Statische Berechnung/
Structural Report

Objekt/ ***Subject:***	**Excellentline Dropsystem** ***Excellentline Drop System***
Entwicklung/ ***Developer:***	**SHOWEM Veranstaltungstechnik GmbH** **Gutenbergstraße 12** **85098 Großmehring**
Hersteller/ ***Manufacturer:***	**H.O.F.-Alutec GmbH& Co. KG** **Brookstr. 8** **49497 Mettingen**
Aufsteller/ **Structural Engineer:**	**Dipl.- Ing. T. Brandt** **Brookstr. 8** **49497 Mettingen** **Tel. 05452/ 935082 Fax. - / 935083**

Aufgestellt: im Dezember 2017
Created in: December 2017

Statik Baukonstruktion
Dipl.Ing. Thomas Brandt
Brookstr. 8 49497 Mettingen
Tel. 05452/935082 Fax 935083

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
MITGLIED
316709

Der Nachweis umfasst 23 Seiten.
This report includes 23 pages.

Auftrags-Nr: 16357
job numer: 16357
Bearbeiter/ *case handler*: Br

Inhaltsverzeichnis/ *table of contents*

Inhaltsverzeichnis/ *table of contents* ... 2
1. Vorbemerkungen/ *preliminary report* ... 3
2. Berechnungsgrundlagen/ *calculation basis* ... 6
3. Baustoffe/ *materials* ... 6
4. maximal aufnehmbare Kräfte der Aufnahmeplatte (oben)/ *head plate: max. applicable loads* ... 7
5. Droparm – Indoor mit „Hallenwind“/ *drop arm – indoor with „hall wind“* ... 8
5.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 8
5.2. Bemessung/ *calculation* ... 9
6. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 1)/ *drop arm – outdoor with „wind“ (storm wind zone 1)* ... 11
6.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 11
6.2. Bemessung/ *calculation* ... 11
7. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 2)/ *drop arm – outdoor with “wind” (storm wind zone 2)* ... 14
7.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 14
7.2. Bemessung/ *calculation* ... 14
8. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 3)/ *drop arm – outdoor with „wind“ (storm wind zone 3)* ... 17
8.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 17
8.2. Bemessung/ *calculation* ... 17
9. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 4)/ *drop arm – outdoor with „wind“ (storm wind zone 4)* ... 20
9.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 20
9.2. Bemessung/ *calculation* ... 20
10. Schlußbemerkung/ *final remark* ... 23

1. Vorbemerkungen/ *preliminary report*

Gegenstand der vorliegenden Berechnung ist der Nachweis einer Armkonstruktion die dazu dient Monitore etc. aufzunehmen. Die Konstruktion wird durch eine Kopfplatte von Traversen oder der Deckenkonstruktion abgehängt.

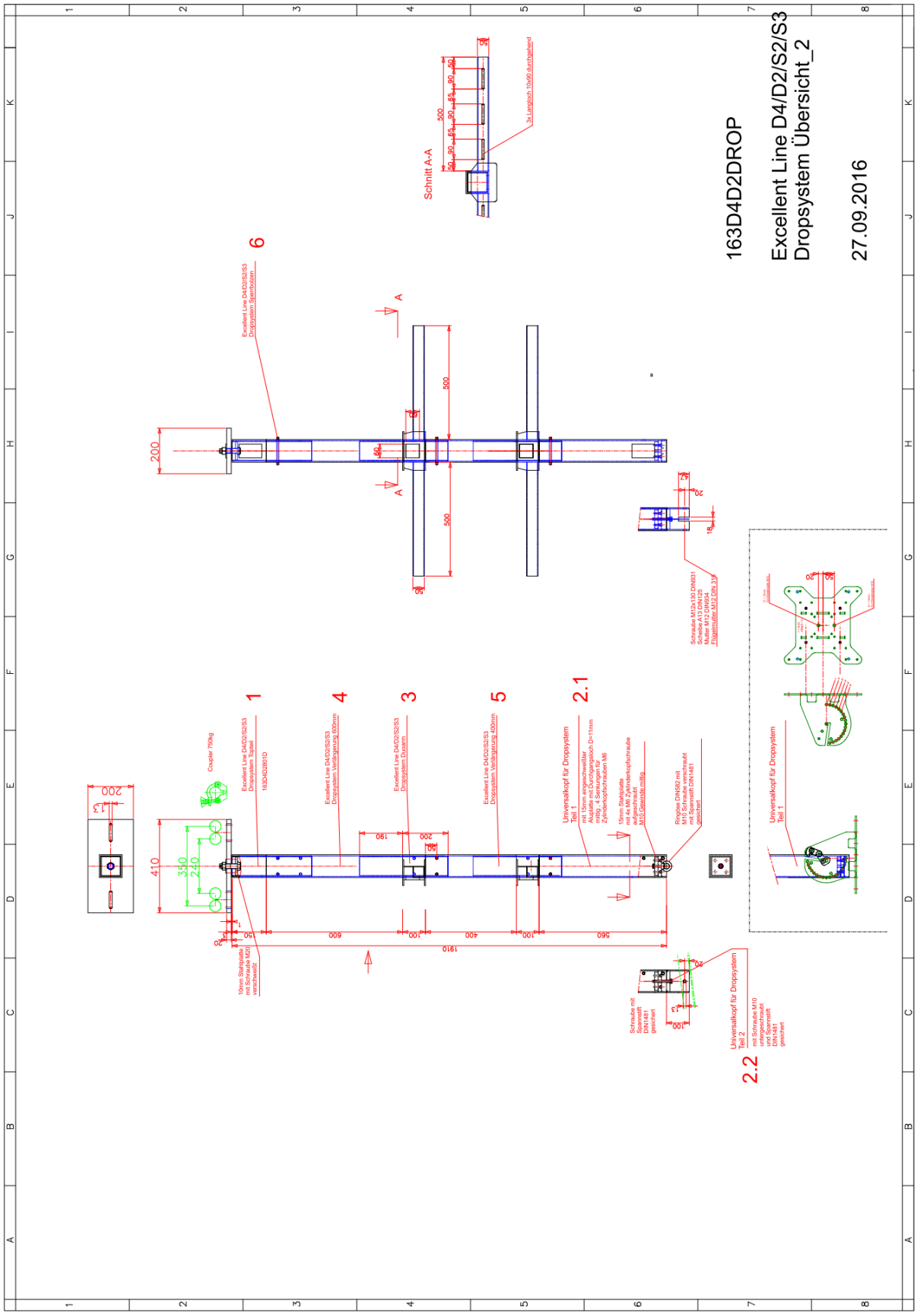
Untersucht werden folgende Anwendungsbereiche:
- mit/ohne Hallenwind (Messebau)
- Outdorvariante (mit Windbelastung)

