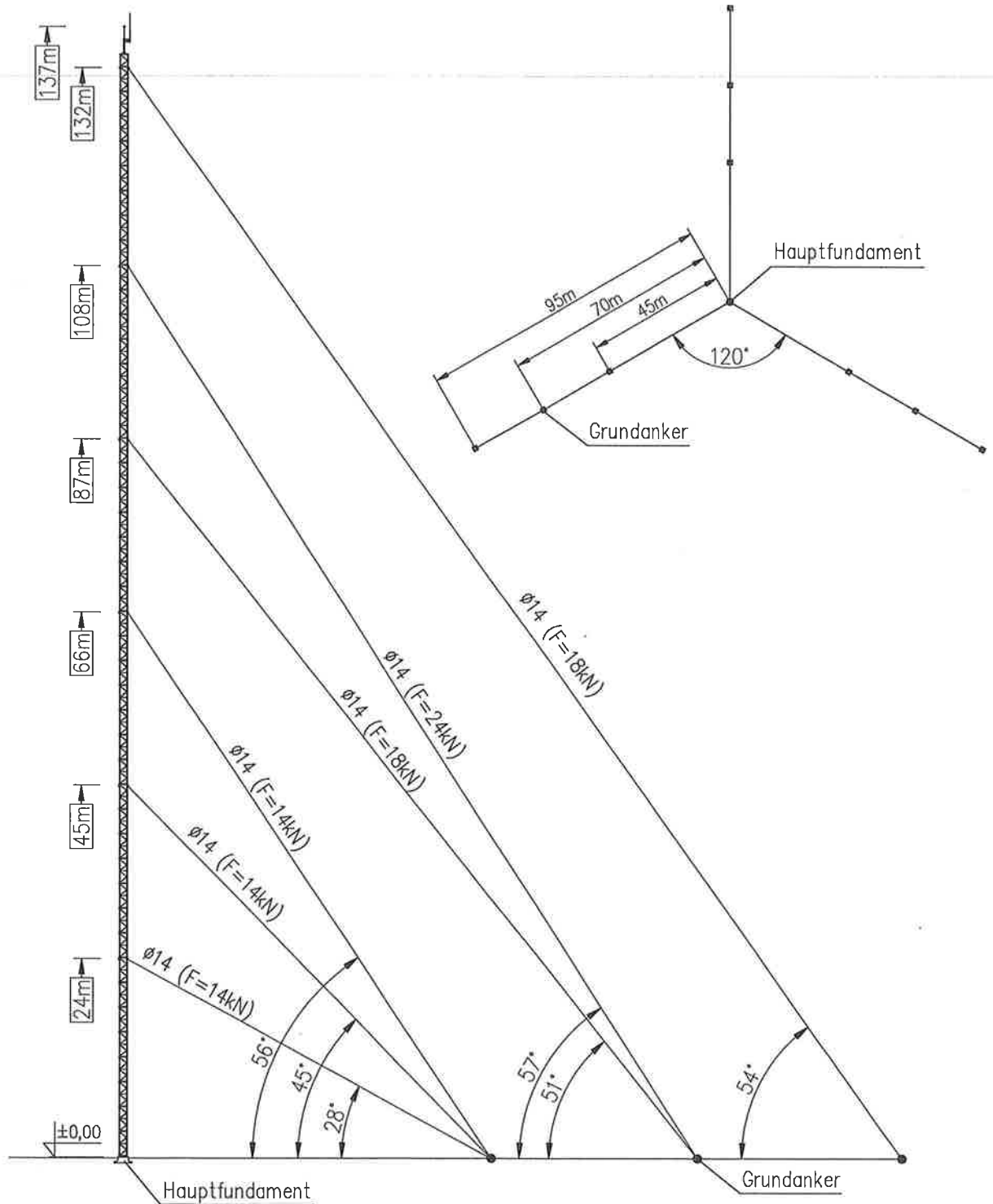


# WHTER MKT/900/76.1/5.0

H=137m

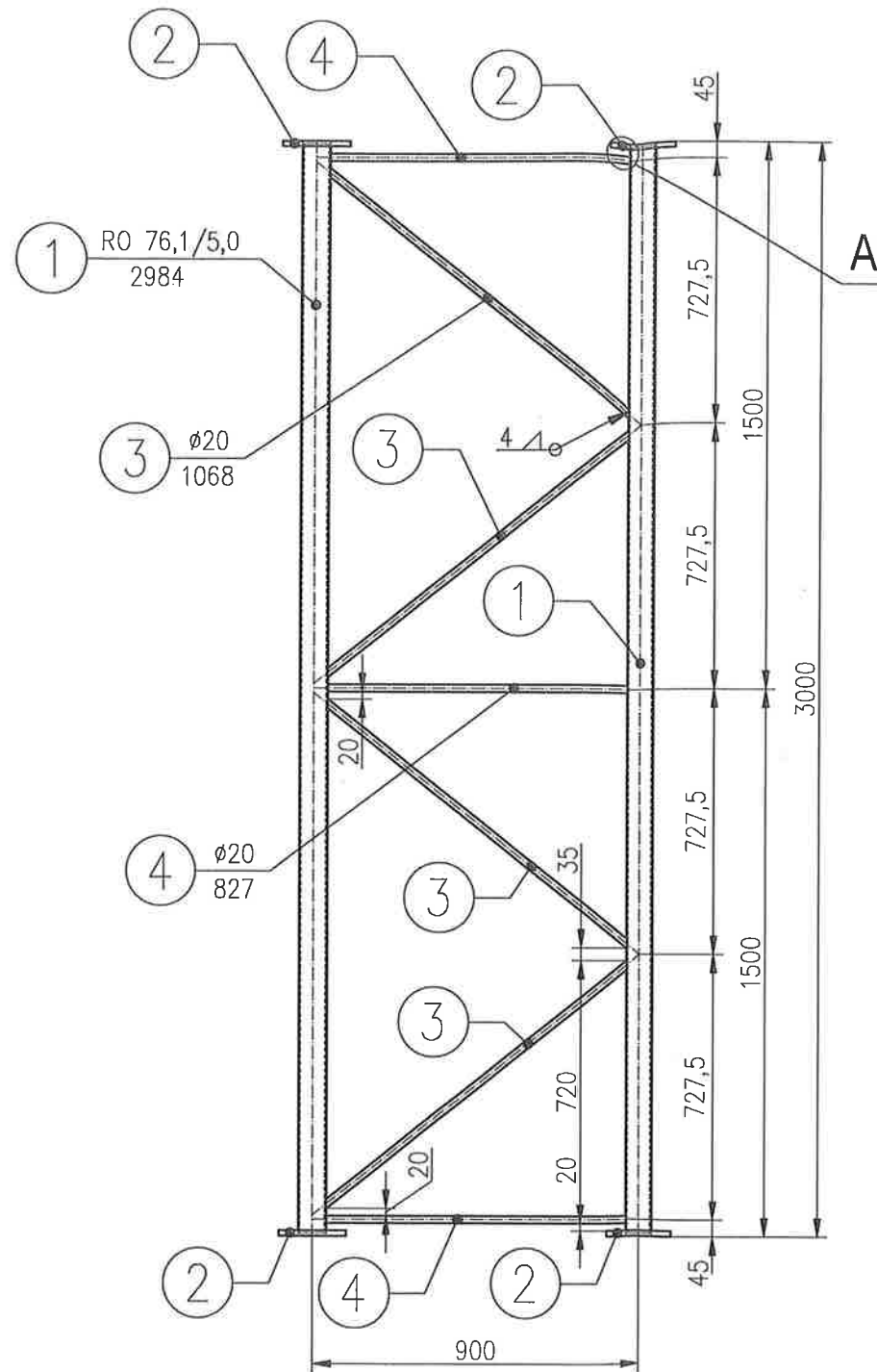
Lage der Anker  
Skala 1:2000



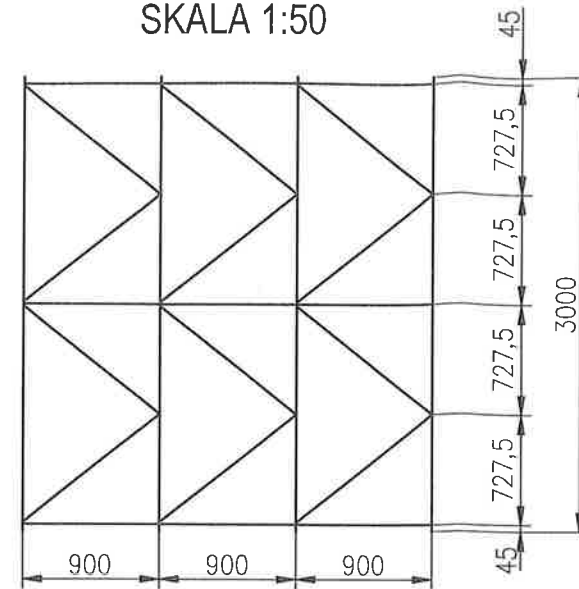
Das dargestellte Messmast-Projekt ist geistiges Eigentum der windhunter Gruppe. Alle Rechte vorbehalten.  
Die Zeichnung, sowie sämtliche weitere Teile dieses Bauprojekts, dürfen ohne schriftliche Erlaubnis von windhunter weder kopiert, weitergeleitet, noch in anderweitiger Form verwendet werden. [www.windhunter.com](http://www.windhunter.com)

	<b>WHTER MKT 900/76.1/5.0</b>	
	Bauherr: eno energy systems GmbH	Standort: Kirch Mulsow
Betreff: Gittermast H=137m		
Ansicht		
ENTWORFEN VON: mgr inż. R. Młynarczyk	ZULASSUNG: ZAP/0007/POOK/13	
BEARBEITET VON: mgr inż. A. Władyka		
DATUM: 2016.02.29	SKALA: 1:750	ZEICHNUNG NR.: M1

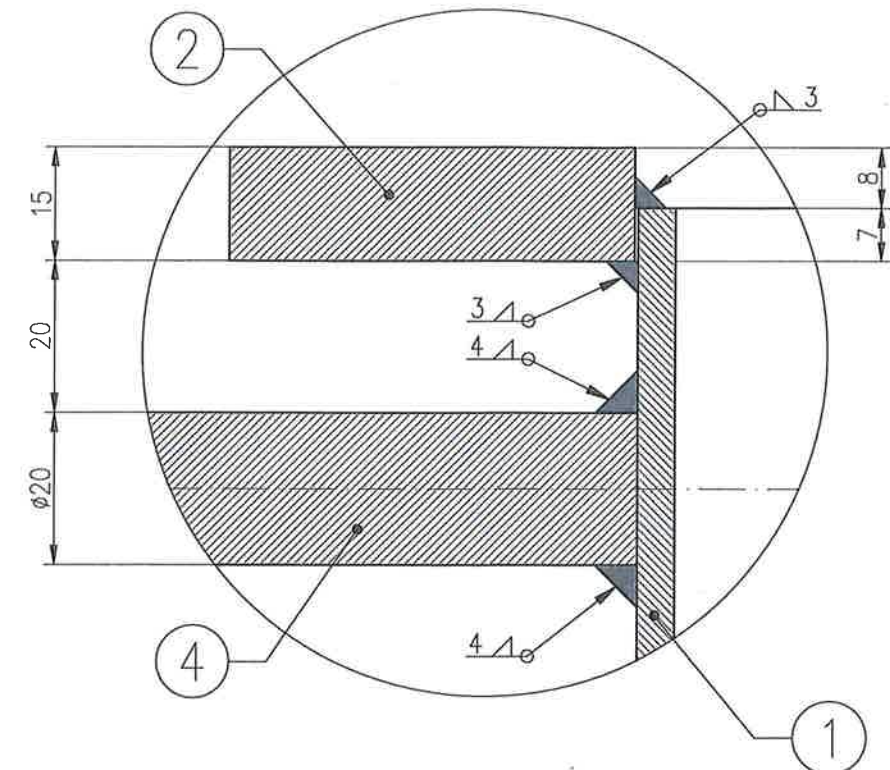
# WHTER MKT/900/76.1/5.0 - BASISELEMENT



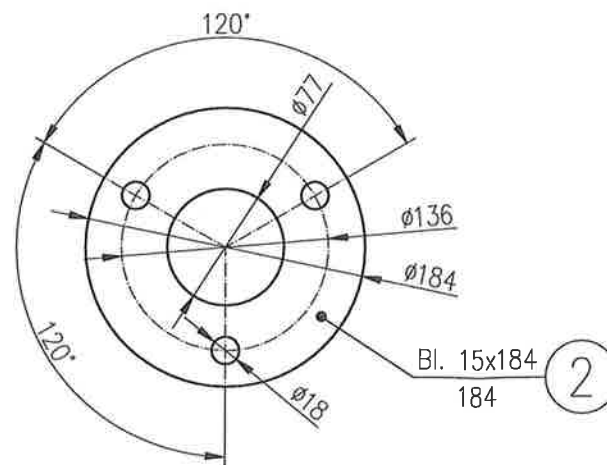
AUFGEKLAPTES SEGMENTELEMENT  
SKALA 1:50



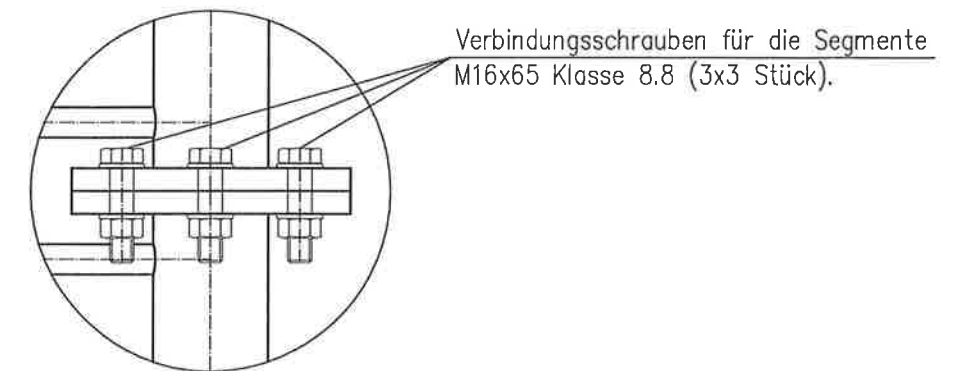
DETAIL A  
SKALA 1:1



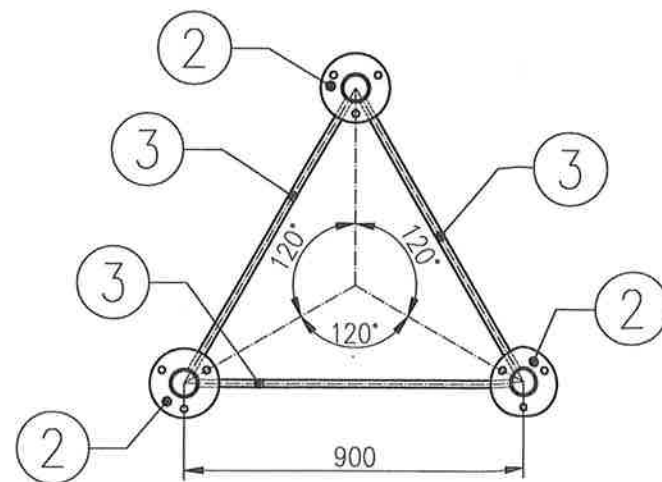
SKALA 1:5



SKALA 1:5



Verbindungsschrauben für die Segmente  
M16x65 Klasse 8.8 (3x3 Stück).



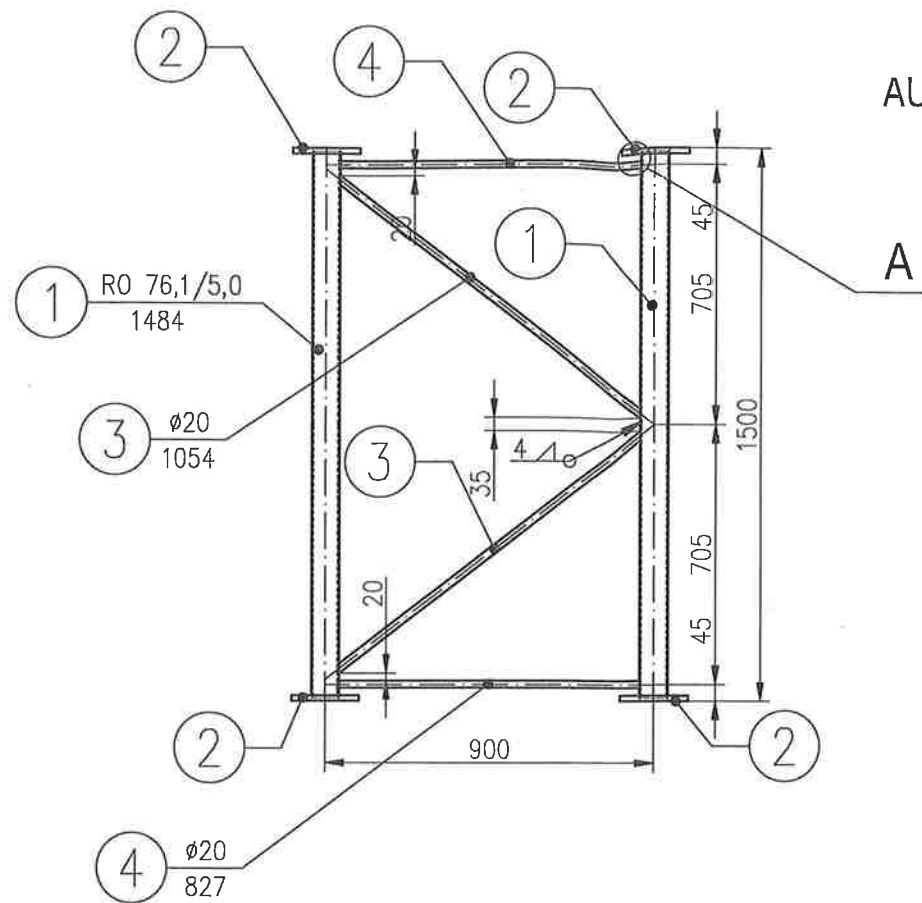
1. Stahl – S355
2. Schutz gegen Korrosion – Feuerverzinkt

<small>Das dargestellte Messmast-Projekt ist geistiges Eigentum der windhunter Gruppe. Alle Rechte vorbehalten. Die Zeichnung, sowie sämtliche weitere Teile dieses Bauprojekts, dürfen ohne schriftliche Erlaubnis von windhunter weder kopiert, weitergeleitet, noch in anderweitiger Form verwendet werden. www.windhunter.com</small>			
	<b>WHTER MKT/900/76.1/5.0</b>		
	Bauherr: eno energy systems GmbH	Standort: Kirch Mulsow	
	Betreff: Gittermast H=137m BASISELEMENT		
ENTWORFEN VON: mgr inż. R. Młynarczyk		ZULASSUNG: ZAP/0007/POOK/13	
BEARBEITET VON: mgr inż. A. Władyka			
DATUM: 2016.02.29	SKALA: 1:20	ZEICHNUNG NR.:	M2

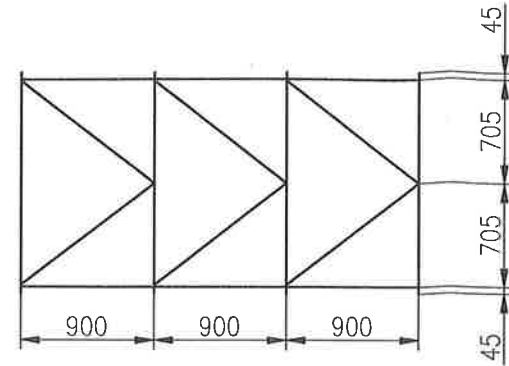


# WHTER MKT/900/76.1/5.0 - MASTELEMENT 1,5m

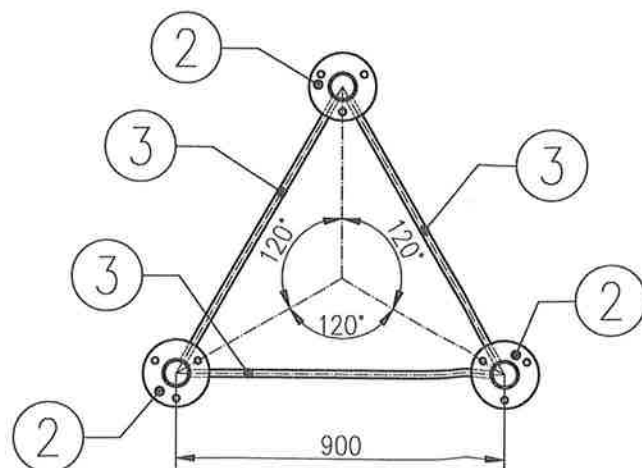
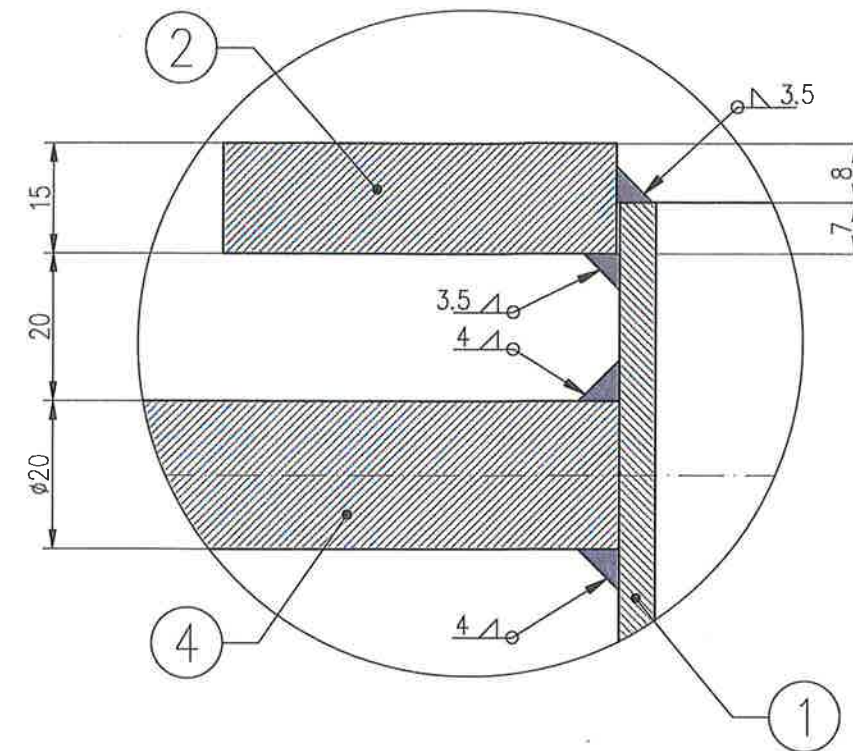
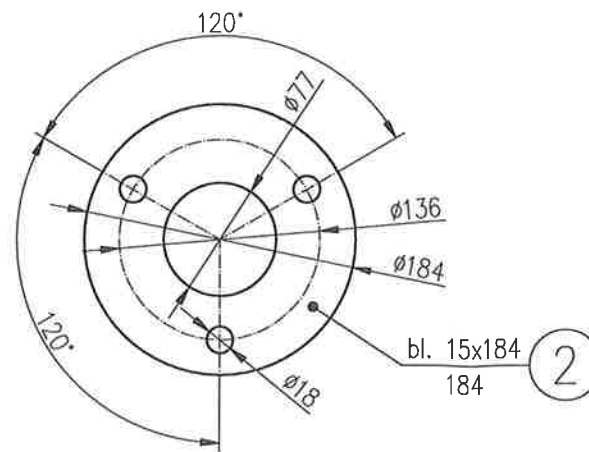
DETAIL A  
Skala 1:1



