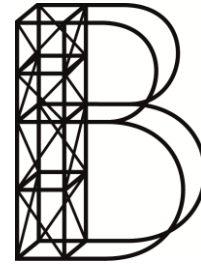


# Statische Berechnung/ *Structural Report*



**Objekt/  
Subject:** Design Stele D4  
Design Stele D4

**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

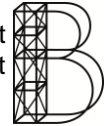
Aufgestellt: im Juni 2017  
Created in: June 2017

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



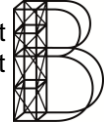
Der Nachweis umfasst 30 Seiten.  
*This report includes 30 pages.*

Auftrags-Nr.: 17136-D4  
job numer: 17136-D4  
Bearbeiter/ case handler: Br



## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis .....	2
1. Vorbemerkungen/ <i>preliminary report</i> .....	3
2. Berechnungsgrundlagen/ <i>calculation basis</i> .....	4
3. Baustoffe/ <i>materials</i> .....	4
4. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“/ <i>Stele – indoor with/ without „jostling factor“</i> .....	5
4.1. Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i> .....	5
4.2. Bemessung (max. Anwenderlasten) – ohne „Anrempeln“/ <i>calculation (max. user loads) – without „jostling“</i> .....	6
4.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“/ <i>calculation (max. user loads) – with „jostling“</i> .....	7
5. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Hallenwind“/ <i>Stele – indoor with/without „jostling factor“ and with „hall wind“</i> .....	8
5.1. Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i> .....	8
5.2. Bemessung (max. Anwenderlasten) – ohne „Anrempeln“ + Hallenwind/ <i>calculation (max. user loads) – without „jostling“ + hall wind</i> .....	9
5.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“ + Hallenwind/ <i>calculation (max. user loads) – with „jostling“ + hall wind</i> .....	15
6. Stele – Outdoor mit/ ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Wind“ (Sturm)/ <i>Stele – outdoor with/ without „jostling“ and with wind (storm)</i> .....	20
6.1. Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i> .....	20
6.2. Bemessung (max. Anwenderlasten) – ohne „Anrempeln“ + Wind/ <i>calculation (max. user loads) – without „jostling“ + wind</i> .....	21
6.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“ + Wind/ <i>calculation (max. user loads) – with „jostling“ + wind</i> .....	24
7. Aufnahmeträger für Anhängelasten (Stützenkopf)/ <i>mounting beam for hanging loads (pole head)</i> .....	28
8. Aufnahmeplatte für Anhängelasten (Stützenkopf)/ <i>mounting plate for hanging loads (pole head)</i> .....	29
9. Schlußbemerkung.....	30



## 1. Vorbemerkungen/ preliminary report

Gegenstand der vorliegenden Berechnung ist der Nachweis einer Mastkonstruktion (Stele) die dazu dient Licht, Ton, Monitore etc. aufzunehmen. Die Konstruktion wird durch eine Bodenplatte mit entsprechendem Ballast stabilisiert.

Untersucht werden folgende Anwendungsbereiche:

- mit/ohne Anrempelfaktor
  - mit/ohne Hallenwind (Messebau)
  - Outdoorvariante (mit Windbelastung)
- alle Varianten inkl. ungewollter Ausmitte (Schiefstellung)

Abmessungen sind der nachfolgenden Zeichnung zu entnehmen.

*Subject of this structural report is a pole construction (stele), which is meant to carry loads like lighting equipment, audio equipment and montitors. The construction is stabilized with ground plates and required ballast.*

*The following applications are examined:*

- *With/without jostling factor*
- *With/without hall wind (fair construction)*
- *Outdoor version (with wind loads)*
- *All verions including undesired eccentricity (tilting)*

*See the following drawings for dimensions.*

# DesignStele D4



### Anwendung

Indoorstativ für Licht, Ton und Video



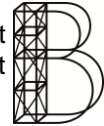
### Baubare Höhe

120 cm | 140 cm | 160 cm | 200 cm  
220 cm | 240 cm | 260 cm | 300 cm  
320 cm | 340 cm | 400 cm



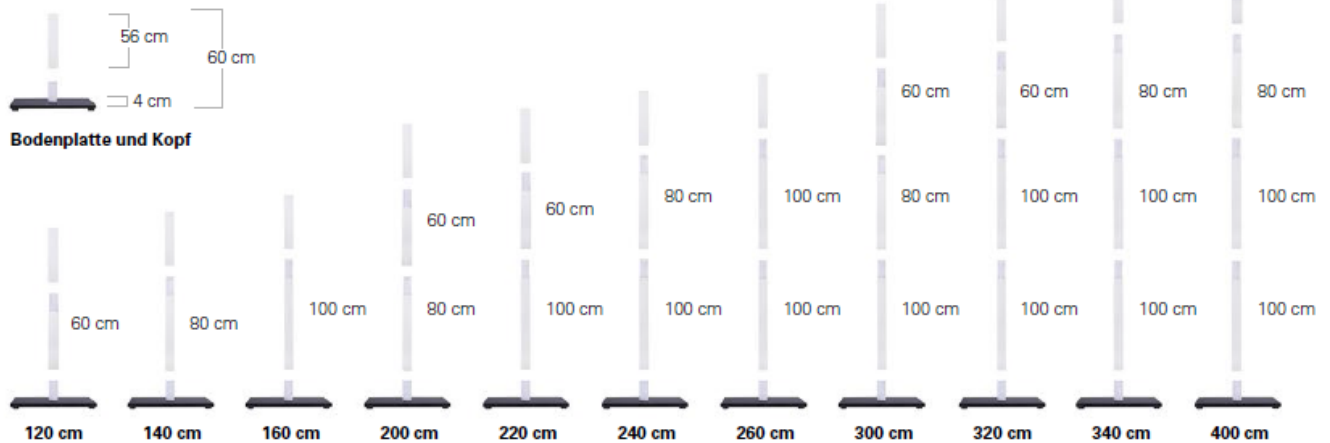
### Aufnahmen

Universalplatte 35 cm x 45 cm  
für Videoprojektoren und Moving Lights  
Universalträger 120 cm x 5 cm  
für Scheinwerfer und Lautsprecher



## Baubare Höhen

Farbe (Verlängerungen): RAL 7035



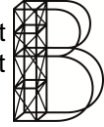
## 2. Berechnungsgrundlagen/ calculation basis

DIN – Normen/ norms:

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

## 3. Baustoffe/ materials

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

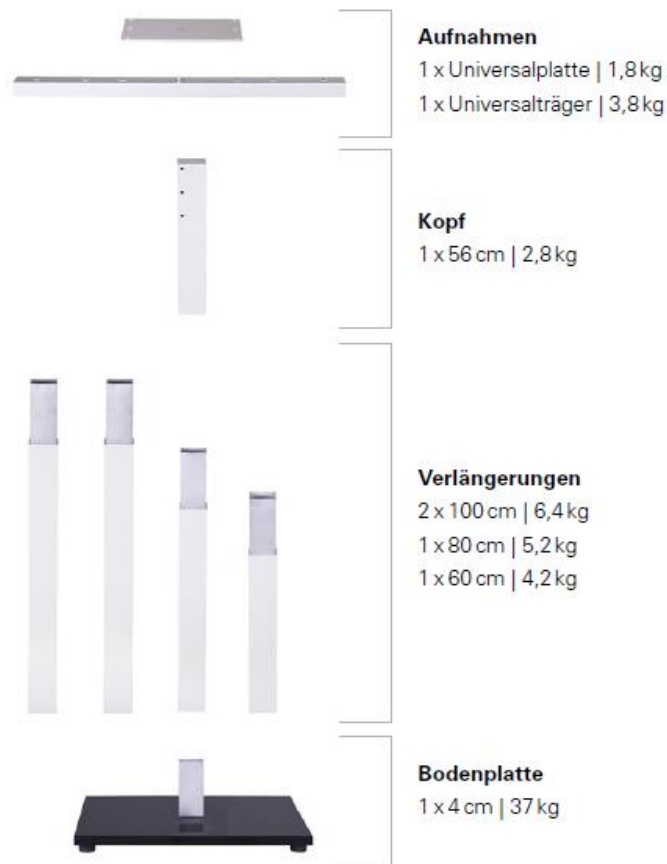


#### **4. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“/ Stele – indoor with/ without „jostling factor“**

##### **4.1. Belastungsannahmen/ load assumptions**

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

### Elemente im D4 Set



**Lastfall/ loadcase: LF 2 "Schiefstellung"/ eccentricity**

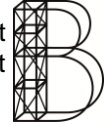
L / 100

**Lastfall/ loadcase: LF 3 "Anrempeln"/ jostling**

H = 0,50 kN in 1,50m Höhe/ height (bei/ in case of Stele 1,00m → H = 1,00m)

**Lastfall/ loadcase: LF 4 "Anwenderlasten"/ user loads**

max V → Ermittlung siehe/ for calculation see Pos. 4.2



#### 4.2. Bemessung (max. Anwenderlasten) – ohne „Anrempeln“/ calculation (max. user loads) – without „jostling“



**Mast/ pole → QR 100 x 5 mm**

$A = 19,00 \text{ cm}^2$   
 $W = 57,32 \text{ cm}^3$   
 $I = 286,58 \text{ cm}^4$   
 $i = 3,88 \text{ cm}$

**$M = (V+G) \times H/100$**

$\lambda_{1,00} = 100,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 0,98 \rightarrow \chi = 0,66$   
 $\lambda_{2,00} = 200,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 1,96 \rightarrow \chi = 0,22$   
 $\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,20$   
 $\lambda_{4,00} = 400,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 3,92 \rightarrow \chi = 0,15$

Eigengewichte/ dead weights:

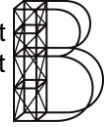
$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$   
 $G_{2,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN}$   
 $G_{3,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 3,00 = 0,154 \text{ KN}$   
 $G_{4,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 4,00 = 0,205 \text{ KN}$

$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + (V+G) \times H/100 \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5 = 11,363 \text{ KN/cm}^2$   
 $\rightarrow V = (11,363/1,35) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$

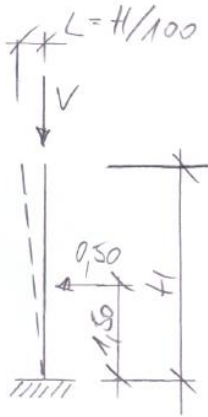
$V_{1,00} = 8,417 / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = 86,55 \text{ KN}$	<b>(8655 kg)</b>
$V_{2,00} = 8,417 / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = 30,60 \text{ KN}$	<b>(3060 kg)</b>
$V_{3,00} = 8,417 / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = 26,52 \text{ KN}$	<b>(2652 kg)</b>
$V_{4,00} = 8,417 / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = 19,80 \text{ KN}$	<b>(1980 kg)</b>

#### Verankerung / Stabilisierung

- ohne weiteren Nachweis; kein zusätzlicher Ballast erforderlich – Bodenplatte 800x800x20 mm  
- no further calculation; no additional ballast necessary – ground plate 800x800x20 mm



### 4.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“/ calculation (max. user loads) – with „jostling“



**Mast/ pole → QR 100 x 5 mm**

$A = 19,00 \text{ cm}^2$   
 $W = 57,32 \text{ cm}^3$   
 $I = 286,58 \text{ cm}^4$   
 $i = 3,88 \text{ cm}$

$$M = (V+G) \times H/100 + 0,5 \times 1,50$$

$$\lambda_{1,00} = 100,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 0,98 \rightarrow \chi = 0,66$$

$$\lambda_{2,00} = 200,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 1,96 \rightarrow \chi = 0,22$$

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,20$$

$$\lambda_{4,00} = 400,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 3,92 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte:

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

$$G_{2,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN}$$

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 3,00 = 0,154 \text{ KN}$$

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 4,00 = 0,205 \text{ KN}$$

$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5 = 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

$$\rightarrow V = (11,363/1,35) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - G$$

$V_{1,00} = 8,417 / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2 / 57,32) - 0,051 = 8,63 \text{ KN}$	<b>(863 kg)</b>
$V_{2,00} = 8,417 / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,103 = 5,21 \text{ KN}$	<b>(521 kg)</b>
$V_{3,00} = 8,417 / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,154 = 5,03 \text{ KN}$	<b>(503 kg)</b>
$V_{4,00} = 8,417 / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,205 = 4,66 \text{ KN}$	<b>(466 kg)</b>

### Stabilisierung/ stabilization

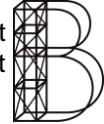
– **Bodenplatte/ ground plate 800x800x20 mm**

$$G = 0,8 \times 0,8 \times 0,02 \times 27,0 = 0,346 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ weights pole cf. above

$$M_H = G \times H/100 + 0,5 \times 1,50$$

$$M_V = G_{\text{Platte} + \text{Mast}} \times 0,40$$



$$\eta_K = M_V / M_H \geq 1,2$$

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,50397$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,11 KN → 110 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,75898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,83 KN → 180 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,765$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,795 KN → 180 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,77204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,765 KN → 180 kg - Nutzlast/ payload**

Der Momentenanteil aus Schiefstellung durch die Nutzlast beträgt weniger als 5,3% und wurde für die Ermittlung des erf. Ballastes vernachlässigt!