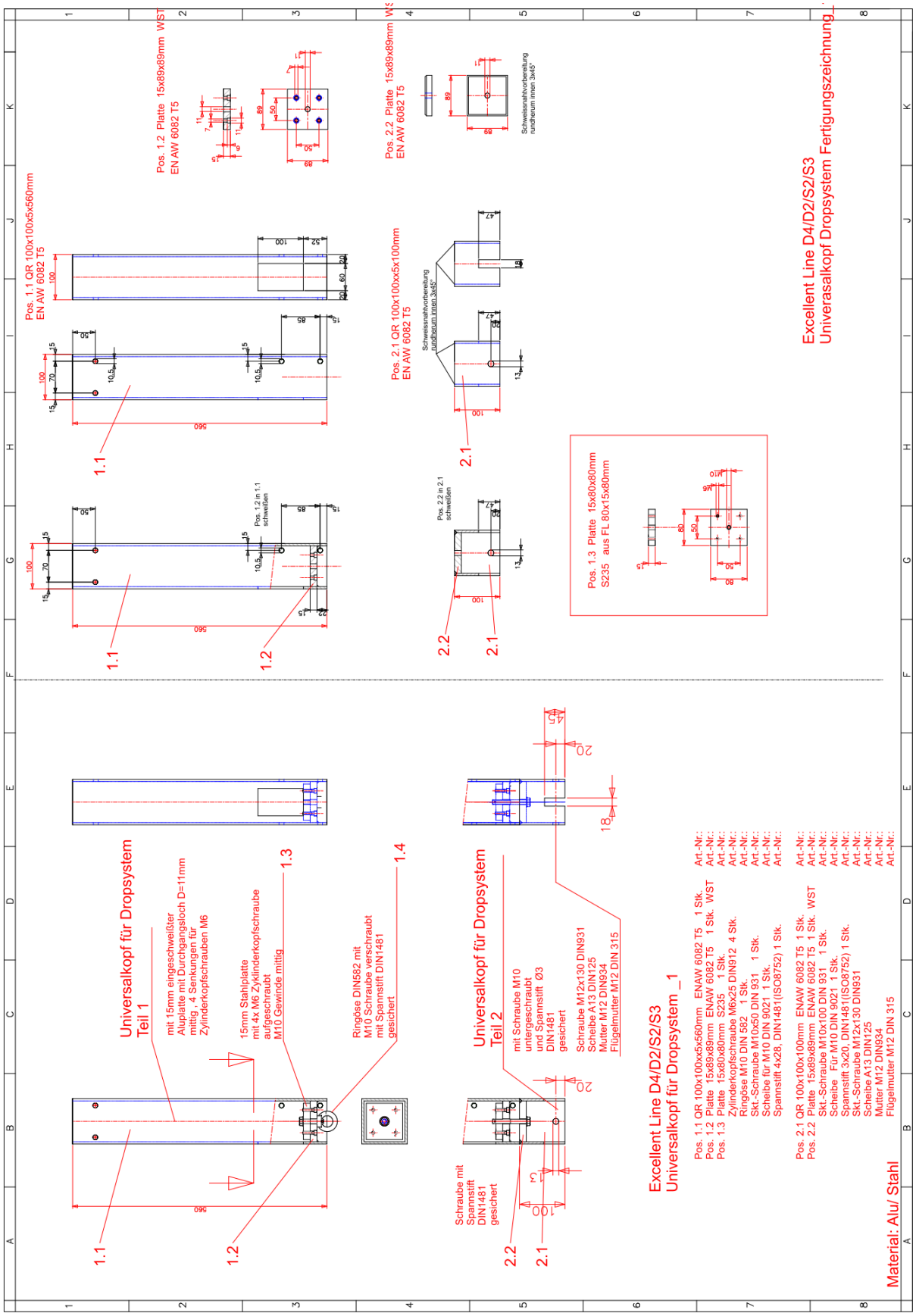
Abmessungen sind der nachfolgenden Zeichnung zu entnehmen.