AUFGEKLAPPTES SEGMENTELEMENT  
SKALA 1:50



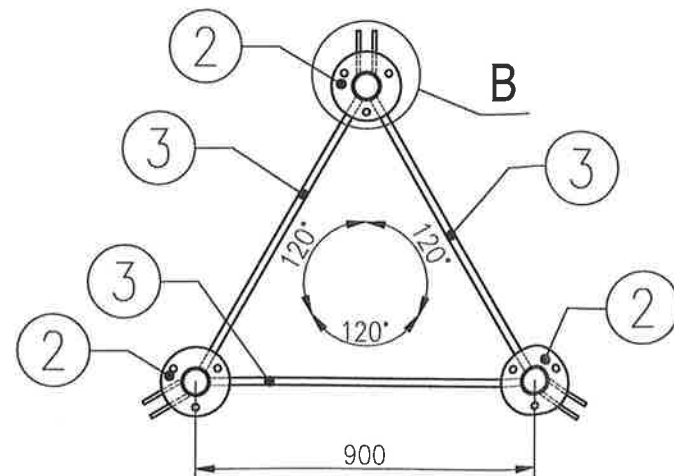
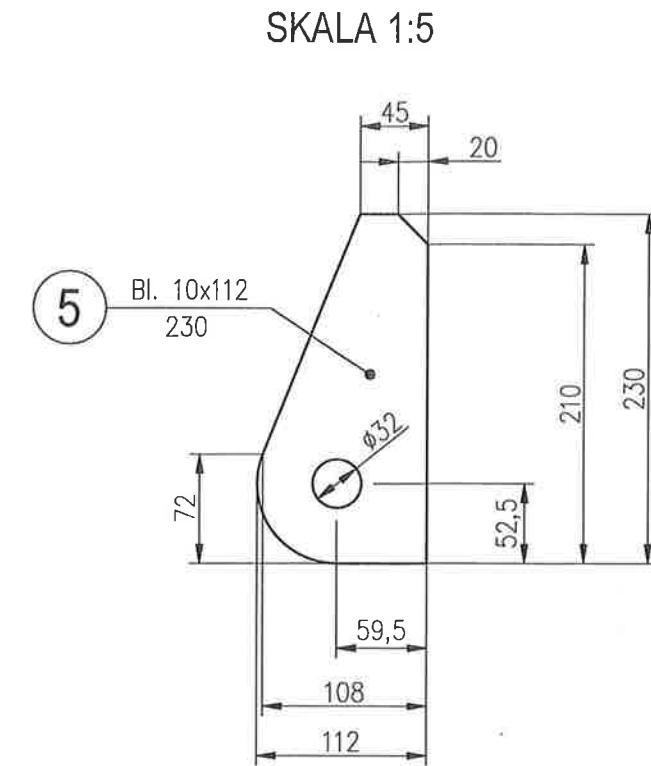
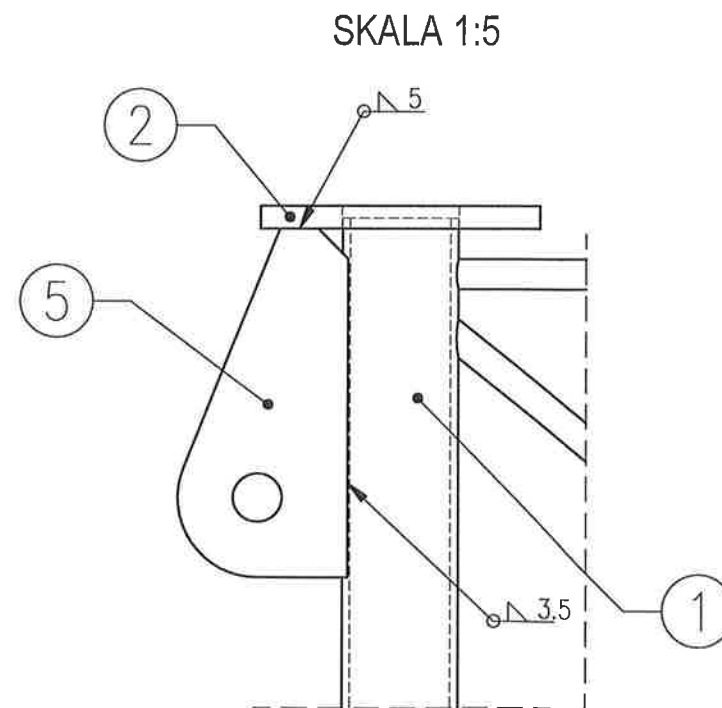
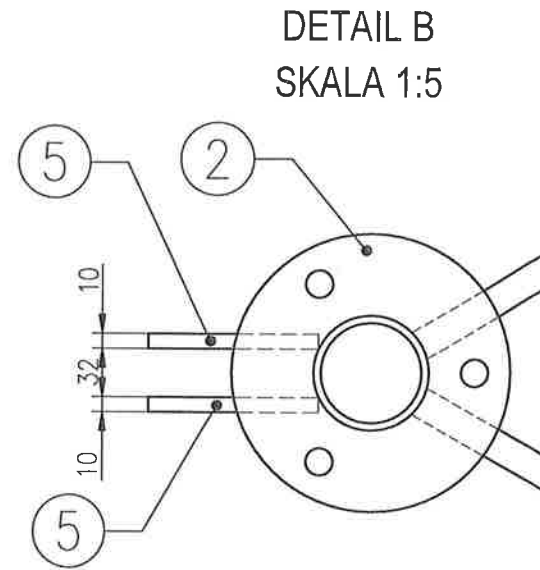
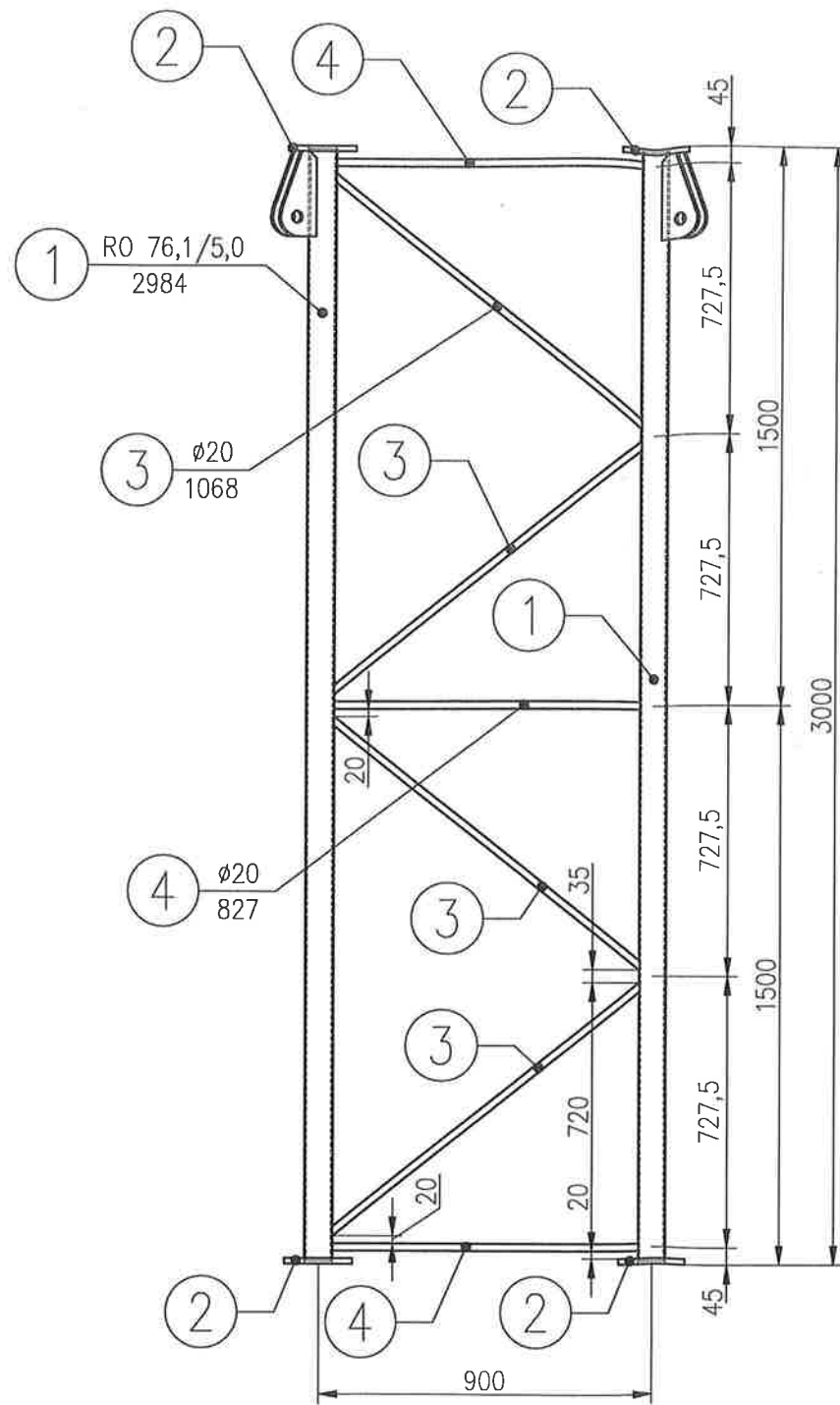
Skala 1:5



1. Stahl – S355
2. Schutz gegen Korrosion – Feuerverzinkt

Das dargestellte Messmast-Projekt ist geistiges Eigentum der windhunter Gruppe. Alle Rechte vorbehalten. Die Zeichnung, sowie sämtliche weitere Teile dieses Bauprojekts, dürfen ohne schriftliche Erlaubnis von windhunter weder kopiert, weitergeleitet, noch in anderer Form verwendet werden. <a href="http://www.windhunter.com">www.windhunter.com</a>			
	<b>WHTER MKT/900/76.1/5.0</b>		
	Bauherr:	eno energy systems GmbH	Standort:
	Betreff:	Gittermast H=137m MASTELEMENT 1,5m	
ENTWORFEN VON:	mgr inż. R. Młynarczyk	ZULASSUNG:	ZAP/0007/POOK/13
BEARBEITET VON:	mgr inż. A. Władyka		
DATUM:	2016.02.29	SKALA:	1:20 ZEICHNUNG NR.: M4

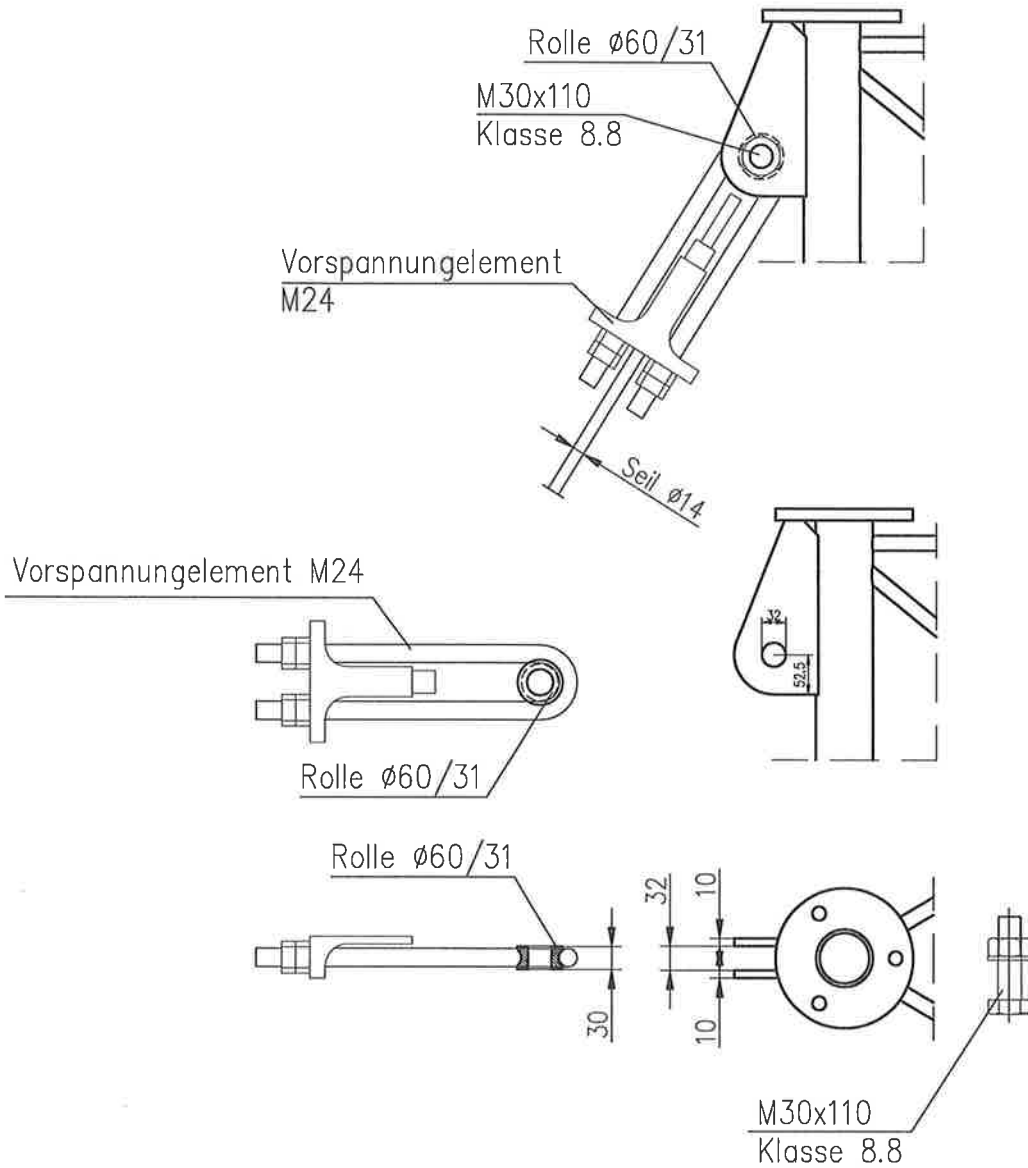
# WHTER MKT/900/76,1/5,0 - MASTELEMENT MIT BLECH FÜR ABSPANNSEILE



- 1. Stahl - S355
- 2. Schutz gegen Korrosion - Feuerverzinkt

Das dargestellte Messmast-Projekt ist geistiges Eigentum der windhunter Gruppe. Alle Rechte vorbehalten. Die Zeichnung, sowie sämtliche weitere Teile dieses Bauprojekts, dürfen ohne schriftliche Erlaubnis von windhunter weder kopiert, weitergeleitet, noch in anderweitiger Form verwendet werden. www.windhunter.com			
	<b>WHTER MKT/900/76.1/5.0</b>		
	Bauherr: eno energy systems GmbH	Standort: Kirch Mulsow	
	Betreff: Gittermast H=137m MASTELEMENT MIT BLECH FÜR ABSPANNSEILE		
ENTWORFEN VON: mgr inż. R. Młynarczyk		ZULASSUNG: ZAP/0007/POOK/13	
BEARBEITET VON: mgr inż. A. Władyka			
DATUM: 2016.02.29	SKALA: 1:20	ZEICHNUNG NR.:	M3

# WHTER MKT/900/76.1/5.0 SEILVERBINDUNG



Seiltyp 1x37M (ø14)

Das dargestellte Messmast-Projekt ist geistiges Eigentum der windhunter Gruppe. Alle Rechte vorbehalten.  
Die Zeichnung, sowie sämtliche weitere Teile dieses Bauprojekts, dürfen ohne schriftliche Erlaubnis von windhunter weder kopiert, weitergeleitet, noch in anderweitiger Form verwendet werden. [www.windhunter.com](http://www.windhunter.com)

	<b>WHTER MKT/900/76.1/5.0</b>		
	Bauherr: eno energy systems GmbH	Standort: Kirch Mulsow	
	Betreff: Gittermast H=137m SEILVERBINDUNG		
ENTWORFEN VON: mgr inż. R. Mlynarczyk		ZULASSUNG:	ZAP/0007/POOK/13
BEARBEITET VON: mgr inż. A. Władyka			
DATUM: 2016.02.29	SKALA:	1:10	ZEICHNUNG NR.: M6



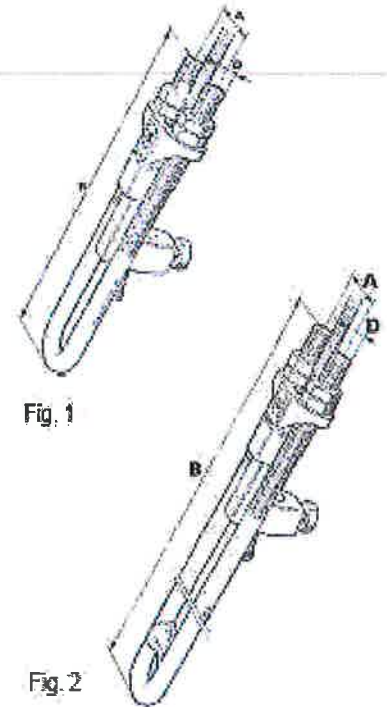
**STAGSKRUV RAKKILAD**

För enkel staglina

Kil och kilhus av segjärn. Bygel av stål. Glidytan är smord med glidlack. Bygeln levereras med dubbla muttrar. Stagskruvorna har enkelsidigt verkande kil. Storlek M27 är försedd med stödben av segjärn. Zinksjiktets tjocklek, på stagbygelnns ogångade del, uppfyller kravet enligt SS-EN 50423 för förläggning i mark.

Denna produkt har, utöver måttkontroll, vid mottagningen genomgått stickprovskontroll (dragprovning till brott) samt allkontroll (dragprovning med en kraft >110 % av arbetslasten). Samtliga detaljer som genomgått allkontrollen är märkta med en GUL fläck.

