

Prüfamt für Baustatik  
Az.: 632/Typ - 1023/90

Kiel, den 19.04.1991  
Holstenstraße 55 - 57  
Tel.: 0431 / 901-2617

Prüfbericht

zur Typenprüfung in bautechnischer Hinsicht

Gegenstand der Typenprüfung: Windkraftanlage Vestas V27 - 225 kW  
Rohrturn und Fundament

Antragsteller: Vestas Wind Systems A/S  
Smed Hansens Vej 27  
DK - 6940 Lem

Hersteller der Anlage: Vestas Wind Systems A/S  
Smed Hansens Vej 27  
DK - 6940 Lem

Aufsteller der Bauvorlagen: Vestas Wind Systems A/S  
Smed Hansens Vej 27  
DK - 6940 Lem

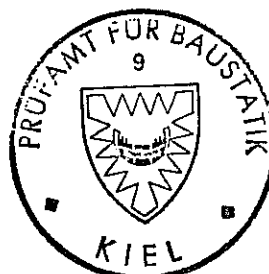
Vestas Deutschland GmbH  
Otto - Hahn - Straße 2  
2250 Husum

Ing.-Büro Otte - Bergmann  
Marienhölungsweg 31  
2390 Flensburg

Gutachter: Germanischer Lloyd AG  
Vorsetzen 32  
2000 Hamburg

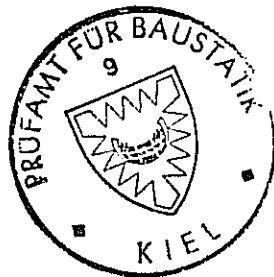
Geltungsdauer bis 31.03.1994.

Dieser Prüfbericht umfaßt 7 Seiten.



1. Zur Prüfung und Durchsicht vorgelegte Bauvorlagen

- 1.1 Gutachterliche Stellungnahme für eine Typenprüfung, Dr.B.Richter und Mitarbeiter, Germanischer Lloyd, Hamburg, Nr.70146, bestehend aus der
- Zusammenstellung vom 22.11.1990 1 Blatt
  - und den Einzelstellungen für
  - Lastannahmen, Nr.70146-1, vom 31.07.1990 3 Blatt
  - Bedienungsanleitung, Wartungspflichtenheft, Inbetriebnahmeprotokoll, Sicherheitseinrichtungen, Nr.70146-2, vom 19.11.1990 4 Blatt
  - Rotorblätter, Nr.70146-3, vom 06.08.1990 4 Blatt
  - Baugruppe Triebstrang, Maschinenhaus, Blattverstell-einrichtung, Bremssystem, Baugruppe Windrichtungsnachführung, Nr.70146-4, vom 10.06.1990 5 Blatt
  - Betriebszulassung, Nr.70146-5, vom 11.09.1990 1 Blatt
  - ergänzende Lastannahmen für den Turm, Nr.70146-1.1 vom 15.02.1991 2 Blatt
- 1.2 Anlagen zu den Einzelstellungen
- Nr.70146-1: Berechnung der Betriebs- und Extrem-lasten, Vestas Wind Systems A/S, deutsche Über- setzung: Germanischer Lloyd, Hamburg, Juli 1990 71 Blatt
  - Nr.70146-2: Instruktionbuch, Vestas Wind Systems A/S, Lem/Dänemark 55 Blatt
  - Nr.70146-3: Konstruktionszeichnungen Nr.900210, 920210, Vestas Wind Systems A/S, Lem/DK 2 Blatt
  - Nr.70146-4: Konstruktionszeichnungen Nr.900209, 921564, 834116, 831300, 833102, 920160, 921564, 831005, Vestas Wind Systems A/S, Lem/DK 8 Blatt
  - Nr.70146-5: Betriebszulassung für die Herstellung von Rotorblättern für Vestas Wind Systems A/S, Lem/DK, ausgestellt vom Germanischen Lloyd, Hamburg, am 11.09.1990 1 Blatt
  - Nr.70146-1.1: Berechnung der Turmkopflasten, Vestas Wind Systems A/S, Lem/DK, vom 15.12.1988 und 04.12.1990 5 Blatt



- 1.3 Statische Berechnung (Typenberechnung), Ing.-Büro  
Otte und Bergmann, Flensburg, vom 09.04.1991,  
einschl. Bewehrungsplan Gründung ( Seite 47 ) 48 Blatt
- 1.4 Konstruktionszeichnungen für den Turm Nr.27.00 bis  
27.09 vom 01.08.1990, nach deutschen Vorschriften  
überarbeitet von Vestas Deutschland GmbH, Husum 10 Blatt

## 2. Beschreibung

### 2.1 Anlagendaten und Baustoffe

Windkraftanlage Vestas V27 - 225 kW  
Nennleistung 225 kW  
Nennwindgeschwindigkeit 14 m/s  
Einschaltwindgeschwindigkeit 4 m/s  
Abschaltwindgeschwindigkeit 25 m/s

Die Anlage darf in den Staudruckzonen I bis IV gemäß  
E DIN 4131 aufgestellt werden.

Rotor mit 3 verstellbaren Rotorblättern ( pitch - Regelung )  
aus textilglasverstärktem Polyesterharz, Profil NACA 63-200  
Nabenhöhe 31,5 m  
Rotorkreisdurchmesser 27,0 m

Maschinenhaus mit Rotornabe, Rotorwelle, Getriebe, Generator  
und Drehkranz aus Werkstoffen für den Maschinenbau

Stahlrohrturm, konisch, innen besteigbar  
Aussendurchmesser 2,40 / 1,36 m  
Höhe ab OK Fundamentsektion 31,0 m

Flachgründung mit einbetonierter Stahlrohr-Fundamentsektion  
Fundamentabmessungen 7,10 / 7,10 / 1,00 m  
Erdüberdeckung der Fundamentplatte 0,87 m

Baustoffe für Turm und Gründung:

Stahl St 37-2, verzinkt ( Flamm-spritzverfahren ),  
Fundamentsektion feuerverzinkt  
Schrauben HV 10.9, feuerverzinkt  
Beton B 25  
Betonstahl BSt 500 S

### 2.2 Lastannahmen

Windlasten:

- Extremer Betriebslastfall:  
Extreme Böe, Windgeschwindigkeit  $v = 35$  m/s



- Sonderlastfall:  
Hohe Windgeschwindigkeit (bei Versagen der Blattverstellung)  
Windgeschwindigkeit gem. E DIN 4131, Staudruckzone IV,  
 $v = 52,15 \text{ m/s}$ ,  
Zuschlag für Standort auf Erhebung  $q_w = 0,15 \text{ kN/m}^2$
- Lastfall für den Betriebsfestigkeitsnachweis:  
Äquivalente Ermüdungslasten für  $10^7$  Lastspiele und  
Wöhlerlinien mit dem Exponenten 3 gem. Ergänzung zum  
Lastgutachten, Nr. 70146-1.1, Windgeschwindigkeit  $v = 14 \text{ m/s}$

Eigenlasten:

Rotor und Maschinenhaus	110 kN
Turm einschl. Ausstattung	114 kN
Fundament einschl. Stahlrohr	1375 kN
Erdauflast	718 kN

2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen nach DIN 18800, Teil 1 ( 11/90 )

Extremer Betriebslastfall	$\gamma (f) = 1,35$
Sonderlastfall	$\gamma (f) = 1,00$
Betriebsfestigkeit	$\gamma (f) = 1,00$

2.4 Schwingverhalten

- Nenndrehzahl (2-stufiges Getriebe)	$n_1 = 32 \text{ U/min}$	$n_2 = 43 \text{ U/min}$
- Rotorfrequenz	$f_1 = 0,54 \text{ Hz}$	$f_2 = 0,72 \text{ Hz}$
- Blattdurchgangsfrequenz	$f_1' = 1,62 \text{ Hz}$	$f_2' = 2,15 \text{ Hz}$
- Eigenfrequenz (bei elast. Einspannung)	$f_0 = 0,96 \text{ Hz}$	
- Böenreaktionsfaktor	$\phi (B) = 1,18$	

2.5 Baugrundbeanspruchung

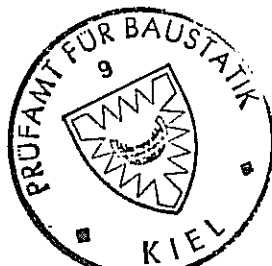
Die zulässige Bodenpressung gem. DIN 1054 muß mindestens  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$  betragen.

Die maximale Kantenpressung bei Wind über Eck beträgt  $\sigma = 180 \text{ kN/m}^2$ .

Der Grundwasserstand darf höchstens bis zur Gründungssohle reichen.

Die Erdüberdeckung der Fundamentplatte muß mindestens  $t = 0,87 \text{ m}$  betragen ( für  $\gamma (Boden) = 18 \text{ kN/m}^3$  ).

Der dynamische Steifemodul des Baugrundes muß mindestens  $E_{s^{dyn}} = 75000 \text{ kN/m}^2$  betragen.



...

### 3. Prüfbemerkungen

Die Typenprüfung bezieht sich ausschließlich auf die Standsicherheit der Anlage und nicht auf die Verfügbarkeit zur Energieerzeugung oder auf sonstige bauordnungsrechtliche oder andere behördliche Anforderungen.

Maßnahmen zur Halterung des Mastes während des Transportes und der Montage sowie die Leiter zum Besteigen des Turmes sind nicht Gegenstand der Prüfung.

Die geprüften Bauvorlagen sind vollständig und richtig. Die elektronisch durchgeführten Berechnungen wurden durch Vergleichsrechnungen überprüft.

Die in den der Berechnung zugrunde gelegten technischen Vorschriften geforderten zulässigen Spannungen und Sicherheiten werden eingehalten.

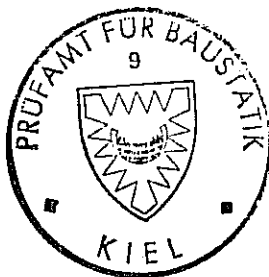
### 4. Für den Bauantrag im Einzelfall erforderliche Bauvorlagen

Der Baugenehmigungsbehörde sind vorzulegen:

- 4.1 Dieser Prüfbericht mit 7 Seiten,
- 4.2 die statische Berechnung (1.3),
- 4.3 die Konstruktionszeichnungen für den Turm (1.4),
- 4.4 die gutachterlichen Stellungnahmen (1.1),
- 4.5 das Instruktionsbuch mit Anlagenbeschreibung usw. (1.2, Anlage zu Prüfbericht Nr.70146-2),
- 4.6 die Betriebszulassung für die Herstellung von Rotorblättern (1.2, Anlage zu Prüfbericht Nr.70146-5),
- 4.7 der Große Eignungsnachweis zum Schweißen gem. DIN 18800, Teil 7, mit Erweiterung für nicht vorwiegend ruhende Beanspruchung (s. 5.2),
- 4.8 der Nachweis der Schallimmissionen (s. 6.1),
- 4.9 das Baugrundgutachten eines Baugrundsachverständigen (s. 5.1).

### 5. Besondere Bestimmungen für die Bauausführung

- 5.1 Vor der Herstellung des Fundamentes ist die Beschaffenheit des Baugrundes festzustellen.  
Durch einen Baugrundsachverständigen ist die Tragfähigkeit und



...

dynamische Beanspruchbarkeit des Baugrundes gutachterlich zu bescheinigen.

Können die unter Ziffer 2.5 aufgeführten Bodenkennwerte nicht eingehalten werden, müssen besondere Gründungsmaßnahmen ergriffen werden.

Von der typengeprüften Version abweichende Konstruktionen sind statisch nachzuweisen und zur Prüfung vorzulegen. Dabei ist der Einfluß auf das Schwingverhalten zu untersuchen. Die der Typenberechnung zugrunde liegenden Bodenkennwerte für das Schwingverhalten sind der Seite 9 der statischen Berechnung zu entnehmen.

Der Turm darf erst aufgestellt werden, wenn das Fundament ausreichende Festigkeit besitzt und die Erdüberdeckung in ausreichender Stärke ( $t_{min} = 0,87 \text{ m}$ ) hergestellt ist.

- 5.2 Die Schweißarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die über den Großen Eignungsnachweis gem. DIN 18800, Teil 7, mit Erweiterung für nicht vorwiegend ruhende Beanspruchung verfügen.
- 5.3 Für folgende Bauarbeiten bzw. Bauteile sind Baukontrollen mindestens zwei Arbeitstage vorher bei der überwachenden Stelle zu beantragen:
  - Baugrund nach Aushub der Baugrube
  - Bewehrung des Fundamentes nach dem Verlegen und vor dem Betonieren
  - Turm nach der Montage

## 6. Besondere Bestimmungen für das Betreiben der Windkraftanlage

- 6.1 Vor der Inbetriebnahme der Anlage ist nachzuweisen, daß die Geräuschemissions-Richtwerte nach VDI-Richtlinie 2058, Blatt 1 bzw. TA Lärm nicht überschritten werden.
- 6.2 Die in den gutachterlichen Stellungnahmen des Germanischen Lloyd empfohlenen Auflagen sind vom Betreiber bzw. Anlagenhersteller zu erfüllen und durch Eintragung im Wartungspflichtenheft bzw. Protokoll der jeweiligen Überprüfung zu belegen.
- 6.3 Die Konstruktion und die Berechnung berücksichtigen den derzeitigen Erkenntnisstand. Während der Nutzungsdauer sind deshalb Mängel und Schäden nicht auszuschließen. Treten solche auf, so sind sie der zuständigen Baugenehmigungsbehörde und dem Prüfamnt für Baustatik Kiel unverzüglich zu melden.



## 7. Allgemeine Bestimmungen

- 7.1 Die statische Typenprüfung entbindet den Bauherrn nicht von der Verpflichtung, eine Baugenehmigung einzuholen. Kopien der unter Ziffer 4.1 bis 4.6 genannten typengeprüften Unterlagen sind den Bauanträgen beizufügen.
- 7.2 Die statische Typenprüfung entbindet die zuständigen Baugenehmigungsbehörden von der nochmaligen Prüfung in statischer Hinsicht, jedoch nicht von der Verpflichtung nachzuprüfen, ob die Bauausführung mit den Voraussetzungen und den Ergebnissen der statischen Berechnung übereinstimmt, wenn nicht die jeweilige Landesbauordnung eine andere Regelung vorsieht.
- 7.3 Dieser Prüfbericht und die statische Typenprüfung können vom Prüfamts für Baustatik Kiel jederzeit mit sofortiger Wirkung entschädigungslos ergänzt, geändert oder zurückgezogen werden, insbesondere dann, wenn die dieser Typenprüfung zugrunde liegenden technischen Baubestimmungen sich ändern oder wenn neue bautechnische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7.4 Die unter Ziffer 4.1 bis 4.6 genannten typengeprüften Unterlagen dürfen nur zusammen mit diesem Prüfbericht vollständig - nicht auszugsweise - vervielfältigt oder veröffentlicht werden. In Zweifelsfällen sind die beim Prüfamts für Baustatik Kiel befindlichen geprüften Bauvorlagen maßgebend.
- 7.5 Unter der Voraussetzung, daß die unter Ziffer 4.6 genannte Betriebszulassung für die Herstellung von Rotorblättern nach Ablauf der Geltungsdauer erneut erteilt wird, endet die Geltungsdauer der typengeprüften Unterlagen und dieses Prüfberichtes am

31.03.1994.

Auf schriftlichen Antrag ist eine Verlängerung möglich.

Der Leiter

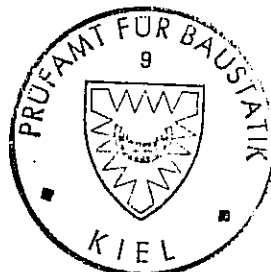


Patzner

Der Bearbeiter



Schwarzer



## Typenberechnung

## Windkraftanlage

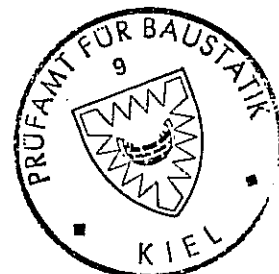
## VESTAS V 27 / 225



Die geprüfte statische Berechnung  
gilt nur zusammen mit dem  
Prüfbericht vom 19. APR. 91



<b>0.</b>	<b><u>Inhaltsverzeichnis</u></b>	<b>Blatt</b>
<b>1.0</b>	<b><u>Allgemeines</u></b>	
1.1	Vorbemerkung	4
1.2	Berechnungsgrundlagen	5
1.2.1	Technische Vorschriften	5
1.2.2	Literaturangaben	5
<b>2.0</b>	<b><u>System/Belastung</u></b>	
2.1	Allgemeine Angaben	6-7
2.2	Turmgeometrie	8
2.3	Randbedingungen Turm	9
2.4	Geometrie/Eigenlasten	10
2.5	Querschnittswerte	11
2.6	Querschnittswerte Öffnungsbereich	12
2.7	Eigenschwingung/Windlastfaktor	13-14
2.8	Querschwingungen/Einwirkungen $F_i$	15
2.9	Einwirkungen am Turmkopf	16-17
2.10	Einwirkungskombinationen/Teilsicherheitswerte	18
<b>3.0</b>	<b><u>Ermittlung der Beanspruchungen</u></b>	
3.1	Grundwerte Beulspannung	19
3.2	Grundwerte Knitterspannung	20
3.3	Grundwerte Flanschverbindung	21



<b>4.0</b>	<b><u>Beanspruchung aus Einwirkungen</u></b>		<b>Blatt</b>
4.1	System Querschwingungen	QS	22-23
4.2	System p - p (Betriebsfestigkeit)	1	24-25
4.3	System 3.2.6	2	26-27
4.4	System 3.2.4	3	28-29
<b>5.0</b>	<b><u>Einzelnachweise</u></b>		
5.1	Nachweis Schraubenzug		30-32
5.2	Nachweis Flansch		33
5.3	Nachweis Fundamentsektion		34
5.4	Nachweis Öffnungsbereich		35-37
<b>6.0</b>	<b><u>Gründung</u></b>		
6.1	Vorbemerkung Einwirkung in OK-Fundament Lasteinleitung Fundamentsektion		38-40
6.2	Beanspruchung/Bemessung in Richtung Symmetrieachse		41-42
6.3	Beanspruchung/Bemessung in Richtung Diagonale		43-44
6.4	Betriebsfestigkeit (Betonstahl) Kontaktpressung Flanschring		45-46
6.5	Bewehrungsplan Gründung		47



**1.1 Vorbemerkung**

Die Berechnung umfaßt den statischen Nachweis für Turm und Gründung der Windkraftanlage

VESTAS V 27 / 225

Hersteller:

Vestas Wind Systems A/S  
Smed Hansen Vej 27  
DK 6940 Lem

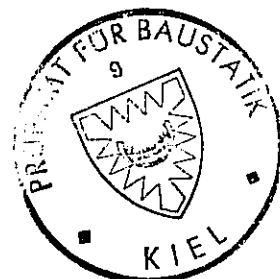
Konstr.:

Ole Thisted  
Skanderborgvej 181  
DK 8260 Viby

Der Einfluß einer Flach- oder Pfahlgründung wird durch den Ansatz einer elastischen Einspannung am Turmfuß berücksichtigt.  
Als Standort der Anlage wird die Staudruckzone IV (DIN 4133) zugrunde gelegt.

Baustoffe:

Stahl:	St. 37-2
Schrauben	HV Gk 10.9
Beton:	B 25
Betonstahl:	BSt IV S
Kopf sektion:	GGG 50



**1.2 Berechnungsgrundlagen**

Entwurfs- und Konstruktionszeichnungen der  
Fa. Vestas vom 01.08.1990

Gutachterliche Stellungnahme des Germanischen Lloyd,  
Prüf.-Nr.: 70146

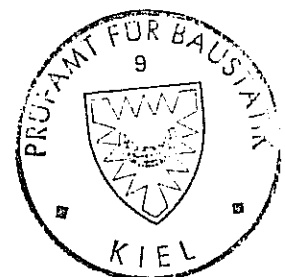
**1.2.1 Technische Vorschriften**

"Vorläufige Richtlinie" des Germanischen Lloyd für  
die Zertifizierung von Windkraftanlagen  
Ausgabe Juni 1989

DIN	4131		Entw.	03.88
-	4133		Entw.	03.88
-	18800,	T. 1	Nov.	90
-	-	T. 2	Nov.	90
-	-	T. 3	Nov.	90
-	-	T. 4	Nov.	90
-	1055		Lastannahmen	
-	1054		Baugrund	
-	1045		Stahlbeton	

**1.2.2 Literatur**

- [1] Petersen, "Statik u. Stabilität der Bau-  
konstruktion"
- [2] Petersen, "Stahlbau"
- [3] Stahlbau-Handbuch, Teil 1
- [4] Stahlbau-Handbuch, Teil 2
- [5] VDI 2230
- [6] Bk 78 II S. 852 und 862  
bzw. Grundbautaschenbuch



**2.0 System/Belastung****2.1 Allgemeine Angaben****System**

Die Schnittkraftermittlung erfolgt am ebenen System nach Theorie II. O. mit abschnittsweise const. Stabsteifigkeiten.

(Schalenwirkung und Vorverformung können gem. DIN 4133/6.1 unberücksichtigt bleiben).

Die zugehörigen Querschnittswerte werden jeweils im Schwerpunkt des Abschnittes ermittelt.

Die Unterteilung des Systems erfolgt in 1 + 16 = 17 Stäbe, wobei Stab 1 als fiktiver Stab zur Aufnahme der Turmkopflasten mit einem ideellen Querschnittswert berücksichtigt wird.

Zur Erfassung der Randbedingungen am Turmfuß (elast. Einspannung) kann auf den Ansatz variabler Drehfederwerte verzichtet werden, da wegen der Standsicherheit (klaffende Sohlfuge) die Fundamentabmessungen groß sind und der Einfluß Theorie II. O. (< Normalkräfte) gering ist.

**Maschinenteil**

Eigen- und Betriebslasten für den Rotor am Turmkopf werden aus dem Gutachten des Germ. Lloyd, Nr. 70146, aufgestellt 31. Juli 1990, übernommen.

Eigenlast Rotor + Ausstg. = 110 KN

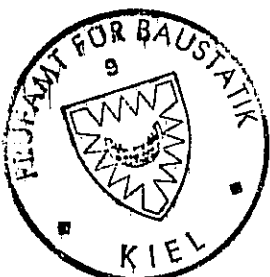
Betriebslastangaben in der jeweils maßgeb. Kombination sind auf das Koordinatensystem der Turmachse am Kopf bezogen und können infolge der Rotationssymmetrie des Turmschaftes wie folgt in gleicher Richtung wirkend zusammengefaßt werden:

$$F_{tr} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$M_{tr} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

In Verbindung mit der Einwirkung "Wind auf Turm" ist der Ansatz sicherliegend, da Einzelwirkungen teilweise entgegengesetzt gerichtet sind.

Die Einwirkung  $M_{tz}$  (Torsion) hat hier keinen Einfluß auf das System und kann daher als Linearanteil (const.) bei der Bemessung berücksichtigt werden.



Turm

Die Eigenlasten werden in Verbindung mit der Berechnung der Querschnittswerte ermittelt. Zur Berücksichtigung der Ausstattung (Steigleiter und Verbind-Mittel etc.) werden die Rohrmantelgewichte je Unterteilung um 5 % erhöht.

