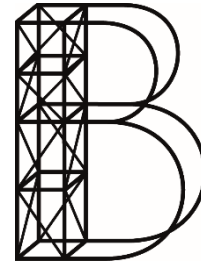


Statische Berechnung/ *Structural Report*



**Objekt/
Subject:** Excellent Line
Alpha
for Nexo STM/M 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

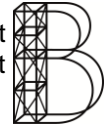
Aufgestellt: im Januar 2018
created in: January 2018

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



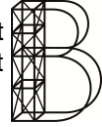
Der Nachweis umfasst 24 Seiten.
This report includes 24 pages.

Auftrags-Nr: 18019 - 1
job numer: 18019 - 1
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)

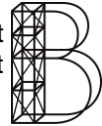
Abmessungen sind der nachfolgenden Zeichnung zu entnehmen.

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:

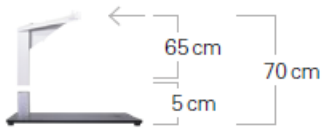
- *with/ without jostling factor*
- *with/ without hall wind (trade fair construction)*
- *outdoor option (with wind loads)*
- *all options including unwanted eccentricity*

See the following drawings for dimensions.

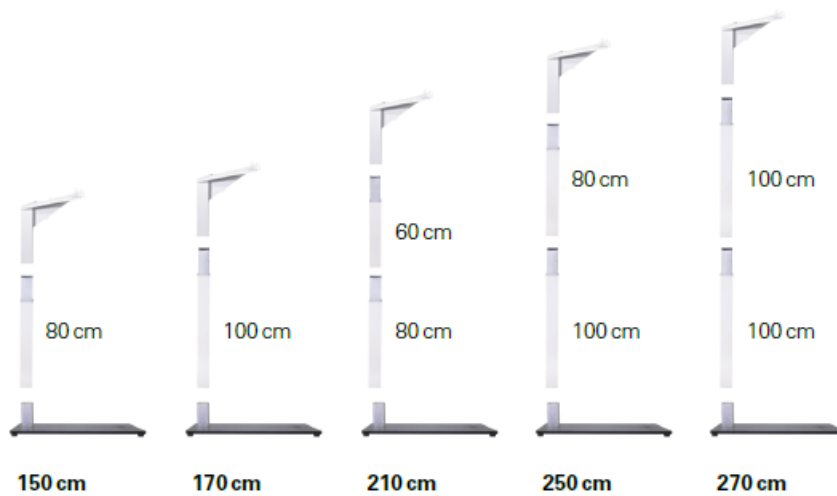


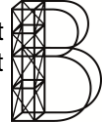
Height Options

for NEXO STM/M Series



Baseplate and Mount
for NEXO STM/M Series





NEXO STM/M Series

Compatibility



Baseplate

The NEXO STM/M adapter head is combined with the baseplate BP1000.



Top
M6

Top
M10

Top
STM28

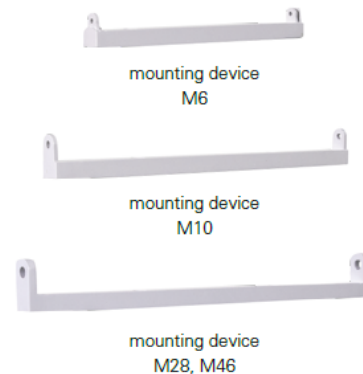
Top
STM46

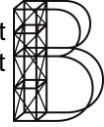
All STM/M tops work with BP1000 and it can be combined with any suitable bass.

Adapter Head

for NEXO STM/M Series

Color: RAL 7035





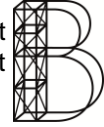
2. Berechnungsgrundlagen/ calculation basis

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. Stale – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“/ Stale – 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

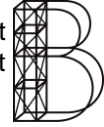
L / 100

Lastfall/ loadcase: LF 3 "Anrempeln"/ jostling

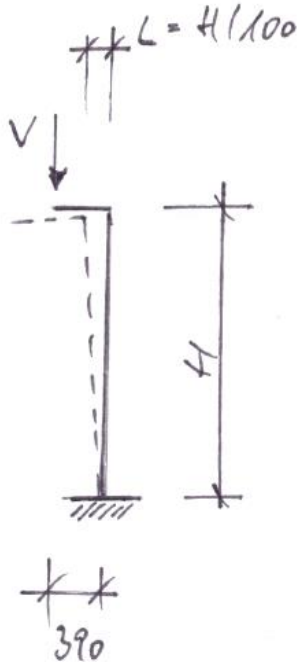
H = 0,50 kN in 1,50m Höhe/ height (bei/ in case of Stale 1,00m → H = 1,00m)

