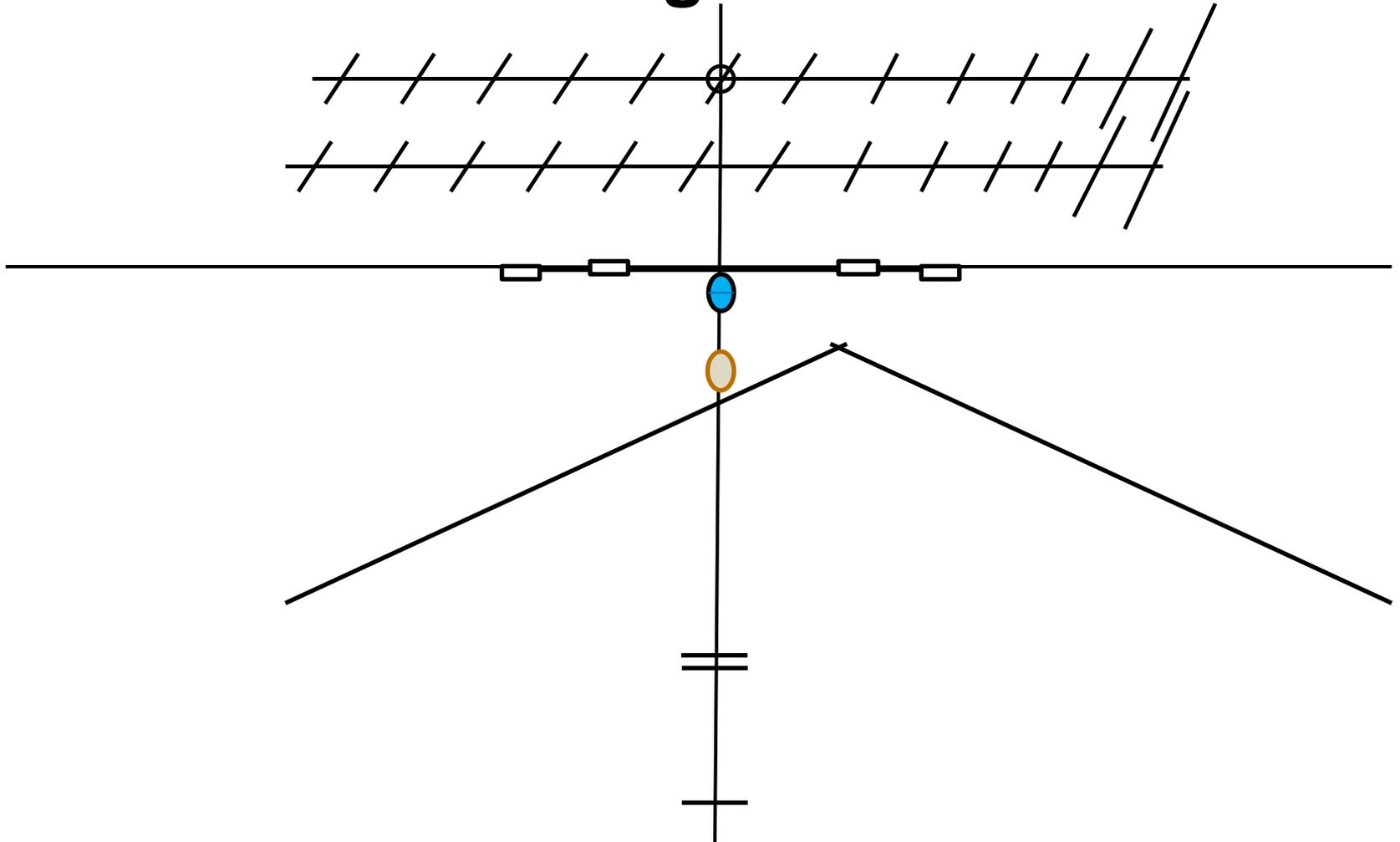


Große Antennen ? Biegemomente ? Mast ?



