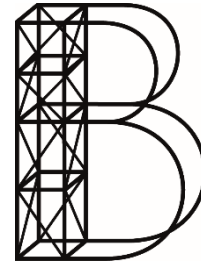


Statische Berechnung/ *Structural Report*



**Objekt/
Subject:**

**Design Stele
Excellent Line Alpha
line source 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**

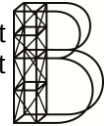
Aufgestellt: im September 2017
Created in: September 2017

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



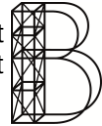
Der Nachweis umfasst 26 Seiten.
This report includes 26 pages.

Auftrags-Nr: 17137-2-alpha
job numer: 17137-2-alpha
Bearbeiter/ case handler: Br



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Vorbemerkungen/ preliminary report	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>	16
6. Stele – Outdoor mit / ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Wind“ (Sturm)/ <i>Stele – outdoor with/without „jostling“ and with wind (storm)</i>	18
6.1 Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i>	18
6.2 Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Wind/ <i>calculation – without „jostling“ + wind</i>	19
6.3 Bemessung – mit „Anrempeln“ + Wind/ <i>calculation – with „jostling“ + wind</i>	21
7. Bodenplatte/ <i>ground plate</i>	23
8. Boxenaufnahme/ <i>adapter head</i>	23
9. Universalgelenk (Mast)/ <i>universal swivel joint (pole)</i>	25
10. Schlußbemerkung/ <i>final remark</i>	26



1. Vorbemerkungen/ preliminary report

Gegenstand der vorliegenden Berechnung ist der Nachweis einer Mastkonstruktion (Stele) die dazu dient Lautsprecher 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 audio equipment and speakers. The construction is stabilized with ground plates and required ballast.

The following applications are examined:

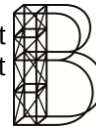
- *With/without jostling factor*
- *With/without hall wind (fair construction)*
- *Outdoor version (with wind loads)*
- *All verions including undesired eccentricity (tilting)*

See the following drawings for dimensions.



Baseplate and Mount
for d&b point source series





Statik 17137-2- alpha - en

Baseplate

Color: RAL 9005



Hinge Element

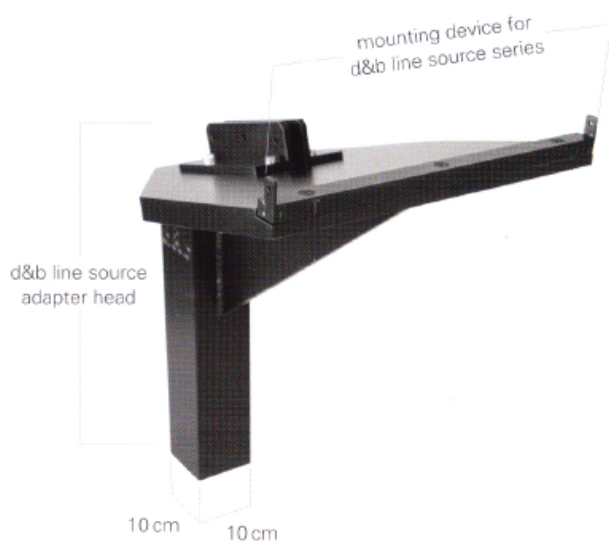
optional

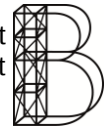
Color: RAL 9005



Adapter Head for d&b line source series

Color: RAL 9005





Statik 17137-2- alpha - en



The baseplate can carry all subs from the complete line source series.



T-Series

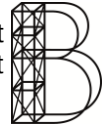


Y-Series



V-Series





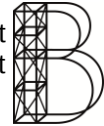
2. Berechnungsgrundlagen/ calculation basis:

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



Adapter Heads

1 x d&b point source adapter head
with point source clamp | 10.5 kg
1 x d&b line source adapter head with a
d&b line source mounting device | 26 kg

Extensions

2 x 100 cm | 6.4 kg
1 x 80 cm | 5.4 kg
1 x 60 cm | 4.4 kg

Hinge Element (optional)

