

9 0626 0



Turbau Steffens & Nölle GmbH  
Meeraner Straße 21  
12681 Berlin  
Fon + 49 (0) 30 . 747 02 - 0  
Fax + 49 (0) 30 . 747 02 - 218  
www.turbau.de

## STATISCHE BERECHNUNG

Projekt: Feuerwehr Essen 16m SRT  
Brakeler Wald 19,  
45239 Essen

Auftraggeber: ZWP Ingenieur AG  
Massenbergstraße 15-17  
44787 Bochum

Bearbeiter: MEng David Pedder  
Telefon: (030) 30 74702-243  
Berlin, den: 23. Juli 2024

	Datum	Unterschrift
auf Plausibilität geprüft:	22.07.2024	



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. ALLGEMEINES.....</b>	<b>1-1</b>
1.1 Vorbemerkungen.....	1-1
1.2 Normen & Literatur.....	1-2
<b>2. ÜBERSICHT .....</b>	<b>2-1</b>
2.1 Übersicht.....	2-1
2.2 Modelle .....	2-2
<b>3. LASTANNAHMEN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Staudruck .....	3-1
3.2 Effektive Windflächen und Windlasten (ohne Eis).....	3-2
3.3 Windfläche & Gewichte: Steigleiter / Kabeltrasse.....	3-2
3.4 Windlasten auf Rohrschüsse: Zusammenfassung .....	3-3
3.5 Windlast mit Eis .....	3-4
3.6 Strukturbeiwert $c_{scd}$ .....	3-5
3.7 Lastfälle in RSTAB .....	3-6
3.8 Berechnete Lastgruppen .....	3-6
<b>4. 1,0-FACHE LAGERREAKTION.....</b>	<b>4-1</b>
<b>5. STOß- UND FUßNACHWEIS .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Schrauben- und Flanschnachweis .....	5-2
5.2 Fußflansch.....	5-4
5.3 Ermüdungsnachweis – Rohrmantel.....	5-8
5.4 Beulsicherheitsnachweis [N15 & N16] .....	5-10
5.5 Verformung.....	5-11
<b>6. RSTAB – ROHRTURM .....</b>	<b>6-0</b>
<b>7. ANHANG.....</b>	<b>7-0</b>

## 1. ALLGEMEINES

### 1.1 Vorbemerkungen

Nachfolgend werden die statischen Nachweise für das geplante Bauwerkskörper auf dem Gebäude freiwilligen Feuerwehrs Essen-Heidhausen bzw.

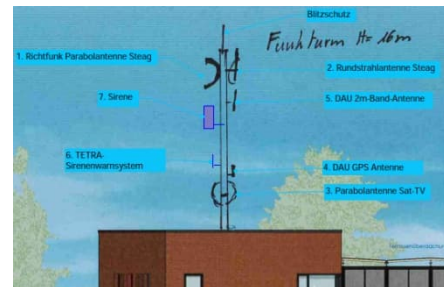
#### 16m Rohrturm

geführt.

Der Rohrturm besteht aus drei zylindrischen Bauteilen von Ø813 am Fuß des Turmes (in der Höhe 11m) bis Ø245mm Durchmesser in der Höhe 27,0m. Zwei Umlaufsbühnen in der Höhen von 55,0m und 57,7m sowie ein Abfangring an der Spitze des Rohrturms werden angebracht.

Die Bemessungsbelegung wird nach den Angaben des Kunden [A2] angebracht und wie folgt zusammengefasst:

Höhe	Bemerkung	Windangriffsfläche [m²]
27	Antennenreserven	2,0
26	Belegung 1: 0,6m Rifu + Sirene + DAU 2m-Band	2,01
16,5	Belegung 2: Rundstrahl + Sirene + DAU GPS + 0,6m Parabol	0,91



Die Konstruktion des Rohrturmes kann aus der **Zeichnung Nr: 35.440.010 bis 35.440.013** entnommen werden.

Werkstoffe: Rohrmantel OF : S355JRH  
Bühne : S355J2  
Flanschen : S355J2  
Schrauben: FK 10.9

Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchbarkeit [N13 6.1]:

$$\begin{aligned}\gamma_{m0} &= 1,00 \\ \gamma_{m1} &= 1,10 \\ \gamma_{m2} &= 1,25\end{aligned}$$

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen [N6 Tab. NA.A.2] :

$$\begin{aligned}\gamma_{G\text{stabil}} &= 1,0 \\ \gamma_{G\text{destabil}} &= 1,3 \\ \gamma_Q &= 1,5\end{aligned}$$

## 1.2 Normen & Literatur

[N1]*	DIN 18800:2008-11	<i>Stahlbauten</i>
[N2]*	DIN 4131:1991-11	<i>Antennentragwerke aus Stahl</i>
[N3]	DIN EN 1991-1-4:2010-12	EC1: Teil 1-4: Windlasten
[N4]	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12	Nationaler Anhang zu [N3]
[N5]	DIN EN 1993-3-1:2010-12	EC3: Teil 3-1: Türme und Maste
[N6]	DIN EN 1993-3-1/NA:2015-11	Nationaler Anhang zu [N5]
[N7]	DIN EN 1993-1-1:2010-12	EC3: Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln
[N8]	DIN EN 1993-1-1/NA:2018-12	Nationaler Anhang zu [N7]
[N9]	DIN EN 1993-1-8:2010-12	EC3: Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
[N10]	DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12	Nationaler Anhang zu [N9]
[N11]	DIN EN 1993-1-11:2010-12	EC3: Teil 1-11: Zugglieder aus Stahl
[N12]	DIN EN 1993-1-11/NA:2010-12	Nationaler Anhang zu [N11]
[N13]	DIN EN 1993-3-2:2010-12	EC3: Teil 3-2: Schornsteine
[N14]	DIN EN 1993-3-2/NA:2017-01	Nationaler Anhang zu [N13]
[N15]	DIN EN 1993-1-6:2010-12	EC3: Teil 1-6: Schalen
[N16]	DIN EN 1993-1-6/NA:2010-12	Nationaler Anhang zu [N15]
[N17]	DIN EN 1993-1-9:2010-12	EC3: Teil 1-9: Ermüdung
[N18]	DIN EN 1993-1-9/NA:2010-12	Nationaler Anhang zu [N17]
[N19]	DIN EN 1090-2:2018-09	Ausführung von Stahltragwerken
[N20]	DIN EN 1991-1-3:2010-12	EC1: Teil 1-3: Schneelasten
[N21]	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04	Nationaler Anhang zu [N20] (inkl. NA.F Eislasten)
* zurückgezogene Normen, hier nur als Referenz und zum Vergleich		
[L1]	Schneider	Bautabellen 23. Auflage (2018)
[L2]	Peterson	Stahlbau 4. Auflage (2013)
[L3]	DIBt Richtlinien für Windenergieanlagen	
[L4]	TSN Zeichnung #35.440.010.00 Verankerung	
[L5]	TSN Zeichnung #35.440.011.00 Schuß 1 - Fußschuß	

[L6] TSN Zeichnung #35.440.012.00 Schuß 2

[L7] TSN Zeichnung #35.440.013.00 Schuß 3

[L8] TSN Zeichnung #35.440.001.00 Übersicht 16m- Stahlrohrturm

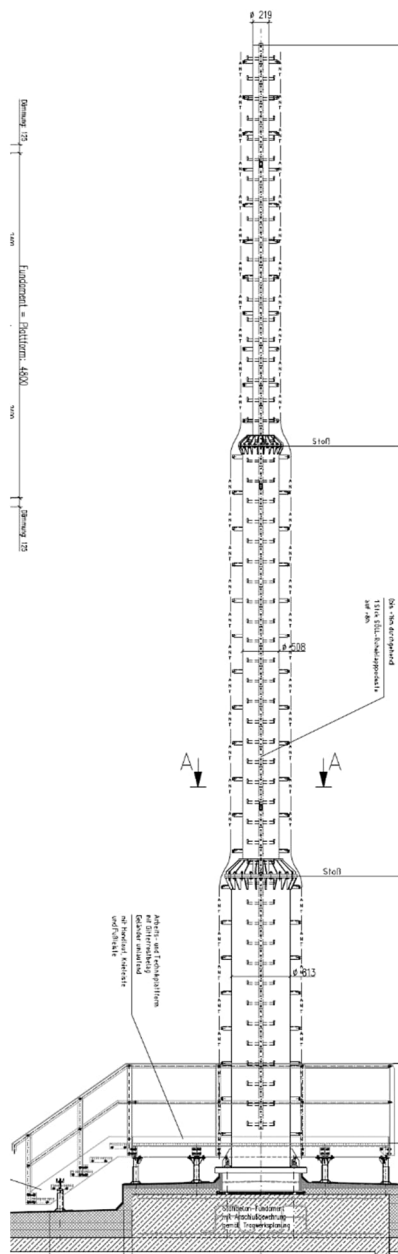
#### ANHANG:

A1: markierter Aufrissplan

A2: Antennendatenblätter

## 2. ÜBERSICHT

### 2.1 Übersicht



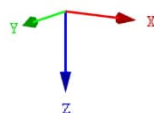
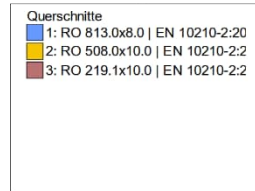
27,0m : Antennenreserven  
2,0m<sup>2</sup>

26,0m : Ø0,6m Rifu + Sirene + DAU 2m-Band  
2,0m<sup>2</sup> (Belegung 1)

16,5m : Rundstrahl+Tetra Sirene + Ø0,6m Rifu  
0,9m<sup>2</sup> (Belegung 2)

## 2.2 Modelle

Die Mast, Bühne und Antennenhalterung werden separat modelliert, um die maßgebenden dynamischen Einwirkungen zu ermitteln.



### 3. LASTANNAHMEN

#### 3.1 Staudruck

Der Standort befindet sich nach [N4] in der Windzone 1 in  $H_S = 445$  m üNN.

→  $v_{b,0} = 22,5$  m/s  $q_{b,0} = 0,32$  kN/m<sup>2</sup> [N4; Bild NA.A.1]

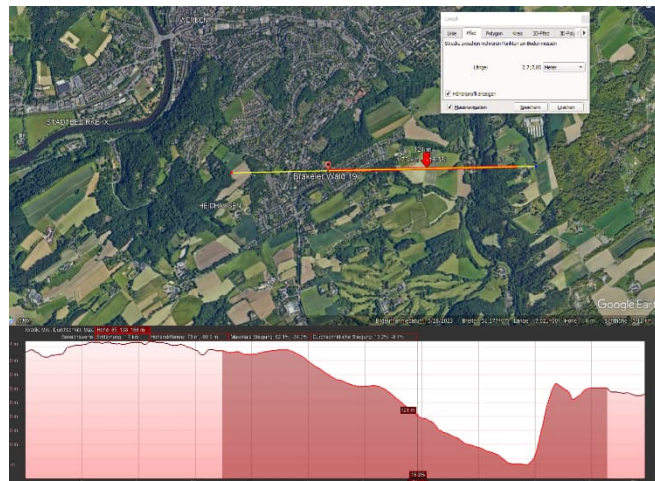
Das Gelände ist nach [N4; Tabelle NA.B.1] der Geländekategorie II zuzuordnen.

Mittelwind:  $v_{mf}(z) = 1,0 \cdot v_{b,0} (z/10)^{0,16} \cdot c_0$ ;  $q_m(z_e) = v_m^2(z)/1600$

Turbulenz:  $I_v(z) = 0,19 \cdot (z/10)^{-0,16} / c_0$  [N4; Tab. NA.B.2]

Böenwind:  $v_p(z) = 1,45 \cdot v_b (z/10)^{0,12}$   $q_p(z) = 2,1 \cdot q_b(z/10)^{0,24}$

Die Topographiebeiwerte werden als 1,0 ausgerechnet [N3; Bild A.2, Gl. (A.2); [A1]].



#### → Windprofil am Standort

Der Staudruck auf den Rohrturm nach [N4; Gl. (NA.B.11), N3; A.3] wird daher so gerechnet:

Mast	$z_e$	$v_m$	$q_m$	$I_v$	$v_p$	$q_p$
Position	[m]	[m/s]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[m/s]	[kN/m <sup>2</sup> ]
OK Turm	27,00	26,38	0,43	0,162	36,75	<b>0,85</b>
Antennenreserven	27,00	26,38	0,43	0,162	36,75	<b>0,85</b>
Antennenbelegung 1	26,00	26,22	0,43	0,163	36,59	<b>0,85</b>
Antennenbelegung 2	16,50	24,38	0,37	0,175	34,65	<b>0,76</b>
Flansch 2	21,42	25,42	0,40	0,168	35,75	<b>0,81</b>
Flansch 1	15,42	24,11	0,36	0,177	34,37	<b>0,75</b>
OK Fundament	11,00	22,85	0,33	0,187	33,00	<b>0,69</b>



### 3.2 Effektive Windflächen und Windlasten (ohne Eis)

#### Rohrschüsse

Für die Ermittlung der Schlankheit wird auf der sicheren Seite liegend die Gesamthöhe und die Breite in halber Höhe (analog [N1; A1.3.1] ) angesetzt.

$$c_{f,0} = 0,75$$

[N8; Tabelle NA.2]

$$\text{effective Schlankheit } \lambda = \frac{l}{b} = \frac{16m}{0,508m} \approx 32$$

$$\therefore \psi_{\lambda\alpha} = 0,82$$

[N3; Bild 7.36]

$$c_{f\_schaft} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha} = 0,75 \cdot 0,82 \rightarrow \mathbf{0,62}$$

Daher werden die Windlasten auf dem Rohr wie folgt ausgerechnet:

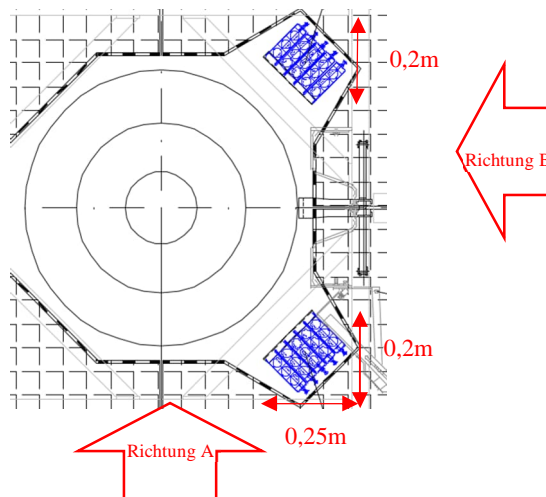
$$\text{Windlast; } w_{RStab} = (\phi_{Schaft} \cdot c_{f\_schaft} + cA_{L+K}) \cdot q_p$$

### 3.3 Windfläche & Gewichte: Steigleiter / Kabeltrasse

Am Rohrturm werden eine Steigleiter und zwei Kabelleiter (0,2m breite angenommen) mit den folgenden Windangriffsfläche und Eigengewicht berücksichtigt:

$$cA_{leiter} \approx 0,15m^2/m$$

$$g_{leiter} \approx 0,3kN/m$$



Richtung A

$$cA_{L+K\_A} \approx 0,15m^2/m + 0,25m \cdot 1,6c_d = 0,55m^2/m$$

Richtung B

$$cA_{L+K\_B} = 0,15m^2/m + 2(0,25m^2/m) \cdot 1,6c_d = 0,95m^2/m$$

Daher wird  $cA_{L+K} = \mathbf{0,95m^2/m}$  angesetzt.

### 3.4 Windlasten auf Rohrschüsse: Zusammenfassung

Mast	$z_e$	$q_p$	$\varnothing_{\text{Rohr}}$	$c_{f,\text{Rohr}}$	$cA_{L+K}$	$W_{R\text{Stab}}$
Position	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[mm]	[]	[m <sup>2</sup> /m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
I	27,00	0,85	219,0	0,62	0,95	<b>0,92</b>
	21,42	0,81	219,0	0,62	0,95	<b>0,88</b>
II	21,42	0,81	508,0	0,62	0,95	<b>1,02</b>
	15,42	0,75	508,0	0,62	0,95	<b>0,95</b>
III	15,42	0,75	813,0	0,62	0,95	<b>1,09</b>
	11,00	0,69	813,0	0,62	0,95	<b>1,00</b>

#### Stahlbau

Mast	$z_e$	$q_p$	$cA_{\text{Ant}}$	$W_{R\text{Stab}}$
Position	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kN]
Blitzfang	27,00	0,85	0,3	<b>0,21</b>
Antennenreserven	27,00	0,85	2,0	<b>1,70</b>
Antennenbelegung 1	26,00	0,85	2,01	<b>1,71</b>
Antennenbelegung 2	16,50	0,76	0,91	<b>0,69</b>

Die folgende Antennenbelegung und Reserven werden nach [U2] angesetzt:

Typ	l	H UK	FWind	v	cA	Hm	n	ΣcA + ggf Halterung (10%)	ΣcA.HUK
	[m]	[m]	[kN]	[km/h]	[m²]	[m]		[m²]	[m²·m]
Belegung 1									
Ø0,6m Rifu	0,60	26,00	-		0,50	26,30	1	0,55	14,5
Sirene	1,33		-		1,31	26,67	1	1,44	38,4
DAU 2m-Band Antenne	1,30		0,02	160	0,02	26,00	1	0,02	0,5
								2,01	
Belegung 2									
Steag Rundstrahl	2,85	16,50	0,23	162	0,18	17,93	1	0,20	3,6
DAU GPS Antenne			0,01	150	0,01	16,50	1	0,01	0,2
Tetra Antenne Sirenen	0,34		0,17	160	0,14	16,67	1	0,15	2,6
Sat-TV Parabol Ø0,6m			-		0,50	16,50	1	0,55	9,1
								0,91	
Summen							Σ	2,9	68,7

### 3.5 Windlast mit Eis

Nach [N6; NA.C.3] darf vereinfacht ein allseitiger Eisansatz von 3cm angenommen werden. Außerdem darf nach [N6; NA.C.4] im Lastfall mit Eis der Staudruck auf 60% abgemindert werden.

$$c_A > \Psi_0 = 0,6 \cdot c_{A_{\text{Eis}}} \quad \text{bzw.} \quad c_{A_{\text{Eis}}} < c_A / 0,6$$

→ Rohrschusswindlast

$$\rightarrow W_{\text{Rohr}_27\text{m}} = \mathbf{0,6 \text{ kN/m}}; c_{A_{0,219\text{m}}} = 0,22\text{m} \cdot 0,63 + 0,55\text{m}^2/\text{m} = \mathbf{0,69\text{m}^2/\text{m}}$$

$$\rightarrow W_{\text{Rohr}_11\text{m}} = \mathbf{0,73 \text{ kN/m}}$$

Durch allseits 3 cm Eis mit einem 0,2m breiten Leiter vergrößert sich die Windfläche des Rohrschusses auf am mindestens  $[0,219\text{m} + 2(0,030\text{m}) + 1 \cdot 0,2\text{m}^2/\text{m} + 2(0,03\text{m}) \cdot 0,15\text{m}^2/\text{m} + 2(0,03\text{m}) =] 0,75\text{m}^2/\text{m}$  oder um:

$$\frac{0,75\text{m}^2/\text{m}}{0,69\text{m}^2/\text{m}} = 108\%.$$

$$\begin{aligned} \rightarrow W_{\text{Rohr, Eis, } z=27\text{m}} &\approx 1,08 \cdot W_{\text{Rohr}} \cdot \Psi_0 = 1,08 \cdot 0,6\text{kN/m} \cdot 0,6 \\ &= \mathbf{0,4\text{kN/m} < 0,69\text{kN/m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow W_{\text{Rohr, Eis, } z=11\text{m}} &\approx 1,08 \cdot W_{\text{Rohr}} \cdot \Psi_0 = 1,08 \cdot 0,73\text{kN/m} \cdot 0,6 \\ &= \mathbf{0,5\text{kN/m} < 0,73\text{kN/m}} \end{aligned}$$

**Daher erübrigt sich der Nachweis mit Eis.**

### 3.6 Strukturbeiwert $c_s c_d$

<b>Geometrie und Turbulenzwerte:</b>					
Durchmesser in zs	b =	0,508 m			
Höhe Turm über Fund	h =	16,0 m			
Effektive Höhe:	z <sub>s</sub> =	0,6·h =	9,6 m		[N3; Bild 6.1]
Mittlerer Wind:	v <sub>m</sub> (z <sub>e</sub> ) =	22,35 m/s			[s. S. 2-1]
<b>Turbulenzintensität:</b>	I <sub>v</sub> (z <sub>e</sub> ), GK2 =	0,19(z <sub>s</sub> /10) <sup>-0,16</sup> =	<b>0,191</b>		[N4; Tab. NA.B.2]
Integrallängenmaß:	L(z <sub>s</sub> ) =	300·(z <sub>s</sub> /300) <sup>ε</sup> mit ε (GK II) =	0,26		[N4; Tab. NA.C.1]
	L(z <sub>s</sub> ) =	122,6 m			[N4; (NA.C.2)]
Eigenfrequenz:	n <sub>1,x</sub> =	2,67 Hz		(s. RStab/Dynam S. 6-17)	
Dimensionslose spektrale Dichte [N4; (NA.C.3)]:					
	$f_L(z, n) = \frac{n_{1,x} \cdot L(z)}{v_m(z)}$	= 14,646	$S_L(z, n) = \frac{6,8 \cdot f_L(z, n)}{(1 + 10,2 \cdot f_L(z, n))^{5/3}}$	= 0,023	
Aerodynamische Übertragungsfunktionen [N3; (B.7)-(B.8)]:					
	$\eta_h = \frac{4,6 \cdot h}{L(z_s)} f_L(z_s, n_{1,x})$	= 8,792	$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \cdot \eta_h^2} \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_h})$	= 0,107	
	$\eta_b = \frac{4,6 \cdot b}{L_i(z_e)} f_L(z_s, n_{1,x})$	= 0,279	$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \cdot \eta_b^2} \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_b})$	= 0,837	
logarithmische Dämpfungsdekrement:		δ =	0,10		[N2; A.2.1.1]
<b>Böengrundanteil:</b>	$B^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left( \frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}$		= <b>0,797</b>		[N3; (B.3)]
<b>Resonanz-Antwort:</b>	$R^2 = \frac{\pi^2}{2 \cdot \delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b)$		= <b>0,102</b>		[N3; (B.6)]
Erwartungswert der Frequenz:	$\nu = n_{1,x} \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}}$		= 0,899 Hz		[N3; (B.5)]
<b>Spitzenbeiwert:</b> (für T = 600 s)	$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(\nu \cdot T) + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(\nu \cdot T)}}}$		= <b>3,716</b>		[N3; (B.4)]
<b>Strukturbeiwert:</b>	$c_s c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 6 \times I_v(z_s)}$		= <b>1,093</b>		[N4; (NA.C.1)]

### 3.7 Lastfälle in RSTAB

#### 3.7.1 Allgemeines

Die Berechnung und Bemessung erfolgt mit dem Programm RSTAB der Firma DLUBAL. Das Eigengewicht der Konstruktion wird mit einem Zuschlag von 10% für Anschlüsse und Verzinkung vom Programm ermittelt.