Gliederung

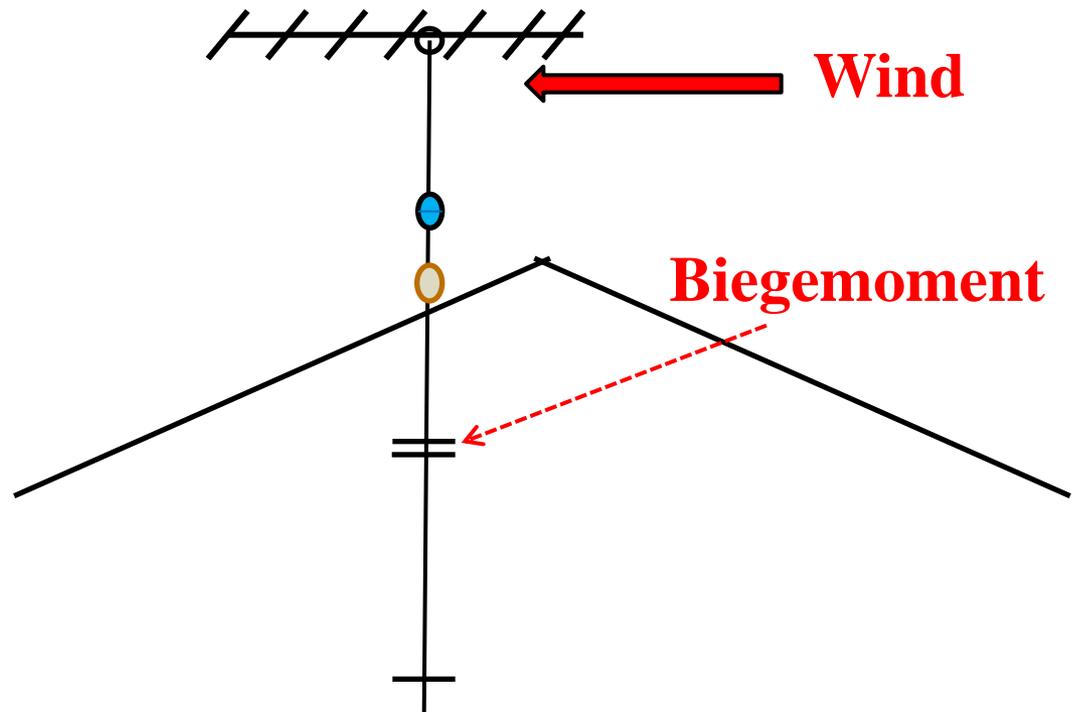
- 1 Biegemomente allgemein**
- 2 Betrachtung Antennenmast**
- 3 Betrachtung mit 1 Antenne**
- 4 Betrachtung DK9CK-Antennenanlage**
- 5 Besonderheiten**

- 6 Quellenverzeichnis**

Definition

Das Biegemoment ist die Kraft, die auf ein einseitig oder zweiseitig eingespanntes Teil einwirkt.

Die Biegespannung an den Einspannpunkten steigt mit dem Abstand zum Angriffspunkt der Kraft durch das **Hebelgesetz** an.



Biegemoment

Das Biegemoment wirkt über **alle** Antennen auf den Mast an der **oberen Einspannstelle** ein.

Die ermittelten Biegemomente werden summiert.

Achtung:

Die **Windlast des Mastes** muss mit berücksichtigt werden!

- Das gesamte Biegemoment darf das maximal zulässige Biegemoment des Mastes nicht überschreiten und **nicht größer als 1.650 Nm** sein (sonst Statiker!)
- **max. freie Länge 6 m**
- Einspannlänge **mind. 0,75 m** oder **1/6** der Gesamtlänge
- **max. 1.650 Nm** im Einspannpunkt

An Gebäudekanten kann es zu überhöhte Windlasten kommen (früher DIN1055, Teil 4/08.86 bzw. DIN4131)

Maßgebliche Faktoren

- | | | |
|---|--------------------|--|
| 1 | der Wind | Windstärke in km/h |
| 2 | die Antenne | Windangriffsfläche W_A |
| 3 | der Antennenmast | Materialart, Rohr \emptyset , Wandstärke |
| 4 | die Einspannstelle | Länge oberhalb, unterhalb |
| 5 | Die Gebäudehöhe | unter 20m |

Vorgaben nach EN 50083 bzw. EN 60728-11
und alt DIN 4131 Teil 4/08.86 bzw. DIN 4131

(Rotor, Windböen, Einspannstelle
werden später betrachtet)

Allgemeine Berechnung

M_{Bi} = Biegemoment

W_A = Windlast

l = wirksame Mastlänge

c = Sicherheitsfaktor

F_A = Windangriffsfläche

q = Staudruck

$$M_{Bi} = W_A * l = (q * F_A * c) * l$$

Aus den Datenblättern der Antennenhersteller
kann das nun leicht berechnet werden
- mehr dazu später - .

Wie sieht es aber mit dem Antennenmast aus?

Alles ganz einfach:

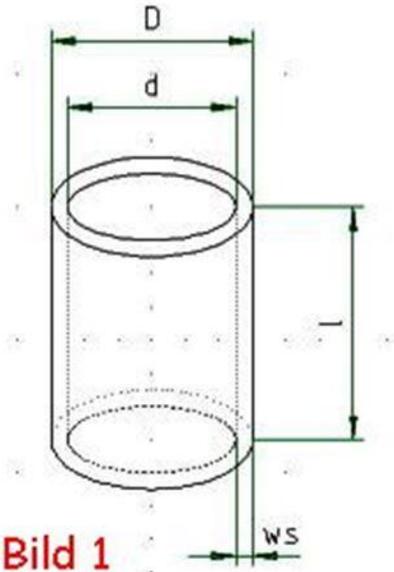


Bild 1

	D	d	ws	W	Masse
	mm	mm	mm	mm ³	kg/m
Rohr 1	60,0	55,0	2,5	6.349	3,54
Rohr 2	45,0	33,0	6,0	6.477	5,76
Stab(voll)	40,0	0,0		6.400	9,85