Montage: se montageanvisningarna

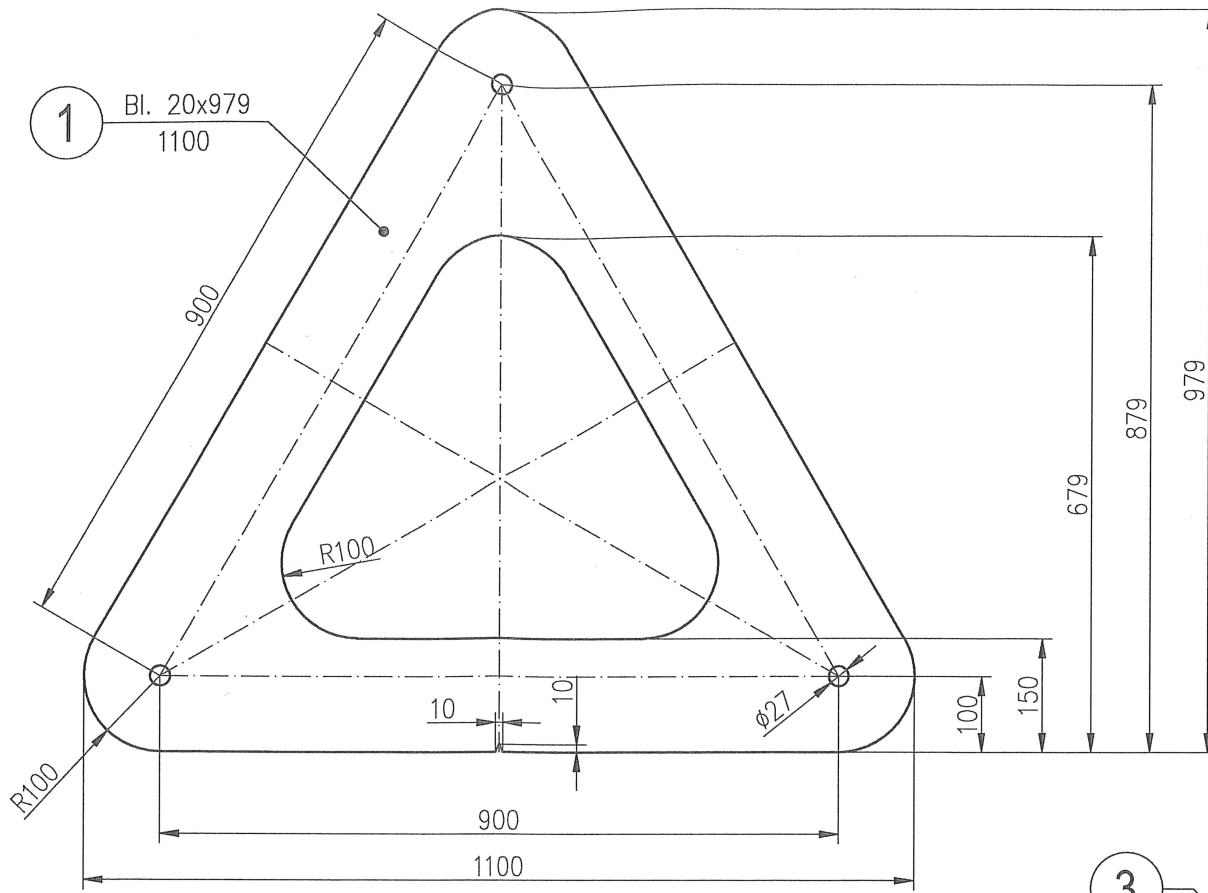
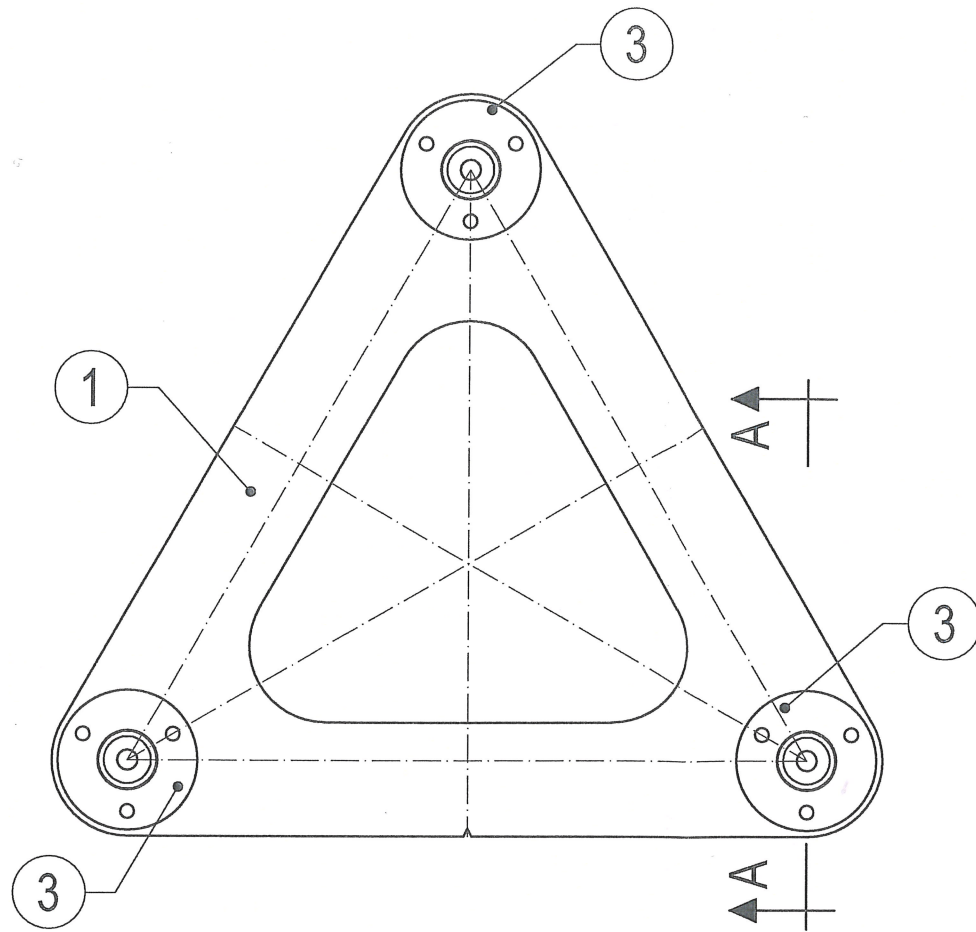


Nummer	Passar staglina area mm <sup>2</sup>	Fig	A mm	B mm	Ø	Vikt kg	Åtdragningsmoment <sup>1)</sup>	Rekommenderad största stagkraft kN	E-nummer	
							Nm			
3419103	25-68	1	50	300	M16	1,6	45	47	0630320	
3419108				800		3,0				0630321
3419113				1300		4,3				0630322
3419118				1800		5,7				0630323
3419123				2300		7,0				0630324
3419128				2800		8,3				
3419203	68-105	1	60	350	M20	3,1	75	72	0630332	
3419208				800		4,9				
3419213				1300		7,0				
3419218				1800		9,0				
3419223				2300		11,2				
3419228				2800		13,3				
3419304	105-142	1	75	425	M24	5,9	75	100		
3419308				800		8,6				
3419313				1300		12,3				
3419318				1800		16,0				
3419323				2300		19,7				
3419328				2800		23,4				
3419404	185-284	2	80	425	M27 <sup>2)</sup>	9,7	100	200		
3419408				800		13,2				
3419413				1300		17,8				
3419418				1800		22,5				
3419423				2300		27,2				
3419428				2800		31,8				
3419433				3300		36,5				
3419438				3800		41,1				

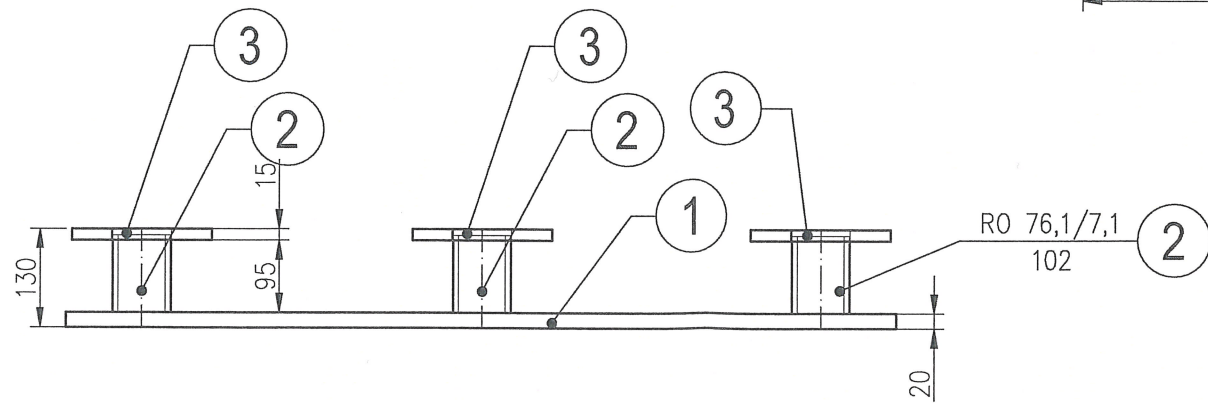
1) Använd 16 mm hylsa för 45 Nm och 18 mm för 75 Nm och 24 mm för 100 Nm.

2) Stagskruv M27 är försedd med stödben

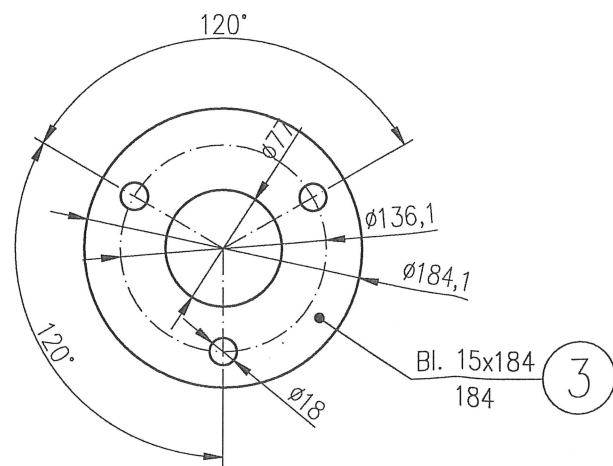
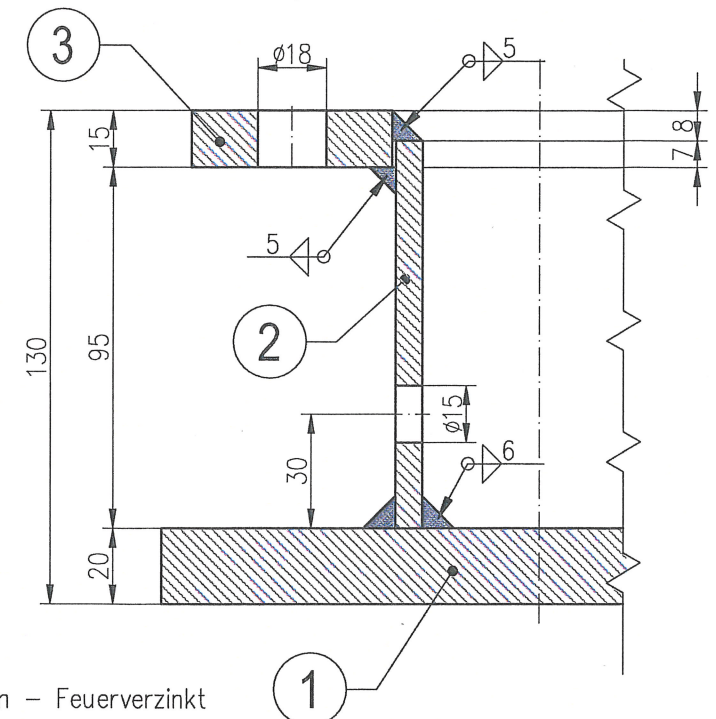
# WHTER MKT/900/76.1/5.0 - GRUNDPLATTE



A-A  
Skala 1:2



Skala 1:5



1. Stahl - S355
2. Schutz gegen Korrosion - Feuerverzinkt

Das dargestellte Messmast-Projekt ist geistiges Eigentum der windhunter Gruppe. Alle Rechte vorbehalten. Die Zeichnung, sowie sämtliche weitere Teile dieses Bauprojekts, dürfen ohne schriftliche Erlaubnis von windhunter weder kopiert, weitergeleitet, noch in anderweitiger Form verwendet werden. www.windhunter.com			
		<b>WHTER MKT/900/76.1/5.0</b>	
		Bauherr: eno energy systems GmbH	Standort: Kirch Mulsow
		Betreff: Gittermast H=137m GRUNDPLATTE	
ENTWORFEN VON:	mgr inż. R. Młynarczyk	ZULASSUNG:	ZAP/0007/POOK/13
BEARBEITET VON:	mgr inż. A. Władyka		
DATUM:	2016.02.29	SKALA:	1:10
		ZEICHNUNG NR.:	M5

Stand- und Festigkeitsberechnungen		
Projekt	Bau eines 137m hohen Windmessmastes zur Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung	
Standort	Deutschland, Kirch Mulsow (WZ2, EZ2)	
Bauherr	eno energy systems GmbH Am Strande 2 e 18055 Rostock Deutschland	
Projektierer	Mag. ing. Remigiusz Młynarczyk ZAP/0007/POOK/13	<i>Remigiusz Młynarczyk</i>

Koszalin 2016-03-01



## INHALTSVERZEICHNIS

1.0.	GRUNDLAGEN DER BERECHNUNG	3
2.0.	GEGENSTAND DER BERECHNUNG, STANDORT UND ANNAHMEN DES PROJEKTS	3
3.0.	BESCHREIBUNG DER KONSTRUKTION	4
4.0.	ERMITTLUNG DER LASTEN	6
4.1.	Eigengewicht der Konstruktion	6
4.1.	Eislast	15
4.2.	Beanspruchung durch Wind mit Berücksichtigung der Vereisung	15
4.3.	Belastung durch Temperatur	27
4.4.	Vorspannkräfte	27
5.0.	KOMBINATIONEN VON LASTEN	27
6.0.	ERMITTLUNG DER INNEREN KRÄFTE - SCHNITTGRÖSSENERMITTLUNG	7
7.0.	AUFLAGERREAKTIONEN	33
7.1.	Anker	33
7.2.	Fundament	33
8.0.	BEMESSUNG DER MASTELEMENTE	34
8.1.	Ausnutzungsbeiwerte - Mast	34
8.2.	Beiwert der Ausnutzung - Abspannung	35
9.0.	BEMESSUNG DER ANSCHLÜSSE	36
9.1.	Geschweißte Knotenverbindung	36
9.2.	Nachweis - Schraube: M16 - 8.8	38
9.3.	Nachweis - Schweißnaht: $a_w = 3\text{mm}$	38
9.4.	Nachweis - Schweißnaht: $a_w = 3,5\text{mm}$	39
9.5.	Nachweis - Anschlußbleches: $t = 10\text{mm}$	42
9.6.	Nachweis - Schraube: M30-8.8	42
10.0.	ANLAGEN	44
10.1.	Anlage 1 - Zeichnungen	44
10.2.	Anlage 2 - Schnittgrößenermittlung und Bemessung - RFEM Dlubal Software	44

## 1.0. GRUNDLAGEN DER BERECHNUNG

- DIN 4131: 1991-11 Antennentragwerke aus Stahl
- DIN 1055-5: 2005-07 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 5: Schnee und Eislasten
- DIN 18800: 2008-11 Stahlbauten
- DIN EN 13411 Endverbindungen für Drahtseile
- DIN 1055-100: 2005-07 Einwirkungen auf Tragwerke. Grundlagen der Tragwerksplanung - Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln.

## 2.0. GEGENSTAND DER BERECHNUNG, STANDORT UND ANNAHMEN DES PROJEKTS

Der Gegenstand der Bearbeitung ist ein Windmessmast mit einer Höhe von 137m zur Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Die Windmessung wird maximal zwei Jahre dauern. Der Standort des Mastes befindet sich in der Nähe des Ortes Kirch Mulsow in der 2. Windlastzone (DIN 4131) und in der 2. Eislastzone (DIN 1055 Teil 5), auf der Höhe 55 m ü.d.M. Im Rahmen der Bearbeitung wurden Stand- und Festigkeitsberechnungen der Tragelemente des Mastes durchgeführt. Die Berechnungen wurden mithilfe des Programms Dlubal Software RFEM und des Zusatzmoduls RF-Mast, gemäß der Theorie der III Ordnung durchgeführt.

Die Berechnungen wurden für die entscheidende Windlast mit Vereisung durchgeführt, für Richtungen  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $270^\circ$ .

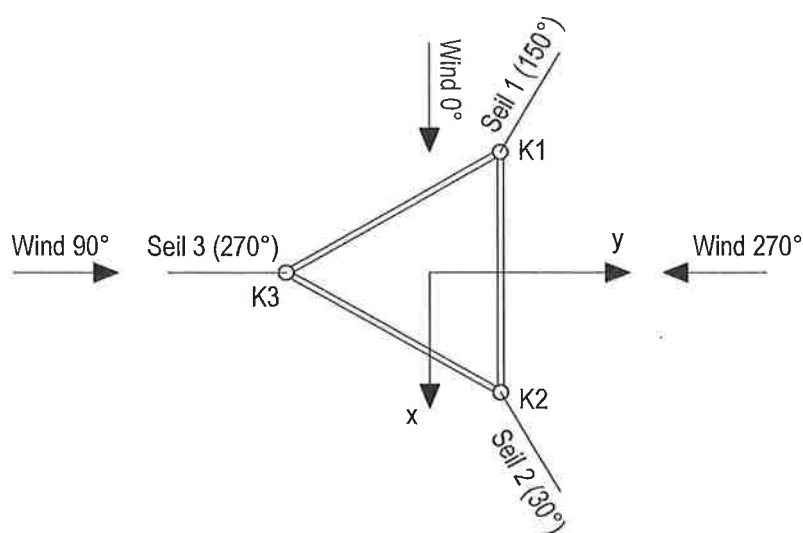


Abb. 2.0.1 Windrichtungen

### 3.0. BESCHREIBUNG DER KONSTRUKTION

Entworfen wurde ein Mastschaft, der aus Dreigurtbinder-Gittersegmenten besteht. Die Querschnitte der Segmente haben die Form eines Dreiecks mit der Seitenlänge von 90 cm. Alle Mastelemente sind aus Stahl S355 mit der Dehngrenze  $f_y = 355 \text{ MPa}$  hergestellt.

Die Gurte sind Rundrohre  $\varnothing 76,1/5\text{mm}$ :

$$A = 11,2 \text{ cm}^2, \quad g = 8,77 \text{ kg/m}, \quad J = 70,9 \text{ cm}^4, \quad W = 18,6 \text{ cm}^3, \quad i = 2,52 \text{ cm}$$

Die Vergitterung des Segments bilden Diagonale aus Rundvollguerschnitten  $\varnothing 20\text{mm}$ :

$$A = 3,14 \text{ cm}^2, \quad g = 2,47 \text{ kg/m}, \quad J = 0,79 \text{ cm}^4, \quad W = 0,79 \text{ cm}^3, \quad i = 0,5 \text{ cm}$$

Der Mast wird mit den Seilen 1x37 abgespannt. Die Drahtnennfestigkeit der Seile beträgt  $1770 \text{ N/mm}^2$  und es gibt jeweils drei Seile auf jedem Niveau.

Parameter der Abspannungen sind:

$$D = 14 \text{ mm}, \quad R_m = 1770 \text{ MPa}, \quad F_{\min} = 178 \text{ kN}, \quad E = 150 \text{ GPa}, \quad A = 115,45 \text{ mm}^2, \quad \gamma = 0,9486 \text{ kg/m}$$

Die Geometrie des Mastes wurde auf der Abb. 3.0.1. dargestellt.



Lage der Anker  
Skala 1:2000

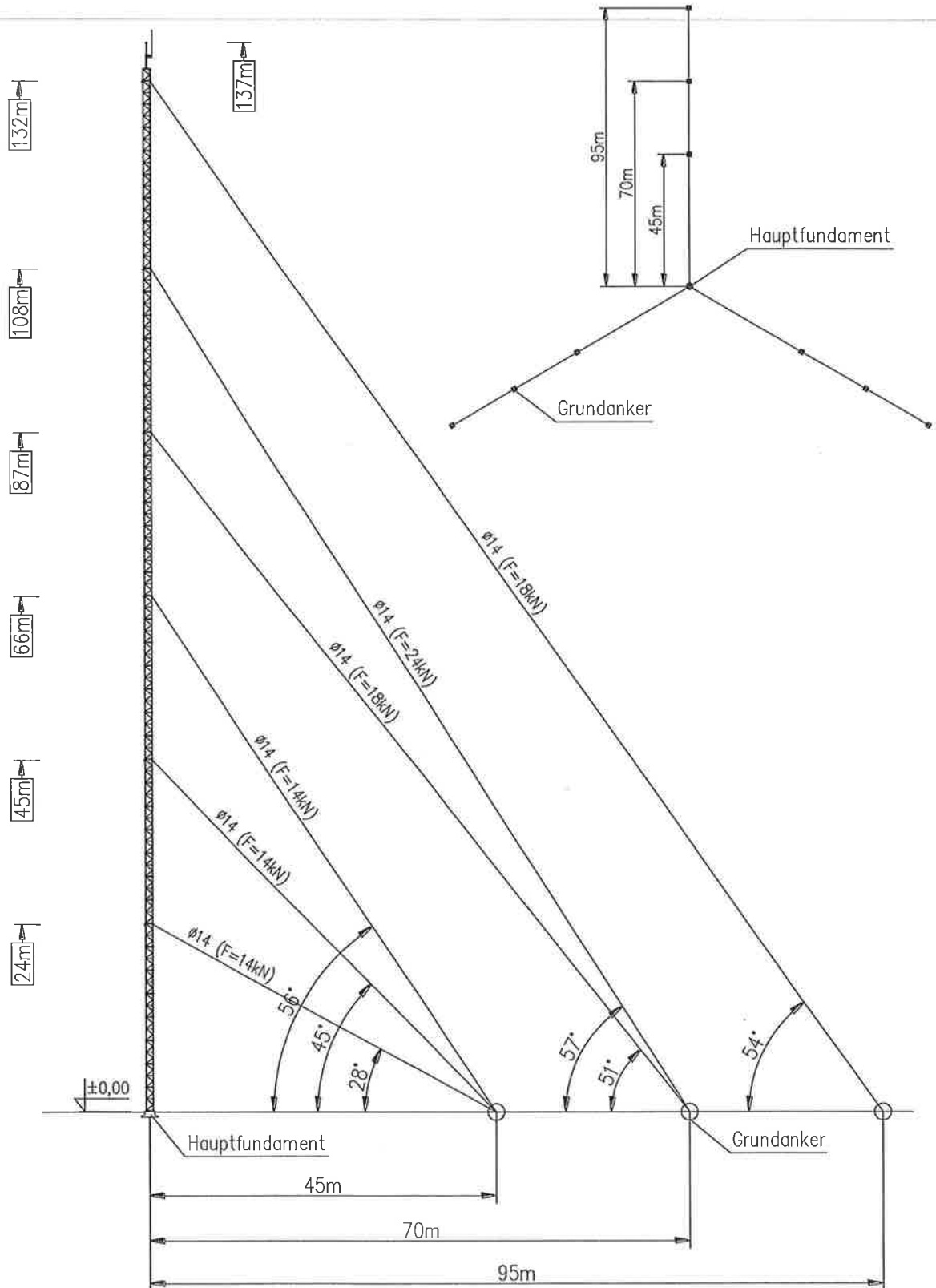


Abb. 3.0.1 Mastgeometrie

## 4.0. ERMITTLUNG DER LASTEN

### 4.1. Eigengewicht der Konstruktion

- Das Eigengewicht der Konstruktion wird mithilfe des Moduls RF-Mast berechnet. Das Gewicht wurde um 10% für Anschlüsse und Ausrüstung erhöht.