1 x 80 cm | 12 kg

Baseplate with Decentralized Mount

1 x 5 cm | 61 kg

Lastfall/ loadcase: LF 2 "Schiefstellung"/ eccentricity

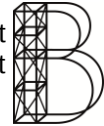
L / 100

Lastfall/ loadcase: LF 3 "Anrempeln"/ jostling

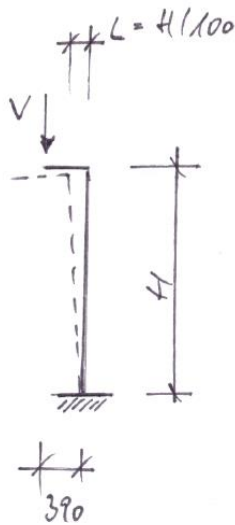
H = 0,50 kN in 1,50m Höhe/ height (bei/ in case of Stele 1,00m → H = 1,00m)

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

Herstellerebegrenzung/ manufacturer limit: max V → 170 kg = 1,70 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 $H \leq 4,00 \text{ m}$

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

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

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

aus Boxenhalter/ adapter head $\approx 0,25 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,70 + 0,205 + 0,25) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100) \times 10^2 / 57,32 = 1,021 + 1,765 = 2,786 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

Verankerung und Stabilisierung/ stabilisation

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

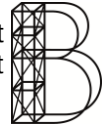
$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ weights pole cf. above

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

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

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



Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$(0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01)) \geq 1,2$$

$$(0,2025 + 0,2709 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / (0,00301 + \text{Nutzlast} \times 0,40) \geq 1,2$$

$$(0,4734 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / (0,00301 + \text{Nutzlast} \times 0,40)$$

Bedingung erfüllt/requirement fulfilled: $\eta \approx 0,9 / 0,4 = 2,25 > 1,2$

kein Ballast erforderlich/ no ballast necessary

für/ for H = 2,00m →

$$(0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02)) \geq 1,2$$

s.o. **kein Ballast erforderlich/ no ballast necessary** (see above)

für/ for H = 3,00m →

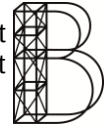
$$(0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03)) \geq 1,2$$

s.o. **kein Ballast erforderlich/ no ballast necessary** (see above)

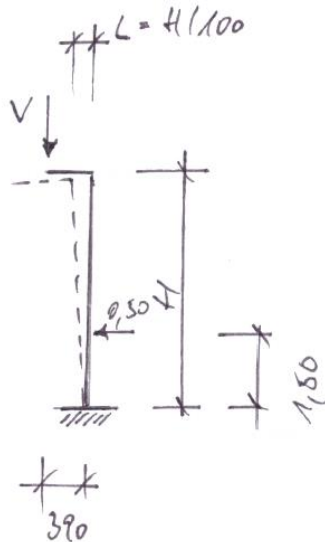
für/ for H = 4,00m →

$$(0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04)) \geq 1,2$$

s.o. **kein Ballast erforderlich/ no ballast necessary** (see above)



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 $H \leq 4,00 \text{ m}$

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

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

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

aus Boxenhalter/ adapter head $\approx 0,25 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,70 + 0,205 + 0,25) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100 + 0,50 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,021 + 3,531 = 4,552 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

Verankerung und Stabilisierung/ stabilisation

– **Bodenplatte/ ground 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

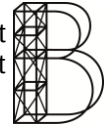
$$M_H = G \times H/100 + 1,70 \times (0,39 + H/100)$$

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

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

1. Horizontallasten von vornel horizontal loads from front side:

Nutzlast: german for payload



für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,3710 - 0,58 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,6684 - 0,592 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,6719 - 0,604 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,6738 - 0,616 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

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

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,1302 - 0,42 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,3883 - 0,408 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,3484 - 0,396 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,5 \times 1,50)$$

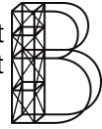
$$\text{erf./ required ballast} = (0,3098 - 0,384 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

- Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist!

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

- *Negative values mean that no ballast is necessary!*

- *The higher result of both load cases must be used as required ballast in every case!*



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:

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

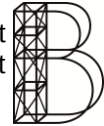
→ $W = 0,50 \times 0,125 = 0,0625 \text{ KN}$ (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/
always placed unfavorably at the poles top)

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

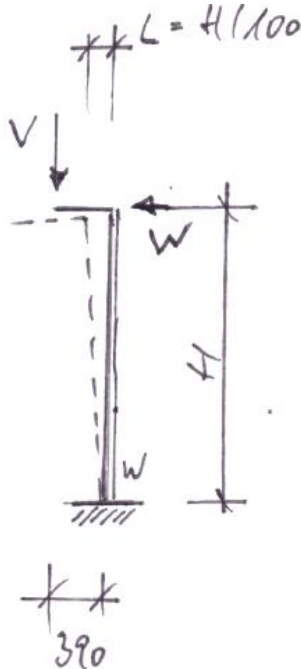
$w = 0,10 \times 0,125 = 0,0125 \text{ KN/m}$