Tabelle 1

- D** äußerer Rohrdurchmesser
- ws** Wandstärke
- d** innerer Rohrdurchmesser
- W** Widerstandsmoment
- MM** Rohrmasse bei einem Meter Länge

Das Widerstandsmoment ist nur vom Profil abhängig, nicht vom Material.
Für ein Rohr gemäß Bild 1, das im Schnitt einen Kreisring darstellt, berechnet es sich wie folgt:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \quad (1)$$

Alles ganz einfach,

Diese und andere Formeln sind nicht nötig,
es gibt ja die **techn. Daten** des Herstellers!

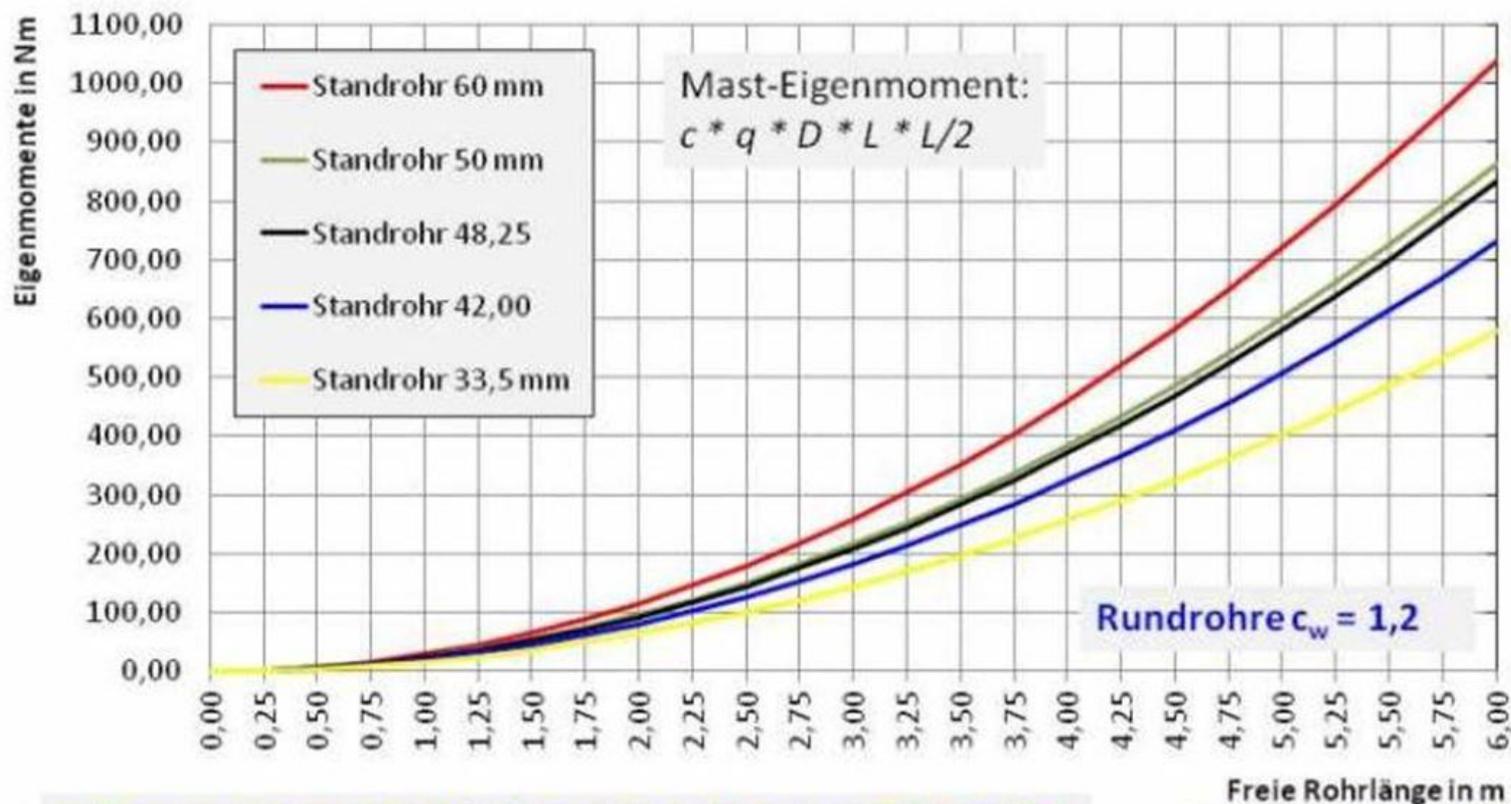
... und wir lernen an dieser Stelle,
es ist sehr hilfreich, die alten techn. Beschreibungen aufzubewahren ggf.
einzuscannen,
denn Jahre später gibt es ggf. keine Unterlagen mehr im Internet;
das gilt für die Rohre, die Antennen, den Rotor, Befestigungsteile u.v.m.!