Höhe des Mastes	137	m
Gewicht des Mastes	60	kN
10% Erhöhung	6	kN
Belastung des einzelnen Gurtes	0,015	kN/m

- Gewicht der Abspannungen:  $G_{Seil14} = 0,01 \text{ kN/m}$ ,
- Beiwert von ständigen Lasten  $\gamma_G = 1,35$

### 4.2. Windlast

Gemäß der Norm DIN 4131 wurde die 2. Windlastzone angenommen:

- Basiswert von Windgeschwindigkeitsdruck  $q_0 = 1,05 \text{ kN/m}^2$
- Da die Messung nicht länger als zwei Jahre dauern wird, wurde der Abminderungsfaktor 0,7 berücksichtigt, daher beträgt der Windgeschwindigkeitsdruck:

$$q(z) = 0,7 \cdot (q_0 + 0,003 \cdot z)$$

- Beanspruchung des Mastschafts durch Wind:

$$W_i = \varphi_B \cdot c_{fi} \cdot q_i \cdot A_i$$

- Größenfaktor und Böenreaktionsfaktor

Höhe des Mastes	h	135,000	m	
Größenfaktor	$\eta$	0,915		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.13)
Erste Eigenfrequenz der Bauwerksschwingungen	$n_1$	0,382	Hz	
Schwingungsdauer der Bauwerksschwingungen	T	2,6	s	DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, Abschnitt A.2.1.1
Logarithmischer Dämpfungsdekrement	$\delta_B$	0,100		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, Abschnitt A.2.1.1
Gundwert des Böenreaktionsfaktor	$\varphi_{B0}$	1,414		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.14)
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1,294		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.14)

- Beiwert von Windlast  $\gamma_W = 1,5$
- Die Frequenz der Eigenschwingungen und die Beanspruchung des Mastes wurden mithilfe des Moduls RF-Mastbelastung generiert. Unten befinden sich eine Aufstellung mit den angenommenen Belastungen, sowie die genaue Berechnung der Beanspruchung für den ersten Querschnitt für Windrichtung 270°.

## 1.1 BASISANGABEN

Masttyp	Dreieckig
Anzahl Bühne	0
Anzahl Antennensträger	0
Anzahl Innenschächte	0
Gesamthöhe des Mastes	135.000 m
Oberer Seitenbreite des Mastes	b <sub>1</sub> = 0.900 m
	b <sub>2</sub> = 0.779 m
Untere Seitenbreite des Mastes	b <sub>1</sub> = 0.900 m
	b <sub>2</sub> = 0.779 m
<b>Stabzuordnung</b>	
Eckstiel 1	1-6, 40-45, 79-84, 118-123, 157-162, 196-201, 235-240, 274-279, 313-318, 352-357, 391-396, 430-435, 469-474, 508-513, 547-552, 586-591, 625-630, 664-669, 703-708, 742-747, 781-786, 820-825, 859-864, 898-903, 937-942, 976-981, 1015-1020, 1054-1059, 1093-1098, 1132-1137, 1171-1176, 1210-1215, 1249-1254, 1288-1293, 1327-1332, 1366-1371, 1405-1410, 1444-1449, 1483-1488, 1522-1527, 1561-1566, 1600-1605, 1639-1644, 1678-1683, 1717-1722
Eckstiel 2	7-12, 46-51, 85-90, 124-129, 163-168, 202-207, 241-246, 280-285, 319-324, 358-363, 397-402, 436-441, 475-480, 514-519, 553-558, 592-597, 631-636, 670-675, 709-714, 748-753, 787-792, 826-831, 865-870, 904-909, 943-948, 982-987, 1021-1026, 1060-1065, 1099-1104, 1138-1143, 1177-1182, 1216-1221, 1255-1260, 1294-1299, 1333-1338, 1372-1377, 1411-1416, 1450-1455, 1489-1494, 1528-1533, 1567-1572, 1606-1611, 1645-1650, 1684-1689, 1723-1728
Eckstiel 3	13-18, 52-57, 91-96, 130-135, 169-174, 208-213, 247-252, 286-291, 325-330, 364-369, 403-408, 442-447, 481-486, 520-525, 559-564, 598-603, 637-642, 678-681, 715-720, 754-759, 793-798, 832-837, 871-876, 910-915, 949-954, 988-993, 1027-1032, 1066-1071, 1105-1110, 1144-1149, 1183-1188, 1222-1227, 1261-1266, 1300-1305, 1339-1344, 1378-1383, 1417-1422, 1456-1461, 1495-1500, 1534-1539, 1573-1578, 1612-1617, 1651-1656, 1690-1695, 1729-1734
Seite F	19-25, 58-64, 97-103, 136-142, 175-181, 214-220, 253-259, 292-298, 331-337, 370-376, 409-415, 448-454, 487-493, 526-532, 565-571, 604-610, 643-649, 682-688, 721-727, 760-766, 799-805, 838-844, 877-883, 916-922, 955-961, 994-1000, 1033-1039, 1072-1078, 1111-1117, 1150-1156, 1189-1195, 1228-1234, 1267-1273, 1306-1312, 1345-1351, 1384-1390, 1423-1429, 1462-1468, 1501-1507, 1540-1546, 1579-1585, 1618-1624, 1657-1663, 1696-1702, 1735-1741
Seile L	26-32, 65-71, 104-110, 143-149, 182-188, 221-227, 260-266, 299-305, 338-344, 377-383, 416-422, 455-461, 494-500, 533-539, 572-578, 611-617, 650-656, 689-695, 728-734, 767-773, 806-812, 845-851, 884-890, 923-929, 962-968, 1001-1007, 1040-1046, 1079-1085, 1118-1124, 1157-1163, 1196-1202, 1235-1241, 1274-1280, 1313-1319, 1352-1358, 1391-1397, 1430-1436, 1469-1475, 1508-1514, 1547-1553, 1586-1592, 1625-1631, 1664-1670, 1703-1709, 1742-1748
Seite R	33-39, 72-78, 111-117, 150-156, 189-195, 228-234, 267-273, 306-312, 345-351, 384-390, 423-429, 462-468, 501-507, 540-546, 579-585, 618-624, 657-663, 696-702, 735-741, 774-780, 813-819, 852-858, 891-897, 930-936, 969-975, 1008-1014, 1047-1053, 1086-1092, 1125-1131, 1164-1170, 1203-1209, 1242-1248, 1281-1287, 1320-1326, 1359-1365, 1398-1404, 1437-1443, 1476-1482, 1515-1521, 1554-1560, 1593-1599, 1632-1638, 1671-1677, 1710-1716, 1749-1755
Horizontale Ausladung	
Innere Ausfachungen	
Aufsatzrohr	

## 1.2 EIGENGEWICHT

Objekt	Faktor [-]	Gewicht [kg]	Kommentar
Eckstiele	1.000	3550.7	
Mastseiten	1.000	2438.8	
Horizontale Ausladung	1.000	0.0	
Innere Ausfachungen	1.000	0.0	
Aufsatzrohr	1.000	0.0	
Antennen	1.000	0.0	
Kabelbahnen	1.000	0.0	
Leiter	1.000	0.0	
Antennensatzfläche	1.000	0.0	
Summe		5989.5	

## 1.3 WINDLAST - TEIL 1

Nach Norm	DIN 4131:1991-11
Windrichtungen	Manuelle Schrittweiten
	0.90;270
Staudruck	Benutzerdefiniert

### 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
0.000	0.735
0.045	0.735
0.772	0.737
1.500	0.738
2.227	0.740
2.955	0.741
3.680	0.741
3.045	0.741
3.773	0.743
4.500	0.744
5.227	0.746
5.955	0.748
6.000	0.748
6.045	0.748
6.773	0.748
7.500	0.751
8.227	0.752
8.955	0.754
9.000	0.754
9.045	0.754



Projekt: mkt-900-78.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: Wind

## 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
9.773	0.756
10.500	0.757
11.227	0.759
11.955	0.760
12.000	0.760
12.045	0.760
12.773	0.762
13.500	0.763
14.227	0.765
14.955	0.766
15.000	0.767
15.045	0.767
15.773	0.768
16.500	0.770
17.228	0.771
17.955	0.773
18.000	0.773
18.045	0.773
18.772	0.774
18.500	0.776
20.228	0.777
20.955	0.778
21.000	0.778
21.045	0.778
21.772	0.781
22.500	0.782
23.228	0.784
23.955	0.785
24.000	0.785
24.045	0.785
24.772	0.787
25.500	0.789
26.228	0.790
26.955	0.792
27.000	0.792
27.045	0.792
27.772	0.793
28.500	0.795
29.228	0.796
29.955	0.798
30.000	0.798
30.045	0.798
30.772	0.800
31.500	0.801
32.228	0.803
32.955	0.804
33.000	0.804
33.045	0.804
33.772	0.806
34.500	0.807
35.228	0.809
35.955	0.811
36.000	0.811
36.045	0.811
36.772	0.812
37.500	0.814
38.228	0.815
38.955	0.817
39.000	0.817
39.045	0.817
39.772	0.819
40.500	0.820
41.228	0.822
41.955	0.823
42.000	0.823
42.045	0.823
42.772	0.825
43.500	0.826
44.228	0.828
44.955	0.829
45.000	0.830
45.045	0.830
45.772	0.831
46.500	0.833
47.228	0.834
47.955	0.836
48.000	0.836
48.045	0.836
48.772	0.837
49.500	0.839
50.228	0.840
50.955	0.842
51.000	0.842
51.045	0.842
51.772	0.844
52.500	0.845
53.228	0.847
53.955	0.848
54.000	0.848
54.045	0.848
54.772	0.850
55.500	0.852
56.228	0.853
56.955	0.855

Projekt: wind-900-76,1-5,0\_137m\_wind-energy\_kirch-mulsow Modell: wind

## 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
57.000	0.855
57.045	0.855
57.772	0.856
58.500	0.858
59.228	0.859
59.955	0.861
60.000	0.861
60.045	0.861
60.772	0.863
61.500	0.864
62.228	0.866
62.955	0.867
63.000	0.867
63.045	0.867
63.772	0.869
64.500	0.870
65.228	0.872
65.955	0.874
66.000	0.874
66.045	0.874
66.772	0.875
67.500	0.877
68.228	0.878
68.955	0.880
69.000	0.880
69.045	0.880
69.772	0.882
70.500	0.883
71.228	0.885
71.955	0.888
72.000	0.886
72.045	0.886
72.772	0.888
73.500	0.889
74.228	0.891
74.955	0.892
75.000	0.893
75.045	0.893
76.772	0.894
76.500	0.896
77.228	0.897
77.955	0.899
78.000	0.899
78.045	0.899
78.772	0.900
79.500	0.902
80.228	0.903
80.955	0.905
81.000	0.905
81.045	0.906
81.772	0.907
82.500	0.908
83.228	0.910
83.955	0.911
84.000	0.911
84.045	0.911
84.772	0.913
85.500	0.915
86.228	0.916
86.955	0.918
87.000	0.918
87.045	0.918
87.772	0.919
88.500	0.921
89.228	0.922
89.955	0.924
90.000	0.924
90.045	0.924
90.772	0.926
91.500	0.927
92.228	0.929
92.955	0.930
93.000	0.930
93.045	0.930
93.772	0.932
94.500	0.933
95.228	0.935
95.955	0.937
96.000	0.937
96.045	0.937
96.772	0.938
97.500	0.940
98.228	0.941
98.955	0.943
99.000	0.943
99.045	0.943
99.772	0.945
100.500	0.946
101.228	0.948
101.955	0.949
102.000	0.949
102.045	0.949
102.772	0.951
103.500	0.952

Projekt: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsov Modell: wind

## 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
104.228	0.954
104.855	0.955
105.000	0.958
105.045	0.956
105.772	0.957
106.500	0.959
107.228	0.960
107.855	0.962
108.000	0.962
108.045	0.962
108.772	0.963
109.500	0.965
110.228	0.966
110.955	0.968
111.000	0.968
111.045	0.968
111.772	0.970
112.500	0.971
113.228	0.973
113.855	0.974
114.000	0.974
114.045	0.974
114.772	0.976
115.500	0.978
116.228	0.979
116.855	0.981
117.000	0.981
117.045	0.981
117.772	0.982
118.500	0.984
119.228	0.985
119.855	0.987
120.000	0.987
120.045	0.987
120.772	0.989
121.500	0.990
122.228	0.992
122.855	0.993
123.000	0.993
123.045	0.993
123.772	0.995
124.500	0.996
125.228	0.998
125.955	1.000
126.000	1.000
126.045	1.000
126.772	1.001
127.500	1.003
128.227	1.004
128.855	1.006
129.000	1.006
129.045	1.006
129.773	1.008
130.500	1.009
131.227	1.011
131.855	1.012
132.000	1.012
132.045	1.012
132.773	1.014
133.500	1.016
134.227	1.017
134.855	1.018
135.000	1.019

## 1.4 WINDLAST - TEIL 2

Effektive Schrägheit - Mast	Nach DIN 4131, Abs. A.1.3.1
Strukturhöhe H	135.000 m
Strukturbreite in Halbstrukturhöhe	
Seiten F, B und R, L b	0.900 m
Grundkraftbeiwert - Mast	Windlastverteilung an Mastseiten
Windlastverteilung an Mastseiten	Seiten F, B und R, L
Definitionstyp	Nach DIN 4131, Anhang A, Tabelle A1

## 2.4 WINDLASTEN - MAST

φ : 270 ° - Seite F Abschnitt 1			
Abschnitt	Nr.	1	
Abschnitt			
Kote oben	z <sub>0</sub>	0.045	m
Höhe	h	0.728	m
Höhe oben	z	134.955	m
Staudruck			
Bezugshöhe	z <sub>0</sub>	134.664	m
Staudruck	q	1.018	kN/m <sup>2</sup>
Völligkeitsgrad			
Umrifffläche	A <sub>0</sub>	0.710	m <sup>2</sup>
Bezugsfläche	A <sub>bezug</sub>	0.141	m <sup>2</sup>
Völligkeitsgrad	φ	19.8	%
Reynoldszahl			



Projekt: mki-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: wind

## 2.4 WINDLASTEN - MAST

Stabbreite	b	0.076	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	40.35	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	2.05E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	C <sub>0,1</sub>	1.290		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.7
Wind über Eck	C <sub>0,2</sub>	1.428		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.7
Abminderungsfaktor				
Effektive Schlankheit	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\psi_m$	20.3		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Abminderungsfaktor	$\psi$	0.992		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	C <sub>d,1</sub>	1.280		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	C <sub>d,2</sub>	1.414		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	C <sub>d,0</sub>	1.414		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\sigma_B$	1.294		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.141	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil beschattete Seite		57.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		100.0	%	
Gesamte Windlast	W <sub>0</sub>	0.150	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast				
Reduzierungsfaktor	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	W	0.150	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	W <sub>q</sub>	0.150	kN	
Windlast parallel	W <sub>p</sub>	0.000	kN	
$\varphi : 270^\circ$ - Seite L Abschnitt 1				
Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	z <sub>0</sub>	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck				
Bezugshöhe	z <sub>0</sub>	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Staudruck	q	1.018	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Völligkeitsgrad				
Umrißfläche	A <sub>0</sub>	0.710	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	A <sub>bezug</sub>	0.140	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Völligkeitsgrad	$\sigma$	19.7	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Reynoldszahl				
Stabbreite	b	0.076	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	40.35	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	2.05E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	C <sub>0,1</sub>	1.291		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.7
Wind über Eck	C <sub>0,2</sub>	1.426		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.7
Abminderungsfaktor				
Effektive Schlankheit	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\psi_m$	20.1		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Abminderungsfaktor	$\psi$	0.992		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	C <sub>d,1</sub>	1.280		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	C <sub>d,2</sub>	1.415		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	C <sub>d,0</sub>	1.415		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\sigma_B$	1.294		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.140	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil beschattete Seite		43.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		50.0	%	
Gesamte Windlast	W <sub>0</sub>	0.056	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast				
Reduzierungsfaktor	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	W	0.056	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	W <sub>q</sub>	0.028	kN	
Windlast parallel	W <sub>p</sub>	0.048	kN	
$\varphi : 270^\circ$ - Seite R Abschnitt 1				
Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	z <sub>0</sub>	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck				
Bezugshöhe	z <sub>0</sub>	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Staudruck	q	1.018	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Völligkeitsgrad				
Umrißfläche	A <sub>0</sub>	0.710	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	A <sub>bezug</sub>	0.140	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Völligkeitsgrad	$\sigma$	19.7	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Reynoldszahl				
Stabbreite	b	0.076	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	40.35	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	2.05E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	C <sub>0,1</sub>	1.291		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.7
Wind über Eck	C <sub>0,2</sub>	1.426		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.7
Abminderungsfaktor				
Effektive Schlankheit	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\psi_m$	20.1		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1

Projekt: mid-900-76.1-5.0\_137m\_ene-energy\_kirch-mulsow Modell: wind

## 2.4 WINDLASTEN - MAST

Abminderungsfaktor	$\psi$	0.992		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	$c_{s1}$	1.280		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	$c_{s2}$	1.415		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	$c_{se}$	1.415		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\eta_0$	1.294		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.140	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil/beschattete Seite		43.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		50.0	%	
Gesamte Windlast	$W_0$	0.056	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast				
Reduzierungsfaktor	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	W	0.056	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	$W_q$	0.028	kN	
Windlast parallel	$W_p$	0.048	kN	

- Beanspruchung der Abspannungen durch Wind

$$W_i = c_{fi} \cdot q_i \cdot d$$

- Die Beanspruchungen der Abspannungen durch Wind wurden im Koordinatensystem angenommen (z, y)

$$W_y = W \cdot \sin(\omega - \varphi)$$

$$W_z = W \cdot \cos(\omega - \varphi) \cdot \sin \alpha$$

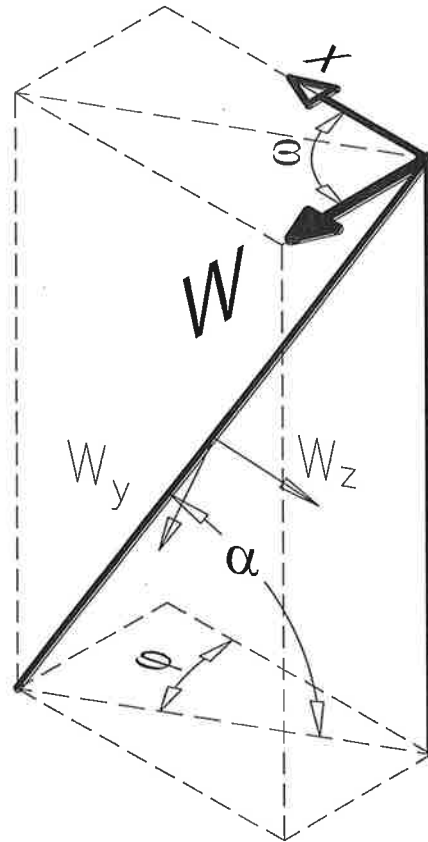


Abb. 4.2.1 Windrichtungen

- Die Beanspruchung der Abspannungen durch Wind wird für die Windgeschwindigkeit in der halben Höhe der Befestigung der entsprechenden Abspannung am Mast angenommen
- Widerstandsfaktor für Abspannungen  $c_f = 1,2$



Wind 0																					
z	0,5z	[m]	q <sub>0</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,7·q	c <sub>r</sub>	d	[m]	W	φ			Seil 1			Seil 2			Seil 3		
										Seil 1	Seil 2	Seil 3	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]	[°]	[°]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
24	12	1,05	0,760	1,2	0,014	0,013	150	30	270	0	28	0,006	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,013	0,000		
45	22,5	1,05	0,782	1,2	0,014	0,013	150	30	270	0	45	0,007	0,008	0,007	0,007	0,008	0,013	0,000			
66	33	1,05	0,804	1,2	0,014	0,014	150	30	270	0	56	0,007	0,010	0,007	0,007	0,010	0,014	0,000			
87	43,5	1,05	0,826	1,2	0,014	0,014	150	30	270	0	51	0,007	0,009	0,007	0,007	0,009	0,014	0,000			
108	54	1,05	0,848	1,2	0,014	0,014	150	30	270	0	57	0,007	0,010	0,007	0,007	0,010	0,014	0,000			
132	66	1,05	0,874	1,2	0,014	0,015	150	30	270	0	54	0,007	0,010	0,007	0,007	0,010	0,015	0,000			

Wind 90																					
z	0,5z	[m]	q <sub>0</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,7·q	c <sub>r</sub>	d	[m]	W	φ			Seil 1			Seil 2			Seil 3		
										Seil 1	Seil 2	Seil 3	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]	[°]	[°]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
24	12	1,05	0,760	1,2	0,014	0,013	150	30	270	90	28	0,011	0,003	0,011	0,003	0,011	0,003	0,000	0,006		
45	22,5	1,05	0,782	1,2	0,014	0,013	150	30	270	90	45	0,011	0,005	0,011	0,005	0,011	0,005	0,000	0,009		
66	33	1,05	0,804	1,2	0,014	0,014	150	30	270	90	56	0,012	0,006	0,012	0,006	0,012	0,006	0,000	0,011		
87	43,5	1,05	0,826	1,2	0,014	0,014	150	30	270	90	51	0,012	0,005	0,012	0,005	0,012	0,005	0,000	0,011		
108	54	1,05	0,848	1,2	0,014	0,014	150	30	270	90	57	0,012	0,006	0,012	0,006	0,012	0,006	0,000	0,012		
132	66	1,05	0,874	1,2	0,014	0,015	150	30	270	90	54	0,013	0,006	0,013	0,006	0,013	0,006	0,000	0,012		