*The torque ratio from payload eccentricity is less than 5,3% and has not been considered for the ballast calculation!*

## **5. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Hallenwind“/ Stele – indoor with/without „jostling factor“ and with „hall wind“**

### **5.1. Belastungsannahmen/ load assumptions**

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

wie in Pos. 4/ same as in point 4

**Lastfall/ loadcase: LF 2 „Anrempeln“/ jostling**

H = 0,50 KN in 1,50m Höhe

**Lastfall/ loadcase: LF 3 „Schiefstellung“/ eccentricity**

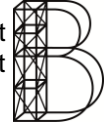
L / 100

**Lastfall/ loadcase: LF 4 „Hallenwind“/ hall wind**

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

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





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

**$A \leq 0,50 \text{ m}^2$**

$\rightarrow W = 0,50 \times 0,125 = 0,0625 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
always placed unfavorably at the poles top)

**$A \leq 1,00 \text{ m}^2$**

$\rightarrow W = 1,00 \times 0,125 = 0,125 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
always placed unfavorably at the poles top)

**$A \leq 1,50 \text{ m}^2$**

$\rightarrow W = 1,50 \times 0,125 = 0,1875 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
always placed unfavorably at the poles top)

**$A \leq 2,00 \text{ m}^2$**

$\rightarrow W = 2,00 \times 0,125 = 0,25 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
always placed unfavorably at the poles top)

**$A \leq 2,50 \text{ m}^2$**

$\rightarrow W = 2,50 \times 0,125 = 0,3125 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
always placed unfavorably at the poles top)

**$A \leq 3,00 \text{ m}^2$**

$\rightarrow W = 3,00 \times 0,125 = 0,375 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
always placed unfavorably at the poles top)

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

$w = 0,10 \times 0,125 = 0,0125 \text{ KN/m}$

**Lastfall/ loadcase: LF 5 "Anwenderlasten"/ user loads**

max V  $\rightarrow$  Ermittlung siehe Pos. 5.2/ max V calculated in point 5.2

**5.2. Bemessung (max. Anwenderlasten) – ohne „Anrempeln“ + Hallenwind/ calculation (max. user loads) – without „jostling“ + hall wind**



**Mast/ pole  $\rightarrow$  QR 100 x 5 mm**

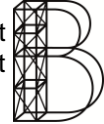
$A = 19,00 \text{ cm}^2$

$W = 57,32 \text{ cm}^3$

$I = 286,58 \text{ cm}^4$

$i = 3,88 \text{ cm}$

**$M = (V+G) \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2$**



$$\begin{aligned}\lambda_{1,00} &= 100,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 0,98 \rightarrow \chi = 0,66 \\ \lambda_{2,00} &= 200,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 1,96 \rightarrow \chi = 0,22 \\ \lambda_{3,00} &= 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,20 \\ \lambda_{4,00} &= 400,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 3,92 \rightarrow \chi = 0,15\end{aligned}$$

Eigengewichte/ dead weights:

$$\begin{aligned}G_{1,00} &= 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN} \\ G_{2,00} &= 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN} \\ G_{1,00} &= 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 3,00 = 0,154 \text{ KN} \\ G_{1,00} &= 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 4,00 = 0,205 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2) \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5 = 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

**1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m²**

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,1090 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

$$\begin{aligned}V_{1,00} &= (8,417 - 0,1090 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{85,32 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(8530 \text{ kg})} \\ V_{2,00} &= (8,417 - 0,1090 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{29,65 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(2965 \text{ kg})} \\ V_{3,00} &= (8,417 - 0,1090 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{25,18 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(2518 \text{ kg})} \\ V_{4,00} &= (8,417 - 0,1090 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \mathbf{18,35 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(1835 \text{ kg})}\end{aligned}$$

**2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m²**

$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2) \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5 = 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,2181 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

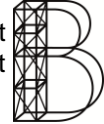
$$\begin{aligned}V_{1,00} &= (8,417 - 0,2181 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{84,20 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(8420 \text{ kg})} \\ V_{2,00} &= (8,417 - 0,2181 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{28,85 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(2885 \text{ kg})} \\ V_{3,00} &= (8,417 - 0,2181 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{24,14 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(2414 \text{ kg})} \\ V_{4,00} &= (8,417 - 0,2181 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \mathbf{17,31 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(1730 \text{ kg})}\end{aligned}$$

**3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m²**

$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2) \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5 = 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,3271 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

$$\begin{aligned}V_{1,00} &= (8,417 - 0,3271 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{83,07 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(8307 \text{ kg})} \\ V_{2,00} &= (8,417 - 0,3271 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{28,05 \text{ KN}} \\ &\quad \mathbf{(2805 \text{ kg})} \\ V_{3,00} &= (8,417 - 0,3271 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{23,10 \text{ KN}}\end{aligned}$$



$$V_{4,00} = (8,417 - 0,3271 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \begin{matrix} (2310 \text{ kg}) \\ 16,28 \text{ KN} \\ (1628 \text{ kg}) \end{matrix}$$

#### **4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m²**

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,4361 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,4361 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \begin{matrix} 81,95 \text{ KN} \\ (8195 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,4361 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \begin{matrix} 27,26 \text{ KN} \\ (2725 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,4361 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \begin{matrix} 22,07 \text{ KN} \\ (2205 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,4361 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \begin{matrix} 15,24 \text{ KN} \\ (1520 \text{ kg}) \end{matrix}$$

#### **5. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,50 m²**

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,5452 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,5452 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \begin{matrix} 80,83 \text{ KN} \\ (8080 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,5452 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \begin{matrix} 26,46 \text{ KN} \\ (2645 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,5452 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \begin{matrix} 21,03 \text{ KN} \\ (2100 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,5452 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \begin{matrix} 14,20 \text{ KN} \\ (1420 \text{ kg}) \end{matrix}$$

#### **6. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 3,00 m²**

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,6542 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,6542 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \begin{matrix} 79,71 \text{ KN} \\ (7970 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,6542 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \begin{matrix} 25,67 \text{ KN} \\ (2565 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,6542 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \begin{matrix} 19,99 \text{ KN} \\ (2000 \text{ kg}) \end{matrix}$$

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,6542 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \begin{matrix} 13,17 \text{ KN} \\ (1315 \text{ kg}) \end{matrix}$$

### **Stabilisierung/ stabilization**

– Bodenplatte/ ground plate 800x800x20 mm

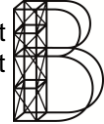
$$G = 0,8 \times 0,8 \times 0,02 \times 27,0 = 0,346 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ pole weight – cf. above

$$M_H = G \times H/100 + 0,1875 \times H + 0,0125 \times H^2/2$$

$$M_V = G_{\text{Platte} + \text{Mast}} \times 0,40$$

$$\eta_K = M_V / M_H \geq 1,2$$



### **1. Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 0,50 \text{ m}^2$**

**für/ for H = 1,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,0625 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,07272$$

**erf. Ballast/ required ballast = -0,18 KN** → kein Ballast erforderlich!/ *no ballast required*

**für/ for H = 2,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,0625 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,15898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,03 KN** → 3 kg - Nutzlast/ payload

**für/ for H = 3,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,0625 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,25875$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,275 KN** → 27,5 kg – Nutzlast/ payload