Wichtig ist das **Eigenmoment** des Mastrohres in
Abhängigkeit von Durchmesser und freie Länge:
Windlast * Staudruck: $F_A * q = D * l * l/2$ in m^2 und q in N/m^2 .

Beispiel: $F_A = 0,048 * 1,90 * 1,90/2 * 800$ (für 120 km/h) = 69 Nm

Eigenmomente - Übersicht

Masteigenmomente (bei 800 Pa, Durchmesser konstant)



≤ 20 m Höhe: $q = 800 \text{ N/m}^2$ mit 36 m/s* oder ~ 130 km/h*
 ≥ 20 m Höhe: $q = 1.100 \text{ N/m}^2$ mit 42 m/s oder ~ 150 km/h
 * Nach abgelöster DIN 1055-4: 35,8 m/s = 128,88 km/h

ANMERKUNG:
 Statik nur nach
 EUROCODE rechnen!

Material

Es gibt

- Glasfiber (meist ungeeignet für größere Anlagen)
- Aluminium (494 Nm ALMgSi0.5 gem. DC1ML)
- Stahl ST37 ... Legierung !
- **Stahl ST52-2 (ZSF48) 4,8m**

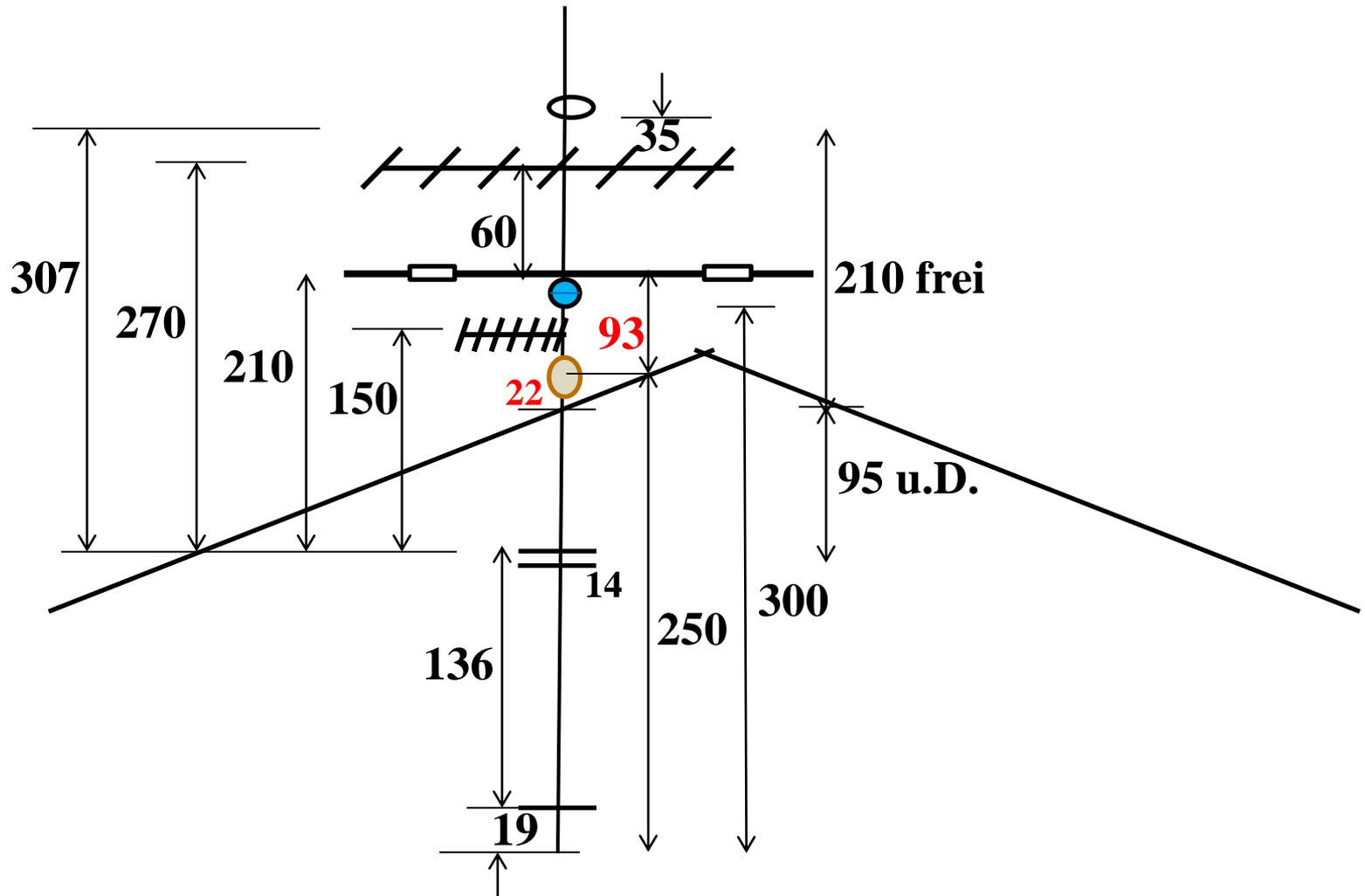
q		5,00	4,00	3,00	m Nutzlänge
130 km/h:	800 N/m ²	?	1040	1080	N/m zul. MBi
150 km/h:	1100 N/m ²	?	920	1000	N/m zul. MBi