#### 3.7.2 Lastfälle

LF1: Eigengewicht der Konstruktion und der Einbauten.

LF2: Eiseigengewicht auf der Konstruktion und den Einbauten.

LF3: Böenwind in X Richtung (frontal auf eine Wand = 0°).

Die Lastfälle bezüglich der Eislasten wurden vernachlässigt, da die ergebenen Schnittgrößen nicht maßgebend sind.

### 3.8 Berechnete Lastgruppen

#### 3.8.1 Bemessung

Sicherheitsfaktor Wind :  $\gamma_Q = 1,5$

Sicherheitsfaktor Eigengewicht :  $\gamma_G = 1,3$

Die Windlastfälle werden zusätzlich mit Strukturbeiwert  $c_s c_d = 1,1$  (s.S.3-5) auf den Bemessungsstaudruck erhöht.

$$\rightarrow \gamma = \gamma_Q \cdot c_s c_d = 1,5 \cdot 1,1 = 1,65$$

LK1: Bemessung G + Wind 0° (1,3·LF1 + 1,65·LF3)

Die maßgebende Zusammenfassung für die Grenzzustand der Tragfähigkeit wird in EK1 (Ergebniskombination) gegeben.

#### 3.8.2 Charakteristische Schnittkräfte

Im RStab-Ausdruckprotokoll werden die charakteristische Schnittkräfte (1,0-fache) des Rohrturms inklusiv das Strukturbeiwert ausgegeben [s.S RStab 6-12].

1,0 ·  $c_s c_d$  – facher Staudruck für Fundamentsberechnung

LK3: G + Wind 0° (LF1 + 1,1 · LF3)

Die Richtfunktauglichkeit des Rohrturms wird durch einen Lastfall bei 1,0 – fachem Staudruck (ohne das Strukturbeiwert) geprüft.

LK2: G + Wind 0° (LF1 + 1,0 · LF3)

#### 4. 1,0-FACHE LAGERREAKTION

Nachfolgend werden die Fußlasten für die Fundamentberechnung aufgerundet.

##### Charakteristische Werte (1,0-fache Windlast inkl. $c_{scd}$ -Beiwert und Eigengewicht)

1,0 G + 1,1 Wind: (RStab 6-12)

$$M_{OK} = 205kNm$$

$$H_{OK} = 25kN$$

$$N_{Turm} = 31kN$$

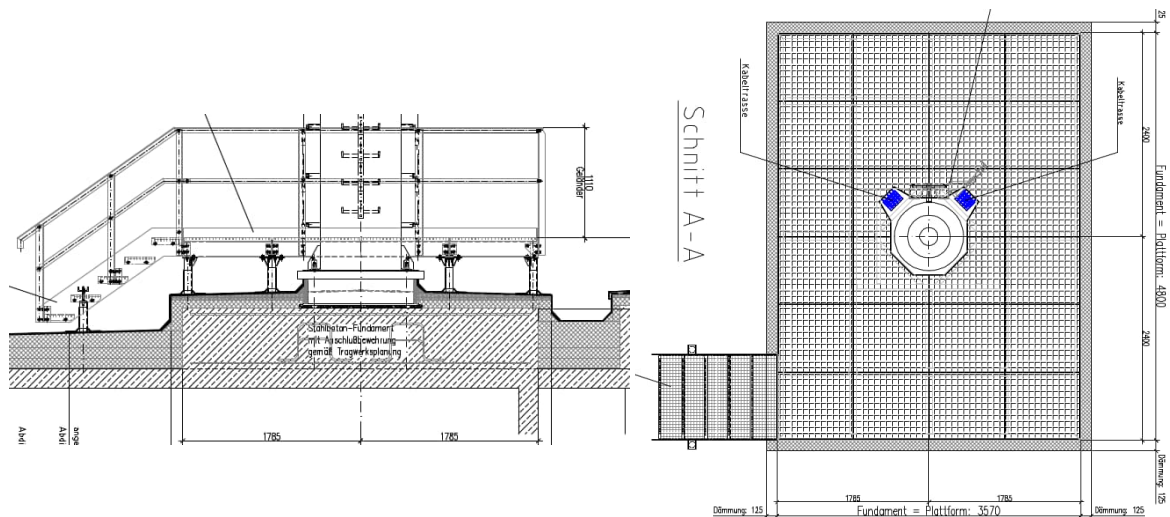
$$[RStab LK3 - M_z'_{lager}]$$

$$[RStab LK3 - V_z'_{lager}]$$

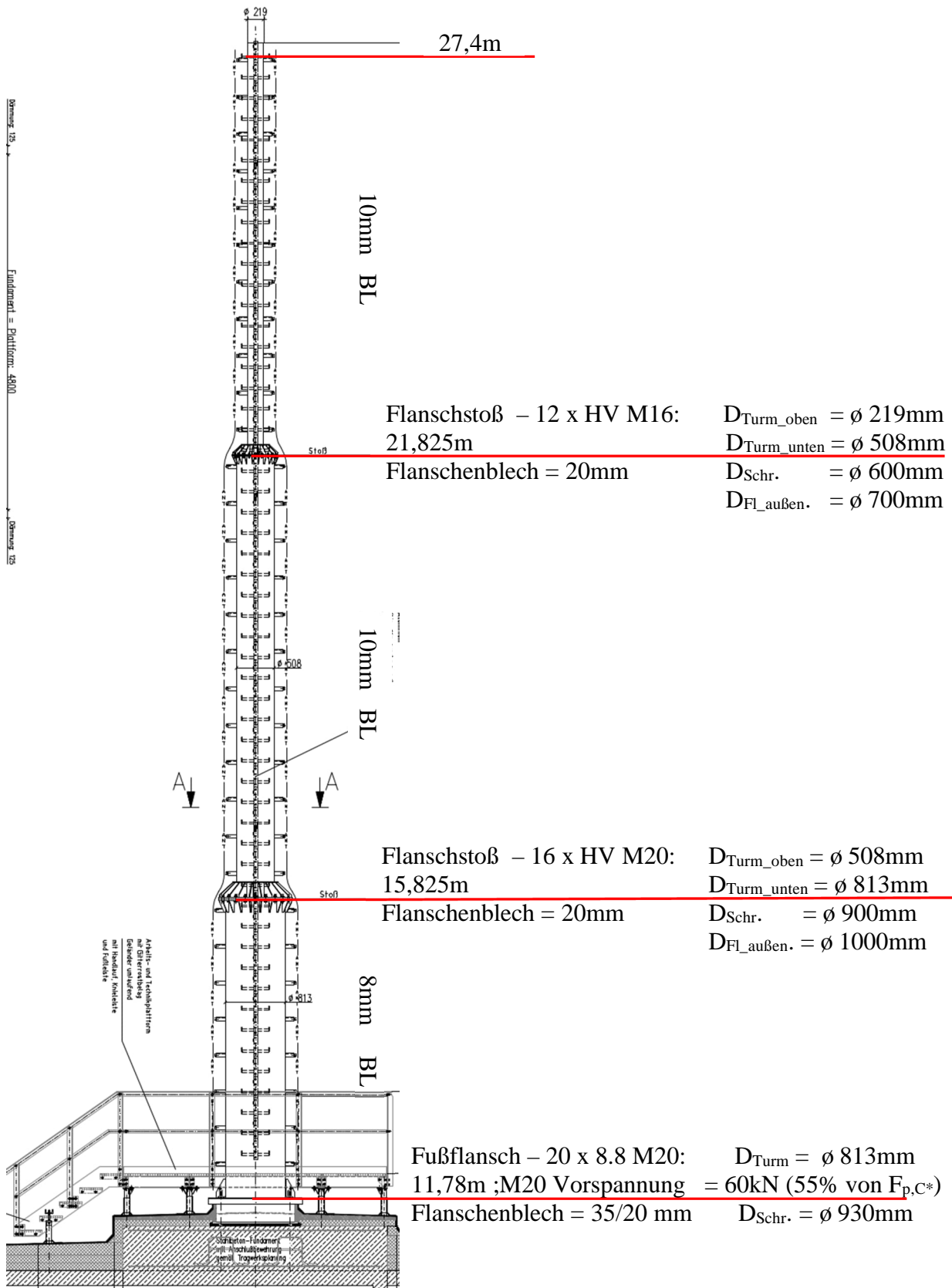
##### Plattform

$$N_{Plattform} = 20kN$$

Die zusätzlichen Normalkräfte von 20 kN aus der Arbeitsplattform mit Geländer und Gitterrostbelag werden gemäß TSN-Entwurfsplanung 35.951.916.00 in das geplante Blockfundament (mit L=4,80m, B=3,57m, H=0,6m) auf dem Dachgeschoß eingeleitet.



## 5. STOß- UND FUßNACHWEIS



M16 HV Schrauben 10.9 :  $A_S = 1,57\text{cm}^2$  ;  $F_{p,C*} = 100\text{kN}$  ;  $F_{t,Rd} = 113\text{kN}$   
M20 HV Schrauben 10.9 :  $A_S = 2,45\text{cm}^2$  ;  $F_{p,C*} = 160\text{kN}$  ;  $F_{t,Rd} = 176,4\text{kN}$   
M20 HV Schrauben 8.8 :  $A_S = 2,45\text{cm}^2$  ;  $F_{p,C*} = 110\text{kN}$  ;  $F_{t,Rd} = 141,1\text{kN}$

## 5.1 Schrauben- und Flanschnachweis

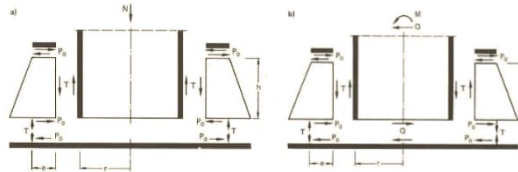
Die Schnittkraftermittlung erfolgt nach [L2; Kap. 36.9]

$$N_{Ed,Schr} = \frac{2 \cdot M_{Ed}}{\phi/2 \cdot n} - \frac{N_{Ed}}{n} = T_{Ed}$$

$$n = \text{Schraubenzahl}; N = \text{Eigengewicht [kN]}$$

H [m]	Schraube	M <sub>Ed</sub> [kNm] <small>RStab 7-11</small>	N <sub>Ed</sub> [kN]	n [-]	Ø <sub>Schr</sub> [m]	N <sub>Ed,Schr</sub> ; T <sub>Ed</sub> [kN]	Γ <sub>Schr</sub>
21,83	M16	55	8	12	0,6	30	0,26
15,825	M20	175	23	16	0,9	47	0,27
11,78	M20	290	36	20	0,93	61	0,34

30  
22,5  
18



### 5.1.1 Flanschnachweis: 21,83m

### Kräftepaar an den Rippen [nach L2]

e = Abstand Rohr bis Mitte Randträger  $\leq 13$  cm      h = 20 cm

$$P_o = T_{Ed} \cdot e / h = \pm 30 \text{ kN} \cdot 13 \text{ cm} / 20 \text{ cm} = 24 \text{ kN}$$

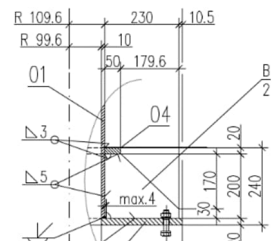
Die Rippen werden am Ober- und Untergurt durch **2 · 5mm Kehlnähte** angeschlossen.

Maßgebend ist die Schweißnaht am Obergurt. Der obere Flansch steht 50 mm über.

$$\rightarrow l_{\text{eff}} = 5,0\text{cm} - 2,0\text{cm} = 3,0\text{cm} \quad a = 2 \cdot 5 \text{ mm} = 10\text{mm}$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a \cdot l_{\text{eff}} = 25,1 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1,0 \text{ cm} \cdot 3,0 \text{ cm} = 75,3 \text{ kN}$$

$$\Gamma = P_o / F_{w,Rd} = 24\text{kN} / 75,3\text{kN} = \mathbf{0,32} < \mathbf{1,0}$$



### Biegung im Oberflansch infolge Zugkraft in den Schrauben

Der Flansch wird als 1-Feld Platte mit freigespannten Enden angesehen.

$$K = 1 \cdot N_{Ed, Schr} = 30 \text{ kN}$$

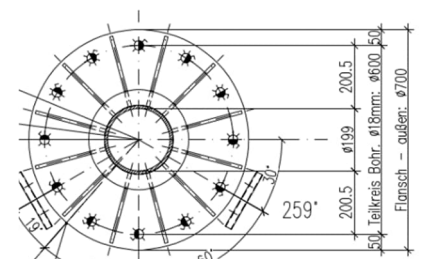
$$L_{\text{Platte}} = 16\text{cm}; \quad l_y = b_{f_{\text{eff}}} \approx 24\text{cm}/3 = 8,0\text{cm}$$

$$\text{BM}_{\text{PLATTE}} = W \cdot L / 8 = 30\text{kN} \cdot 16\text{cm} / 8 = 60\text{kNcm}$$

$$w_F = t_F^2 \cdot b_f / 6 = 2,0^2 \cdot 8,0 \text{ cm} / 6 = 5,33 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Fd} = BM_{PLATTE} / w_F = 60 \text{ kN} / 5,33 \text{ cm}^3 = 11,3 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Gamma_1 = \sigma_{\text{Fd}} / (f_v/\gamma_M) = 11,3 / (34,5/1,0) = \mathbf{0,33} < \mathbf{1,0}$$





### 5.1.2 Flanschennachweis 15,8m

#### Biegung im Flansch infolge Zugkraft in den Schrauben

Der Flansch wird als 1-Feld Platte mit freigespannten Enden angesehen.

$$K = 1 \cdot N_{Ed,Schr} = 47 \text{ kN}$$

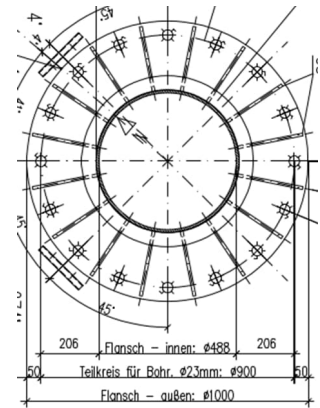
$$L_{Platte} = 19,1 \text{ cm}; \quad l_y = b_{f\_eff} \approx 24,4 \text{ cm} / 3 = 8,17 \text{ cm}$$

$$BM_{PLATTE} = W \cdot L / 8 = 47 \text{ kN} \cdot 14,1 \text{ cm} / 8 = 82,8 \text{ kNcm}$$

$$w_F = t_F^2 \cdot b_f / 6 = 2,0^2 \cdot 8,17 \text{ cm} / 6 = 5,44 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Fd} = BM_{PLATTE} / w_F = 82,8 \text{ kNcm} / 5,44 = 15,2 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Gamma_1 = \sigma_{Fd} / (f_y / \gamma_M) = 15,2 \text{ kN/cm}^2 / (34,5 / 1,0) = \mathbf{0,44 < 1,0}$$



#### Kräftepaar an den Rippen [L2]

$$e = \text{Abstand Rohr bis Mitte Randträger} \leq 12 \text{ cm} \quad h = 20 \text{ cm}$$

$$P_o = T_{Ed} \cdot e / h = \pm 47 \text{ kN} \cdot 12 \text{ cm} / 20 \text{ cm} = 28,2 \text{ kN}$$

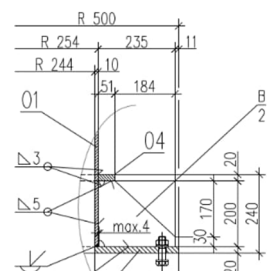
Die Rippen werden am Ober- und Untergurt durch **2 · 5mm Kehlnähte** angeschlossen.

Maßgebend ist die Schweißnaht am Obergurt. Der obere Flansch steht 50mm über.

$$\rightarrow l_{eff} = 5,0 \text{ cm} - 2,0 \text{ cm} = 3,0 \text{ cm} \quad a = 2 \cdot 5 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 25,1 \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 75,3 \text{ kN}$$

$$\Gamma = P_o / F_{w,Rd} = 28,2 \text{ kN} / 75,3 \text{ kN} = \mathbf{0,37 < 1,0}$$



## 5.2 Fußflansch

### Geometrie Fusskonstruktion

#### Fundament

Fundamenthöhe	$h_{Fu} =$	500 mm
Lage Ankerbarren ab UK Fundament	$k_{Fu} =$	250 mm
Mörtelbett unter Flansch	$d_{Mörtel} =$	35 mm

#### Rohr

		siehe Zeichnung 35.440.011.00
Ø Rohr Aussen	$D_{R,a} =$	813 mm
Manteldicke	$t =$	10,0 mm
Ø Rohr Innen	$D_{R,i} =$	$D_{R,a} - 2t = 793,0$ mm
mittlerer Mantelradius	$r_m =$	$(D_{R,a} - t) / 2 = 401,5$ mm
Mantelfläche	$A_R =$	$\pi / 4 \cdot (D_{R,a}^2 - D_{R,i}^2) = 25227$ mm <sup>2</sup>

#### Schrauben

gew. Schrauben	FK 8.8	Typ	M20
Anzahl Schrauben	$n_s =$		20
Abstand Schraube <-> Mantelrand	$b_{SM} =$		58,5 mm
Abstand Schraube <-> freier Rand	$a =$	bis Außenkante Flansch	115 mm
Hebel Schr. <-> Mitte Rohrmantel	$b =$	$b_{SM} + t / 2 =$	63,5 mm
Ø Schraubenkreis	$D_{SK} =$	$D_{R,a} + 2b_{SM} =$	930 mm
Schraubenkreisradius	$r_s =$	$D_{SK} / 2 =$	465 mm
Ø Schraube	$d_s =$		20 mm
Ø Scheibe	$D =$		37 mm
Scheibendicke	$d_w =$		3 mm
Spannungsquerschnitt Schraube	$A_s =$		2,45 cm <sup>2</sup>
Lochspiel	$\Delta d_s =$		2 mm
Lochdurchmesser	$d_L =$	$d_s + \Delta d_s =$	22 mm

#### Flansche und Rippen

t Rippe	$t_r =$		10 mm
h Rippe	$h_r =$		295 mm
Überstand Flansch <-> Rippe	$u_1 =$	Außen	10 mm
b Rippe	$b_r =$	$a + b_{SM} - u_1 =$	163,5 mm
Schubfläche	$A_Q =$	$h_r \cdot t_r =$	29,5 cm <sup>2</sup>
Sp.Fläche	$A_b =$	$b_r \cdot t_r =$	16,4 cm <sup>2</sup>
Abstand Rippen im Schraubenkreis	$bt =$	$2 \cdot \pi \cdot r_s / n_s =$	146,1 mm
Überstand Flansch <-> Rohr	$u_2 =$	Innen	46,5 mm
Durchmesser Flansch außen	$D_{Fl,a} =$	Außen	1160 mm
Durchmesser Flansch innen	$D_{Fl,i} =$	am Rohr	700 mm
Flanschdicke oben	$t_{Fl,o} =$		35 mm
Flanschdicke unten	$t_{Fl,u} =$		20 mm
Flanschbreite oben	$b_{Fl,o} =$	$a + b_{SM} =$	173,5 mm
Flanschbreite unten	$b_{Fl,u} =$	$(D_{Fl,a} - D_{Fl,i}) / 2 =$	230 mm
Materialkennwerte	$E =$		21000 kN/cm <sup>2</sup>
Stahlgüte/Dickenbereich Flansche			S355 <40mm
Streckgrenze	$f_{yk} =$		355 N/mm <sup>2</sup>

<b>Federkonstanten</b>			
<b>Ankerfeder/ Gewindestange</b>			
Länge Ankerstange	$L_S = L_2 =$	$h_{Fu} - k_{Fu} + 2 \cdot t_{Fl,u} + h_r + t_{Fl,o} + d_{Mörtel} =$	655 mm
Federkonstante Ankerstange	$C_s = C_{1,1} =$	$E \cdot A / L_S = E \cdot d_s^2 \cdot \pi / (4 \cdot L_S) =$	1007 kN/cm
<b>Rippen</b>			
Schub Rippe	$C_R = C_{1,2} =$	$G \cdot A_Q / b =$	37630 kN/cm
Stauchung Rippe und Flansche	$C_R = C_{1,3} =$	$E \cdot A_b / (h_r + t_{Fl,o} + t_{Fl,u}) =$	9810 kN/cm
<b>Federkonstante Stahlbauteile</b>	<b><math>C1 =</math></b>	<b><math>1/(1/C_{1,1} + 1/C_{1,2} + 1/C_{1,3}) =</math></b>	<b>892 kN/cm</b>
<b>Stauchung Betondruckkörper</b>			
	$L_b = L_1 =$	$h_{Fu} - k_{Fu} - t_{Fl,u} =$	230 mm
	$B_r =$	$b_r + L_b \cdot \tan 30^\circ =$	296 mm
	$C_B = C_{2,2} =$	Ansatz 3 nach [L1; Bild 54]	168548 kN/cm
	$C_{2,1} = C_{1,3} =$		9810 kN/cm
<b>Betondruckkörper</b>	<b><math>C_2 =</math></b>	<b><math>1/(1/C_{2,1} + 1/C_{2,2}) =</math></b>	<b>9270 kN/cm</b>
<b>Gesamtfederkonstante</b>	<b><math>C =</math></b>	<b><math>C_1 + C_2 =</math></b>	<b>10162 kN/cm</b>
<b>Schnittkräfte am Fuss <math>\gamma</math>-fach</b>			
	$M =$		300 kNm
	$N =$		40 kN
	$Q =$		35 kN
Ankerkraft gamma-fach	$Z_d =$	$2 \cdot M / (nS \cdot r_m) - N / nS =$	72,7 kN
Ankerkraft inf. M & N 1,0-fach	$Z_0 =$	$2 \cdot M / (1,5 \cdot nS \cdot r_m) - N / (1,3 \cdot nS) =$	48,3 kN
erf. Vorspannkraft	erf. $F_V =$	$C_2 \cdot Z_0 / (C_1 + C_2) =$	44,0 kN
<b>gewählte Vorspannkraft</b>	<b>gew. <math>F_V \geq</math></b>	<b><math>1,2 \times \text{erf. } F_V \approx</math></b>	<b>60,0 kN</b>
	100% $F_V =$		110 kN
	$N_{R,d} =$		141,1 kN
<b>Ankerkraft</b>	$p =$	$1 / (1 + C_2 / C_1) =$	0,0878
	$F_{VS} =$	$\text{gew. } F_V + p \cdot Z_0 =$	64,2 kN
	$Z'_d =$	$\text{gew. } F_V + p \cdot Z_d =$	66,4 kN
<b>Ankernachweis unter Bemessungslast</b>	<b><math>\eta =</math></b>	<b><math>\max Z_d / N_{Rd} =</math></b>	<b>0,52 &lt; 1,0</b>
<b>Nachweis Betondruck</b>			
Flansch Aussenradius	$R_{Fl,a} =$	$D_{Fl,a} / 2 =$	580,0 mm
Flansch Innenradius	$R_{Fl,i} =$	$D_{Fl,i} / 2 =$	350,0 mm
Druckfl. Je Anker	$A_b =$	$\pi \cdot (R_{Fl,a}^2 - R_{Fl,i}^2) / n_s =$	33599 mm²
Druckspannungsnachweis	$F_{E,d} =$	$Z'_d =$	66,4 kN
	$\sigma_b =$	$F_{E,d} / A_b =$	1,98 N/mm²
Betongüte			C25/30
	$f_{ck} =$		25
	$f_{cd} =$	$f_{ck} / \gamma_M = f_{ck} / 1,5 =$	16,67 N/mm²
	$s_{Rd,max} =$	$0,75 \cdot f_{cd} =$	12,50 N/mm²
	<b><math>\eta =</math></b>	<b><math>s_{E,d} / s_{R,d} =</math></b>	<b>0,16 &lt; 1,0</b>

