oder 2 x HPI-T 400 W. Entsprechend VDE 0710, Schutzleiteranschluß (Kl. I). Staubgeschützt, strahlwassergeschützt (P 44 nach DIN 40 050).

Zum Anstrahlen von Gebäuden, Gebäudeteilen, Baumgruppen in Parkanlagen u. dgl. sowie zur Beleuchtung von Industrieanlagen, Sportstätten, Bauplätzen u.ä.

Die robuste Ausführung dieses Scheinwerfers gestattet einen vielseitigen Einsatz. Der Lampenwechsel erfolgt von hinten, dadurch ist keine Verstellung des Scheinwerfers notwendig.

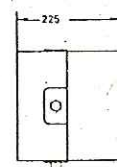
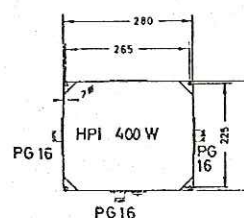
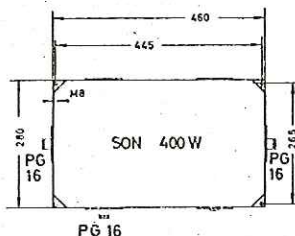
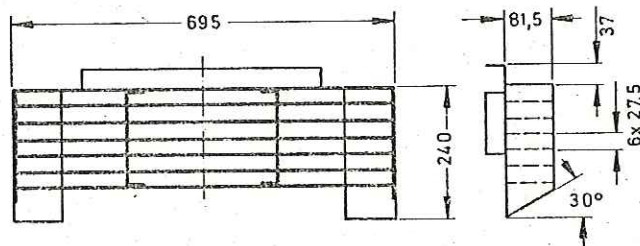
Der vertikale Schwenkbereich beträgt ca. 175 Grad.



Typ	Best.-Nr.	Gewicht
S-HNF 001 eng	187.0003	18,0 kg
S-HNF 001 breit	187.0026	18,0 kg

ERGÄNZUNGSTEILE

Typ	Best.-Nr.	Gewicht
Gußkasten IK 2 x HPI 400 W	187.6008	18,8 kg
Gußkasten IK 2 x SON 400 W	187.6012	27,0 kg
Raster	187.8005	



PHILIPS

ERMITTLUNG DER WINDLASTEN =1. SCHEINWERFERBÜHNE + SCHEINWERFER

$$W_{100}) \quad 0,10 \cdot 2,30 \cdot 1,6 \cdot 110 \cdot 2 = 81 \text{ kp}$$

(v. VORNE + v. HINT.)

SCHEINW.) MAX. BESTÜCKUNG 10 SCHEINW. TYP SHNF 001

UNGÜNST. ALLE V. VORNE

$$(0,53 \cdot 0,49 + 2 \cdot \sim 0,10 \cdot 0,12) \cdot 1,6 \cdot 110 \cdot 10 = 499 \text{ kp}$$

VONSCHALTG. MAX. 10 STEK.

$$0,27 \cdot 0,46 \cdot 1,6 \cdot 110 \cdot 10 = 218 \text{ kp}$$

 Σ WINDLAST KOPFAUSBILDUNG =

$$81 + 499 + 218 = 798 \sim \underline{\underline{800 \text{ kp}}}$$

2. MAST

$$\frac{0,264 + \sim 0,755}{2} \cdot 0,7 \cdot 110 \cdot 27,0 = \underline{\underline{1059 \text{ kp}}}$$

 Σ HORIZONTALKRÄFTE =

$$800 + 1059 = \underline{\underline{1859 \text{ kp}}}$$

BESTIMMUNG DER GEWICHTE

1. LEUCHTENBÜHNE

$$\begin{array}{rcll}
 \text{NP I } 100 & \sim 1,15 \cdot 8 \cdot 8,34 & = & 76,73 \text{ kp} \\
 \text{L } 100/50/6 & \sim 0,97 \cdot 8 \cdot 10,6 \cdot 2 & = & 164,51 \text{ " } \\
 \text{T } 50 & \sim 0,30 \cdot 20 \cdot 4,44 & = & 26,64 \text{ " } \\
 \text{PODESTSTR. } 152,4 \times 10 & 0,26 \cdot 35,1 & = & 9,13 \text{ " } \\
 \text{FLANSCHPL. } 60 \text{ cm Blech } 8 \text{ mm} & & & \\
 & \sim 0,34^2 \cdot \sqrt{8} \cdot 0,08 \cdot 7,85 \cdot 2 & = & 41,00 \text{ " } \\
 & & & \hline
 & & & 318,0 \text{ kp}
 \end{array}$$

LEUCHTEN

$$10 \cdot 18 = 180,0 \text{ kp}$$

NONSCHALTER.