Wind auf Turm und Kabine

Die Einwirkungen aus Wind werden auf der Grundlage DIN 4133, Entw. 88, Anhang A, und den "Vorläufigen Richtlinien d. Germ. Lloyd" in Verbindung mit dem Gutachten ermittelt. Die Einwirkung  $F_{ty}$  auf die Kabine wird für veränderliche Windgeschwindigkeiten dem Verhältnis entsprechend berücksichtigt.

Folgende Windgeschwindigkeiten werden der Berechnung zugrunde gelegt:

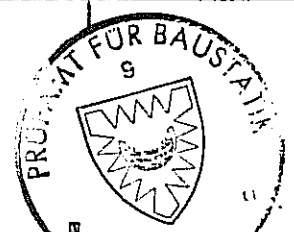
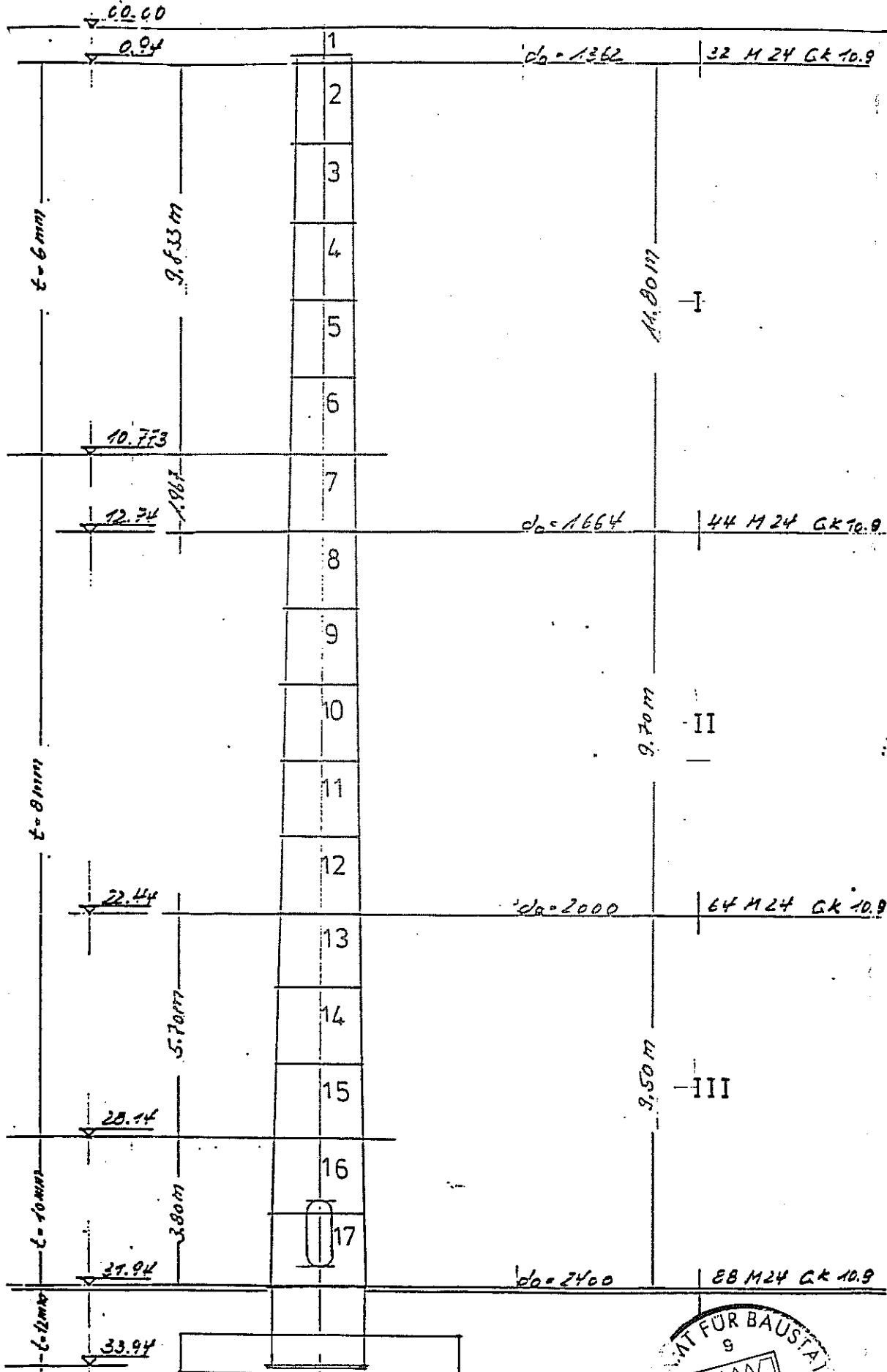
Betrieb	v =	14,00 m/S
Abschalten	v =	25,00 m/S
Betrieb + Boe (25 + 10)	v =	35,00 m/S
Staudruckszone IV	v =	52,15 m/S

- für den Standort auf Erhebung erfolgt ein Zuschlag

$$q_w = 0,15 \text{ kN/m}^2$$



2.2 Turmgeometrie



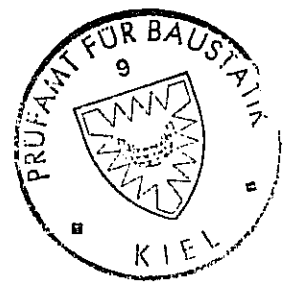




## G E O M E T R I E / E I G E N L A S T E N

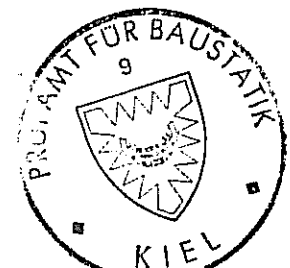
nr	z m	d-a m	d-i m	h-1 m	A-pro m <sup>2</sup>	G-0 KN	G KN	h-s m	sum-G KN
0	0,000 .940	1,362	1,350		ideell	Maschinenteil	0,450	110,000	
1	2,907	1,412	1,400	1,967	2,728	4,019	4,220	,989	114,220
2	4,873	1,463	1,451	1,967	2,827	4,166	4,374	,989	118,595
3	6,840	1,513	1,501	1,967	2,926	4,313	4,528	,989	123,123
4	8,807	1,564	1,552	1,967	3,026	4,459	4,682	,989	127,805
5	10,773 10,773	1,614 1,614	1,602 1,598	1,967	3,125	4,606	4,836	,989	132,642
1	12,740 12,740	1,664 1,664	1,648 1,648	1,967	3,223	6,329	6,645	,989	139,286
1	14,680	1,731	1,715	1,940	3,293	6,467	6,790	,976	146,077
2	16,620	1,798	1,782	1,940	3,424	6,724	7,060	,976	153,137
3	18,560	1,866	1,850	1,940	3,554	6,981	7,330	,976	160,467
4	20,500	1,933	1,917	1,940	3,684	7,239	7,600	,976	168,068
5	22,440 22,440	2,000 2,000	1,984 1,984	1,940	3,815	7,496	7,870	,976	175,938
1	24,340	2,068	2,064	1,900	3,876	7,617	7,998	,956	183,936
2	26,240	2,160	2,144	1,900	4,028	7,917	8,313	,956	192,249
3	28,140 28,140	2,240 2,240	2,224 2,220	1,900	4,180	8,217	8,628	,956	200,877
1	30,040	2,320	2,300	1,900	4,332	10,636	11,168	,956	212,045
2	31,940	2,400	2,380	1,900	4,484	11,011	11,562	,955	223,607

-die Eigenlastanteile fuer Ausstattung sind in - G - mit +5 % enthalten.



QUERSCHNITTWERTE

nr	z m	d-a m	d-i m	A cm <sup>2</sup>	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	Jm cm <sup>4</sup>	At cm <sup>2</sup>	S cm <sup>3</sup>
0	0,000	ideell	Maschinenteil				5000000		
1	0,940	1,362	1,350	256	587496	9627		14441	5516
2	2,907	1,412	1,400	265	655458	9291	620052	15535	5934
3	4,873	1,463	1,451	275	728486	9960	691324	16668	6367
4	6,840	1,513	1,501	284	806740	10663	766946	17842	6815
5	8,806	1,564	1,552	294	890398	11389	847884	19055	7278
	10,773	1,614	1,602	303	979657	12139	934318	20308	7757
	10,773	1,614	1,598	404	1301353	16126		20257	10317
1	12,740	1,664	1,648	416	1426731	17148	1363086	21538	10969
1	12,740	1,664	1,648	416	1426731	17148	1515344	21538	10969
2	14,680	1,731	1,715	433	1607562	18572	1703427	23322	11978
3	16,620	1,798	1,782	450	1803059	20052	1906489	25176	12922
4	18,560	1,866	1,850	467	2013795	21589	2125042	27182	13903
5	20,500	1,933	1,917	484	2240343	23182	2359727	29098	14819
	22,440	2,000	1,984	501	2483281	24833	2635893	31165	15872
	22,440	2,000	1,984	501	2483281	24833	2959598	31165	15872
1	24,340	2,080	2,064	521	2794637	26872	3308854	33719	17173
2	26,240	2,160	2,144	541	3131001	28991	4593516	36373	18524
3	28,140	2,240	2,224	561	3493317	31190	5095488	39127	19927
	28,140	2,240	2,220	701	4354946	38883		39057	24865
1	30,040	2,320	2,300	726	4840644	41730		41910	26680
2	31,940	2,400	2,380	751	5361181	44677		44863	28560



## QUERSCHNITTWERTE

## T U E R O E F F N U N G

		D I N 4133 Petersen /	Entw. 88 Stahlbau
A n s c h n i t t	Krueammung oben	z0	cm = 3004,00
TURM		r-m	cm = 115,50
Steife		t	cm = 1,00
		d	cm = 2,00
Deffnungsbreite		h	cm = 20,00
		e	cm = 84,00
V o l l q u e r s c h n i t t		A	cm <sup>2</sup> = 726,00
		J	cm <sup>4</sup> = 49417+03
D e f f n u n g s b e r e i c h		A	cm <sup>2</sup> = 740,00
		J-y	cm <sup>4</sup> = 49837+03
		J-z	cm <sup>4</sup> = 49807+03
Ausmitte		e-z	cm = 2,01
S c h n i t t	halbe Tuerhoehe	z0	cm = 3059,50
TURM		r-m	cm = 116,55
Steife		t	cm = 1,00
		d	cm = 2,00
Deffnungsbreite		h	cm = 20,00
		e	cm = 84,00
V o l l q u e r s c h n i t t		A	cm <sup>2</sup> = 763,00
		J	cm <sup>4</sup> = 49907+03
D e f f n u n g s b e r e i c h		A	cm <sup>2</sup> = 740,10
		J-y	cm <sup>4</sup> = 51367+03
		J-z	cm <sup>4</sup> = 50487+03
Ausmitte		e-z	cm = 2,02
A n s c h n i t t	Krueammung unten	z0	cm = 3112,00
TURM		r-m	cm = 117,00
Steife		t	cm = 1,00
		d	cm = 2,00
Deffnungsbreite		h	cm = 20,00
		e	cm = 84,00
V o l l q u e r s c h n i t t		A	cm <sup>2</sup> = 740,00
		J	cm <sup>4</sup> = 51247+03
D e f f n u n g s b e r e i c h		A	cm <sup>2</sup> = 755,34
		J-y	cm <sup>4</sup> = 52087+03
		J-z	cm <sup>4</sup> = 51957+03
Ausmitte		e-z	cm = 2,03

- der Öffnungsbereich wird zusätzlich durch vorgebundene Vertikalstreifen verstärkt -



TOPOLOGIE :

LASTFALL :

(S)

System : Druckstab

Theorie II, Ordnung

Rand oben: 1=frei 2=fest 3=eingesp. QU/DMassen/drehfeder

Stab nr	QU KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	F KN/m <sup>2</sup>	eps
1	0000E-03	0000E-03	5000E+03	2100E+05	3042E-06

Auflager/gelenke: 1=starr 2=gelenk 3-5 komb. QU/DMassen/drehfeder

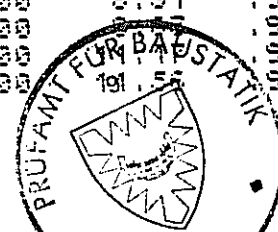
Stab nr	QU KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	F KN/m <sup>2</sup>	eps
1	0000E-03	0000E-03	5000E+03	2100E+05	3042E-06
2	0000E-03	0000E-03	0200E+02	2100E+05	1041E-05
3	0000E-03	0000E-03	0010E+02	2100E+05	1770E-05
4	0000E-03	0000E-03	7000E+02	2100E+05	1720E-05
5	0000E-03	0000E-03	0470E+02	2100E+05	1000E-05
6	0000E-03	0000E-03	0040E+02	2100E+05	1017E-05
7	0000E-03	0000E-03	1000E+03	2100E+05	1072E-05
8	0000E-03	0000E-03	1515E+03	2100E+05	1314E-05
9	0000E-03	0000E-03	1700E+03	2100E+05	1200E-05
10	0000E-03	0000E-03	1000E+03	2100E+05	1200E-05
11	0000E-03	0000E-03	2125E+03	2100E+05	1101E-05
12	0000E-03	0000E-03	2000E+03	2100E+05	1100E-05
13	0000E-03	0000E-03	2000E+03	2100E+05	1000E-05
14	0000E-03	0000E-03	2000E+03	2100E+05	1000E-05
15	0000E-03	0000E-03	3300E+03	2100E+05	1022E-05
16	0000E-03	0000E-03	4500E+03	2100E+05	0000E-06

Rand unten: 1=frei 2=fest 3=eingesp. QU/DMassen/drehfeder

Stab nr	QU KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	F KN/m <sup>2</sup>	eps
17	0000E-03	4000E+03	5000E+03	2100E+05	0000E-06

BELASTUNG :

Stab nr	z0 m	q-0 KN/m	q-1 KN/m	q2 m	M+P KNm	q2-0 m	F+P KN	q2-0 m	N KN
1	0.000	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	110.00	1.00	110.00
2	0.940	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	4.22	0.00	114.22
3	2.007	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	4.37	0.00	118.74
4	4.074	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	4.53	0.00	123.27
5	6.041	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	4.69	0.00	127.80
6	8.008	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	4.84	0.00	132.33
7	10.775	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	5.00	0.00	136.86
8	12.742	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	5.16	0.00	141.39
9	14.002	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	7.00	0.00	153.39
10	15.022	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	7.00	0.00	153.39
11	19.502	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	7.00	0.00	153.39
12	20.502	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	7.07	0.00	170.46
13	22.442	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	153.39
14	24.042	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.31	0.00	152.08
15	25.242	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.00
16	28.142	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.00
17	30.042	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	223.00



GRUNDWERTE

I. EIGENSCHWINGUNG

WINDLAST-FAKTOR

D I H 4131 / 4133 ENEM, 88

Stab nr	Z-s m	H KN	G KN	V m	G # U KN # m	G # U^2 KN # m^2
1	1,450	110,000	110,000	200079	32,00000	9,000195
2	1,920	114,220	4,220	270095	1,40074	32147
3	3,000	119,004	4,004	244502	1,00040	28140
4	3,000	123,122	4,020	214043	0,00019	20745
5	7,000	127,004	4,002	195095	0,00001	10041
6	9,707	132,042	4,035	159040	7,0001	12000
7	11,703	139,200	0,045	133105	0,0000	11704
8	13,710	148,077	0,700	110000	7,0000	00070
9	15,050	153,137	7,000	099700	0,0000	00002
10	17,500	160,407	7,000	071119	0,2400	00707
11	19,500	169,000	7,000	054000	0,1004	00270
12	21,470	175,000	7,000	040051	0,1700	01001
13	23,000	183,000	7,000	029000	0,0007	00044
14	25,200	192,240	0,040	010000	0,0000	00000
15	27,100	200,077	0,000	010079	0,0000	00004
16	29,000	212,045	11,000	000007	0,0000	00002
17	30,000	223,007	11,000	001072	0,1007	00002
				SUMM	41,00000	11,00020

T ( s ) = 1,00004

f ( 1/s ) = 0,00005

ABSTAND ERREGERFREQUENZ:

( Herstellerangabe )	0,72 / 2,15	Delta +f1	=	23000
	0,54 / 1,62	Delta -f2	=	41000

Bezugswerte Windlastfaktor

	H	m	=	31,00000
	d-m	m	=	1,00010
( R.3 )	z1 / z0		=	1,00000
( R.5 )	z1		=	70700
( R.6 )	z1/z0		=	0,00000
( R.13 )	h < 50 m	psi-b	=	1,17790

WINDLASTFAKTOR

qW / q0 = 0,02038

( Belast )

qW-b0 / q0 = 0,73072



GRUNDWERTE

QUERSCHWINGUNG  
EINWIRKUNGEN F1

D I N 4131 / 4133 Entw. 88

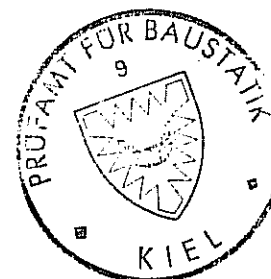
Bezugswerte :

A.2.2.2	2) < 2.5 %	H	m	=	31.00000
( A.19 )	f = 0.95965	dm	m	=	1.53500
( A.20 )		S	-	=	0.20000
Tab. A.2		U-Ort	m/s	=	7.20000
Tab. A.6		Re	-	=	7.5*10^5
( A.25 )		C-1st	-	=	0.20000
( A.24 )		Seite	-	=	0.01500
( A.26 )		rho	kg/m^3	=	1.25000
( A.27 )	max-y/d < 0.1 Lj/d = 6	M		=	1720.000
( A.28 )		Sc		=	17.000
( A.29 )		K		=	.100
( A.30 )		Kw		=	.65271
( A.31 )		max-y-f / d		=	.02000

EINWIRKUNGEN

TRAGHEITSKRÄFTE:

Stab Nr	E-S m	d-H m	U m	F1 -	F2 kg	F3 kg
1	.480	.040	.20000	1.00000	11000.000	14.54000
2	1.020	1.007	.27000	.02000	4200.000	5.42000
3	3.000	1.007	.24000	.01500	4070.000	4.70000
4	5.000	1.007	.21004	.01000	4000.000	4.30000
5	7.000	1.007	.18000	.00700	4000.000	3.90000
6	9.797	1.007	.15000	.00500	4000.000	3.50000
7	11.700	1.007	.13017	.00400	4000.000	3.20000
8	13.710	1.040	.11000	.00300	4000.000	2.90000
9	15.000	1.040	.09071	.00200	4000.000	2.70000
10	17.000	1.040	.07112	.00150	4000.000	2.50000
11	19.000	1.040	.05000	.00100	4000.000	2.30000
12	21.470	1.040	.04000	.00080	4000.000	2.10000
13	23.000	1.000	.02000	.00050	4000.000	1.80000
14	25.000	1.000	.01000	.00030	4000.000	1.60000
15	27.100	1.000	.01000	.00030	4000.000	1.50000
16	29.000	1.000	.00500	.00020	1110.000	.80000
17	30.000	1.000	.00100	.00005	1100.000	.80000



Einwirkungen 1 - 4 am Turmkopf

Auszug Gutachten  
Germ. Lloyd

90-12-03/KØP

V27.3.1

page 4

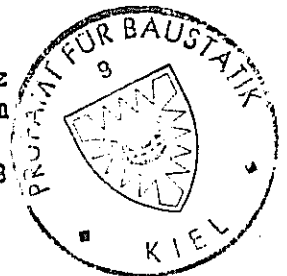
Transformation :

Cyclic Operational Loads :

No.of cyc	Ftx kN	Fty kN	Ftz kN	Mtx kNm	Mty kNm	Mtz kNm
7.06E+08	0.3	2.5	0.4	7.7	5.6	5.8
2.49E+08	0.3	2.5	0.4	17.7	6.3	15.7
1.59E+08	0.3	7.5	0.8	32.2	7.0	25.7
8.79E+07	0.3	7.5	0.8	42.2	17.6	36.4
3.69E+07	0.8	12.5	1.1	56.7	18.8	47.2
1.61E+07	0.8	12.5	1.6	67.6	29.4	57.9
6.73E+06	0.8	17.5	2.0	82.1	30.1	67.9
3.66E+06	0.8	17.5	2.5	93.0	40.8	78.6
1.83E+06	1.3	22.5	2.8	107.5	42.0	89.4
9.45E+05	1.3	27.6	3.7	122.9	52.6	100.1
4.87E+05	1.8	27.6	4.2	133.8	53.8	110.9
2.43E+05	2.3	32.6	4.5	148.3	64.9	122.5
1.47E+05	2.3	37.6	5.9	164.6	65.6	132.4
4.68E+04	2.8	37.7	6.9	176.4	76.7	144.0
2.54E+04	3.3	42.8	8.2	192.7	77.9	154.8
2.04E+04	4.3	42.8	8.2	202.7	89.4	167.2
3.80E+03	5.3	47.8	9.0	218.1	91.0	178.9
3.12E+03	5.8	52.9	10.9	235.3	102.2	190.5

Lifetime arithmetric mean value:

Ftx kN	Fty kN	Ftz kN	Mtx kNm	Mty kNm	Mtz kNm
0.0	12.2	-110.9	46.2	21.3	0.8



Equivalent fatigue loads:

In order to facilitate the fatigue calculation of the tower without the execution of complex Miner-Palmgren analysis an equivalent tower fatigue load has been created. This load gives the same fatigue safety margin as the load spectrum when used in  $10^7$  cycles at materials with Woehler curve exponents of 3 and 4 for  $\leq$  and  $> 10^7$  cycles respectively:

No of cyc	Ftx kN	Fty kN	Ftz kN	Mtx kNm	Mty kNm	Mtz kNm
1 p-p 1.00E+07	1.6	26.6	3.4	127.7	50.9	106.6

Einwirkungen 1 - 4 am Turmkopf

Auszug Gutachten  
 Germ. Lloyd

4. december 1990/KÖP V27.3.1

page 5

Summary of tower top loads.

The tower top loads for Vestas V27-225 kW, from the different load cases are summarized below.

Operational loads:

The fatigue loads are according to 10 mill. No. of cyc. and a woehler slope of 3 and 4 respectively.

	Ftx kN	Fty kN	Ftz kN	Mtx kNm	Mty kNm	Mtz kNm
Mean	0.0	12.2	-110.9	46.2	21.3	0.8
Fatigue(±)	0.8	13.3	1.7	63.9	25.5	53.3

The pressure on the tower, has to be calculated by a wind speed of 14 m/s (nominal wind speed).

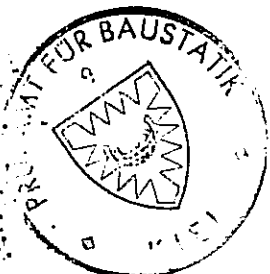
Extrens loads:

The additional load pressure, Fty, on the cabine is 6.5 kN.