<b>Nachweis der Schweißnaht der Fußaussteifung</b>			
Grenzsweißnahtspannung	$\sigma_{W,R,d} = \alpha_W \cdot f_{yk} / \gamma_M =$	20,3	kN/cm <sup>2</sup>
<b>Schweißnaht zwischen Tragrohr und Steife (Doppelkehlnaht)</b>			
Die Schweißnaht zwischen Steife und Tragrohr wird durch Normal- und Schubspannung beansprucht.			
Die Normalspannung resultiert aus dem Versatzmoment, welches theoretisch durch die exzentrisch zur Schweißnaht angreifende Zugkraft im Tragrohr entsteht.			
	max. Z =	Zd =	72,7 kN
	t <sub>r</sub> =	s.o.	10 mm
Steifenhöhe	h <sub>r</sub> =	s.o.	295 mm
Steifenausschnitt	S <sub>S</sub> =	Ausrundung an einem Ende	25 mm
Schweißnahtdicke je Naht	a =		4 mm
Widerstandsmoment	W =	$(h_r - 2 \cdot S_S)^2 \cdot 2 \cdot a / 6 =$	80,03333333 cm <sup>3</sup>
Normalspannung	$\sigma =$	$\max. Z \cdot t / (2 \cdot W) =$	0,5 kN/cm <sup>2</sup>
Schubspannung	$\tau =$	$1,5 \cdot Z / A = 1,5 \cdot Z / (2 \cdot a \cdot h_S) =$	5,6 kN/cm <sup>2</sup>
Vergleichsspannung	$\sigma_v =$	$(\sigma^2 + \tau^2)^{0,5} =$	5,6 kN/cm <sup>2</sup>
		$\eta =$	0,28 < 1,0
<b>Schweißnaht zwischen Steife und Fußblech (Doppel- HV- Naht)</b>			
	$\sigma =$	$\max. Z / (l_W \cdot a) =$	4,2 kN/cm <sup>2</sup>
		$\eta =$	0,21 < 1,0
<b>Schweißnaht zwischen Tragrohr und Fußblech ( Doppelkehlnaht)</b>			
Spannung im Mantel	$\sigma =$		-5,8 kN/cm <sup>2</sup>
Ersatzlinienlast	s' =	$\sigma \cdot t =$	-5,8 kN/cm
Spannung in Schweißnaht (Zug negativ)	s'' =	$s' / 2 / a =$	-7,3 kN/cm <sup>2</sup>
		$\eta =$	0,36 < 1,0

<b>Nachweis der Schweißnaht der Fußaussteifung</b>			
Grenzsweißnahtspannung	$\sigma_{W,R,d} = \alpha_W \cdot f_{yk} / \gamma_M =$		20,3 kN/cm <sup>2</sup>
<b>Schweißnaht zwischen Tragrohr und Steife (Doppelkehlnaht)</b>			
Die Schweißnaht zwischen Steife und Tragrohr wird durch Normal- und Schubspannung beansprucht.			
Die Normalspannung resultiert aus dem Versatzmoment, welches theoretisch durch die exzentrisch zur Schweißnaht angreifende Zugkraft im Tragrohr entsteht.			
	max. Z =	Zd =	72,7 kN
	t <sub>r</sub> =	s.o.	10 mm
Steifenhöhe	h <sub>r</sub> =	s.o.	295 mm
Steifenausschnitt	S <sub>s</sub> =	Ausrundung an einem Ende	25 mm
Schweißnahtdicke je Naht	a =		4 mm
Widerstandsmoment	W =	$(h_r - 2 \cdot S_s)^2 \cdot 2 \cdot a / 6 =$	80,03333333 cm <sup>3</sup>
Normalspannung	$\sigma =$	max. Z · t / (2 · W) =	0,5 kN/cm <sup>2</sup>
Schubspannung	$\tau =$	$1,5 \cdot Z / A = 1,5 \cdot Z / (2 \cdot a \cdot h_s) =$	5,6 kN/cm <sup>2</sup>
Vergleichsspannung	$\sigma_v =$	$(\sigma^2 + \tau^2)^{0,5} =$	5,6 kN/cm <sup>2</sup>
		$\eta =$	0,28 < 1,0
<b>Schweißnaht zwischen Steife und Fußblech (Doppel- HV- Naht)</b>			
	$\sigma =$	max. Z / (k <sub>w</sub> · a) =	4,2 kN/cm <sup>2</sup>
		$\eta =$	0,21 < 1,0
<b>Schweißnaht zwischen Tragrohr und Fußblech (Doppelkehlnaht)</b>			
Spannung im Mantel	$\sigma =$		-5,8 kN/cm <sup>2</sup>
Ersatzlinienlast	s' =	$\sigma \cdot t =$	-5,8 kN/cm
Spannung in Schweißnaht (Zug negativ)	s'' =	s' / 2 / a =	-7,3 kN/cm <sup>2</sup>
		$\eta =$	0,36 < 1,0
<b>Nachweis Fussflansch</b>			
Vereinfachend wird das Fussblech als zwischen den Steifen spannender Einfeldbalken nachgewiesen.			
Die Flächenpressung entspricht der Ersatzlinienlast s'			
	q' =	-s' =	5,8 kN/cm <sup>2</sup>
	e =	b <sub>l</sub> =	14,61 cm
Biegemoment	M =	q' · e <sup>2</sup> / 8 =	155,73 kNcm
	W =	b · t <sup>2</sup> / 6 =	15,33 cm <sup>3</sup>
	$\sigma =$	M/W =	10,2 kN/cm <sup>2</sup>
	$\sigma_{R,d} =$	(S355)	32,3 kN/cm <sup>2</sup>
Auslastung		$\eta =$	0,31 < 1,0
<b>Flanschbiegung (Oberflansch)</b>			
Auf der sicheren Seite liegend wird für den Oberflansch ein teilweise eingespannter Einfeldträger zwischen den Rippen angesetzt und der Anschluss am Rohrmantel vernachlässigt.			
	M <sub>d</sub> =	Z <sub>d</sub> · b <sub>l</sub> / 6 =	177,1 kNcm
	W =	b <sub>Fl,o</sub> · t <sub>F,o</sub> <sup>2</sup> / 6 =	35,42 cm <sup>3</sup>
	$\sigma_d =$	M <sub>d</sub> / W =	5,00 kN/cm <sup>2</sup>
	$\sigma_{R,d} =$	f <sub>yk</sub> / γ <sub>F</sub> =	32,3 kN/cm <sup>2</sup>
	$\eta =$	$\sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} =$	0,15 < 1,0

### 5.3 Ermüdungsnachweis – Rohrmantel

#### Ermittlung der Schwingform

- $N$  = Normalkraft aus Eigengewicht (LF1) am Knoten (RStab 6-14)  
 $u_{x,Norm}$  = normierte Verformung infolge ständige Lasten des Abschnitts  $i = \Sigma G$   
 $u_{x,i}$  = normierte Schwingform (s. Dynamik S. 6-17)  
 $m_i$  = ständige Lasten des Abschnitts  $i = \Sigma G$   
 $\Delta h_i$  = Länge des Abschnitts  $i$   
 $\Phi_i$  = bezogene Schwingwegamplitude in der Mitte des Abschnitts  $i$   
 (interpoliert aus  $u_x$  am Knoten)

Kn. Nr.	H [m]	N [kN]	$u_{x,Norm}$ [RStab 7-16]	Stab Nr.	$m_i$ [kN]	$\Delta h_i$ [m]	$\Phi_i$ []	$ \Phi_i \cdot \Delta h_i $ [m]	$\Phi_i^2 \cdot \Delta h_i$ [m]	$m_i \cdot \Phi_i^2$ [kN]
4	27,4	0,0	1,000							
				3	6,0	5,58	0,633	3,526	2,230	2,400
3	21,8	-6,0	0,265							
				2	12,0	6,00	0,150	0,897	0,134	0,268
2	15,8	-18,0	0,034							
				1	7,0	4,05	0,017	0,069	0,001	0,002
1	11,8	-25,0	0,000							
						15,62	$\Sigma =$	<b>4,49</b>	<b>2,37</b>	<b>2,67</b>

Der Durchmesser entspricht der Wirkungslänge von der obersten 6m · Ø0,219m = 1,3m bis an der Spitze.

Äquivalente Masse [N3; (F.14)]:	$m_e = \frac{\int_0^l m(s) \cdot \Phi_1^2(s) ds}{\int_0^l \Phi_1^2(s) ds} \approx \frac{\sum_i m_i \cdot \Phi_i^2}{\sum_i \Phi_i^2 \cdot \Delta h_i} = 112,9 \text{ kg/m}$
Beiwert der Schwingform [N3; (E9)]:	$K = \frac{\int_{h_F} \Phi(z) dz}{4\pi \int_{h_F} \Phi^2(z) dz} \approx \frac{\sum_i \Phi_i \cdot \Delta h_i}{4\pi \sum_i \Phi_i^2 \cdot \Delta h_i} = 0,151$
Eigenfrequenz:	$n_i = 2,670 \text{ Hz}$ RSTAB S. 6-17
Strouhalzahl	$S = 0,18$ [N3; Tabelle E.1]
Dämpfungsdekrement:	$\delta = 0,015$ [L4; 9.5]
Durchmesser Rohr:	$d = 219,0 \text{ mm}$
$v_{crit}$ :	$v = 3,25 \text{ m/s}$ [N3; (E.2)]
Reynoldszahl:	$R = 4,74E+04$ [N3; (E.5)]
	$clat = 0,7$ [N3; Tab. E.4]
Höhe Turm:	$hf = 16,0 \text{ m}$
	$L/d = 6,00$ [N3; Tab. E.4]
	$hf/d = 73,1$
Wirklängenfaktor:	$K_w = 0,227$ [N3; (E.8) bzw. Tab.E.5]
Scrutonzahl:	$Sc = 56,5$ [N3; (E.4)]
Schwingwegamplitude:	$y_{F,max} = 2,9 \text{ mm}$ [N3; (E.7)]
Kontrolle:	$\Phi_i^* y_{F,max}/d = 0,013 < 0,1$

#### Beanspruchung durch wirbelerregte Schwingung

$$F_i = m_i \cdot (2 \pi f)^2 \cdot \phi_i \cdot \max y_F;$$

Stab Nr.	$m_i$ [kg]	$(2 \pi n_i)^2$ [1/s <sup>2</sup> ]	$\Phi_i$	$y_{F,max}$ [m]	$F_{w,i}$ [kN]	$\Sigma F$ [kN]	$h_i/2$ [m]
3	600,0	281,44	0,633	0,0029	<b>0,306</b>	0,31	2,79
2	1200,0		0,150		<b>0,145</b>	0,45	3,00
1	700,0		0,017		<b>0,010</b>	0,46	2,02

## Ober- und Unterspannung an den Stößen: Mantel

$M_i$  = Moment an den Stößen infolge  $F_i$ . (in einer Nebenrechnung ermittelt)

$A_i$  ;  $W_i$  = Querschnittswerte des Rohrmantels

$$\sigma_o = -\frac{M_i}{W_i} - \frac{\sum m_i}{A_i} = \text{Oberspannung im Rohrmantel an den Stöße}$$

$$\sigma_u = \frac{M_i}{W_i} - \frac{\sum m_i}{A_i} = \text{Unterspannung im Rohrmantel an den Stößen}$$

Kn.	$M_i$	N	$D_i$	$t_i$	$A_i$	$W_i$	$\sigma_o$	$\sigma_u$	$\Delta\sigma_E$
Nr.	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[cm²]	[cm³]	[kN/cm²]	[kN/cm²]	[N/mm²]
3	0,9	-6,0	219	10	65,7	328	-0,352	0,169	5,2
2	3,1	-18,0	508	10	156,5	1910	-0,279	0,049	3,3
1	5,0	-25,0	813	8	202,3	4032	-0,247	0,000	2,5

### Anzahl der Spannungswechsel [N3; (E.10)]:

$$N = 2 \cdot T \cdot n_i \cdot \varepsilon_0 \cdot \left(\frac{v_{crit}}{v_0}\right)^2 \cdot \exp\left(-\left(\frac{v_{crit}}{v_0}\right)^2\right) = 7,93E+08 > 5 \cdot 10^6 \quad m = 5$$

$v_m = 22,5 \text{ m/s}$

mit:  $v_0 = 4,5 \text{ m/s}$        $\varepsilon_0 = 0,3$        $T = 3,2 \times 10^7 \times 50 \text{ Jahre} = 1,60E+09$   
Jahre = 50  
Schwellenwert Ermüdung 1,00E+08

### Nachweis

$$\lambda = \left(\frac{N}{2 \times 10^6}\right)^{\frac{1}{m}} = 2,19 \quad [\text{N11; (9.2)}]$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda \Delta\sigma_E \quad [\text{N11; (9.1)}]$$

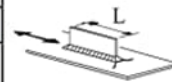
$$\Delta\sigma_C = \text{Kerfall} \quad [\text{N17; Tabell 8.5; Detail 11}] \text{ nach } [\text{N11; Tab. C1}]$$

$$\gamma_{Ff} = \gamma_{Mf} = 1,0 \quad [\text{N12; NDP Zu 9.1(4)}]$$

$$\text{Auslastung} = \frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0$$

Kn.	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_C$	Auslastung
Nr.	[N/mm²]	[N/mm²]	[%]
3	11,4	56,0	20,4
2	7,2	56,0	12,8
1	5,4	56,0	9,6

71	$50 < L \leq 80 \text{ mm}$
63	$80 < L \leq 100 \text{ mm}$
56	$L > 100 \text{ mm}$



## 5.4 Beulsicherheitsnachweis [N15 & N16]

Nachfolgend wird der Bemessungswert der Beultragfähigkeit des Mastschaftes nach [N15 + N16] ermittelt und mit der ermittelten maximalen (nachfolgenden) statischen Spannung der 4 verschiedenen Raden/Schaftteile verglichen. Als Beulfeldlänge wird der jeweils maximale Abstand von den Verbindungsstößen im Schaft angesetzt.

System:  $L_e$  = Schusslänge; Schalen  $t = 0,8\text{cm}$  und  $1,0\text{cm}$

Auf der sicheren Seite liegend wird für die Parameter  $Q$ ,  $\alpha_\theta$  und  $\alpha_\tau$  in Abhängigkeit von der Herstellerqualität nach [N15; Tabelle D.2 u. D.5 u. D.6] die Klasse C und somit  $Q=16$ ,  $\alpha_\theta = 0,5$ ,  $\alpha_\tau = 0,5$  angesetzt.

$$\omega = L_e / \sqrt{(r_e \cdot t)} \quad (\text{wenn } > 0,5r_e/t ; 1,63 r_e/t \cdot C_\theta ; 8,7r_e/t = \text{lange Zylinder})$$

[N15, Gl. (D.1, D.24, D33, D.69)]

$$\sigma_{x,Rcr} = 0,605 \cdot C_x \cdot E \cdot t / r_e \quad \text{mit } C_x = C_{x,N} \text{ für lange Zylinder} \quad [\text{N15, Gl. (D.2\&D.70)}]$$

$$\sigma_{\theta,Rcr} = E \left( \frac{t}{r} \right)^2 \left[ 0,275 + 2,03 \left( \frac{C_\theta}{\omega} \cdot \frac{r}{t} \right)^4 \right] \quad [\text{N15, Gl. (D.25)}]$$

$$\tau_{x\theta,Rcr} = 0,75 E C_\tau \sqrt{\frac{1}{\omega} \left( \frac{t}{r} \right)} \quad [\text{N15, Gl. (D.32)}]$$

$$C_{x,N} = \text{der größere } 1 + 0,2 / C_{xb} [1 - 2\omega t / r] \text{ und } 0,6 \quad [\text{N15, Gl (D.9\&D.10)}]$$

$$C_{xb} = 1 \quad [\text{N15 Tab. D.1}]$$

$$C_\theta = 1,5 \quad (\text{BC1:BC1 Randbedingung angenommen}) \quad [\text{N15 Tab. D.3}]$$

$$C_\tau = 1,0 \text{ für mittellänge, } = \frac{1}{3} \sqrt{\omega \frac{t}{r}} \text{ für lange} \quad [\text{N15 Gl. D.34\& D.38}]$$

$$\lambda_x = \sqrt{(f_{y,k} / \sigma_{x,Rcr})}; f_{y,k} = 35,5\text{kN/cm}^2 (\text{S355}) \quad [\text{N15, Gl. (8.17)}]$$

$$\Delta w_k = 1/Q \cdot \sqrt{(r_e/t)} \cdot t \quad \text{mit } Q = 16 \text{ (s.o.)} \quad [\text{N15, Gl.(D.15\&D.70)}]$$

$$\alpha_x = 0,62 / (1 + 1,91(\Delta w_k / t)^{1,44}) \quad [\text{N15, Gl. (D.14)}]$$

$$\alpha_\theta = 0,5 ; \alpha_\tau = 0,5 \text{ (s.o.)} \quad [\text{N15, Tab. (D.5 \& D.6)}]$$

$$\lambda_{x0} = 0,20 \quad \beta = 0,60 \quad \eta = 1,0 \quad [\text{N15, Gl. (D.16)}]$$

$$\lambda_{\theta 0} = 0,40 \quad \beta = 0,60 \quad \eta = 1,0 \quad [\text{N15, Gl. (D.26)}]$$

$$\lambda_{\tau 0} = 0,40 \quad \beta = 0,60 \quad \eta = 1,0 \quad [\text{N15, Gl. (D.39)}]$$

$$\lambda_p = \sqrt{[\alpha / (1 - \beta)]} \quad [\text{N15, Gl. (8.16)}]$$

$$\chi = 1 - \beta \left( \frac{\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0}{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_0} \right)^\eta \quad \text{wenn } \lambda_0 < \bar{\lambda} < \lambda_p \text{ nach} \quad [\text{N15, Gl. (8.14)}]$$

$$\chi = 1 \quad \text{wenn } \bar{\lambda} \leq \bar{\lambda}_0 \quad [\text{N15, Gl. (8.13)}]$$

$$\sigma_{xR,d} = \chi_x \cdot f_{y,k} / 1,1 ; \sigma_{\theta R,d} = \chi_\theta \cdot f_{y,k} / 1,1 ; \tau_{x\theta R,d} = \chi_\tau \cdot f_{y,k} / (\sqrt{3} \cdot 1,1)$$

[N15, Gl. (8.11+12)]



Bei Umfangsbeulen  $\theta$  :  $q_{eq} = k_w q_{w,max}$  ;  $k_w = 0,46 \left( 1 + 0,1 \sqrt{\frac{c_\theta}{\omega} \cdot \frac{r}{t}} \right)$  [N15, Gl.(D.28&D.29)]

$$\sigma_{\theta,Ed} = (q_{eq} + q_s) \left( \frac{r}{t} \right) ; q_s = 0 \quad [N15, Gl (D.30)]$$

$$\Gamma = \Gamma_x + \Gamma_\theta + \Gamma_\tau = \frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} + \frac{\sigma_{\theta,Ed}}{\sigma_{\theta,Rd}} + \frac{\tau_{x\theta,Ed}}{\tau_{x\theta,Rd}} \leq 1,0$$

Pos	$\varnothing_o$	$\varnothing_u$	t	L	$r_e$	$\omega$	Zylinder			$C_x$	$C_\theta$	$C_\tau$	$C_{xb}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[mm]	[ ]	x	$\theta$	$\tau$				
1	219	219	10,0	5,60	109,5	169,2	lang	lang	lang	0,6	1,5	1,3	1,0
2	508	508	10,0	6,00	254,0	119,1	lang	lang	mittel	0,6	1,5	1,0	1,0
3	813	813	8,0	4,40	406,5	77,2	lang	mittel	mittel	0,6	1,5	1,0	1,0

Pos	$\sigma_{x,Rcr}$	$\sigma_{\theta,Rcr}$	$\tau_{x\theta,Rcr}$	$\bar{\lambda}_x$	$\bar{\lambda}_\theta$	$\bar{\lambda}_\tau$	$\Delta w_k$	$\alpha_x$	$\alpha_\theta$	$\alpha_\tau$	$\bar{\lambda}_{px}$	$\bar{\lambda}_{p\theta}$	$\bar{\lambda}_{p\tau}$
	[kN/cm²]	[kN/cm²]	[kN/cm²]	[-]			[mm]	[ ]	[normal]	[normal]			
1	696,2	48,2	112,1	0,226	0,858	0,428	2,068	0,518	0,50	0,50	1,138	1,118	1,118
2	300,1	9,6	44,7	0,344	1,919	0,677	3,150	0,455	0,50	0,50	1,067	1,118	1,118
3	150,0	18,0	28,4	0,486	1,406	0,85	3,564	0,388	0,50	0,50	0,985	1,118	1,118

$\gamma_x$	$\gamma_\theta$	$\gamma_\tau$	$\sigma_{x,Rd}$	$\sigma_{\theta,Rd}$	$\tau_{x\theta,Rd}$	$k_w$ [°]	$q_p$	$q_{w,max}$ [°] : $q_p \cdot \lambda_{\theta'} \cdot c_{\theta'} \cdot c_{\theta''}$	$q_{eq}$ [°]	$\sigma_{x,Ed}$	$\sigma_{\theta,Ed}$	$\tau_{x\theta,Ed}$
[ ]	[ ]	[ ]	[kN/cm²]	[kN/cm²]	[kN/cm²]		[kN/m²]	[kN/cm²]	[kN/cm²]	[kN/cm²] (s.S.7-15)	[kN/cm²]	[kN/cm²] (s.S.7-15)
0,994	0,617	0,977	32,09	19,92	18,20	0,47	0,85	0,00014	0,00007	16,9	0,0007	0,44
0,960	0,136	0,769	30,99	4,38	14,32	0,49	0,81	0,00013	0,00006	9,2	0,0034	0,32
0,885	0,253	0,624	28,58	8,16	11,63	0,51	0,75	0,00012	0,00006	7,4	0,0063	0,32

Pos	$\Gamma_x$	$\Gamma_\theta$	$\Gamma_\tau$	$\leq 1,0$
1	0,53	0,000	0,02	<b>0,55</b>
2	0,30	0,001	0,02	<b>0,32</b>
3	0,26	0,001	0,03	<b>0,29</b>

## 5.5 Verformung

Für LK 3 sind die Knotenverformungen bei der 0,5-fachen Windkombination angegeben. Eine Voraussetzung der Richtfunktauglichkeit von 1,0° bei 1,0 Staudruck wird berücksichtigt.