Subject of this structural report is a n arm construction, which is meant to carry loads like montitors. The construction is suspended from trusses or ceiling constructions with a head plate.

The following applications are examined:
- *With/without hall wind (fair construction)*
- *Outdoor version (with wind loads)*

See the following drawings for dimensions.


163D4D2DROP
Excellent Line D4/D2/S2/S3
Dropsystem Übersicht_2
27.09.2016
Schnitt A-A
Universalkopf für Dropsystem
Teil 1
Universalkopf für Dropsystem
Teil 2
2.1
2.2
1
3
4
5
6
1910


Excellent Line D4/D2/S2/S3
Universalkopf Dropsystem Fertigungszeichnung
Pos. 1.1 QR 100x100x5x660mm EN AW 6082 T5
Pos. 1.2 Platte 15x89x89mm WST EN AW 6082 T5
Pos. 2.1 QR 100x100xx5x100mm EN AW 6082 T5
Pos. 2.2 Platte 15x89x89mm WST EN AW 6082 T5
Pos. 1.3 Platte 15x80x80mm S235 aus FL 80x15x80mm
Schweissnahtvorbereitung rundherum innen 3x45°
Pos. 1.2 in 1.1 schweißen
Pos. 2.2 in 2.1 schweißen
Universalkopf für Dropsystem Teil 1
mit 15mm eingeschweißter Aluplatte mit Durchgangsloch D=11mm mittig , 4 Senkungen für Zylinderkopfschrauben M6
15mm Stahlplatte mit 4x M6 Zylinderkopfschraube aufgeschraubt M10 Gewinde mittig
Ringöse DIN582 mit M10 Schraube verschraubt mit Spannstift DIN1481 gesichert
Universalkopf für Dropsystem Teil 2
mit Schraube M10 untergeschraubt und Spannstift Ø3 DIN1481 gesichert
Schraube M12x130 DIN931
Scheibe A13 DIN125
Mutter M12 DIN934
Flügelmutter M12 DIN 315
Schraube mit Spannstift DIN1481 gesichert
Excellent Line D4/D2/S2/S3
Universalkopf für Dropsystem _1
Pos. 1.1 QR 100x100x5x560mm ENAW 6082 T5 1 Stk. Art.-Nr.:
Pos. 1.2 Platte 15x89x89mm ENAW 6082 T5 1 Stk. WST Art.-Nr.:
Pos. 1.3 Platte 15x80x80mm S235 1 Stk. Art.-Nr.:
Zylinderkopfschraube M6x25 DIN912 4 Stk. Art.-Nr.:
Ringöse M10 DIN 582 1 Stk. Art.-Nr.:
Skt.-Schraube M10x50 DIN 931 1 Stk. Art.-Nr.:
Scheibe für M10 DIN 9021 1 Stk. Art.-Nr.:
Spannstift 4x28, DIN1481 (ISO8752) 1 Stk. Art.-Nr.:
Pos. 2.1 QR 100x100x100mm ENAW 6082 T5 1 Stk. Art.-Nr.:
Pos. 2.2 Platte 15x89x89mm ENAW 6082 T5 1 Stk. WST Art.-Nr.:
Skt.-Schraube M10x700 DIN 931 1 Stk. Art.-Nr.:
Scheibe Für M10 DIN 9021 1 Stk. Art.-Nr.:
Spannstift 3x20, DIN1481(ISO8752) 1 Stk. Art.-Nr.:
Skt.-Schraube M12x130 DIN931 Art.-Nr.:
Scheibe A13 DIN125 Art.-Nr.:
Mutter M12 DIN934 Art.-Nr.:
Flügelmutter M12 DIN 315 Art.-Nr.:
Material: Alu/ Stahl