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

Herstellerbegrenzung/ manufacturer limit: $\max V \rightarrow 170 \text{ kg} = 1,70 \text{ KN}$



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 $H \leq 4,00 \text{ m}$

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

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

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

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

aus Boxenhalter/ adapter head $\approx 0,25 \text{ kN}$

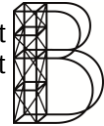
$$\sigma = 1,35 \times (1,70 + 0,205 + 0,25) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100 + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2 / 2) \times 10^2 / 57,32 = 1,0208 + 2,589 = 3,617 \text{ kN/cm}^2 < 11,363 \text{ kN/cm}^2$$

Verankerung und Stabilisierung/ stabilisation

– **Bodenplatte/ ground 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



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

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

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

1. Horizontallasten von vornel horizontal loads from front side:

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (-0,1465 - 0,58 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (-0,0493 - 0,592 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,0020 - 0,604 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,1202 - 0,616 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

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

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (-0,3873 - 0,42 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

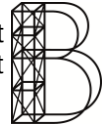
für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (-0,3402 - 0,408 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required



für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (-0,2591 - 0,396 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

→ **ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.**

→ **always results in negative values → no ballast required**

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2 / 2)$$

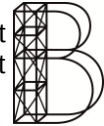
$$\text{erf./ required ballast} = (-0,1702 - 0,384 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

→ **ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.**

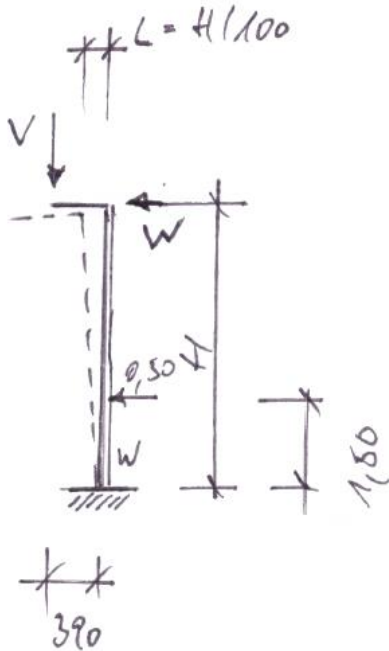
→ **always results in negative values → no ballast required**

- **Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist!**
- **Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!**

- **Negative values mean that no ballast is necessary!**
- **The higher result of both load cases must be used as required ballast in every case!**



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



Mast/ pole → QR 100 x 5 mm

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

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

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

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

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

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

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

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

aus Boxenhalter/ adapter head ≈ 0,25 KN

$$\sigma = 1,35 \times (1,70 + 0,205 + 0,25) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100 + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,0208 + 4,355 = 5,376 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

Verankerung und Stabilisierung/ stabilisation

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

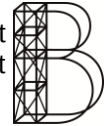
$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ weights pole cf. above

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

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

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



1. Horizontallasten von vornel horizontal loads from front side:

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,4535 - 0,58 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,8507 - 0,592 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,9641 - 0,604 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (1,094 - 0,616 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

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

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,0625 \times 1,00 + 0,0125 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,00)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,2802 - 0,42 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,0625 \times 2,00 + 0,0125 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,5683 - 0,408 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,0625 \times 3,00 + 0,0125 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,6409 - 0,396 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,0625 \times 4,00 + 0,0125 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

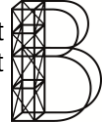
$$\text{erf./ required ballast} = (0,7298 - 0,384 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

- Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist!

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

- Negative values mean that no ballast is necessary!

- The higher result of both load cases must be used as required ballast in every case!



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:*

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

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

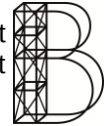
(ungünstig immer am Mastkopf angesetzt/
always placed unfavorably at the poles top)

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

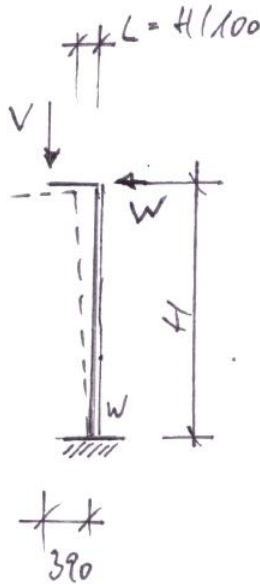
$w = 0,10 \times 1,4 \times 0,4095 = 0,057 \text{ kN/m}$