Knoten 4 LK2:  $\max \varphi_{1,0-fach} = \mathbf{0,9^\circ} < \mathbf{1,0^\circ}$  (RStab S.6-19)

## **6. RSTAB – ROHRTURM**



# Turmbau Steffens & Nölle GmbH

Meeraner Straße 21, 12681 BERLIN

Tel: 030/74702-244 - Fax: 030/74702-218

Seite: 6-1

Blatt: 1

## MODELL

Projekt: Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

### MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: Essen Feuerwehr 16m SRT
	Modelltyp	: 3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
Optionen	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s <sup>2</sup>

### 1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
			X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	-	Kartesisch	0.000	0.000	-11.780	Abgestützt
2	-	Kartesisch	0.000	0.000	-15.825	
3	-	Kartesisch	0.000	0.000	-21.825	
4	-	Kartesisch	0.000	0.000	-27.400	

### 1.2 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm <sup>2</sup> ]	Modul G [kN/cm <sup>2</sup> ]	Spez. Gewicht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wärmedehnz. $\alpha$ [1/°C]	Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355   EN 10025-2:2004-11 21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
2	Baustahl S 235 J2   EN 10025-2:2004-11 21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

### 1.3 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I <sub>T</sub> [cm <sup>4</sup> ]		I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]		I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]		Hauptachsen $\alpha$ [°]	Drehung $\alpha'$ [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm <sup>2</sup> ]		A <sub>y</sub> [cm <sup>2</sup> ]		A <sub>z</sub> [cm <sup>2</sup> ]				Breite b	Höhe h
1	RO 813.0x8.0   EN 10210-2:2006										
	1	327800.00		163900.00		163900.01		0.00	0.00	813.0	813.0
	Schulß 3	202.00		100.78		100.78					
2	RO 508.0x10.0   EN 10210-2:2006										
	1	97040.00		48520.00		48520.00		0.00	0.00	508.0	508.0
	Schulß 2	156.00		77.95		77.95					
3	RO 219.1x10.0   EN 10210-2:2006										
	1	7197.00		3598.00		3598.00		0.00	0.00	219.1	219.1
	Schulß 1	65.70		32.77		32.77					

### 1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	$\beta$ [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	Balkenstab	1	2	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	4.045	Z
2	Balkenstab	2	3	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	6.000	Z
3	Balkenstab	3	4	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	5.575	Z

### 1.8 KNOTENLAGER

Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°]			Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
			um X	um Y	um Z		u <sub>x'</sub>	u <sub>y'</sub>	u <sub>z'</sub>	$\phi_{x'}$	$\phi_{y'}$	$\phi_{z'}$
1	1	XYZ	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

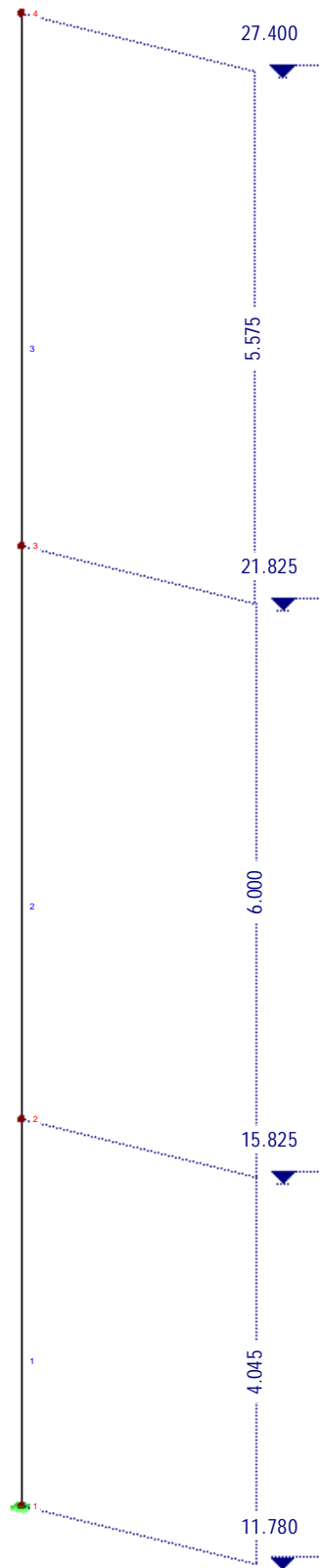
■ **MODELL**

Knotennummerierung  
Stabnummerierung

Isometrie

Querschnitte  
1: RO 813.0x8.0 | EN 10210-2:2006; Baustahl S  
2: RO 508.0x10.0 | EN 10210-2:2006; Baustahl  
3: RO 215.1x10.0 | EN 10210-2:2006; Baustahl

Isometrie





Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

■ **MODELL**

Knotennummerierung

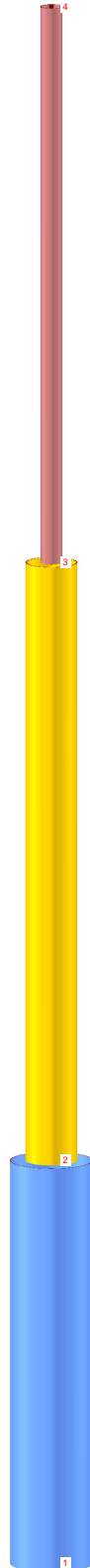
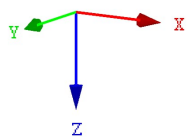
Isometrie

Querschnitte

1: RO 813.0x8.0 | EN 10210-2:20

2: RO 508.0x10.0 | EN 10210-2:2

3: RO 219.1x10.0 | EN 10210-2:2





Projekt: Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## 2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990   DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.100
LF2	Wind +X	Wind	<input type="checkbox"/>			

## 2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter			
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	:	☉	Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	:	☒	Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			:	☒	Stäbe (Faktor für GJ, E I <sub>y</sub> , E I <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
LF2	Wind +X	Berechnungstheorie	:	☉	Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	:	☒	Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			:	☒	Stäbe (Faktor für GJ, E I <sub>y</sub> , E I <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )

## 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	Lastcombination		Nr.	Faktor	Lastfall	
	BS	Bezeichnung				
LK1		1.3*LF1 + 1.65*LF2	1	1.30	LF1	Eigengewicht
			2	1.65	LF2	Wind +X
LK2		LF1 + LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Wind +X
LK3		LF1 + 1.1*LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.10	LF2	Wind +X

## 2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter			
		Berechnungstheorie	:	☉	II. Ordnung (P-Delta)
LK1	1.3*LF1 + 1.65*LF2	Optionen	:	<input checked="" type="checkbox"/>	Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			:	<input checked="" type="checkbox"/>	Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V <sub>y</sub> und V <sub>z</sub> <input checked="" type="checkbox"/> Momente M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> und M <sub>T</sub>
LK2	LF1 + LF2	Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	:	<input checked="" type="checkbox"/>	Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ <sub>M</sub> )
			:	<input checked="" type="checkbox"/>	Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
LK3	LF1 + 1.1*LF2	Berechnungstheorie	:	☉	II. Ordnung (P-Delta)
		Optionen	:	<input checked="" type="checkbox"/>	Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			:	<input checked="" type="checkbox"/>	Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V <sub>y</sub> und V <sub>z</sub> <input checked="" type="checkbox"/> Momente M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> und M <sub>T</sub>
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	:	<input checked="" type="checkbox"/>	Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ <sub>M</sub> )
			:	<input checked="" type="checkbox"/>	Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			:	<input checked="" type="checkbox"/>	Stäbe (Faktor für GJ, E I <sub>y</sub> , E I <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )

3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE  
- KOORDINATENSYSTEM

LF1: Eigengewicht

LF1  
Eigengewicht

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten- system	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P <sub>X</sub> / P <sub>U</sub>	P <sub>Y</sub> / P <sub>V</sub>	P <sub>Z</sub> / P <sub>W</sub>	M <sub>X</sub> / M <sub>U</sub>	M <sub>Y</sub> / M <sub>V</sub>	M <sub>Z</sub> / M <sub>W</sub>
1	3	0   Globales XYZ	0.000	0.000	0.800	0.000	0.000	0.000
2	2	0   Globales XYZ	0.000	0.000	2.100	0.000	0.000	0.000
3	1	0   Globales XYZ	0.000	0.000	2.800	0.000	0.000	0.000
	Flansch-Fuß							



Projekt: Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

**3.2 STABLASTEN**

LF1: Eigengewicht

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1-3	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	0.100	kN/m
2	Kabeln								
	Stäbe	3	Kraft	Punktuell	Z	Wahre Länge	P	1.500	kN
3	Antennenbelegung 1 - 150kg						A	4.580	m
	Stäbe	2	Kraft	Punktuell	Z	Wahre Länge	P	0.500	kN
	Antennenbelegung 1 - 50kg						A	1.100	m



Projekt:

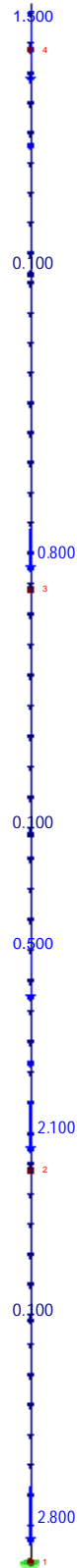
Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

■ **LF1: EIGENGEWICHT**

LF1 : Eigengewicht  
Belastung [kN/m], [kN]

Isometrie







Projekt: Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

LF2  
Wind +X**3.2 STABLASTEN**

LF2: Wind +X

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter			Über ges. Länge
							Symbol	Wert	Einheit	
1	Stäbe	1	Kraft	Trapezförmig	X	Wahre Länge	p <sub>1</sub>	1.000	kN/m	<input checked="" type="checkbox"/>
							p <sub>2</sub>	1.090	kN/m	
2	Schuss 3 Stäbe	2	Kraft	Trapezförmig	X	Wahre Länge	p <sub>1</sub>	0.950	kN/m	<input checked="" type="checkbox"/>
							p <sub>2</sub>	1.020	kN/m	
3	Schuss 2 Stäbe	3	Kraft	Trapezförmig	X	Wahre Länge	p <sub>1</sub>	0.880	kN/m	<input checked="" type="checkbox"/>
							p <sub>2</sub>	0.920	kN/m	
5	Schuss 1 Stäbe	3	Kraft	Punktuell	X	Wahre Länge	P	0.210	kN	<input type="checkbox"/>
							A	100.000	%	
6	Blitzfang Stäbe	3	Kraft	Punktuell	X	Wahre Länge	P	1.700	kN	<input type="checkbox"/>
							A	100.000	%	
7	Antennenreserven Stäbe	3	Kraft	Punktuell	X	Wahre Länge	P	1.800	kN	<input type="checkbox"/>
							A	4.580	m	
8	Antennenbelegung 1 Stäbe	2	Kraft	Punktuell	X	Wahre Länge	P	0.700	kN	<input type="checkbox"/>
	Antennenbelegung 2						A	1.000	m	



Projekt:

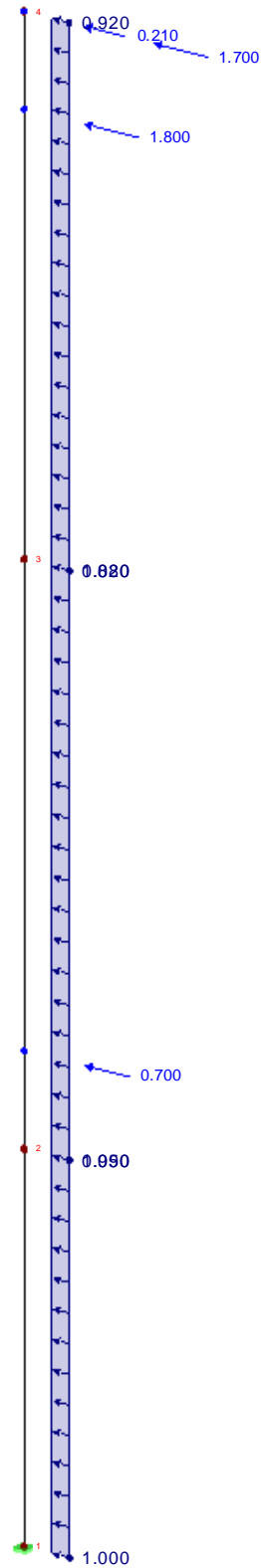
Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

■ **LF2: WIND +X**

LF2 : Wind +X  
Belastung [kN/m], [kN]

Isometrie





Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
LF1 - Eigengewicht			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	27.56	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	27.56	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:-17.89 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung vektoriell	0.1	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um X	0.00	°	
Max. Verdrehung um Y	0.00	°	
Max. Verdrehung um Z	0.00	°	
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LK1 - 1.3*LF1 + 1.65*LF2			
Summe Belastung in Richtung X	32.28	kN	
Summe Lagerkräfte in X	32.28	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	35.83	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	35.83	kN	Abweichung 0.00%
Max. Verschiebung in X	161.2	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung vektoriell	161.2	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um X	0.00	°	
Max. Verdrehung um Y	-1.47	°	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um Z	0.00	°	
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V <sub>y</sub> , V <sub>z</sub> , M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> , M <sub>T</sub>
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK2 - LF1 + LF2			
Summe Belastung in Richtung X	19.56	kN	
Summe Lagerkräfte in X	19.56	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	27.56	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	27.56	kN	Abweichung 0.00%
Max. Verschiebung in X	97.5	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung vektoriell	97.5	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um X	0.00	°	
Max. Verdrehung um Y	-0.89	°	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um Z	0.00	°	
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V <sub>y</sub> , V <sub>z</sub> , M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> , M <sub>T</sub>
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK3 - LF1 + 1.1*LF2			
Summe Belastung in Richtung X	21.52	kN	
Summe Lagerkräfte in X	21.52	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	27.56	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	27.56	kN	Abweichung 0.00%
Max. Verschiebung in X	107.3	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung vektoriell	107.3	mm	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um X	0.00	°	
Max. Verdrehung um Y	-0.98	°	Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um Z	0.00	°	
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V <sub>y</sub> , V <sub>z</sub> , M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> , M <sub>T</sub>
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
Gesamt			



Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Max. Verschiebung in X	161.2	mm	LK1, Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	LK1, Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verschiebung vektoriell	161.2	mm	LK1, Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um X	0.00	°	
Max. Verdrehung um Y	-1.47	°	LK1, Stab Nr. 3, x: 5.575 m
Max. Verdrehung um Z	0.00	°	
Anzahl 1D-Finite-Elemente (Stabelemente)	3		
Anzahl der FE-Knoten	4		
Anzahl der Gleichungen	24		
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe	10		
Stabteilungen der Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Stab-Schubsteifigkeiten (A-y, A-z) berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sonstige Einstellungen	Maximale Anzahl Iterationen : 100 Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe : 10 Stabteilungen Seilstäbe, Bettungs- und Voutenstäbe : 10 Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte : 10		
Optionen	<input checked="" type="checkbox"/> Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeitsänderungen berücksichtigen (Materialien, Querschnitte, Stäbe, Lastfälle und Kombinationen) <input checked="" type="checkbox"/> Temperatur-/Verformungslasten ohne Steifigkeitsänderungen anwenden		
Genauigkeit und Toleranz	<input type="checkbox"/> Standardeinstellung ändern		

## ■ 4.3 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖßEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>T</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
Querschnitt-Nr. 1: RO 813.0x8.0   EN 10210-2:2006 (Schuß 3)									
1	LK3	MAX N	4.045	> -17.27	0.00	16.90	0.00	-114.90	0.00
1	LK1	MIN N	0.000	> -32.19	0.00	32.28	0.00	-289.41	0.00
1	LF1	MAX V <sub>y</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MIN V <sub>y</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	LK1	MAX V <sub>z</sub>	0.000	> -32.19	0.00	32.28	0.00	-289.41	0.00
1	LF1	MIN V <sub>z</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MAX M <sub>T</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	> 0.00	0.00	0.00
1	LF1	MIN M <sub>T</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	> 0.00	0.00	0.00
1	LF1	MAX M <sub>y</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	> 0.00	> 0.00	0.00
1	LK1	MIN M <sub>y</sub>	0.000	> -32.19	0.00	32.28	0.00	> -289.41	0.00
1	LF1	MAX M <sub>z</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	0.00	> 0.00	0.00
1	LF1	MIN M <sub>z</sub>	0.000	> -24.76	0.00	0.00	0.00	> 0.00	0.00
Querschnitt-Nr. 2: RO 508.0x10.0   EN 10210-2:2006 (Schuß 2)									
2	LK3	MAX N	6.000	> -5.96	0.00	9.64	0.00	-36.52	0.00
2	LK1	MIN N	0.000	> -19.69	0.00	25.36	0.00	-172.57	0.00
2	LF1	MAX V <sub>y</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	LF1	MIN V <sub>y</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	LK1	MAX V <sub>z</sub>	0.000	> -19.69	0.00	25.36	0.00	-172.57	0.00
2	LF1	MIN V <sub>z</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	LF1	MAX M <sub>T</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	> 0.00	0.00	0.00
2	LF1	MIN M <sub>T</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	> 0.00	0.00	0.00
2	LF1	MAX M <sub>y</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	> 0.00	> 0.00	0.00
2	LK1	MIN M <sub>y</sub>	0.000	> -19.69	0.00	25.36	0.00	> -172.57	0.00
2	LF1	MAX M <sub>z</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	0.00	> 0.00	0.00
2	LF1	MIN M <sub>z</sub>	0.000	> -15.20	0.00	0.00	0.00	> 0.00	0.00
Querschnitt-Nr. 3: RO 219.1x10.0   EN 10210-2:2006 (Schuß 1)									
3	LK1	MAX N	5.575	> 0.08	0.00	3.15	0.00	0.00	0.00
3	LK1	MIN N	0.000	> -6.65	0.00	14.46	0.00	-54.89	0.00
3	LF1	MAX V <sub>y</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	LF1	MIN V <sub>y</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	LK1	MAX V <sub>z</sub>	0.000	> -6.65	0.00	14.46	0.00	-54.89	0.00
3	LK2	MIN V <sub>z</sub>	5.575	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	LF1	MAX M <sub>T</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	> 0.00	0.00	0.00
3	LF1	MIN M <sub>T</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	> 0.00	0.00	0.00
3	LF1	MAX M <sub>y</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	> 0.00	> 0.00	0.00
3	LK1	MIN M <sub>y</sub>	0.000	> -6.65	0.00	14.46	0.00	> -54.89	0.00
3	LF1	MAX M <sub>z</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	0.00	> 0.00	0.00
3	LF1	MIN M <sub>z</sub>	0.000	> -5.22	0.00	0.00	0.00	> 0.00	0.00



Projekt:

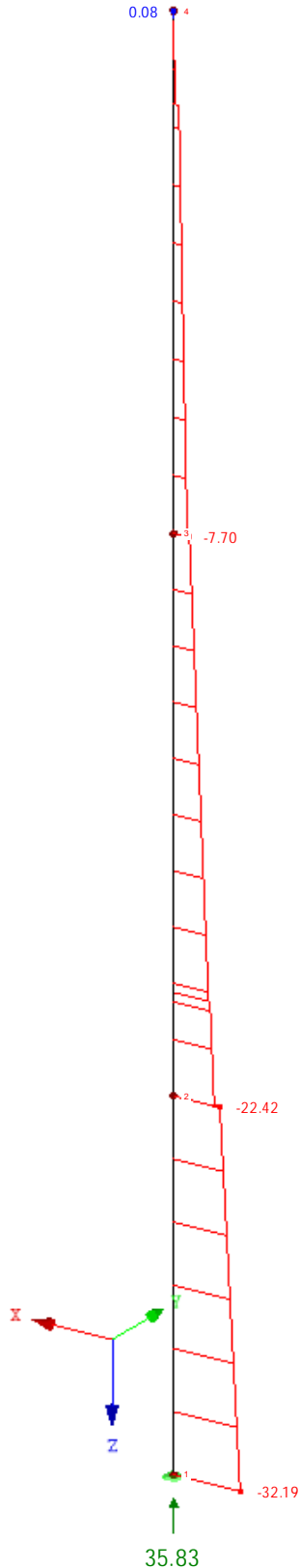
Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

■ LK1: SCHNITTGRÖSSE - N, VZ, MY

LK1 : 1.3\*LF1 + 1.65\*LF2  
Schnittgrößen N  
Lagerreaktionen[kN]

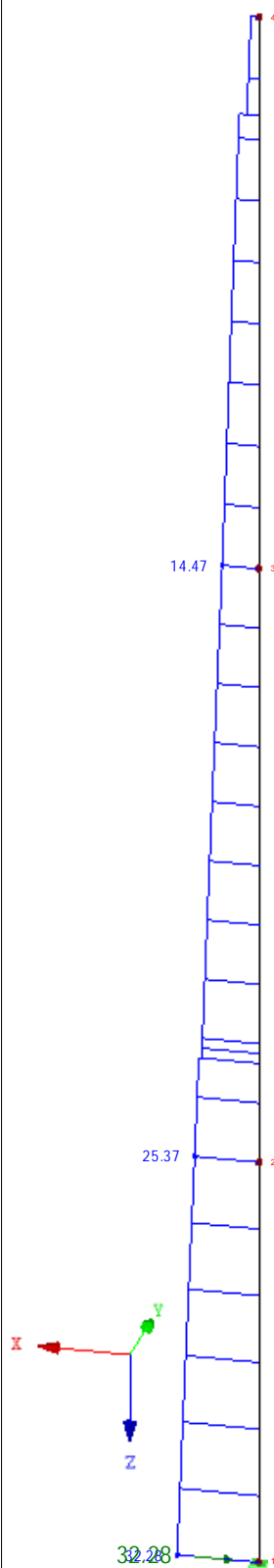
Isometrie



Max N: 0.08, Min N: -32.19 [kN]  
Max P-Z: 35.83, Min P-Z: 35.83 kN

LK1 : 1.3\*LF1 + 1.65\*LF2  
Schnittgrößen V-z  
Lagerreaktionen[kN]