**für/ for H = 4,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,37204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,565 KN** → 56,5 kg - Nutzlast/ payload

### **2. Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 1,00 \text{ m}^2$**

**für/ for H = 1,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,125 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,13522$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,009 KN** → kein Ballast erforderlich!/ *no ballast required*

**für/ for H = 2,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,125 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,28398$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,40 KN** → 40 kg - Nutzlast/ payload

**für/ for H = 3,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,125 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,44625$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,84 KN** → 84 kg - Nutzlast/ payload

**für/ for H = 4,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,125 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,62204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,315 KN** → 130 kg - Nutzlast/ payload

### **3. Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 1,50 \text{ m}^2$**

**für/ for H = 1,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,1875 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,19772$$

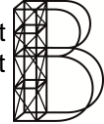
**erf. Ballast/ required ballast = 0,20 KN** → 20 kg - Nutzlast/ payload

**für/ for H = 2,00m** →

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,1875 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,40898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,78 KN** → 75 kg - Nutzlast/ payload



**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,1875 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,63375$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,40 KN → 140 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,1875 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,87204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,065 KN → 200 kg - Nutzlast/ payload**

**4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,25 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,26022$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,38 KN → 38 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,25 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,53398$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,15 KN → 115 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,25 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,82125$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,96 KN → 195 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,25 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,12204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,82 KN → 280 kg - Nutzlast/ payload**

**5. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,50 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,3125 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,32272$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,57 KN → 57 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,3125 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,65898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,53 KN → 150 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,3125 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,00875$$

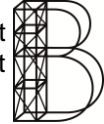
**erf. Ballast/ required ballast = 2,53 KN → 250 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,3125 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,37204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,57 KN → 355 kg - Nutzlast/ payload**



## **6. Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 3,00 \text{ m}^2$**

**für/ for  $H = 1,00\text{m} \rightarrow$**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,375 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,38522$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,76 KN  $\rightarrow$  75 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for  $H = 2,00\text{m} \rightarrow$**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,375 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,78398$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,90 KN  $\rightarrow$  190 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for  $H = 3,00\text{m} \rightarrow$**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,375 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,19625$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,09 KN  $\rightarrow$  310 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for  $H = 4,00\text{m} \rightarrow$**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,375 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,62204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,315 KN  $\rightarrow$  430 kg - Nutzlast/ payload**

Der Momentenanteil aus Schiefstellung durch die Nutzlast beträgt weniger als 5,3% und wurde für die Ermittlung des erf. Ballastes vernachlässigt!

*The torque ratio from payload eccentricity is less than 5,3% and has not been considered for the ballast calculation!*

**Diese Ergebnisse bedeuten, daß bei nachfolgend aufgeführten Mastlängen folgende Anwenderlasten notwendig sind wenn nur die Bodenplatte ohne zusätzlichen Ballast zur Anwendung kommen sollen:**

***These results mean, that for the following pole lengths H, following user loads are required if only the mentioned ground plates shall be used without additional ballast:***

### **Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 0,50 \text{ m}^2$**

**H = 1,00m  $\rightarrow$  kein Ballast erforderlich/ no ballast required**

**H = 2,00m  $\rightarrow$  3 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 3,00m  $\rightarrow$  27,5 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 4,00m  $\rightarrow$  56,5 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

### **Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 1,00 \text{ m}^2$**

**H = 1,00m  $\rightarrow$  kein Ballast erforderlich/ no ballast required**

**H = 2,00m  $\rightarrow$  40 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 3,00m  $\rightarrow$  84 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 4,00m  $\rightarrow$  130 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

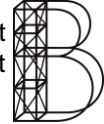
### **Nutzlastkörper/ payload surface $A \leq 1,50 \text{ m}^2$**

**H = 1,00m  $\rightarrow$  20 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 2,00m  $\rightarrow$  75 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 3,00m  $\rightarrow$  140 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**

**H = 4,00m  $\rightarrow$  200 kg – erf. Anwenderlast/ required user load**



**Nutzlastkörper/ payload surface  $A \leq 2,00 \text{ m}^2$**

H = 1,00m → 38 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 2,00m → 115 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 3,00m → 195 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 4,00m → 280 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*

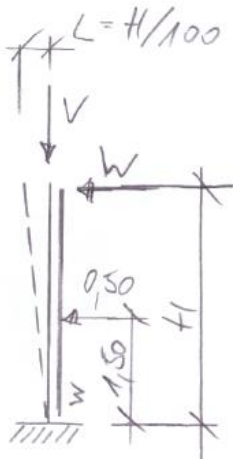
**Nutzlastkörper/ payload surface  $A \leq 2,50 \text{ m}^2$**

H = 1,00m → 57 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 2,00m → 150 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 3,00m → 250 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 4,00m → 355 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*

**Nutzlastkörper/ payload surface  $A \leq 3,00 \text{ m}^2$**

H = 1,00m → 75 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 2,00m → 190 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 3,00m → 310 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*  
H = 4,00m → 430 kg – erf. Anwenderlast/ *required user load*

**5.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“ + Hallenwind/**  
**calculation (max. user loads) – with „jostling“ + hall wind**



**Mast/ pole → QR 100 x 5 mm**

A = 19,00 cm<sup>2</sup>  
W = 57,32 cm<sup>3</sup>  
I = 286,58 cm<sup>4</sup>  
i = 3,88 cm

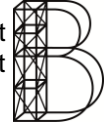
$$M = (V+G) \times H/100 + 0,5 \times 1,50 + W \times H + w \times H^2/2$$

$$\lambda_{1,00} = 100,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 0,98 \rightarrow \chi = 0,66$$
$$\lambda_{2,00} = 200,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 1,96 \rightarrow \chi = 0,22$$
$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,20$$
$$\lambda_{4,00} = 400,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 3,92 \rightarrow \chi = 0,15$$

**Eigengewichte/ dead weights:**

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$
$$G_{2,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN}$$
$$G_{3,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 3,00 = 0,154 \text{ KN}$$
$$G_{4,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 4,00 = 0,205 \text{ KN}$$





$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + 0,5 \times 1,50 + W \times H + w \times H^2/2) \times 10^2 / 57,32 = 25,0/1,1 \times 0,5 = 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 0,3271 \times H - 0,0218 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - G$$

### 1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m²

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,1090 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

**= 8,51 KN (851 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,1090 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

**= 5,05 KN (505 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,1090 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

**= 4,77 KN (477 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,1090 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

**= 4,31 KN (431 kg)**

### 2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m²

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,2181 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

**= 8,39 KN (839 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,2181 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

**= 4,91 KN (491 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,2181 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

**= 4,57 KN (457 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,2181 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

**= 4,06 KN (406 kg)**

### 3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m²

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,3271 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

**= 8,28 KN (828 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,3271 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

**= 4,77 KN (477 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,3271 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

**= 4,36 KN (436 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,3271 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

**= 3,80 KN (380 kg)**

### 4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m²

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,4361 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