Load case	Ftx kN	Fty kN	Ftz kN	Mtx kNm	Mty kNm	Mtz kNm
3.2.1 Max.	7	40.9	122.8	34.9	107.2	23.1
Min.	-2	1.0	124.0	-95.1	-20.7	-43.5
3.2.2 Max.	0.8	35.9	126.5	31.4	54.0	9.1
Min.	0.1	1.0	125.0	-25.1	-8.2	-4.4
3.2.3 Max.	7.2	9.7	124.2	149.7	44.9	24.1
Min.	-7.3	-17.2	125.1	-155.5	-77.7	-52.3
3.2.4 Max.	0	77.8	115.4	297.2	96.2	169.5
3.2.5 Max.	1.3	-3.9	124.9	1.7	108.0	11.2
3.2.6 Max.	4.3	44.3	123.9	237.0	105.7	36.8
Min.	-8.0	-2.2	128.6	-50.0	-42.1	-73.5
3.2.7 Max.	-0.1	1.4	125.4	1.2	-24.8	-2.0
Min.	-1.3	1.9	125.4	1.2	-57.1	-6.5
3.2.8 Max.	0.8	25.6	127.2	10.1	79.4	13.9
Min.	0.5	23.9	141.0	-1.5	20.7	5.5

Rotational frequencies:

Rotational frequencies:	1 p	3 p
Main generator	0.72 Hz	2.15 Hz
Small generator	0.54 Hz	1.62 Hz





EINWIRKUNG - WIND

TEILSICHERHEITSWERTE

D I N 10000 / 1000  
 D I N 4133 Entw. 00  
 Gutachten Germ. Lloyd

TURM :

Betrieb (Gus)	v	m/s	=	14,000
$0,62036 * v^2 / 1600$	qw	KN/m <sup>2</sup>	=	0,976
Betrieb (extreme Bae)	v	m/s	=	35,000
$25 + 10$	qw	KN/m <sup>2</sup>	=	8,475
DIN 4133 (Zone IV)	v	m/s	=	52,150
Zugeh. $q_0 = 1,70$ KN/m <sup>2</sup>	qw	KN/m <sup>2</sup>	=	1,855
$0,62036 * 1,70$	qw-b	KN/m <sup>2</sup>	=	1,250
$0,73072 * 1,70$ (Bae)				
Zuschlag fuer Standort auf Erhebung:	qw-d	KN/m <sup>2</sup>	=	0,150

KABINE :

(Bezugswert v = 52,15 m/s)

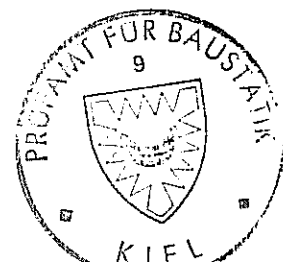
$6,50 * 14,00^2 / 52,15^2$	seite	Fey	KN	=	6,500
$6,50 * 35,00^2 / 52,15^2$	seite	Fey	KN	=	8,400
	seite	Fey	KN	=	2,920

EINWIRKUNGS

KOMBINATIONEN:

① System P - P					
(Betriebsfestigkeit)	qw	KN/m <sup>2</sup>	=	0,976	
	qw-d		=	1,000	
	qw-b		=	1,000	
	q - M		=	1,000	
② System 3.2.6					
(1,25 + 0,15)	qw	KN/m <sup>2</sup>	=	1,400	
(0,90 * 1,50)	qw-d		=	1,300	
	qw-b		=	1,350	
	q - M		=	1,100	
③ System 3.2.4					
(1,25 + 0,15)	qw	KN/m <sup>2</sup>	=	1,400	
(0,9 * 1,0 * 0,1 bzw. 1,0 * Fe) ->	qw-d		=	1,000	
	qw-b		=	1,000	
	q - M		=	1,100	

-die Spannungsermittlung (EDU) erfolgt zunuechst mit q-M = 1,000



GRUNDWERTE

BEULSPANNUNG

D I N 19880 / T4 / 1990

(5 ) Kreiszyinderschalen mit abgestufter Wanddicke :

SEKTION I

do/du = 0,940/10,773 m

Ersatz-Kreiszyylinder

L = 31,000 m

t = 0,005 m

r = 0,741 m

eta = 1,000 -

länge Kreiszyl. -schele

do/du = 1,362/1,614 (aussen) -->

L / r = 41,84 > 0,5\*eta\*(0,741/0,005) -->

Druckbeanspruchung in Axialrichtung

(30 )  $\sigma_x < 0,6$  -->  $\sigma_x = 0,000 -$

(25 ) ideale Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma 1} = 617,247 \text{ MN/m}^2$

(1 )  $\sigma_{em-x\sigma} = 0,024 -$

(05 )  $\sigma_{ep-2} = 0,051 -$

(43 ) reale Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma r} = 156,293 \text{ MN/m}^2$

(13b)  $\sigma_{em-2} = 1,175 -$

(9 ) Grenz Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma d} = 133,015 \text{ MN/m}^2$

SEKTION II

do/du = 10,773/20,140 m

Ersatz-Kreiszyylinder

L = 31,000 m

t = 0,005 m

r = 0,980 m

eta = 1,000 -

länge Kreiszyl. -schele

do/du = 1,614/2,240 (aussen) -->

L / r = 32,31 > 0,5\*eta\*(0,980/0,005) -->

Druckbeanspruchung in Axialrichtung

(30 )  $\sigma_x < 0,6$  -->  $\sigma_x = 0,000 -$

(25 ) ideale Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma 1} = 635,581 \text{ MN/m}^2$

(1 )  $\sigma_{em-x\sigma} = 0,014 -$

(05 )  $\sigma_{ep-2} = 0,060 -$

(43 ) reale Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma r} = 153,322 \text{ MN/m}^2$

(13b)  $\sigma_{em-2} = 1,173 -$

(9 ) Grenz Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma d} = 135,000 \text{ MN/m}^2$

SEKTION III

do/du = 20,140/31,940 m

Ersatz-Kreiszyylinder

L = 31,000 m

t = 0,010 m

r = 1,155 m

eta = 1,000 -

länge Kreiszyl. -schele

do/du = 2,240/2,400 (aussen) -->

L / r = 26,84 > 0,5\*eta\*(1,155/0,010) -->

Druckbeanspruchung in Axialrichtung

(30 )  $\sigma_x < 0,6$  -->  $\sigma_x = 0,000 -$

(25 ) ideale Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma 1} = 660,000 \text{ MN/m}^2$

(1 )  $\sigma_{em-x\sigma} = 0,003 -$

(05 )  $\sigma_{ep-2} = 0,070 -$

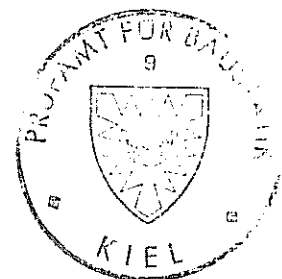
(43 ) reale Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma r} = 160,091 \text{ MN/m}^2$

(13b)  $\sigma_{em-2} = 1,171 -$

(9 ) Grenz Beulspannung  $\sigma_{ig-x\sigma d} = 137,440 \text{ MN/m}^2$

(5.2) Planm<sup>2</sup>seig, Versatz 0,5\*(maxt-minf) :

ev- zu1 = 1,000 mm



GRUNDWERTE

KNITTERSPANNUNG

Anhang 8.1

Vorläufige Richtlinie  
Germanischer Lloyd Juni 89

E-modul = 210000 MN/m<sup>2</sup>  
sig - f = 240.00 MN/m<sup>2</sup>

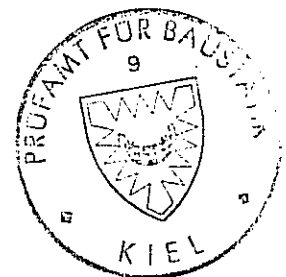
Biegespannung (M)

grenz D/t = 175.00 -

Druckspannung (N)

grenz D/t = 100.00 -

stab	z0/u m	D m	t m	D/t	sig-Dr MN/m <sup>2</sup>	sig-Dr MN/m <sup>2</sup>
1	0.000 .949	ideell	Maschinenteil .005	227.00	210.000	145.000
2	2.907	1.41	.005	235.40	215.360	143.360
3	4.873	1.45	.005	243.80	212.900	140.900
4	6.840	1.51	.005	252.20	210.614	138.614
5	8.805	1.55	.005	259.60	208.457	136.457
6	10.773	1.61	.005	269.00	206.454	134.454
7	10.773	1.61	.008	201.75	227.271	155.271
8	12.740	1.65	.008	208.00	224.760	152.760
9	12.740	1.65	.008	208.00	224.760	152.760
10	14.690	1.73	.008	216.40	221.634	149.634
11	16.620	1.80	.008	224.00	218.733	146.733
12	18.560	1.87	.008	233.20	216.041	144.041
13	20.500	1.93	.008	241.50	213.536	141.536
14	22.440	2.00	.008	250.00	211.200	139.200
15	22.440	2.00	.008	250.00	211.200	139.200
16	24.340	2.08	.008	259.00	209.615	136.615
17	26.240	2.15	.008	270.00	206.222	134.222
18	28.140	2.24	.008	280.00	204.000	132.000
19	28.140	2.24	.010	224.00	219.000	147.000
20	30.040	2.32	.010	232.00	216.414	144.414
21	31.940	2.40	.010	240.00	214.000	142.000



GRUNDWERTE FLANSCHVERBINDUNG  
SCHRAUBENZUGKRAFT

D I N 18988 / T1 / 1990  
Petersen / Stahlbau S. 954

SCHRAUBEN M 24 GK 10.9

Vorspannkraft  
 A-sch cm<sup>2</sup> = 4,520  
 A-sp cm<sup>2</sup> = 3,530  
 FV KN = 220,000

Grenzkraefte (ga-M = 1,0)

(47 ) (tau) Uerd KN = 240,000  
 (55 ) (sig) Nrd KN = 202,400

SCHLEIBEN

d-a cm = 4,400  
 d-i cm = 2,500  
 s cm = 0,400

FLANSCHRING (ST 37)

b cm = 8,000  
 t cm = 4,000  
 t cm = 3,000

(Sektion-Kopf GGK 50)

SEKTION KOPF 32 x M 24

Turmwerte

z-o d-a t  
 cm 94,00 130,200 ,000

Systemgeometrie (Schraube / Flansch)

a b c  
 cm 3,000 4,100 12,507

Einflusswerte (Z /delta-Z/delta-D)

f-z f-p f-q  
 2,1280 ,2736 ,7264

Grenzkraft (klaffende Verbind.)

Z-krit KN = 142,260

SEKTION I - II 44 x M 24

Turmwerte

z-o d-a t  
 cm 1274,00 180,400 ,000

Systemgeometrie (Schraube / Flansch)

a b c  
 cm 3,000 4,000 11,253

Einflusswerte (Z /delta-Z/delta-D)

f-z f-p f-q  
 2,1024 ,2257 ,7743

Grenzkraft (klaffende Verbind.)

Z-krit KN = 135,152

SEKTION II - III 64 x M 24

Turmwerte

z-o d-a t  
 cm 2240,00 200,000 ,000

Systemgeometrie (Schraube / Flansch)

a b c  
 cm 3,000 4,000 9,386

Einflusswerte (Z /delta-Z/delta-D)

f-z f-p f-q  
 2,1037 ,2257 ,7743

Grenzkraft (klaffende Verbind.)

Z-krit KN = 135,055

SEKTION FUND 88 x M 24

Turmwerte

z-o d-a t  
 cm 3194,00 240,000 1,000

Systemgeometrie (Schraube / Flansch)

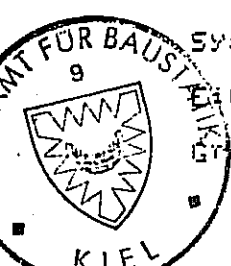
a b c  
 cm 3,000 3,900 8,254

Einflusswerte (Z /delta-Z/delta-D)

f-z f-p f-q  
 2,0725 ,2257 ,7743

Grenzkraft (klaffende Verbind.)

Z-krit KN = 137,100



TOPOLOGIE :

LASTFALL :

QS

System : Druckstab

Theorie II, Ordnung

Rand oben: 1=frei 2=fest 3=eingesp. DV/DM=senk/drehfeder

Stab nr	ra	DV KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1	1	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	9621E-07

Auflager/gelenke: 1=starr 2=gelenk 3-5 komb. DV/DM=senk/drehfeder

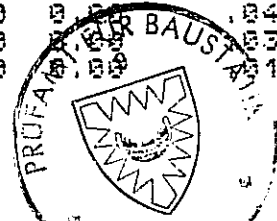
Stab nr	ra	DV KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1	0	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	9621E-07
2	0	0000E-03	0000E-03	6200E+02	2100E+05	1041E-05
3	0	0000E-03	0000E-03	6513E+02	2100E+05	1779E-05
4	0	0000E-03	0000E-03	7669E+02	2100E+05	1720E-05
5	0	0000E-03	0000E-03	8479E+02	2100E+05	1668E-05
6	0	0000E-03	0000E-03	9343E+02	2100E+05	1617E-05
7	0	0000E-03	0000E-03	1023E+03	2100E+05	1572E-05
8	0	0000E-03	0000E-03	1115E+03	2100E+05	1544E-05
9	0	0000E-03	0000E-03	1208E+03	2100E+05	1520E-05
10	0	0000E-03	0000E-03	1303E+03	2100E+05	1500E-05
11	0	0000E-03	0000E-03	2125E+03	2100E+05	1484E-05
12	0	0000E-03	0000E-03	2300E+03	2100E+05	1480E-05
13	0	0000E-03	0000E-03	2500E+03	2100E+05	1505E-05
14	0	0000E-03	0000E-03	2600E+03	2100E+05	1557E-05
15	0	0000E-03	0000E-03	3000E+03	2100E+05	1622E-05
16	0	0000E-03	0000E-03	4600E+03	2100E+05	2000E-05

Rand unten: 1=frei 2=fest 3=eingesp. DV/DM=senk/drehfeder

Stab nr	ra	DV KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
17	6	0000E-03	4000E+03	5000E+03	2100E+05	6605E-06

BELASTUNG :

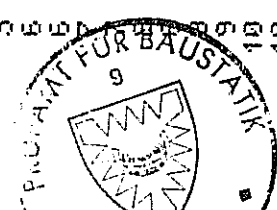
Stab nr	zo m	q-o KN/m	q-u	dz m	Mtr KNm	dz-o m	Ftr KN	dz-o m	N KN
1	0.000	0.00	0.00	.54	0.00	0.00	14.52	.04	110.0
2	.540	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	.51	.00	144.2
3	2.007	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	.67	.00	148.0
4	4.074	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	.83	.00	151.4
5	6.041	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	1.00	.00	154.0
6	8.008	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	1.14	.00	156.0
7	10.775	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	1.33	.00	159.3
8	12.742	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	1.50	.00	160.4
9	14.502	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	1.68	.00	161.4
10	16.522	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	1.83	.00	161.5
11	18.552	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	1.98	.00	161.4
12	20.502	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	2.14	.00	161.0
13	22.442	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.10	.00	160.0
14	24.342	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.07	.00	159.2
15	26.242	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.04	.00	158.0
16	28.142	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	.00	156.0
17	30.042	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.94	.00	153.0



Lastfall:  $F_{tx} = 0.0$   $M_{tx} = 0.0$   $q_{-w} = 0.000$   $q_{-g} = 1.00$   
 $F_{ty} = 14.5$   $M_{ty} = 0.0$   $M_{tr} = 0.0$   $q_{-h} = 1.00$   
 $F_{tz} = 110.0$   $M_{tz} = 0.0$   $F_{tr} = 14.5$   $q_{-n} = 1.00$

nr	zoru	m	v	cm	N	M	Q	Mt	si-h	si-m	S2	S1	Tt	Tb	S-U
					KN	KNm	KN	KNm			MM/m <sup>2</sup>	MM/m <sup>2</sup>			
1	0.00														
2	0.94		3.40	114.2	0.0	0.0	-14.5	0	4.5	0.2	4.5	4.5	0.0	1.1	0.0
3	2.91		3.02	114.2	-29.5	-29.5	-15.0	0	4.5	-3.2	1.3	7.6	0.0	1.1	4.7
4	4.87		2.66	118.6	-59.9	-59.9	-15.5	0	4.5	-6.0	1.3	7.7	0.0	1.1	7.7
5	6.84		2.30	123.1	-91.3	-91.3	-15.9	0	4.5	-8.6	1.5	10.5	0.0	1.1	10.5
6	8.81		1.97	127.8	-123.4	-123.4	-15.9	0	4.5	-10.6	1.1	13.0	0.0	1.1	13.0
7	10.79		1.67	132.6	-156.2	-156.2	-16.3	0	4.5	-10.0	1.1	15.5	0.0	1.1	15.5
8	12.74		1.39	139.3	-189.8	-189.8	-17.0	0	4.5	-12.9	1.1	17.4	0.0	1.1	17.4
9	14.69		1.13	146.1	-223.5	-223.5	-17.4	0	4.5	-11.1	1.1	19.1	0.0	1.1	19.1
10	16.62		0.91	153.1	-257.8	-257.8	-17.6	0	4.5	-12.9	1.1	21.4	0.0	1.1	21.4
11	18.56		0.70	160.5	-292.5	-292.5	-17.9	0	4.5	-13.6	1.1	23.4	0.0	1.1	23.4
12	20.50		0.53	168.1	-327.7	-327.7	-18.1	0	4.5	-14.1	1.1	25.4	0.0	1.1	25.4
13	22.44		0.38	175.9	-363.1	-363.1	-18.1	0	4.5	-14.6	1.1	27.0	0.0	1.1	27.0
14	24.34		0.26	183.9	-398.0	-398.0	-18.3	0	4.5	-14.9	1.1	28.5	0.0	1.1	28.5
15	26.24		0.16	192.2	-433.0	-433.0	-18.4	0	4.5	-14.9	1.1	30.5	0.0	1.1	30.5
16	28.14		0.09	200.9	-468.1	-468.1	-18.4	0	4.5	-15.0	1.1	32.0	0.0	1.1	32.0
17	30.04		0.03	212.0	-503.2	-503.2	-18.4	0	4.5	-12.1	1.1	34.1	0.0	1.1	34.1
18	31.94		0.00	223.6	-538.3	-538.3	-18.4	0	4.5	-12.0	1.1	35.1	0.0	1.1	35.1

ideell Maschinenteil ( Rotorachse )



TOPOLOGIE :

LASTFALL :

1

System : Druckstab Theorie II, Ordnung

Rand oben: 1=frei 2=fest 3=eingesp. DV/DM=senk/drehfeder

Stab Nr	ra	DV KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1	1	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	9700E-07

Ruflager/gelenke: 1=starr 2=gelenk 3-5 Komb. DV/DM=senk/drehfeder

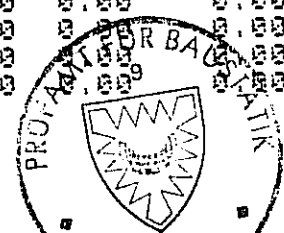
Stab Nr	ra	DV KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1	0	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	9700E-07
2	0	0000E-03	0000E-03	0200E+02	2100E+05	1000E-05
3	0	0000E-03	0000E-03	0010E+02	2100E+05	1000E-05
4	0	0000E-03	0000E-03	7000E+02	2100E+05	1740E-05
5	0	0000E-03	0000E-03	0470E+02	2100E+05	1000E-05
6	0	0000E-03	0000E-03	0400E+02	2100E+05	1000E-05
7	0	0000E-03	0000E-03	1000E+03	2100E+05	1000E-05
8	0	0000E-03	0000E-03	1510E+03	2100E+05	1000E-05
9	0	0000E-03	0000E-03	1700E+03	2100E+05	1000E-05
10	0	0000E-03	0000E-03	1000E+03	2100E+05	1000E-05
11	0	0000E-03	0000E-03	2100E+03	2100E+05	1000E-05
12	0	0000E-03	0000E-03	2300E+03	2100E+05	1100E-05
13	0	0000E-03	0000E-03	2000E+03	2100E+05	1100E-05
14	0	0000E-03	0000E-03	0000E+03	2100E+05	1000E-05
15	0	0000E-03	0000E-03	0000E+03	2100E+05	1000E-05
16	0	0000E-03	0000E-03	6500E+03	2100E+05	0070E-05

Rand unten: 1=frei 2=fest 3=eingesp. DV/DM=senk/drehfeder

Stab Nr	ra	DV KN/m	DM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
17	0	0000E-03	0000E+03	5000E+03	2100E+05	0700E-06

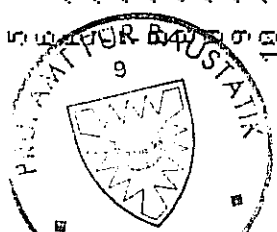
BELASTUNG :

Stab Nr	NO m	Q-O KN/m	Q-U	qz m	M+P KNm	qz-O m	F+P KN	qz-O m	H KN
1	0.000	0.00	0.00	1.04	-137.47	0.00	27.15	0.00	113.4
2	0.040	.10	.11	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	117.0
3	0.007	.11	.11	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	122.0
4	0.074	.11	.11	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	128.0
5	0.041	.11	.12	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	131.0
6	0.000	.12	.12	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	130.0
7	0.075	.12	.13	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	142.7
8	0.042	.13	.13	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	149.0
9	0.000	.13	.14	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	150.0
10	0.022	.14	.14	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	150.0
11	0.002	.14	.15	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	171.0
12	0.002	.15	.15	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	179.0
13	0.042	.15	.16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	187.0
14	0.042	.16	.16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	195.0
15	0.042	.16	.17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	204.0
16	0.042	.17	.18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.4
17	0.042	.18	.18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	227.0



Lastfall:  $F_{tx} = 1.6$   $M_{tx} = 127.7$   $q_f - G = 1.00$   
 $F_{ty} = 27.1$   $M_{ty} = 50.9$   $q_f - B = 1.00$   
 $F_{tz} = 113.4$   $M_{tz} = 106.6$   $q_f - H = 1.00$