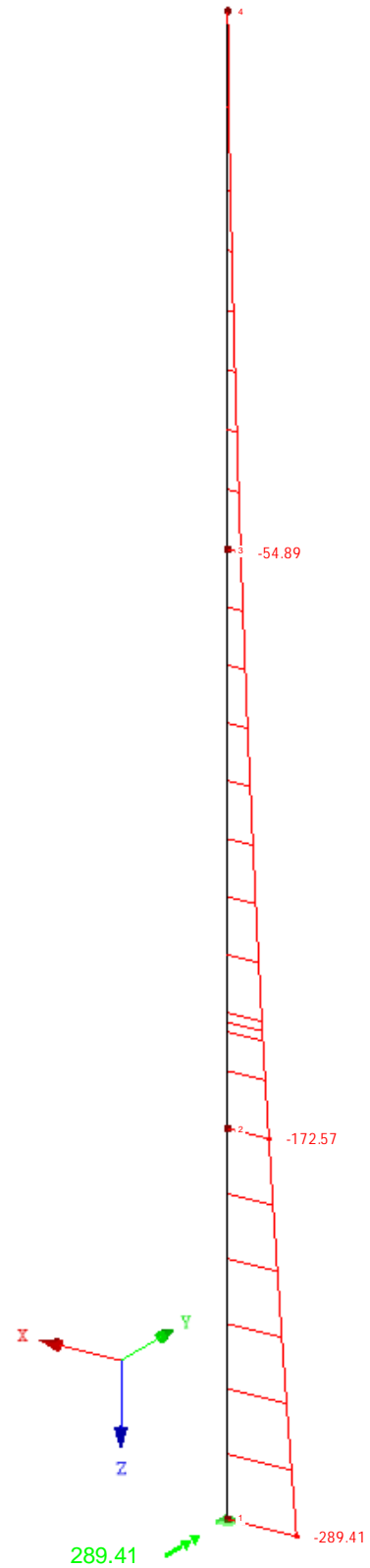
Isometrie



Max V-z: 32.28, Min V-z: 0.00 [kN]  
Max P-X: 32.28, Min P-X: 32.28 kN

LK1 : 1.3\*LF1 + 1.65\*LF2  
Schnittgrößen M-y  
Lagerreaktionen[kN], [kNm]

Isometrie



Max M-y: 0.00, Min M-y: -289.41 [kNm]  
Max M-Y: -289.41, Min M-Y: -289.41 kNm



Projekt:

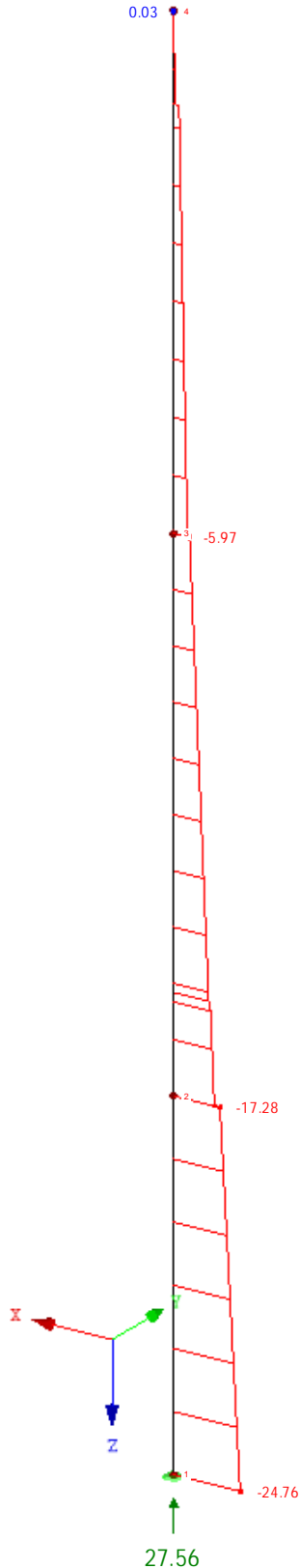
Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## ■ LK2: SCHNITTGRÖSSE - N, VZ, MY

LK2 : LF1 + LF2  
Schnittgrößen N  
Lagerreaktionen[kN]

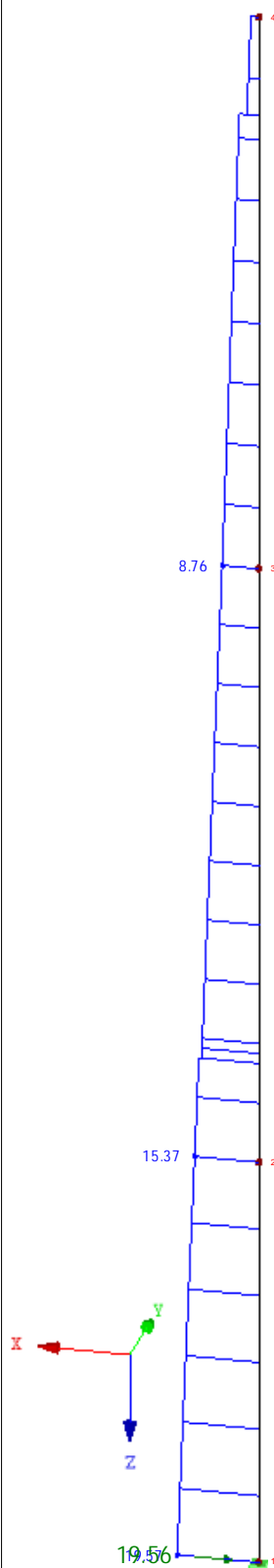
Isometrie



Max N: 0.03, Min N: -24.76 [kN]  
Max P-Z': 27.56, Min P-Z': 27.56 kN

LK2 : LF1 + LF2  
Schnittgrößen V-z  
Lagerreaktionen[kN]

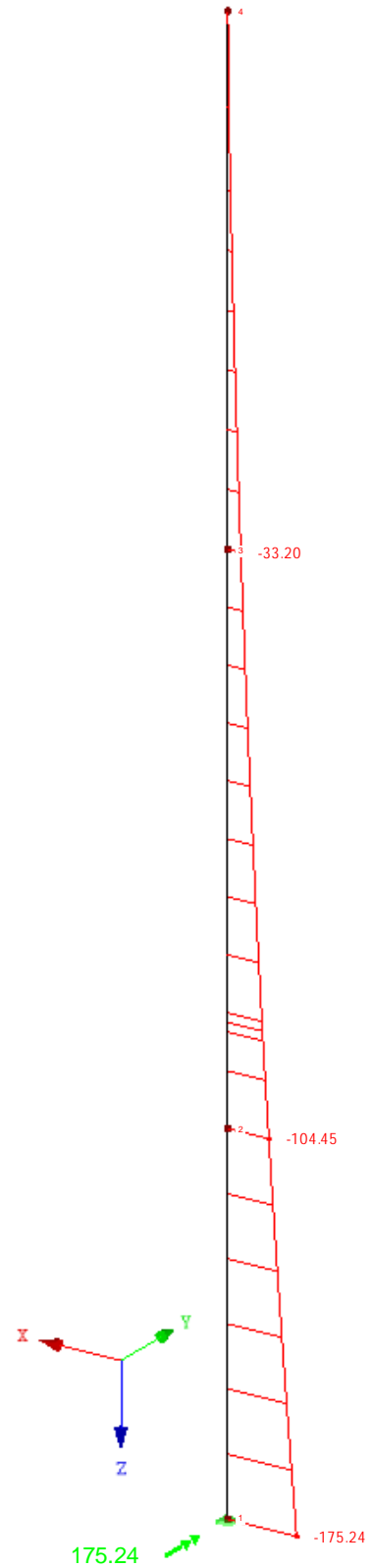
Isometrie



Max V-z: 19.57, Min V-z: 0.00 [kN]  
Max P-X': 19.56, Min P-X': 19.56 kN

LK2 : LF1 + LF2  
Schnittgrößen M-y  
Lagerreaktionen[kN], [kNm]

Isometrie



Max M-y: 0.00, Min M-y: -175.24 [kNm]  
Max M-Y': -175.24, Min M-Y': -175.24 kNm



Projekt:

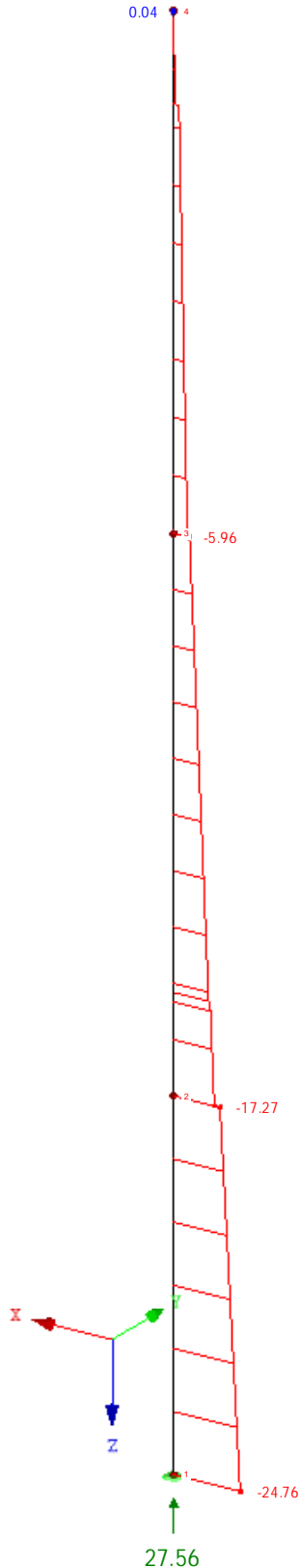
Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

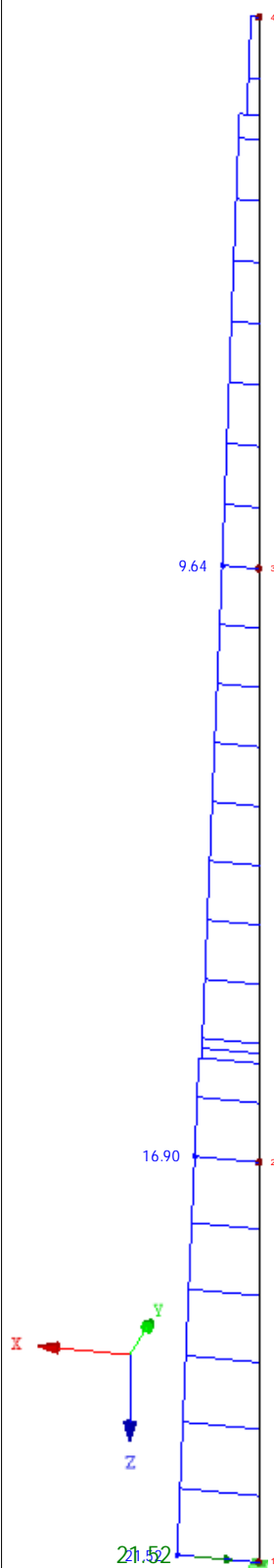
## ■ LK3: SCHNITTGRÖSSE - N, VZ, MY

LK3 : LF1 + 1.1\*LF2  
Schnittgrößen N  
Lagerreaktionen[kN]

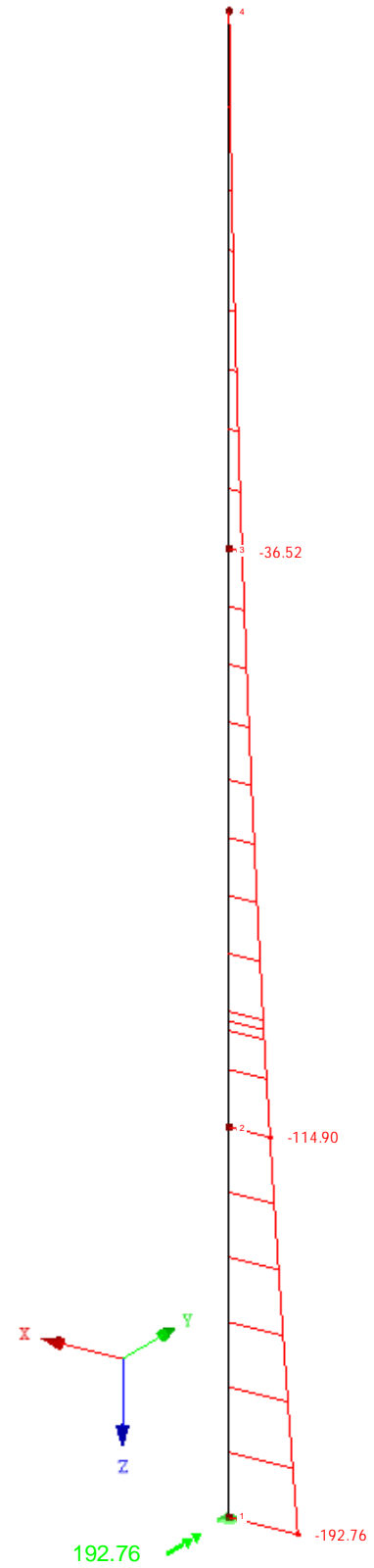
Isometrie

Max N: 0.04, Min N: -24.76 [kN]  
Max P-Z': 27.56, Min P-Z': 27.56 kNLK3 : LF1 + 1.1\*LF2  
Schnittgrößen V-z  
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie

Max V-z: 21.52, Min V-z: 0.00 [kN]  
Max P-X': 21.52, Min P-X': 21.52 kNLK3 : LF1 + 1.1\*LF2  
Schnittgrößen M-y  
Lagerreaktionen[kN], [kNm]

Isometrie

Max M-y: 0.00, Min M-y: -192.76 [kNm]  
Max M-Y': -192.76, Min M-Y': -192.76 kNm



Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

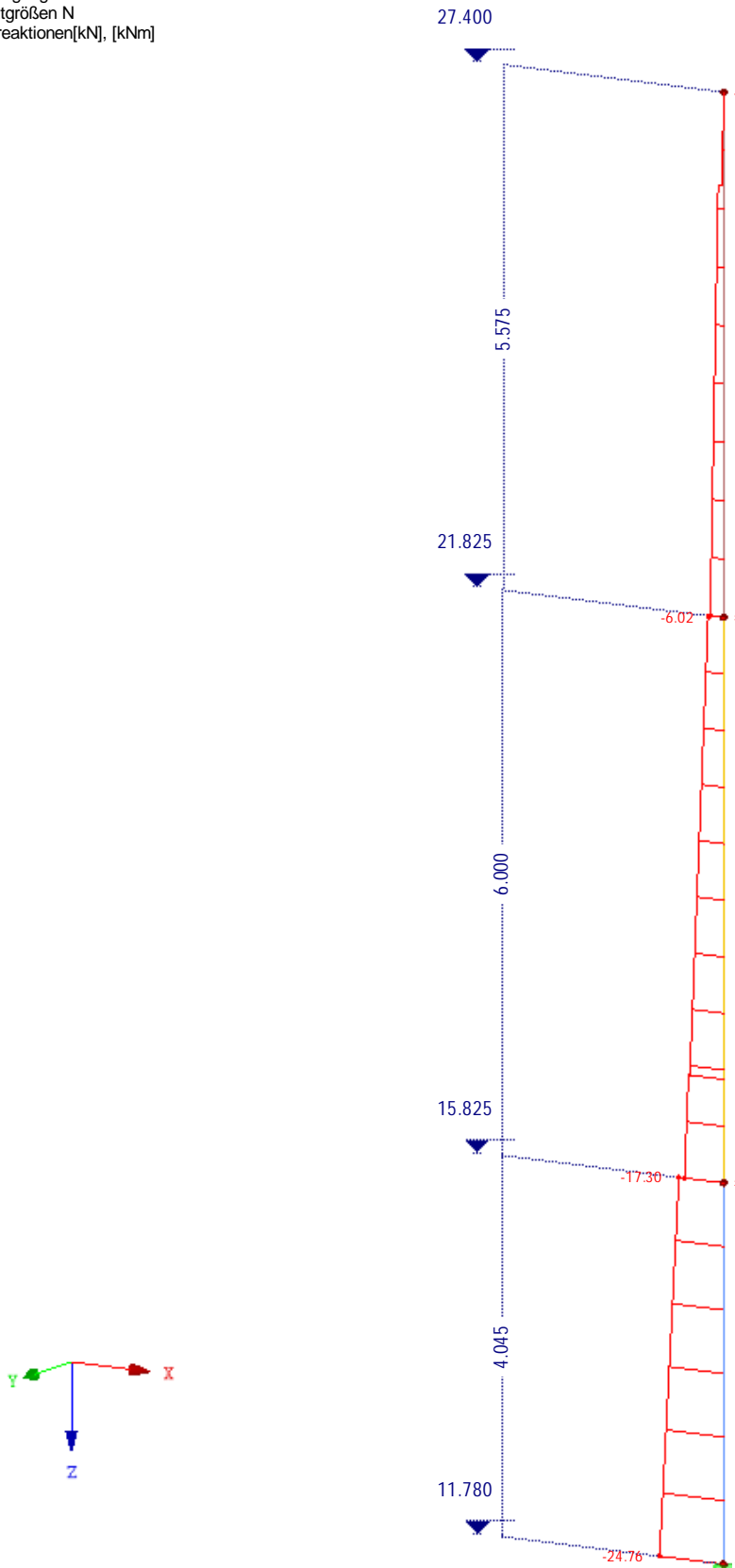
Datum:

19.07.2024

■ **LF1: SCHNITTGRÖSSEN N**

LF1 : Eigengewicht  
Schnittgrößen N  
Lagerreaktionen[kN], [kNm]

Isometrie



Max N: 0.00, Min N: -24.76 [kN]





## STAHL

FA1

Allgemeine  
Spannungsanalyse von  
Stäben

Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## 1.1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle
Zu bemessende Lastfälle:	LF1 Eigengewicht
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1 1.3*LF1 + 1.65*LF2 LK2 LF1 + LF2 LK3 LF1 + 1.1*LF2

## 1.2 MATERIALIEN

Matl. Nr.	Material- Bezeichnung	Teilsich.-Faktor $\gamma_M$ [-]	Streckgrenze $f_{yk}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	Manuell	Grenzspannungen [kN/cm <sup>2</sup> ]		
					grenz $\sigma_x$	grenz $\tau$	grenz $\sigma_v$
1	Baustahl S 355	1.00	35.50	<input type="checkbox"/>	35.50	20.50	35.50

## 1.3.1 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Matl. Nr.	Querschnitt Bezeichnung	$I_t$ [cm <sup>4</sup> ] A [cm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ] $\alpha_{pl,y}$	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ] $\alpha_{pl,z}$	Kommentar
1	1	RO 813.0x8.0   EN 10210-2:2006	327800.00 202.00	163900.00 1.29	163900.00 1.29	Schuß 3
2	1	RO 508.0x10.0   EN 10210-2:2006	97040.00 156.00	48520.00 1.30	48520.00 1.30	
3	1	RO 219.1x10.0   EN 10210-2:2006	7197.00 65.70	3598.00 1.34	3598.00 1.34	Schuß 1

## 2.1 SPANNUNGEN QUERSCHNITTSSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	S-Punkt Nr.	Last- fall	Spannungsart	Spannung [kN/cm²]		Aus- nutzung
						Vorhanden	Limit	
1	RO 813.0x8.0   EN 10210-2:2006 - Schuß 3							
	1	0.000	28	LK1	Sigma gesamt	-7.34	35.50	0.21
	1	0.000	1	LK1	Tau gesamt	0.32	20.50	0.02
	1	0.000	28	LK1	Sigma-v	7.34	35.50	0.21
2	RO 508.0x10.0   EN 10210-2:2006 - Schuß 2							
	2	0.000	28	LK1	Sigma gesamt	-9.16	35.50	0.26
	2	0.000	1	LK1	Tau gesamt	0.32	20.50	0.02
	2	0.000	28	LK1	Sigma-v	9.16	35.50	0.26
3	RO 219.1x10.0   EN 10210-2:2006 - Schuß 1							
	3	0.000	28	LK1	Sigma gesamt	-16.81	35.50	0.47
	3	0.000	1	LK1	Tau gesamt	0.44	20.50	0.02
	3	0.000	28	LK1	Sigma-v	16.81	35.50	0.47

RO 813.0x8.0 RO 508.0x10.0

RO 219.1x10.0



Projekt:

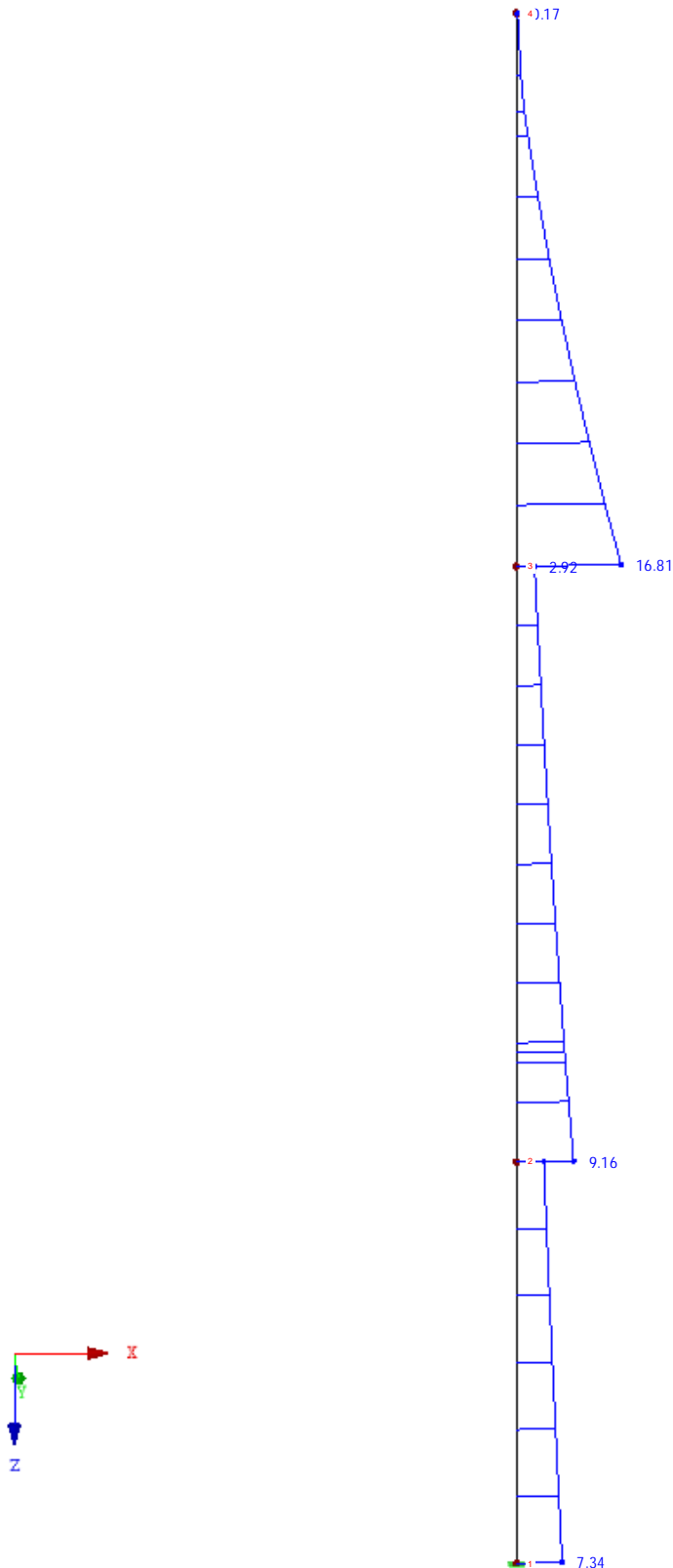
Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