**= 8,17 KN (817 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,4361 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

**= 4,64 KN (464 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,4361 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

**= 4,16 KN (416 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,4361 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

**= 3,55 KN (355 kg)**

### 5. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,50 m²

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,5452 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

**= 8,06 KN (806 kg)**

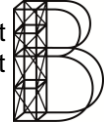
$$V_{2,00} = (8,417 - 0,5452 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

**= 4,50 KN (450 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,5452 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

**= 3,96 KN (396 kg)**





$$V_{4,00} = (8,417 - 0,5452 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

**= 3,30 KN (330 kg)**

### **6. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 3,00 m<sup>2</sup>**

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,6542 \times 1,00 - 0,0218 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

**= 7,94 KN (794 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,6542 \times 2,00 - 0,0218 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

**= 4,36 KN (436 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,6542 \times 3,00 - 0,0218 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

**= 3,76 KN (376 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,6542 \times 4,00 - 0,0218 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

**= 3,05 KN (305 kg)**

### **Stabilisierung/ stabilization**

– **Bodenplatte/ ground plate 800x800x20 mm**

$$G = 0,8 \times 0,8 \times 0,02 \times 27,0 = 0,346 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ *pole weight – cf. above*

$$M_H = G \times H/100 + 0,5 \times 1,50$$

$$M_V = G_{\text{Platte} + \text{Mast}} \times 0,40$$

$$\eta_K = M_V / M_H \geq 1,2$$

### **1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,0625 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,57272$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,32 KN → 130 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,0625 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,90898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,28 KN → 225 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,0625 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,00875$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,53 KN → 250 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,12204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,81 KN → 280 kg - Nutzlast/ payload**

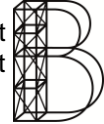
### **2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,125 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,63522$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,51 KN → 150 kg - Nutzlast/ payload**



**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,125 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,03398$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,65 KN → 265 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,125 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,19625$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,09 KN → 310 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,125 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,37204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,57 KN → 355 kg - Nutzlast/ payload**

**3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,1875 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,69772$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,70 KN → 170 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,1875 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,15898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,03 KN → 300 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,1875 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,38375$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,65 KN → 360 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,1875 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,62204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,32 KN → 430 kg - Nutzlast/ payload**

**4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,25 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,76022$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,88 KN → 185 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,25 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,28398$$

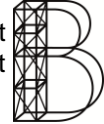
**erf. Ballast/ required ballast = 3,40 KN → 340 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,25 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,57125$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,21 KN → 420 kg - Nutzlast/ payload**



**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,25 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,87204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,06 KN → 500 kg - Nutzlast/ payload**

**5. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,50 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,3125 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,82272$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,07 KN → 205 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,3125 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,40898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,78 KN → 375 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,3125 \times 3,00 \times 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,75875$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,78 KN → 475 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,3125 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,12204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,81 KN → 580 kg - Nutzlast/ payload**

**6. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 3,00 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,375 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,88522$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,26 KN → 225 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,375 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,53398$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,15 KN → 415 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,375 \times 3,00 \times 0,0125 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,94625$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,34 KN → 530 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

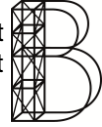
$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,375 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,37204$$

**erf. Ballast/ required ballast = 6,57 KN → 655 kg - Nutzlast/ payload**

Der Momentenanteil aus Schiefstellung durch die Nutzlast beträgt weniger als 5,3% und wurde für die Ermittlung des erf. Ballastes vernachlässigt!

*The torque ratio from payload eccentricity is less than 5,3% and has not been considered for the ballast calculation!*



## **6. Stele – Outdoor mit/ ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Wind“ (Sturm)/ Stele – outdoor with/ without „jostling“ and with wind (storm)**

### **6.1. Belastungsannahmen/ load assumptions**

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

wie in Pos. 4/ same as in point 4

#### **Lastfall/ loadcase: LF 2 "Anrempeln"/ jostling**

H = 0,50 KN in 1,50m Höhe/ height

#### **Lastfall/ loadcase: LF 3 "Schiefstellung"/ eccentricity**

L / 100

#### **Lastfall/ loadcase: LF 4 "Wind"/ wind**

WZ 1+2 →  $q_w = 1,5 \times 0,39 \times 0,7 = 0,4095 \text{ KN/m}^2$

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

**$A \leq 0,50 \text{ m}^2$**

→  $W = 0,50 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,287 \text{ KN}$

(ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
*always placed unfavorably at the poles top*)

**$A \leq 1,00 \text{ m}^2$**

→  $W = 1,00 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,573 \text{ KN}$

(ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
*always placed unfavorably at the poles top*)

**$A \leq 1,50 \text{ m}^2$**

→  $W = 1,50 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,860 \text{ KN}$

(ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
*always placed unfavorably at the poles top*)

**$A \leq 2,00 \text{ m}^2$**

→  $W = 2,00 \times 1,4 \times 0,4095 = 1,147 \text{ KN}$

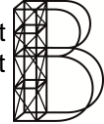
(ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
*always placed unfavorably at the poles top*)

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

$w = 0,10 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,057 \text{ KN/m}$

#### **Lastfall/ loadcase: LF 5 "Anwenderlasten"/ user loads**

max V → Ermittlung siehe Pos. 6.2/ *max V calculated in point 6.2*



## 6.2. Bemessung (max. Anwenderlasten) – ohne „Anrempeln“ + Wind/ calculation (max. user loads) – without „jostling“ + wind



**Mast/ pole** → QR 100 x 5 mm

$$A = 19,00 \text{ cm}^2$$

$$W = 57,32 \text{ cm}^3$$

$$I = 286,58 \text{ cm}^4$$

$$i = 3,88 \text{ cm}$$

$$M = (V+G) \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2$$

$$\lambda_{1,00} = 100,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 0,98 \rightarrow \chi = 0,66$$

$$\lambda_{2,00} = 200,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 1,96 \rightarrow \chi = 0,22$$

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,20$$

$$\lambda_{4,00} = 400,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 3,92 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

$$G_{2,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN}$$

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 3,00 = 0,154 \text{ KN}$$

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 4,00 = 0,205 \text{ KN}$$

$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2) \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5$$

$$= 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 1,50 \times H - 0,0994 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

### 1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,50 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,00 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{80,90 \text{ KN}} \quad (\mathbf{8090 \text{ kg}})$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,50 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,00 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{26,23 \text{ KN}} \quad (\mathbf{2620 \text{ kg}})$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 0,50 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,00 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{20,35 \text{ KN}} \quad (\mathbf{2035 \text{ kg}})$$

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,50 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,00 + 4,00/57,32) - 0,205 = \mathbf{13,16 \text{ KN}} \quad (\mathbf{1310 \text{ kg}})$$

### 2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 1,00 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,00 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{75,85 \text{ KN}} \quad (\mathbf{7585 \text{ kg}})$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 1,00 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,00 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{22,58 \text{ KN}} \quad (\mathbf{2255 \text{ kg}})$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 1,00 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,00 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{15,60 \text{ KN}} \quad (\mathbf{1560 \text{ kg}})$$

