

Statische Berechnung Antennen-Gittermast Typ L 40 mit HY-GAIN Antenne LP1007

Generalstab
Herr U. Kräuchi
Sektion Botschaftsfunk
Obermurain
3423 Ersigen

Rümlang, im Dez. 2000

Sehr geehrter Herr Kräuchi,

Aufgrund der beiliegenden statischen Berechnung können wir Ihnen auf Wunsch der Sektion Botschaftsfunk Folgendes bestätigen:

Während der letzten 22 Jahren haben wir (Letrona und früher Wicker-Bürki) für den Botschaftsfunk über 30 Mastsysteme vom Typ WGM-40 geliefert. Diese Masten wurden dann gemäss den Vorschriften auf der Zeichnung ZZZ-52.3 weltweit durch den Botschaftsfunk installiert.

Nach Aussage von Herrn H. Meier, unserem pensionierten Statiker, wurde das System damals vor ca. 20 Jahren für eine Windgeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt.

Leider konnte jetzt, nach dieser langen Zeit, nirgends ein schriftliches Dokument über diese Tatsache gefunden werden, weder in unserer Firma noch beim Botschaftsfunk.

Wir haben daher die Angaben auf der Zeichnung ZZZ-52.3 überprüft und können bestätigen, dass diese Mastkonstruktionen einer Windgeschwindigkeit von 120 km/h standhalten.

Allerdings müssen die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- der Aufbau muss gemäss der Zeichnung ZZZ-52.3 erfolgen
- es dürfen nur die dort erwähnten Bauteile verwendet werden
- der Mast ist nur für eine Antenne vom Typ Hy-gain LP 1007 bestimmt, das Anbringen weiterer Antennen oder Geräte ist nicht erlaubt
- die Montage muss fachgerecht ausgeführt sein, insbesondere das Konfektionieren und Befestigen der Abspannungen, welche in der Lage sein müssen, die Torsionskräfte, die von der Antenne übertragen werden, aufzufangen.

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Angaben gedient zu haben.

Mit freundlichen Grüssen

K. Wicker LETRONA AG

K. Wicker

Beilage: detaillierte, statische Berechnung

9504 Frittschen, 21. Dezember 2000

Statische Berechnung

Bauherr: Bundesamt für Uebermittlungstruppen 3000 Bern

Bauobjekt: Antennen-Gittermast HY-GAIN LP-1007: Typ L40

Bauvorhaben: Alu-gittermast Typ L40/180 abgespannt
Belastungen: HY-GAIN LP-1007 H= 18.0 m W= 1705N
(max. Windgeschwindigkeit V= 120 km/h)

Berechnungsgrundlagen:

- Baumaterial: siehe beiliegende Grundlagen zur Berechnung!
- Zul. Spannungen: siehe beiliegende Grundlagen zur Berechnung!
- Belastungen: Horizontal: **Antennenbelastung** gemäss Angaben Kunde
Windlasten: nach DIN 4131
Windgeschwindigkeit V= 120km/h Tragfähigkeit+ Gebrauch
- Vertikal: **Antennenlasten:** nach Angabe Hersteller
Eigengewicht Tragwerk: Durch Berechnungssoftware direkt in Rechnung eingeführt.
- Vereisung: Vereisung auf Tragwerk: wird nicht in die Berechnung eingeführt. Von Verwendung bei exponierten Standorten mit Vereisungsgefahr wird abgeraten.
- Nachweis: Die Berechnung erfolgt mit Software Rstab nach FEM-Methode. Es wird nach Theorie I.Ordnung und Theorie II.Ordnung (alle Lasten mit Faktor 1.5) gerechnet. Die massgebenden Schnittkräfte werden dem Spannungsnachweis zu Grunde gelegt.