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

Herstellerbegrenzung 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

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

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

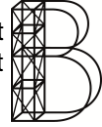
Maximale Höhe/ *maximum height* $H \leq 3,00 \text{ m}$

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

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* $\approx 0,17 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 2,397 = 3,687 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 1000x750x20 mm**

$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 2,40 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,50 + G_{\text{Mast}} \times 0,90$$

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

für/ for H = 1,00m →

$$(0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01)) \geq 1,2$$

$$(0,2025 + 0,1989 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / (0,00221 + \text{Nutzlast} \times 0,40) \geq 1,2$$

$$(0,4014 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / (0,00221 + \text{Nutzlast} \times 0,40)$$

Bedingung erfüllt/ *conditions met: $\eta \approx 0,9 / 0,4 = 2,25 > 1,2$*

kein Ballast erforderlich/ no ballast required

für/ for H = 2,00m →

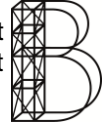
$$(0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02)) \geq 1,2$$

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

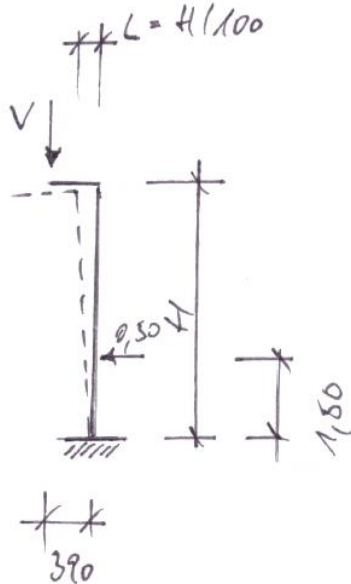
für/ for H = 3,00m →

$$(0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03)) \geq 1,2$$

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

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

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

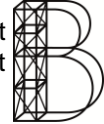
Maximale Höhe/ maximum height $H \leq 3,00 \text{ m}$

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

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 $\approx 0,17 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,50 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 4,163 = 5,453 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 1000x750x20 mm**

$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 2,40 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,50 + G_{\text{Mast}} \times 0,90$$

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

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,3728 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,6688 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,6637 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,2013 - 0,42 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,4584 - 0,408 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,5 \times 1,50)$$

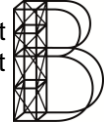
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,4176 - 0,396 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

- 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:

$A \leq 1,25 \text{ m}^2$

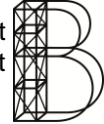
→ $W = 1,25 \times 0,125 = 0,156 \text{ KN}$ (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/
always placed unfavorably at the poles top)

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

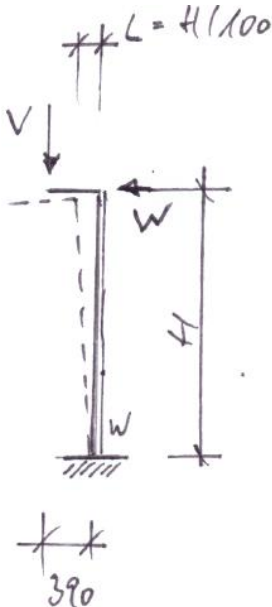
$w = 0,10 \times 0,125 = 0,0125 \text{ KN/m}$

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

Herstellerbegrenzung/ *manufacturer limit*: max V → 240 kg = 2,40 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* $A \leq 1,25 \text{ m}^2$

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

Eigengewichte/ dead weights:

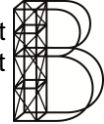
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ *from connector* $\approx 0,17 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,156 \times 4,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 3,999 = 5,289 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 1000x750x20 mm**

$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 2,40 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,50 + G_{\text{Mast}} \times 0,90$$

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

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,156 \times 2,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,1599 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,156 \times 3,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,3684 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,156 \times 4,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,5931 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,156 \times 2,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (-0,0168 - 0,42 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,156 \times 3,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,1500 - 0,408 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,156 \times 4,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2)$$