DF	ZO/U	M	N	M	N	Q	Mt	si-D	si-M	S2	S1	Tt	Tb	S-U
	m	KN	KN	KNm	KNm	KN	KNm	mm	mm	mm/m <sup>2</sup>	mm/m <sup>2</sup>	mm	mm	mm
1	0.00													
2	.94	7.43	117.6	-137.5	-27.1	107	4.6	-15.9	-11.3	20.5	20.5	6.2	1.1	5.0
3	.94	5.51	122.0	-192.1	-27.3	107	4.6	-20.7	-16.1	25.3	25.3	6.6	1.1	5.0
4	.87	5.64	122.0	-247.1	-27.5	107	4.6	-24.0	-20.2	29.4	29.4	7.7	1.1	5.0
4	.97	5.64	126.5	-247.1	-27.5	107	4.6	-24.0	-20.2	29.4	29.4	7.7	1.1	5.0
4	.84	4.83	126.5	-302.5	-27.8	107	4.6	-28.4	-23.0	33.0	33.0	8.0	1.1	5.0
5	.84	4.83	131.2	-302.5	-27.8	107	4.6	-28.4	-23.0	33.0	33.0	8.0	1.1	5.0
5	.91	4.09	131.2	-358.3	-28.0	107	4.6	-31.5	-26.0	36.1	36.1	8.1	1.1	5.0
5	.81	3.42	136.0	-358.3	-28.2	107	4.6	-34.1	-28.9	38.9	38.9	8.4	1.1	5.0
10	.78	3.42	142.7	-414.5	-28.5	107	4.6	-37.7	-32.0	41.0	41.0	8.7	1.1	5.0
10	.78	2.82	142.7	-471.2	-28.5	107	4.6	-41.5	-35.9	44.1	44.1	9.1	1.1	5.0
12	.74	2.82	149.5	-471.2	-28.5	107	4.6	-47.7	-41.1	51.1	51.1	10.1	1.1	5.0
12	.74	2.29	149.5	-527.4	-28.7	107	4.6	-52.7	-45.4	55.4	55.4	10.4	1.1	5.0
14	.68	2.29	156.5	-527.4	-28.7	107	4.6	-58.4	-50.1	60.1	60.1	10.9	1.1	5.0
14	.68	1.82	156.5	-584.1	-28.9	107	4.6	-64.1	-55.5	65.5	65.5	11.5	1.1	5.0
9	.62	1.40	163.9	-584.1	-29.0	107	4.6	-71.7	-61.4	71.4	71.4	12.0	1.1	5.0
10	.56	1.40	171.5	-641.3	-29.3	107	4.6	-77.4	-67.4	77.4	77.4	12.6	1.1	5.0
10	.56	1.05	171.5	-699.0	-29.5	107	4.6	-84.1	-74.0	84.0	84.0	13.4	1.1	5.0
11	.50	1.05	179.3	-699.0	-29.5	107	4.6	-90.9	-80.5	90.5	90.5	14.0	1.1	5.0
11	.50	1.05	187.3	-757.1	-29.8	107	4.6	-97.7	-87.4	97.4	97.4	14.7	1.1	5.0
12	.44	1.75	187.3	-814.5	-29.8	107	4.6	-105.5	-95.4	105.4	105.4	15.5	1.1	5.0
12	.44	1.75	195.6	-814.5	-29.8	107	4.6	-113.0	-103.0	113.0	113.0	16.3	1.1	5.0
13	.34	1.31	195.6	-872.4	-30.1	107	4.6	-120.4	-110.4	120.4	120.4	17.1	1.1	5.0
14	.24	1.17	204.3	-872.4	-30.4	107	4.6	-128.9	-118.9	128.9	128.9	18.0	1.1	5.0
15	.20	1.17	215.4	-930.8	-30.7	107	4.6	-137.7	-127.7	137.7	137.7	19.0	1.1	5.0
15	.20	1.17	227.0	-930.8	-31.1	107	4.6	-146.5	-136.5	146.5	146.5	20.0	1.1	5.0
16	.04	0.07	227.0	-989.7	-31.1	107	4.6	-155.5	-145.5	155.5	155.5	21.0	1.1	5.0
17	.04	0.00	227.0	-1049.2	-31.1	107	4.6	-164.4	-154.4	164.4	164.4	22.0	1.1	5.0





TOPOLOGIE :

LASTFALL :

2

System : Druckstab

Theorie II, Ordnung

Rand oben: 1=frei 2=fest 3=eingesp. CV/CM=senk/drehfeder

Stab nr	CV KN/m	CM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1 1	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	1100E-05

Ruflager/gelenke: 1=starr 2=gelenk 3-6 komb. CV/CM=senk/drehfeder

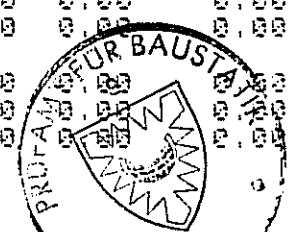
Stab nr	CV KN/m	CM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1 0	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	1100E-05
2 0	0000E-03	0000E-03	6200E+02	2100E+05	2200E-05
3 0	0000E-03	0000E-03	6013E+02	2100E+05	2100E-05
4 0	0000E-03	0000E-03	7669E+02	2100E+05	2100E-05
5 0	0000E-03	0000E-03	8479E+02	2100E+05	2039E-05
6 0	0000E-03	0000E-03	9343E+02	2100E+05	1975E-05
7 0	0000E-03	0000E-03	1363E+03	2100E+05	1672E-05
8 0	0000E-03	0000E-03	1515E+03	2100E+05	1599E-05
9 0	0000E-03	0000E-03	1703E+03	2100E+05	1540E-05
10 0	0000E-03	0000E-03	1908E+03	2100E+05	1499E-05
11 0	0000E-03	0000E-03	2125E+03	2100E+05	1439E-05
12 0	0000E-03	0000E-03	2369E+03	2100E+05	1393E-05
13 0	0000E-03	0000E-03	2638E+03	2100E+05	1320E-05
14 0	0000E-03	0000E-03	2969E+03	2100E+05	1271E-05
15 0	0000E-03	0000E-03	3309E+03	2100E+05	1227E-05
16 0	0000E-03	0000E-03	4694E+03	2100E+05	1060E-05

Rand unten: 1=frei 2=fest 3=eingesp. CV/CM=senk/drehfeder

Stab nr	CV KN/m	CM KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
17 6	0000E-03	4000E+03	5098E+03	2100E+05	1040E-05

BELASTUNG :

Stab nr	z0 m	q-o KN/m	q-u	dz	Hz	dz-o	Fz	dz-o	N
				m	KNm	m	KN	m	KN
1	0.000	0.00	0.00	.04	-350.33	0.00	00.03	0.00	167.3
2	.940	2.57	2.57	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	173.0
3	2.907	2.57	2.77	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	178.9
4	4.874	2.77	2.98	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	185.0
5	6.841	2.98	3.25	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	191.3
6	8.808	3.25	3.65	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	197.9
7	10.775	3.65	4.14	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	205.0
8	12.742	4.14	4.77	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	216.0
9	14.709	4.77	5.49	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	225.5
10	16.676	5.49	6.33	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	235.4
11	18.643	6.33	7.28	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	245.7
12	20.610	7.28	8.33	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	256.3
13	22.577	8.33	9.43	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	267.1
14	24.544	9.43	10.58	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	278.3
15	26.511	10.58	11.73	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	289.9
16	28.478	11.73	12.93	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	303.0
17	30.445	12.93	14.14	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	320.0





TOPOLOGIE :

LASTFALL :

3

System : Druckstab

Theorie II, Ordnung

Rand oben: 1=frei 2=fest 3=eingesp.  $C_U/C_M$ =senk/drehfeder

Stab nr	Stab ra	$C_U$ KN/m	$C_M$ KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1	1	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	9955E-07

Auflager/gelenke: 1=starr 2=gelenk 3-6 komb.  $C_U/C_M$ =senk/drehfeder

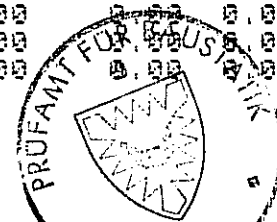
Stab nr	Stab ra	$C_U$ KN/m	$C_M$ KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
1	0	0000E-03	0000E-03	5000E+04	2100E+05	9955E-07
2	0	0000E-03	0000E-03	5200E+02	2100E+05	1004E-05
3	0	0000E-03	0000E-03	5913E+02	2100E+05	1010E-05
4	0	0000E-03	0000E-03	7083E+02	2100E+05	1757E-05
5	0	0000E-03	0000E-03	9479E+02	2100E+05	1791E-05
6	0	0000E-03	0000E-03	9343E+02	2100E+05	1659E-05
7	0	0000E-03	0000E-03	1353E+02	2100E+05	1995E-05
8	0	0000E-03	0000E-03	1515E+03	2100E+05	1335E-05
9	0	0000E-03	0000E-03	1703E+03	2100E+05	1202E-05
10	0	0000E-03	0000E-03	1905E+03	2100E+05	1249E-05
11	0	0000E-03	0000E-03	2125E+03	2100E+05	1248E-05
12	0	0000E-03	0000E-03	2360E+03	2100E+05	1174E-05
13	0	0000E-03	0000E-03	2583E+03	2100E+05	1111E-05
14	0	0000E-03	0000E-03	2989E+03	2100E+05	1071E-05
15	0	0000E-03	0000E-03	3399E+03	2100E+05	1035E-05
16	0	0000E-03	0000E-03	4594E+03	2100E+05	9921E-06

Rand unten: 1=frei 2=fest 3=eingesp.  $C_U/C_M$ =senk/drehfeder

Stab nr	Stab ra	$C_U$ KN/m	$C_M$ KNm/1	J cm <sup>4</sup>	E KN/m <sup>2</sup>	eps
17	6	0000E-03	4000E+03	5095E+03	2100E+05	9789E-06

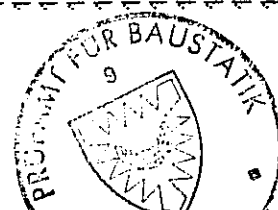
BELASTUNG :

Stab nr	z0 m	q-0 KN/m	q-U	qz m	MtP KNm	qz-0 m	FtP KN	qz-U m	N KN
1	0.000	0.00	0.00	.04	-312.38	0.00	04.00	0.00	115.4
2	.940	1.91	1.90	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	119.6
3	2.907	1.90	2.00	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	124.0
4	4.874	2.05	2.12	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	128.5
5	6.841	2.12	2.19	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	133.2
6	8.808	2.19	2.26	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	138.0
7	10.775	2.26	2.33	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	144.7
8	12.742	2.33	2.42	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	151.5
9	14.709	2.42	2.52	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	158.5
10	16.676	2.52	2.61	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	165.5
11	18.643	2.61	2.71	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	173.5
12	20.610	2.71	2.80	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	181.5
13	22.577	2.80	2.91	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.5
14	24.544	2.91	3.02	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.5
15	26.511	3.02	3.14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	206.5
16	28.478	3.14	3.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.4
17	30.445	3.25	3.36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	229.0



Lastfall: 3  $q_{f-G} = 1,00$   $q_{f-Q} = 1,00$   $q_{f-M} = 1,00$   
 $F_{tx} = 0,0$   $M_{tx} = 297,2$   $q_{-W} = 1,400$   
 $F_{ty} = 84,9$   $M_{ty} = 98,2$   $M_{tr} = -312,4$   
 $F_{tz} = 115,4$   $M_{tz} = 159,5$   $F_{tr} = 84,9$

nr	z0/u	m	v	cm	N	KN	M	KNm	Q	KN	Mt	KNm	si-n	si-m	S2	MM/m <sup>2</sup>	S1	Tt	Tb	S-w		
1	0,00		ideell				Maschinenenteil															
2	0,94		25,93	119,8	119,8	170	-312,4	-84,9	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
3	2,91		22,90	119,6	119,6	170	-486,7	-88,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
4	4,87		22,90	124,0	124,0	170	-486,7	-88,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
5	6,84		20,01	128,5	128,5	170	-669,7	-92,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
6	8,81		17,29	133,2	133,2	170	-858,5	-96,9	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
7	10,78		14,77	138,0	138,0	170	-1056,4	-101,0	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
8	12,74		12,46	144,7	144,7	170	-1262,5	-105,4	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
9	14,69		10,36	151,5	151,5	170	-1477,9	-109,9	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
10	16,62		8,48	158,5	158,5	170	-1697,0	-114,5	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
11	18,56		6,79	165,9	165,9	170	-1927,2	-119,3	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
12	20,49		5,28	173,5	173,5	170	-2168,0	-124,3	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
13	22,44		3,97	181,3	181,3	170	-2414,3	-129,4	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
14	24,40		2,85	189,3	189,3	170	-2672,6	-134,6	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
15	26,36		1,94	197,6	197,6	170	-2935,5	-140,2	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
16	28,31		1,24	206,3	206,3	170	-3208,7	-145,9	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
17	30,26		0,66	217,4	217,4	170	-3492,4	-151,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
18	32,21		0,25	229,0	229,0	170	-3787,9	-157,8	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7
19	34,15		0,00	241,0	241,0	170	-4094,0	-164,4	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7	170	4,7



NACHWEIS

SCHRAUBENZUGKRAFT

Lastfall :

1

D I N 18900 / T1 / 1990  
 Petersen / Stahlbau 5,954

SCHRAUBEN M 24 GK 10.9

Vorspannkraft  
 R-sch  $\sigma_{m^2}$  = 4,520  
 R-sp  $\sigma_{m^2}$  = 3,530  
 FV KN = 220,000

Grenzkraft (sa-M = 1,0)  
 (47 ) (tau) Uerd KN = 240,000  
 (55 ) (sig) Nrd KN = 282,400

Flansch GGG 50 Sektion Kopf E-mod MN/m<sup>2</sup> = 175000  
 Flansch ST 37 Sektion I-III E-mod MN/m<sup>2</sup> = 210000

Betriebsfestigkeit ( N=10<sup>7</sup> )  
 (GL-Ri-Li Kap.6 Abschn. 2/D4)

Eurocode 3 Kat 7.1 m=3 delta-sig MN/m<sup>2</sup> = 42,000

SEKTION KOPF 32 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 11,300  
 F-V + delta-Z N KN = 225,257  
 1,1 \* N / Nrd = 1,877  
 Schwingbreite delta-sig MN/m<sup>2</sup> = 14,892  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 9,026

SEKTION I - II 44 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 23,000  
 F-V + delta-Z N KN = 230,720  
 1,1 \* N / Nrd = 1,000  
 Schwingbreite delta-sig MN/m<sup>2</sup> = 30,395  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 22,507

SEKTION II - III 64 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 20,000  
 F-V + delta-Z N KN = 220,000  
 1,1 \* N / Nrd = 1,000  
 Schwingbreite delta-sig MN/m<sup>2</sup> = 20,204  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 20,004

SEKTION FUND 88 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 20,400  
 F-V + delta-Z N KN = 220,143  
 1,1 \* N / Nrd = 1,000  
 Schwingbreite delta-sig MN/m<sup>2</sup> = 23,000  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 17,400



NACHWEIS

SCHRAUBENZUGKRAFT

Lastfall :

2

D I N 19800 / T1 / 1990  
 Petersen / Stahlbau 9,954

SCHRAUBEN M 24 GK 10.9

Vorspannkraft  
 A-sch  $cm^2$  = 4,520  
 A-sp  $cm^2$  = 3,530  
 Fv KN = 220,000

Grenzkraefte (gs-M = 1,0)  
 (47 ) (tsu) Uerd KN = 240,600  
 (55 ) (sig) Nrd KN = 202,400

Flansch GGG 50 Sektion Kopf E-mod MN/m<sup>2</sup> = 175000  
 Flansch ST 37 Sektion I-III E-mod MN/m<sup>2</sup> = 210000

Betriebsfestigkeit ( N=10<sup>7</sup> )  
 (GL-Ri-Li Kap.6 Abschn. 2/C4)

Eurocode 3 Kat 71 m=3 delta-sig MN/m<sup>2</sup> = 42,000

SEKTION KOPF 32 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 33,900  
 F-v + delta-Z N KN = 235,771  
 1,1 \* N / Nrd = ,918

Schwingbreite  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 27,078

SEKTION I - II 44 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 75,500  
 F-v + delta-Z N KN = 253,094  
 1,1 \* N / Nrd = ,999

Schwingbreite  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 71,416

SEKTION II - III 64 x M 24

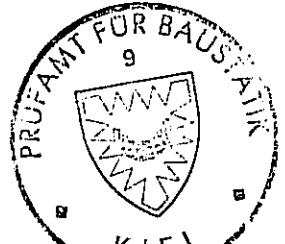
Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 97,500  
 F-v + delta-Z N KN = 256,221  
 1,1 \* N / Nrd = ,998

Schwingbreite  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 76,270

SEKTION FUND 88 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2) sig MN/m<sup>2</sup> = 85,900  
 F-v + delta-Z N KN = 254,290  
 1,1 \* N / Nrd = ,991

Schwingbreite  
 Grenzkraft Z-krit > Z KN = 73,292



NACHWEIS

SCHRAUBENZUGKRAFT

Lastfall: 3

D I N 10000 / T1 / 1990  
 Petersen / Stahlbau S.954

SCHRAUBEN M 24 GK 10.9

	A-sch	cm <sup>2</sup>	=	4,520
	A-sp	cm <sup>2</sup>	=	3,530
Vorspannkraft	Fv	kN	=	220,000
Grenzkraefte (ga-M = 1,0)				
(47 )	Ustd	kN	=	249,600
(55 )	Nrd	kN	=	292,400
Flansch GGG 50	E-mod	NN/m <sup>2</sup>	=	175000
Flansch ST 37	E-mod	NN/m <sup>2</sup>	=	210000
Betriebsfestigkeit ( N=10 <sup>7</sup> )				
(GL-Ri-Li Kap.6 Abschn. 2/C4)				
Eurocode 3 Kat 71 m=3	delta-sig	NN/m <sup>2</sup>	=	42,000

SEKTION KOPF 32 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2)	sig	NN/m <sup>2</sup>	=	31,500
F-U + delta-Z	N	kN	=	234,555
1,1 * N / Nrd			=	,914
Schwingbreite				entfaellt
Grenzkraft	Z-krit > Z	kN	=	25,151

SEKTION I - II 44 x M 24

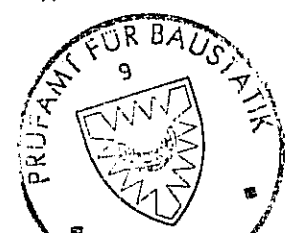
Zugspannung Turmschaft (EDU->S2)	sig	NN/m <sup>2</sup>	=	82,600
F-U + delta-Z	N	kN	=	257,091
1,1 * N / Nrd			=	1,001
Schwingbreite				entfaellt
Grenzkraft	Z-krit > Z	kN	=	79,132

SEKTION II - III 64 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2)	sig	NN/m <sup>2</sup>	=	103,000
F-U + delta-Z	N	kN	=	259,551
1,1 * N / Nrd			=	1,007
Schwingbreite				entfaellt
Grenzkraft	Z-krit > Z	kN	=	91,199

SEKTION FUND 88 x M 24

Zugspannung Turmschaft (EDU->S2)	sig	NN/m <sup>2</sup>	=	99,500
F-U + delta-Z	N	kN	=	255,329
1,1 * N / Nrd			=	,995
Schwingbreite				entfaellt
Grenzkraft	Z-krit > Z	kN	=	75,511



NACHWEIS

FLANSCH

Petersen/Stahlbau/S. 510

Anschluss Turm-Flansch mit HV-Naht mit Kapplage gegengeschweisst  
(DIN 18800 / Teil 1 / 1990) Tab. 19  $a = t + t_{\text{Turm}}$

0.95 \* 240 / 1.10 sig-wrt  $\text{MN/m}^2 = 207.27$

Betriebsfestigkeit ( $\text{N}=10^7$ ) deite-sig  $\text{MN/m}^2 = 39.00$

Eurocode 3 Kat 53 m=3 Schweiß deite-sig  $\text{MN/m}^2 = 92.00$

Kat 140 m=3 Flansch deite-sig  $\text{MN/m}^2 = 92.00$

Geometrie/Querschnitt (/Abschnitt) (Schrauben M24)

Turm zo m	Turm			Flansch			
	e cm	t cm	R $\text{cm}^2$	h $\text{cm}^3$	t cm	R $\text{cm}^2$	h $\text{cm}^3$
.94	12.507	.800	7.50	.75	3.000	30.02	15.01
12.74	11.253	.800	9.00	1.20	4.000	35.01	23.34
22.44	9.396	.800	7.51	1.00	4.000	27.54	19.36
31.94	8.234	1.000	8.25	1.00	4.000	23.02	15.34

Flansch GGG 50 E-mod  $\text{MN/m}^2 = 175000$   
 Flansch ST 37 E-mod  $\text{MN/m}^2 = 210000$

Einwirkungen / Beanspruchungen (Zugseite)

Lastfall 1

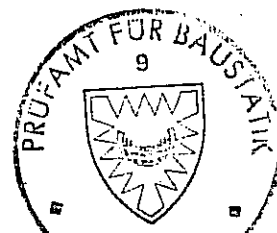
Turm zo m	Turm			Flansch					
	S2 $\text{MN/m}^2$	M kNm	S2* $\text{MN/m}^2$	M kNm	sig-m $\text{MN/m}^2$	Q kN	Tb	S-U $\text{MN/m}^2$	
.94	11.3	.0031	15.40	.34	22.06	8.5	.2	23.0	
12.74	23.9	.0067	29.52	.85	38.00	21.5	.5	38.0	
22.44	26.8	.0053	32.13	.80	43.55	20.1	.8	43.0	
31.94	20.4	.0066	25.16	.65	42.37	16.8	.9	42.4	

Lastfall 2

Turm zo m	Turm			Flansch					
	S2 $\text{MN/m}^2$	M kNm	S2* $\text{MN/m}^2$	M kNm	sig-m $\text{MN/m}^2$	Q kN	Tb	S-U $\text{MN/m}^2$	
.94	33.9	.0092	46.19	1.03	68.87	25.4	.7	68.9	
12.74	75.5	.0213	93.25	2.79	115.57	68.0	1.7	115.6	
22.44	97.5	.0184	116.90	2.91	158.42	73.2	2.8	158.5	
31.94	85.9	.0276	105.95	2.74	178.42	78.9	3.7	178.5	

Lastfall 3

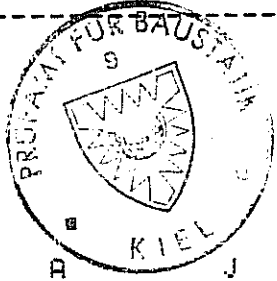
Turm zo m	Turm			Flansch					
	S2 $\text{MN/m}^2$	M kNm	S2* $\text{MN/m}^2$	M kNm	sig-m $\text{MN/m}^2$	Q kN	Tb	S-U $\text{MN/m}^2$	
.94	31.5	.0086	42.92	.96	63.00	23.6	.6	64.0	
12.74	82.6	.0233	102.02	2.95	128.43	74.4	1.9	128.5	
22.44	103.9	.0207	124.57	3.10	168.82	78.9	3.9	168.9	
31.94	89.5	.0284	109.16	2.82	193.82	73.0	3.8	193.9	





NACHWEIS

FUNDAMENTSEKTION



Geometrie / Querschnittswerte :

T U R M (DK-Fund-platte)										z = 33,04 m
d-a	d-i	h-1	t	G	A	J	W	At	S	
cm	cm	cm	cm	kN	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	
240,0	237,6	200,0	1,2	15,0	900	6417384	53470	44700	34215	

F L A N S C H (UK-Sektion)										z = 33,94 m
d-a	d-i	h-1	t	G	A	J	W	At	S	
cm	cm	cm	cm	kN	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	
240,0	228,0	2,0	10,0	1,0	7502	53570262	430629	44700	285127	

Einwirkungen in DK Fundamentplatte :

		N	M	Q	Mt
		kN	kNm	kN	kNm
Lastfall	1	243,0	1093,7	31,4	107,0
Lastfall	2	253,5	3120,9	130,3	2205,0
Lastfall	3	245,1	4273,9	164,0	3022,1

Beanspruchung Turmschaft

		si-n	si-m	S2	S1	Tt	Tb	S-U
		MN/m <sup>2</sup>						MN/m <sup>2</sup>
		( z-M = 1,00 )						
Lastfall	1	2,7	-20,3	-17,6	23,0	1,0	,7	23,2
Lastfall	2	3,0	-79,1	-75,3	92,9	,5	3,9	93,2
Lastfall	3	2,7	-79,9	-77,2	92,5	1,5	3,5	93,1

Verankerung Flanschring

Anschluss an Turmschaft mit Kehlnaht  $2 \times a_1 = 14 \text{ mm}$  > 12 mm  
 sig-wrd > S-U

Flanschbiegung

$100 \cdot 2,0$	b / t	=	10,0 / 2,0	cm
$100 \cdot 2,0^2 / 6$	D	=	200,00	cm <sup>2</sup> /m
$(10,0 - 1,2 - 2,0) / 2$	W	=	65,67	cm <sup>3</sup> /m
red. e	e	=	3,40	cm

