 Statikbüro	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351	Pos. 0. Seite 1 Seiten 2
		01.09.2009

# Statische Berechnungen zur Ermittlung der Nutzzüge für 20-kV-Mittelspannungsmaste aus Holz

## A-Holz-maste nach DIN 48351

Berechnung nach DIN EN 50423 Mai 2005 und  
DIN EN 50341 März 2002


**Auftraggeber: Deutscher Holzmastverband e.V**

**Bearbeiter:** KG Statikbüro  
Dipl.Ing. Klaus Güthler  
Hagenstr. 26  
16356 Ahrensfelde

Neu-Lindenberg 01.09.2009




Klaus Güthler

 Statikbüro	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351	Pos.      0. Seite     2 Seiten    2
	Inhalt	01.09.2009

## Inhaltsverzeichnis

Pos.	Seite	
1.	1	Grundlagen
2.	1 - 5	Anwendungsbeispiel

Anlage	Nutzzüge für A-Holzmast	statische Berechnung
1	1022	KG-08-074-ä1
2	1024	KG-09-028
3	1125	KG-09-029
4	1126	KG-09-030
5	1226	KG-09-031
6	1230	KG-09-032
7	1328	KG-09-033
8	1428	KG-09-034
9	1530	KG-09-036
10	1630	KG-09-037

	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351	<b>Pos.</b> 1. <b>Seite</b> 1 <b>Seiten</b> 1
	<b>Grundlagen</b>	01.09.2009

## 1. Grundlagen

### Erläuterungen:

Für Holzmaste in der Ausführung als A-Mast entsprechend **DIN 48 351** werden die zulässigen charakteristischen Nutzzüge nach der Berechnungsvorschrift **DIN EN 50423-1 Mai 2005 und -3-4 Mai 2005** sowie **DIN EN 50341-1 und -3-4 März 2002** ermittelt.

Bislang sind die Nutzzüge nach DIN 48 351 Beiblatt 1, Juni 1967 ( Anlage 5 ) ermittelt worden.

Danach waren die maßgeblichen Lastfälle derart, dass jeweils nur Belastungen in einer Ebene des A-Mastes ( entweder in der A-Mastebene oder senkrecht zur A-Mastebene ) auftraten.

Nach den jetzigen Vorschriften ist in den Lastfällen C und F mit Wind über Eck und dadurch mit Belastungen in beiden A-Mastebenen gleichzeitig zu rechnen.

Bei WE-Masten treten generell Belastungen in beiden Ebenen auf, wenn der Verwendungszweck hinsichtlich Stellung in der Leitung und der auftretende Ansprungwinkel der Leitung nicht eingeschränkt wird.

Beim WA-Mast ist der Lastfall H zu beachten, und es gilt das zum WE-Mast gesagte.

Beim WA-Mast kommt im Lastfall H Verdrehungsbelastung hinzu.

Insgesamt gestaltet sich die Berechnung der A-Maste nach den neuen Vorschriften ungleich komplizierter als zuvor.

Zu beachtende Vorschrift:

**DIN EN 1995-1-1, Dezember 2005**

Bemessung und Konstruktion von Holzbauten  
Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

***Die Berechnungen werden analog zur Musterstatik KG-08-074 durchgeführt, die im Auftrag der E.ON Thüringer Energie AG angefertigt wurde.***

***Es wird vorausgesetzt, daß die statische Berechnung KG-08-074 durch einen unabhängigen Fachmann geprüft worden ist.***

### Verwendete Literatur:

- [ 1 ] K. Girkmann und E. Königshofer  
Die Hochspannungsfreileitungen, Springer 1952
- [ 2 ] DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauteilen  
Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau  
Präsentation Fachgebiet Holzbau, Doz. Dr.-Ing. D. Steinbrecher



Statikbüro

## 20 - kV - Mittelspannungsmaste

### Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )

A-Maste nach DIN 48 351

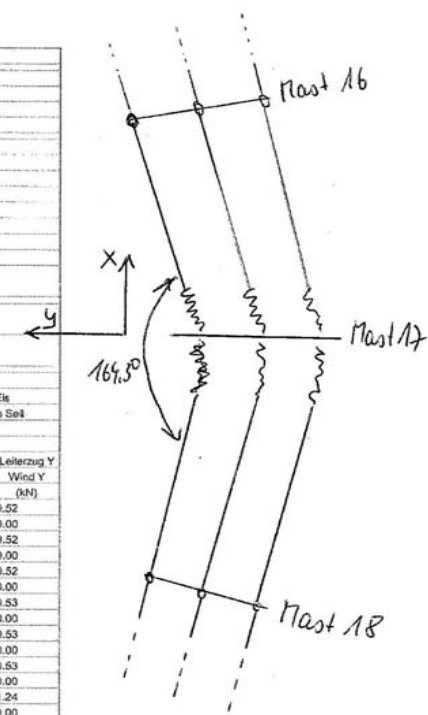
Pos. 2.  
Seite 1  
Seiten: 5


Anwendungsbeispiel

01.09.2009

## 2. Anwendungsbeispiel

FM-PROFIL				Nutzlasterberechnung																						
Firma:				SAG GmbH, CeGIT, Breilungen																						
Ausgabedatum:				02.09.2008																						
Versionsnummer:																										
Bearbeiter:																										
Leitungsname:				Münchhof-Behrungen, Bl.																						
Mastnummer:				17																						
Mastfunktion:				Abspannmast																						
Masttyp/-ort:				A-HM 11x26																						
Mastbauart:				Mittelspannung Holzmast																						
Berechnungsgrundlage:				VDE 5105 MSP																						
Freie Mastlänge:				10,00m																						
Leitungswinkel:				164,37°																						
Ausgangslastfälle:				LF1: -5°+1,0°Eis																						
Abschnitt zu Mast: 16 7_AM15-AM17.pro				Berechnungsverfahren Ket, Norm VDE 5105 MSP, g= 9,81 m/s² 1,0 fache Windlast Zone 1 (3 Jahre), 1,0 fache Eislast (Zone 1), Ausrichtung 172,18°																						
Abschnitt zu Mast: 18 8_AM17-AM20.pro				Berechnungsverfahren Ket, Norm VDE 5105 MSP, g= 9,81 m/s² 1,0 fache Windlast Zone 1 (3 Jahre), 1,0 fache Eislast (Zone 1), Ausrichtung 7,82°																						
Mastastfall:				A				C				D				F				G1		G2		H		
Berechnungslastfall:				5° Wind				5° Wind				-5° Eis+50%Wind				-5° Eis+50%Wind				-20°		-5° / -5° 50%Eis		-5° Eis		
Einseltige Zugverminderung:																								33% ein Seil		
Windrichtung:				90° ,270°				45° ,135° ,225° ,315°				90° ,270°				45° ,135° ,225° ,315°										
Teilsicherheitsbeiwert:				1,35																						
Mast	Seil/JF Zugsp.	Seiltyp Querschnitt	Höhe T-Bräpfe	T-Winkel S-Winkel	Spannweite Windsp.	Leiterzug X		Leiterzug Y		Leiterzug X		Leiterzug Y		Leiterzug X		Leiterzug Y		Leiterzug X		Leiterzug Y		Leiterzug X		Leiterzug Y		
						Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)	Wind Y (kN)	Wind X (kN)
16	A, LF1	AL	10,00	89,99	56,27	-2,95	0,41	-2,36	0,32	-4,56	0,53	-4,16	0,57	-3,02	0,42	-2,95	0,41	-3,78	0,52							
	60,00	70	1,40	172,17	29,14	0,02	0,17	0,02	0,11	0,03	0,23	0,02	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	B, LF1	AL	10,00	89,99	56,46	-2,95	0,40	-2,36	0,32	-4,56	0,53	-4,16	0,57	-3,01	0,41	-2,94	0,40	-3,78	0,52							
	60,00	70	0,00	172,18	29,23	0,02	0,17	0,02	0,11	0,03	0,23	0,02	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	C, LF1	AL	10,00	269,99	56,65	-2,95	0,40	-2,35	0,32	-4,58	0,53	-4,16	0,57	-2,99	0,41	-2,94	0,40	-3,78	0,52							
	60,00	70	1,40	172,19	29,33	0,02	0,17	0,02	0,11	0,03	0,23	0,02	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
18	A, LF1	AL	10,00	80,00	62,03	3,00	0,41	1,88	0,26	4,69	0,65	3,99	0,55	2,69	0,40	1,92	0,26	3,65	0,53							
	60,00	70	1,40	7,83	31,02	-0,02	0,18	-0,01	0,07	-0,03	0,24	-0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	B, LF1	AL	10,00	80,00	62,22	3,01	0,41	1,89	0,26	4,70	0,65	4,00	0,55	2,90	0,40	1,92	0,26	3,66	0,53							
	60,00	70	0,00	7,82	31,11	-0,02	0,18	-0,01	0,07	-0,03	0,24	-0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	C, LF1	AL	10,00	270,00	62,41	3,02	0,41	1,89	0,26	4,71	0,65	4,01	0,56	2,90	0,40	1,92	0,26	3,66	0,53							
	60,00	70	1,40	7,81	31,21	-0,02	0,18	-0,01	0,07	-0,03	0,24	-0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Summe der Leiterzugkräfte bei freier Mastlänge:						0,20	2,45	-1,52	1,76	0,37	3,82	1,03	3,37	-0,33	2,43	-3,07	2,00	9,00	1,24							
Summe der Windkräfte bei freier Mastlänge:						0,00	1,05	-0,02	0,54	-0,01	1,40	-0,03	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Windlast auf Kopplausrüstung:						0,00	0,12	-0,08	0,08	0,00	0,06	-0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Charakteristische Nutzlast X/Y:						0,19	3,62	1,41	2,38	0,37	5,29	0,96	4,13	-0,33	2,43	-3,07	2,00	9,00	1,24							
Charakteristische Nutzlast/Richtung:						3,63	86,97°	2,77	59,42°	5,30	88,05°	4,24	76,91°	2,45	87,69°	3,67	146,88°	9,09	7,82°							
Benennungsutzlast X/Y:						0,26	4,99	1,90	3,22	0,49	7,14	1,30	5,58	-0,44	3,28	-4,15	2,70	12,15	1,67							
Benennungsutzlast/Richtung:						4,90	86,97°	3,74	59,42°	7,15	88,05°	5,72	76,91°	3,31	87,69°	4,95	146,88°	12,27	7,82°							