Letrona AG
E. Mäder, dipl. Ing. HTL

Grundlagen Mastberechnung:

Querschnitte:	Eckpfosten	ROR 40/36 Anticorodal 110 / 61	$\sigma_{0,2} = 255 \text{ N/mm}^2$
	Aussteifung	Profil Nr. R 19767-2 Anticorodal 110 / 61	$\sigma_{0,2} = 255 \text{ N/mm}^2$
	Pfostenverbindung	Bridenprofil 48/40-200 Anticorodal 110 / 61	$\sigma_{0,2} = 255 \text{ N/mm}^2$
	Schrauben	Stahl A2/5.6	$\sigma_{zul} = 150 \text{ N/mm}^2$
	Abspannseile	INOX-Stahlseil Brugg Nr. 04193	$P_{Bruch} = 9000 \text{ N}$

System: Mehrfach abgespannter Antennenträger, Abspannpunkte je OK Mastelement mit Länge 3000 mm. Berechnung mit Windangriff in Ebene einer Abspannung.

Antenne: HY GAIN LP 1007 Antennengewicht 102 kg
Windlast V= 130 km/h 2000N
bei V= 120 km/h 1705N
Torsionsfrei gelagert!

Berechnung Windlast für Mastelemente: Staudruck $q_0 = 0.694 \text{ KN/m}^2$

Ohne Vereisung:

Umrissfläche Mastkonstruktion	290/3000	0.87
Fläche Eckpfosten	40*3000*2	0.24
Fläche Aussteifungen	9 Stk. 40*(310-80)	0.0828
Total Stabfläche		0.3228

Völligkeitsgrad ohne Eis 0.371

Mit Vereisung allseitig

Umrissfläche Mastkonstruktion	350/3000	1.05
Fläche Eckpfosten	100*3000*2	0.6
Fläche Aussteifungen	9 Stk. 100*(370-200)	0.153
Total Stabfläche		0.753

Völligkeitsgrad ohne Eis 0.717

Eigenwind Mast: Annahme: Räumliche Fachwerke aus Kreiszyylinderrohren

ohne Vereisung:	Abminderungsfaktor ψ	0.98
	Reynoldszahl Re	$1.1 \cdot 10^5$
	Grundkraftbeiwert c_{f0}	1.45
	Windlast pro Element	0.318KN

mit Vereisung 30 mm:	Abminderungsfaktor ψ	0.98
	Reynoldszahl Re	$2.7 \cdot 10^5$
	Grundkraftbeiwert c_{f0}	0.98

Abminderung gem. DIN 4131: 75%
Windlast pro Element 0.376KN

Windlasten auf Abspannseile werden direkt in die Knoten eingeführt.

Mastberechnung erfolgt mit Vergleichsträgheitsmoment! $J = 746.2 \text{ cm}^4$

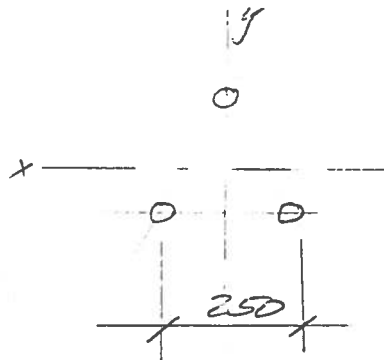
Spannungsrechnung:

• Hauptquerschnitt: Biegedruck

3 x $\phi 40/36$ ALU F32

$$M_{max} = 2262 \text{ Nm} \quad P_{max} = 17620 \text{ N}$$

$$M' = 1028 \text{ Nm} \quad P_{max} = 19233 \text{ N}$$



$$F_i = 239 \text{ mm}^2$$

$$F_{st} = 717 \text{ mm}^2$$

$$J_{x+} = 239 (144,3^2 + 2 \cdot 72,2^2) = 746,9 \text{ cm}^4$$

$$J_{y+} = 239 \cdot 2 \cdot 125^2 = 746,9 \text{ cm}^4$$

$$J_i = 4,32 \text{ cm}^4$$

Annahme: Knicklänge des Systems aus der Tragebene: $L_k = L_{max} = 7,0 \text{ m}$