$$10 \cdot 27 = 270,0 \text{ kp}$$

$$\Sigma = 768,0 \text{ kp}$$

2. MAST

$$w_0 = 0,65 \quad \text{ANLAUF } 18/16$$

$$2,64 + 7,95 = 10,59$$

$$0,65 + 0,95 = 1,60$$

$$8,99 \cdot 1,60 \cdot 0,785 \cdot 295 \cdot 2,7$$

$$= 8,99 \sim \underline{\underline{9,0 \text{ Mp}}}$$

$$\Sigma \text{ GEWICHT } 9,0 + 0,77 = 9,77 = \sim 10,0 \text{ to}$$

ERMITTLUNG DER MOMENTE

MOMENT BEI O.K. FUNDAMENT

$$\frac{0,7}{6} \cdot 110 \cdot 27,25^2 \cdot (0,755 + 2 \cdot 0,264) = 12,50 \text{ kNm}$$

$$0,800 \cdot 27,25 = 21,80 \text{ "}$$

$$34,30 \text{ kNm}$$

MOMENT BEI 20,0 m UNTERZOPF = 7,25 m
 " ÜBER FUNDAMENT = 624 mm

$$\frac{0,7}{6} \cdot 110 \cdot 20,0^2 \cdot (0,624 + 2 \cdot 0,264) = 5,91 \text{ kNm}$$

$$0,800 \cdot 20,0 = 16,00 \text{ kNm}$$

$$21,91 \text{ kNm}$$

1. Vorbemerkung:

Der Berechnung liegen zugrunde:

DIN 4228 - Spannbetonmaste, Ausgabe Oktober 1964

Ermittlung des Winddruckes auf den Mast nach

DIN 1055, Blatt 4

Diagramme zur Ermittlung der Bruchsicherheit, geprüft von der Technischen Hochschule München

Diagramme zur Ermittlung der Rissesicherheit, geprüft vom Ing. Büro Rieger Nürnberg

Diagramme zur Ermittlung von Schwinden und Kriechen

Nachweise in Grundlagenberechnung Nr 1840

2. Technische Daten:

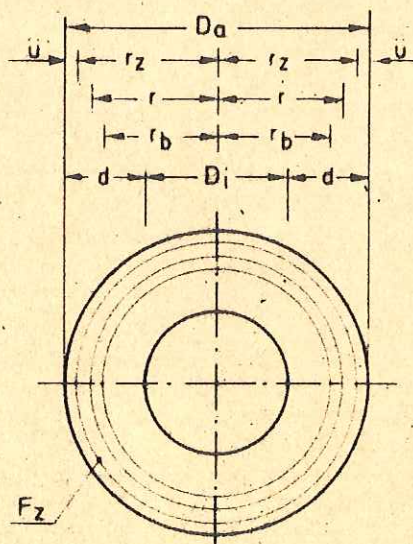
Baustoffe und zulässige Spannungen

Beton Bn 550
 $\sigma_{b \max} \approx 45 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_{z \max} \approx 8250 \text{ kp/cm}^2$

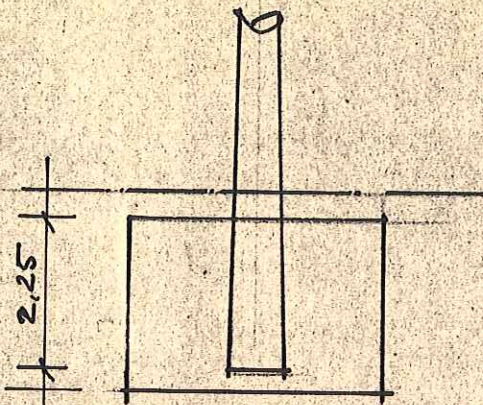
Spannstahl: Sigma $\emptyset 10$ St 135/150 rund (max.); $F_{z,1} = 0,785 \text{ cm}^2$
 Vorspannung: $\sigma_{z,v}^{(a)} = 8200 \text{ kp/cm}^2$

Schlaffe Bewehrung: St 60/90

Ausgangswerte für die Querschnitte unter „4. Tabellarische Querschnittsermittlung“ aufgeführt.