■ **EK1: MASSGEBENDE SPANNUNGEN**

STAHL FA1

Isometrie



Max Sigma-v: 16.81, Min Sigma-v: 0.00 [kN/cm<sup>2</sup>]



Projekt: Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## 1.1 BASISANGABEN

Gewählte Methode:	<input checked="" type="checkbox"/> Eigenschwingungen	
	<input type="checkbox"/> Erzwungene Schwingungen	
	<input type="checkbox"/> Ersatzlastenverfahren	
Anzahl der kleinsten Eigenwerte:	2	
Berücksichtigung des Eigengewichts - mit Faktor:	<input checked="" type="checkbox"/> 1.00	
Steifigkeitsänderungen aus RSTAB	<input type="checkbox"/>	
Wirkung der Massen in:	<input checked="" type="checkbox"/> X-Richtung	<input type="checkbox"/> X-Rotatorische
	<input type="checkbox"/> Y-Richtung	<input type="checkbox"/> Y-Rotatorische
	<input type="checkbox"/> Z-Richtung	<input type="checkbox"/> Z-Rotatorische
Interne Stabteilung wegen - Näherungsmethode:	1	
- Vouten-/Bettungsstäbe:	6	
Typ der Massenmatrix:	<input type="checkbox"/> Diagonal	
	<input checked="" type="checkbox"/> Konsistent	
	<input type="checkbox"/> Einheitsmatrix	
Normierung der Eigenformen:	So dass $ u  = 1$	
Berücksichtigung der Normalkräfte	<input type="checkbox"/>	
Details		
- Erdbeschleunigung:	10.00 [m/s <sup>2</sup> ]	
- Max. Anzahl der Iterationen:	100	
- Abbruchschranke:	0.00001	
- Minimale Zugkraft in Seilstäben:	0.001 [kN]	

## 1.2.1 KNOTEN-ZUSATZMASSEN

Nr.	Liste der Knoten mit Masse	Masse			Massenmomente			
		$m_x$ [kg]	$m_y$ [kg]	$m_z$ [kg]	$I_x$ [kg.m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [kg.m <sup>2</sup> ]	$I_z$ [kg.m <sup>2</sup> ]	
1	3	80.00	80.00	80.00	0.00	0.00	0.00	
2	2	210.00	210.00	210.00	0.00	0.00	0.00	
3	1	280.00	280.00	280.00	0.00	0.00	0.00	

## 1.2.2 STAB-ZUSATZMASSEN

Nr.	Liste der Stäbe mit Masse	Masse $m$ [kg/m]	
1	1	10.00	
2	2	18.33	
3	3	36.91	

## 2.1 EIGENWERTE UND EIGENFREQUENZEN

Eigen-Nr.	Eigenwert $\lambda_i$ [1/s <sup>2</sup> ]	Eigenkreisfrequenz $\omega_i$ [rad/s]	Eigenfrequenz $f_i$ [Hz]	Eigenperiode $T_i$ [s]	
1	281.38466	16.77452	2.66975	0.37457	
2	2525.00475	50.24943	7.99744	0.12504	

## 2.2 EIGENSCHWINGUNGEN

Eigen-Nr.	Stab-Nr.	Knoten-Nr.	Normierte Verschiebung			Normierte Verdrehung		
			$u_x$	$u_y$	$u_z$	$\varphi_x$	$\varphi_y$	$\varphi_z$
1	1	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
		2	0.03352	0.00000	0.00000	0.00000	-0.01519	0.00000
		3	0.26466	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05453	0.00000
		4	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.17027	0.00000
2	2	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
		2	-0.17178	0.00000	0.00000	0.00000	0.07039	0.00000
		3	-0.86730	0.00000	0.00000	0.00000	0.11015	0.00000
		4	-0.86730	0.00000	0.00000	0.00000	0.11015	0.00000
		4	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.55565	0.00000

## 2.3 NORMIERTE KNOTENVERFORMUNGEN

Eigen-Nr.	Knoten-Nr.	Normierte Verschiebung			
		$u_x$	$u_y$	$u_z$	
1	1	0.00000	0.00000	0.00000	
	2	0.03352	0.00000	0.00000	
	3	0.26466	0.00000	0.00000	
	4	1.00000	0.00000	0.00000	
2	1	0.00000	0.00000	0.00000	
	2	-0.17178	0.00000	0.00000	
	3	-0.86730	0.00000	0.00000	
	4	1.00000	0.00000	0.00000	



Projekt: Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

**2.5 EFFEKTIVE MODALMASSENFAKTOREN**

Eigen-Nr.	Modale Masse $M_i$ [kg]	Beteiligungsfaktor			Effektive Modalmasse			Effektiver Modalmassenfaktor		
		$L_{ix}$ [kg]	$L_{iy}$ [kg]	$L_{iz}$ [kg]	$m_{ex}$ [kg]	$m_{ey}$ [kg]	$m_{ez}$ [kg]	$f_{meX}$ [-]	$f_{meY}$ [-]	$f_{meZ}$ [-]
1	259.98	477.45	0.00	0.00	876.83	0.00	0.00	0.445	0.000	0.000
2	562.43	-570.08	0.00	0.00	577.83	0.00	0.00	0.294	0.000	0.000
Summe					1454.66	0.00	0.00	0.739	0.000	0.000



Projekt:

Modell: Essen Feuerwehr 16m SRT

Datum: 19.07.2024

## 1. EIGENFREQUENZ - MODALFORM / VERFORMUNG BEI LK2

DYNAM FA1  
Eigenform Nr. 1 - 2.66975 Hz  
Eigenschwingung u [-]

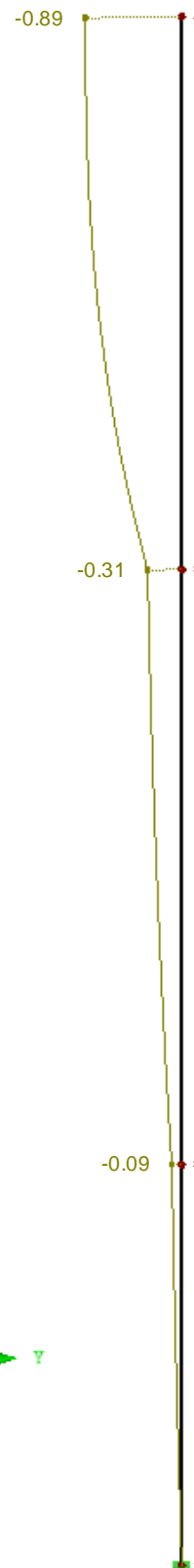
Isometrie



Kreisfrequenz: 16.775 [rad/s]

LK2 : LF1 + LF2  
Globale Verformungen Phi-Y [°]  
Lagerreaktionen[kN]

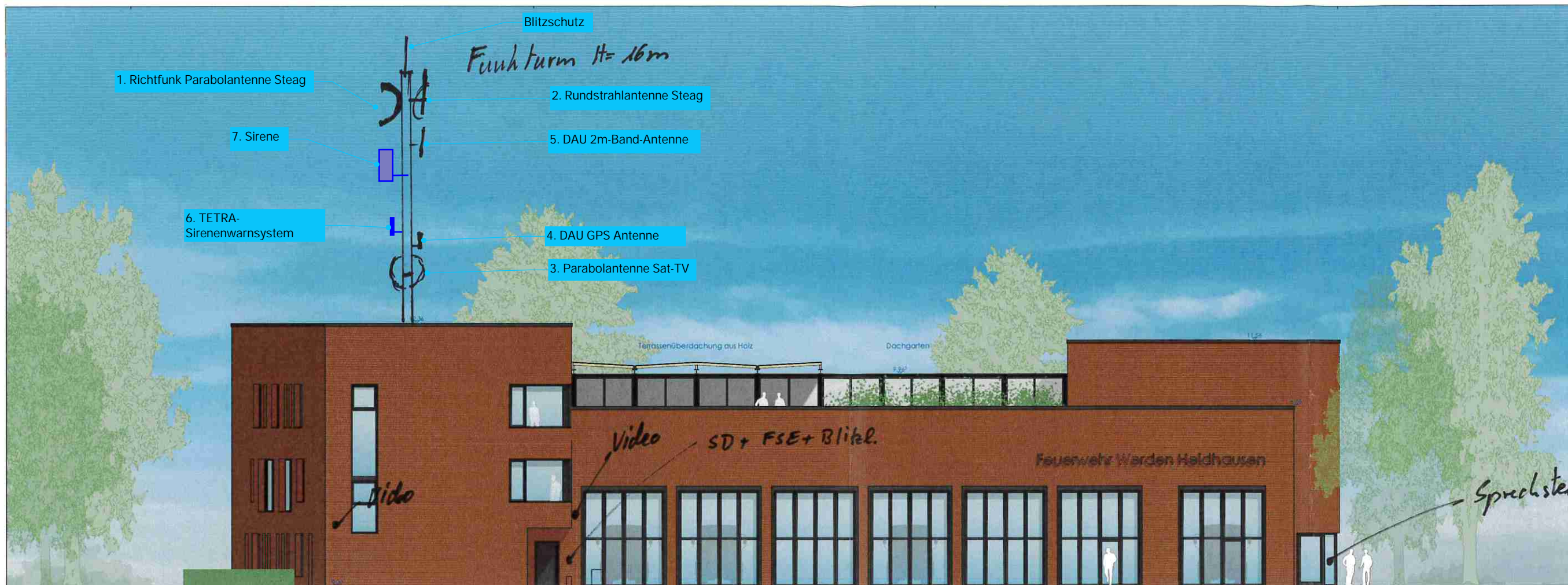
Isometrie



Max Phi-Y: 0.00, Min Phi-Y: -0.89 [°]  
Faktor für Verformungen: 56.00

## **7. ANHANG**





Ansicht Nordwest

Eingang RTW mit Eckfenster



Ansicht Südwest

Eingang JFW & FFW

Eingang RTW mit Eckfenster

# ARCHITECTEN BRÜNING REIN

BRÜNING REIN  
GmbH & Co. KG  
Am Markt 1  
45127 Essen  
Telefon: 0201 28 94 4 0  
Fax: 0201 28 94 4 29  
www.architekten-br.de

Alle Maße sind am Bau zu prüfen. Maßstabmängeln sind sofort mit dem Architekten zu klären.  
Für Maßstabmängel ist der Auftraggeber verantwortlich.  
Die Planungen der Fachbereiche sind die Grundlage der Sonderdrucke und sind zu beachten.  
Innenzeichnungen gelten nur mit dem Freigabezeichen des Architekten.  
Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN, sofern nicht anders vermerkt.

Index	Änderung / Status	Datum	Name

Bauherr: Stadt Essen - Feuerwehr Essen  
Essener Heide 45  
45127 Essen

Projektmanagement: GVE Grundstücksverwaltung  
Stadt Essen GmbH  
Rottstraße 17  
45127 Essen

Grundstück: Bräcker Wald 19  
45239 Essen

Gemarkung Heidhausen  
Flur 8  
Flurstück 97

OKFF EG = +0.00 m = ca. 144.00 m üNN

2309 FWH Feuerwehr Werden Heidhausen	
Leistungsphase:	Entwurf
Datum:	26.01.24
Plan-Nr. / Index:	3.1
Planinhalt:	Ansicht Nordwest/Südwest
Maßstab:	1:100
Plangröße:	DIN A1
gezeichnet:	DP
Dateiname:	FWH 23-07-25





The 4220 Series colinear antenna is designed for demanding applications where a durable and high performance colinear antenna is required. The centre fed dipole design and feed network gives a stable radiation pattern across a wide bandwidth, and allows tilted beam designs to be effectively employed without large pattern distortions. High quality materials and manufacturing techniques are employed to ensure that the antenna has excellent intermodulation performance & wide bandwidth characteristics for TETRA and other multi-channel communication systems. The antenna has been designed to withstand lightning strike and has a conductor through it's centre to allow a finial to be fitted to it's top cap, and is supplied as standard with a 7/16 female connector.



-  **Low PIM Certified**
-  **Lightning Resistant Certified**
-  **Strength Tested**

<b>Frequency range</b>	<b>4220.06-355-Txx</b>	340 - 370 MHz
	<b>4220.06-405-Txx</b>	380 - 430 MHz
	<b>4220.06-445-Txx</b>	420 - 470 MHz
<b>Input impedance</b>	50Ω	
<b>VSWR</b>	< 1.5:1	
<b>H Plane ripple</b>	< ± 0.5 dB	
<b>Maximum input power</b>	300 W CW	
<b>Polarisation</b>	Vertical	
<b>Forward gain</b>	6 dBd (8.15dBi)	
<b>3 dB Beamwidth</b>	E Plane 16°	
<b>Available beamtilts</b>	0 , 6 ,8 and 12°	
<b>Intermodulation</b>	-153dBc (3rd order), 2 x Tx@43dBm	
<b>Lightning protection</b>	To withstand 2.5 x 10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> pulse	
	All metallic parts DC grounded	
<b>Connection</b>	Fixed 7/16 DIN socket in base	
<b>Dipoles</b>	38mm dia. brass tube	
<b>Dipole feeds</b>	PTFE dielectric coaxial cable	
<b>Shroud</b>	GRP tube (grey, RAL7035) 53mm dia.	
<b>Mounting section</b>	Aluminium alloy tube 63.5mm dia. Alocrom 1000	
<b>Weight</b>	8.1kg	
<b>Overall Length</b>	2.85m	
<b>Maximum wind loading @ 45m/s</b>	230N	
<b>Survival wind speed</b>	350km/h	

Free Space Radiation Patterns		Mounting Accessories	Ordering Codes	
<b>H-Plane</b>	<b>E-Plane</b>	 <b>CSB</b> Welded Aluminium Standoff Frame   <b>2141.01.00.00</b> Galv Steel Parallel clamps 38-120mm	<b>Stock code</b> <b>4220.06-xxx-T0</b> <b>4220.06-xxx-T6</b> <b>4220.06-xxx-T8</b> <b>4220.06-xxx-T12</b>	<b>Beamtilt</b> 0° 6° 8° 12°

Issue 2. E&OE  This product is RoHS compliant



**MS**

## GPS 4/...

**Aktive Empfangsantenne für das 1575 MHz  
NAVSTAR GPS Satellitennavigationssystem**



### BESCHREIBUNG:

- ★ Vollständige hemisphärische Erfassung durch Vierdrahthelixspirale.
- ★ Integrierter, rauscharmer Hochleistungsverstärker.
- ★ Eingangsfilter für wirksamen HF-Überlastungsschutz.
- ★ Rechtsdrehende Zirkularpolarisierung (RHCP).
- ★ Durch eine hohe Ausblendung von kreuzpolarisierten Reflexionen wird Schwund aufgrund von Mehrwegausbreitung verhindert.
- ★ Wahlweise für 5 V oder 12V Versorgungsspannung.
- ★ Stromversorgung über HF-Steckeranschluss.
- ★ EMV geprüft gem. IEC 801 und IEC 255.
- ★ Das Antennendesign ist für den Einsatz unter rauen Bedingungen ausgelegt.
- ★ Breite Auswahl an Montagezubehör lieferbar.

### SPEZIFIKATION:

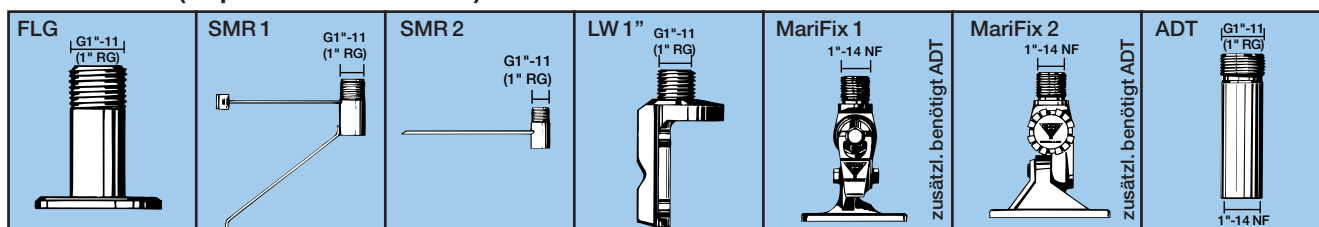
ELEKTRISCH Generelle Spezifikation	
MODELL	GPS 4/...
ANTENNENTYP	Quadrofilare Helix-Aktivantenne
FREQUENZ	1575 MHz
IMPEDANZ	Nom. 50 Ω
POLARISATION	Zirkular rechtsdrehend
ABDECKUNG	Hemisphärisch
GEWINN (in Axialrichtung)	> 32 dBic
KREUZPOLARISATIONS-DÄMPFUNG.	> 10 dB
Integrierter Verstärker	
Z> 30 dB	
RAUSCHMAß	< 3 dB (incl. Eingangsfilter). Typ. ca. 3 dB
1 dB KOMPRESSIONSPUNKT	> 10 dBm
SELEKTIVITÄT	> 20 dB Absenkung bis zu ± 100 MHz
DÄMPFUNG AUSSERHALB DES BANDS	0.03– 1 GHz : > 40 dB Absenkung 2 –10 GHz : > 40 dB Absenkung
SWR (Ausgang)	< 2.0
VERSORGUNGS-SPAN.	GPS 4: 5±0.5 V DC GPS 4/3 V: 3-3.5 V DC GPS 4/12V: 9–15 V DC
STROM-VERBRAUCH	ca. 44 mA
EMV	Vollschutz (IEC 801, IEC 255)
MECHANISCH	
MATERIAL	Antennengehäuse: Wetterbeständiger Spezialkunststoff
ANTENNENFARBE	Marineweiß
ISOLATION	Der untere Teil des Steckers ist galvanisch vom Montagehalter isoliert
WINDFLÄCHE	ca. 0.0072 m <sup>2</sup>
MAX. WINDGESCHW.	200 km/h
WINDLAST	ca. 9.6 N @ 150 km/h
TEMP. BEREICH	-50° C → + 70° C
ANSCHLUSS	FME-Stecker (auf Anfrage auch mit TNC Buchse erhältlich)
EMPFÖHLENES VERBINDUNGSKABEL	< 10 m : RG 58 10-30 m : RG 213
GESAMTHÖHE	ca. 23 cm
ANTENNEN DURCHM.	33 mm
GEWICHT	ca. 150 g
MONTAGE	Vertikales auf 1" Wasserrohr oder auf PROCOM 1" Montagehalterungen (siehe Zubehör unten)



### MODELL-TABELLE:

TYP NR.	VERSORGUNGSSP.
GPS 4	5 V DC (4.5–5.5 V)
GPS 4/3 V	3 V DC (3-3.5 V)
GPS 4/12 V	12 V DC (9–15 V)

### ZUBEHÖR: (separat zu bestellen)



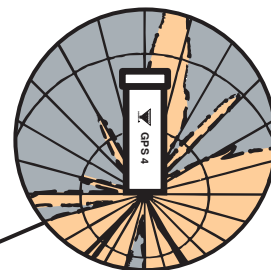
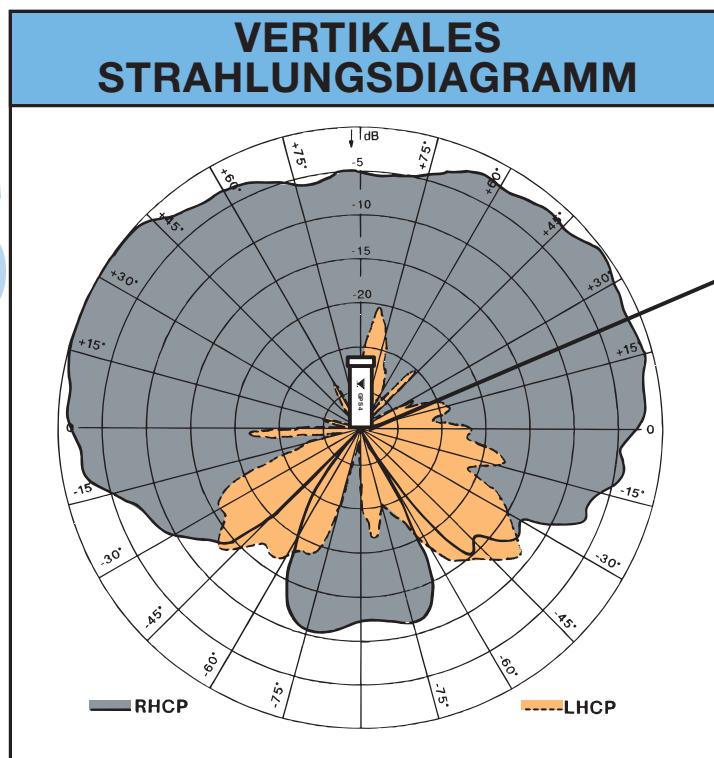
PROCOM A/S behält sich das Recht vor, Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen.

# GPS 4/...

Aktive Empfangsantenne für das 1575 MHz NAVSTAR GPS Satellitennavigationssystem



## VERTIKALES STRAHLUNGSDIAGRAMM



### FME-SYSTEM ZUBEHÖR FME-ADAPTER

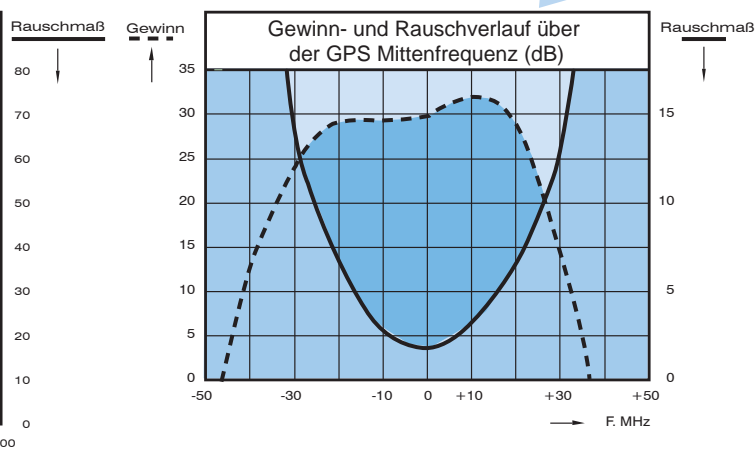
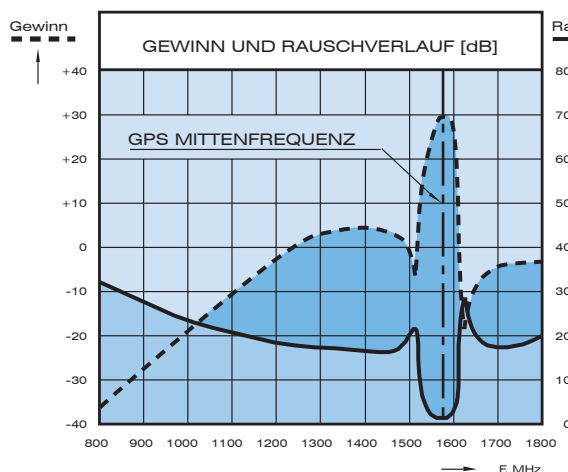
STECKER	BESTELL NR.
FME-FME	FME-FME
Verbinder	FMEP
N	FME-N
FSMA	FME-FSMA
BNC	FME-BNC
TNC	FME-TNC
UHF	FME-UHF
Mini-UHF	FME-MUHF
Winkel-MiniUHF	FME-EMUHF
Winkel-BNC	FME-EBNC
Winkel-TNC	FME-ETNC
SMA	FME-SMA

### FME-SYSTEM ZUBEHÖR FME-KABEL

LÄNGE	TYP NR.
1m	1m FME
2m	2m FME
3m	3m FME
4m	4m FME
5m	5m FME
6m	6m FME
4m weiß	4m FME-white
6m weiß	6m FME-white
12m weiß	12m FME-white
18m weiß	18m FME-white

Für weitere Informationen über unsere FME-Kabeltypen vergleichen Sie bitte die Datenblätter unter Zubehör in unserem Katalog.