	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351				Pos. 2.
	Anwendungsbeispiel				Seite 2
					Seiten: 5 01.09.2009

### Beliebige Stellung des Mastes

	T, WT, W, WA, WE-Mast						WA-Mast
	Wind in der A-Mast-Ebene		Wind senkrecht zur A-Mast-Ebene		Wind über Eck		Lastfall H
	voll	halb	voll	halb	voll	halb	belegt mit 3 Seilen Hebelarm bt = 1,26 m
c1	10,345	10,747	7,834	9,492	8,237	8,237	11,149


c2	2,917
----	-------

### Nachweis

$$\text{vorh ZNp} \leq \text{zul ZNp} = c1 - c2 * \text{vorh ZNs} \leq \text{Grenzwert} \geq 0$$

### Grenzwerte

	T, WT, W, WA, WE-Mast						WA-Mast
	Wind in der A-Mast-Ebene		Wind senkrecht zur A-Mast-Ebene		Wind über Eck		Lastfall H
	voll	halb	voll	halb	voll	halb	belegt mit 3 Seilen Hebelarm bt = 1,26 m
max ZNp für ZNs = 0	10,345	10,747	7,834	9,492	8,237	8,237	6,353
max ZNs für ZNp = 0	3,546	3,684	2,685	3,253	2,823	3,322	2,178


	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351	Pos. 2.
		Seite 3
		Seiten: 5
Anwendungsbeispiel		01.09.2009