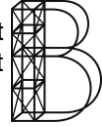
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,3339 - 0,396 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

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

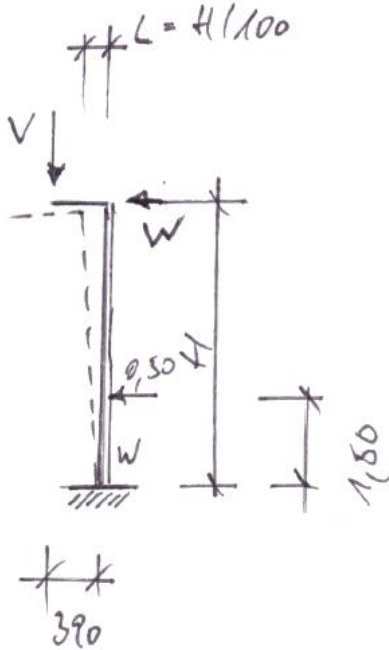
- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

- *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:

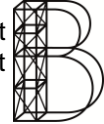
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ from connector $\approx 0,17 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,156 \times 4,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 5,765 = 7,055 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 1000x750x20 mm**

$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 2,40 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,50 + G_{\text{Mast}} \times 0,90$$

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

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,156 \times 2,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,7598 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,156 \times 3,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,2683 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,156 \times 4,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,4931 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,156 \times 2,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (0,5832 - 0,42 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,156 \times 3,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,0499 - 0,408 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,156 \times 4,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

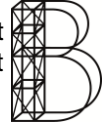
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,2339 - 0,396 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

- **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 ≤ 1,25 m²

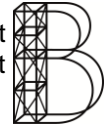
→ W = 1,25 x 1,4 x 0,4095 = 0,717 KN (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/
always placed unfavorably at the poles top)

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

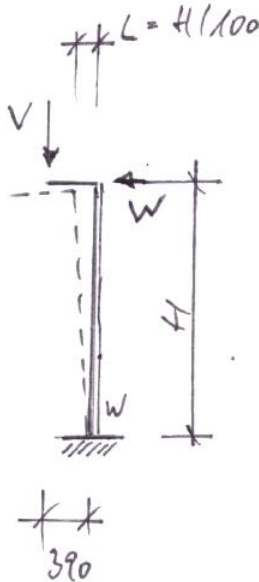
w = 0,10 x 1,4 x 0,4095 = 0,057 KN/m

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

Herstellerebegrenzung/ *manufacturer limit: max V* → 240 kg = 2,40 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* $A \leq 1,25 \text{ m}^2$

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

Eigengewichte/ *dead weights*:

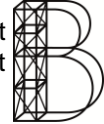
$$G_{1,00} = 19,00 \times 27,0 \times 10^{-4} \times 1,00 = 0,051 \text{ KN}$$

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

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

aus Boxenhalter/ *from connector* $\approx 0,17 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,10) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,717 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 9,756 = 11,045 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 1000x750x20 mm**

$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 2,40 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,50 + G_{\text{Mast}} \times 0,90$$

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

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,717 \times 2,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,5329 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,717 \times 3,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (2,4948 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60 \rightarrow$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,717 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (3,5261 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,717 \times 2,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,3563 - 0,42 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,717 \times 3,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (2,2764 - 0,408 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,717 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2)$$

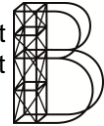
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (3,2670 - 0,396 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

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

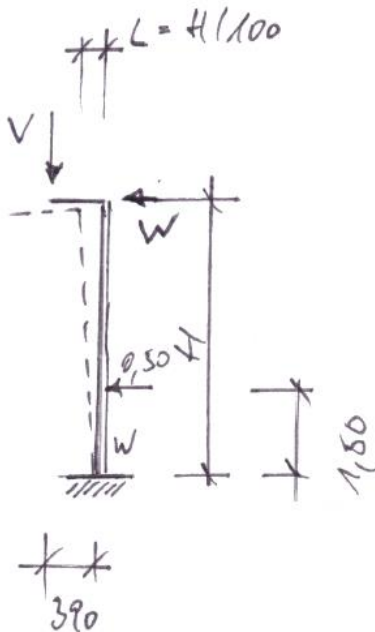
- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

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

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

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* $\approx 0,17 \text{ KN}$

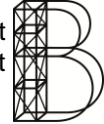
$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,717 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 11,522 = 12,812 \text{ KN/cm}^2 > 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

Die maximale Windangriffsfläche der Lautsprecher muß beim Aufbau mit Wind und Anrempeln bei einer Höhe $H > 3,50\text{m}$ auf max. $A \leq 1,00 \text{ m}^2$ begrenzt werden!