3. Geometrie:

UNTERSUCHUNG DER MASTEINSPANNUNG (Spiralbewehrung im Bereich der Fundamenteinspannung)



Nach Betonkalender 1968 Teil II, Seite 110

$$\text{wird } H_0 = H_{\max.} = \frac{3 \times M}{2 \times t} + \frac{5 \times H}{4}$$

$$M = 34,3 \text{ Mpm}; \quad H = 1860 \text{ kp}$$

$$H_0 = \frac{3 \times 34,3}{2 \times 2,25} + \frac{5 \times 1860}{4} = 25,19 \text{ Mp}$$

Querschnittswerte bei Schnitt

m (zur Vereinfachung)

$$S = \frac{D_a^3 - D_i^3}{12} = \frac{25,5^3 - 57^3}{12} = 20431 \text{ cm}^3$$

$$\text{Schubspannung } \tau_0 = \frac{Q \times S}{b_0 \times J_1}; \quad Q = H_0 = 25,19 \text{ Mp}$$

$$b_0 = 2 \times d = 2 \times 9,25 = 18,50 \text{ cm}; \quad J_1 = 1138174 \text{ cm}^4$$

$$\tau_0 = \frac{25190 \cdot 20431}{18,50 \cdot 1138174} = 24,44 \text{ kp/cm}^2$$

Nachweis der schiefen Hauptzugspannungen

Nach DIN 1045 neu, Anhang Tabelle 6, Zeile 48, wird: $\sigma_1 \text{ zul.} = 30 \text{ kp/cm}^2$; $\sigma_{bv\varphi} = 49 \text{ kp/cm}^2$

nach Betonkalender 1973, Seite 689 wird;

$$\begin{aligned} \sigma_I &= \frac{\sigma_{bv\varphi}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{bv\varphi}}{2}\right)^2 + \tau_0^2} = -\frac{49}{2} + \sqrt{\left(\frac{49}{2}\right)^2 + 24,44^2} \\ &= -24,5 + 34,60 = 10,10 \text{ kp/cm}^2; \quad T = d \times \sigma_I = 9,25 \cdot 10,10 = 93,45 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

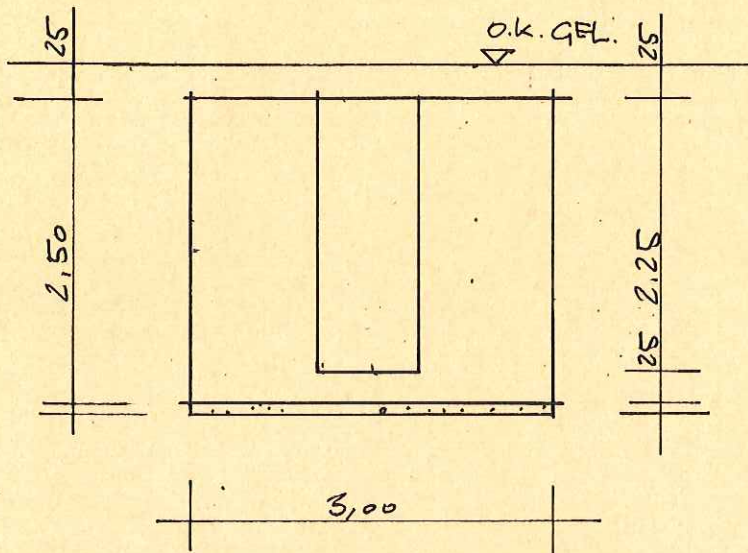
nach DIN 1045 neu, Anhang Tabelle 6, Zeile 71, wird: $\sigma_e \text{ zul.} = 4200 \text{ kp/cm}^2$

$$e = \frac{\sigma_e \times Fe}{T} = \frac{4200 \times 0,196 \text{ (Spirale } \phi 5 \text{)}}{93,45} = 8,8 \text{ cm}$$

Gewählt: Ganghöhe der Spirale 3,5 cm

BERECHNUNG DES FUNDAMENTES

DIE FUNDAMENTE SIND BEREITS GEBAUT UND WURDEN VON ANDERER STELLE GERECHNET. FOLGENDE BERECHNUNG GILT NUR ALS NACHWEIS, DASS DIE FUNDAMENTE AUSREICHEND BEMESSEN SIND.



$$M \text{ bei o.k. FUND.} = 34,3 \text{ Mp}$$

$$H = 1,86 \text{ Mp}$$

$$G = 10,0 \text{ Mp}$$

GEWICHT =

$$3,0 \cdot 3,0 \cdot 2,5 \cdot 2,5 = 56,25 \text{ Mp}$$

$$\text{BODAUF. } 0,25 \cdot 3,0^2 \cdot 1,8 = 4,05 \text{ "}$$

$$\% \text{ MAST } \sim 0,76^2 \cdot 0,785 \cdot 2,25 \cdot 2,5 = -2,55 \text{ "}$$

$$57,75 \text{ Mp}$$

$$+ \text{ MAST } \sim 10,00 \text{ Mp}$$

$$\Sigma = 67,75 \text{ Mp}$$

max M =

$$34,30 + 1,86 \cdot 2,25 = 38,49 \text{ Mp}$$

RESULTIERENDE = $c = \frac{M}{N}$

$$c = \frac{38,49}{67,75} = 0,57; \quad \frac{1}{6} \text{ von } 3,0 = 0,50$$

GEPRÜFT
DIP. ING. KAUFMANN

$$\text{KIPPSICHERHEIT} = \frac{67,75 \cdot 3,0/2}{38,49} = 2,64 \geq 1,5 \text{ fach}$$