$D = S1 \cdot t\text{-turm}$      $Q = D \cdot e / b\text{-flansch}$      $M = Q \cdot e / 2$     /m

		Q	M	si-m	Tb	S-U
		kN	kNm			MN/m <sup>2</sup>
Lastfall	1	93,7	1,59	23,00	4,60	25,23
Lastfall	2	338,2	5,75	95,23	16,91	91,07
Lastfall	3	337,2	5,73	95,90	16,86	90,80

Kontaktpressung Lastfall 1    max sig-d = 2,76 MN/m<sup>2</sup>  
 Kontaktpressung Lastfall 3    max sig-d = 9,92 MN/m<sup>2</sup>

E I N W I R K U N G E N ( 1,0-fach ) O K - G R U E N D U N G

		N	M	Q	Qx=Qy	Mx=My
		kN	kNm	kN	diagonal	
Lastfall	1	243,0	1093,7	31,4	22,2	766,3
Lastfall	2	253,5	3120,9	130,3	92,1	2205,0
Lastfall	3	245,1	4273,9	164,0	116,0	3022,1

Nachweis

Öffnungsbereich

E DIN 4131/88

Vorgebundene vertikale Randversteifung

Geometrie ( $\frac{1}{2}$  Türhöhe)  $z_0 = 30,583 \text{ m}$

Turm  $da = 234,30 \text{ cm}$

$t = 1,00 \text{ cm}$

$\gamma\text{-m} = 116,65 \text{ cm}$

Öffnung  $a = 64,00 \text{ cm}$

$b = 64,83 \text{ cm}$

$f = 32,00 \text{ cm}$

$h = 109,00 \text{ cm}$

Vorbindelänge

$0,8 \times 64,83 + 32,0/3$   $c = 62,53 \text{ cm}$

$109 + 2 \times 62,53$   $l = 234,06 \text{ cm}$

erf. t-Turm (ungestörter Bereich)

erf  $t \approx t \times \text{vorh-sig}/\text{zul-sig}$

(vgl. 4.4) LF 3  $\text{vorh. sig} = 94,50 \text{ MN/m}^2$

(vgl. 3.1)  $\text{zul. sig} = 137,45 \text{ MN/m}^2$

$1,0 \times 94,50/137,45$   $\text{erf. t} = 0,69 \text{ cm}$

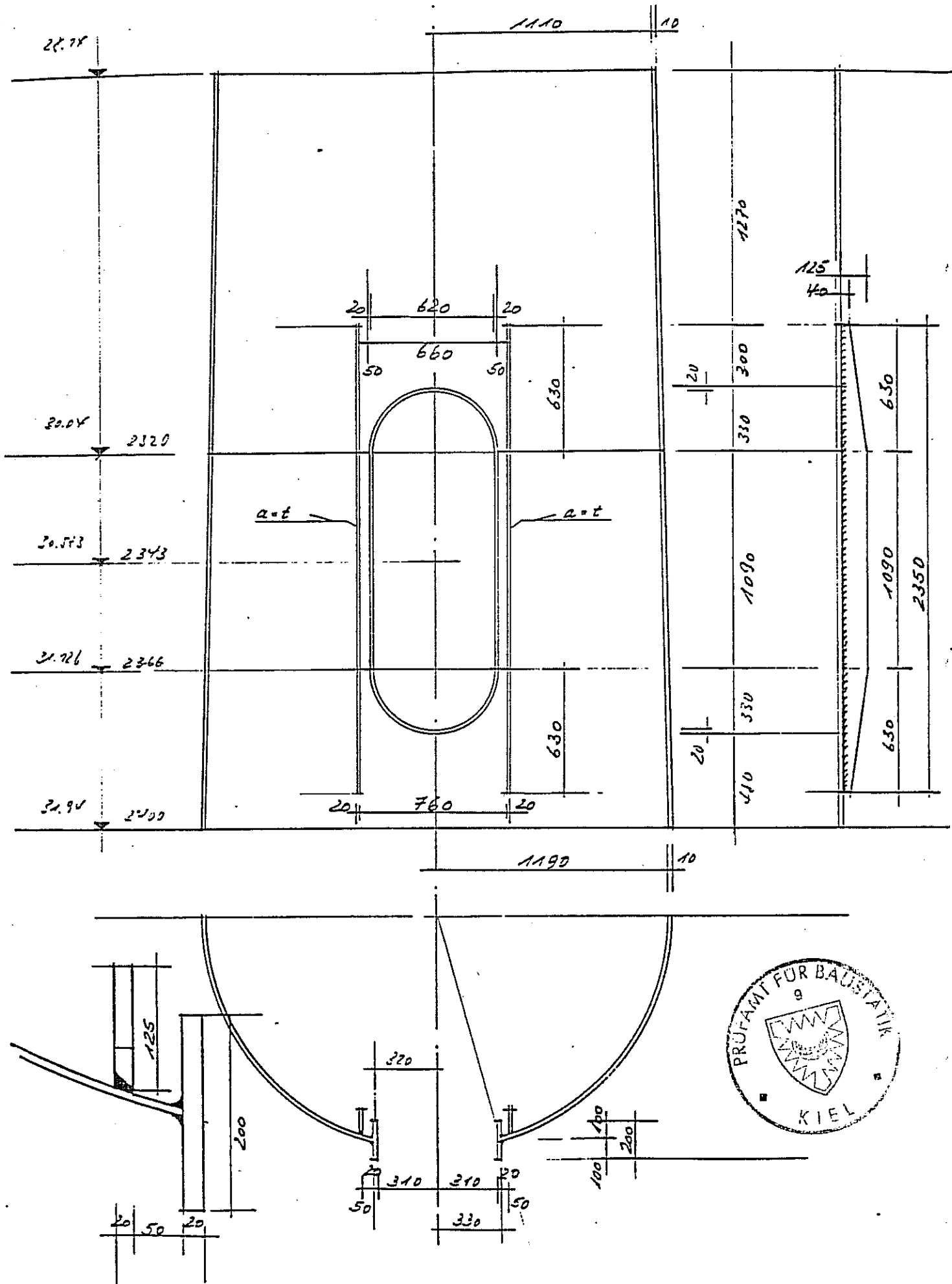
Querschnitt Randversteifung

DIN 4131/6.4.1

(2)  $\text{erf Av} = 23,61 \text{ cm}^2$

(3)  $\text{erf Iv} = 326,50 \text{ cm}^4$





$$bv = 12,50 \text{ cm}$$

$$tv = 2,00 \text{ cm}$$

$$\text{vorh. Av.} = 25,00 \text{ cm}^2$$

---

$$2,0 \times 12,5^3/12$$

$$\text{vorh. Iv} = 325,50 \text{ cm}^3$$

---

### Mantelblech im Öffnungsbereich

(vergl. 4.4 ) Lf. 3

$$Q = 159,90 \text{ kN}$$

$$\text{beta-s} = 240,00 \text{ MN/m}^2$$

(6)

$$\text{delta-t} = 0,053 \text{ cm}$$

$$0,69 + 0,053$$

$$(\text{t} + \text{delta-t}) = 0,743 \text{ cm}$$

---

$$\text{vorh. t} = 1,00 \text{ cm}$$

---

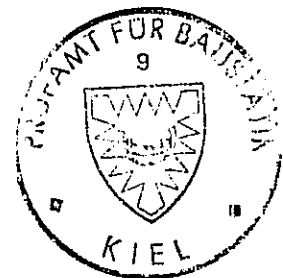
Anschluß Steife-Rohrmantel mit Stumpfnahat  $a = t$ .

(vergl. 4.2 ) Lf. 1

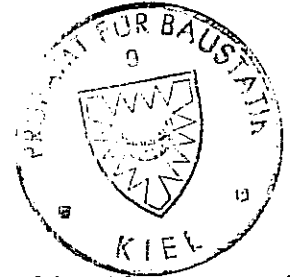
$$\text{vorh. sig} = 27,10 \text{ MN/m}^2$$

(Kat 56,  $m = 3$ ,  $N = 10^7$ )

$$\text{delta sig} = 33,00 \text{ MN/m}^2$$



Gründung



Vorbemerkung

Der Gründungsnachweis erfolgt gem. DIN 4131, Entw. 88, Abs. 6.3 in Verbindung mit den Anforderungen gem. DIN 1054 (Lastfall 1 und 2).

Lastfall 1 (DIN 1054):

Zugeordnet wird die Einwirkungskombination 3.2.1 (gem. Gua GL) mit der Windgeschwindigkeit für extremen Betrieb und der Anforderung: keine klaffende Sohlfuge!

Lastfall 2 (DIN 1054)

Zugeordnet wird die Einwirkungskombination 3.2.4 (gem. Gua GL) mit der Windgeschwindigkeit für Standruckzone IV und der Anforderung: klaffende Fuge bis zum Schwerpunkt der Sohlfläche!

Lastfall 3 (Betriebsfestigkeit)

Zugeordnet wird die Einwirkungskombination "p-p" mit der Anforderung: Begrenzung der Betonstahlspannungen.

Mit der Bedingung für die Spannungsverteilung in der Sohlfuge gem. DIN 1054 wird die Bodenpressung zul.  $\sigma - b = 150 \text{ KN/m}^2$  eingehalten.

Die zul. Sohlpressung wird durch den Nachweis der Grundbruchsicherheit für einen nichtbindigen Boden mit  $E_s = 20.000 \text{ KN/m}^2$ ,  $\alpha = 30^\circ$  und  $\gamma_m = 18 \text{ KN/m}^3$  überprüft (vergl. EDV).

Die Auflast aus Überschüttung ist Bestandteil der Anlage und muß ständig vorhanden sein.

Der Standort der Gründung muß außerhalb von Auftriebsbereichen infolge Grundwasser o. ä. liegen.

Einwirkung in OK Fundamentplatte z = 33,04 m

Lastfall 1:

(vergl. 2.9 und 2.10)

Wind auf Turm (25 + 10)  
 $0,62036 \times 35^2 / 1600$

$v = 35,00 \text{ m/S}$   
 $q_w = 0,475 \text{ kN/m}^2$

Kabine (antlg).

$6,5 \times 35^2 / 52,15^2$

$F_{ty} = 2,928 \text{ kN}$

$d_m = 1,88 \text{ m/h} = 31,00 \text{ m/}$   $h = 1,10 \text{ m}$

$h_s = 31/3 \times (2,4+2 \times 1,362) / (2,4+1,362) + 1,10 = 15,17 \text{ m}$

$0,475 \times 1,88 \times 31,0 = 27,68 \text{ kN}$

- in Richtung Symmetrieachse:

$\sqrt{7,0^2 + (40,9 + 2,928)^2} = 44,38 \text{ kN}$

Fr = 72,06 kN

$\sqrt{34,9^2 + 107,2^2} = 112,74 \text{ kNm}$

$27,68 \times 15,17 = 419,91 \text{ kNm}$

$44,38 \times (31,0 + 1,10) = 1.424,60 \text{ kNm}$

Mr = 1.957,25 kNm

- in Richtung Diagonale:

$72,06/\sqrt{2} \quad F1=F2 = 50,95 \text{ kN}$

$1.957,25/\sqrt{2} \quad M1=M2 = 1.383,98 \text{ kNm}$

Lastfall 2:

(vergl. 5.3)

- in Richtung Symmetrieachse: Fr = 164,0 kN

Mr = 4.273,9 kNm

- in Richtung Diagonale:

F1=F2 = 116,0 kN

M1=M2 = 3.022,1 kNm

Lastfall 3: (Betriebsfestigkeit)

(vergl. 5.3)

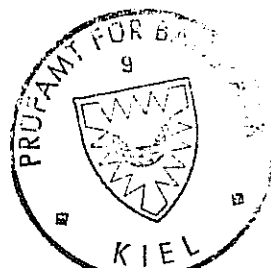
- in Richtung Symmetrieachse Fr = 31,4 kN

Mr = 1.083,7 kNm

- in Richtung Diagonale

F1=F2 = 22,2 kN

M1=M3 = 766,3 kNm



Die Normalkraftdifferenz am Turmkopf ist gering und kann für alle Lastfälle konst. angenommen werden.

<u>Normalkräfte:</u>	(vergl. 2.4 u. 2.9)
Eigenlast Turm (incl. Turbine)	= 223,61 kN
Eigenlast Fund-sektion	= 16,00 kN
Ftz - 110,0	= 12,80 kN
Differenzlast Sockel $\pi \times 2,40^2 \times (25-18) \times 0,87/4$	= <u>27,55 kN</u>
	N = <u>279,96 kN</u>

Auflast aus Überschüttung:

tü	=	0,87 m
gam	=	18,0 kN/m <sup>3</sup>

System/EDV-Berechnung

Der Fundamentsockel ( $\phi = 2,40$  m) wird idealisiert als Stütze mit Quadrat. Querschnitt angenommen.

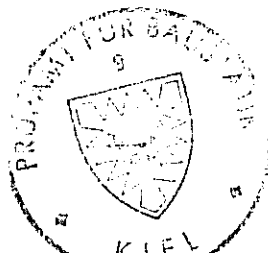
$$\sqrt{240^2} \times \pi/4 \quad cx=cy = \quad 212,7 \quad \text{cm}$$

Die lokale Einleitung der Druckkräfte aus der Fundamentsektion erfolgt durch eine Bügelbewehrung die konst. über den Umfang angeordnet wird.

	max sig - d	=	9,92 MN /m <sup>2</sup>
	b-Flansch	=	0,10 m
$9,92 \times 0,10 \times 10^3/28,6$	asbü (IVS)	=	34,68 cm <sup>2</sup> /m
	gew. $\phi$ 16/a	=	<u>11,5 cm</u>

Der Bügelschenkel am Innenkreis wird bis in den Sockelbereich geführt.

In Verbindung mit den vorgenannten konstruktiven Maßnahmen kann der Gründungkörper für den Nachweis auf Durchstanzen als Verbundsystem angenommen werden.



**POS. 6.2 FLACHGRUENDUNG**

Einwirkung in Richtung S Y M M E T R I E A C H S E

S Y S T E M : zentrisches Einzelfundament

Stütze: Abmessung cy/cz = 212.7 /212.7 cm  
 Anschluß in y-Richtung biegesteif, z-Richtung biegesteif

Fundament: by/bz/d/df = 710 / 710 / 100 / 187 cm

B E L A S T U N G : Dimensionen: M(kNm), N,H(kN)  
 (Positive H-Kraft erzeugt im Fundament positives Moment)

aus	LF	N	MIy	MIIy	Miz	MIIz	Hz	Hy
Lf 3.2.1	1	280.0	0.0	0.0	1957.2	1957.2	0	72
Lf 3.2.4	2	280.0	0.0	0.0	4273.9	4273.9	0	164
Betr-fest.	3	280.0	0.0	0.0	1083.7	1083.7	0	31

Fund./Aufsch.=1260.3/789.4 kN, Fund.Auflast q= 0.0 kN/m2

LASTZUSAMMENSTELLUNG:

LF	N	MIy	MIIy	Hz	Miz	MIIz	Hy	kF	DIN
1	280.0	0.0	0.0	0	1957.2	1957.2	72	Nein	LF 1
2	280.0	0.0	0.0	0	4273.9	4273.9	164	Ja	LF 1
3	280.0	0.0	0.0	0	1083.7	1083.7	31	Nein	LF 1

Ermittlung der zul. Sohlpressung durch Grundbruchnachweis

Boden: nichtbindig nicht sondiert, setzungsempf. Bauw

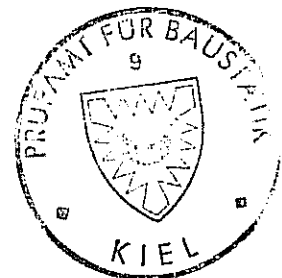
Kennwerte: Gamma 1/2=18.0/10.0 kN/m3

Es/c = 20000 / 0.0 kN/M2 Phi = 30.0 Grad, Ortbeton,

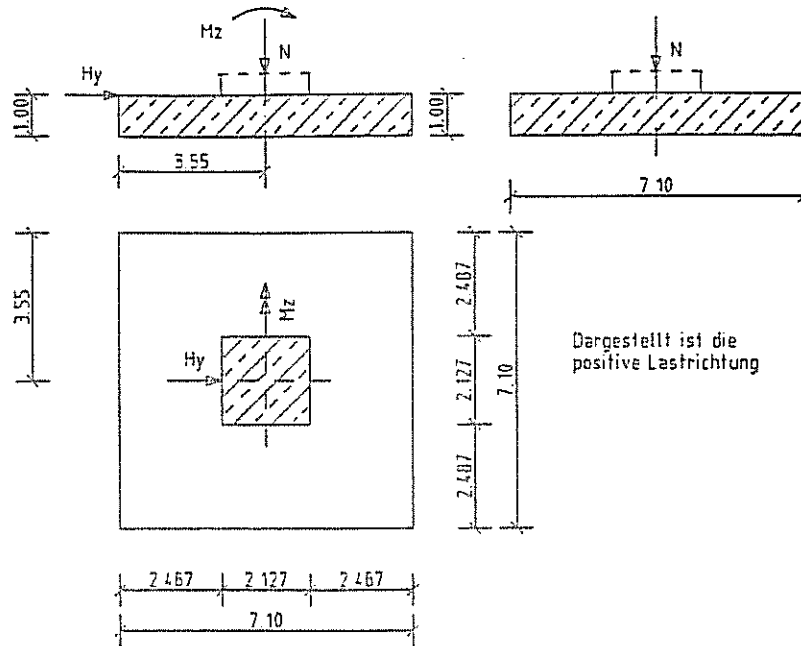
Stand sicherheitsnachweis mit Momenten nach Theo. II. Ord.

LF Nr. (-- 1 --) (-- 2 --) (-- 3 --) (-- 4 --)  
 Nachweis für: vorh/zul. vorh/zul. vorh/zul. vorh/zul.

Sohlpres. p MN/m2 0.06/0.59 0.10/0.44 0.05/0.65 - / -







Grundbr.	Eta p	19.6/2.00	8.80/2.00	26.0/2.00	-	/	-
Gleiten	Eta g	18.8/1.50	8.26/1.50	43.7/1.50	-	/	-

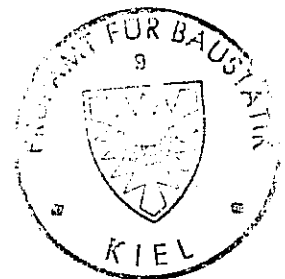
B E M E S S U N G :            Beton B 25,                    Baustahl 500 S  
 Über Sohlpressung            Betondeckung / h' = 5.0 / 6.5 cm

LF. Nr.	(-- y Richtung --)				(-- z Richtung --)			
	My kNm	As cm <sup>2</sup>	Tau N/mm <sup>2</sup>	AsBü cm <sup>2</sup>	Mz kNm	As cm <sup>2</sup>	Tau N/mm <sup>2</sup>	AsBü cm <sup>2</sup>
1	142.2	5.38	-	-	673.9	25.79	-	-
2	168.2	6.37	-	-	1327.3	51.28	-	-
3	130.7	4.94	-	-	427.6	16.29	-	-

(--parallel zur z - Achse--)				(--parallel zur y - Achse--)					
m	m	--	mm	cm <sup>2</sup>	m	m	--	mm	cm <sup>2</sup>
0.00	- 1.78	10	Ds 14	= 15.39	0.00	- 1.78	10	Ds 14	= 15.39
1.78	- 5.33	12	Ds 20	= 37.70	1.78	- 5.33	12	Ds 20	= 37.70
5.33	- 7.10	10	Ds 14	= 15.39	5.33	- 7.10	10	Ds 14	= 15.39

Es ist Keine Durchstanzbewehrung erforderlich !



**POS. 6.3 FLACHGRUENDUNG**

Einwirkung in Richtung D I A G O N A L E

S Y S T E M : zentrisches Einzelfundament

Stütze: Abmessung cy/cz = 212.7 / 212.7 cm  
 Anschluß in y-Richtung biegesteif, z-Richtung biegesteif

Fundament: by/bz/d/df = 710 / 710 / 100 / 187 cm

B E L A S T U N G : Dimensionen: M(kNm), N,H(kN)  
 (Positive H-Kraft erzeugt im Fundament positives Moment)

aus	LF	N	MIy	MIIy	MIz	MIIz	Hx	Hy
Lf 3.2.1	1	280.0	-1383	-1383	1383.9	1383.9	-50	51
Lf 3.2.4	2	280.0	-3022	-3022	3022.1	3022.1	-116	116
Betr-fest.	3	280.0	-766.3	-766.3	766.3	766.3	-22	22

Fund./Aufsch.=1260.3/789.4 kN, Fund.Auflast q= 0.0 kN/m2

LASTZUSAMMENSTELLUNG:

LF	N	MIy	MIIy	Hx	MIz	MIIz	Hy	kF	DIN
1	280.0	-1383	-1383	-50	1383.9	1383.9	51	Ja	LF 1
2	280.0	-3022	-3022	-116	3022.1	3022.1	116	Ja	LF 1
3	280.0	-766.3	-766.3	-22	766.3	766.3	22	Nein	LF 1

Ermittlung der zul. Sohlpressung durch Grundbruchnachweis

Boden: nichtbindig nicht sondiert, setzungsempf.Bauw

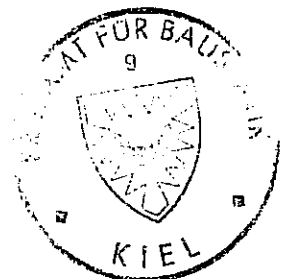
Kennwerte: Gamma 1/2=18.0/10.0 kN/m3

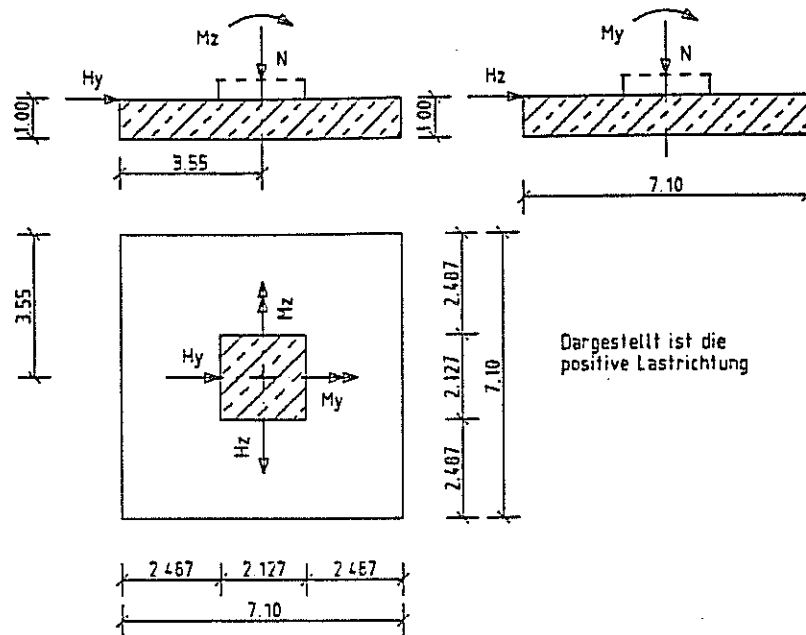
Es/c = 20000 / 0.0 kN/M2 Phi = 30.0 Grad, Ortbeton,

Stand sicherheitsnachweis mit Momenten nach Theo. II. Ord.