Ideelle Schlankheitsgrade: $i_x = 72 \text{ mm}$
 $i_y = 125 \text{ mm}$

$$\lambda_{yi} = \lambda_{xi} = \sqrt{\left(\frac{7000}{72}\right)^2 + \left(\frac{330}{13,44}\right)^2} = 100,3$$

$$w_{i,ALU} = 5,5 \quad \sigma_{max} = P \cdot w / F_{st} + \frac{2M}{250 \cdot \sqrt{3} \cdot F_i}$$

$$\sigma_{max} = \frac{17620 \cdot 5,5}{717} + \frac{2262000 \cdot 2}{250 \cdot \sqrt{3} \cdot 239} = 178,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma' = \frac{19233 \cdot 5,5}{717} + \frac{1028000 \cdot 2}{250 \cdot \sqrt{3} \cdot 239} = 167,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\underline{\sigma_{max} = 178.9 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{zul} = 236 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_{p,2} / 1.1 = 260 / 1.1 = 236 \text{ N/mm}^2$$

(Berechnung nach Theorie II. Ordnung)

• Mastquerschnitt: Querkräfte

Übertragung der Querkräfte durch Rohrquerschnitte $3 \times \phi 40/36$.

$$Q_{max} = 913 \text{ N} \quad Q_{Rohr} = \frac{913}{3} = 304 \text{ N}$$

$$\tau_{max} = \frac{304 \cdot 2}{239} = \underline{\underline{2.5 \text{ N/mm}^2 < \tau_{zul}}}$$

• Rohrstoss:

Biegnachweis erfüllt, da Querschnitt
Brücke grösser als Rohrquerschnitt!

Übertragung Druck:

→ Stützen $\phi 8$, A2, 2-schrittig

$$P_{max,1} = 17620 \quad P_{g/3} = 5873 \text{ N}$$

$$M_{max} = 2262 \text{ Nm} \quad P_D = \frac{226200 \cdot 2}{250 \cdot \sqrt{3}}$$

$$P_D = 10'448 \text{ N}$$

$$P_{g,max} = 5873 + 10'448 = 16321 \text{ N}$$

$$\bar{\sigma}_{\max} = \frac{16321 \cdot 4}{2 \cdot 3 \cdot 50,3} = 216,3 \text{ N/mm}^2 > \bar{\sigma}_{\text{zul}}$$

→ Druckkräfte müssen über Stirnflächen übertragen werden!

Übertragung Zug:

→ Bolzen $\phi 8$, A2, 2-schrittig

$$P_{\text{max}} = P_{D1} - P_{D12} = 10448 - 5873$$

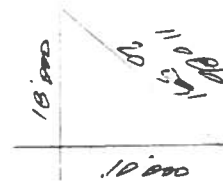
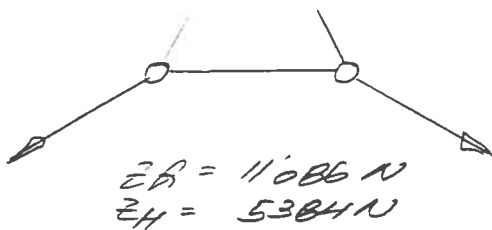
$$P_{\text{max}} = 4575 \text{ N}$$

$$\bar{\sigma}_{\max} = \frac{4575 \cdot 4}{2 \cdot 3 \cdot 50,3} = \underline{\underline{60,6 \text{ N/mm}^2 < \bar{\sigma}_{\text{zul}}}}$$

$$\bar{\sigma}_{\text{zul}} = 60,2 / \sqrt{3} = 136 \text{ N/mm}^2 \text{ (II. Ordnung)}$$

• Querverband:

→ Zugkräfte aus Abspannungen!



Querschnitt: 40/5 ALU F32

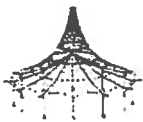
$$\sigma_{\max} = \frac{5384}{5 \cdot 40} = \underline{\underline{26,9 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{zul}} = 236 \text{ N/mm}^2}}$$

• Abspannseile:inox-Serie $\varnothing 4 \text{ mm}$ min. Bruchkraft: $P_B = 9000 \text{ N}$ $P_{\text{verk } 1,5} = 6219 \text{ N}$ $P_{1,0} = 4146 \text{ N}$

Bruchsicherheit:

$$m_B = \frac{9000}{4146} = \underline{\underline{2,17}}$$

Seilzubehör (Schötel, Isolatoren etc.)
muss mind. die Bruchkraft der
Seile aufweisen!