$$\text{BODENPRESSUNG} = \frac{c}{b} = \frac{0,57}{3,0} = 0,19; \mu = 2,15$$

$$\sigma = 2,15 \cdot \frac{67750}{300 \cdot 300} = 1,62 \text{ kp/cm}^2$$

BODENPRESSUNG bei WINDANGRIFF IN RICHTUNG
DIAGONALE =

$$\frac{\max \mu}{\sqrt{2} \cdot N \cdot b} = \frac{38,49}{\sqrt{2} \cdot 67,75 \cdot 3,0} = 0,134 = \mu = 2,70$$

$$\sigma = 2,70 \cdot \frac{67750}{300 \cdot 300} = 2,03 \text{ kp/cm}^2$$

MASTEINSPANNUNG =

BETON BN 250 ; BAUSTAHL I

$$P = \frac{3 \cdot M}{2 \cdot l} + \frac{5 \cdot H}{4} = \frac{3 \cdot 34,3}{2 \cdot 2,25} + \frac{5 \cdot 1,86}{4} =$$

$$= 22,86 + 2,33 = 25,19 \text{ kp}$$

$$f_t = \frac{25,19}{1,4 \cdot 2} = 8,99$$

$$\text{GEWÄHLT: } 5 \varnothing 12 = 5,65 \text{ cm}^2$$

$$+ 3 \varnothing 12 = \frac{3,39}{9,04} \text{ cm}^2$$

KOPFAUSBILDUNG:

DIE SCHEINWERFERBÜHNE WIRD
ENTSPRECHEND DER ZEICHNUNG NR. 240/24 A
AUSGEBILDET.

DIE GESAMTE KONSTRUKTION IST NACH
KONSTRUKTIVEN ERFORDERNISSEN AUSGEBILDET.
DIE GEWÄHLTEN STAHLPROFILE SIND FÜR
DIE AUFTRETENDEN BELASTUNGEN AUSREICHEND
BEMESSEN.

DIE ZEICHNUNG 240/24 A BEFINDET
SICH IM ANHANG.

IN STATISCHER HINSICHT GEPRÜFT

ZUGRUNDE LAGEN

DIE PLANE DES ENTWURFSVERFASSERS.....VOM.....

SIEHE PRÜFBERICHT NR. M 22174 VOM 10. Juni 1974

NÜRNBERG, DEN.....

DER BEARBEITER

DER PRÜFINGENIEUR

DIPL.-ING. R. KAUFMANN

ANERKANNT MIT ME V. 5. APRIL 1966 NR. IV B 6-9143/2-71

LPH. 27,0 m

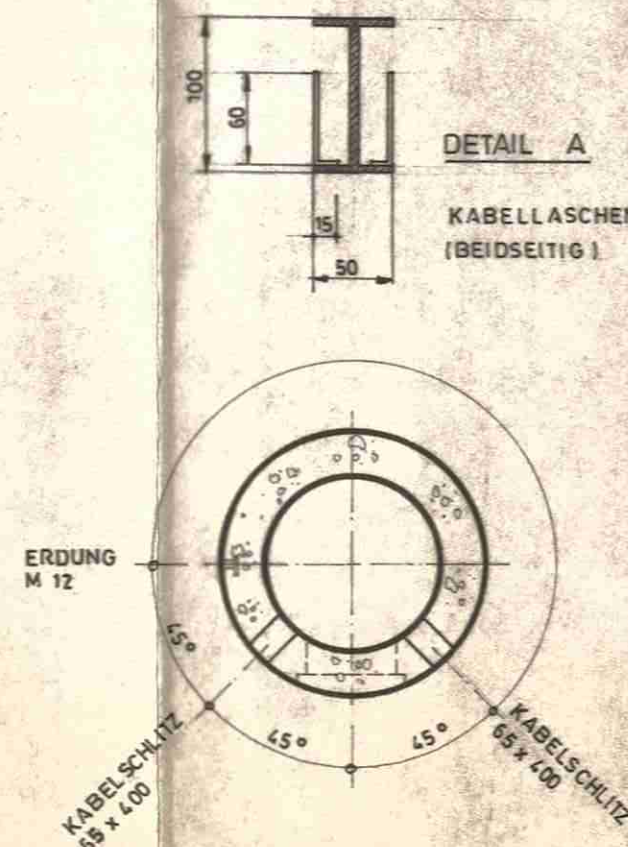
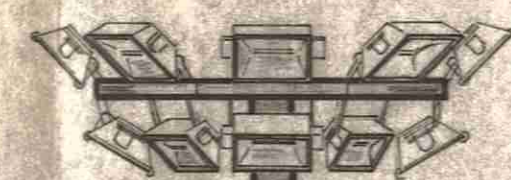
10 STCK. SCHEINWERFER
TYP. SHNF 001
MASTZOPF \varnothing 264 mm
MASTGEW. 895 kg