- + Streckgrenze (Verbiegen ohne dauernde Verformung)
- + aufschaukelnde Schwingungen
- + Ermüdungsbruch bei häufiger Belastung (Al)

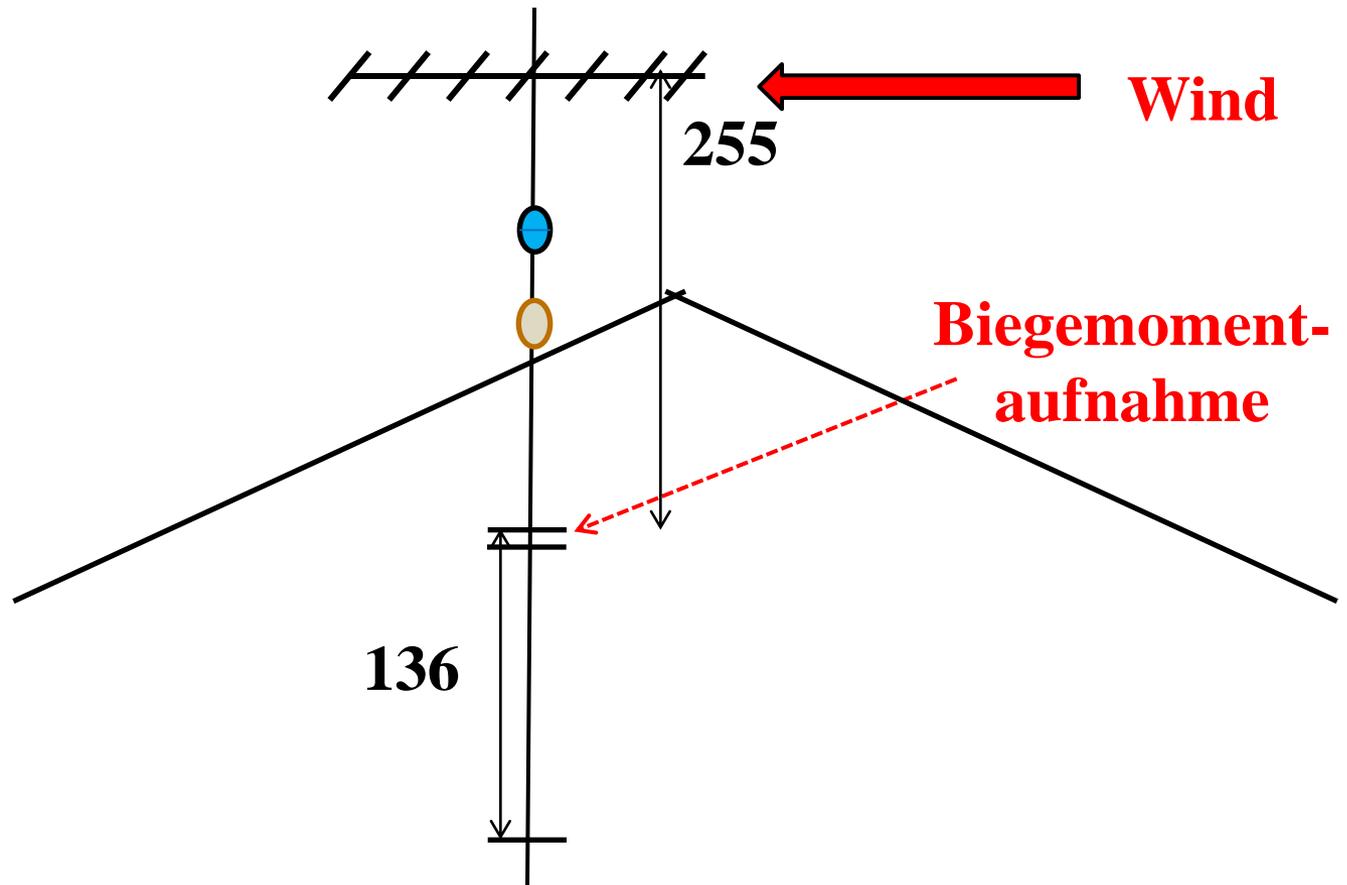
Antennenanlage DK9CK in BB



Relevante Maße (in cm)



7 El Yagi im Wind



Allgemeine Berechnung

M_{Bi} = Biegemoment

W_A = Windlast

l = wirksame Mastlänge

c = Sicherheitsfaktor

F_A = Windangriffsfläche

q = Staudruck

$$M_{Bi} = W_A * l = (q * F_A * c) * l$$

Aus den Datenblättern der Antennenhersteller kann das nun leicht berechnet werden.