Projekt: Allgemein

Position: WIPIC-L40-Gittermast 18m
Gittermast abgesp. L180-Typ L40

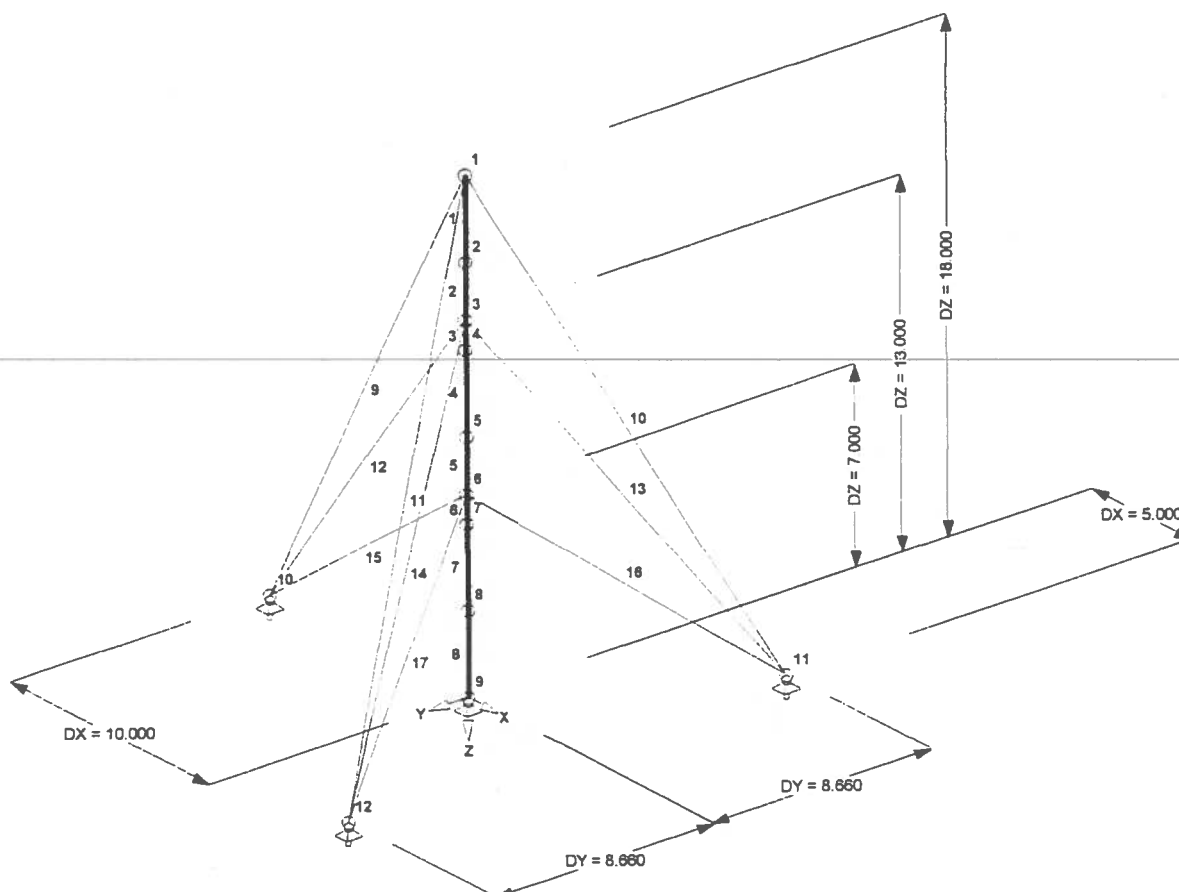
Seite: 1

21.12.2000

STRUKTUR

Knotennummerierung
Stabnummerierung

Isometrie



Plan pour pylone type L - 40 schema