MASTGESAMTLÄNGE 29,5 m

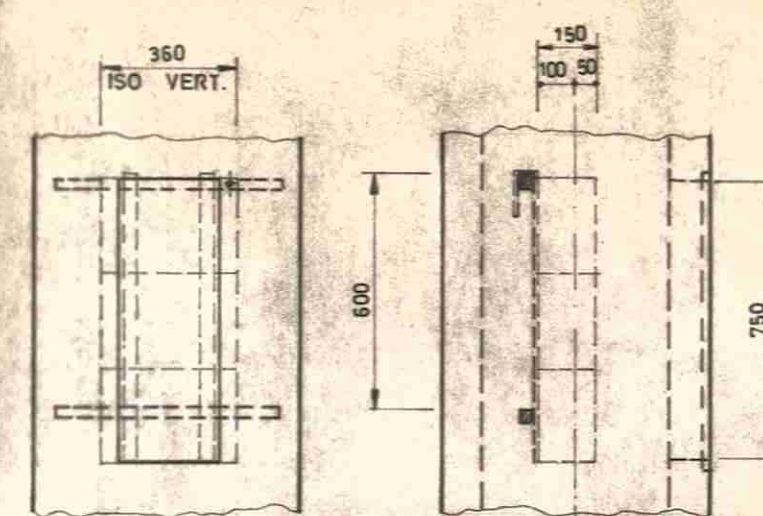
TYPENSCHILD: MESSING
KABELTÜRLEGIERUNG
GAL SI 5 M6
TÜRSCHLÜSSEL: V2A
9mm SEITENLÄNGE

ERDOBERKANTE
FUNDAMENT 0.K.