LF Nr. (-- 1 --) (-- 2 --) (-- 3 --) (-- 4 --)  
 Nachweis für: vorh/zul. vorh/zul. vorh/zul. vorh/zul.

Sohlpres. p MN/m2 0.07/0.63 0.12/0.53 0.06/0.67 - / -





Grundbr.	Eta p	17.8/2.00	8.75/2.00	22.3/2.00	-	/	-
Gleiten	Eta g	18.9/1.50	8.26/1.50	43.5/1.50	-	/	-

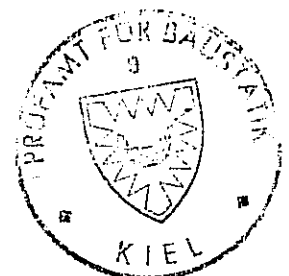
B E M E S S U N G :            Beton B 25,                    Baustahl 500 S  
 Über Sohlpressung            Betondeckung / h' = 5.0 / 6.5 cm

LF. Nr.	(----- y Richtung -----)				(----- z Richtung -----)			
	My kNm	As cm <sup>2</sup>	Tau N/mm <sup>2</sup>	AsBü cm <sup>2</sup>	Mz kNm	As cm <sup>2</sup>	Tau N/mm <sup>2</sup>	AsBü cm <sup>2</sup>
1	497.6	18.99	-	-	498.1	19.04	-	-
2	941.5	36.16	-	-	941.5	36.16	-	-
3	331.8	12.61	-	-	331.8	12.61	-	-

(---parallel zur z - Achse---)				(---parallel zur y - Achse---)					
m	m	--	mm	cm <sup>2</sup>	m	m	--	mm	cm <sup>2</sup>

0.00 - 1.78	10 Ds 14	=	15.39	0.00 - 1.78	10 Ds 14	=	15.39
1.78 - 5.33	12 Ds 20	=	37.70	1.78 - 5.33	12 Ds 20	=	37.70
5.33 - 7.10	10 Ds 14	=	15.39	5.33 - 7.10	10 Ds 14	=	15.39

Es ist keine Durchstanzbewehrung erforderlich !



Betriebsfestigkeit (Betonstahl)

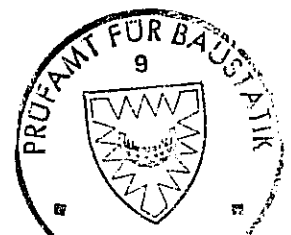
Biegezugbewehrung:			(vergl. 6.2)
(2 x 15,39) + 37,7	vorh. As	=	68,48 cm <sup>2</sup>
Lf - max	erf. As	=	51,28 cm <sup>2</sup>
286 x 51,28/68,48	vorh. sig	=	214,17 MN/m <sup>2</sup>
			=====
Lf - Betrieb	erf. As	=	16,29 cm <sup>2</sup>
286,0 x 16,29/68,48	vorh. sig	=	68,03 MN/m <sup>2</sup>
			=====
(Kat. 180, m = 3, N = 10 <sup>7</sup> )	delta-sig	=	110,00 MN/m <sup>2</sup>

Bügelbewehrung: (vergl. 6.2 und 5.3)

Mittelwert aus cos-förmiger Spannungsverteilung im Einflußbereich von ca. 120°.

pi x 240/11,5	sum-büg	=	66	Stck
360/66		=	5,45°	
antlg. Büg.		=	23	Stck
	M	=	1.083,7	kNm
	N	=	243,0	kN
(4 x M/d + N)/66	Zo	=	31,05	kN
Zn = Zo x cos (n x α )				
- für n = 1 bis 11	sum cos	=	8,844	
31,05 x (2 x 8,844 + 1)	Z	=	580,26	kN
23 Büg. φ 16 (2-S)	As	=	92,46	cm <sup>2</sup>
580,26 x 10/92,46	vorh. sig	=	62,76	MN/m <sup>2</sup>
				=====
(Kat. 100, m = 3, N = 10 <sup>7</sup> )	delta-sig	=	59,00	MN/m <sup>2</sup>

Die Überschreitung delta-sig kann hier als unbedenklich angesehen werden, da günstige Einflüsse auf die Schwingbreite (Dämpfung durch Fundmentmasse) nicht berücksichtigt wurden.



Kontaktpressung Flanschring:

Mittelwert aus cos-förmiger Spannungsverteilung im Einflußbereich von 120°.

(Bezugswerte wie vor)

240 x pi x 10,0 x 120/360	A	=	2.513,3	cm <sup>2</sup>
Lf-Betrieb	M	=	1.083,70	kNm
	N	=	243,00	kN
	Z <sub>0</sub>	=	31,05	kN
	Z	=	580,26	kN
580,26 x 10/2.513,3	sig-d	=	2,31	MN/m <sup>2</sup>

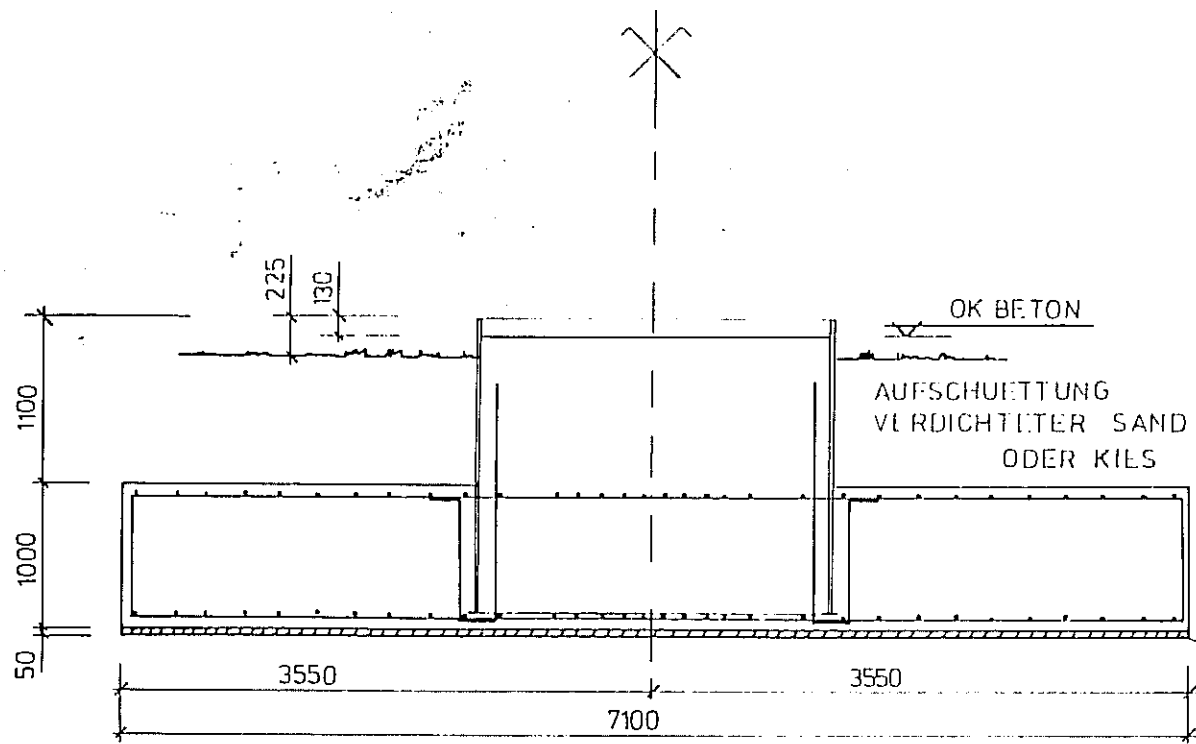
---

Lf-max	M	=	4.273,90	kN/m
	N	=	245,10	kN
	Z <sub>0</sub>	=	111,64	kN
	Z	=	2.086,34	kN
2.086,34 x 10/2.513,3	sig-d	=	8,30	MN/m <sup>2</sup>

---

< beta-r/2,1 = 8,33 MN/m<sup>2</sup>



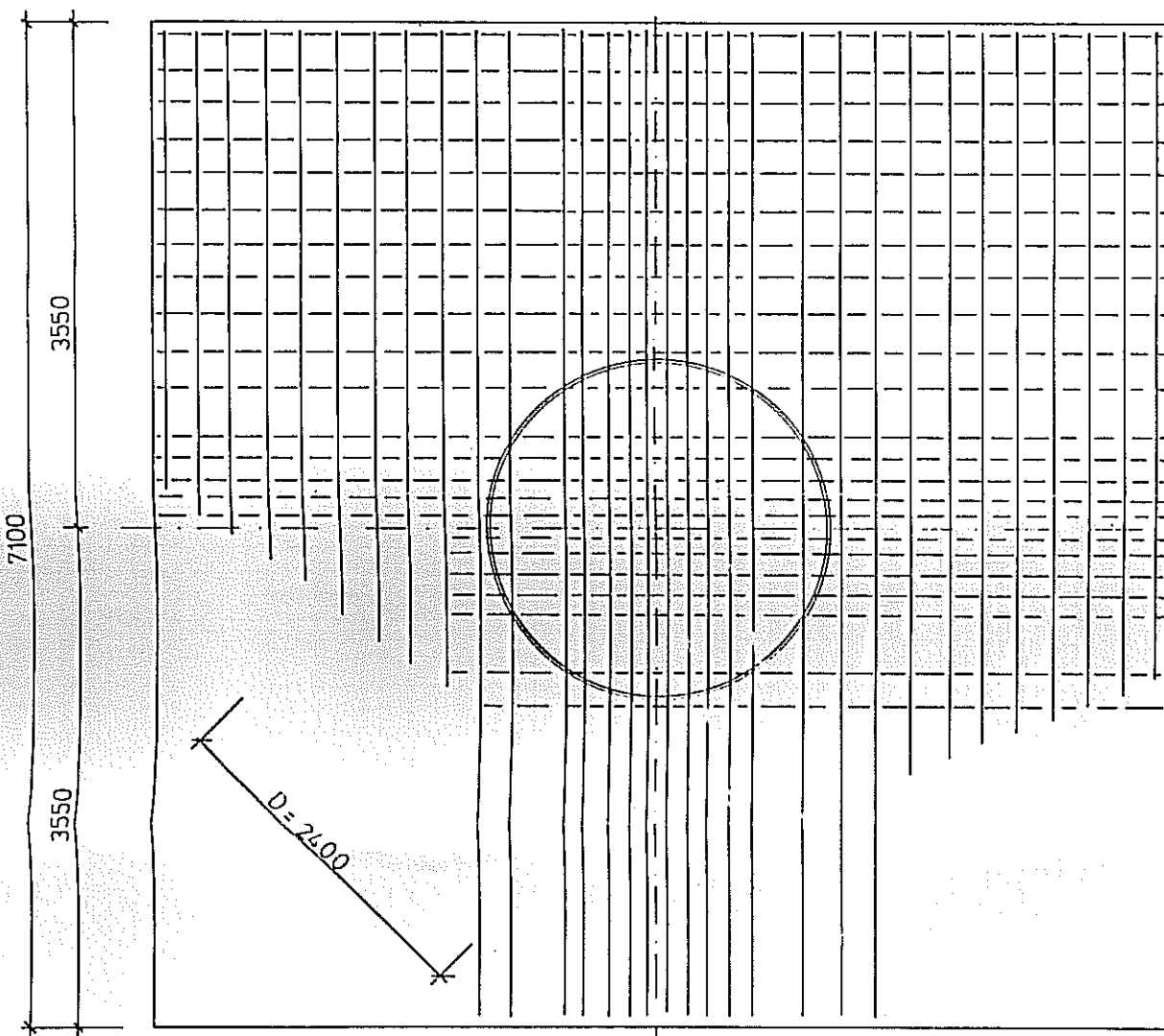
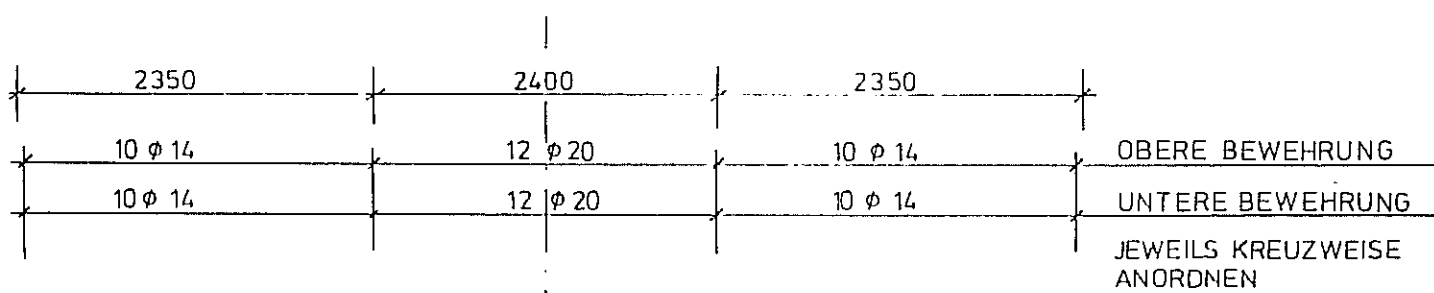


SOCKELBETON U. SOHLPLATTE SIND IN EINEM ARBEITSGANG HERZUSTELLEN

OBERFLÄCHE D. SOCKELBETONS MIT 1% GEFÄLLE ZUM RAND

FUNDAMENTSEKTION AUS STAHL AUSBETONIERT

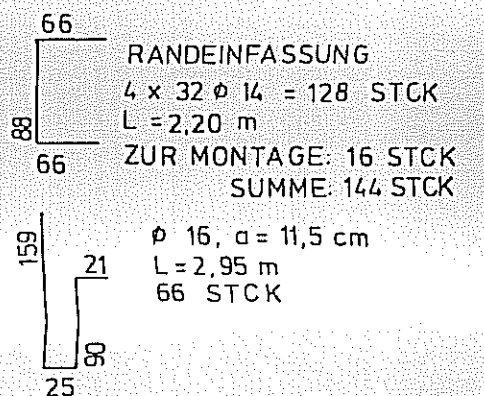
AUFSCHÜTTUNG IST BESTANDTEIL DER ANLAGE,  $\gamma = 18,0 \text{ KN/m}^3$



BETON B 25  
 FUER SOHLPLATTE U. SOCKELBETON  
 BETONDECKUNG  $e = 5,0 \text{ cm}$   
 UNTERBETON B 10,  $d = 5,0 \text{ cm}$

BEWEHRUNG BST IV S  
 OBEN U. UNTEN, KREUZWEISE

$2 \times \begin{bmatrix} 2 \times 12 \phi 20 \\ 4 \times 10 \phi 14 \end{bmatrix} = 48 \text{ STCK } \phi 20$   
 $= 80 \text{ STCK } \phi 14$   
 JEWEILS  $L = 7,00 \text{ m}$



BAUGRUND

zul  $\bar{\sigma} = 0,15 \text{ MN/m}^2$

GRUNDWASSERSPIEGEL UNTER DER FUNDAMENTSOHLE

Als Typenzeichnung  
 In statischer Hinsicht geprüft  
 Prüfanstalt für Baustatik Kiel  
 Prüfnummer: Typ-1023/90  
 Kiel, den 19. APR. 91  
 Der Leiter: *P. Petersen*  
 Der Bearbeiter: *H. Schwarzer*  
 Nächster Sichtvermerk am 31.03.94 erforderlich

Die geprüfte Zeichnung  
 gilt nur zusammen mit dem Prüfbericht  
 vom 19. APR. 91



BAUVORHABEN	M.: 1 : 50
TYPENBERECHNUNG WINDKRAFTANLAGE	Gez.: H. PETERSEN
VESTAS V 27 / 225	Dat.: 13.02.91
GRÜNDUNG	

**OTTE + BERGMANN**

BERATENDE INGENIEURE VBI · INGENIEURBÜRO FÜR BAUWESEN  
 Marienhölungsweg 31 2390 Flensburg Tel: (04 61) 5 10 44/45 Fax 58 18 12

*[Handwritten signature]*

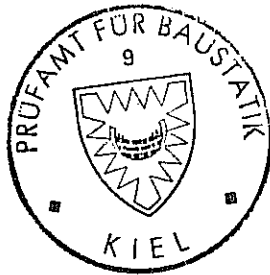
**AUFGESTELLT:**

Flensburg, den 09.04.1991

Otte + Bergmann  
Beratende Ingenieure VBI  
Telefon: 0461-51044  
Telefax: 0461-581812

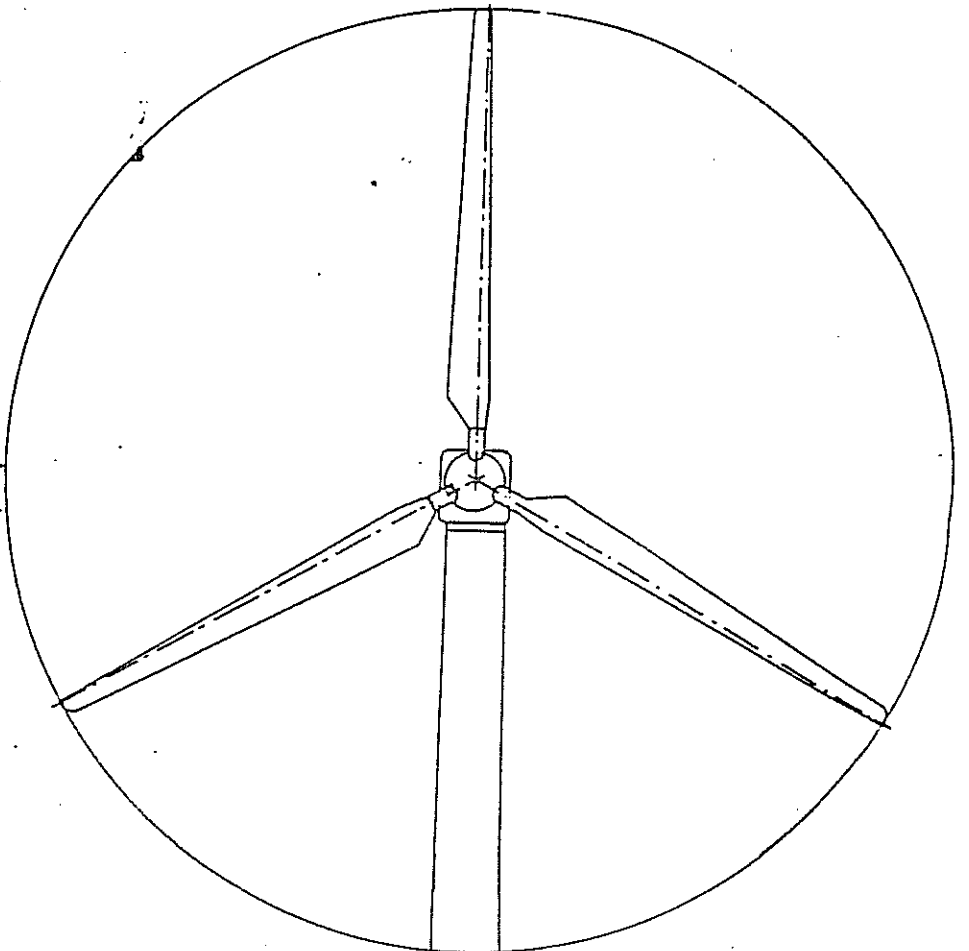
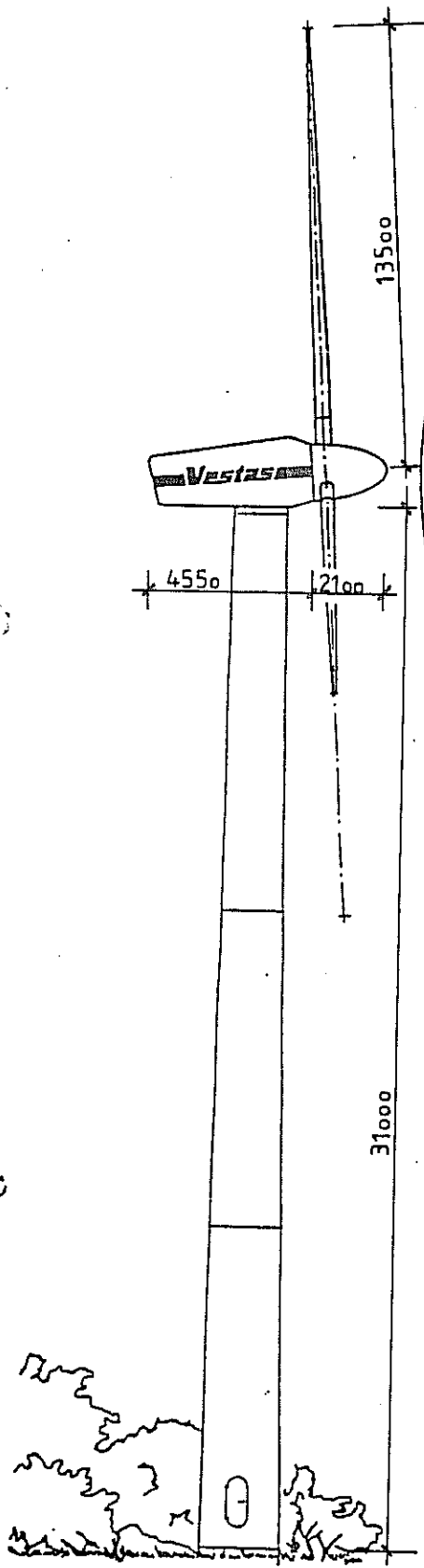
**OTTE + BERGMANN**  
BERATENDE INGENIEURE VBI  
Marienhölungsweg 31 - Telefon 5 10 44-46  
2390 FLENSBURG

*Bloeding*  
.....  
(Sachbearbeiter)



Als Typenberechnung  
In statischer Hinsicht geprüft  
**Prüfamt für Baustatik Kiel**  
Prüfnummer: *Typ - 1023 / 90*.....  
Kiel, den 19. APR. 91  
Der Leiter: *Patent* Der Bearbeiter: *Musarzer*  
Nächster Sichtvermerk am 31.03.94 erforderlich

Die geprüfte statische Berechnung  
gilt nur zusammen mit dem  
Prüfbericht vom 19. APR. 91

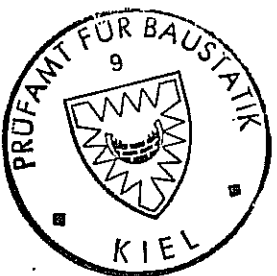


10 Blatt Zeichnungen Nr. 2700-09

Als Typenzeichnung  
 In statischer Hinsicht geprüft  
 Prüfamnt für Baustatik Kiel  
 Prüfnummer: Typ-1023/190  
 Kiel, den 19. APR. 91  
 Der Leiter: *Patrus* Der Bearbeiter: *Muza9209*  
 Nächster Sichtvermerk am 31.03.94 erforderlich

Die geprüfte Zeichnung  
 gilt nur zusammen  
 mit dem Prüfbericht  
 vom 19. APR. 91

*nachher... mit... auf...*



**Vestas** V 27/225  
 VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31m Windkraftanlagen-Mast

Emme Übersichtszeichnung

**Vestas**  
 Vestas Deutschland GmbH  
 Otto-Hahn-Straße 2 · 2250 HUSUM

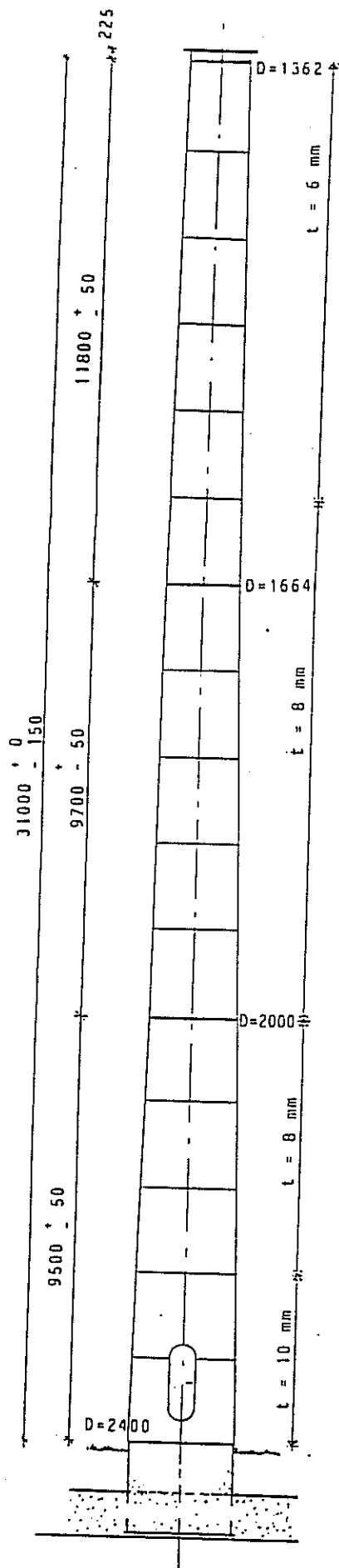
Für die Vorlage zur Typen-  
 prüfung überarbeitet:

\* verkleinert  
 Sag. nr. 90.037

Techn. nr. 27.001  
 Maß (1:150)\*

Date 1990.08.01  
 Rev.