2. Berechnungsgrundlagen/ *calculation basis*

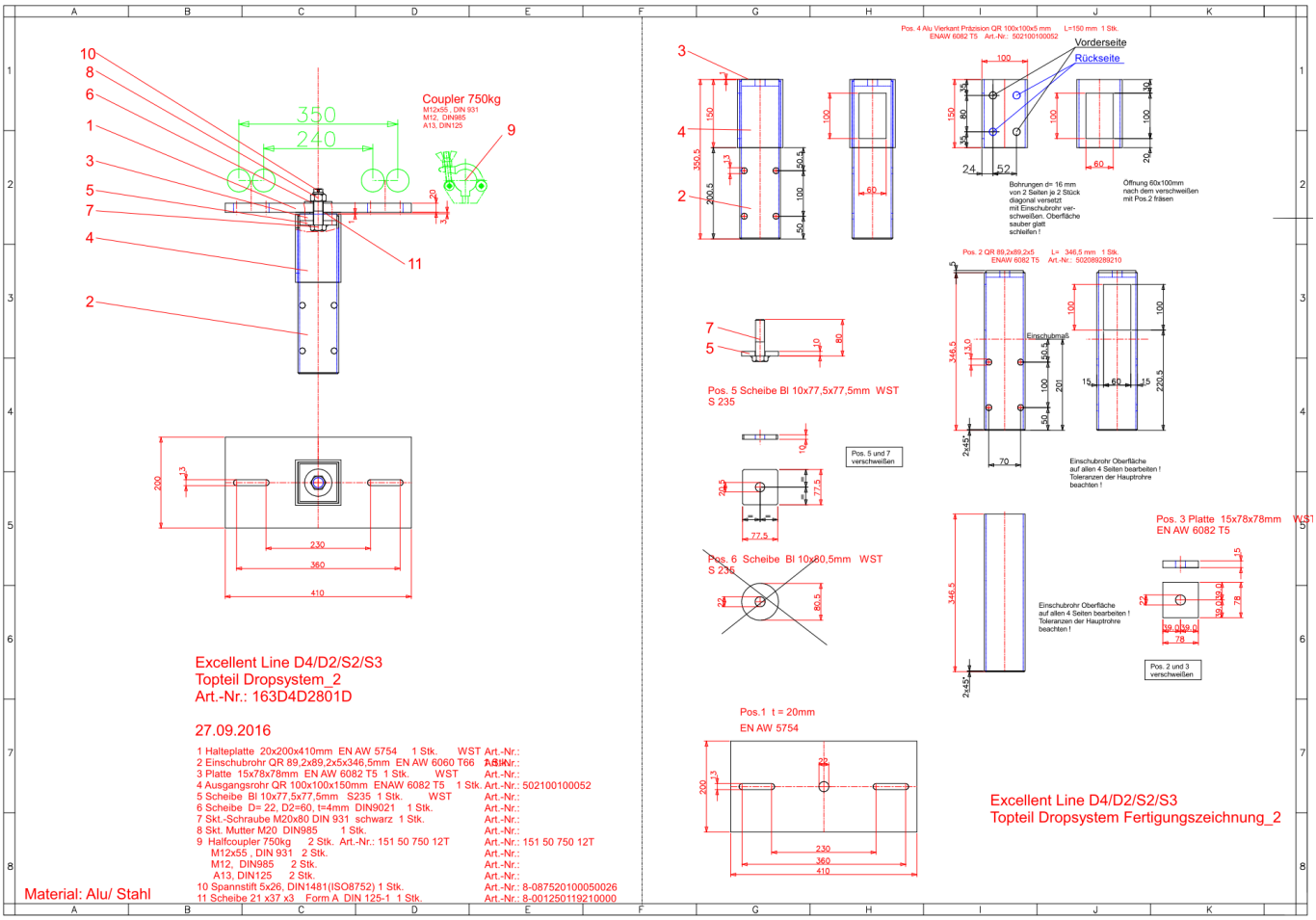
DIN – Normen/ *norms*:

DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke *actions on structures*
DIN EN 13814	Fliegende Bauten *temporary structures, fair-ground amusements*
DIN EN 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten *steel structures, design and construction*
DIN EN 1999	Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen *aluminium constructions*

3. Baustoffe/ *materials*

Stahl/ *steel*:	S235JR
Aluminium/ *aluminium*:	EN AW- 6082 (Al Mg Si 1,0 F31)

4. maximal aufnehmbare Kräfte der Aufnahmeplatte (oben)/ *head plate: max. applicable loads*



Platte/ *plate* 200x20-410 mm **EN AW 5754**

A = (20,0 – 1,3) x 2,0 = 37,40 cm²
W = (20,0 – 1,3) x 2,0² / 6 = 12,47 cm³

σ = 1,35 x (F / A + Mx0,5 / W) = 19,0 / 1,1
→ **max M ≈ 17,273 / 1,35 x 12,47 / (0,5 x 100)**
→ **max M ≈ 3,19 KNm**

Anschluß/ *conection* M 20 **8.8**

zul $N_{R,d}$ = 142,55 = M / (0,078/2)
→ zul. M ≈ 5,50 KNm

5. Droparm – Indoor mit „Hallenwind“/ *drop arm – indoor with „hall wind“*

5.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions*

Lastfall/ *loadcase*: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion/ *dead weight of construction*

QR 100x5 mm (3,0m lang/ *long*) → 3,00 x 0,051		= 0,15 KN
Anschlußplatte inkl Coupler/ *coupling plate with coupler* →		≈ 0,10 KN
aus Querarme/ *vertical arms* →		= 0,10 KN
aus Nutzlastkörper/ *user loads* → max.		= 2,00 KN
	max ∑V	**= 2,35 KN**

Lastfall/ *loadcase*: LF 2 „Hallenwind“/ hall wind

Je nach Messegesellschaft darf für Aufbauten H < 2,50m eine Ersatzlast von q_w = 0,063 KN/m² und darüber von q_w = 0,125 KN/m² angesetzt werden. Da diese Regelung nicht für alle Standorte gilt wird hier eine Last von **q_w = 0,125 KN/m²** angesetzt.