MASTFUSS 795 mm



SCHNITT A-A

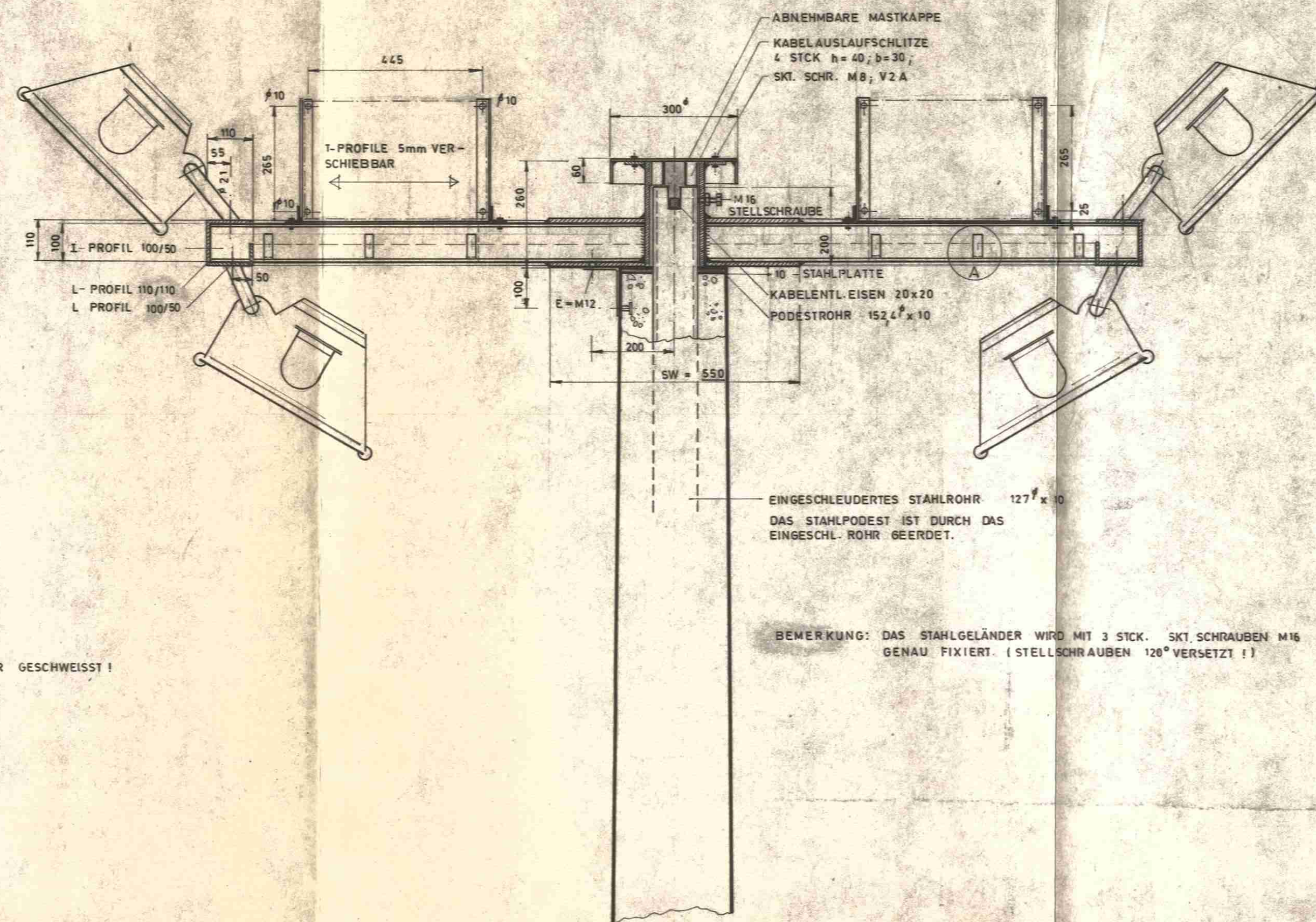


SCHNITT B-B

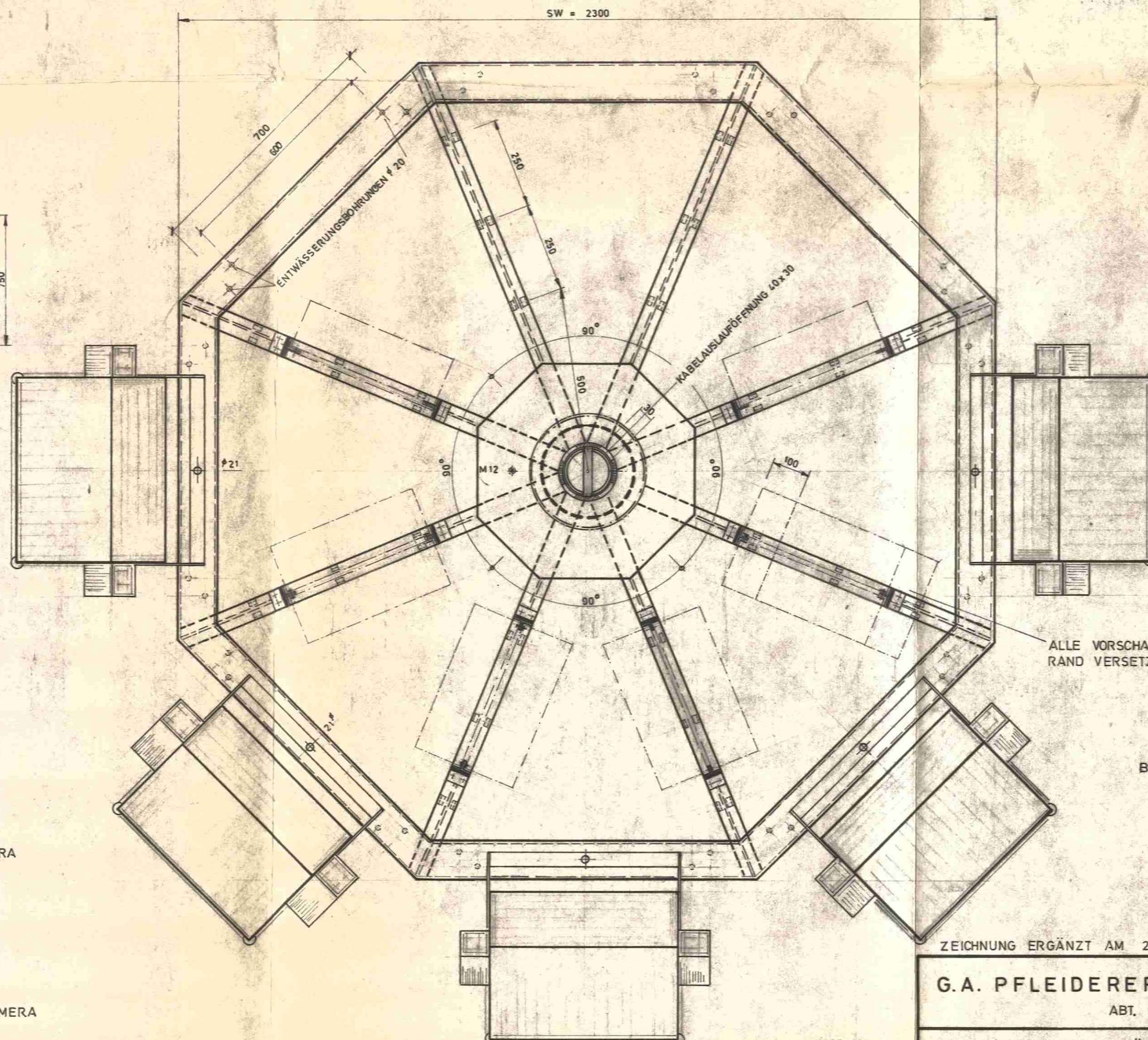
NORDRAMPE: MASS "X"	
MAST 1.1	2,0 m
1.2	2,0 "
1.3	3,0 "
1.4	2,0 "
1.6	1,2 "
2	1,2 "
SÜDRAMPE	
3.1	1,2 m
3.2	"
3.3	"
3.4	"
3.5	"
3.6	"

