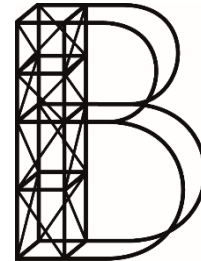


# Statische Berechnung/ *Structural Report*



**Objekt/  
Subject:** Excellent Line  
Alpha  
for Nexo PS Series

**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

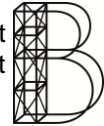
Aufgestellt: im Januar 2018  
*created in: January 2018*

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



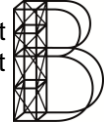
Der Nachweis umfasst 24 Seiten.  
*This report includes 24 pages.*

Auftrags-Nr: 18019 - 2  
job numer: 18019 - 2  
Bearbeiter/ engineer: Br



## **Inhaltsverzeichnis/ table of contents**

Inhaltsverzeichnis/ <i>table of contents</i> .....	2
1. Vorbemerkungen/ <i>preliminary remark</i> .....	3
2. Berechnungsgrundlagen/ <i>calculation basis</i> .....	6
3. Baustoffe/ <i>materials</i> .....	6
4. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“/ <i>Stele – indoor with/ without „jostling factor“</i> .....	7
4.1. Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i> .....	7
4.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“/ <i>calculation – without „jostling“</i> .....	8
4.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“/ <i>calculation (max. user loads) – with „jostling“</i> .....	10
5. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Hallenwind“/ <i>Stele – indoor with/without „jostling factor“ and with „hall wind“</i> .....	12
5.1. Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i> .....	12
5.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Hallenwind/ <i>calculation – without „jostling“ + hall wind</i> .....	13
5.3. Bemessung – mit „Anrempeln“ + Hallenwind/ <i>calculation – 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> .....	17
6.1. Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i> .....	17
6.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Wind/ <i>calculation – without „jostling“ + wind</i> .....	18
6.3. Bemessung – mit „Anrempeln“ + Wind/ <i>calculation – with „jostling“ + wind</i> .....	20
7. Bodenplatte/ <i>base plate</i> .....	22
8. Boxenaufnahme/ <i>speaker connector</i> .....	22
9. Schlußbemerkung/ <i>final remark</i> .....	24



## 1. Vorbemerkungen/ preliminary remark

Gegenstand der vorliegenden Berechnung ist der Nachweis einer Mastkonstruktion (Stele) zur Aufnahme von Lautsprecherboxen. 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)

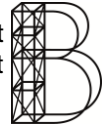
Abmessungen sind der nachfolgenden Zeichnung zu entnehmen.

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

*These cases are analysed:*

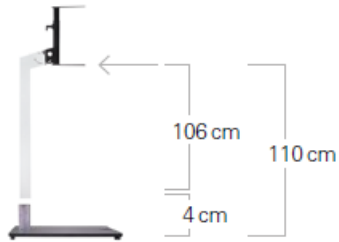
- *with/ without jostling factor*
- *with/ without hall wind (trade fair construction)*
- *outdoor option (with wind loads)*
- *all options including unwanted eccentricity*