In a setting with wind and „jostling“-factor, the wind exposed surface of the loudspeakers has to be limited to a maximum of $A \leq 1,00 \text{ m}^2$ for heights $H > 3,50\text{m}$!

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

$$\sigma = 1,35 \times (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,573 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,290 + 9,036 = 10,326 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$



Stabilisierung/ stabilization

– **Bodenplatte/ base plate 1000x750x20 mm**

$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

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

$$M_H = G \times H/100 + 2,40 \times (0,39 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,50 + G_{\text{Mast}} \times 0,90$$

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

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,717 \times 2,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,0)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (2,1329 - 0,58 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,717 \times 3,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (3,3947 - 0,592 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60 \rightarrow$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,573 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (3,7350 - 0,604 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,60$$

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

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,051 + 0,17) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,717 \times 2,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,0)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (1,9563 - 0,42 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,103 + 0,17) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,717 \times 3,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (3,1764 - 0,408 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,17) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,40) / ((0,154 + 0,17) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,573 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

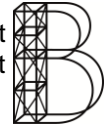
$$\text{erf. Ballast/ required ballast} = (3,4758 - 0,396 \times \text{Nutzlast/ payload}) / 0,40$$

- 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

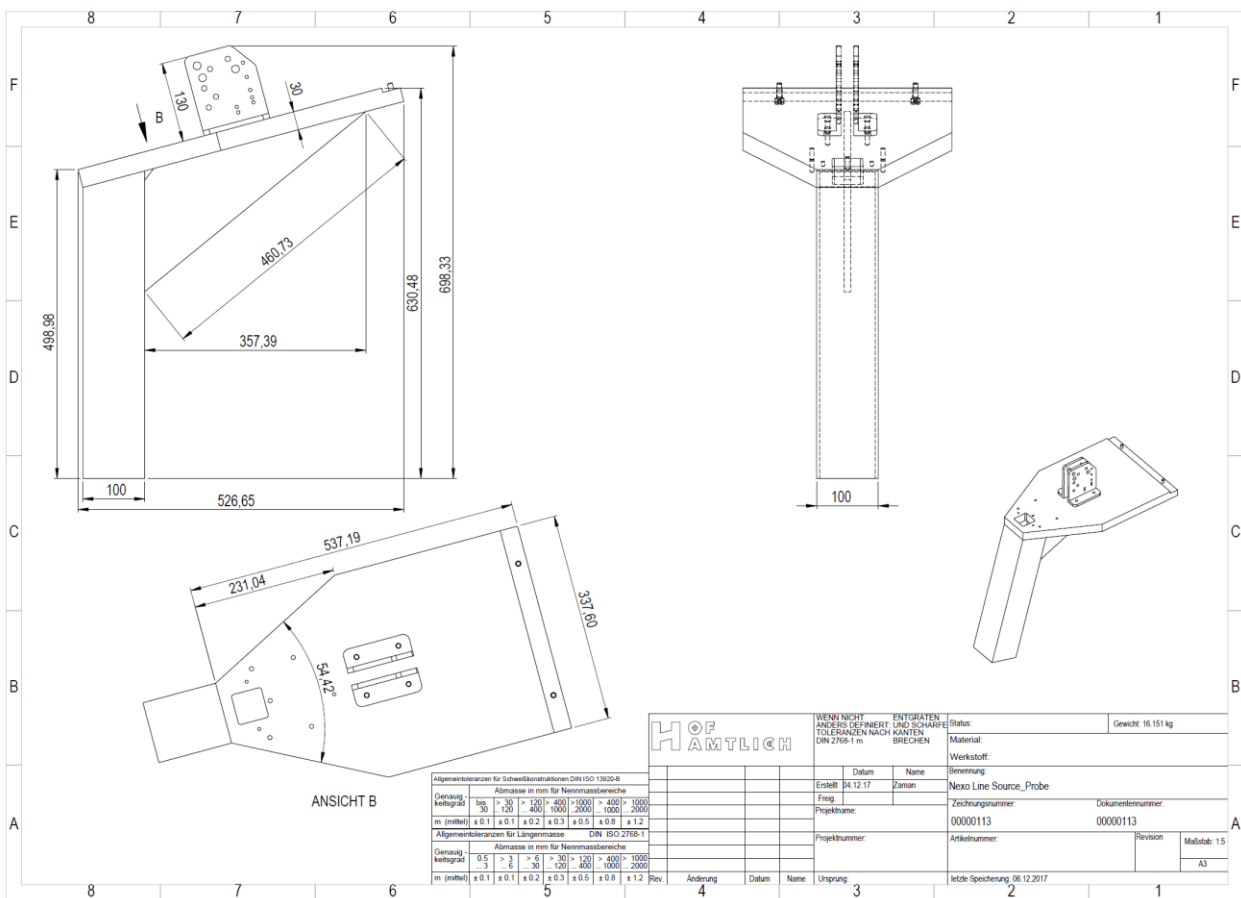
Bodenplatte/ base plate 750 x 1000 x 20 mm