MAST MIT FERNSEHKAMMERA

MAST MIT FERNSEHKAMMERA



BEMERKUNG: DAS STAHLGELÄNDER WIRD MIT 3 STCK. SKT. SCHRAUBEN M16
GENAU FIXIERT. (STELLSCHRAUBEN 120° VERSETZT !!)



ALLE VORSCHALTGERÄTE KÖNNEN 100 mm IN RICHTUNG PODEST-
RAND VERSETZT WERDEN !

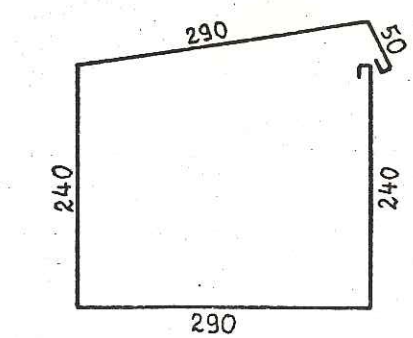
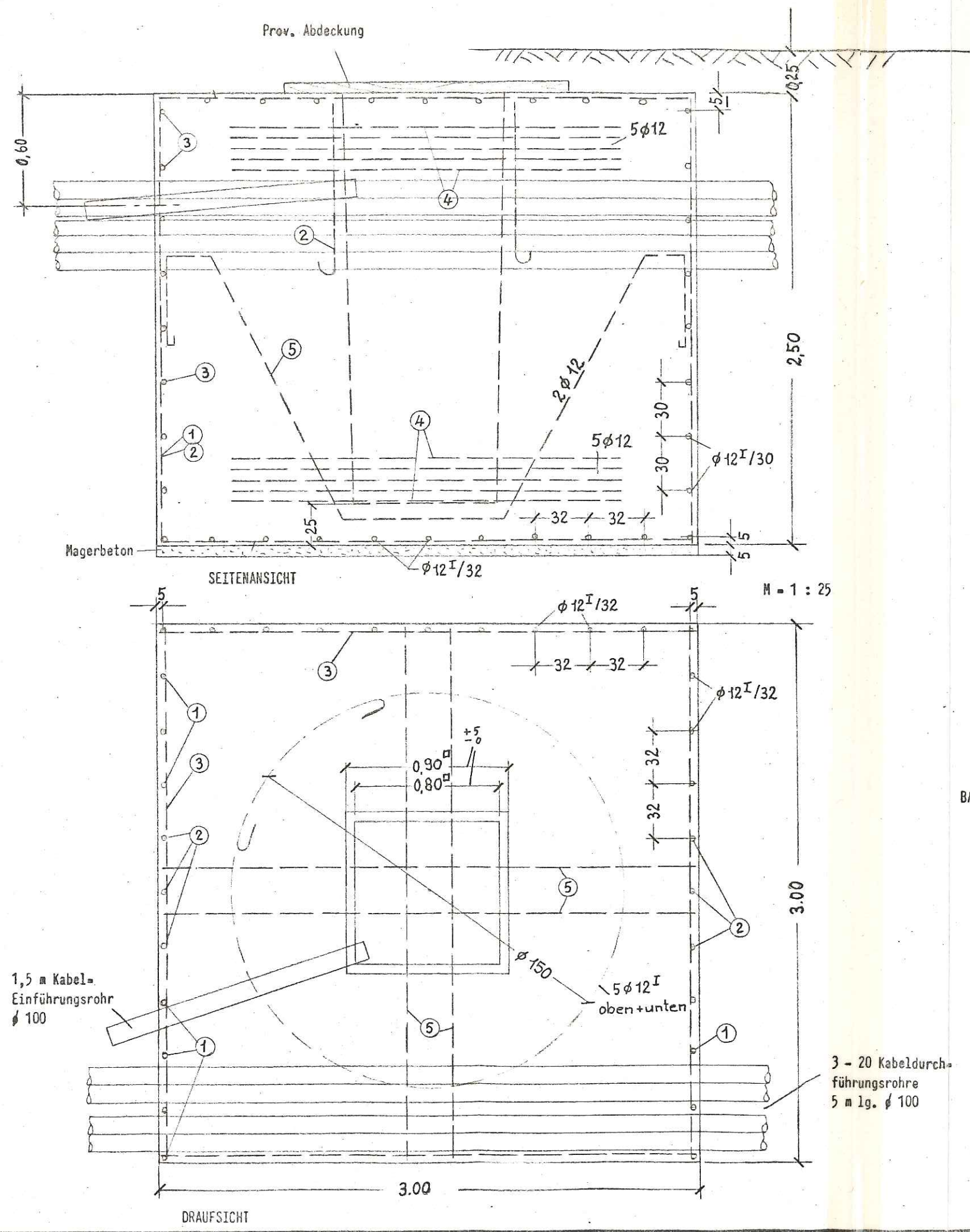
BEMERKUNG: ALLE STAHLTEILE SIND FEUERVERZ.
UND MIT CHING-ALVITE-EISENGLIMMER
GESTRICHEN !