*See the following drawings for dimensions.*

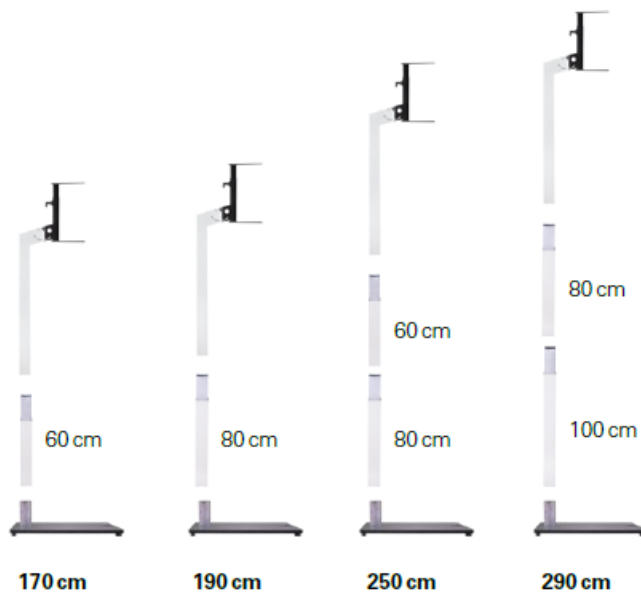


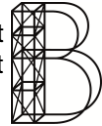
# Height Options

for NEXO PS Series



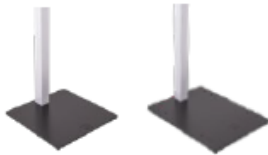
**Baseplate and Mount**  
for NEXO PS Series





## NEXO PS Series

### Compatibility



#### Baseplate

The NEXO PS adapter head can be combined with the baseplate BP800 or BP1000.



**Top**  
PS8

**Top**  
PS10

**Top**  
PS15

**Top**  
S12

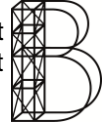
**All PS tops can be combined with BP800 or BP1000.**

## Adapter Head

for NEXO PS Series

Color: RAL 7035





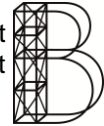
## **2. Berechnungsgrundlagen/ calculation basis**

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/ <i>steel</i> :	S235JR
Aluminium/ <i>aluminium</i> :	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

### Components for NEXO



#### **Adapter Heads**

NEXO STM/M adapter head | 17 kg  
NEXO PS adapter head | 13 kg  
NEXO ID adapter head | 4.4 kg

#### **Extensions**

*10 x 10 cm quadratic pipes*

100 cm | 6.4 kg

80 cm | 5.4 kg

60 cm | 4.4 kg

*5 x 5 cm quadratic pipes*

*(NEXO ID only)*

100 cm | 2.3 kg

80 cm | 2 kg

60 cm | 1.6 kg

#### **Baseplates**

BP1000 | 61 kg

BP800 | 35 kg

BP650 | 20 kg

Lastfall/ loadcase: LF 2 "Schiefstellung"/ eccentricity

L / 100

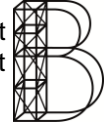
Lastfall/ loadcase: LF 3 "Anrempeln"/ jostling

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

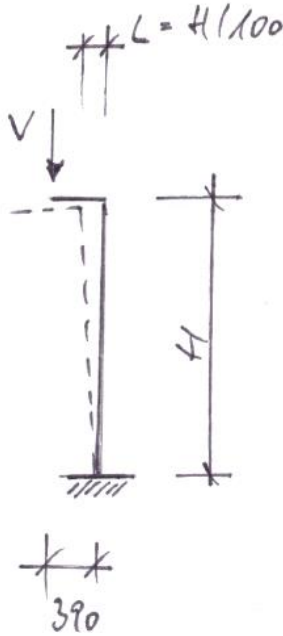
Lastfall/ loadcase: LF 4 "Anwenderlasten"/ user loads

Herstellerebegrenzung max. V → 240 kg = 2,40 kN

manufacturer limit max. V → 240 kg = 2,40 kN



**4.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“/  
calculation – without „jostling“**



**Mast/ pole → QR 100 x 5 mm**

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

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

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

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

$$M = V \times (0,39 + H/100) + G \times H/100$$

Maximale Höhe/ *maximum height*  $H \leq 3,00 \text{ m}$

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2 / 3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

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

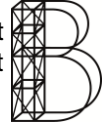
$$G_{2,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 2,00 = 0,103 \text{ KN}$$

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

aus Boxenhalter/ *from connector*  $\approx 0,13 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 + 0,154 + 0,13) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100) \times 10^2 / 57,32 = 0,608 + 1,009 = 1,617 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$





### **Stabilisierung/ stabilization**

#### **– Bodenplatte/ base plate 800x750x20 mm**

$$G = 0,80 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,324 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 1,00 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,40 + G_{\text{Mast}} \times 0,70$$