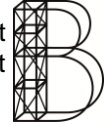
$$V_{4,00} = (8,417 - 1,00 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,00 + 4,00/57,32) - 0,205 = \mathbf{8,40 \text{ KN}} \quad (\mathbf{840 \text{ kg}})$$

### 3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 1,50 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,00 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{70,60 \text{ KN}} \quad (\mathbf{7060 \text{ kg}})$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 1,50 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,00 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{18,93 \text{ KN}} \quad (\mathbf{1890 \text{ kg}})$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 1,50 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,00 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{10,84 \text{ KN}} \quad (\mathbf{1080 \text{ kg}})$$



$$V_{4,00} = (8,417 - 1,50 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32) - 0,205 = \mathbf{3,65 \text{ KN}} \quad (\mathbf{365 \text{ kg}})$$

#### 4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 2,00 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32) - 0,051 = \mathbf{65,46 \text{ KN}} \quad (\mathbf{6545 \text{ kg}})$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 2,00 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32) - 0,103 = \mathbf{15,28 \text{ KN}} \quad (\mathbf{1525 \text{ kg}})$$

$$V_{3,00} = (8,417 - 2,00 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32) - 0,154 = \mathbf{6,09 \text{ KN}} \quad (\mathbf{605 \text{ kg}})$$

**V<sub>4,00</sub> = keine Nutzlast möglich – Spannungüberschreitungen!**

*no user loads possible – excessive stress!*

### Stabilisierung/ stabilization

– Bodenplatte/ ground plate 800x800x20 mm

$$G = 0,8 \times 0,8 \times 0,02 \times 27,0 = 0,346 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ pole weight – cf. above

$$M_H = G \times H/100 + 0,5 \times 1,50$$

$$M_V = G_{\text{Platte} + \text{Mast}} \times 0,40$$

$$\eta_K = M_V / M_H \geq 1,2$$

#### 1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m<sup>2</sup>

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,287 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,31947$$

**erf. Ballast/ required ballast = 0,56 KN → 55 kg - Nutzlast/ payload**

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,287 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,69698$$

**erf. Ballast/ required ballast = 1,64 KN → 160 kg - Nutzlast/ payload**

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,287 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,1325$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,90 KN → 290 kg - Nutzlast/ payload**

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,62604$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,33 KN → 430 kg – Nutzlast/ payload**

#### 2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m<sup>2</sup>

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,573 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,60547$$

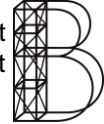
**erf. Ballast/ required ballast = 1,42 KN → 140 kg - Nutzlast/ payload**

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,573 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,26898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,36 KN → 335 kg - Nutzlast/ payload**



**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,573 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,9905$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,47 KN → 545 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,573 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,77004$$

**erf. Ballast/ required ballast = 7,76 KN → 775 kg - Nutzlast/ payload**

**3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m²**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,860 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,89247$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,28 KN → 225 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,860 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,84298$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,08 KN → 500 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,860 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,8515$$

**erf. Ballast/ required ballast = 8,05 KN → 800 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,860 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 3,91804$$

**erf. Ballast/ required ballast = 11,20 KN → 1100 kg - Nutzlast/ payload**

**4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m²**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 1,147 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,17947$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,14 KN → 310 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 1,147 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,41698$$

**erf. Ballast/ required ballast = 6,80 KN → 680 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 1,147 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

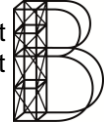
$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 3,7125$$

**erf. Ballast/ required ballast = 10,64 KN → 1060 kg - Nutzlast/ payload**

Der Momentenanteil aus Schiefstellung durch die Nutzlast beträgt weniger als 5,3% und wurde für die Ermittlung des erf. Ballastes vernachlässigt!

*The torque ratio from payload eccentricity is less than 5,3% and has not been considered for the ballast calculation!*





### 6.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“ + Wind/ calculation (max. user loads) – with „jostling“ + wind



**Mast/ pole** → QR 100 x 5 mm

$$A = 19,00 \text{ cm}^2$$

$$W = 57,32 \text{ cm}^3$$

$$I = 286,58 \text{ cm}^4$$

$$i = 3,88 \text{ cm}$$

$$M = (V+G) \times H/100 + 0,5 \times 1,50 + W \times H + w \times H^2/2$$

$$\lambda_{1,00} = 100,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 0,98 \rightarrow \chi = 0,66$$

$$\lambda_{2,00} = 200,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 1,96 \rightarrow \chi = 0,22$$

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,20$$

$$\lambda_{4,00} = 400,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 3,92 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

$$G_{2,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN}$$

$$G_{3,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 3,00 = 0,154 \text{ KN}$$

$$G_{4,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 4,00 = 0,205 \text{ KN}$$

$$\sigma = 1,35 \times ((V+G) / (\chi \times 19,00) + ((V+G) \times H/100 + 0,5 \times 1,50 + W \times H + w \times H^2/2) \times 10^2 / 57,32) = 25,0/1,1 \times 0,5$$

$$= 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

$$\rightarrow V = ((11,363/1,35) - 1,50 \times H - 0,0994 \times H^2/2) / (1/\chi \times 19,00 + H/57,32) - G$$

#### 1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 0,50 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2/2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2/57,32) - 0,051$$

$$= \mathbf{8,06 \text{ KN} \quad (805 \text{ kg})}$$

$$V_{2,00} = (8,417 - 0,50 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2/2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,103$$

$$= \mathbf{4,46 \text{ KN} \quad (455 \text{ kg})}$$

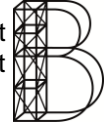
$$V_{3,00} = (8,417 - 0,50 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2/2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,154$$

$$= \mathbf{3,83 \text{ KN} \quad (380 \text{ kg})}$$

$$V_{4,00} = (8,417 - 0,50 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2/2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2/57,32) - 0,205$$

$$= \mathbf{3,05 \text{ KN} \quad (305 \text{ kg})}$$





## 2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 1,00 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2 / 2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2 / 57,52) - 0,051$$

**= 7,60 KN (760 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 1,00 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2 / 2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,103$$

**= 3,83 KN (380 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 1,00 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2 / 2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,154$$

**= 2,91 KN (290 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 1,00 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2 / 2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,205$$

**= 1,89 KN (185 kg)**

## 3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 1,50 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2 / 2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2 / 57,52) - 0,051$$

**= 7,03 KN (703 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 1,50 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2 / 2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,103$$

**= 3,19 KN (315 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 1,50 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2 / 2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,154$$

**= 1,98 KN (195 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 1,50 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2 / 2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,205$$

**= 0,73 KN (70 kg)**

## 4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m<sup>2</sup>

$$V_{1,00} = (8,417 - 2,00 \times 1,00 - 0,0994 \times 1,00^2 / 2) / (1/0,66 \times 19,0 + 1,00/57,32 + 0,5 \times 1,00 \times 10^2 / 57,52) - 0,051$$