KOPFSEKTION

VERBINDUNG DER KOPFSEKTION MIT DER SEKTION 1  
mit HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
(siehe Zeichnung 27.02)

SEKTION 1

6 mm und 8 mm konisch gewalzte Platten

BEMERKUNG:

alle unbenannten Maße sind mm

MATERIAL:

Stahl St 37-2 verzinkt  
Schrauben M 24 GK 10.9

Bei der Ausführung ist DIN 18 800 Teil 7  
zu beachten

VERBINDUNG DER SEKTIONEN 1 UND 2  
mit 44 HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
(siehe Zeichnung 27.03)

SEKTION 2

8 mm konisch gewalzte Platten

VERBINDUNG DER SEKTIONEN 2 UND 3  
mit 64 HV-Schrauben M 24 GK 10.9

SEKTION 3

8 mm und 10 mm konisch gewalzte Platten

TÜR

(siehe Zeichnung 27.06)

VERBINDUNG SEKTION 3 MIT FUNDAMENTSEKTION  
88 HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
(siehe Zeichnung 27.05)

FUNDAMENTSEKTION

(siehe Zeichnung 27.07)



**Vestas** V 27/225  
VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

Emec Konstruktionszeichnung  
Ansicht

**Vestas**  
Vestas Deutschland GmbH  
Omo-Hahn-Straße 2 · 2250 HUSUM  
Tel. 04844 174000 Fax 04844 174001

Für die Vorlage zur Typen-  
prüfung überarbeitet:

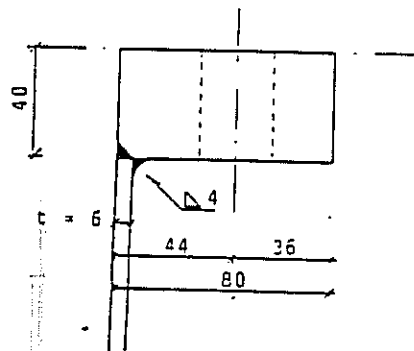
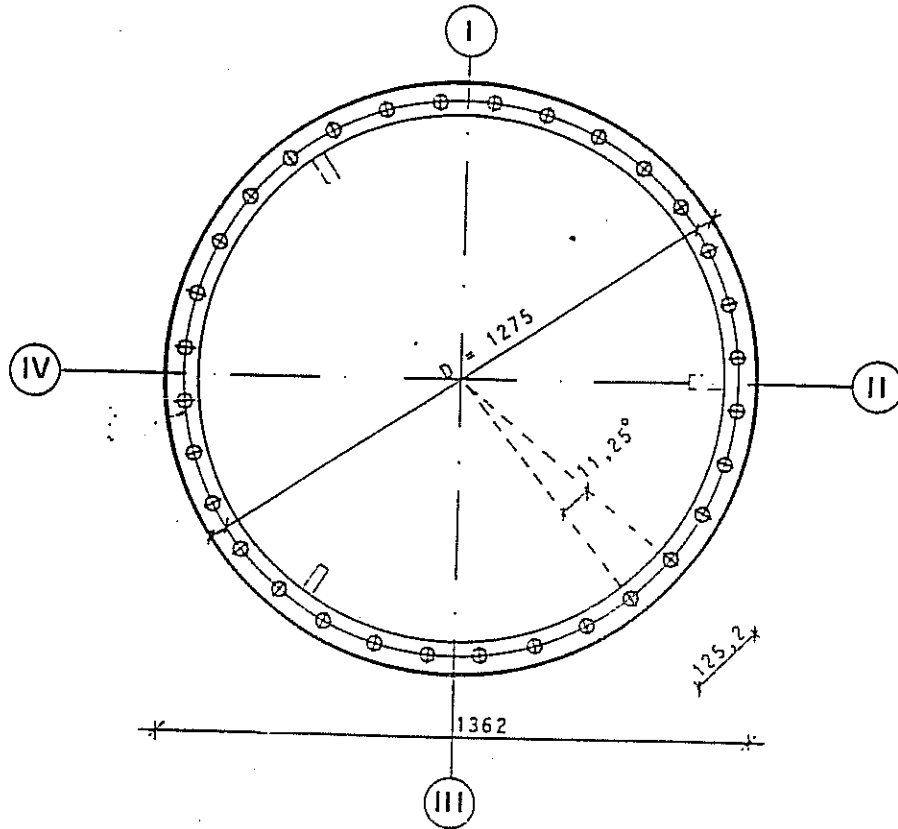
\* verkleinert

Sag. nr. 90.037

Tegn. nr. 27.01E

Mål (1:100)\*

Date 1990.08.01  
Rev.



SEKTION 1:2

32 Stck. HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
 feuerverzinkt mit Unterlegscheiben  
 Vorspannung nach DIN 18 800 Teil 7

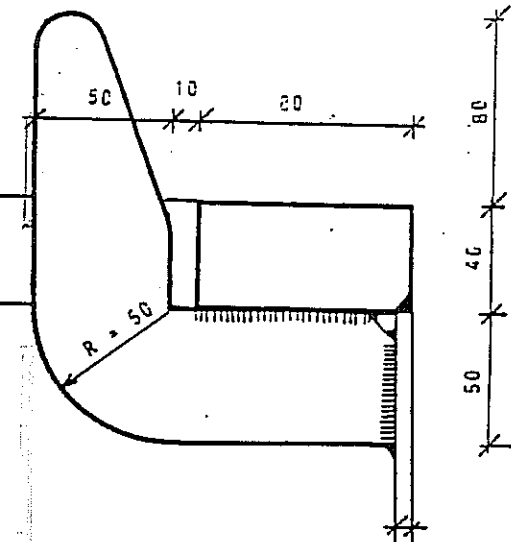
Gewalzter Ring 40 x 80 mm mit  
 32 Löchern  $\phi$  25 mm

Schweißnähte:  
 HV-Naht 6 mm mit gegengeschweißter  
 Kapplage 4 mm

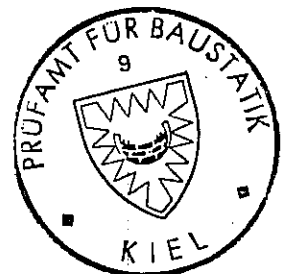
Bemerkung:  
 Alle nicht benannten Maße in mm

Material:  
 Stahl St 37-2 verzinkt

3 Führungskonsolen am Kopfflansch  
 verschweißt  
 $d = 12$  mm



FÜHRUNGSKONSOLE 1:2



\*verkleinert

**Vestas** V27/225  
 VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

Seq. nr. 90.037

EMME  
 KOPFSEKTION

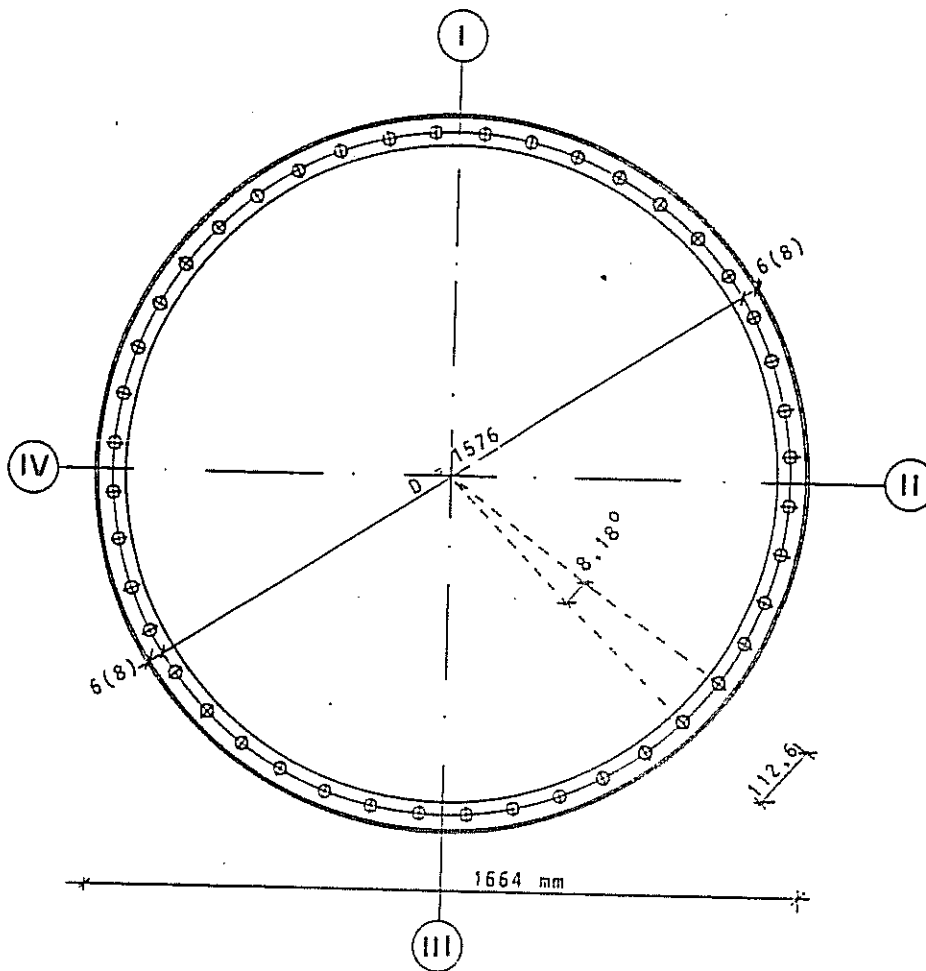
Techn. nr. 27.02

MÄß (1:12,5,1:1)

**Vestas**  
 Vestas Deutschland GmbH  
 Otto-Hehn-Straße 2 · 2250 HILFINGHAM

Für die Vorlage zur Typen-  
 prüfung überarbeitet:

Date 1990.08.5  
 Rev.



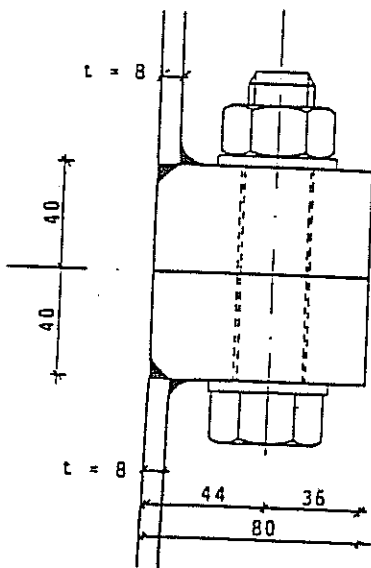
44 Stck. HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
 feuerverzinkt mit Unterlegscheiben  
 Vorspannung nach DIN 18 800 Teil 7

Gewalzter Ring 40 x 80 mm mit  
 44 Löchern  $\phi$  25 mm

Schweißnähte:  
 HV-Naht 8 mm mit gegengeschweißter  
 Kapplage 6 mm

Bemerkung:  
 Alle nicht benannten Maße in mm

Material:  
 Stahl St 37-2 verzinkt



SEKTION 1 : 2

\*verkleinert

Sag. nr. 90.037

**Vestas** V 27/225  
 VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

Enac VERBINDUNG DER SEKTIONEN  
 1 UND 2

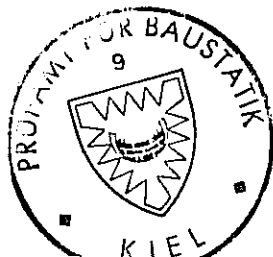
Tag. nr. 27.03

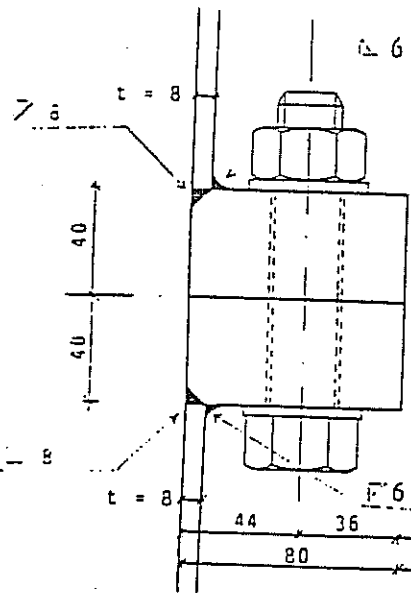
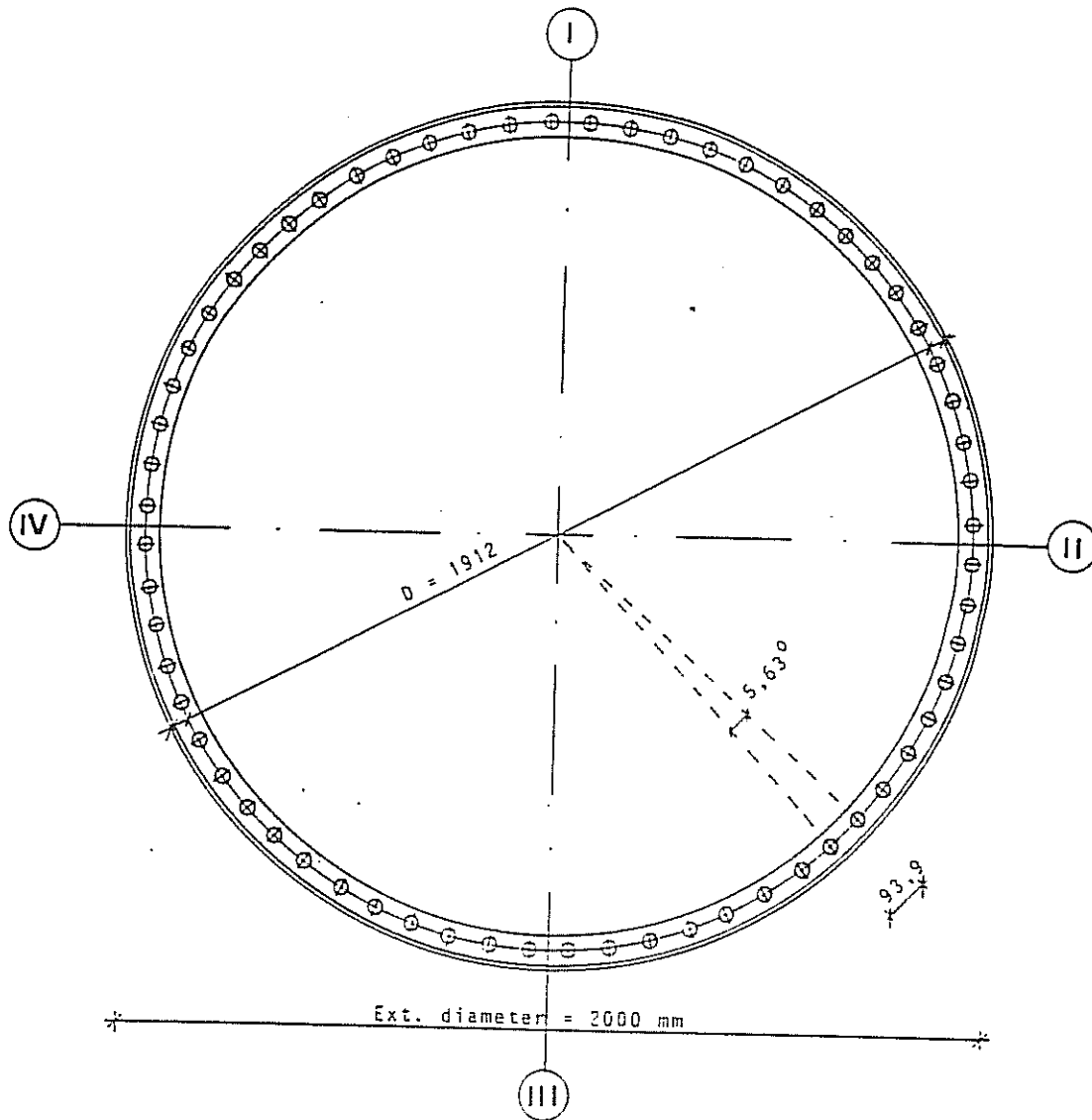
MÄI (1:12,5/1:2)

**Vestas**  
 Vestas Deutschland GmbH  
 Otto-Hahn-Straße 2 · 2250 HUSUM

Für die Vorlage zur Typen-  
 prüfung überarbeitet:

Date 1990.08.31  
 Rev.





64 Stck. HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
 feuerverzinkt mit Unterlegscheiben  
 Vorspannung nach DIN 18 800 Teil 7

Gewalzter Ring 40 x 80 mm mit  
 64 Löchern  $\phi$  25 mm

Schweißnähte:  
 HV-Naht 8 mm mit gegengeschweißter  
 Kapplage 6 mm

Bemerkung:  
 Alle nicht benannten Maße in mm

Material:  
 Stahl St 37-2 verzinkt

SEKTION 1 : 2



**Vestas** V 27/225  
 VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

Emne VERBINDUNG DER SEKTIONEN  
 2 UND 3

\*verkleinert

Seq. nr. 90.037

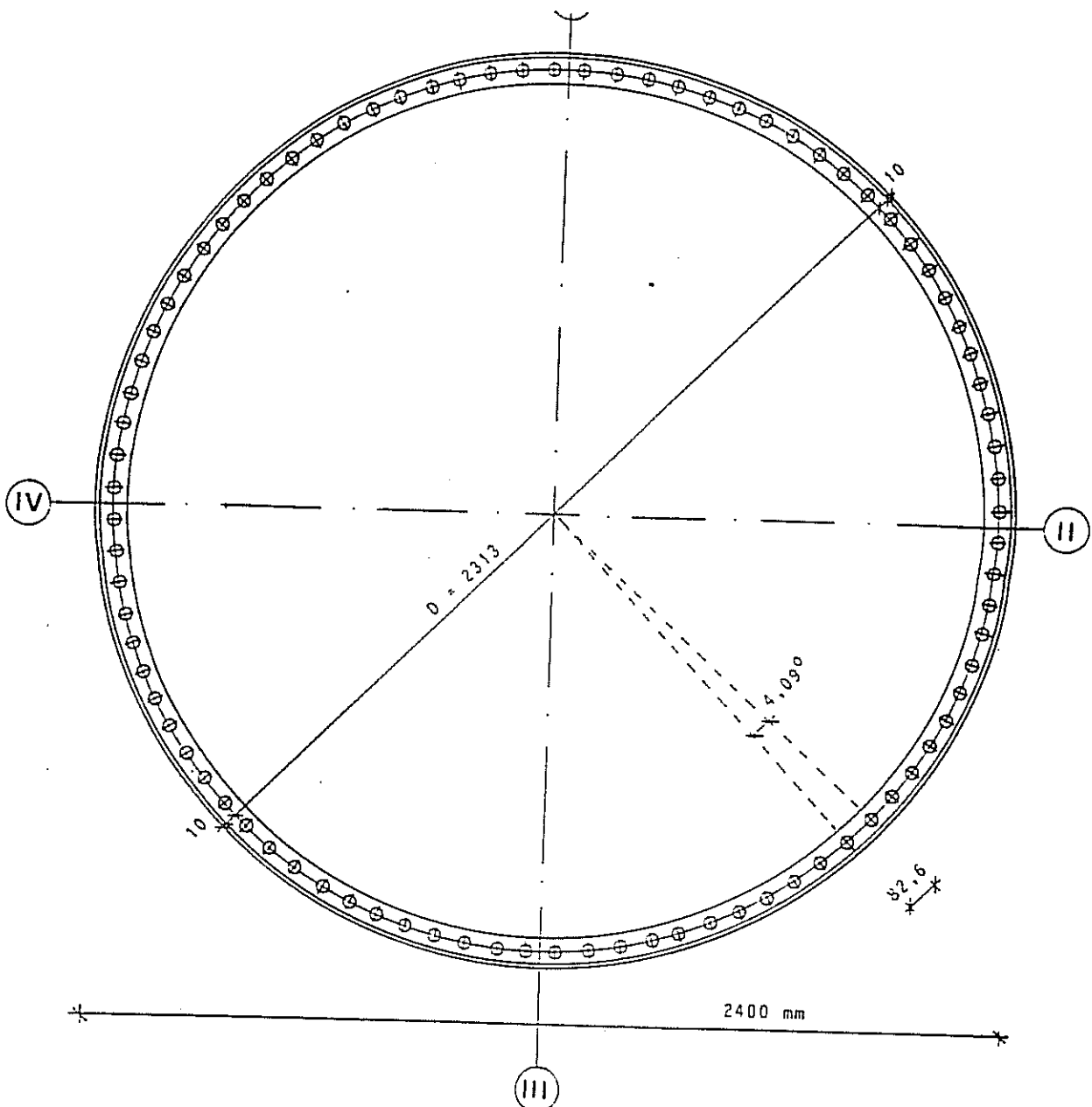
Tege. nr. 27.041

MÄI (1:12,5/1:2)

Date 1990.08.01  
 Rev.