*Depending on different regulations by trade fair organizations equivalent loads of q_w = 0,063 KN/m² for constructions H < 2,50m and of q_w = 0,125 KN/m² for higher constructions are applied. Because this regulation is not applicable in some places and trade fairs, an equivalent load of **q_w = 0,125 KN/m²** is used in this report.*

- Windangriffsfläche Nutzlastkörper/ *wind-exposed-areas of user loads*:

A ≤ 0,60 m² (≤ 46 Zoll)
→ W = 0,60 x 0,125 = 0,075 KN (ungünstigt immer am Mastkopf angesetzt/ *always placed unfavorably at the poles top*)

A ≤ 1,00 m² (≤ 60 Zoll)
→ W = 1,00 x 0,125 = 0,125 KN (ungünstigt immer am Mastkopf angesetzt/ *always placed unfavorably at the poles top*)

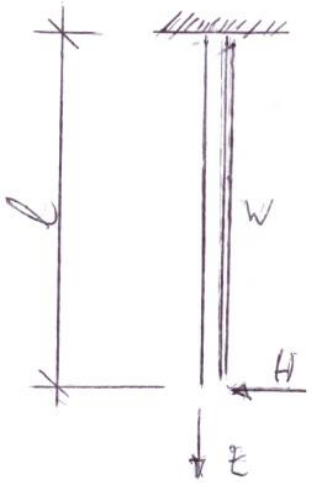
A ≤ 1,50 m² (≤ 75 Zoll)
→ W = 1,50 x 0,125 = 0,1875 KN (ungünstigt immer am Mastkopf angesetzt/ *always placed unfavorably at the poles top*)

A ≤ 2,00 m² (≤ 85 Zoll)
→ W = 2,00 x 0,125 = 0,25 KN (ungünstigt immer am Mastkopf angesetzt/ *always placed unfavorably at the poles top*)

- Wind auf Mast/ *wind-exposed-areas of the pole*:

w = 0,10 x 0,125 = 0,0125 KN/m

5.2. Bemessung/ *calculation*



Mast/ pole → QR 100 x 5 mm
A = 19,00 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm⁴
i = 3,88 cm

M = H x L + w x L²/2 ≈ 2,00 KNm
σ = 1,35 x (Z / A + (H x L + w x L²/2) x 10² / W) = 11,363 KN/cm²
H = W_{ind} x a x b

Eigengewichte/ *dead weights*:

$Z_{1,00}$ = 2,250 KN
$Z_{1,50}$ = 2,275 KN
$Z_{2,00}$ = 2,300 KN
$Z_{2,50}$ = 2,325 KN
$Z_{3,00}$ = 2,350 KN

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 + 0,0125 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

1. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,00m

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 + 0,0125 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1184 + (H + 0,00625) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1184 + 1,7446 x H + 0,0109 = 8,4170
max H = 4,750 KN
→ M = 4,750 x 1,00 = 4,750 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ M = H x 1,00 = 3,19 KNm
→ max H = 3,19 KN
→ max $A_{Nutzkörper}$ = 3,19 / 0,125 = 25,52 m²

2. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,50m

σ = 1,35 x (2,275 / 19,0 + ((H x 1,50 + 0,0125 x 1,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1197 + (H x 1,50 + 0,01406) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1197 + 2,6169 x H + 0,0245 = 8,4170
max H = 3,161 KN
→ M = 3,161 x 1,50 = 4,742 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 2,12 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 2,12 / 0,125 = 17,01 m²**

3. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,00m

σ = 1,35 x (2,30 / 19,0 + ((H x 2,00 + 0,0125 x 2,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1211 + (H x 2,00 + 0,025) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1211 + 3,4892 x H + 0,0436 = 8,4170
max H = 2,365 KN
→ M = 2,365 x 2,00 = 4,730 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,595 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,595 / 0,125 = 12,76 m²**

4. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,50m

σ = 1,35 x (2,325 / 19,0 + ((H x 2,50 + 0,0125 x 2,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1224 + (H x 2,50 + 0,0391) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1224 + 4,3615 x H + 0,0681 = 8,4170
max H = 1,886 KN
→ M = 1,886 x 2,50 = 4,715 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,276 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,276 / 0,125 = 10,21 m²**

5. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 3,00m

σ = 1,35 x (2,35 / 19,0 + ((H x 3,00 + 0,0125 x 3,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1237 + (H x 3,00 + 0,05625) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1237 + 5,2338 x H + 0,0981) = 8,4170
max H = 1,566 KN
→ M = 1,566 x 3,00 = 4,697 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 3,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,063 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,063 / 0,125 = 8,50 m²**

6. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 1)/ *drop arm – outdoor with „wind“ (storm wind zone 1)*

6.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions*

Lastfall/ *loadcase*: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion/ *dead weight of construction*

QR 100x5 mm (3,0m lang/ *long*) → 3,00 x 0,051	= 0,15 KN
Anschlußplatte inkl Coupler/ *coupling plate with coupler* →	≈ 0,10 KN
aus Querarme/ *vertical arms* →	= 0,10 KN
aus Nutzlastkörper/ *user loads* → max.	= 2,00 KN
max ∑V	**= 2,35 KN**

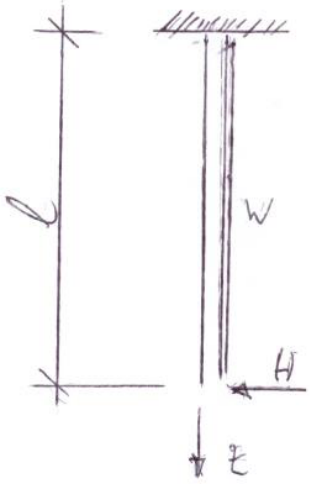
Lastfall/ *loadcase*: LF 2 "Wind – WZ 1"/ *wind zone 1*

q_w = 1,5 x 0,32 x 0,7 = 0,336 KN/m²

- Wind auf Mast/ *wind on pole*:

w = 0,10 x 1,4 x 0,336 = 0,047 KN/m

6.2. Bemessung/ *calculation*



Mast/ *pole* → QR 100 x 5 mm
A = 19,00 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm⁴
i = 3,88 cm