### TYPISCHE VERLAUFSKURVEN:



Universelle 0 dBd Feststations- und Maritimantenne für das 160 MHz Band

BESCHREIBUNG

- Diese universelle, rundstrahlende 0 dBd Feststations- oder Maritim- Stabantenne umfasst das 160 MHz Band in 3 Modellen mit jeweils 10 MHz Überlappung und kann für verschiedenste Anwendungen eingesetzt werden.
- Das ½ λ-dipolstrahlende Breitbandelement ist zum Schutz vor korrosiven Einflüssen und für störungsfreie Leistung in einem hochwertigem Schutzrohr aus Glasfaser mit äußerst niedrigem Winddruck eingekapselt.
- Ausgestattet mit dem unverwüstlichen, leichten, epoxidbeschichteten "LW" Mastfuß aus nichtrostendem Aluminium.
- Beiliegende Befestigungsschellen sowie Muttern aus rostfreiem Edelstahl.
- Die Antenne kann an vertikalen oder horizontalen Mastrohren mit 16-54 mm Aussendurchmesser montiert werden.
- Je nach Montage kann das Kabel innerhalb oder ausserhalb des Mastrohres geführt werden.
- Große Bandbreite in Bezug sowohl auf SWR als auf Gewinn.
- Die CXL 2-1LW/... ist DC-geerdet, um Atmosphärengeräusche wesentlich zu reduzieren. Deshalb weist die Antenne einen DC-Kurzschluss über das Koaxialkabel auf.
- Die CXL 2-1LW/... ist eine vibrationsfeste, leichte, schlanke, korrosionsfeste, moderne Feststations- und Maritimantenne.
- Bei extremen maritimen Umweltbedingungen, wird empfohlen, die CXL150-1LW-SS-R/.... zu verwenden.



SPEZIFIKATIONEN

Elektrisch DE	
Modell	CXL 2-1LW/...
Frequenz	138 - 175 MHz (Siehe Bestellcodes für Untermodelle)
Antennentyp	Coaxial dipole, broad-banded
Max. Eingangsleistung	150 W
Polarisation	Vertikal
Öffnungswinkel 3 dB, vertikal	80 °
Öffnungswinkel 3 dB, horizontal	Omnidirektional
Impedanz	50 Ω
Gewinn	0 dBd (2.2 dBi)
VSWR	CXL 2-1LW/s : 138 - 156 MHz ≤ 1.5 CXL 2-1LW/l : 146 - 163 MHz ≤ 1.5 und 146 - 165 MHz ≤ 1.75 CXL 2-1LW/h : 156 - 174 MHz ≤ 1.5 und 155 - 175 MHz ≤ 1.75
Bandbreite	18 - 21 MHz (je nach Modell)
Antistatischer Schutz	Alle Metallteile DC-geerdet (Stecker zeigt einen DC-Kurzschluss)
HCM-Code(s)	HCM000ND00, 040DE00

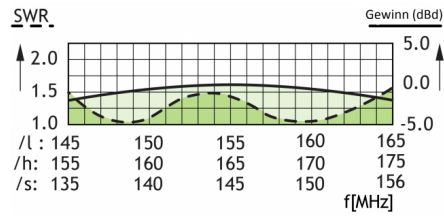
Mechanisch DE	
Anschlusstyp	N(f)
Materialien	Shroud : Polyurethane-coated glass fibre Mounting bracket : Seawater resistant aluminium, epoxy-coated Clamps : Stainless steel
Farbe	Weiß (RAL 9003)
Windbereich	0.0172 sq. m
Windlast	22 N (160 km/h)
Dia. Am Oberen Ende	8 mm
Dia. Am Unteren Ende	16 mm
Höhe	ca. 1300 mm
Gewicht	ca. 0.76 kg
Montage	An Masten mit 16 - 54 mm Durchmesser

Umwelt	
Betriebstemperaturbereich	-30 °C to +70 °C
Max. Windgeschwindigkeit	200 km/h
IP Schutzklasse	IP66

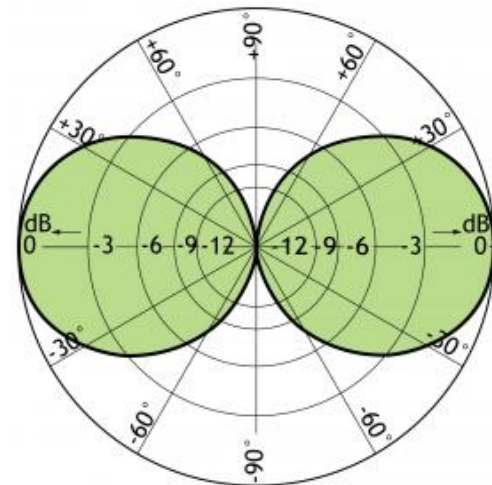
BESTELLUNG

Modell	Produkt Nr	Frequenz
CXL 2-1LW/s	110000296	138 - 156 MHz
CXL 2-1LW/l	110000082	146 - 165 MHz
CXL 2-1LW/h	110000080	155 - 175 MHz

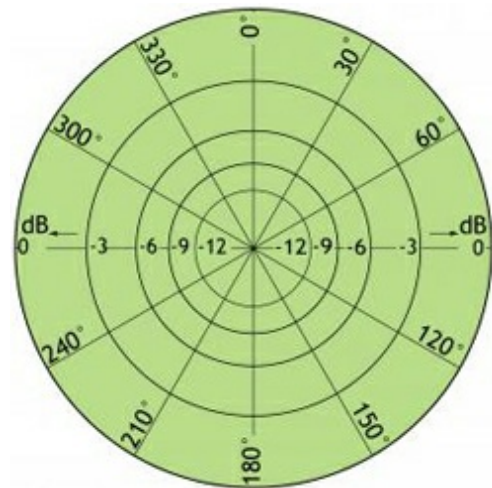
## TYPISCHE GEWINN UND SWR KURVEN



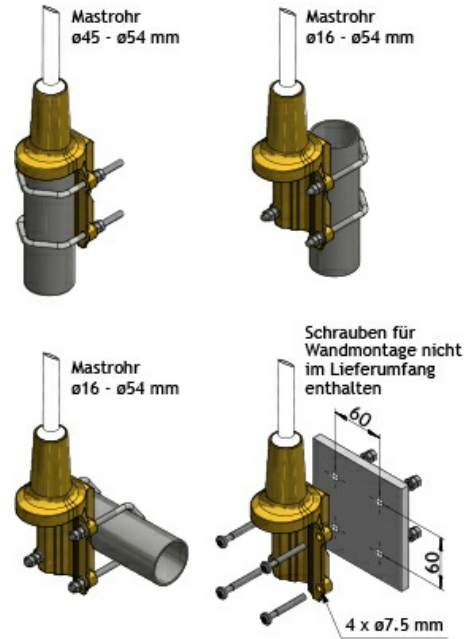
## TYP. STRAHLUNGSDIAGRAMM (VERTIKAL)



## TYP. STRAHLUNGSDIAGRAMM (HORIZONTAL)



## UNIVERSAL-MONTAGEBESCHLAG



## BITTE BEACHTEN

Die Antenne wird mit einer DC-Verbindung zwischen dem Antennenelement und dem Montagebeschlag geliefert.

## Outdoor Left or Right Hand Circularly Polarized Patch Antennas for mounting on Wall or Mast

### BESCHREIBUNG

- Low-profile antenna for the 380 - 470 MHz band.
- PCPO xH/TETRA/... is a Left or Right Hand Circularly Polarized patch antenna for outdoor use.
- Circular polarization is chosen to avoid out-of-phase signals.
- Reduces flutter considerably.
- Covers approx. 50 MHz with a radiation of approx. 7 dBic.
- The antennas are carefully sealed with a discrete cover.
- The connector is placed at one side to enable mounting close to a wall.
- Including wall mounting bracket. PATCH-MAMO and PATCH/WAMO to be ordered separately.



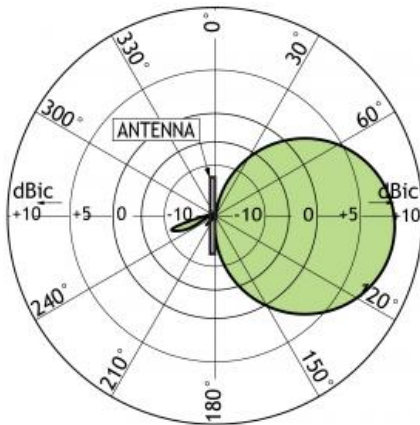
SPEZIFIKATIONEN

Elektrisch DE	
Modell	PCPO xH/TETRA/...
Frequenz	380 - 470 MHz covered by two models
Antennentyp	Left or right hand circularly polarized patch antenna
Max. Eingangsleistung	100 W
Polarisation	Zirkular
Öffnungswinkel 3 dB, vertikal	80 °
Öffnungswinkel 3 dB, horizontal	80 °
Impedanz	50 Ω
Gewinn	7 dBic (5 dBd)
VSWR	< 2.0:1
In iBwave	Ja
Mechanisch DE	
Anschlusstyp	N(f)
Materialien	Cover: ABS (white) Chassis: Aluminium
Farbe	Marineweiß
Abmessungen	ca. 345 x 345 x 60 mm
Windlast	173 N (160 km/h)
Gewicht	ca. 2.3 kg
Montage	For mounting on wall - 5 mm dia. (three holes) (see mounting details) or mast on 40 - 55 mm / 1.57 x 2.17 in. dia. mast tube.
Umwelt	
Betriebstemperaturbereich	-30 °C to +75 °C
IP Schutzklasse	IP55. The antenna has drain holes

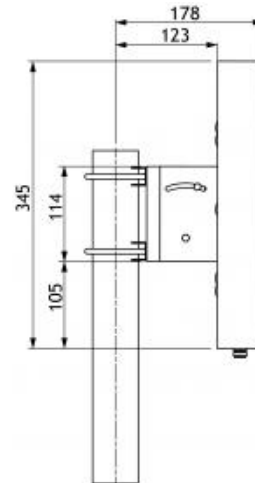
BESTELLUNG

Modell	Produkt Nr	Frequenz
PCPO RH/TETRA/s-f	100000428	380 - 430 MHz
PCPO LH/TETRA/s-f	100000427	380 - 430 MHz
PCPO RH/TETRA/l-h	100000443	430 - 470 MHz
PCPO LH/TETRA/l-h	100000444	430 - 470 MHz
Accessories		
PATCH-MAMO	100000447	
PATCH-WAMO	100000511	

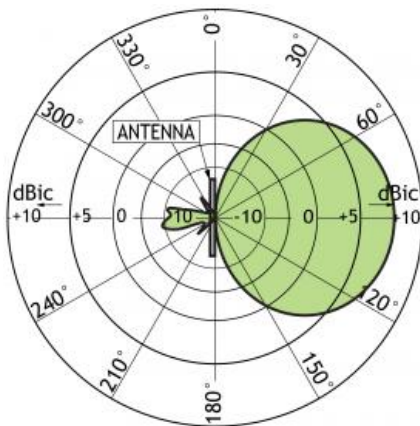
TYPISCHES STRAHLUNGSDIAGRAMM (VERTICAL)



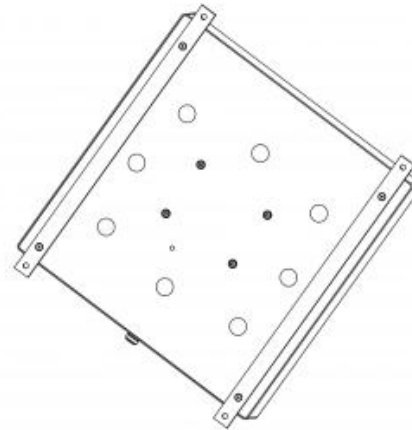
MONTAGEHINWEISE (PATCH-MAMO)



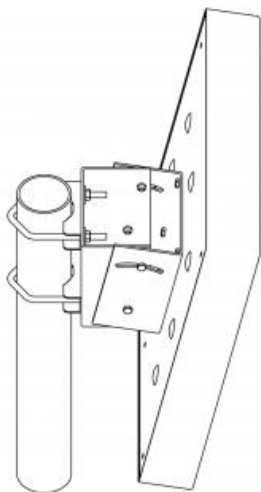
TYP. STRAHLUNGSDIAGRAMM (HORIZONTAL)



WANDHALTERUNG : PATCH-WAMO (SEPARAT ZU BESTELLEN)

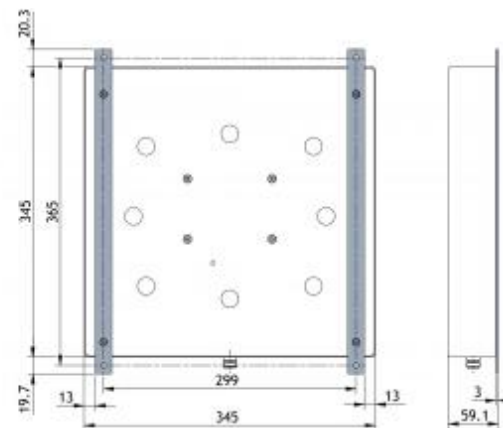


MASTHALTERUNG : PATCH-MAMO (SEPARAT ZU BESTELLEN)



Tilt adjustable from +5°/-30°.

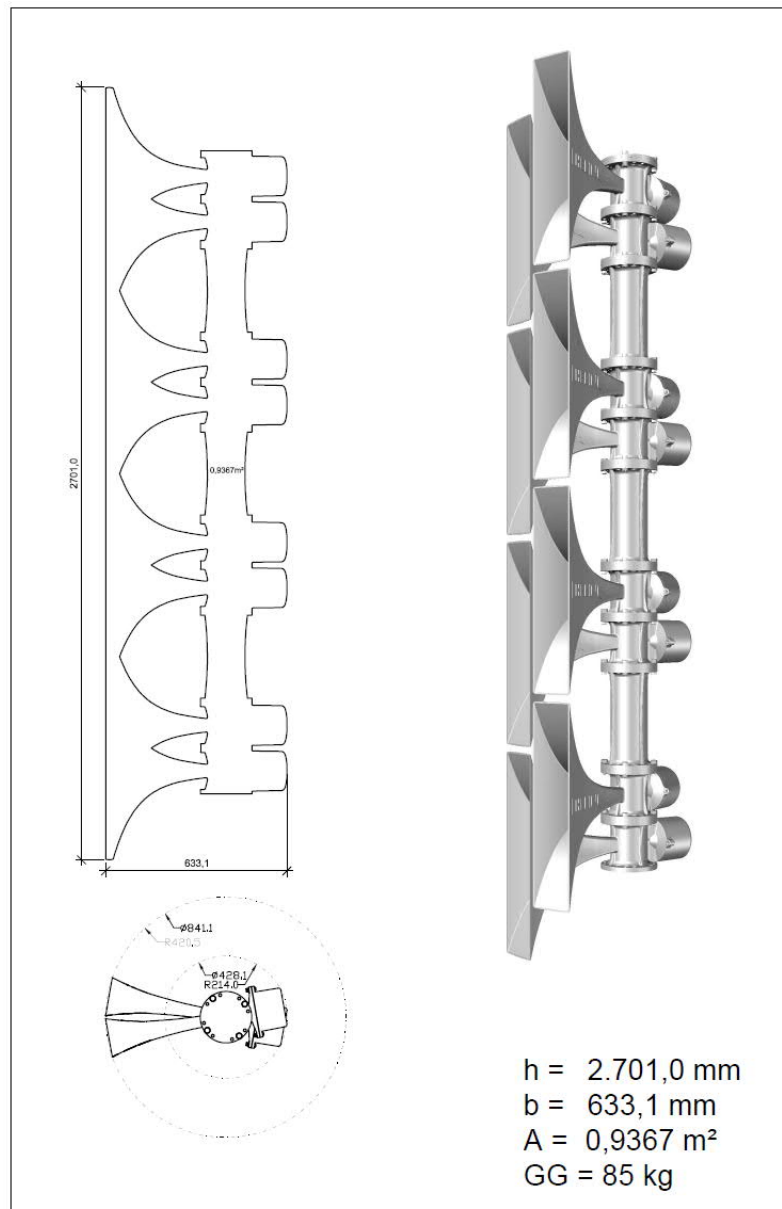
MONTAGEHINWEISE (PATCH-WAMO)





### Technische Daten für eine Anlage der Leistungsstufe 1.200W:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| • Schalldruckpegel (Lautstärke):  | ca. 112dB (A) in 30 Meter Entfernung |
| • Grundfrequenz:  | 415 Hz / 425 Hz                      |
| • Standby-Zeit:   | bis zu 7 Tage                        |
| • Anzahl der verfügbaren Alarmer:<br>(innerhalb 48 h ohne Netzversorgung) | bis zu 20                            |
| • Anzahl der Lautsprecher (Hörner):                                       | 8 Stück                              |
| • Material der Lautsprecher (Hörner):                                     | Aluminiumlegierung                   |
| • Gewicht Sirenenkopf (16 Hörner):  | ca. 70 kg                            |
| • Netzversorgung:   | 110 – 230V                           |
| • Batteriespannung:   | 24V                                  |
| • Systemschrank (Maße, B x H x T):  | ca. 750 x 600 x 300mm                |
| • Gewicht Systemschrank:  | ca. 70 kg, inklusive Batterien       |





# STÜCKLISTE

Seite 1 von 1

Zeichnungsnummer: 35440.004.00: Montagebedarf

19.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	1	Schalttafel 1m x 1m				Filmsperrholzplatte	11,85 M	M		Zuschnitt nach Zng.
Summen Material							11,85			
	4	SKT-Schraube M16	80			8.8, Galv. Zn.	0,58		ISO 4017	DIN 933
	8	SKT-Mutter M16				8, Galv. Zn.	0,27		ISO 4032	DIN 934
	8	Scheibe 17				St, Galv. Zn.	0,33		ISO 7093	DIN 9021
Summen Verbindungsmittel							1,18			
Zeichnungsformat: A0							Summen (einfach): 13,03			
Unbehandelt							1 x ausführen 13,03			

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.010.00: Verankerung

18.07.2024

**Turbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	1	Kreisscheibe Blech	1070	Durchm. innen: 790	10	S235J2+N	32,11	0,85	DIN EN 10029	
2	4	L55X6	360			S235J2+AR	7,13	0,31	DIN EN 10056-1	
3	4	Rechteckiges Blech	100	Breite: 74	10	S235J2+N	2,32	0,07	DIN EN 10029	
4	4	Rechteckiges Blech	200	Breite: 100	10	S235J2+N	6,28	0,18	DIN EN 10029	
5	4	L55X6	455			S235J2+AR	9,01	0,39	DIN EN 10056-1	
6	8	FL50x5	727			S235J2+AR	11,40	0,64	DIN 1017	
7	1	Kreisscheibe Blech	1160	Durchm. innen: 700	35	S235J2+N	184,63	1,47	DIN EN 10029	
8	4	U120	65			S235J2+AR	3,48	0,11	DIN 1026	
9	4	Rechteckiges Blech	160	Breite: 160	15	S235J2+N	12,06	0,22	DIN EN 10029	
10	20	Gew.stange M20	1000			8.8, fvz.	41,60	0,00	DIN 976	
11	4	10m-Rolle Densobinde				Kunststoff	0,00 M	M		OBETA: 216275
12	20	Kappe Typ 2 - M20				Kunststoff	0,00 M	M		Protec: EP.810/SW30
13	1	Montageplatten 70x70				Kunststoff	0,00 M	M		Exte: 34004
14	10	Anker FAZ12/30				St,verzinkt	0,00 M	M		Fischer: 95421
Summen Material							310,02	4,24		
	80	SKT-Mutter M20				8, fvz	5,15		ISO 4032	DIN 934
	80	U-Scheibe A 21				St, fvz.	1,38		ISO 7089	DIN 125
	16	HV-Schraube M12	35			10.9, fvz	0,86	0,00	DIN EN 14399-4	
	4	HV-Schraube M12	30			10.9, fvz	0,20		DIN EN 14399-4	
	20	HV-Mutter M12				10, fvz	0,47		DIN EN 14399-4	
	40	HV-Scheibe 13				C45, fvz	0,28		DIN EN 14399-6	
	4	SKT-Schraube M12	25			8.8, fvz	0,14		ISO 4017	DIN 933
	4	U-Scheibe A 13				St, fvz.	0,03		ISO 7089	DIN 125
Summen Verbindungsmittel							8,51	0,00		

# STÜCKLISTE

Seite 2 von 2

**Zeichnungsnummer: 35440.010.00: Verankerung**

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
Zeichnungsformat:		A0					Summen (einfach):	318,53	4,24	
		Grundiert					1 x ausführen	318,53	4,24	