**Vestas**  
 Vestas Deutschland GmbH

Für die Vorlage zur Typen-  
 prüfung überarbeiten:



88 Stck. HV-Schrauben M 24 GK 10.9  
 feuerverzinkt mit Unterlegscheiben  
 Vorspannung nach DIN 18 000 Teil 7

Gewalzter Ring 40 x 80 mm mit  
 88 Löchern  $\phi$  25 mm

Schweißnähte:

HV-Naht 10 mm mit gegengeschweißter  
 Kapplage 7 mm

HV-Naht 12 mm mit gegengeschweißter  
 Kapplage 9 mm

Material:

Stahl St 37-2 verzinkt

\* verkleinert

**Vestas** V27/225  
 VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

Seq. nr. 90.037

EMAS VERBINDUNG DER SEKTION 3  
 MIT DER FUNDAMENTSEKTION

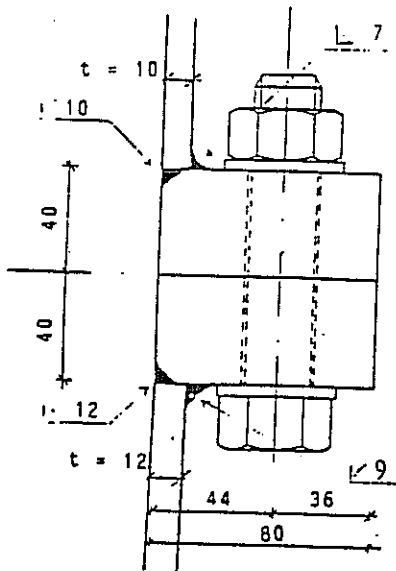
Tage. nr. 27.051

Mål (1:12,5, 1:1)

**Vestas**  
 Vestas Deutschland GmbH

Für die Vorlage zur Typen-  
 prüfung überarbeitet:

Date 1990.08.01  
 Rev.



SEKTION 1:2

Bemerkung:

alle nicht benannten Maße in mm

Material:

Türrahmen aus gewalztem Blech  
20 x 200 mm

Anschlagleiste: Blech 8 x 30 mm, auf Rahmen geschweißt

Tür aus Blech t = 6 mm  
590 x 1680 mm mit abgerundeten Kanten (v = 295 mm)

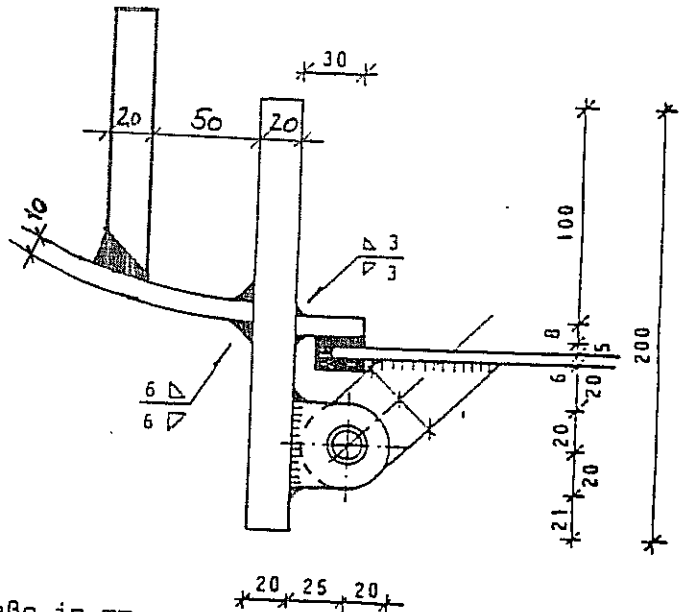
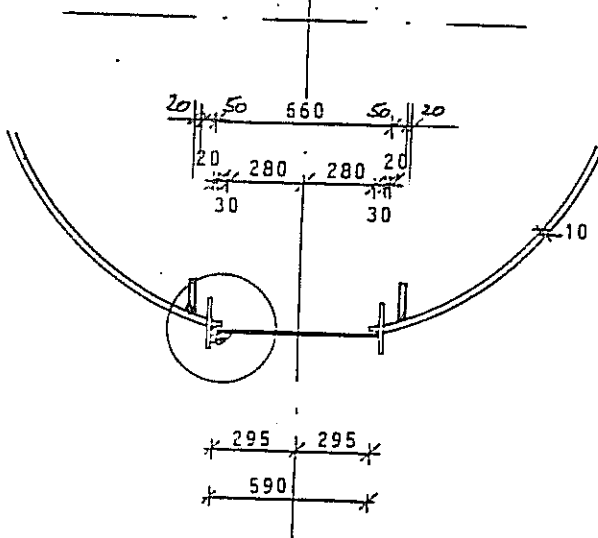
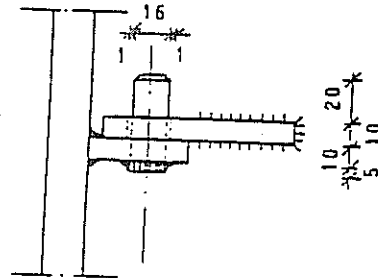
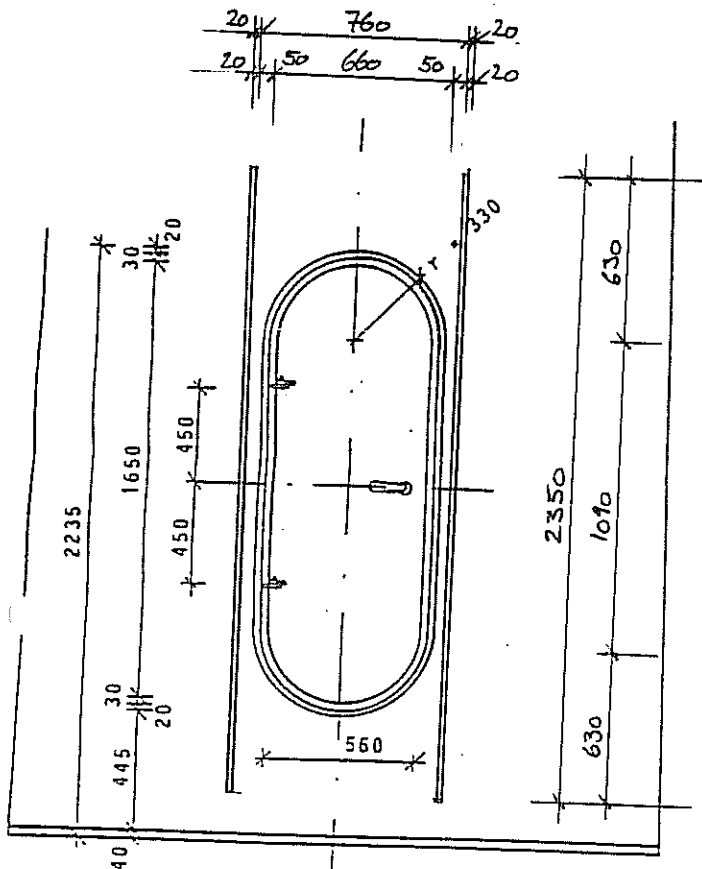
2 Stck. Hängen mit  $\phi$  16 mm Dorn

2 Stck. Beschläge  
Blech t = 10 mm mit Loch  $\phi$  18 mm  
verschweißt auf Türblech

1 Stck. drehbarer Handgriff  
mit Schloßanordnung

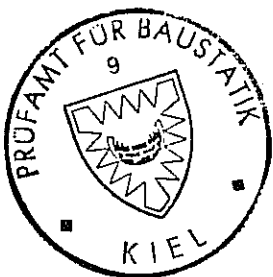
Dichtungsleiste im Türfalz

2 Stck. Verstärkungsbleche  
2358/125/20 mit  
a = t neben der Tür an-  
schweißen



Bemerkung:  
alle unbenannten Maße in mm

1 : 2,5



**Vestas** V27/225  
VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

\* verkleinert

Seq. nr. 90.037

Erne KONSTRUKTIONSZEICHNUNG  
TÜR

Tegn. nr. 27.068

MÄ (1:20/1:2,5)

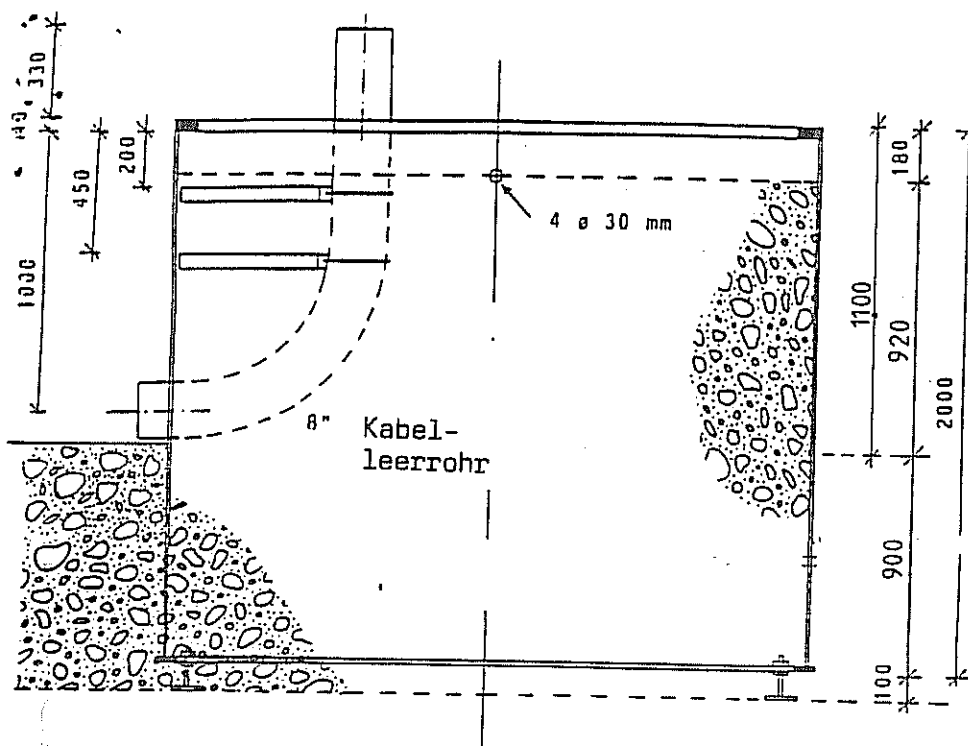
**Vestas**  
Vestas Deutschland GmbH  
Orto-Hahn-Str. 2 · 2250 HUSUM  
Tel. 04841 / 7 10 05-6 · Telex 7 10 07

Für die Vorlage zur Typen-  
prüfung überarbeitet:

Date 1990.08.01  
Rev.

Henning Holst

Sign. BAGGE



**FLANSCHRING**  
 Gewalzter Ring 40 x 80 mm  
 mit 88 Löchern  $\phi$  25 mm

**FUNDAMENTSEKTION**  
 gewalztes Blech  $t = 12$  mm  
 mit Kopf- und Fußring verschweißt  
 Löcher siehe Zeichnung 27.08

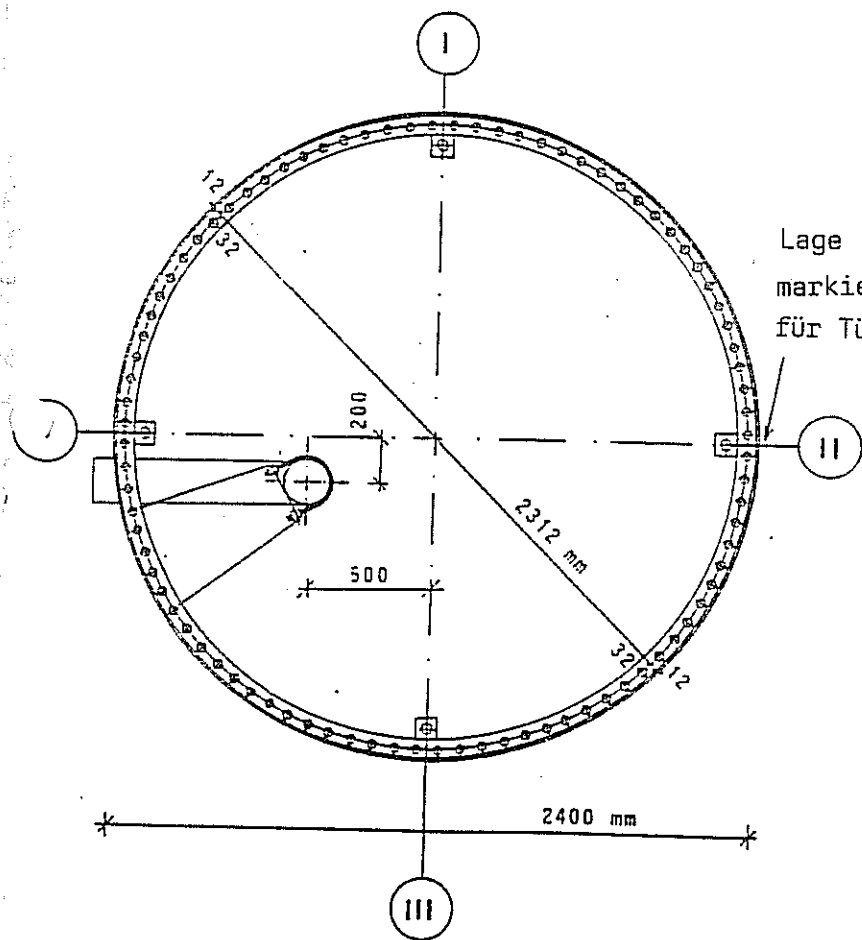
4 Stck. Stellschrauben M 24  
 mit 2 Muttern und  
 15 x 120 x 120 mm Auflageblechen

**ANKERRING**  
 gewalzter Ring 20 x 100 mm

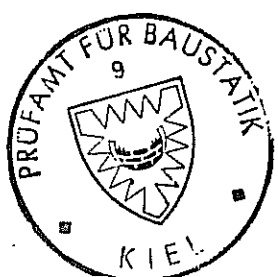
Befestigung für Kabelleerrohr  
 aus Flacheisen

Bemerkung:  
 alle unbenannten Maße in mm

Material:  
 Stahl St 37-2 feuerverzinkt  
 Schrauben GK 10.9



Lage  
 markierung  
 für Tür!



**Vestas V 27/225**  
 VESTAS WIND SYSTEMS % 31 m Windkraftanlagen - Mast  
 Erme

\*verkleinert  
 Sag nr. 90.037

FUNDAMENTSEKTION

Techn. nr. **27.07**

**Vestas** Für die Vorlage zur Typen-  
 Vestas Powerplant GmbH

Mit (1:20)\*  
 Date 1990.08.3  
 Rev.

FUNDAMENTSEKTION

12 x 2000 x 7540 mm gewalztes Blech  
auf Flansch bzw. Bodenring geschweißt

4 Ablauföffnungen  $\phi$  30 mm für  
Kondenswasser im oberen Bereich  
der Sektion

40 Bohrungen  $\phi$  45 mm  
zur Durchführung der  
oberen Lage der  
Fundamentbewehrung

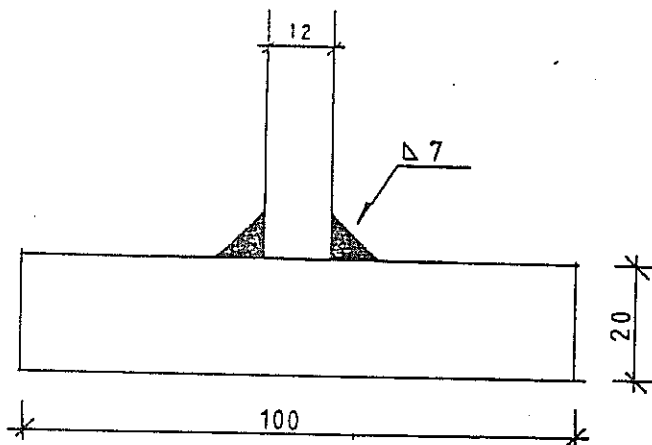
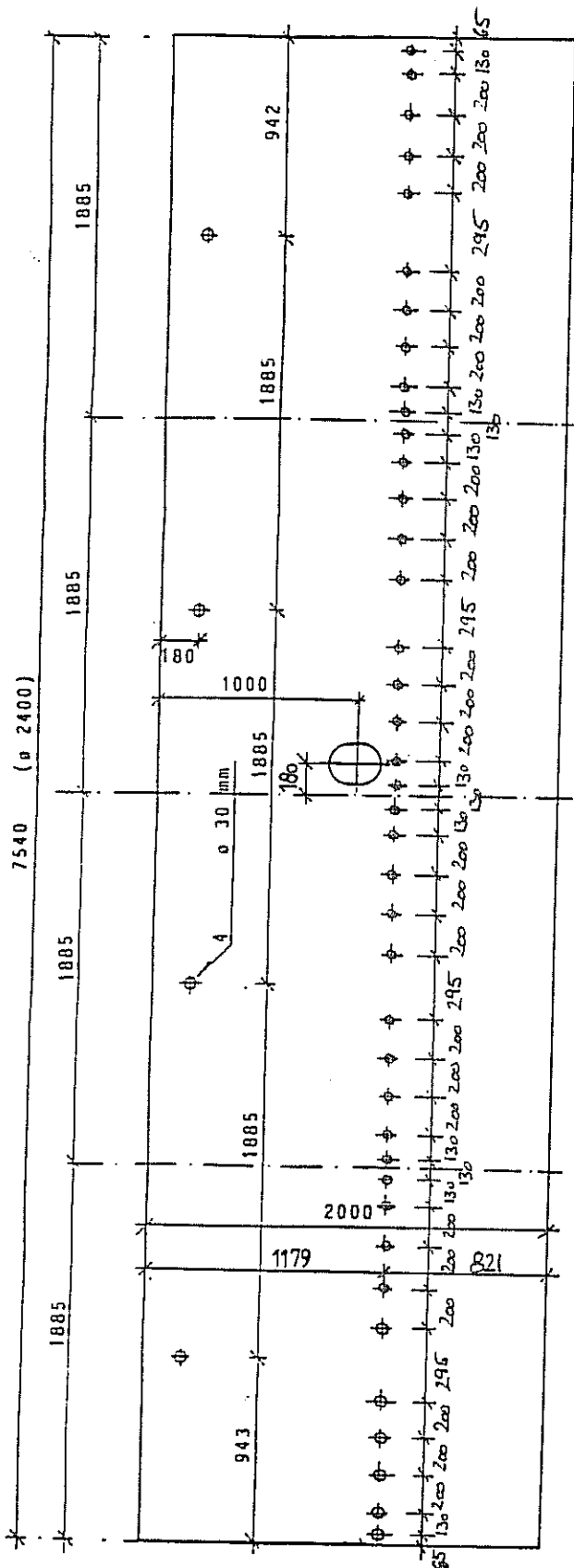
1 ovales Loch  $\phi$  210 x 250 mm zur  
Durchführung des Kabelleerrohres

BODENRING

20 x 100 mm Bodenring mit 2  
Kehlnähten  $\Delta$  7 mm an der  
Fundamentsektion verschweißt zur  
Verankerung im Stahlbeton-  
Fundamentkörper

Bemerkung:

alle unbenannten Maße in mm



Bodenring  
Detail



V27/225

31 m Windkraftanlagen - Mast

\*verkleinert

Tag. nr. 90.037

FUNDAMENTSEKTION

Tag. nr. 27.08

MÄß (1:25)\*

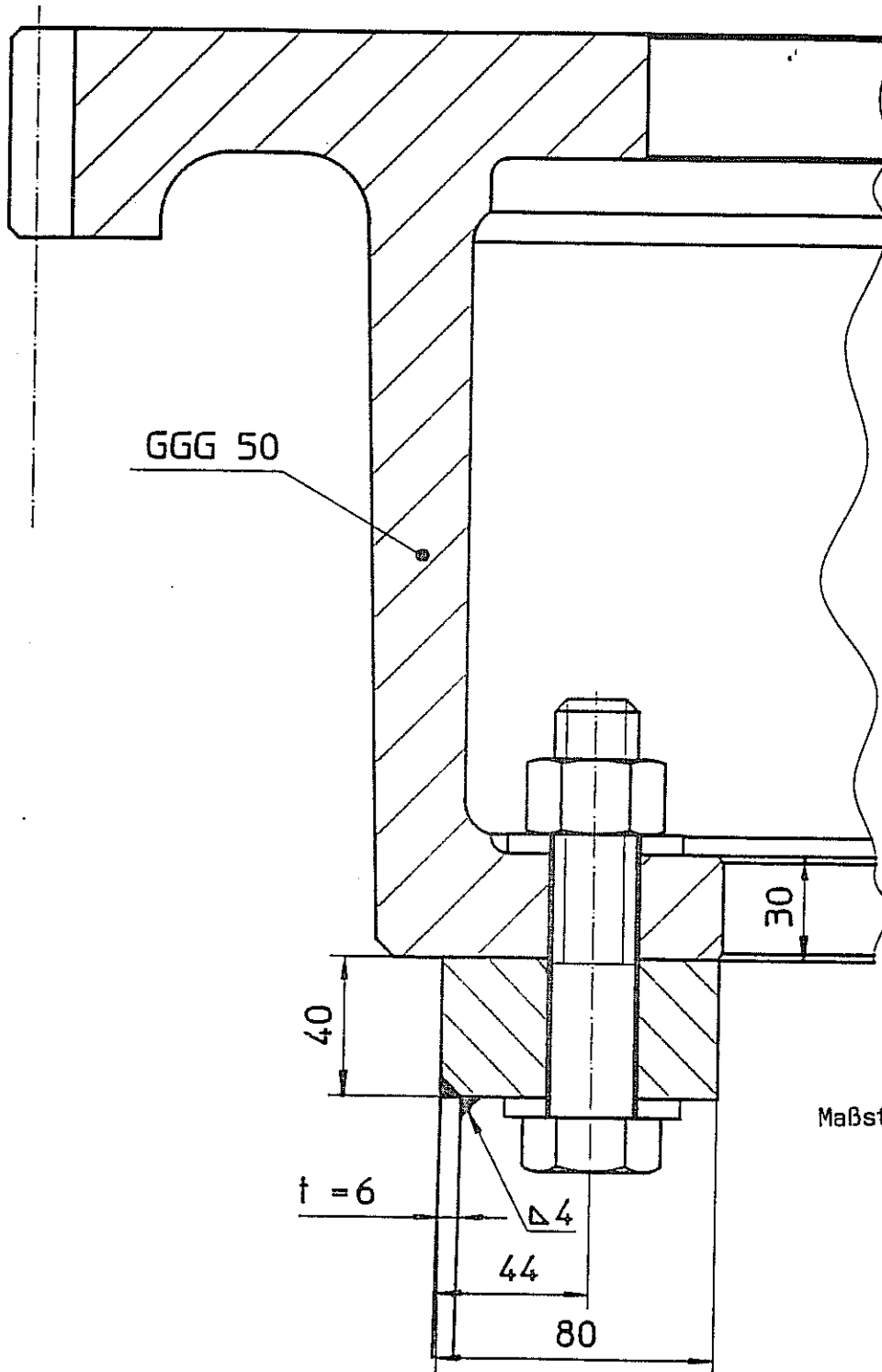
Vestas  
Vestas Deutschland GmbH  
Otto-Hahn-Strasse 2 · 2250 HUSUM  
Tel. 04841 / 7 10 05-8 · Telefax 7 10 07

Für die Vorlage zur Typen-  
prüfung überarbeitet:

Date 1990.08.0  
Rev.

Sign. RAGAE





Maßstab 1 : 2



**Vestas** V27/225  
 VESTAS WIND SYSTEMS A/S 31 m Windkraftanlagen - Mast

Seq. nr. 90.037

Erne Verbindung zwischen Drehkranz und oberen Turmflansch

Techn. nr. 27.09  
 M1 (1:2)

**Vestas**  
 Vestas Deutschland GmbH  
 Otto-Hahn-Straße 2 · 2250 HUSUM  
 Tel. 04841 / 7 10 05-8 · Telefax 7 10 07

Für die Vorlage zur Typenprüfung überarbeitet:

*Hannu Holst*

Date 1990.08.0  
 Rev.

Sign. BAGGE