M = H x L + w x L²/2 ≈ 2,00 KNm
σ = 1,35 x (Z / A + (H x L + w x L²/2) x 10² / W) = 11,363 KN/cm²
H = W_{ind} x a x b

Eigengewichte/ *dead weights*:

$Z_{1,00}$ = 2,250 KN
$Z_{1,50}$ = 2,275 KN
$Z_{2,00}$ = 2,300 KN
$Z_{2,50}$ = 2,325 KN
$Z_{3,00}$ = 2,350 KN

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,047 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

1. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,00m

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,40 + 0,047 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1184 + (H x 1,4 + 0,0235) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1184 + 2,4424 x H + 0,0410 = 8,4170
max H = 3,381 KN
→ M = 3,381 x 1,00 = 3,381 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 3,19 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 3,19 / 0,336 = 9,49 m²**

2. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,50m

σ = 1,35 x (2,275 / 19,0 + ((H x 1,50 x 1,4 + 0,047 x 1,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1197 + (H x 2,10 + 0,0529) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1197 + 3,6636 x H + 0,0923 = 8,4170
max H = 2,240 KN
→ M = 2,240 x 1,50 = 3,359 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 2,12 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 2,12 / 0,336 = 6,31 m²**

3. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,00m

σ = 1,35 x (2,30 / 19,0 + ((H x 2,00 x 1,4 + 0,047 x 2,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1211 + (H x 2,80 + 0,094) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1211 + 4,8849 x H + 0,164 = 8,4170
max H = 1,665 KN
→ M = 1,665 x 2,00 = 3,329 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,595 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,595 / 0,336 = 4,74 m²**

4. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,50m

σ = 1,35 x (2,325 / 19,0 + ((H x 2,50 x 1,4 + 0,047 x 2,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1224 + (H x 3,50 + 0,1469) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1224 + 6,1061 x H + 0,2563 = 8,4170
max H = 1,316 KN
→ M = 1,316 x 2,50 = 3,291 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,276 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,276 / 0,336 = 3,80 m²**

5. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 3,00m

σ = 1,35 x (2,35 / 19,0 + ((H x 3,00 x 1,4 + 0,047 x 3,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1237 + (H x 4,20 + 0,2115) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1237 + 7,3273 x H + 0,3690) = 8,4170
max H = 1,095 KN
→ M = 1,095 x 3,00 = 3,285 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 3,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,063 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,063 / 0,336 = 3,16 m²**

7. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 2)/ *drop arm – outdoor with “wind” (storm wind zone 2)*

7.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions*

Lastfall/ *loadcase*: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion/ *dead weight of construction*

QR 100x5 mm (3,0m lang/ *long*) → 3,00 x 0,051	= 0,15 KN
Anschlußplatte inkl Coupler/ *coupling plate with coupler* →	≈ 0,10 KN
aus Querarme/ *vertical arms* →	= 0,10 KN
aus Nutzlastkörper/ *user loads* → max.	= 2,00 KN
max ∑V	**= 2,35 KN**

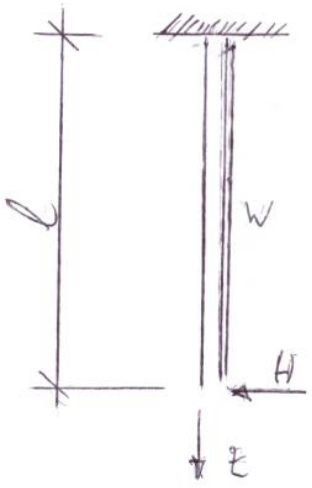
Lastfall/ *load case*: LF 2 "Wind – WZ 2"/ *wind zone 2*

q_w = 1,5 x 0,39 x 0,7 = 0,4095 KN/m²

- Wind auf Mast/ *wind on pole*:

w = 0,10 x 1,4 x 0,4095 = 0,0573 KN/m

7.2. Bemessung/ *calculation*



Mast/ *pole* → QR 100 x 5 mm
A = 19,00 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm⁴
i = 3,88 cm

M = H x L + w x L²/2 ≈ 2,00 KNm
σ = 1,35 x (Z / A + (H x L + w x L²/2) x 10² / W) = 11,363 KN/cm²
H = W_{ind} x a x b

Eigengewichte/ *dead weights*:

$Z_{1,00}$ = 2,250 KN
$Z_{1,50}$ = 2,275 KN
$Z_{2,00}$ = 2,300 KN
$Z_{2,50}$ = 2,325 KN
$Z_{3,00}$ = 2,350 KN

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,0573 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

1. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,00m

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,0573 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1184 + (H x 1,4 + 0,0287) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1184 + 2,4424 x H + 0,0501 = 8,4170
max H = 3,377 KN
→ M = 3,377 x 1,00 = 3,377 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 3,19 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 3,19 / 0,4095 = 7,79 m²**

2. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,50m

σ = 1,35 x (2,275 / 19,0 + ((H x 1,50 x 1,4 + 0,0573 x 1,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1197 + (H x 2,10 + 0,0645) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1197 + 3,6636 x H + 0,1125 = 8,4170
max H = 2,234 KN
→ M = 2,234 x 1,50 = 3,351 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 2,12 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 2,12 / 0,4095 = 5,18 m²**

3. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,00m

σ = 1,35 x (2,30 / 19,0 + ((H x 2,00 x 1,4 + 0,0573 x 2,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1211 + (H x 2,80 + 0,1146) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1211 + 4,8849 x H + 0,1999 = 8,4170
max H = 1,657 KN
→ M = 1,657 x 2,00 = 3,315 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,595 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,595 / 0,4095 = 3,89 m²**

4. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,50m

σ = 1,35 x (2,325 / 19,0 + ((H x 2,50 x 1,4 + 0,0573 x 2,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1224 + (H x 3,50 + 0,1791) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1224 + 6,1061 x H + 0,3124 = 8,4170
max H = 1,307 KN
→ M = 1,307 x 2,50 = 3,268 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,276 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,276 / 0,4095 = 3,12 m²**

5. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 3,00m

σ = 1,35 x (2,35 / 19,0 + ((H x 3,00 x 1,4 + 0,0573 x 3,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1237 + (H x 4,20 + 0,2579) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1237 + 7,3273 x H + 0,4498) = 8,4170
max H = 1,084 KN
→ M = 1,084 x 3,00 = 3,251 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 3,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,063 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,063 / 0,4095 = 2,59 m²**

8. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 3)/ *drop arm – outdoor with „wind“ (storm wind zone 3)*

8.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions*

Lastfall/ *loadcase*: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion/ *dead weight of construction*

QR 100x5 mm (3,0m lang/ *long*) → 3,00 x 0,051	= 0,15 KN
Anschlußplatte inkl Coupler/ *coupling plate with coupler* →	≈ 0,10 KN
aus Querarme/ *vertical arms* →	= 0,10 KN
aus Nutzlastkörper/ *user loads* → max.	= 2,00 KN
max ∑V	**= 2,35 KN**

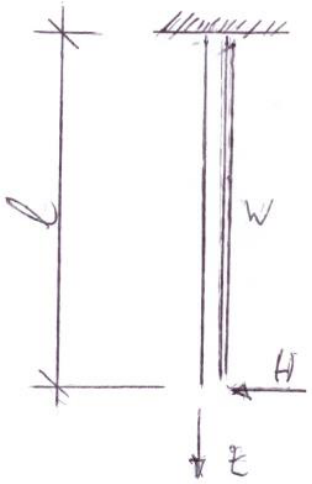
Lastfall/ *loadcase*: LF 2 "Wind – WZ 3"/ *wind zone 3*

q_w = 1,8 x 0,47 x 0,7 = 0,5922 KN/m²

- Wind auf Mast/ *wind on pole*:

w = 0,10 x 1,4 x 0,5922 = 0,083 KN/m

8.2. Bemessung/ *calculation*



Mast/ *pole* → QR 100 x 5 mm
A = 19,00 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm⁴
i = 3,88 cm

M = H x L + w x L²/2 ≈ 2,00 KNm
σ = 1,35 x (Z / A + (H x L + w x L²/2) x 10² / W) = 11,363 KN/cm²
H = W_{ind} x a x b

Eigengewichte/ *dead weights*:

$Z_{1,00}$ = 2,250 KN
$Z_{1,50}$ = 2,275 KN
$Z_{2,00}$ = 2,300 KN
$Z_{2,50}$ = 2,325 KN
$Z_{3,00}$ = 2,350 KN

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,083 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

1. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,00m

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,083 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1184 + (H x 1,4 + 0,0415) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1184 + 2,4424 x H + 0,0724 = 8,4170
max H = 3,368 KN
→ M = 3,368 x 1,00 = 3,368 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 3,19 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 3,19 / 0,5922 = 5,39 m²**

2. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,50m

σ = 1,35 x (2,275 / 19,0 + ((H x 1,50 x 1,4 + 0,083 x 1,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1197 + (H x 2,10 + 0,0934) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1197 + 3,6636 x H + 0,1629 = 8,4170
max H = 2,220 KN
→ M = 2,2220 x 1,50 = 3,330 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 2,12 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 2,12 / 0,5922 = 3,58 m²**

3. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,00m

σ = 1,35 x (2,30 / 19,0 + ((H x 2,00 x 1,4 + 0,083 x 2,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1211 + (H x 2,80 + 0,166) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1211 + 4,8849 x H + 0,2896 = 8,4170
max H = 1,639 KN
→ M = 1,639 x 2,00 = 3,278 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,595 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,595 / 0,5922 = 2,69 m²**

4. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,50m

σ = 1,35 x (2,325 / 19,0 + ((H x 2,50 x 1,4 + 0,083 x 2,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1224 + (H x 3,50 + 0,2594) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1224 + 6,1061 x H + 0,4525 = 8,4170
max H = 1,284 KN
→ M = 1,284 x 2,50 = 3,211 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,276 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,276 / 0,5922 = 2,15 m²**

5. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 3,00m

σ = 1,35 x (2,35 / 19,0 + ((H x 3,00 x 1,4 + 0,083 x 3,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1237 + (H x 4,20 + 0,3735) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1237 + 7,3273 x H + 0,6516) = 8,4170
max H = 1,043 KN
→ M = 1,043 x 3,00 = 3,129 KNm < 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **max H = 1,043 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,043 / 0,5922 = 1,76 m²**

9. Droparm – Outdoor mit „Wind“ (Sturm WZ 4)/ *drop arm – outdoor with „wind“ (storm wind zone 4)*

9.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions*

Lastfall/ *loadcase*: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion/ *dead weight of construction*