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.011.00: Schuß 1 - Fußschuß

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	1	Kreisscheibe Blech	1160	Durchm. innen: 700	20	S355J2+N	105,50	1,42	DIN EN 10029	Z15
2	1	Rechteckiges Blech	3298	Breite: 295	10	S355J2+N	76,37	2,01	DIN EN 10029	
3	20	Rechteckiges Blech	295	Breite: 160	10	S355J2+N	74,10	2,01	DIN EN 10029	
4	1	Kreisscheibe Blech	1160	Durchm. innen: 700	35	S355J2+N	184,63	1,47	DIN EN 10029	Z15
5	1	Rechteckiges Blech	3604	Breite: 30	3	S355J2+N	2,55	0,24	DIN EN 10029	
6	4	Rechteckiges Blech	915	Breite: 20	3	Aluminium	0,60 M	0,17		
7	1	L50X30X4	3800			S355J2+N	9,16	0,59	DIN EN 10056-1	
8	4	Rechteckiges Blech	994	Breite: 80	5	Aluminium	4,16 M	0,68		
9	21	Rechteckiges Blech	90	Breite: 90	15	S355J2+N	20,03	0,40	DIN EN 10029	
10	20	Rechteckiges Blech	250	Breite: 125	10	S355J2+N	49,06	1,35	DIN EN 10029	
11	1	Rohr813x8	4025			S355J2H	639,98	10,26	DIN EN 10210-2	
12	1	Kreisscheibe Blech	1000	Durchm. innen: 797	20	S355J2+N	44,98	0,64	DIN EN 10029	Z15
13	16	Rechteckiges Blech	160	Breite: 85	10	S355J2+N	17,08	0,49	DIN EN 10029	
14	1	Rechteckiges Blech	726	Breite: 50	10	S355J2+N	2,85	0,09	DIN EN 10029	
15	1	Rechteckiges Blech	140	Breite: 120	8	S355J2+N	1,06	0,04	DIN EN 10029	
16	1	Rechteckiges Blech	655	Breite: 50	10	S355J2+N	2,57	0,08	DIN EN 10029	
17	1	Rechteckiges Blech	120	Breite: 120	8	S355J2+N	0,90	0,03	DIN EN 10029	
18	1	Rechteckiges Blech	585	Breite: 50	10	S355J2+N	2,30	0,07	DIN EN 10029	
19	1	Rechteckiges Blech	120	Breite: 100	8	S355J2+N	0,75	0,03	DIN EN 10029	
20	2	Rechteckiges Blech	110	Breite: 110	10	S355J2+N	1,90	0,05	DIN EN 10029	
21	16	T50	115			S355J2+AR	8,17	0,35	DIN EN 10055	
22	16	Rechteckiges Blech	100	Breite: 40	6	S355J2+N	3,01	0,15	DIN EN 10029	
23	16	Ankerschiene 0,2m				St, fvz.	0,00 M	M		PUK: KHA 8-02F

# STÜCKLISTE

Seite 2 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.011.00: Schuß 1 - Fußschuß

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
30	5	Überbr.-seil l=300				Kupfer	0,00 M	M		Pröpster: 1374
31	5	Stopfen d=16mm				Kunststoff	0,00 M	M		KAPSTO: GPN 300 F142
32	1	Montageplatten 70x70				Kunststoff	0,00 M	M		Exte: 34004
33	1	60l Verguß V1/50				Beton	0,00 M	M		Pagel, ca. 6x 25kg
34	1	10l Gipsmasse				Gips	0,00 M	M		Baugips, ca. 2x 5kg
35	1	3,5m Schalung 3x100				Hartfaserplatte	0,00 M	M		Zuschnitt vor Ort
Summen Material							1.251,71	22,62		
	50	Bohrschr. 4,8x25				St				Würth: 0214804825
	40	Zyl.-Schraube M8	25			A2	0,60		DIN 912	
	40	Klemmteilmutter M8				A2	0,24		DIN 982	
	80	Scheibe 8,4				A2	0,50		ISO 7093	DIN 9021
	10	SKT-Schraube M10	40			A2	0,31		ISO 4017	DIN 933
	10	SKT-Mutter M10				A2	0,12		ISO 4032	DIN 934
	20	U-Scheibe A 10,5				A2	0,07		ISO 7089	DIN 125
	5	SKT-Schraube M16	80			8.8, Galv. Zn.	0,72		ISO 4017	Feingewinde M16x1,5
Summen Verbindungsmittel							2,56			
Zeichnungsformat: A0							Summen (einfach): 1.254,27	22,62		
Feuerverzinkt							1 x ausführen 1.254,27	22,62		

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.012.00: Schuß 2

22.07.2024

**Turbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	1	Rohr508x10	5960			S355J2H	733,08	9,54	DIN EN 10210-2	
2	1	Kreisscheibe Blech	1000	Durchm. innen: 488	20	S355J2+N	93,94	1,26	DIN EN 10029	Z15
3	16	Rechteckiges Blech	235	Breite: 200	10	S355J2+N	59,03	1,58	DIN EN 10029	
4	1	Kreisscheibe Blech	610	Durchm. innen: 510	20	S355J2+N	13,81	0,21	DIN EN 10029	
5	1	Kreisscheibe Blech	700	Durchm. innen: 488	20	S355J2+N	31,06	0,44	DIN EN 10029	Z15
6	12	Rechteckiges Blech	160	Breite: 85	10	S355J2+N	12,81	0,36	DIN EN 10029	
7	1	Rechteckiges Blech	819	Breite: 50	10	S355J2+N	3,21	0,10	DIN EN 10029	
8	1	Rechteckiges Blech	160	Breite: 120	8	S355J2+N	1,21	0,04	DIN EN 10029	
9	1	Rechteckiges Blech	749	Breite: 50	10	S355J2+N	2,94	0,09	DIN EN 10029	
10	1	Rechteckiges Blech	140	Breite: 120	8	S355J2+N	1,06	0,04	DIN EN 10029	
11	1	Rechteckiges Blech	678	Breite: 50	8	S355J2+N	2,13	0,08	DIN EN 10029	
12	1	Rechteckiges Blech	120	Breite: 120	8	S355J2+N	0,90	0,03	DIN EN 10029	
13	1	Rechteckiges Blech	608	Breite: 50	10	S355J2+N	2,39	0,07	DIN EN 10029	
14	1	Rechteckiges Blech	120	Breite: 100	8	S355J2+N	0,75	0,03	DIN EN 10029	
15	2	Rechteckiges Blech	110	Breite: 110	10	S355J2+N	1,90	0,05	DIN EN 10029	
16	2	T50	267			S355J2+AR	2,37	0,10	DIN EN 10055	
17	2	T50	196			S355J2+AR	1,74	0,07	DIN EN 10055	
18	20	T50	117			S355J2+AR	10,39	0,45	DIN EN 10055	
19	24	Rechteckiges Blech	100	Breite: 40	6	S355J2+N	4,52	0,22	DIN EN 10029	
20	24	Ankerschiene 0,2m				St, fvz.	0,00 M	M		PUK: KHA 8-02F
Summen Material							979,24	14,76		

# STÜCKLISTE

Seite 2 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.012.00: Schuß 2

22.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
	16	HV-Schraube M20	75			10, fvz	4,19		DIN EN 14399-4	
	16	HV-Mutter M20				10.9, fvz	1,18		DIN EN 14399-4	
	32	HV-Scheibe 21				C45, fvz	0,63		DIN EN 14399-6	
	50	Zyl.-Schraube M8	25			A2	0,75		DIN 912	
	50	Klemmteilmutter M8				A2	0,30		DIN 982	
	100	Scheibe 8,4				A2	0,62	0,00	ISO 7093	DIN 9021
Summen Verbindungsmittel							7,67	0,00		
Zeichnungsformat: A0							Summen (einfach): 986,91	14,76		
Feuerverzinkt							1 x ausführen 986,91	14,76		

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.013.00: Schuß 3 - Kopfschuß

22.07.2024

**Turbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	1	Rohr219,1x10	5545			S355J2H	286,12	3,81	DIN EN 10210-2	Z15
2	1	Kreisscheibe Blech	700	Durchm. innen: 199	20	S355J2+N	55,54	0,75	DIN EN 10029	
3	12	Rechteckiges Blech	230	Breite: 200	10	S355J2+N	43,33	1,16	DIN EN 10029	
4	1	Kreisscheibe Blech	320	Durchm. innen: 220	20	S355J2+N	6,66	0,10	DIN EN 10029	
5	1	Rundes Blech	219		20	S355J2+N	5,91	0,09	DIN EN 10029	
6	1	Rechteckiges Blech	824	Breite: 50	10	S355J2+N	3,23	0,10	DIN EN 10029	
7	1	Rechteckiges Blech	160	Breite: 120	8	S355J2+N	1,21	0,04	DIN EN 10029	
8	1	Rechteckiges Blech	746	Breite: 50	10	S355J2+N	2,93	0,09	DIN EN 10029	
9	1	Rechteckiges Blech	140	Breite: 120	8	S355J2+N	1,06	0,04	DIN EN 10029	
10	1	Rechteckiges Blech	668	Breite: 50	10	S355J2+N	2,62	0,08	DIN EN 10029	
11	1	Rechteckiges Blech	120	Breite: 120	8	S355J2+N	0,90	0,03	DIN EN 10029	
12	1	Rechteckiges Blech	591	Breite: 50	10	S355J2+N	2,32	0,07	DIN EN 10029	
13	1	Rechteckiges Blech	120	Breite: 100	8	S355J2+N	0,75	0,03	DIN EN 10029	
14	3	Rechteckiges Blech	110	Breite: 110	10	S355J2+N	2,85	0,08	DIN EN 10029	
15	2	T50	263			S355J2+AR	2,34	0,10	DIN EN 10055	
16	2	T50	219			S355J2+AR	1,94	0,08	DIN EN 10055	
17	18	T50	163			S355J2+AR	13,03	0,56	DIN EN 10055	
18	22	Rechteckiges Blech	100	Breite: 40	6	S355J2+N	4,14	0,20	DIN EN 10029	
19	22	Ankerschiene 0,2m				St, fvz.	0,00 M	M		PUK: KHA 8-02F
Summen Material							436,88	7,41		



# STÜCKLISTE

Seite 2 von 2

Zeichnungsnummer: 35440.013.00: Schuß 3 - Kopfschuß

22.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
	12	HV-Schraube M16	70			10, fvz	1,84		DIN EN 14399-4	
	12	HV-Mutter M16				10.9, fvz	0,54		DIN EN 14399-4	
	24	HV-Scheibe 17				C45, fvz	0,35		DIN EN 14399-6	
	3	SKT-Schraube M16	20			A2	0,19		ISO 4017	DIN 933
	3	U-Scheibe A 17				A2	0,03		ISO 7089	DIN 125
	50	Zyl.-Schraube M8	25			A2	0,75	0,00	DIN 912	
	50	Klemmteilmutter M8				A2	0,30		DIN 982	
	100	Scheibe 8,4				A2	0,62		ISO 7093	DIN 9021
Summen Verbindungsmittel							4,62	0,00		
Zeichnungsformat: A0							441,50	7,41		
Feuerverzinkt							441,50	7,41		
Summen (einfach):										
1 x ausführen										

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 1

Zeichnungsnummer: 35440.014.00: SÖLL-Steigleitern

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	1	Y-Baum 3,92m-Aussp.				Aluminium	12,54 M	M		SÖLL: YAL-3920-A
2	1	Y-Baum 2,24m				Aluminium	7,17 M	M		SÖLL: YAL-2240
3	2	Y-Baum 4,48m				Aluminium	28,67 M	M		SÖLL: YAL-4480
4	1	Rastbolzensperre				Edelstahl	0,30 M	M		SÖLL: 26026
5	1	Endsperre				Edelstahl	0,20 M	M		SÖLL: 11634
6	1	Ruhepodest				St, fvz.	4,20 M	M		SÖLL: 23722
7	1	Abdeckblech links				St/Alu	34,20 M	M		SÖLL: 21683
8	1	werksseitige Montage					0,00 M	M		SÖLL: 16368
9	12	Spezialschr. M12x40				St, fvz.	0,84 M	M		SÖLL: 15851
10	12	Rechteckiges Blech	40	Breite: 40	4	S235	0,60	0,04		Sch.14 DIN 436 fvz.
Summen Material							88,72	0,04		
Zeichnungsformat: A0							Summen (einfach): 88,72	0,04		
							1 x ausführen 88,72	0,04		

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 1

Zeichnungsnummer: 35440.016.00: Blitzfangstangen

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	2	Rechteckiges Blech	446	Breite: 100	8	S235J2+N	5,60	0,19	DIN EN 10029	IRH Nimz GmbH
2	2	Rd10	90			S235J2+AR	0,11	0,01	DIN EN 10060	
3	3	Rd12	756			S235J2+AR	2,01	0,08	DIN EN 10060	
Summen Material							7,72	0,28		
	4	Schraube M16	65			8.8, fvz	0,52	0,00	ISO 4014	DIN 931
	8	SKT-Mutter M16				8, fvz	0,27		ISO 4032	DIN 934
	8	U-Scheibe A 17				St, fvz	0,09		ISO 7089	DIN 125
Summen Verbindungsmittel							0,88	0,00		
Zeichnungsformat:		A1	Summen (einfach):				8,60	0,28		
		Feuerverzinkt	1 x ausführen				8,60	0,28		

# STÜCKLISTE

Seite 1 von 4

Zeichnungsnummer: 35440.020.00: Arbeitsplattform

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
1	2	UPE160	4766			S235J2+AR	177,30	5,50	Werksnorm	
2	2	UPE160	3536			S235J2+AR	131,54	4,08	Werksnorm	
3	2	IPE160	3862			S235J2+AR	122,04	4,81	DIN EN 10024	
4	2	IPE160	2542			S235J2+AR	80,33	3,17	DIN EN 10024	
5	4	IPE160	762			S235J2+AR	48,16	1,90	DIN EN 10024	
6	4	IPE160	672			S235J2+AR	42,47	1,67	DIN EN 10024	
7	2	IPE160	916			S235J2+AR	28,95	1,14	DIN EN 10024	
8	2	IPE160	211			S235J2+AR	6,67	0,26	DIN EN 10024	
9	2	L100X50X6	1675			S235J2+AR	22,91	0,98	DIN EN 10056-1	
10	2	L100X50X6	1110			S235J2+AR	15,18	0,65	DIN EN 10056-1	
11	5	Rechteckiges Blech	115	Breite: 50	5	S235J2+N	1,13	0,06	DIN EN 10029	
12	4	L100X50X6	695			S235J2+AR	19,02	0,81	DIN EN 10056-1	
13	8	Rechteckiges Blech	92	Breite: 70	8	S235J2+N	3,24	0,11	DIN EN 10029	
14	8	L60X6	50			S235J2+AR	2,17	0,09	DIN EN 10056-1	
15	8	L100X50X6	50			S235J2+AR	2,74	0,12	DIN EN 10056-1	
16	4	L100X50X6	110			S235J2+AR	3,01	0,13	DIN EN 10056-1	
17	4	L100X50X6	110			S235J2+AR	3,01	0,13	DIN EN 10056-1	sp. 16
18	32	L100X50X6	110			S235J2+AR	24,08	1,03	DIN EN 10056-1	
19	12	L130X65X8	110			S235J2+AR	16,10	0,50	DIN EN 10056-1	
20	12	L130X65X8	110			S235J2+AR	16,10	0,50	DIN EN 10056-1	sp. 19
21	4	L65X7	110			S235J2+AR	3,01	0,11	DIN EN 10056-1	
22	3	L80X8	1265			S235J2+AR	36,66	1,18	DIN EN 10056-1	
23	5	L70X7	1265			S235J2+AR	46,68	1,72	DIN EN 10056-1	
24	6	L70X7	1265			S235J2+AR	56,01	2,06	DIN EN 10056-1	
25	1	L70X7	1265			S235J2+AR	9,34	0,34	DIN EN 10056-1	

# STÜCKLISTE

Seite 2 von 4

Zeichnungsnummer: 35440.020.00: Arbeitsplattform

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
26	1	L70X7	1265			S235J2+AR	9,34	0,34	DIN EN 10056-1	
27	1	L70X7	1104			S235J2+AR	8,15	0,30	DIN EN 10056-1	
28	1	L70X7	1104			S235J2+AR	8,15	0,30	DIN EN 10056-1	sp. 27
29	1	L70X7	978			S235J2+AR	7,22	0,27	DIN EN 10056-1	
30	1	L70X7	978			S235J2+AR	7,22	0,27	DIN EN 10056-1	sp. 29
31	4	L70X7	160			S235J2+AR	4,72	0,17	DIN EN 10056-1	
32	1	L70X7	120			S235J2+AR	0,89	0,03	DIN EN 10056-1	
33	2	Rechteckiges Blech	1470	Breite: 945	10	S235J2+N	74,95 M	1,98 M	DIN EN 10029	
34	1	U100	100			S235J2+AR	1,06	0,04	DIN 1026	
35	1	U100	100			S235J2+AR	1,06	0,04	DIN 1026	
36	1	L60X6	5664			S235J2+AR	30,70	1,32	DIN EN 10056-1	
37	1	L60X6	2094			S235J2+AR	11,35	0,49	DIN EN 10056-1	
38	1	L60X6	3746			S235J2+AR	20,30	0,87	DIN EN 10056-1	
39	1	L60X6	3536			S235J2+AR	19,17	0,82	DIN EN 10056-1	
40	1	L60X6	4766			S235J2+AR	25,83	1,11	DIN EN 10056-1	
41	2	FL50x5	1564			S235J2+AR	6,13	0,34	DIN 1017	
42	2	FL50x5	183			S235J2+AR	0,72	0,04	DIN 1017	
43	1	FL50x5	3746			S235J2+AR	7,34	0,41	DIN 1017	
44	2	FL50x5	3536			S235J2+AR	13,86	0,78	DIN 1017	
45	1	FL50x5	4766			S235J2+AR	9,34	0,52	DIN 1017	
46	1	L70X7	50			S235J2+AR	0,37	0,01	DIN EN 10056-1	
47	2	Rechteckiges Blech	250	Breite: 145	10	S235J2+N	5,69	0,16	DIN EN 10029	
48	10	Rechteckiges Blech	250	Breite: 145	10	S235J2+N	28,46	0,78	DIN EN 10029	
49	10	Rohr76,1x5	410			S235J2H	35,96	0,98	DIN EN 10210-2	
50	30	Rechteckiges Blech	75	Breite: 50	5	S235J2+N	4,42	0,25	DIN EN 10029	

# STÜCKLISTE

Seite 3 von 4

Zeichnungsnummer: 35440.020.00: Arbeitsplattform

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohrturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
51	10	Kreisscheibe Blech	75	Durchm. innen: 17	15	S235J2+N	4,93	0,12	DIN EN 10029	M20 schneiden
52	10	Rechteckiges Blech	250	Breite: 155	12	1.4301	36,50	0,83	DIN EN 10029	
53	20	Kreisscheibe Blech	66	Durchm. innen: 37	5	1.4301	1,84	0,11	DIN EN 10029	Scheibe 37 DIN 125
54	10	Rechteckiges Blech	90	Breite: 90	12	1.4301	7,63	0,18	DIN EN 10029	
55	2	Rechteckiges Blech	155	Breite: 250	12	S235J2+N	7,30	0,16	DIN EN 10029	
56	2	Rohr76,1x5	643			S235J2H	11,28	0,31	DIN EN 10210-2	
57	2	Kreisscheibe Blech	75	Durchm. innen: 13	15	S235J2+N	1,01	0,02	DIN EN 10029	M16 schneiden
58	2	Gew.stange M16	180			A2	0,48	0,00	DIN 976	
59	25	Anker FAZ II 12/30				A4	3,00 M	0,00 M		Fischer: 50 14 16
60	1	750ml PU-Schaum				Polyurethan	1,00 M	0,00 M		1K-Montageschaum
61	12	Anschlußmanschette				Bitumen/Kunststoff	0,00 M	M		Pohl: Secu-Fix 40-90
62	5	Multi-Klemmbock				1.4301	0,00 M	0,00 M		Pröpster: 1273 S1
63	2	Runddraht 8mm / 3,0m				Alumimium	0,00 M	0,00 M		Pröpster: 100 019
Summen Material							1.335,22	47,40		
	50	Scheibe 10,5				A2	0,16	0,00		DIN 93
	50	SKT-Schraube M10	35			A2	1,44		ISO 4017	DIN 933
	180	HV-Schraube M12	35			10.9, fvz	9,65		DIN EN 14399-4	
	180	HV-Schraube M12	40			10.9, fvz	10,44		DIN EN 14399-4	
	20	HV-Schraube M12	45			10.9, fvz	1,24		DIN EN 14399-4	
	380	HV-Mutter M12				10, fvz	8,85		DIN EN 14399-4	
	760	HV-Scheibe 13				C45, fvz	5,34		DIN EN 14399-6	
	6	SKT-Mutter M16				A2	0,20		ISO 4032	DIN 934
	6	U-Scheibe A 17				A2	0,07		ISO 7089	DIN 125

# STÜCKLISTE

Seite 4 von 4

Zeichnungsnummer: 35440.020.00: Arbeitsplattform

18.07.2024

**Turmbau Steffens und Nölle GmbH**  
**Meeraner Str. 21**  
**12681 Berlin**  
**Tel. +49-(0)30-747 02-0**

Auftragsnummer: A.906260 16m-SRT FWH Heidhausen / Essen  
 Objektnummer: 35440 16m- Stahlrohturm  
 Besteller: ZWP Ingenieur-AG, NL Bochum  
 Bauwerk: Feuerwehrhaus Werden Heidhausen / Essen

Sachbearbeiter: Sasse

Pos.	Anzahl	Artikel	Länge [mm]	Weiteres Maß [mm]	Stärke [mm]	Werkstoff	Gewicht [kg]	Anstrich [m²]	Norm	Hinweis
	10	SKT-Schraube M20	100			A2	2,79		ISO 4017	DIN 933
	10	SKT-Mutter M20				A2	0,64		ISO 4032	DIN 934
	10	U-Scheibe A 21				A2	0,17		ISO 7089	DIN 125
Summen Verbindungsmittel							40,99	0,00		
Zeichnungsformat:		A0	Summen (einfach):				1.376,21	47,40		
		Feuerverzinkt	1 x ausführen				1.376,21	47,40		

BESTELLER: ZWP Ingenieur-AG, Niederlassung Bochum										AUFTRAGS-NR.: 9 0626 0									
OBJEKT: 16m-SRT: FWH Werden Heidhausen / Essen										TB-OBJEKT-NR.: 35.440.									
ANSCHRIFT: Brakeler Wald 19 45239 Essen										ANFRAGEN-NR.: A.02542									
*)		U=Übersicht		B=Baugruppe		E=Einzelteil		K=Klärung		F=Fundament									
**)		B=Büroakte		H=Hängeschränk		C=CAD		M=Mikrofilm		R=Rolle									
Zeichnungs-Nr.		Ind.	Bezeichnung				m²	Gewicht	Format	Art*	Ablage**	LV-Pos.	Bemerkung						
35.440.001.00		-	Übersicht				-	-	A0	Ü	C								
002		B	Lageplan / Fundamenteinmeßplan				-	-	A0	Ü	C								
003		-	Dacheindeckung				-	-	A0	Ü	C								
004		-	Montageablauf und Montagebedarf				-	13,03	A0	Ü	C								
010		-	Verankerung				4,24	318,53	A0	B	C								
011		-	Schuß 1 - Fußschuß				22,62	1254,27	A0	B	C								
012		-	Schuß 2				14,76	986,91	A0	B	C								
013		-	Schuß - Kopfschuß				7,41	441,50	A0	B	C								
014		-	Steigleiter				0,04	88,72	A0	B	C								
015			Antennenhalterungen										in Arbeit						
016		-	Blitzfangstangen				0,28	8,60	A1	B	C								
020.01		-	Podest- Zusammenbau				-	-	A0	Ü	C								
020.02		-	Podest- Einzelteile				47,40	1376,21	A0	B	C								
021		-	Podest- Gitterroste				18,21	-	A1	B	C								