Berechnung für

7 El Yagi $W_A = 35 \text{ N (120 km/h)} \rightarrow$ **Umrechnen auf 130 km/h**
($W_A = 63 \text{ N (160 km/h)}$) $l = 2,55 \text{ m}$

$$M_{Bi} = W_A * l = (q * F_A * c) * l$$

$$M_{Bi} = 41 \text{ N} * 2,55 \text{ m} = 87 \text{ Nm}$$

$$M_{Bi} = 63 \text{ N} * 2,55 \text{ m} = 160 \text{ Nm}$$

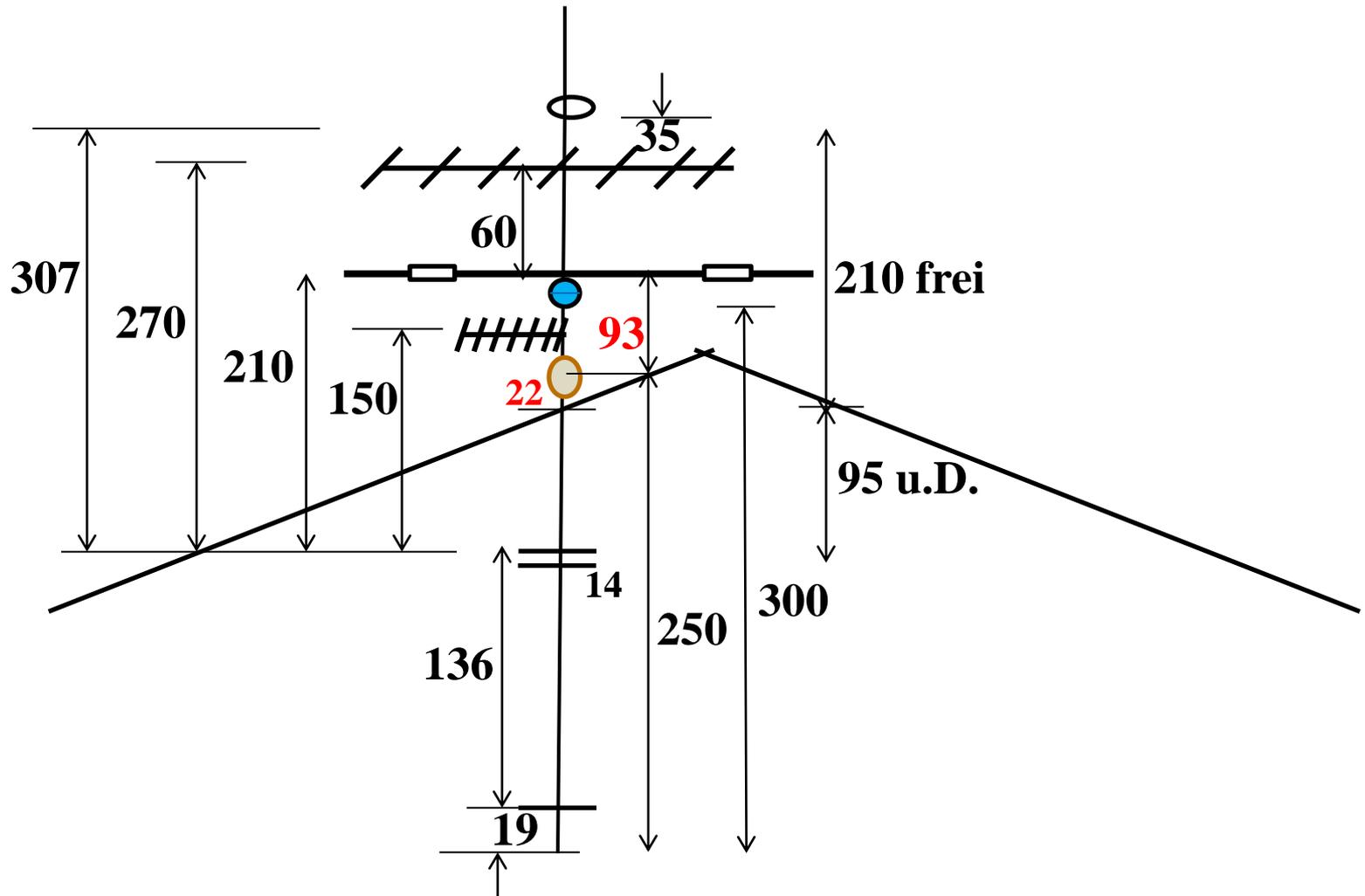
Das wird jetzt für alle Antennen gemäß Datenblättern berechnet und aufsummiert:

+ MFB23 $F_A = 0,37$ (von 135 km/h auf 130 heruntergerechnet)

+ FX7015v $F_A = 0,03$

+ Ringo $F_A = 0,02$

Relevante Maße (in cm)



Biegemomente bei 130 Km/h an der Antennenanlage Bad Bodendorf 2025

Nutzung	Elem	Länge	Antenne	dBD	Booml	Höhe ü	Windlast(N)	q bei	MBi=l*FA*q	Nutzung					
						Einsp	35km/h FA (m2)	130m/h	in Nm	c=1,2	c=1,5	c=1,2	c=1,5		
			FB 13	0	-	2,10	206	0,20	800	334	401	501	401	501	
		FA=P5/1,2*120*120/(135*135)	FB 23	4	2,50	2,10	373	0,36	800	605	726	907	726	907	
			MFB 13	0	-	2,10	230	0,22	800	373	448	560	448	560	
x			MFB23	3	2,50	2,10	380	0,37	800	617	740	925	740	925	gem. Fa. Fritzel 1991
			FB 33	6,5	5,00	2,10	569	0,55	800	923	1108	1385			
x			Ringo			3,05		0,02	800	49	59	73	59	73	gem. Fa. Moonraker
			DX 360			2,10	628	0,61	800	1019	1223	1528			
			DX 406			2,10	824	0,80	800	1337	1605	2006			
		1,90	Schiebemast d FA=(1+(2,10/2))*0,048				0,10	800		79	94	118	94	118	
			*1,90m ü. Dach, Annahme alles 48mmØ							744	Summe :		893	1.116	

Nutzung	Elem	Länge	Antenne	dBD	Länge	Höhe ü	Windlast(N)	q bei	MBi=l*FA*q	Nutzung				
						Einsp	120	FA (m2)	130Km/h	in Nm	c=1,2	c=1,5	c=1,2	c=1,5
	6	2,1	FX205v	7,6	1,19	2,50	15	0,02	800	38	45	56		
	6	2,1	FX 210	9,1	2,15	2,50	30	0,04	800	75	90	113		
x	7	2,76	FX 213	10,2	2,76	2,70	35	0,05	800	111	133	166	133	166
x	12	1,19	FX7015v	10,2	1,19	1,50	22	0,03	800	39	46	58	46	58
	9	3,48	FX 217	11,2	3,48	2,50	65	0,08	800	163	195	244		
	11	4,91	FX 224	12,4	4,91	2,50	83	0,10	800	208	249	311		
	10	3,93	10 Para	13,5	3,93	2,50	196	0,25	800	491	589	736		
	14	5,95	14 Para	14,5	5,95	2,50	244	0,30	800	609	731	914		
									894	Gesamtsumm		1073	1341	

incl. Mastbiegemoment!	maß ZSF48 <20m Datenbatt an der Einspannstelle zulässig 3,00m											1080	1000	
aber teilweise unter Dach	maß ZSF48<20m Datenbatt an der Einspannstelle zulässig 4,00m											1040	920	
	aber Zusatz, da das Innenrohr noch an der Einspannstelle wirkt !											+500	400	
												Σ	1580	1400

berechnet:	Di	Da	Wb	schwell La	Biegemoment	zulässiges Mast-Mb (Nm)
Widerstands-	0,40	4,8	6	150	859	gem. cqDL6/2001 1138
-moment Wb	0,32	4,0	3	150	482	Summe : 1341

$$Wb=((E31*E31*E31*E31)-((-2*D31+E31)*(-2*D31+E31)*(-2*D31+E31)*(-2*D31+E31)))/(10*E31)$$

Berechnung der Gesamt-Antennenanlage

Rotor

vernachlässigt, da dicht über dem Dach als „Teil des Rohres“ im Sicherheitsfaktor c

(Mastrohr über Rotor in der Gesamtrechnung Rohrlänge)

Genauere Berechnung gem. cqDL 1/2006 S. 439ff.

Aufsummierung der M_{Bi} aller Antennen

+ Ringo

+ 7 El Yagi

+ MFB23

+ FX7015v

Die **Einspannstelle** sollte entsprechend geeignet sein:

Bei DK9CK 1x Mauerwerk Giebelwand

+ 90° gedreht in der dicken Fußfette.

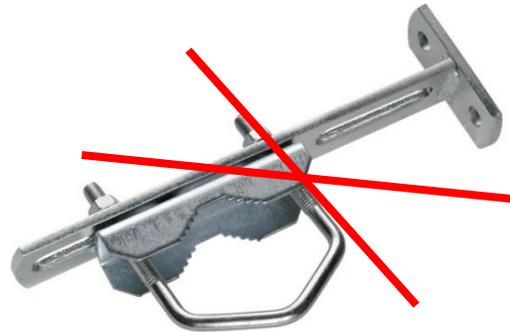




Schwaiger Mastabstandshalter

★★★★ 0 Bewertungen

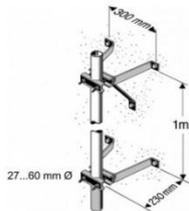
Art. Nr. 4279527



1/1

**Mastrohr-
Biegemomente ✓**

Halterung selbst:



**Wandabstand
10-30 cm**

Kathrein ZTH 01 Masthaltebügel-Garnitur

79.00 €

inkl. MwSt. zzgl. Versand 5.99 €

1

In den Warenkorb >

Merken

Im Markt abholen. Wie funktioniert das?