**= 6,52 KN (650 kg)**

$$V_{2,00} = (8,417 - 2,00 \times 2,00 - 0,0994 \times 2,00^2 / 2) / (1/0,22 \times 19,0 + 2,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,103$$

**= 2,56 KN (255 kg)**

$$V_{3,00} = (8,417 - 2,00 \times 3,00 - 0,0994 \times 3,00^2 / 2) / (1/0,20 \times 19,0 + 3,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,154$$

**= 1,06 KN (105 kg)**

$$V_{4,00} = (8,417 - 2,00 \times 4,00 - 0,0994 \times 4,00^2 / 2) / (1/0,15 \times 19,0 + 4,00/57,32 + 0,5 \times 1,50 \times 10^2 / 57,32) - 0,205$$

**= keine Nutzlast möglich – Spannungüberschreitungen!**

**no user loads possible – excessive stress!**

## Stabilisierung/ stabilization

– Bodenplatte/ ground plate 800x800x20 mm

$$G = 0,8 \times 0,8 \times 0,02 \times 27,0 = 0,346 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ pole weight – cf. above

$$M_H = G \times H / 100 + 0,5 \times 1,50$$

$$M_V = G_{\text{Platte} + \text{Mast}} \times 0,40$$

$$\eta_K = M_V / M_H \geq 1,2$$

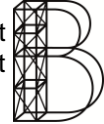
## 1. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 0,50 m<sup>2</sup>

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,287 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 0,81947$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,06 KN → 205 kg - Nutzlast/ payload**



**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,287 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,44698$$

**erf. Ballast/ required ballast = 3,89 KN → 390 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,287 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,8825$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,15 KN → 515 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,37604$$

**erf. Ballast/ required ballast = 6,58 KN → 655 kg - Nutzlast/ payload**

**2. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,00 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,573 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,10547$$

**erf. Ballast/ required ballast = 2,92 KN → 290 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,573 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,01898$$

**erf. Ballast/ required ballast = 5,61 KN → 560 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,573 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,7405$$

**erf. Ballast/ required ballast = 7,72 KN → 770 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,573 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 3,52004$$

**erf. Ballast/ required ballast = 10,01 KN → 1000 kg - Nutzlast/ payload**

**3. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 1,50 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 0,860 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,39247$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,12 KN → 400 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 0,860 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 2,59298$$

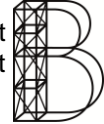
**erf. Ballast/ required ballast = 7,33 KN → 730 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 0,860 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 3,6015$$

**erf. Ballast/ required ballast = 10,30 KN → 1000 kg - Nutzlast/ payload**



**für/ for H = 4,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,205 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,205) \times 0,04 + 0,5 \times 1,5 + 0,860 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,551 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 4,66804$$

**erf. Ballast/ required ballast = 13,45 KN → 1300 kg - Nutzlast/ payload**

**4. Nutzlastkörper/ payload surface A ≤ 2,00 m<sup>2</sup>**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,051 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,051) \times 0,01 + 0,5 \times 1,0 + 1,147 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,397 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 1,67947$$

**erf. Ballast/ required ballast = 4,64 KN → 465 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,346 + 0,103 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,103) \times 0,02 + 0,5 \times 1,5 + 1,147 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,449 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 3,16698$$

**erf. Ballast/ required ballast = 9,05 KN → 905 kg - Nutzlast/ payload**

**für/ for H = 3,00m →**

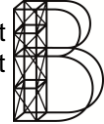
$$1,2 = (0,346 + 0,154 + \text{Ballast}) \times 0,4 / ((0,346 + 0,154) \times 0,03 + 0,5 \times 1,5 + 1,147 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2/2)$$

$$1,2 = (0,50 + \text{Ballast}) \times 0,4 / 4,4625$$

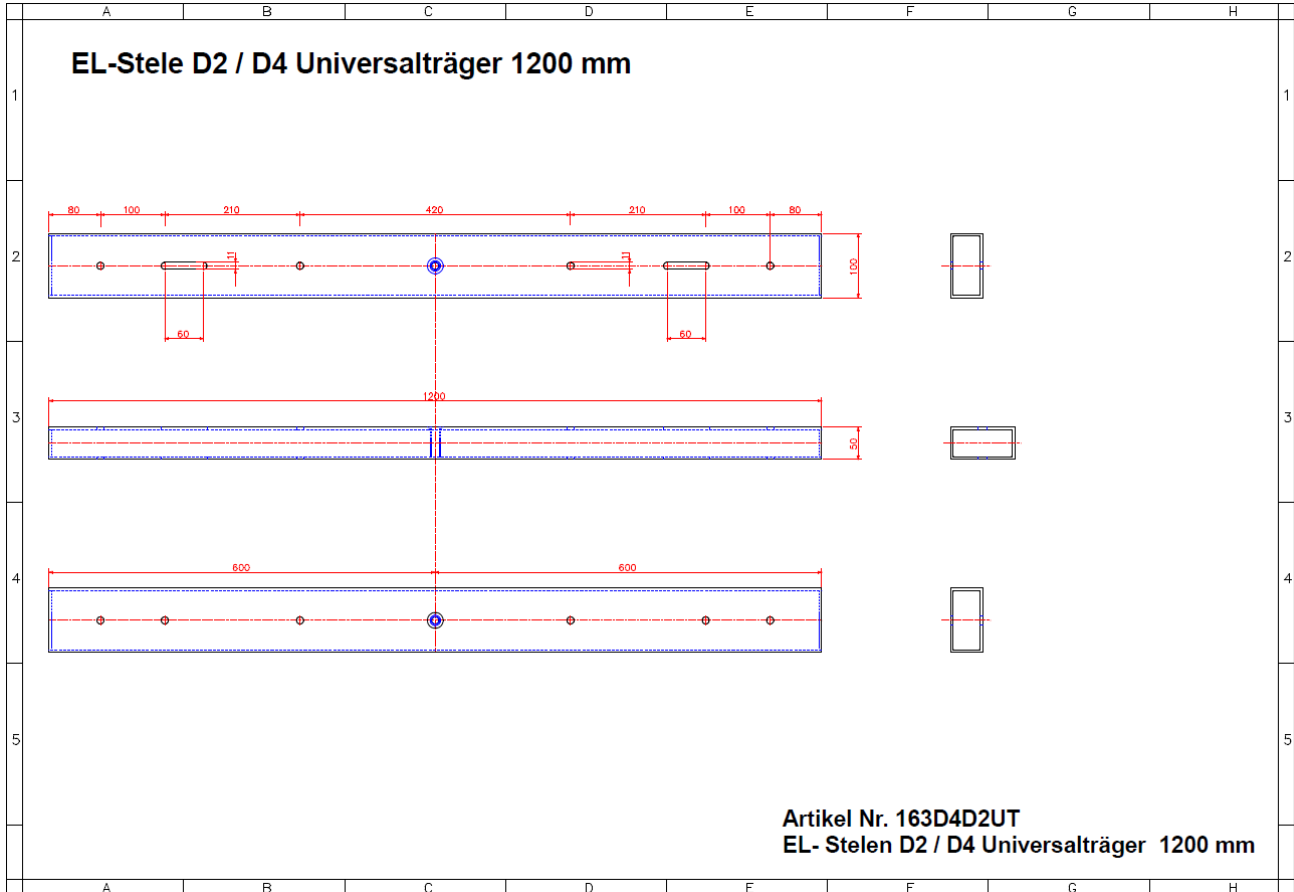
**erf. Ballast/ required ballast = 12,89 KN → 1285 kg - Nutzlast/ payload**

Der Momentenanteil aus Schiefstellung durch die Nutzlast beträgt weniger als 5,3% und wurde für die Ermittlung des erf. Ballastes vernachlässigt!