**a )            Einsatz als WA-Mast                            A-Mast-Ebene parallel zur Leitung**

ZNp        =            charakteristische Nutzlast x  
ZNs        =            charakteristische Nutzlast y

vorh ZNp	<=	zul ZNp = c1 - c2 * vorh ZNs		>=	0
	<=	Grenzwert			
<b>Lastfall A</b>					
vorh ZNp	=	<b>0,19</b>	>	7,834 - 2,917 * 3,62	= <b>-2,73</b> kN
vorh ZNs	=	<b>3,62</b>			
<b>Lastfall C</b>					
vorh ZNp	=	<b>1,41</b>	>	8,237 - 2,917 * 2,38	= <b>1,29</b> kN
vorh ZNs	=	<b>2,38</b>			
<b>Lastfall D</b>					
vorh ZNp	=	<b>0,37</b>	>	9,492 - 2,917 * 5,29	= <b>-5,94</b> kN
vorh ZNs	=	<b>5,29</b>			
<b>Lastfall F</b>					
vorh ZNp	=	<b>0,96</b>	>	9,492 - 2,917 * 4,13	= <b>-2,56</b> kN
vorh ZNs	=	<b>4,13</b>			
<b>Lastfall H</b>					
vorh ZNp	=	<b>9,00 / 1,35</b>			
	=	<b>6,67</b>	<	11,149 - 2,917 * 0,92	= <b>8,47</b> kN
			>	Grenzwert	= <b>6,353</b> kN
vorh ZNs	=	<b>1,24 / 1,35</b>			
	=	<b>0,92</b>			

**Fazit:    Der Mast ist nicht ausreichend**

	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351	Pos. 2.
		Seite 4
		Seiten: 5
	Anwendungsbeispiel	01.09.2009

**b) Einsatz als WA-Mast A-Mast-Ebene senkrecht zur Leitung**

ZNs = charakteristische Nutzlast x  
ZNP = charakteristische Nutzlast y

$$\text{vorh ZNp} \leq \text{zul ZNp} = c1 - c2 * \text{vorh ZNs} \geq 0$$

$$\leq \text{Grenzwert}$$

**Lastfall A**

vorh ZNs = 0,19  
vorh ZNP = 3,62 < 10,345 - 2,917 \* 0,19 = 9,79 kN

**Lastfall C**

vorh ZNs = 1,41  
vorh ZNP = 2,38 < 8,237 - 2,917 \* 1,41 = 4,12 kN

**Lastfall D**

vorh ZNs = 0,37  
vorh ZNP = 5,29 < 10,747 - 2,787 \* 0,37 = 9,72 kN

**Lastfall F**

vorh ZNs = 0,96  
vorh ZNP = 4,13 < 9,693 - 2,787 \* 0,96 = 7,02 kN


**Lastfall H**

vorh ZNs = 9,00 / 1,35  
= 6,67  
vorh ZNP = 1,24 / 1,35  
= 0,92 > 11,149 - 2,787 \* 6,67 = -7,44 kN  
> Grenzwert = 6,353 kN

**Fazit: Der Mast ist als WA-Mast nicht ausreichend**

**c) Einsatz als W-Mast A-Mast-Ebene parallel zur Leitung**

**Fazit: Der Mast ist als W-Mast ohne Lastfall H ausreichend**

	<b>20 - kV - Mittelspannungsmaste</b> <b>Ermittlung der Nutzzüge für A-Maste ( Holz )</b> A-Maste nach DIN 48 351		Pos. 2.
			Seite 5
			Seiten: 5
Anwendungsbeispiel			01.09.2009

a)            **Einsatz als WA-Mast**                            **A-Mast-Ebene parallel zur Leitung mit Verankerung senkrecht zur Mastebene**

$$\begin{aligned}
Z_{Np} &= \text{charakteristische Nutzlast x} \\
Z_{Ns} &= \text{charakteristische Nutzlast y} \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 0 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{vorh } Z_{Np} &\leq \text{zul } Z_{Np} = c_1 - c_2 * \text{vorh } Z_{Ns} \\
&\leq \text{Grenzwert} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \geq 0
\end{aligned}$$

**Lastfall A**  
vorh  $Z_{Np}$  = 0,19 < 7,834

**Lastfall C**  
vorh  $Z_{Np}$  = 1,41 < 8,237

**Lastfall D**  
vorh  $Z_{Np}$  = 0,37 < 9,492

**Lastfall F**  
vorh  $Z_{Np}$  = 0,96 < 9,492

**Lastfall H**  
vorh  $Z_{Np}$  = 9,00 / 1,35  
= 6,67 < 11,149  
> Grenzwert = 6,353 kN

**Fazit:**    **Der Mast ist als WA-Mast nicht ausreichend, das Tragverhalten durch eine Verankerung aber deutlich verbessert**