Wind 270																					
z	0,5z	[m]	q <sub>0</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,7·q	c <sub>r</sub>	d	[m]	W	φ			Seil 1			Seil 2			Seil 3		
										Seil 1	Seil 2	Seil 3	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]	[°]	[°]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
24	12	1,05	0,760	1,2	0,014	0,013	150	30	270	270	28	0,011	0,003	0,011	0,003	0,011	0,003	0,000	0,006		
45	22,5	1,05	0,782	1,2	0,014	0,013	150	30	270	270	45	0,011	0,005	0,011	0,005	0,011	0,005	0,000	0,009		
66	33	1,05	0,804	1,2	0,014	0,014	150	30	270	270	56	0,012	0,006	0,012	0,006	0,012	0,006	0,000	0,011		
87	43,5	1,05	0,826	1,2	0,014	0,014	150	30	270	270	51	0,012	0,005	0,012	0,005	0,012	0,005	0,000	0,011		
108	54	1,05	0,848	1,2	0,014	0,014	150	30	270	270	57	0,012	0,006	0,012	0,006	0,012	0,006	0,000	0,012		
132	66	1,05	0,874	1,2	0,014	0,015	150	30	270	270	54	0,013	0,006	0,013	0,006	0,013	0,006	0,000	0,012		

## 4.1. Eislast

Gemäß DIN 1055 Teil 5 wurde die 2. Eislastzone angenommen:

- Vereisungsklasse R1 ( $m = 0,005 \text{ kN/m}$ ) und Vereisungsklasse G2 ( $t = 2 \text{ cm}$ )
- Gewicht von Raueis  $\gamma = 5 \text{ kN/m}^3$  und Gewicht von Glatteis  $\gamma = 9 \text{ kN/m}^3$
- Für Rohrquerschnitte und Abspannungen wurde das Gewicht der Vereisung gemäß der Tabelle A.1 DIN 1055-5 mit Berücksichtigung des Höhenfaktors  $k_z$  für Vereisungsklasse R angenommen  $k_z = 1 + \frac{h-10}{100}$
- Belastung der Abspannungen durch Raueis (angenommen für die halbe Höhe der Befestigung der Abspannung am Mast)

h	0,5*h	g	kz	g*kz
m	m	kN/m		
24	12	0,005	1,02	0,005
45	22,5	0,005	1,13	0,006
66	33	0,005	1,23	0,006
87	43,5	0,005	1,34	0,007
108	54	0,005	1,44	0,007
132	66	0,005	1,56	0,008

- Belastung der Abspannungen durch Glatteis

d	t	d+2t	G	m
mm	mm	mm	kN/m <sup>3</sup>	kN/m
14	20	54	9	0,019

- Teilbeiwert von Eislast  $\gamma_{Eis} = 1,5$

## 4.2. Beanspruchung durch Wind mit Berücksichtigung der Vereisung

- Gemäß DIN 4131 Punkt A.1.5 wurde ein Abminderungsfaktor von 0,75 für Windlast mit Berücksichtigung der Vereisung angenommen, daher beträgt der Windgeschwindigkeitsdruck:

$$q(z) = 0,75 \cdot 0,7 \cdot (q_0 + 0,003 \cdot z)$$

- Windlast auf Mastschaft

$$W_i = \varphi_B \cdot c_{fi} \cdot q_i \cdot A_i$$

## ➤ Größenfaktor und Böenreaktionsfaktor für Vereisungsklasse G

Höhe des Mastes	h	135,000	m	
Größenfaktor	$\eta$	0,915		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.13)
Erste Eigenfrequenz der Bauwerksschwingungen	$n_1$	0,289	Hz	
Schwingungsdauer der Bauwerksschwingungen	T	3,5	s	DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, Abschnitt A.2.1.1
Logarithmischer Dämpfungsdekrement	$\delta_B$	0,100		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, Abschnitt A.2.1.1
Gundwert des Böenreaktionsfaktor	$\varphi_{B0}$	1,522		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.14)
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1,393		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.14)

## ➤ Größenfaktor und Böenreaktionsfaktor für Vereisungsklasse R

Höhe des Mastes	h	135,000	m	
Größenfaktor	$\eta$	0,915		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.13)
Erste Eigenfrequenz der Bauwerksschwingungen	$n_1$	0,343	Hz	
Schwingungsdauer der Bauwerksschwingungen	T	2,9	s	DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, Abschnitt A.2.1.1
Logarithmischer Dämpfungsdekrement	$\delta_B$	0,100		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, Abschnitt A.2.1.1
Gundwert des Böenreaktionsfaktor	$\varphi_{B0}$	1,454		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.14)
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1,330		DIN 4131:1991-11, Anhang A.2, (A.14)

- Beiwert von Windlast  $\gamma_W = 1,5$
- Die Frequenz der Eigenschwingungen und die Beanspruchung des Mastes wurden mithilfe des Moduls RF-Mastbelastung generiert. Unten befinden sich eine Aufstellung mit den angenommenen Belastungen, sowie die genaue Berechnung der Beanspruchung für den ersten Querschnitt für Windrichtung 270°.

## 1.1 BASISANGABEN

<b>Masttyp</b>	Dreieckig
Anzahl Bühne	0
Anzahl Antennenträger	0
Anzahl Innenschächle	0
Gesamthöhe des Mastes	135.000 m
Obere Seitenbreite des Mastes	b <sub>u</sub> = 0.900 m
	b <sub>v</sub> = 0.779 m
Untere Seitenbreite des Mastes	b <sub>u</sub> = 0.900 m
	b <sub>v</sub> = 0.779 m
<b>Stabzuordnung</b>	
Eckstiel 1	1-640-45,79-84,118-123,157-162,196-201,235-240,274-279,313-318,352-357,391-396,430-435,469-474,508-513,547-552,589-591,625-630,664-669,703-708,742-747,781-785,820-825,859-864,898-903,937-942,976-981,1015-1020,1054-1059,1093-1098,1132-1137,1171-1176,1210-1215,1249-1254,1288-1293,1327-1332,1366-1371,1405-1410,1444-1449,1483-1488,1522-1527,1561-1566,1600-1605,1639-1644,1678-1683,1717-1722
Eckstiel 2	7-12,46-51,85-90,124-129,163-168,202-207,241-246,280-285,319-324,358-363,397-402,436-441,475-480,514-519,553-558,592-597,631-636,670-675,709-714,748-753,787-792,826-831,865-870,904-909,943-948,982-987,1021-1026,1060-1065,1099-1104,1138-1143,1177-1182,1216-1221,1255-1260,1294-1299,1333-1338,1372-1377,1411-1416,1450-1455,1489-1494,1528-1533,1567-1572,1606-1611,1645-1650,1684-1689,1723-1728
Eckstiel 3	13-18,52-57,91-96,130-135,169-174,208-213,247-252,285-291,325-330,364-369,403-408,442-447,481-486,520-525,559-564,598-603,637-642,676-681,715-720,754-759,793-798,832-837,871-876,910-915,949-954,988-993,1027-1032,1066-1071,1105-1110,1144-1149,1183-1188,1222-1227,1261-1266,1300-1305,1339-1344,1378-1383,1417-1422,1456-1461,1495-1500,1534-1539,1573-1578,1612-1617,1651-1656,1690-1695,1729-1734
Seile F	19-25,59-64,97-103,136-142,175-181,214-220,253-259,292-298,331-337,370-376,409-415,448-454,487-493,526-532,565-571,604-610,643-649,682-688,721-727,760-766,799-805,838-844,877-883,916-922,955-961,994-1000,1033-1039,1072-1078,1111-1117,1150-1156,1189-1195,1228-1234,1267-1273,1306-1312,1345-1351,1384-1390,1423-1429,1462-1468,1501-1507,1540-1546,1579-1585,1618-1624,1657-1663,1696-1702,1735-1741
Seile L	26-32,65-71,104-110,143-149,182-188,221-227,260-266,299-305,339-344,377-383,416-422,455-461,494-500,533-539,572-578,611-617,650-656,689-695,728-734,767-773,806-812,845-851,884-890,923-929,962-968,1001-1007,1040-1046,1079-1085,1118-1124,1157-1163,1196-1202,1235-1241,1274-1280,1313-1319,1352-1358,1391-1397,1430-1436,1469-1475,1508-1514,1547-1553,1586-1592,1625-1631,1664-1670,1703-1709,1742-1748
Seile R	33-39,72-78,111-117,150-156,189-195,228-234,267-273,306-312,345-351,384-390,423-429,462-468,501-507,540-546,579-585,618-624,657-663,696-702,735-741,774-780,813-819,852-858,891-897,930-936,969-975,1008-1014,1047-1053,1086-1092,1125-1131,1164-1170,1203-1209,1242-1248,1281-1287,1320-1326,1359-1365,1398-1404,1437-1443,1476-1482,1515-1521,1554-1560,1593-1599,1632-1638,1671-1677,1710-1716,1749-1755
Horizontale Ausfachung	
Innere Ausfachungen	
Aufsatzrohr	

## 1.2 EIGENGEWICHT

Objekt	Faktor [-]	Gewicht [kg]	Kommentar
Eckstiele	1.000	3550.7	
Mastseiten	1.000	2438.8	
Horizontale Ausfachung	1.000	0.0	
Innere Ausfachungen	1.000	0.0	
Aufsatzrohr	1.000	0.0	
Antennen	1.000	0.0	
Kabelbahnen	1.000	0.0	
Leitler	1.000	0.0	
Antennensatzfläche	1.000	0.0	
Summe		5989.5	

## 1.3 WINDLAST - TEIL 1

Nach Norm	DIN 4131:1991-11
Windrichtungen	Manuelle Schrittweiten
Staudruck	0,90,270 Benutzerdefiniert

### 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m²]
0.000	0.551
0.045	0.551
0.772	0.552
1.500	0.554
2.227	0.555
2.955	0.556
3.000	0.556
3.045	0.556
3.773	0.557
4.500	0.558
5.227	0.559
5.955	0.561
6.000	0.561
6.045	0.561
6.773	0.562
7.500	0.563
8.227	0.564
8.955	0.565
9.000	0.565
9.045	0.565



Projekt: nkt-900-78.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: Wind+als

## 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
9.773	0.567
10.500	0.568
11.227	0.569
11.955	0.570
12.000	0.570
12.045	0.570
12.773	0.571
13.500	0.573
14.227	0.574
14.955	0.575
15.000	0.575
15.045	0.575
15.773	0.576
16.500	0.577
17.228	0.578
17.955	0.580
18.000	0.580
18.045	0.580
18.772	0.581
19.500	0.582
20.228	0.583
20.955	0.584
21.000	0.584
21.045	0.584
21.772	0.586
22.500	0.587
23.228	0.588
23.955	0.589
24.000	0.589
24.045	0.589
24.772	0.590
25.500	0.591
26.228	0.593
26.955	0.594
27.000	0.594
27.045	0.594
27.772	0.595
28.500	0.596
29.228	0.597
29.955	0.598
30.000	0.598
30.045	0.599
30.772	0.600
31.500	0.601
32.228	0.602
32.955	0.603
33.000	0.603
33.045	0.603
33.772	0.604
34.500	0.606
35.228	0.607
35.955	0.608
36.000	0.608
36.045	0.608
36.772	0.609
37.500	0.610
38.228	0.611
38.955	0.613
39.000	0.613
39.045	0.613
39.772	0.614
40.500	0.616
41.228	0.616
41.955	0.617
42.000	0.617
42.045	0.617
42.772	0.618
43.500	0.620
44.228	0.621
44.955	0.622
45.000	0.622
45.045	0.622
45.772	0.623
46.500	0.624
47.228	0.626
47.955	0.627
48.000	0.627
48.045	0.627
48.772	0.628
49.500	0.629
50.228	0.630
50.955	0.632
51.000	0.632
51.045	0.632
51.772	0.633
52.500	0.634
53.228	0.635
53.955	0.636
54.000	0.636
54.045	0.636
54.772	0.638
55.500	0.639
56.228	0.640
56.955	0.641

Projekt: mkt-900-78.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: windfels

## 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
57.000	0.641
57.045	0.641
57.772	0.642
58.500	0.643
59.228	0.645
59.955	0.648
60.000	0.648
60.045	0.648
60.772	0.647
61.500	0.648
62.228	0.649
62.955	0.650
63.000	0.650
63.045	0.651
63.772	0.652
64.500	0.653
65.228	0.654
65.955	0.655
66.000	0.655
66.045	0.655
66.772	0.656
67.500	0.656
68.228	0.659
68.955	0.660
69.000	0.660
69.045	0.660
69.772	0.661
70.500	0.662
71.228	0.663
71.955	0.665
72.000	0.665
72.045	0.665
72.772	0.666
73.500	0.667
74.228	0.668
74.955	0.669
75.000	0.669
75.045	0.669
75.772	0.671
76.500	0.672
77.228	0.673
77.955	0.674
78.000	0.674
78.045	0.674
78.772	0.675
79.500	0.676
80.228	0.678
80.955	0.679
81.000	0.679
81.045	0.679
81.772	0.680
82.500	0.681
83.228	0.682
83.955	0.683
84.000	0.684
84.045	0.684
84.772	0.685
85.500	0.686
86.228	0.687
86.955	0.688
87.000	0.688
87.045	0.688
87.772	0.689
88.500	0.691
89.228	0.692
89.955	0.693
90.000	0.693
90.045	0.693
90.772	0.694
91.500	0.695
92.228	0.697
92.955	0.699
93.000	0.699
93.045	0.699
93.772	0.699
94.500	0.700
95.228	0.701
95.955	0.702
96.000	0.702
96.045	0.703
96.772	0.704
97.500	0.705
98.228	0.706
98.955	0.707
99.000	0.707
99.045	0.707
99.772	0.708
100.500	0.710
101.228	0.711
101.955	0.712
102.000	0.712
102.045	0.712
102.772	0.713
103.500	0.714

Projekt: mid-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: wind+eis

## 1.3.1 STAUDRUCK

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m <sup>2</sup> ]
104.228	0.715
104.855	0.717
105.000	0.717
105.045	0.717
105.772	0.718
106.500	0.719
107.228	0.720
107.855	0.721
108.000	0.721
108.045	0.721
108.772	0.723
108.500	0.724
110.228	0.725
110.855	0.726
111.000	0.726
111.045	0.726
111.772	0.727
112.500	0.728
113.228	0.730
113.855	0.731
114.000	0.731
114.045	0.731
114.772	0.732
115.500	0.733
116.228	0.734
116.855	0.735
117.000	0.736
117.045	0.736
117.772	0.737
118.500	0.738
119.228	0.739
119.855	0.740
120.000	0.740
120.045	0.740
120.772	0.741
121.500	0.743
122.228	0.744
122.855	0.745
123.000	0.745
123.045	0.745
123.772	0.746
124.500	0.747
125.228	0.748
125.855	0.750
126.000	0.750
126.045	0.750
126.772	0.751
127.500	0.752
128.227	0.753
128.855	0.754
129.000	0.754
129.045	0.754
129.773	0.756
130.500	0.757
131.227	0.758
131.855	0.759
132.000	0.759
132.045	0.759
132.773	0.760
133.500	0.762
134.227	0.763
134.855	0.764
135.000	0.764

## 1.4 WINDLAST - TEIL 2

Effektive Schlankheit - Mast	Nach DIN 4131, Abs. A.1.3.1
Strukturhöhe H	135.000 m
Strukturbreite in Halbstrukturhöhe	
Seiten F, B und R, L b	0.900 m
Grundkraftbeiwert - Mast	Windlastverteilung an Mastseiten
Windlastverteilung an Mastseiten	Seiten F, B und R, L
Definitionsart	Nach DIN 4131, Anhang A, Tabelle A1

## 1.5 WINDLAST

Ermittlungsart	Manuell
Erste Eigenfrequenz manuell	
Ohne Eis	1.294
Eis G	1.393
Eis R	1.330

## 1.7 EISLASTEN - VEREISUNGSKLASSE G

DIN 1055-5:2005-07 - Anhang A	
Eisklasse	G2
Spezifisches Gewicht für Klar- und Glattfels	9.000 [kN/m <sup>3</sup> ]

Projekt: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_ano-energy\_kirch-mulsow Modell: wnd+els

## 1.8 EISLASTEN - VEREISUNGSKLASSE R

EisMasse R1

## 2.1 LASTFÄLLE

LF Nr.	Lastfall - Bezeichnung	Kommentar
<b>Eigengewicht</b>		
LF1	Eigengewicht	
<b>Eis</b>		
LF2	Eisgewicht - Klasse G	
LF3	Eisgewicht - Klasse R	
<b>Wind</b>		
LF4	Wind 0 °	
LF5	Wind 0 °, Eis G	
LF6	Wind 0 °, Eis R	
LF7	Wind 90 °	
LF8	Wind 90 °, Eis G	
LF9	Wind 90 °, Eis R	
LF10	Wind 270 °	
LF11	Wind 270 °, Eis G	
LF12	Wind 270 °, Eis R	

## 2.4 WINDLASTEN - MAST

Eis G - φ : 270 ° - Seite F Abschnitt 1

Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	z <sub>0</sub>	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck	z <sub>e</sub>	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Bezugshöhe	q	0.764	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Völligkeitsgrad	A <sub>0</sub>	0.739	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Umrissfläche	A <sub>zstrom</sub>	0.253	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	φ	34.2	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeitsgrad	b	0.116	m	
Reynoldszahl	ρ	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Stabbreite	v	34.95	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Luftdichte	Re	2.71E+05	m <sup>2</sup> /s	
Kinematische Zähigkeit				DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Reynoldszahl	C <sub>0,1</sub>	0.953		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.5
Grundkraftbeiwert	C <sub>0,2</sub>	1.044		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Wind über Eck	λ	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Abminderungsfaktor	φ <sub>m</sub>	0.985		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Effektive Scharfkantigkeit	ψ			DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Völligkeitsgrad	C <sub>1,1</sub>	0.939		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Abminderungsfaktor	C <sub>1,2</sub>	1.028		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Aerodynamischer Kraftbeiwert	C <sub>1,e</sub>	1.028		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind frontal	φ <sub>0</sub>	1.393		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Wind über Eck	A	0.253	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Wind unter φ		57.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Gesamte Windlast		100.0	%	
Öberreaktionsfaktor	W <sub>0</sub>	0.158	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Bezugsfläche	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Anteil/beschattete Seite	W	0.158	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Anteil - projizierte Flächen	W <sub>q</sub>	0.158	kN	
Gesamte Windlast	W <sub>p</sub>	0.000	kN	

Eis G - φ : 270 ° - Seite L Abschnitt 1

Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	z <sub>0</sub>	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck	z <sub>e</sub>	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Bezugshöhe	q	0.764	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Völligkeitsgrad	A <sub>0</sub>	0.739	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Umrissfläche	A <sub>zstrom</sub>	0.248	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	φ	33.7	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeitsgrad	b	0.116	m	
Reynoldszahl	ρ	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Stabbreite	v	34.95	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Luftdichte	Re	2.71E+05	m <sup>2</sup> /s	
Kinematische Zähigkeit				DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Reynoldszahl	C <sub>0,1</sub>	0.952		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.5
Grundkraftbeiwert	C <sub>0,2</sub>	1.043		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Wind frontal				
Wind über Eck				
Abminderungsfaktor				



Projekt: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: wind+els

## 2.4 WINDLASTEN - MAST

Effektive Schlankheit	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\varphi_{\text{m}}$	34.8		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Abminderungsfaktor	$\psi$	0.986		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{f,1}$	0.938		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	$C_{f,2}$	1.028		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	$C_{f,\varphi}$	1.028		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1.393		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.249	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil-beschattete Seite		43.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		50.0	%	
Gesamte Windlast	$W_0$	0.059	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast	R	1.00		
Reduzierungsfaktor	W	0.059	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	$W_d$	0.029	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	$W_q$	0.051	kN	
Windlast parallel	$W_p$	0.051	kN	
Elz G - $\varphi$ : 270° - Seite R Abschnitt 1				
Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	$z_a$	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck	$z_q$	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Bezugshöhe	q	0.764	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Staudruck				
Völligkeitsgrad				
Umrissfläche	$A_u$	0.739	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	$A_{\text{bezug}}$	0.249	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Völligkeitsgrad	$\varphi$	33.7	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Reynoldszahl				
Stabbreite	b	0.116	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	34.95	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	2.71E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{0,1}$	0.952		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.5
Wind über Eck	$C_{0,2}$	1.043		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.5
Abminderungsfaktor				
Effektive Schlankheit	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\varphi_{\text{m}}$	34.8		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Abminderungsfaktor	$\psi$	0.986		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{f,1}$	0.938		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	$C_{f,2}$	1.028		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	$C_{f,\varphi}$	1.028		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1.393		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.249	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil-beschattete Seite		43.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		50.0	%	
Gesamte Windlast	$W_0$	0.059	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast	R	1.00		
Reduzierungsfaktor	W	0.059	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	$W_d$	0.029	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	$W_q$	0.051	kN	
Windlast parallel	$W_p$	0.051	kN	
Elz R - $\varphi$ : 270° - Seite F Abschnitt 1				
Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	$z_a$	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck	$z_q$	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Bezugshöhe	q	0.764	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Staudruck				
Völligkeitsgrad				
Umrissfläche	$A_u$	0.813	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	$A_{\text{bezug}}$	0.421	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Völligkeitsgrad	$\varphi$	51.8	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Reynoldszahl				
Stabbreite	b	0.218	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	34.95	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	5.07E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{0,1}$	0.940		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Wind über Eck	$C_{0,2}$	1.006		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Abminderungsfaktor				
Effektive Schlankheit	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\varphi_{\text{m}}$	39.7		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Abminderungsfaktor	$\psi$	0.984		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{f,1}$	0.925		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	$C_{f,2}$	0.990		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	$C_{f,\varphi}$	0.990		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1.330		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.421	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil-beschattete Seite		57.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1