QR 100x5 mm (3,0m lang/ *long*) → 3,00 x 0,051	= 0,15 KN
Anschlußplatte inkl Coupler/ *coupling plate with coupler* →	≈ 0,10 KN
aus Querarme/ *vertical arms* →	= 0,10 KN
aus Nutzlastkörper/ *user loads* → max.	= 2,00 KN
max ∑V	**= 2,35 KN**

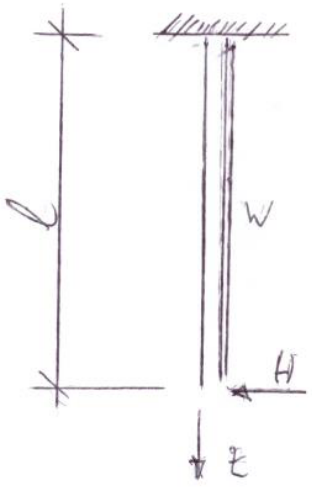
Lastfall/ *loadcase*: LF 2 "Wind – WZ2"/ *wind zone 2*

q_w = 2,3 x 0,56 x (7,0 / 10)^{0,27} x 0,7 = 0,8188 KN/m²

- Wind auf Mast/ *wind on pole*:

w = 0,10 x 1,4 x 0,8188 = 0,1146 KN/m

9.2. Bemessung/ *calculation*



Mast/ *pole* → QR 100 x 5 mm
A = 19,00 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm^4
i = 3,88 cm

M = H x L + w x L²/2 ≈ 2,00 KNm
σ = 1,35 x (Z / A + (H x L + w x L²/2) x 10² / W) = 11,363 KN/cm²
H = W_{ind} x a x b

Eigengewichte/ *dead weights*:

$Z_{1,00}$ = 2,250 KN
$Z_{1,50}$ = 2,275 KN
$Z_{2,00}$ = 2,300 KN
$Z_{2,50}$ = 2,325 KN
$Z_{3,00}$ = 2,350 KN

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,1146 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

1. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,00m

σ = 1,35 x (2,25 / 19,0 + ((H x 1,00 x 1,4 + 0,1146 x 1,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1184 + (H x 1,4 + 0,0573) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1184 + 2,4424 x H + 0,1000 = 8,4170
max H = 3,357 KN
→ M = 3,357 x 1,00 = 3,357 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 3,19 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 3,19 / 0,8188 = 3,90 m²**

2. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 1,50m

σ = 1,35 x (2,275 / 19,0 + ((H x 1,50 x 1,4 + 0,1146 x 1,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1197 + (H x 2,10 + 0,1289) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1197 + 3,6636 x H + 0,2249 = 8,4170
max H = 2,203 KN
→ M = 2,203 x 1,50 = 3,305 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 1,50 = 3,19 KNm**
→ **max H = 2,12 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 2,12 / 0,8188 = 2,59 m²**

3. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,00m

σ = 1,35 x (2,30 / 19,0 + ((H x 2,00 x 1,4 + 0,1146 x 2,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1211 + (H x 2,80 + 0,2292) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1211 + 4,8849 x H + 0,3999 = 8,4170
max H = 1,616 KN
→ M = 1,616 x 2,00 = 3,233 KNm > 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **M = H x 2,00 = 3,19 KNm**
→ **max H = 1,595 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,595 / 0,8188 = 1,95 m²**

4. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 2,50m

σ = 1,35 x (2,325 / 19,0 + ((H x 2,50 x 1,4 + 0,1146 x 2,50²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1224 + (H x 3,50 + 0,3581) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1224 + 6,1061 x H + 0,6248 = 8,4170
max H = 1,256 KN
→ M = 1,256 x 2,50 = 3,140 KNm < 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **max H = 1,256 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,256 / 0,8188 = 1,53 m²**

5. max. Fläche der Nutzkörper für/ *max. payload surface for* L = 3,00m

σ = 1,35 x (2,35 / 19,0 + ((H x 3,00 x 1,4 + 0,1146 x 3,00²/2) x 100 / 57,32) = 11,363 KN/cm²

0,1237 + (H x 4,20 + 0,5157) x100 / 57,32 = 8,4170
0,1237 + 7,3273 x H + 0,8997) = 8,4170
max H = 1,009 KN
→ M = 1,009 x 3,00 = 3,027 KNm < 3,19 KNm
(max. M aus Anschluß Pos.4/ *max. M from head plate mount cf. chapter 4*)

→ **max H = 1,009 KN**
→ **max $A_{Nutzkörper}$ = 1,009 / 0,8188 = 1,23 m²**

10. Schlußbemerkung/ *final remark*

Die Konstruktion wurde hinsichtlich DIN 13814, DIN 1999, DIN 1991, DIN 1993, sowie aller mitgeltenden Normen untersucht. Sie ist hinreichend tragfähig und standsicher.

The construction has been analyzed according to DIN 13814, DIN 1999, DIN 1991, DIN 1993, including other applicable norms. It is dimensioned sufficiently stable.

Maximale Nutzlast P ≤ 200 kg
Nutzlastflächhen gem Pos. 5-9
Maximale Armlänge L = 3,00 m

max. payload P: ≤ 200 kg
max. payload surface: according to Pos. 5-9
max. length of arm: L = 3,00 m