IN STATISCHER HINSICHT GEPROBT
SIEHE PROFBERICHT NIM 22.11.74 VOM 10.6.74
WÜRZBURG, D.N.
DER BEARBEITER
DER PRÜFINGENIEUR
DIPL.-ING. W. KAUFMANN
ANERKANNT MIT ABG. V. 8. APRIL 1966 NR. IV 8-714/12-71

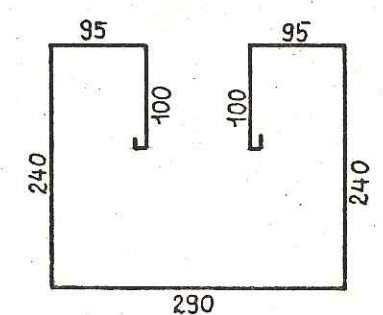
G.A. PFLEIDERER NEUMARKT OPF
ABT. SCHEUDERBETONMASTWERK

HOCHMASTBELEUCHTUNG FÜR ELBTUNNEL / HAMBURG (NORD-SÜDRAMPE)

MASSTAB 1:50 / 1:100 / GEZ. / DATUM 13.5.74 / NAME LI / ZEICHN. NR. 240/24 A

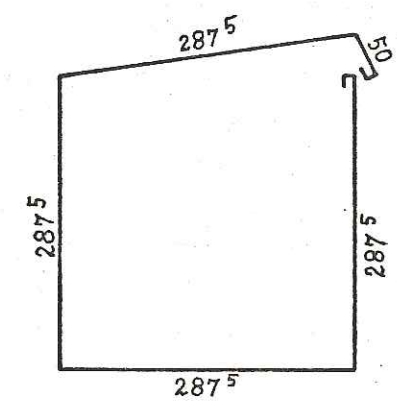


① 14 φ 12 (l = 11,3 m)

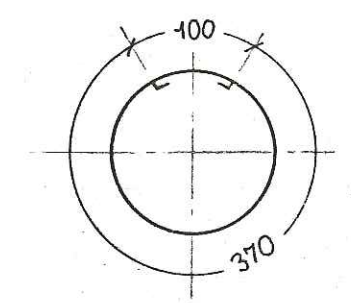


② 6 φ 12 (l = 11,8 m)

für Haken + 20 cm

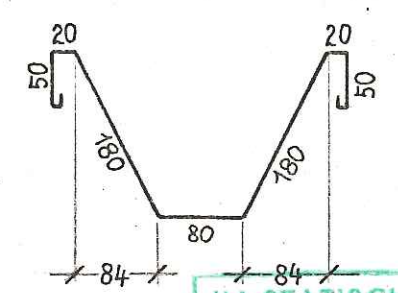


③ 9 φ 12 (l = 12,2 m)



④ 10 φ 12 (l = 5,9 m)

BAUSTOFFE : Beton : B 300
Betonstahl : St. I



⑤ 4 φ 12 (l = 6,0 m)

IN STATISCHER HINSICHT GEPRÜFT
SIEHE PRÜFBERICHT NRM 22134 VOM 10.6.74
MÜNCHEN, DEN 10.6.74
DER BEARBEITER
DER PRÜFINGENIEUR
DIPL.-ING. K. KÄUFMANN
ANERKANNT MIT ME V. 5. APRIL 1966 NR. IV B 6-9143/2-73

Datum	Name	HAMBURGISCHE ELECTRICITÄTS-WERKE	Abteilung
20.9.73	Milla		ÖFFENTLICHE BELEUCHTUNG
Maßst.	Fundament		Zeichnungs-Nr.
1 : 25 1 : 75	für Hochmast 27,0 m LPH WUH - Elbtunnelrampen		6516/2
			Ersatz für
			Entstanden aus