Projekt: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: wind-weis

## 2.4 WINDLASTEN - MAST

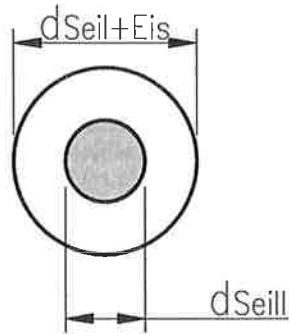
Anteil - projizierte Flächen		100.0	%	
Gesamte Windlast	$W_0$	0.241	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	W	0.241	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	$W_q$	0.241	kN	
Windlast parallel	$W_p$	0.000	kN	
<b>Els R - <math>\varphi</math> : 270 ° - Seite L Abschnitt 1</b>				
Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	$z_0$	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck				
Bezugshöhe	$z_e$	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Staudruck	q	0.764	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Völligkeitsgrad				
Umrifffläche	$A_{um}$	0.613	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	$A_{bezug}$	0.416	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Völligkeitsgrad	$\varphi$	51.2	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Reynoldszahl	Re	5.07E+05		
Stabbreite	b	0.218	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	34.95	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	5.07E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{e,1}$	0.939		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Wind über Eck	$C_{e,2}$	1.005		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Abminderungsfaktor	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Effektive Schlankheit	$\varphi_{eff}$	39.3		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\psi$	0.984		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Abminderungsfaktor				
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{d,1}$	0.924		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	$C_{d,2}$	0.989		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	$C_{d,\varphi}$	0.989		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1.330		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.416	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil/beschaltete Seite		43.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		50.0	%	
Gesamte Windlast	$W_0$	0.090	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	W	0.090	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	$W_q$	0.045	kN	
Windlast parallel	$W_p$	0.078	kN	
<b>Els R - <math>\varphi</math> : 270 ° - Seite R Abschnitt 1</b>				
Abschnitt	Nr.	1		
Kote oben	$z_0$	0.045	m	
Höhe	h	0.728	m	
Höhe oben	z	134.955	m	
Staudruck				
Bezugshöhe	$z_e$	134.664	m	DIN 1055-4:2005-03, Abschnitt 12.9, Punkt (4)
Staudruck	q	0.764	kN/m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.2
Völligkeitsgrad				
Umrifffläche	$A_{um}$	0.613	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Bezugsfläche	$A_{bezug}$	0.416	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.3
Völligkeitsgrad	$\varphi$	51.2	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Reynoldszahl	Re	5.07E+05		
Stabbreite	b	0.218	m	
Luftdichte	$\rho$	1.250	kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit	v	34.95	m/s	DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Kinematische Zähigkeit	$\nu$	15e-6	m <sup>2</sup> /s	
Reynoldszahl	Re	5.07E+05		DIN 4131:1991-11, Anhang A, S.18, Anmerkung 2
Grundkraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{e,1}$	0.939		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Wind über Eck	$C_{e,2}$	1.005		DIN 1055-5:2005-07, Anhang A, Bild A.6
Abminderungsfaktor	$\lambda$	105.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Effektive Schlankheit	$\varphi_{eff}$	39.3		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.1
Völligkeit (Mittelwert)	$\psi$	0.984		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Bild A.2
Abminderungsfaktor				
Aerodynamischer Kraftbeiwert				
Wind frontal	$C_{d,1}$	0.924		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind über Eck	$C_{d,2}$	0.989		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Wind unter $\varphi$	$C_{d,\varphi}$	0.989		DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.4)
Gesamte Windlast				
Böenreaktionsfaktor	$\varphi_B$	1.330		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.2.1.1
Bezugsfläche	A	0.416	m <sup>2</sup>	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.1
Anteil/beschaltete Seite		43.0	%	DIN 4131:1991-11, Anhang A, Tabelle A.1
Anteil - projizierte Flächen		50.0	%	
Gesamte Windlast	$W_0$	0.090	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Reduzierte Windlast	R	1.00		DIN 4131:1991-11, Anhang A, Abschnitt A.1.3.2.2
Reduzierte Windlast	W	0.090	kN	DIN 4131:1991-11, Anhang A, (A.11)
Windlast quer	$W_q$	0.045	kN	
Windlast parallel	$W_p$	0.078	kN	

- Windlast auf vereiste Abspannungen - Eis R

$$W_i = c_{fi} \cdot q_i \cdot d_{Seil+Eis}$$

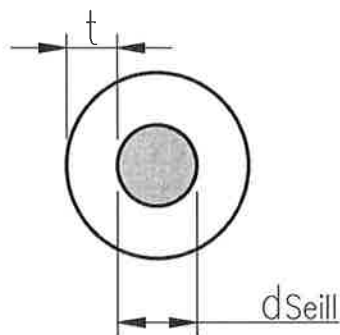
$$A_{Eis} = A_{Seil+Eis} - A_{Seil} \quad > \quad d_{Seil+Eis} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{Eis}}{\pi} + d_{Seil}^2}$$

$$A_{Eis} = \frac{g \cdot k_z}{G_{Eis}}; \quad g = 0,005 \text{ kN/m}; \quad G_{Eis} = 5 \text{ kN/m}^3$$



- Windlast auf vereiste Abspannungen - Eis G

$$t = 2 \text{ cm} \quad G_{Eis} = 9 \text{ kN/m}^3$$



Windlast auf vereiste Abspannungen - Eis R

z	0,5z	[m]	q <sub>0</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,7-0,75-q	[kN/m <sup>2</sup> ]	C <sub>r</sub>	g	[kN/m]	kz	g·kz	[kN/m]	G	[kN/m <sup>3</sup> ]	d	[m]	A <sub>Eis</sub>	[m <sup>2</sup> ]	d <sub>seile-Eis</sub>	[m]	W	[kN/m]	Wind 0 + Eis								
																							Seil 1			Seil 2			Seil 3		
																							W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α
24	12	1,05	1,05	0,570	1,2	0,005	1,02	0,005	0,014	0,0010	0,0387	0,026	5	0,014	0,0010	0,0387	0,026	150	30	270	0	28	0,013	0,011	0,013	0,011	0,013	0,011	0,026	0,000	
45	22,5	1,05	1,05	0,587	1,2	0,005	1,13	0,006	0,014	0,0011	0,0404	0,028	5	0,014	0,0011	0,0404	0,028	150	30	270	0	45	0,014	0,017	0,014	0,017	0,014	0,017	0,028	0,000	
66	33	1,05	1,05	0,603	1,2	0,005	1,23	0,006	0,014	0,0012	0,0420	0,030	5	0,014	0,0012	0,0420	0,030	150	30	270	0	56	0,015	0,022	0,015	0,022	0,015	0,022	0,030	0,000	
87	43,5	1,05	1,05	0,620	1,2	0,005	1,34	0,007	0,014	0,0013	0,0435	0,032	5	0,014	0,0013	0,0435	0,032	150	30	270	0	51	0,016	0,022	0,016	0,022	0,016	0,022	0,032	0,000	
108	54	1,05	1,05	0,636	1,2	0,005	1,44	0,007	0,014	0,0014	0,0450	0,034	5	0,014	0,0014	0,0450	0,034	150	30	270	0	57	0,017	0,025	0,017	0,025	0,017	0,025	0,034	0,000	
132	66	1,05	1,05	0,655	1,2	0,005	1,56	0,008	0,014	0,0016	0,0467	0,037	5	0,014	0,0016	0,0467	0,037	150	30	270	0	54	0,018	0,026	0,018	0,026	0,018	0,026	0,037	0,000	

z	0,5z	[m]	q <sub>0</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,7-0,75-q	[kN/m <sup>2</sup> ]	C <sub>r</sub>	g	[kN/m]	kz	g·kz	[kN/m]	G	[kN/m <sup>3</sup> ]	d	[m]	A <sub>Eis</sub>	[m <sup>2</sup> ]	d <sub>seile-Eis</sub>	[m]	W	[kN/m]	Wind 90 + Eis								
																							Seil 1			Seil 2			Seil 3		
																							W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α
24	12	1,05	1,05	0,570	1,2	0,005	1,02	0,005	0,014	0,0010	0,0387	0,026	5	0,014	0,0010	0,0387	0,026	150	30	270	90	28	0,023	0,006	0,023	0,006	0,023	0,006	0,000	0,012	
45	22,5	1,05	1,05	0,587	1,2	0,005	1,13	0,006	0,014	0,0011	0,0404	0,028	5	0,014	0,0011	0,0404	0,028	150	30	270	90	45	0,025	0,010	0,025	0,010	0,025	0,010	0,000	0,020	
66	33	1,05	1,05	0,603	1,2	0,005	1,23	0,006	0,014	0,0012	0,0420	0,030	5	0,014	0,0012	0,0420	0,030	150	30	270	90	56	0,026	0,013	0,026	0,013	0,026	0,013	0,000	0,025	
87	43,5	1,05	1,05	0,620	1,2	0,005	1,34	0,007	0,014	0,0013	0,0435	0,032	5	0,014	0,0013	0,0435	0,032	150	30	270	90	51	0,028	0,013	0,028	0,013	0,028	0,013	0,000	0,025	
108	54	1,05	1,05	0,636	1,2	0,005	1,44	0,007	0,014	0,0014	0,0450	0,034	5	0,014	0,0014	0,0450	0,034	150	30	270	90	57	0,030	0,014	0,030	0,014	0,030	0,014	0,000	0,029	
132	66	1,05	1,05	0,655	1,2	0,005	1,56	0,008	0,014	0,0016	0,0467	0,037	5	0,014	0,0016	0,0467	0,037	150	30	270	90	54	0,032	0,015	0,032	0,015	0,032	0,015	0,000	0,030	

z	0,5z	[m]	q <sub>0</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,7-0,75-q	[kN/m <sup>2</sup> ]	C <sub>r</sub>	g	[kN/m]	kz	g·kz	[kN/m]	G	[kN/m <sup>3</sup> ]	d	[m]	A <sub>Eis</sub>	[m <sup>2</sup> ]	d <sub>seile-Eis</sub>	[m]	W	[kN/m]	Wind 270 + Eis								
																							Seil 1			Seil 2			Seil 3		
																							W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	α
24	12	1,05	1,05	0,570	1,2	0,005	1,02	0,005	0,014	0,0010	0,0387	0,026	5	0,014	0,0010	0,0387	0,026	150	30	270	270	28	0,023	0,006	0,023	0,006	0,023	0,006	0,000	0,012	
45	22,5	1,05	1,05	0,587	1,2	0,005	1,13	0,006	0,014	0,0011	0,0404	0,028	5	0,014	0,0011	0,0404	0,028	150	30	270	270	45	0,025	0,010	0,025	0,010	0,025	0,010	0,000	0,020	
66	33	1,05	1,05	0,603	1,2	0,005	1,23	0,006	0,014	0,0012	0,0420	0,030	5	0,014	0,0012	0,0420	0,030	150	30	270	270	56	0,026	0,013	0,026	0,013	0,026	0,013	0,000	0,025	
87	43,5	1,05	1,05	0,620	1,2	0,005	1,34	0,007	0,014	0,0013	0,0435	0,032	5	0,014	0,0013	0,0435	0,032	150	30	270	270	51	0,028	0,013	0,028	0,013	0,028	0,013	0,000	0,025	
108	54	1,05	1,05	0,636	1,2	0,005	1,44	0,007	0,014	0,0014	0,0450	0,034	5	0,014	0,0014	0,0450	0,034	150	30	270	270	57	0,030	0,014	0,030	0,014	0,030	0,014	0,000	0,029	
132	66	1,05	1,05	0,655	1,2	0,005	1,56	0,008	0,014	0,0016	0,0467	0,037	5	0,014	0,0016	0,0467	0,037	150	30	270	270	54	0,032	0,015	0,032	0,015	0,032	0,015	0,000	0,030	



Windlast auf vereiste Abspannungen - Eis G

z	0,5z	q <sub>0</sub>	0,7-0,75-q	c <sub>r</sub>	t	d	d <sub>Seile-Eis</sub>	W	φ						Wind 0 + Eis					
									Seil 1	Seil 2	Seil 3	Seil 1	Seil 2	Seil 3	Seil 1	Seil 2	Seil 3			
									["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>			
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[m]	[m]	[m]	[kN/m]	Seil 1	Seil 2	Seil 3	α	ω	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>			
24	12	1,05	0,570	1,2	0,02	0,014	0,054	0,037	150	30	270	0	28	0	0,018	0,015	0,015	0,037	0,000	
45	22,5	1,05	0,587	1,2	0,02	0,014	0,054	0,038	150	30	270	0	45	0	0,019	0,023	0,019	0,023	0,038	0,000
66	33	1,05	0,603	1,2	0,02	0,014	0,054	0,039	150	30	270	0	56	0	0,020	0,028	0,020	0,028	0,039	0,000
87	43,5	1,05	0,620	1,2	0,02	0,014	0,054	0,040	150	30	270	0	51	0	0,020	0,027	0,020	0,027	0,040	0,000
108	54	1,05	0,636	1,2	0,02	0,014	0,054	0,041	150	30	270	0	57	0	0,021	0,030	0,021	0,030	0,041	0,000
132	66	1,05	0,655	1,2	0,02	0,014	0,054	0,042	150	30	270	0	54	0	0,021	0,030	0,021	0,030	0,042	0,000

z	0,5z	q <sub>0</sub>	0,7-0,75-q	c <sub>r</sub>	t	d	d <sub>Seile-Eis</sub>	W	φ						Wind 90 + Eis					
									Seil 1	Seil 2	Seil 3	Seil 1	Seil 2	Seil 3	Seil 1	Seil 2	Seil 3			
									["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>			
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[m]	[m]	[m]	[kN/m]	Seil 1	Seil 2	Seil 3	α	ω	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>			
24	12	1,05	0,570	1,2	0,02	0,014	0,054	0,037	150	30	270	90	28	90	0,032	0,009	0,032	0,009	0,000	0,017
45	22,5	1,05	0,587	1,2	0,02	0,014	0,054	0,038	150	30	270	90	45	90	0,033	0,013	0,033	0,013	0,000	0,027
66	33	1,05	0,603	1,2	0,02	0,014	0,054	0,039	150	30	270	90	56	90	0,034	0,016	0,034	0,016	0,000	0,032
87	43,5	1,05	0,620	1,2	0,02	0,014	0,054	0,040	150	30	270	90	51	90	0,035	0,016	0,035	0,016	0,000	0,031
108	54	1,05	0,636	1,2	0,02	0,014	0,054	0,041	150	30	270	90	57	90	0,036	0,017	0,036	0,017	0,000	0,035
132	66	1,05	0,655	1,2	0,02	0,014	0,054	0,042	150	30	270	90	54	90	0,037	0,017	0,037	0,017	0,000	0,034

z	0,5z	q <sub>0</sub>	0,7-0,75-q	c <sub>r</sub>	t	d	d <sub>Seile-Eis</sub>	W	φ						Wind 270 + Eis					
									Seil 1	Seil 2	Seil 3	Seil 1	Seil 2	Seil 3	Seil 1	Seil 2	Seil 3			
									["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	["°"]	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>			
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[m]	[m]	[m]	[kN/m]	Seil 1	Seil 2	Seil 3	α	ω	α	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>x</sub>			
24	12	1,05	0,570	1,2	0,02	0,014	0,054	0,037	150	30	270	270	28	270	0,032	0,009	0,032	0,009	0,000	0,017
45	22,5	1,05	0,587	1,2	0,02	0,014	0,054	0,038	150	30	270	270	45	270	0,033	0,013	0,033	0,013	0,000	0,027
66	33	1,05	0,603	1,2	0,02	0,014	0,054	0,039	150	30	270	270	56	270	0,034	0,016	0,034	0,016	0,000	0,032
87	43,5	1,05	0,620	1,2	0,02	0,014	0,054	0,040	150	30	270	270	51	270	0,035	0,016	0,035	0,016	0,000	0,031
108	54	1,05	0,636	1,2	0,02	0,014	0,054	0,041	150	30	270	270	57	270	0,036	0,017	0,036	0,017	0,000	0,035
132	66	1,05	0,655	1,2	0,02	0,014	0,054	0,042	150	30	270	270	54	270	0,037	0,017	0,037	0,017	0,000	0,034

#### 4.3. Belastung durch Temperatur

- Gemäß DIN 4131 wurde eine gleichmäßige Temperaturänderung  $\pm 35\text{K}$  angenommen.
- Teilbeiwert von Temperaturlast  $\gamma_T = 1,5$

#### 4.4. Vorspannkkräfte

- Es wurden folgende Vorspannkkräfte angenommen:

Niveau 24m - 14kN

Niveau 45m - 14kN

Niveau 66m - 14kN

Niveau 87m - 18kN

Niveau 108m - 24kN

Niveau 132m - 18kN

- Teilbeiwert von Vorspannkraft  $\gamma_{Vor} = 1,0$

### 5.0. KOMBINATIONEN VON LASTEN

Es wurden folgende Kombinationen angenommen:

Projekt: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kir..

## 2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	DIN 1055-100* - Mast Einwirkungskategorie	Aktiv	Eigengewicht - Faktor in Richtung		
				X	Y	Z
LF1	Eigenlast	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0,000	0,000	-1,000
LF2	Eisgewicht - Klasse G	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	<input type="checkbox"/>			
LF3	Eisgewicht - Klasse R	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	<input type="checkbox"/>			
LF4	Wind 0°	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF5	Wind 0°, Eis G	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF6	Wind 0°, Eis R	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF7	Wind 90°	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF8	Wind 90°, Eis G	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF9	Wind 90°, Eis R	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF10	Wind 270°	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF11	Wind 270°, Eis G	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF12	Wind 270°, Eis R	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF13	Vorspannung	Vorspannung	<input type="checkbox"/>			
LF14	Temp +35	Temperatur (ohne Brand)	<input type="checkbox"/>			
LF15	Temp -35	Temperatur (ohne Brand)	<input type="checkbox"/>			

## 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last kombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1	GZT	1.35*LF1 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,00	LF13	Vorspannung
LK2	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 1.5*LF5 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF2	Eisgewicht - Klasse G
			3	1,50	LF5	Wind 0°, Eis G
			4	1,00	LF13	Vorspannung
LK3	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 1.5*LF8 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF2	Eisgewicht - Klasse G
			3	1,50	LF8	Wind 90°, Eis G
			4	1,00	LF13	Vorspannung
LK4	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 1.5*LF11 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF2	Eisgewicht - Klasse G
			3	1,50	LF11	Wind 270°, Eis G
			4	1,00	LF13	Vorspannung
LK5	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF3	Eisgewicht - Klasse R
			3	1,50	LF6	Wind 0°, Eis R
			4	1,00	LF13	Vorspannung
LK6	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF9 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF3	Eisgewicht - Klasse R
			3	1,50	LF9	Wind 90°, Eis R
			4	1,00	LF13	Vorspannung
LK7	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF12 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF3	Eisgewicht - Klasse R
			3	1,50	LF12	Wind 270°, Eis R
			4	1,00	LF13	Vorspannung
LK8	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 1.5*LF5 + LF13 + 1.5*LF15	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF2	Eisgewicht - Klasse G
			3	1,50	LF5	Wind 0°, Eis G
			4	1,00	LF13	Vorspannung
			5	1,50	LF15	Temp -35
LK9	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 1.5*LF8 + LF13 + 1.5*LF15	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF2	Eisgewicht - Klasse G
			3	1,50	LF8	Wind 90°, Eis G
			4	1,00	LF13	Vorspannung
			5	1,50	LF15	Temp -35
LK10	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 1.5*LF11 + LF13 + 1.5*LF15	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF2	Eisgewicht - Klasse G
			3	1,50	LF11	Wind 270°, Eis G
			4	1,00	LF13	Vorspannung
			5	1,50	LF15	Temp -35
LK11	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6 + LF13 + 1.5*LF15	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF3	Eisgewicht - Klasse R
			3	1,50	LF6	Wind 0°, Eis R
			4	1,00	LF13	Vorspannung
			5	1,50	LF15	Temp -35
LK12	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF8 + LF13 + 1.5*LF15	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF3	Eisgewicht - Klasse R
			3	1,50	LF8	Wind 90°, Eis R
			4	1,00	LF13	Vorspannung
			5	1,50	LF15	Temp -35
LK13	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF12 + LF13 + 1.5*LF15	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF3	Eisgewicht - Klasse R
			3	1,50	LF12	Wind 270°, Eis R
			4	1,00	LF13	Vorspannung
			5	1,50	LF15	Temp -35
LK14	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF4 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF4	Wind 0°
			3	1,00	LF13	Vorspannung
LK15	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF7 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF7	Wind 90°
			3	1,00	LF13	Vorspannung
LK16	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF10 + LF13	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF10	Wind 270°
			3	1,00	LF13	Vorspannung
LK17	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF4 + LF13 + 1.5*LF14	1	1,35	LF1	Eigenlast
			2	1,50	LF4	Wind 0°
			3	1,00	LF13	Vorspannung
			4	1,50	LF14	Temp +35
LK18	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF7 + LF13 + 1.5*LF14	1	1,35	LF1	Eigenlast

windhunter\_serwis  
made to measure

windhunter-serwis sp. z o.o.