*The torque ratio from payload eccentricity is less than 5,3% and has not been considered for the ballast calculation!*



## 7. Aufnahmeträger für Anhängelasten (Stützenkopf)/ mounting beam for hanging loads (pole head)



**RR 100x50x4 mm (liegend)**

**EN AW 6082T5**

$A = 10,90 \text{ cm}^2$

$W = 18,00 \text{ cm}^3$

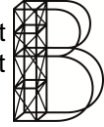
$M = F \times 0,52$

$\sigma = F \times 0,52 \times 10^2 / 18,00 = 25,0 / 1,1$

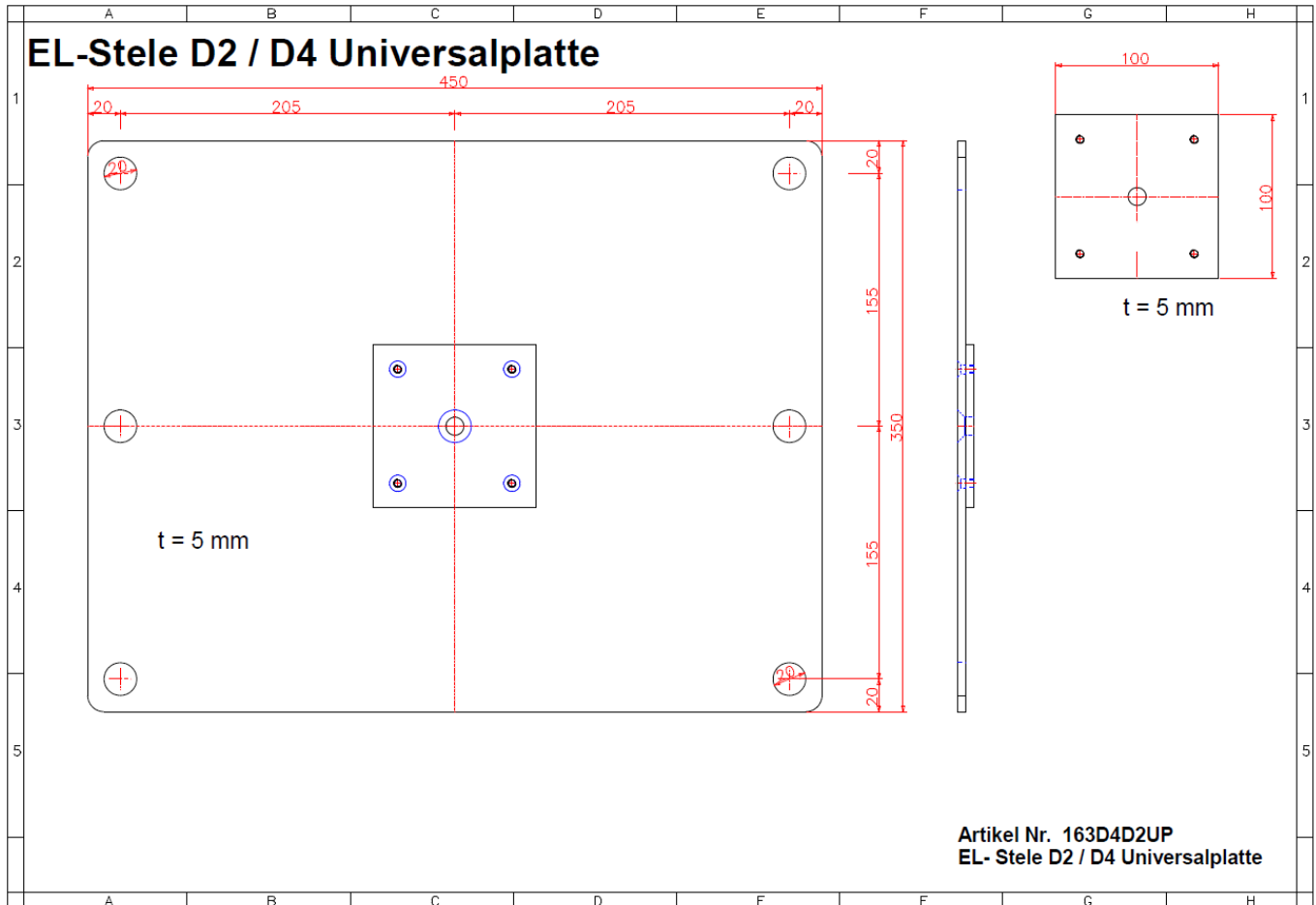
$\rightarrow \text{zul } F = 22,727 \times 18,00 / (0,52 \times 100) = 7,86 \text{ KN}$

**zul. Anhängelast je Seite 750 kg – Es ist zwingend drauf zu achten, daß beide Seiten des Armes gleichmäßig belastet werden!**

***Allowed hanging loads: on each side 750 kg – It is absolutely necessary, that both sides of the arm are loaded equally!***



**8. Aufnahmeplatte für Anhängelasten (Stützenkopf)/  
mounting plate for hanging loads (pole head)**



**BI 5x350x450 mm                      EN AW 5754**

$$A = 35,0 \times 0,5 = 17,5 \text{ cm}^2$$

$$W = 35,0 \times 0,5^2 / 6 = 1,458 \text{ cm}^3$$

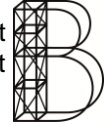
$$M = F \times 0,205$$

$$\sigma = F \times 0,205 \times 10^2 / 18,00 = 8,0 / 1,1$$

$$\rightarrow \text{zul } F = 7,273 \times 1,483 / (0,205 \times 100) = 0,525 \text{ KN}$$

**zul. mittige Last = 2x52,5 = 105 kg – Es ist zwingend drauf zu achten, daß die Last mittig angeordnet wird!**

**allowed centered load: 2x52,5 = 105 kg – It is absolutely necessary that the load is placed right in the center!**



## **9. Schlußbemerkung**

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.*