- im Markt vorrätig z.B. in Hohen Neuendorf bei Berlin

Bequem liefern lassen.

- sofort versandfertig, Lieferzeit ca. 1-3 Werktage

Beratung & Verkauf durch City New Tec GmbH

Heute geöffnet: 09.00 - 18.00

Telefon: 03303/21089101

Öffnungszeiten & Kontakt

BESCHREIBUNG

Produkt-Highlights:

- Für die Befestigung von Masten mit einem zulässigen Biegemoment von max. 1650 Nm geeignet
- Mit zusätzlicher Abstützung und Vorrichtung zum Senkrecht-Ausrichten der Rohre
- Zusammen mit dem Maststützen ZAS 02 zur Wandmontage von 60-, 75- und 90-cm-Offset-Parabolantennen geeignet
- Maximale Kräfte an den Befestigungspunkten (Lochdurchmesser: 11.5 mm) bei Verwendung einer 90-cm-Antenne. Druck 300 N, Zug 300 N, Scherung 835 N
- Verpackungs-Einheit/Gewicht (St./kg): 1 (4)/5.1

Befestigung der Halterung

+ Plastik-Dübel? → Metaldübel

- **Untergrund der Befestigung**

+ Material (Ziegel, Beton, Holz)

+ Entfernung zur Kante

- **Kamin ?**

+ Kaminband (doppelt)

für sehr kleine Antennen

→ **Seilabspannung** m/o Oberlager?

→ **darf nicht in die MBi-Berechnung! Statiker !!**

Biegemomente bei DK9CK

Die gesamte Bemaßung und Berechnung wurde in ein excel-Tabellenblatt eingetragen, so dass Änderungen einer Antenne oder der Maße (**orange**) automatisch berechnet werden.

Gem. excel-Tabellenblatt bei DK9CK ist bei 130 km/h

	Σ aller	$M_{Bi} = 894 \text{ Nm}$
mit Sicherheitsfaktor	$c = 1,2$	$M_{Bi} = 1.073 \text{ Nm}$
	$c = 1,5$	$M_{Bi} = 1.341 \text{ Nm}$

Gemäß Datenblatt des Schiebemastes ZSF48 gibt es ein zulässiges Biegemoment von

$$M_{Bi} \text{ zul} = 1.080 \text{ Nm bei } 800 \text{ N/mm}^2 \text{ } 120 \text{ km/h}$$

$$M_{Bi} \text{ zul} = 1.000 \text{ Nm bei } 1.100 \text{ N/mm}^2 \text{ } 160 \text{ km/h}$$

Fazit

- a. **Es kommt nicht auf den einzelnen genauen Wert an, das Gesamtkonzept muss stimmen!**
- b. **Am Beispiel der AntAnlg DK9CK kommt man schnell in Grenzbereiche!**
Bei DK9CK gab es seit 1978 an mehreren Standorten aufgrund Berechnungen keine Probleme, auch bei sehr starken Stürmen!
- c. **Mit ST52-2 (ZSF48) liegt man meistens auf der sicheren Seite insbesondere, wenn man einen Schiebemast an der oberen Einspannung noch doppelt hat (Innenrohr nur wenig ausgefahren)!
... und soweit man normal bleibt !**

Quellennachweis

Basiswissen allgemein:

http://schmegel.eu/berechnen/statik/antenn_05.html

DIN1055

https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/asib/normung/din1055_ch_260608.pdf

Für AluMgSi0.5 40/35mm 494Nm:

<https://www.grpforum.de/forum/index.php?thread/3082-maximales-biegemoment-von-alurohr-berechnen-wie/>

Kathrein allgemein:

<https://www.kathrein-ds.com/wiki/planungs-und-installationshinweise/mast-berechnung>

Masthalterungen:

<https://antennenland.net/Wandhalter-Set-30-cm>

Schiebemast ZSF48:

<https://www.eam-shop.de/install.baumaterial/antennen/antennen-zub.allgem./mast-zubehwandhalt/38877/kath-schiebemast-2x2-5-5m-zsf-48> 224,22 EUR

<https://stecker-shop.net/ZSF-48>

cqDL 6/2001 , 439 ff.

**Der Vortrag wurde von DK9CK
nach bestem Wissen erstellt –
aber ohne Gewähr!**

**Viel Spaß bei der
(Nach-)Berechnung der Antennen
und dem Aufbau**

oder

gibt es etwa noch Fragen???