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

#### **für/ for H = 1,00m →**

$$(0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01)) \geq 1,2$$

$$((0,1296 + 0,1267 + \text{Nutzlast}) \times 0,70) / (0,00181 + \text{Nutzlast} \times 0,40) \geq 1,2$$

$$(0,1794 + \text{Nutzlast} \times 0,70) / (0,00181 + \text{Nutzlast} \times 0,40) \geq 1,2$$

Bedingung erfüllt/ *conditions met*:  $\eta \approx 0,7 / 0,4 = 1,75 > 1,2$

**kein Ballast erforderlich/ no ballast required**

#### **für/ for H = 2,00m →**

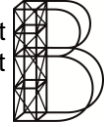
$$(0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02)) \geq 1,2$$

s.o. **kein Ballast erforderlich/cf. above: no ballast required**

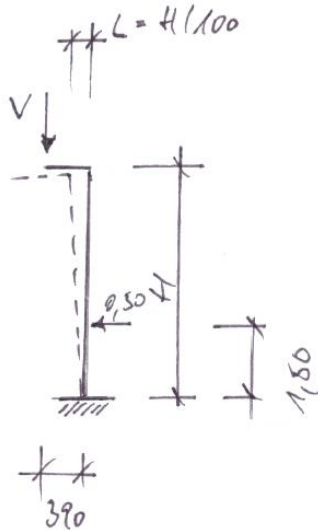
#### **für/ for H = 3,00m →**

$$(0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03)) \geq 1,2$$

s.o. **kein Ballast erforderlich/cf. above: no ballast required**



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



**Mast/ pole → QR 100 x 5 mm**

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

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

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

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

$$M = V \times (0,39 + H/100) + G \times H/100 + 0,50 \times 1,50$$

Maximale Höhe/ maximum height  $H \leq 3,00 \text{ m}$

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2 / 3,88 \times 1 / \pi \times \sqrt{(25,0 / 7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

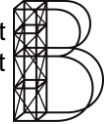
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ from connector  $\approx 0,13 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 + 0,154 + 0,13) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100 + 0,50 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 0,608 + 2,776 = 3,384 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



## **Stabilisierung/ stabilization**

– **Bodenplatte/ base plate 800x750x20 mm**

$$G = 0,80 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,324 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 1,00 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,40 + G_{\text{Mast}} \times 0,70$$

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

### **1. Horizontallasten von vorne/ horizontal loads from the front side:**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,4545 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,7527 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,7522 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

### **2. Horizontallasten von hinten/ horizontal loads from the back side:**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,3459 - 0,22 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,6129 - 0,208 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,5 \times 1,50)$$

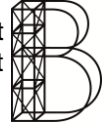
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,5818 - 0,196 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!

- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

- *The required ballast is always determined by the higher value of both load cases!*

- *If the values of both load cases are negative, no ballast is required!*



## **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:

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

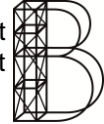
→  $W = 0,50 \times 0,125 = 0,0625 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
*always placed unfavorably at the poles top*)

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

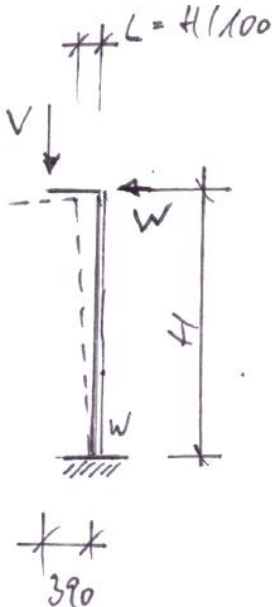
$w = 0,10 \times 0,125 = 0,0125 \text{ KN/m}$

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

Herstellerbegrenzung/ *manufacturer limit*: max V → 100 kg = 1,00 KN



## 5.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Hallenwind/ calculation – without „jostling“ + hall wind



**Mast/ pole** → QR 100 x 5 mm

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

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

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

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

$$M = V \times (0,39 + H/100) + G \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2$$

Maximale Höhe/ *maximum height*  $H \leq 3,00 \text{ m}$

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

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

aus Boxenhalter/ *from connector*  $\approx 0,13 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 + 0,154 + 0,13) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100 + 0,0625 \times 3,50 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2) \times 10^2 / 57,32 = 0,608 + 1,657 = 2,265 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

### Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 800x750x20 mm**

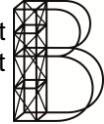
$$G = 0,80 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,324 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 1,00 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,40 + G_{\text{Mast}} \times 0,70$$

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



### 1. Horizontallasten von vorne/ horizontal loads from the front side:

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,50 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2)$$

**erf. Ballast/ required ballast = (-0,0255 - 0,58 x Nutzlast/ payload) / 0,50**

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,50 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2)$$

**erf. Ballast/ required ballast = (0,0702 - 0,592 x Nutzlast/ payload) / 0,50**

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,50 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2)$$

**erf. Ballast/ required ballast = (0,1822 - 0,604 x Nutzlast/ payload) / 0,50**

### 2. Horizontallasten von hinten/ horizontal loads from the back side:

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,50 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2)$$

**erf. Ballast/ required ballast = (-0,1341 - 0,22 x Nutzlast/ payload) / 0,30**

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,50 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2)$$

**erf. Ballast/ required ballast = (-0,0696 - 0,208 x Nutzlast/ payload) / 0,30**

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,50 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2)$$

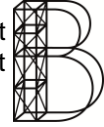
**erf. Ballast/ required ballast = (0,0118 - 0,196 x Nutzlast/ payload) / 0,30**

- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!

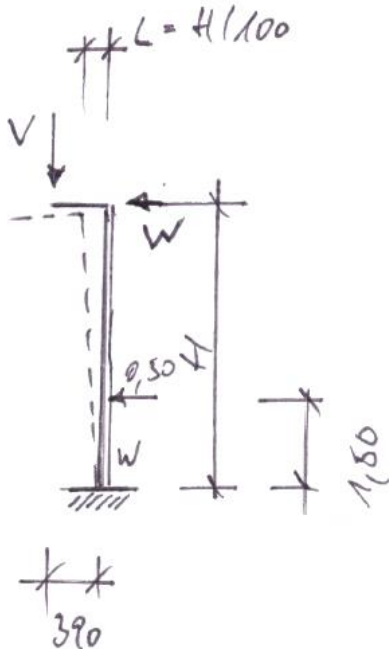
- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

- The required ballast is always determined by the higher value of both load cases!

- If the values of both load cases are negative, no ballast is required!



**5.3. Bemessung – mit „Anrempeln“ + Hallenwind/  
calculation – with „jostling“ + hall wind**



**Mast/ pole** → QR 100 x 5 mm

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

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

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

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

$$M = V \times (0,39 + H/100) + G \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2 + 0,5 \times 1,50$$

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2/3,88 \times 1/\pi \times \sqrt{(25,0/7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

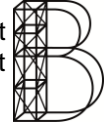
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ from connector ≈ 0,13 KN

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 + 0,154 + 0,13) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100 + 0,0625 \times 3,50 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 0,608 + 3,423 = 4,031 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



## Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 800x750x20 mm**

$$G = 0,80 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,324 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 1,00 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,40 + G_{\text{Mast}} \times 0,70$$

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

### 1. Horizontallasten von vornel/ horizontal loads from the front side:

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,50 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,5745 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,50 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,9702 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,50 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,072 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

### 2. Horizontallasten von hinten/ horizontal loads from the back side:

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,50 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,4659 - 0,22 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,50 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,8304 - 0,208 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,50 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,9118 - 0,196 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

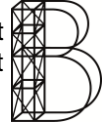
- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!

- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

- *The required ballast is always determined by the higher value of both load cases!*

- *If the values of both load cases are negative, no ballast is required!*





## **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 ≤ 0,50 m<sup>2</sup>**

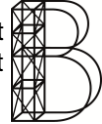
→  $W = 0,50 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,287 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/  
*always placed unfavorably at the poles top*)

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

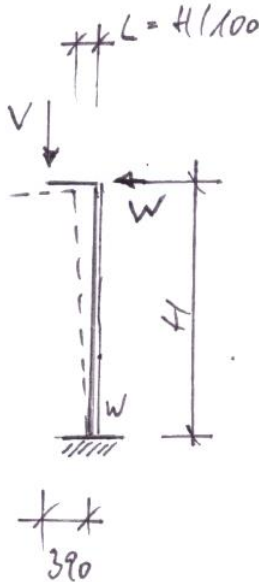
$w = 0,10 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,057 \text{ KN/m}$

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

Herstellerebegrenzung/ *manufacturer limit: max V* → 100 kg = 1,00 KN



## 6.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Wind/ calculation – without „jostling“ + wind



**Mast/ pole** → QR 100 x 5 mm

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

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

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

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

$$M = V \times (0,39 + H/100) + G \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2$$

Maximale Höhe/ *maximum height*  $H \leq 3,00 \text{ m}$

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

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2 / 3,88 \times 1 / \pi \times \sqrt{(25,0 / 7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ *dead weights*:

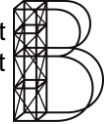
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ *from connector*  $\approx 0,13 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 + 0,154 + 0,13) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100 + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2) \times 10^2 / 57,32 = 0,608 + 2,990 = 3,598 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



## Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 800x750x20 mm**

$$G = 0,80 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,324 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 1,00 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,40 + G_{\text{Mast}} \times 0,70$$

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

### 1. Horizontallasten von vorne/ horizontal loads from the front side:

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,283 \times 1,50 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,3981 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,283 \times 2,50 + 0,057 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,8385 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50 \rightarrow$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,3654 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

### 2. Horizontallasten von hinten/ horizontal loads from the back side:

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,50 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,2967 - 0,22 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,50 + 0,057 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,7107 - 0,208 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2)$$

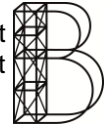
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,1950 - 0,196 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!

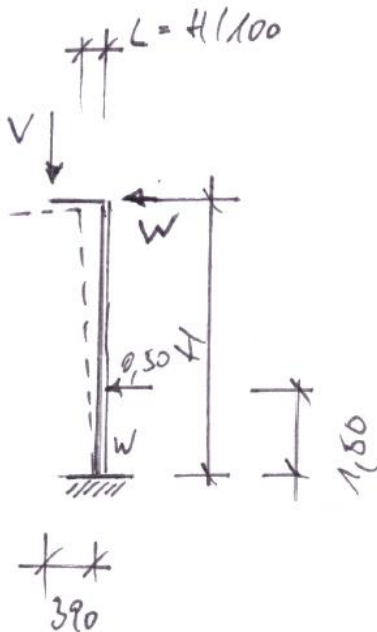
- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

- *The required ballast is always determined by the higher value of both load cases!*

- *If the values of both load cases are negative, no ballast is required!*



### 6.3. Bemessung – mit „Anrempeln“ + Wind/ calculation – with „jostling“ + wind



**Mast/ pole** → QR 100 x 5 mm

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

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

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

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

$$M = V \times (0,39 + H/100) + G \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2 + 0,5 \times 1,50$$

Maximale Höhe/ maximum height  $H \leq 3,00 \text{ m}$

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

$$\lambda_{3,00} = 300,0 \times 2 / 3,88 \times 1 / \pi \times \sqrt{(25,0 / 7000)} = 2,94 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte/ dead weights:

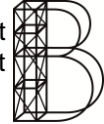
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ from connector  $\approx 0,13 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 + 0,154 + 0,13) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100 + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 0,608 + 5,746 = 6,354 \text{ KN/cm}^2 < 11,373 \text{ KN/cm}^2$$



## **Stabilisierung/ stabilization**

– **Bodenplatte/ base plate 800x750x20 mm**

$$G = 0,80 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,324 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 1,70 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,40 + G_{\text{Mast}} \times 0,70$$

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

### **1. Horizontallasten von vorne/ horizontal loads from the front side:**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,50 + 0,057 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,0)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,0053 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,50 + 0,057 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,7505 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,50) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (2,2654 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,50$$

### **2. Horizontallasten von hinten/ horizontal loads from the back side:**

**für/ for H = 1,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,051 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,051 + 0,13) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,50 + 0,057 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,0)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,8967 - 0,22 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

**für/ for H = 2,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,103 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,103 + 0,13) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,50 + 0,057 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,6107 - 0,208 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

**für/ for H = 3,00m →**

$$1,2 = (0,324 \times 0,40 + (0,154 + 0,13) \times 0,70 + \text{Nutzlast} \times 0,70 + \text{Ballast} \times 0,30) / ((0,154 + 0,13) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

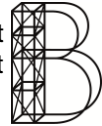
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (2,0950 - 0,196 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,30$$

- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!

- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

- *The required ballast is always determined by the higher value of both load cases!*

- *If the values of both load cases are negative, no ballast is required!*



## 7. Bodenplatte/ base plate

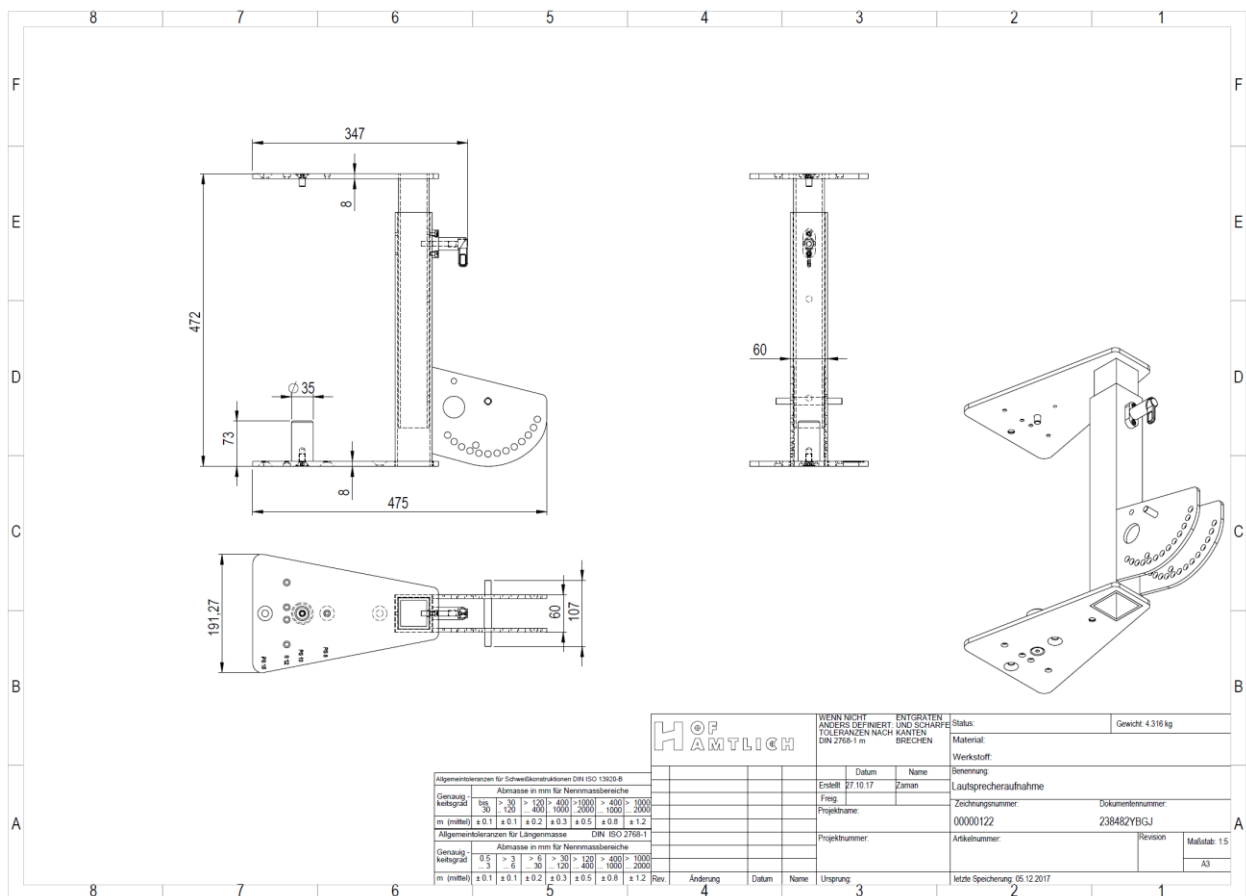
**Bodenplatte/ base plate** 750 x 800 x 20 mm