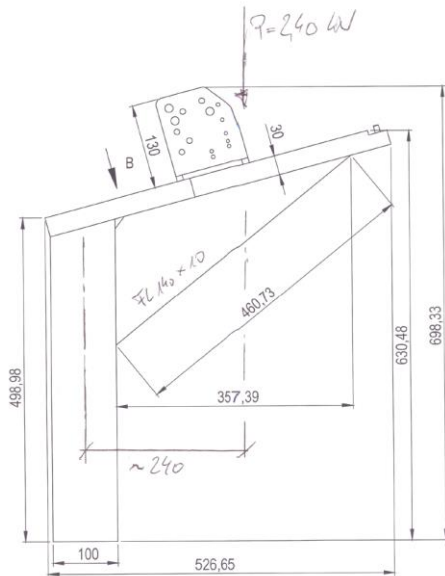
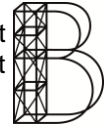
$$A = 75,0 \times 2,0 = 150,0 \text{ cm}^2$$

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

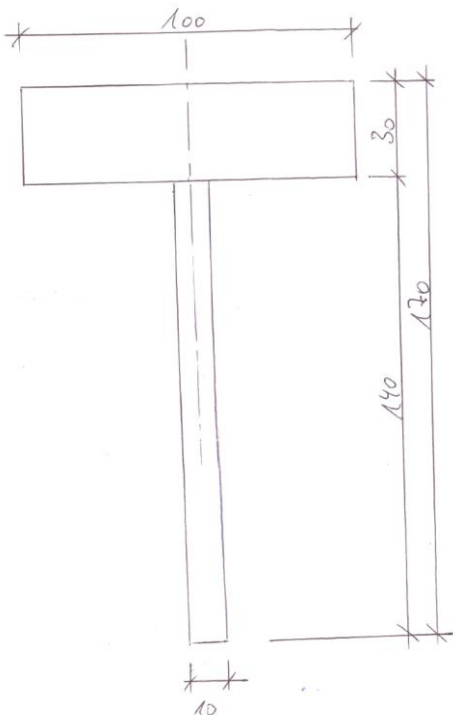
$$\sigma = 1,35 \times (2,40 \times (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) \times 3,00/100 + 0,573 \times 4,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 50,0 = 11,654 \text{ KN/cm}^2 \approx 11,363 \text{ KN/cm}^2 \quad (1,025)$$

8. Boxenaufnahme/ speaker connector





Anschnitt an Stütze: T 170x100x30x10 mm
section at pole: T 170x100x30x10 mm

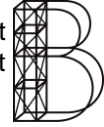


$$A = 10,0 \times 3,0 + 14,0 \times 1,0 = 44,0 \text{ cm}^2$$

$$W = 73,53 \text{ cm}^3$$

$$M = 2,40 \times 0,24 + 0,717 \times 1,00 = 1,293 \text{ KNm}$$

$$\sigma = 1,35 \times 1,293 \times 10^2 / 73,53 = 2,374 \text{ KN/cm}^2 < 25,0/1,1 \times 0,5$$



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.