Morska 18a, 75-221 KOSZALIN

Telefon: +48 94 732 69 00

**LASTEN**

Projekt: mki-900-76,1-5,0\_137m\_ano-energy\_krch-mulsow Modell: mki-900-76,1-5,0\_137m\_ano-energy\_kr-

## 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last kombn.	BS	Lastkombination		Nr.	Faktor	Lastfall	
		Bezeichnung					
LK19	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF10 + LF13 + 1.5*LF14		2	1.50	LF7	Wind 90 °
				3	1.00	LF13	Vorspannung
				4	1.50	LF14	Temp +35
				1	1.35	LF1	Eigenlast
				2	1.50	LF10	Wind 270 °
				3	1.00	LF13	Vorspannung
				4	1.50	LF14	Temp +35

## 6.0. ERMITTLUNG DER INNEREN KRÄFTE - SCHNITTGRÖSSENERMITTLUNG

Eine detaillierte Aufstellung der inneren Kräfte wurde in der Anlage B (Ausdruck vom RFEM-Programm) dargestellt. Unten sind entscheidende innere Kräfte für den Gurt (Stab 563 und 8), die Diagonale (Stäbe 1702 und 28) und die Abspannungen (Stab 1980) dargestellt.



Projekt: nkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: nkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow

## 4.6 STÄBE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]			Zugehörige Lastfälle	
				N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>T</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>		
8	EK1	5	0.0000	Max N	-99.88	-0.33	0.19	0.00	-0.01	-0.00	LK 1
				Min N	-252.70	-0.86	0.50	0.00	-0.09	0.02	LK 8
		Max V <sub>y</sub>		-144.95	-0.14	0.03	-0.00	0.11	0.14	LK 18	
		Min V <sub>y</sub>		-191.61	-0.97	0.61	0.00	-0.13	-0.16	LK 10	
		Max V <sub>z</sub>		-191.61	-0.97	0.61	0.00	-0.13	-0.16	LK 10	
		Min V <sub>z</sub>		-144.95	-0.14	0.03	-0.00	0.11	0.14	LK 18	
		Max M <sub>T</sub>		-243.77	-0.73	0.42	0.00	0.03	0.09	LK 2	
		Min M <sub>T</sub>		-247.46	-0.63	0.31	-0.00	-0.01	0.09	LK 3	
		Max M <sub>y</sub>		-151.33	-0.24	0.11	0.00	0.13	0.15	LK 17	
		Min M <sub>y</sub>		-191.61	-0.97	0.61	0.00	-0.13	-0.16	LK 10	
		Max M <sub>z</sub>		-151.33	-0.24	0.11	0.00	0.13	0.15	LK 17	
		Min M <sub>z</sub>		-191.61	-0.97	0.61	0.00	-0.13	-0.16	LK 10	
		0.7275	Max N	-99.78	-0.27	0.16	0.00	0.12	0.22	LK 1	
			Min N	-252.54	-0.47	0.30	0.00	0.23	0.35	LK 8	
			Max V <sub>y</sub>	-144.85	0.10	-0.05	-0.00	0.10	0.16	LK 18	
			Min V <sub>y</sub>	-191.45	-0.92	0.52	0.00	0.31	0.57	LK 10	
			Max V <sub>z</sub>	-191.45	-0.92	0.52	0.00	0.31	0.57	LK 10	
			Min V <sub>z</sub>	-151.23	-0.07	-0.08	0.00	0.14	0.27	LK 17	
			Max M <sub>T</sub>	-243.61	-0.34	0.13	0.00	0.25	0.51	LK 2	
			Min M <sub>T</sub>	-251.52	-0.31	0.36	-0.00	0.17	0.45	LK 9	
			Max M <sub>y</sub>	-169.73	-0.75	0.35	0.00	0.32	0.51	LK 4	
			Min M <sub>y</sub>	-148.55	-0.07	0.12	-0.00	0.10	0.22	LK 15	
			Max M <sub>z</sub>	-191.45	-0.92	0.52	0.00	0.31	0.57	LK 10	
			Min M <sub>z</sub>	-144.85	0.10	-0.05	-0.00	0.10	0.18	LK 18	
28	EK1	8	0.0000	Max N	2.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 10
				Min N	-10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 8
		Max V <sub>y</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>y</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max V <sub>z</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>z</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>T</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>T</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>y</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>y</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>z</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>z</sub>		-0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		1.1572	Max N	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 10	
			Min N	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 8	
			Max V <sub>y</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Min V <sub>y</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Max V <sub>z</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Min V <sub>z</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Max M <sub>T</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Min M <sub>T</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Max M <sub>y</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Min M <sub>y</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Max M <sub>z</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
			Min M <sub>z</sub>	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
563	EK1	257	0.0000	Max N	-74.97	-0.95	-0.20	-0.00	0.06	-0.23	LK 18
				Min N	-251.18	-1.43	-0.72	0.00	0.33	-0.45	LK 10
		Max V <sub>y</sub>		-74.97	-0.05	-0.20	-0.00	0.06	-0.23	LK 18	
		Min V <sub>y</sub>		-249.70	-1.44	-0.72	0.00	0.34	-0.44	LK 4	
		Max V <sub>z</sub>		-74.97	-0.05	-0.20	-0.00	0.06	-0.23	LK 18	
		Min V <sub>z</sub>		-251.16	-1.43	-0.72	0.00	0.33	-0.45	LK 10	
		Max M <sub>T</sub>		-147.70	-0.52	-0.51	0.00	0.06	-0.35	LK 5	
		Min M <sub>T</sub>		-151.03	-0.27	-0.42	-0.00	0.13	-0.45	LK 9	
		Max M <sub>y</sub>		-249.70	-1.44	-0.72	0.00	0.34	-0.44	LK 4	
		Min M <sub>y</sub>		-105.15	-0.32	-0.40	0.00	0.02	-0.24	LK 14	
		Max M <sub>z</sub>		-83.63	-0.38	-0.25	0.00	0.09	-0.20	LK 1	
		Min M <sub>z</sub>		-151.03	-0.27	-0.42	-0.00	0.13	-0.45	LK 9	
		0.7275	Max N	-74.86	-0.04	-0.20	-0.00	-0.09	-0.19	LK 18	
			Min N	-251.00	-1.37	-0.77	0.00	-0.28	0.66	LK 10	
			Max V <sub>y</sub>	-74.86	-0.04	-0.20	-0.00	-0.09	-0.19	LK 18	
			Min V <sub>y</sub>	-251.00	-1.37	-0.77	0.00	-0.26	0.66	LK 10	
			Max V <sub>z</sub>	-74.86	-0.04	-0.20	-0.00	-0.09	-0.19	LK 18	
			Min V <sub>z</sub>	-249.54	-1.37	-0.78	0.00	-0.26	0.68	LK 4	
			Max M <sub>T</sub>	-147.59	-0.62	-0.56	0.00	-0.35	0.08	LK 5	
			Min M <sub>T</sub>	-150.87	-0.42	-0.40	-0.00	-0.18	-0.18	LK 9	
			Max M <sub>y</sub>	-74.86	-0.04	-0.20	-0.00	-0.09	-0.19	LK 18	
			Min M <sub>y</sub>	-179.94	-0.74	-0.63	0.00	-0.40	0.09	LK 8	
			Max M <sub>z</sub>	-249.54	-1.37	-0.78	0.00	-0.26	0.68	LK 4	
			Min M <sub>z</sub>	-79.32	-0.05	-0.20	-0.00	-0.10	-0.20	LK 15	
1702	EK1	781	0.0000	Max N	16.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 13
				Min N	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 18
		Max V <sub>y</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>y</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max V <sub>z</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>z</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>T</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>T</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>y</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>y</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>z</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>z</sub>		4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		0.8000	Max N	16.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 13	
			Min N	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 18	
			Max V <sub>y</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	

Projekt: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow Modell: mkt-900-76.1-5.0\_137m\_eno-energy\_kirch-mulsow

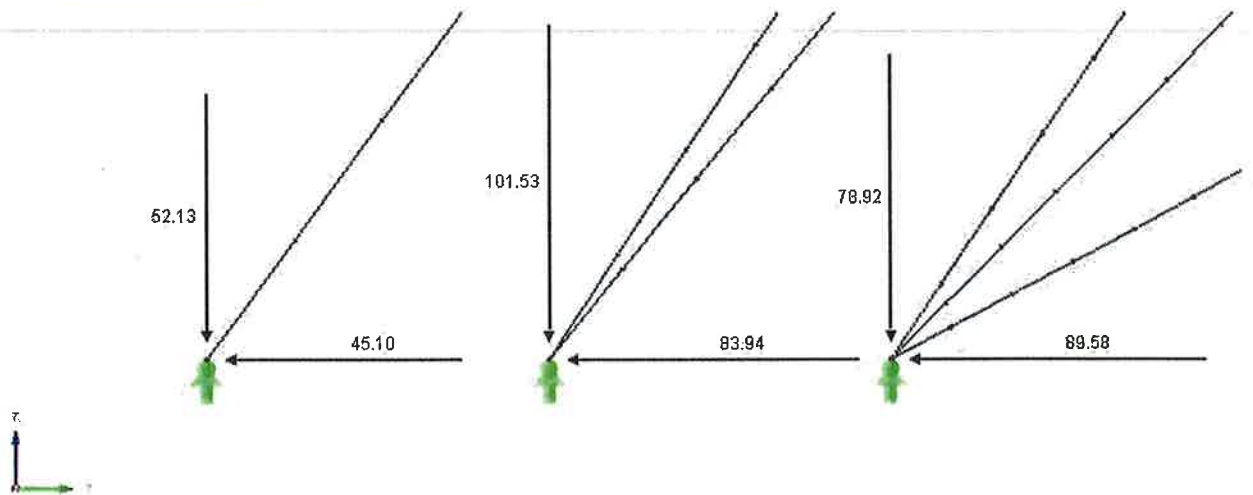
## 4.6 STÄBE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]			Zugebrige Lastfälle		
				N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
1702	EK1	Min V <sub>y</sub>		Min V <sub>y</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max V <sub>y</sub>		Max V <sub>y</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>z</sub>		Min V <sub>z</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max V <sub>z</sub>		Max V <sub>z</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>x</sub>		Min M <sub>x</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>x</sub>		Max M <sub>x</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>y</sub>		Min M <sub>y</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>y</sub>		Max M <sub>y</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>z</sub>		Min M <sub>z</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>z</sub>		Max M <sub>z</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min M <sub>x</sub>		Min M <sub>x</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>x</sub>		Max M <sub>x</sub>	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
1938	EK1	990	0.0000	Max N	49.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 9	
		Min N		4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 19		
		Max V <sub>y</sub>		11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min V <sub>y</sub>		11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Max V <sub>z</sub>		11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min V <sub>z</sub>		11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Max M <sub>x</sub>	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Min M <sub>x</sub>	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Max M <sub>y</sub>	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Min M <sub>y</sub>	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Max M <sub>z</sub>	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Min M <sub>z</sub>	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		399	6.6298	Max N	49.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 9	
		Min N		4.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 19		
		Max V <sub>y</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min V <sub>y</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Max V <sub>z</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min V <sub>z</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Max M <sub>x</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min M <sub>x</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Max M <sub>y</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min M <sub>y</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Max M <sub>z</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
		Min M <sub>z</sub>		11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1		
1960	EK1	1029		0.0000	Max N	74.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 9
		Min N			10.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 19	
		Max V <sub>y</sub>			17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>y</sub>			17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max V <sub>z</sub>			17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Min V <sub>z</sub>			17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1	
		Max M <sub>x</sub>	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Min M <sub>x</sub>	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Max M <sub>y</sub>	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Min M <sub>y</sub>	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Max M <sub>z</sub>	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
		Min M <sub>z</sub>	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1			
792	10.8218	Max N	74.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 9			
Min N		10.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 19				
Max V <sub>y</sub>		18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1				
Min V <sub>y</sub>		18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1				
Max V <sub>z</sub>		18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1				
Min V <sub>z</sub>		18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1				
Max M <sub>x</sub>	18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1					
Min M <sub>x</sub>	18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1					
Max M <sub>y</sub>	18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1					
Min M <sub>y</sub>	18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1					
Max M <sub>z</sub>	18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1					
Min M <sub>z</sub>	18.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	LK 1					

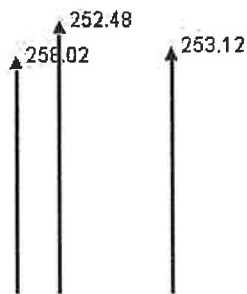
## 7.0. AUFLAGERREAKTIONEN

### 7.1. Anker



- Anker 45m       $F_y = -89,58\text{kN}$        $F_z = -78,92\text{kN}$
- Anker 70m       $F_y = -83,94\text{kN}$        $F_z = -101,53\text{kN}$
- Anker 95m       $F_y = -45,10\text{kN}$        $F_z = -52,13\text{kN}$

### 7.2. Fundament



- Fundament       $F_z = 258 + 253 + 253 = 764\text{kN}$

## 8.0. BEMESSUNG DER MASTELEMENTE

Die genauen Ergebnisse der Bemessung wurden in der Anlage B (Ausdruck vom RFEM-Programm) dargestellt. Unten sind die Ergebnisse der am meisten beanspruchten Mastelemente dargestellt.

Nach der DIN 4131 ist eine Erhöhung der Grenzschnittgrößen um 10% erlaubt.

### 8.1. Ausnutzungsbeiwerte - Mast

a) Analyse der Spannungen - Ausnutzung des Mastes, Berechnung gemäß der Theorie III Ordnung:

Quersch. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	S-Punkt Nr.	Belas- tung	Spannungs- typ	Spannung [kN/cm <sup>2</sup> ]		Aus- nutzung
						vorh	grenz	
1	RO 76.1x5   DIN 2448, DIN 2458							
	563	0,7275	35	LK10	Sigma gesamt	-26,31	32,73	0,80
	1383	0,0000	10	LK12	Tau gesamt	-2,08	18,90	0,11
	563	0,7275	35	LK10	Sigma-v	26,31	32,73	0,80
2	RD 20							
	1702	0,0000	1	LK13	Sigma gesamt	5,23	32,73	0,16
	19	0,0000	1	LK1	Tau gesamt	0,00	18,90	0,00
	1702	0,0000	1	LK13	Sigma-v	5,23	32,73	0,16

Ausnutzung  $0,8/1,1 = 0,73 < 1$

b) Analyse des Knickend - Ausnutzung des Mastes, Stabilitätsnachweis für:

Quersch. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [mm]	Belas- tung	Nachweis	Nachweis- Kriterium	Kommentar zur Nachweisart
1	RO 76.1x5   DIN 2448, DIN 2458					
	8	727,500	LK8	1,044	> 1	18) Nachweis nach Gl. (28) nicht erbracht
2	RD 20					
	28	0,000	LK8	1,075	> 1	21) Nachweis nach Gl. (3) nicht erbracht (zentrischer Druck)

Ausnutzung  $1,075/1,1 = 0,98 < 1$

## 8.2. Beiwert der Ausnutzung - Abspannung

Bedingung für Tragfähigkeit des Seils (DIN 18800-1):

$$\frac{Z}{Z_{R,d}} \leq 1 \quad \text{wo:} \quad Z_{R,d} = \frac{Z_{B,k}}{1,5 \cdot \gamma_M}$$

Seil  $\phi 14$  - Angenommene Befestigungsart: Vorspannungselement - Gepreßt

$\gamma_M =$	1,1	
$k_e =$	0,9	gepresst
$f_{u,k} =$	1770	N/mm <sup>2</sup> Abschnitt 4.3.5
$k_s =$	0,87	Abschnitt 9.2 - Tabelle 23
$d =$	14	mm
$f =$	0,75	Abschnitt 6 - Tabelle 10

$A_m =$	115,45	mm <sup>2</sup>	Abschnitt 6
$F_{min} =$	177,79	kN	Abschnitt 9.2
$Z_{B,k} =$	160,01	kN	Abschnitt 9.2
$Z_{R,d} =$	96,97	kN	Abschnitt 9.2

max Z = 74,39 kN Stab 1980 - Lastkombination LK9

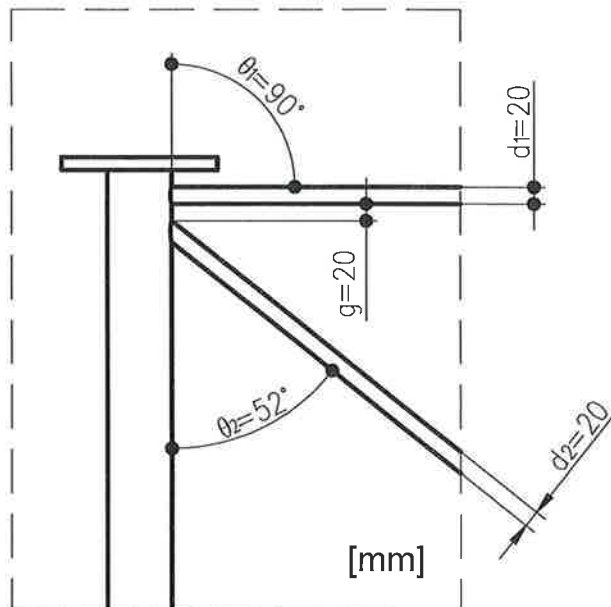
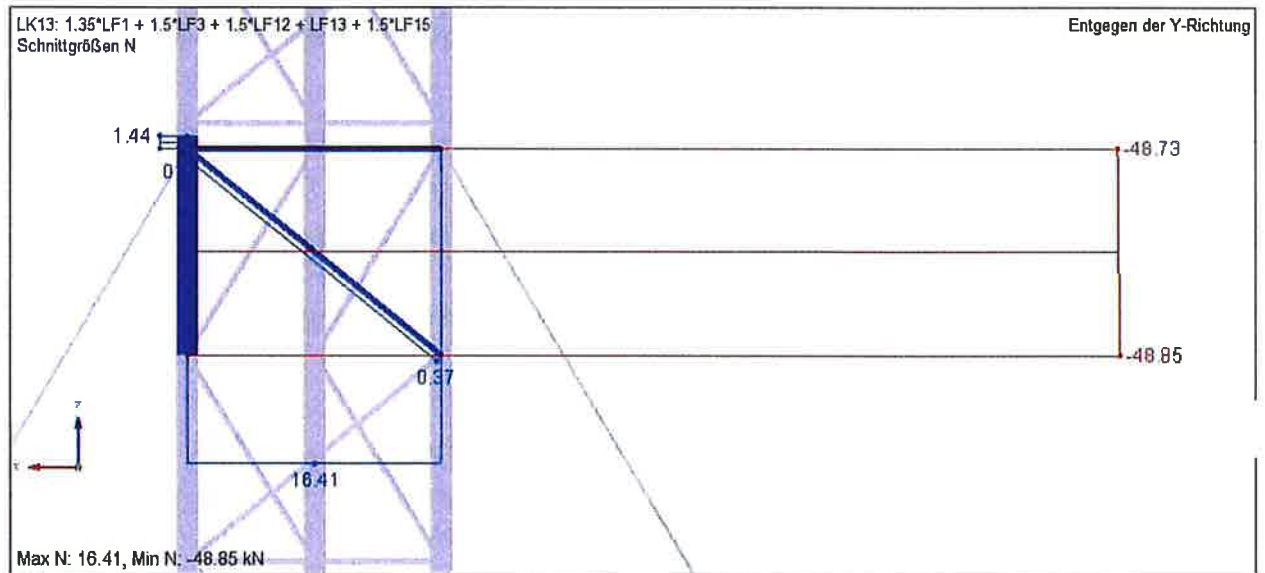
$$Z/Z_{R,d} = 0,77 < 1$$

**Bedingung erfüllt**



## 9.0. BEMESSUNG DER ANSCHLÜSSE

### 9.1. Geschweißte Knotenverbindung



Anwendungsbereich:

$d_1 =$	20	mm		
$t_1 =$	10	mm		
$\theta_1 =$	90	°		
$d_2 =$	20	mm		
$t_2 =$	10	mm		
$\theta_2 =$	52	°		
$d_0 =$	76,1	mm		
$t_0 =$	5	mm		
$g =$	20	mm		
$0,2 <$	0,26	$< 1$	$0,2 \leq d_i / d_0 \leq 1$	Bedingung erfüllt
$10 <$	15,2	$< 50$	$10 \leq d_0 / t_0 \leq 50$	Bedingung erfüllt
	2,0	$< 50$	$d_i / t_i \leq 50$	Bedingung erfüllt
$\beta =$	0,26		$(d_1 + d_2) / 2 \cdot d_0$	
$\gamma =$	7,61		$d_0 / 2 \cdot t_0$	
$k_g =$	1,64		$\gamma^{0,2} \cdot \left( 1 + \frac{0,024 \cdot \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5 \cdot g / t_0 - 1,33)} \right)$	
$\gamma_{M5} =$	1			
$f_{y0} =$	35,5	kN/cm <sup>2</sup>		
$A =$	9,06	cm <sup>2</sup>		
$N_{02} =$	48,73	kN		
$\sigma_{p,Ed} =$	5,38	kN/cm <sup>2</sup>	$N / A$	
$n_p =$	0,15		$(\sigma_{p,Ed} / f_{y0}) / \gamma_{M5}$	
$k_p =$	0,95		$1 - 0,3 \cdot n_p \cdot (1 + n_p) \leq 1$	

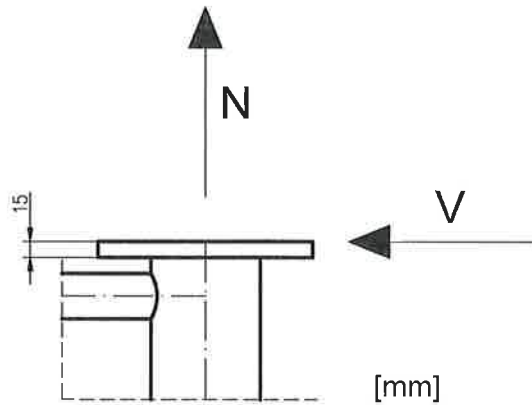
Nachweis:

$N_1 =$	16,41	kN	Stab 1702
$N_2 =$	0,41	kN	Stab 1701
$N_{1,Rd} =$	61,8	kN	$\frac{k_g \cdot k_p \cdot f_{y0} \cdot t_0^2}{\sin \theta_1} \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{d_1}{d_0} \right) / \gamma_{M5}$
$N_{2,Rd} =$	78,4	kN	$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \cdot N_{1,Rd}$

$N_1 / N_{1,Rd} =$	0,27	$<$	1
$N_2 / N_{2,Rd} =$	0,01	$<$	1

**Bedingung erfüllt**

## 9.2. Nachweis - Schraube: M16 - 8.8



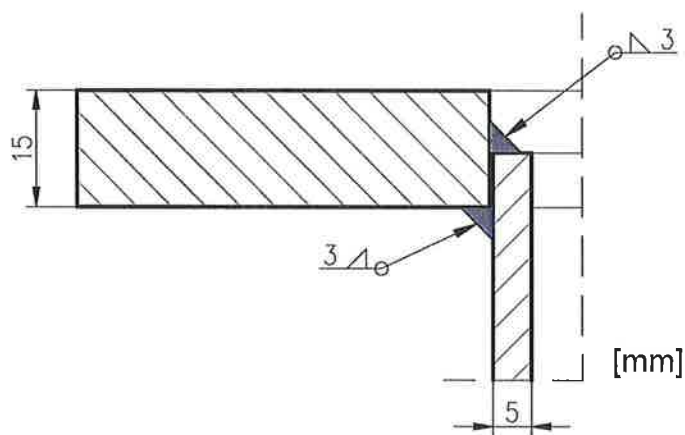
$N = 63,98$ kN	Stab 1574 (Zug)
$V = 11,75$ kN	Stab 1383
$N_s = 21,3$ kN	$N/3$ (pro Schraube)
$V_s = 3,9$ kN	$V/3$ (pro Schraube)
$N_{R,d} = 91,1$ kN	M16-8.8
$V_{a,R,d} = 87,7$ kN	M16-8.8

$$N_s/N_{R,d} = 0,23 < 1$$

$$V_s/V_{a,R,d} = 0,04 < 1$$

**Bedingung erfüllt**

## 9.3. Nachweis - Schweißnaht: $a_w = 3\text{mm}$



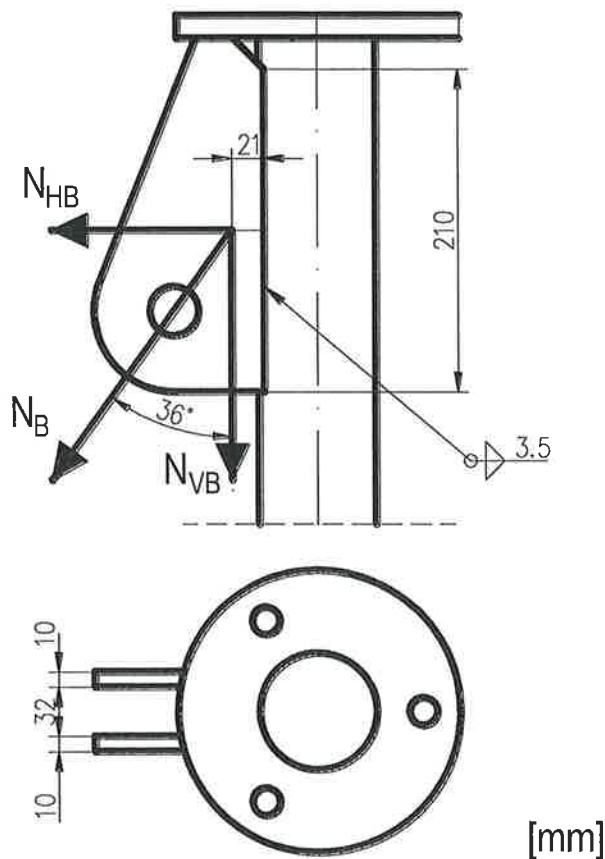
$a_w = 0,3$ cm	
$D = 7,61$ cm	
$r = D/2 = 3,805$ cm	
$U = 23,9$ cm	$U = 2 \cdot \pi \cdot r$
$A = 14,3$ cm <sup>2</sup>	$A = 2 \cdot U \cdot a_w$
$N = 258,02$ kN	Stab 13
$\sigma = 179,9$ MPa	$\sigma = N/A$

$\alpha_w = 0,8$	S 355
$f_{y,k} = 360$ MPa	S 355
$\gamma_M = 1,1$	
$\sigma_{w,Rd} = 261,8$ MPa	$\sigma_{w,Rd} = \alpha_w \cdot f_{y,k} / \gamma_M$

$\sigma / \sigma_{w,Rd} = 0,7 < 1$

**Bedingung erfüllt**

#### 9.4. Nachweis - Schweißnaht: $a_w = 3,5$ mm

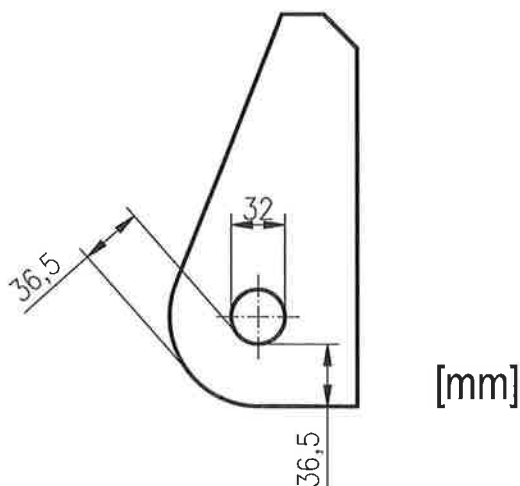


$N = 74,39$ kN	Stab 1980
$N_B = 37,2$ kN	$N/2$ (pro Blech)
$\alpha = 36$ °	
$N_{VB} = 30,1$ kN	$N_B \cdot \cos\alpha$
$N_{HB} = 21,9$ kN	$N_B \cdot \sin\alpha$
$r = 2,1$ cm	
$M_{VB} = 63,2$ kNcm	$N_{VB} \cdot r$
$a_w = 0,35$ cm	
$l_{eff} = 21$ cm	
$A_w = 15$ cm <sup>2</sup>	$2 \cdot a_w \cdot l_{eff}$
$W_w = 51,5$ cm <sup>3</sup>	$2 \cdot a_w \cdot l_{eff}^2 / 6$
$\sigma = 27,2$ MPa	$N_{HB} / A_w + M_{VB} / W_w$
$\tau_{II} = 20,5$ MPa	$N_{VB} / A_w$
$\sigma_{w,v} = 34,0$ MPa	$\sqrt{\sigma^2 + \tau_{II}^2}$
$\alpha_w = 0,8$	S 355
$f_{y,k} = 360$ MPa	S 355
$\gamma_M = 1,1$	
$\sigma_{w,Rd} = 261,8$ MPa	$\sigma_{w,Rd} = \alpha_w \cdot f_{y,k} / \gamma_M$

$$\sigma_{w,v} / \sigma_{w,Rd} = 0,1 < 1$$

**Bedingung erfüllt**

## 9.5. Nachweis - Anschlußbleches: $t = 10\text{mm}$





Blech dimensionen:

F =	74,39	kN	Stab 1980
F <sub>B</sub> =	37,20	kN	F/2 (pro Blech)
f <sub>y,k</sub> =	36	kN/cm <sup>2</sup>	S 355
γ <sub>M</sub> =	1,1		
d <sub>L</sub> =	3,2	cm	
t =	1,0	cm	

$$a = 3,65 \text{ cm} > 2,7 \text{ cm}$$

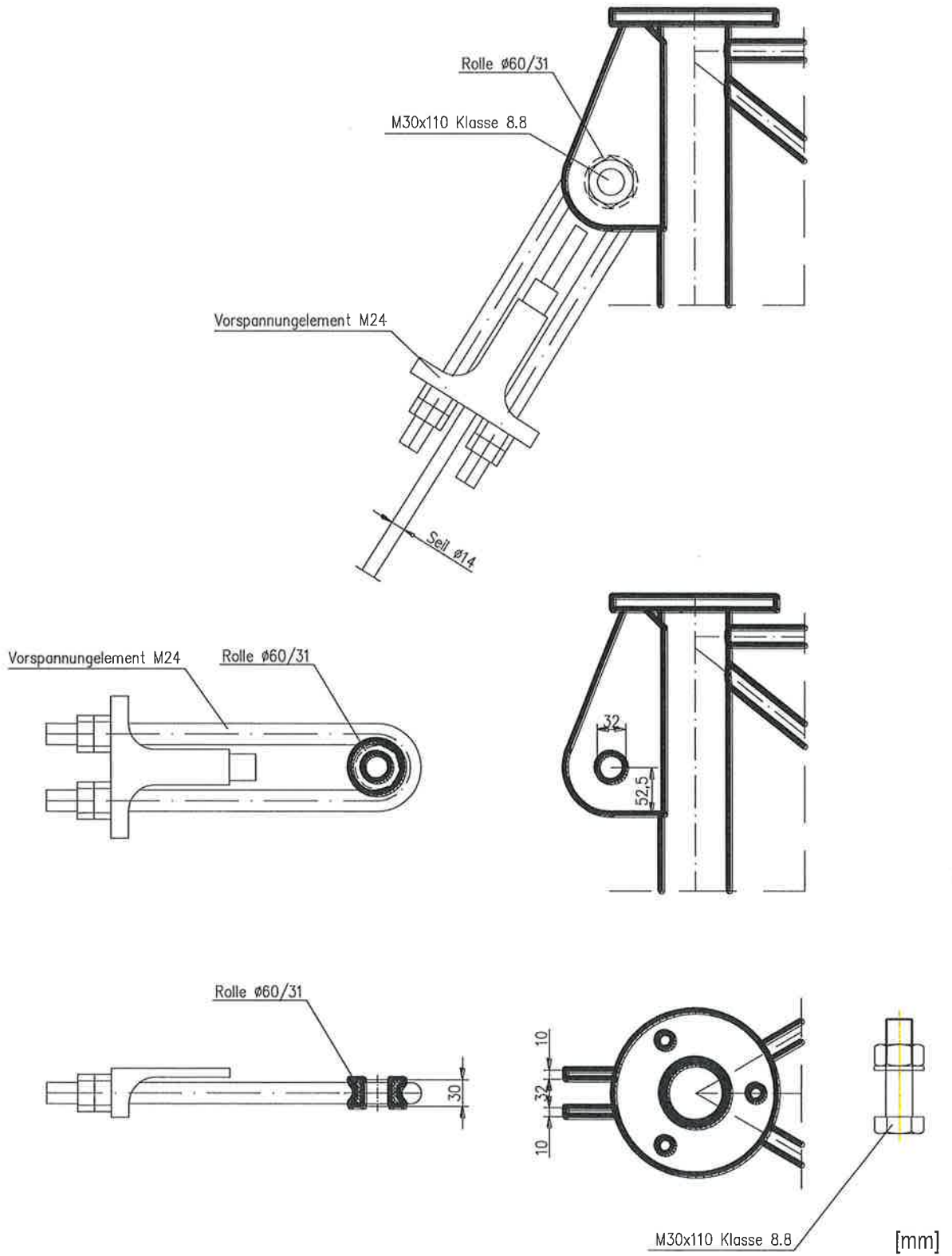
$$c = 3,65 \text{ cm} > 1,6 \text{ cm}$$

$$\frac{F}{2 \cdot t \cdot f_{y,k} / \gamma_M} + \frac{2}{3} \cdot d_L$$

$$\frac{F}{2 \cdot t \cdot f_{y,k} / \gamma_M} + \frac{1}{3} \cdot d_L$$

**Bedingung erfüllt**

## 9.6. Nachweis - Schraube: M30-8.8



Abscheren:

$$\begin{aligned}
 V_a &= 74,39 \text{ kN} && \text{Stab 1980} \\
 d &= 3 \text{ cm} \\
 f_{u,b,k} &= 80 \text{ kN/cm}^2 && \text{Klasse 8.8} \\
 \gamma_M &= 1,1 \\
 \alpha_a &= 0,6 && \text{Klasse 8.8} \\
 A &= 7,07 \text{ cm}^2 \\
 V_{a,R,d} &= 308,4 \text{ kN} && A \cdot \alpha_a \cdot f_{u,b,k} / \gamma_M
 \end{aligned}$$

$$V_a / V_{a,R,d} = 0,2 < 1$$

**Bedingung erfüllt**

Lochleibung (gewählt 2 Bleche t=10mm - S355):

$$\begin{aligned}
 V &= 74,39 \text{ kN} && \text{Stab 1980} \\
 V_l &= 37,20 \text{ kN} && V/2 \text{ (pro Blech)} \\
 t &= 1,0 \text{ cm} \\
 d_{Sch} &= 3,0 \text{ cm} \\
 e_1 &= 5,25 \text{ cm} \\
 d_L &= 3,2 \text{ cm} \\
 \alpha_l &= 1,5 && 1,1 \cdot e_1 / d_L - 0,3 \\
 f_{y,k} &= 36 \text{ kN/cm}^2 \\
 \gamma_M &= 1,1 \\
 V_{l,R,d} &= 147,7 \text{ kN} && t \cdot d_{Sch} \cdot \alpha_l \cdot f_{y,k} / \gamma_M
 \end{aligned}$$

$$V_l / V_{l,R,d} = 0,3 < 1$$

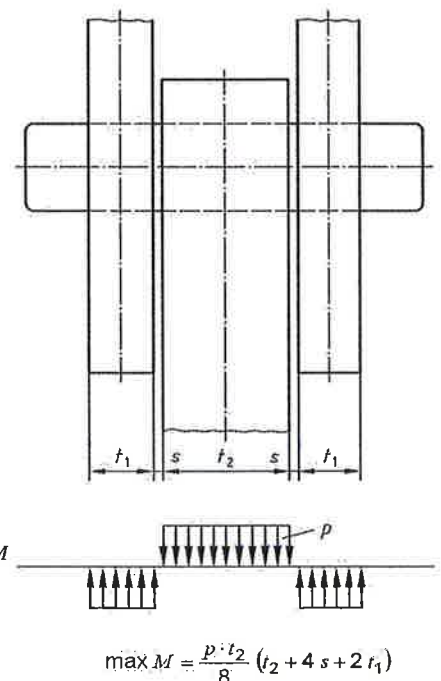
**Bedingung erfüllt**

Biegemoment:

$$\begin{aligned}
 P &= 74,39 \text{ kN} && \text{Stab 2433} \\
 t_2 &= 3 \text{ cm} \\
 s &= 0,1 \text{ cm} \\
 t_1 &= 1 \text{ cm} \\
 M &= 50,21 \text{ kNcm} \\
 f_{y,b,k} &= 64 \text{ kN/cm}^2 && \text{Klasse 8.8} \\
 \gamma_M &= 1,1 \\
 d &= 3,0 \text{ cm} \\
 W_{Sch} &= 2,65 \text{ cm}^3 && \pi \cdot d^3 / 32 \\
 M_{R,d} &= 123,4 \text{ kNcm} && W_{Sch} \cdot f_{y,b,k} / 1,25 \cdot \gamma_M
 \end{aligned}$$

$$M / M_{R,d} = 0,4 < 1$$

**Bedingung erfüllt**



Biegung und Abscheren:

$$\begin{aligned}V_a &= 74,39 \text{ kN} \\V_{a,R,d} &= 147,7 \text{ kN} \\M &= 50,21 \text{ kNcm} \\M_{R,d} &= 123,4 \text{ kNcm}\end{aligned}$$

$$\left(\frac{M}{M_{R,d}}\right)^2 + \left(\frac{V_a}{V_{a,R,d}}\right)^2 \leq 1$$




$$0,4 < 1$$

**Bedingung erfüllt**

## 10.0. ANLAGEN

10.1. Anlage 1 - Zeichnungen

10.2. Anlage 2 - Schnittgrößenermittlung und Bemessung - RFEM Dlubal Software

	<b>FREZPOL Sp. z o.o.</b> <b>08-110 Siedlce – POLAND</b> <b>ul. Brzeska 149</b> tel. +48 25 632 54 34, 632 54 80 fax. +48 25 632 52 59	 <b>LB-120/26</b>	Laboratorium badawcze uznane jako Podwykonawca UDT Świadcstwo uznania <i>(Laboratory approved by Office of Technical  Inspection  Certificate of Approval).</i> <b>Nr LB-120/26</b>
	<b>Oddział Produkcji Lin  i Drutów „LINMET“</b> <b>58-100 Świdnica – POLAND</b> <b>ul. Inżynierska 8</b> tel. +48 74 846 55 20 tel/fax. +48 74 846 80 21	Laboratorium spełnia kryteria normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 oraz normy PN-EN ISO 9001:2009 <i>(Laboratory fulfilling the criteria of the standard)</i>	

**DEKLARACJA ZGODNOŚCI**  
*(DECLARATION OF CONFORMANCE)*  
**CERTYFIKAT NR .....** / ..... / .....  
*(CERTIFICATE No)*

Deklaruję z pełną odpowiedzialnością, że: Nazwa wyrobu (przedmiot deklaracji)  
*(There inafter I declare with full responsibility)*

Lina stalowa : Ø14 1x37 M (1-6/12/18) 1770 B Z  
*(Steel wire rope)*

Wydana dla firmy : Windhunter - Serwis Sp. z o. o.  
*(Issued for)*

Adres firmy : ul. Morska 18a, 75-221 Koszalin  
*(Company address)*

Jest zgodna z normą : EN 12385-10  
*(Acc. to)*

No	Nr bębna / kręgu <i>(Drum no/coil)</i>	Długość mb <i>(Lenght m)</i>	Waga netto kg <i>(Net weight kg)</i>
1	... / ... / ...	.....	.....

**Informacje dodatkowe :**  
*(Specification)*

**CHARAKTERYSTYKA LINY :**  
*(ROPE CHARACTERISTIC)*

Średnica nominalna liny : 14,0 mm  
*(Nominal diameter)*

Konstrukcja liny: 1x37 M (1-6/12/18) 1770 B Z  
*(Construction)*

Skret : Z  
*(Lay direction)* *(RHOL)*

Typ : jednozwita  
*(Type)* *(Single lay)*

Kierunek : prawy  
*(Direction)* *(right)*

Klasa wytrzymałości : 1770 N/mm<sup>2</sup>  
*(Class of rope strenght)*

Stan powierzchni drutu : B  
*(Wire's surface finishing)* *(galvanized)*



Rodzaj rdzenia : (Type of core)	-	
Odpężanie liny : (Rope relaxation)	odpężana (relaxed)	
Smarowanie : (Lubrication/core)	- (Dry)	
Minimalna siła zrywająca : (Minimal breaking load)	178,0	kN
Czy przeprowadzono badanie rzeczywistej siły zrywającej : (Real breaking load examination performed)	nie (no)	

---

Informacje dodatkowe:  
(Specification)

Oznaczenie: PN-EN 12385-2: 2004  
(Denomination)

Warunki odbioru: PN-EN 12385-1: 2004  
(Receipt conditions)

Deklaracja zgodności: PN-EN-ISO/IEC 17050-1:2005  
(Declaration of conformance)

Certyfikat: PN-EN 12385-1  
(Certificate)

Rdzenie włókienne: PN-ISO 4345: 1996  
(Fibre cores)

Smarowanie: PN-ISO 4346: 1996  
(Lubrication)

Drut stalowy na liny: PN-EN 10264: 2002  
PN-EN 10264-2:2005  
(Roping steel wire)

Stwierdzam w imieniu zakładu, że powyższe dane są prawdziwe.  
(Hereby I certify for and on behalf of factory)

Świdnica, dnia .....

.....  
/pieczętka i podpis osób upoważnionych/  
(Stamp and signature of authorized person)

PN-EN ISO 9001 ; PN-EN ISO 14001 ; BS OHSAS 18001 - Certificate number: PL003726/P  
EN 3834-2 - Certificate number: 07-202-9120 EN 2595/13



*Scope of supply: Production and hot-dip galvanizing of steel constructions elements*

Purchaser: Zamawiający: Project number: Numer projektu: Order number: Numer zamówienia: Marking: Znakowanie:	Works order no: Zlecenie prod.: Article designation: Nazwa wyrobu: Article number: Numer artykułu Lot size Partia: Sample size: Ilość sztuk:
---	---

The product enumerated in this declaration has been made in accordance with the following standards or specifications:

Wyrób, do którego odnosi się niniejsza deklaracja, jest zgodny z następującymi normami lub dokumentami normatywnymi:

	Standard / Specification: Norma / Wymaganie	Test results: Wynik kontroli:
Dimensions: Wymiary liniowe:	SS-EN 22768-1	
Hot dip galvanizing : Cynkowanie ogniowe:	SS-EN ISO 1461, table 3 and 4	
Hardness test: Twardość :	SS-EN ISO 6506-1	NA
Tensile test: Test rozciągania:	Only valid for a lot size above 300 pcs	
Routine test: Test rutonowy:	All articles tested with 110% of working load	
Tolerances for dimensions of welded structures: Tolerancje wymiarów dla konstrukcji spawanych:	EN 13920	NA
Welding examination: Badanie spoin:	EN 1090 EXC2 VT – Visual, RT – X-ray , MT – magnetic particle , UT – ultrasonic	NA / NA / NA / NA

The results of the test performed on our delivery confirm that the above-listed comply with the order specifications. All the documents will be kept in a safe place for at least 10 years. The customer may check the documents at any time.

Wyniki testów dla dostawy, potwierdza, że powyższe zgadza się ze specyfikacją zakupu. Wszystkie dokumenty będą przechowywane, w bezpiecznym miejscu przez 10 lat. Klient może ma prawo wglądu w przechowywane dokumenty.

Date :2015-05-15