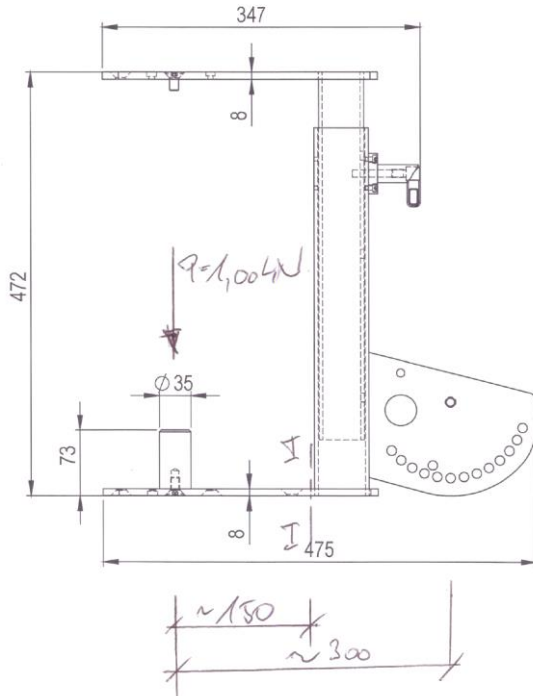
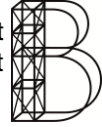
$$A = 75,0 \times 2,0 = 150,0 \text{ cm}^2$$

$$W = 75,0 \times 2,0^2 / 6 = 50,0 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 1,35 \times (1,00 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,13) \times 3,00/100 + 0,287 \times 3,50 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 50,0 = 6,587 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

## 8. Boxenaufnahme/ speaker connector





**Schnitt/ section I-I: BI 100x8 mm**

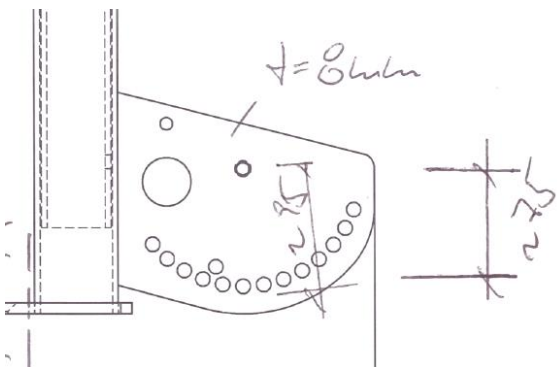
$$A = 8,0 \text{ cm}^2$$

$$W = 10,0 \times 0,8^2 / 6 = 1,067 \text{ cm}^3$$

$$M = 1,00 \times 0,15 = 0,15 \text{ KNm}$$

$$\sigma = 1,35 \times 0,15 \times 10^2 / 1,067 = 18,978 \text{ KN/cm}^2 < 25,0/1,1$$

**Gelenkscheibe/ swivel disk 2x BI 95x8 mm**



$$A = 2 \times 9,5 \times 0,8 = 15,2 \text{ cm}^2$$

$$W = 2 \times 0,8 \times 9,5^2 / 6 = 24,06 \text{ cm}^3$$

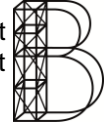
$$M = 1,00 \times 0,30 = 0,30 \text{ KNm}$$

$$\sigma = 1,35 \times 0,30 \times 10^2 / 24,06 = 1,683 \text{ KN/cm}^2 < 25,0/1,1 \times 0,5$$

**Schrauben/ bolts M10 8.8**

$$V_d = 1,35 \times 0,30 / \sim 0,07 = 5,79 \text{ KN}$$

$$V_{a,R,d} = 34,27 \text{ KN}$$



### **9. 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.*