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

Herstellerebegrenzung/ *manufacturer limit:* → $170 \text{ kg} = 1,70 \text{ kN}$



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 $H \leq 4,00 \text{ m}$

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

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

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

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

aus Boxenhalter/ adapter head $\approx 0,25 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,70 + 0,205 + 0,25) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100 + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2) \times 10^2 / 57,32 = 1,0208 + 5,542 = 6,563 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

Verankerung und Stabilisierung/ stabilisation

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

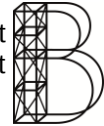
$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ weights pole cf. above

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

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

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



1. Horizontallasten von vornel horizontal loads from front side:

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,1496 - 0,58 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,4937 - 0,592 \times \text{Nutzlast}) / 0,60 \rightarrow$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (1,1126 - 0,604 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (1,6986 - 0,616 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

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

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (-0,0912 - 0,42 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.

→ always results in negative values → no ballast required

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,5164 - 0,408 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,9788 - 0,396 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2)$$

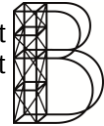
$$\text{erf./ required ballast} = (1,5371 - 0,384 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

- Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist!

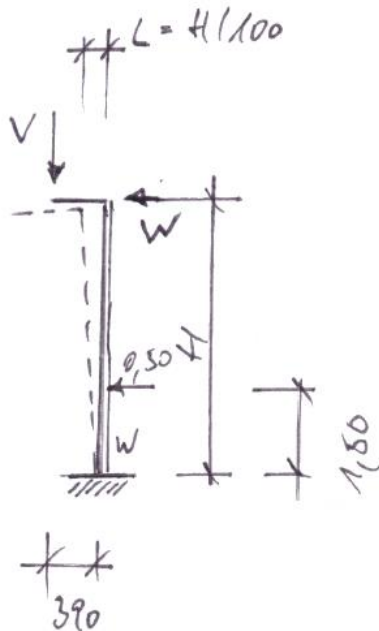
- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!

- Negative values mean that no ballast is necessary!

- The higher result of both load cases must be used as required ballast in every case!



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 $H \leq 4,00 \text{ m}$

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

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

Eigengewichte/ dead weights:

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

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

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

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

aus Boxenhalter/ adapter head $\approx 0,25 \text{ KN}$

$$\sigma = 1,35 \times (1,70 + 0,205 + 0,25) / (0,15 \times 19,0) + 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100 + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 57,32 = 1,0208 + 7,309 = 8,329 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

Verankerung und Stabilisierung/ stabilisation

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

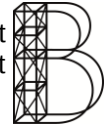
$$G = 1,00 \times 0,75 \times 0,02 \times 27,0 = 0,405 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben/ weights pole cf. above

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

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

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



1. Horizontallasten von vornel horizontal loads from front side:

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,0)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,7496 - 0,58 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (1,4963 - 0,592 \times \text{Nutzlast}) / 0,60 \rightarrow$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (2,0126 - 0,604 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,10 + \text{Nutzlast} \times 0,10 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 - \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (2,5986 - 0,616 \times \text{Nutzlast}) / 0,60$$

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

Nutzlast: german for payload

für/ for H = 1,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,051 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,051 + 0,25) \times 0,01 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,01) + 0,287 \times 1,00 + 0,057 \times 1,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,0)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (0,5086 - 0,42 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 2,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,103 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,103 + 0,25) \times 0,02 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,02) + 0,287 \times 2,00 + 0,057 \times 2,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (1,2139 - 0,408 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 3,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,154 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,154 + 0,25) \times 0,03 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,03) + 0,287 \times 3,00 + 0,057 \times 3,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

$$\text{erf./ required ballast} = (1,6894 - 0,396 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

für/ for H = 4,00m →

$$1,2 = (0,405 \times 0,50 + (0,205 + 0,25) \times 0,90 + \text{Nutzlast} \times 0,90 + \text{Ballast} \times 0,60) / ((0,205 + 0,25) \times 0,04 + \text{Nutzlast} \times (0,39 + 0,04) + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50)$$

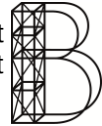
$$\text{erf./ required ballast} = (2,2346 - 0,384 \times \text{Nutzlast}) / 0,40$$

- Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist!

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

- Negative values mean that no ballast is necessary!

- The higher result of both load cases must be used as required ballast in every case!



7. Bodenplatte ground plate

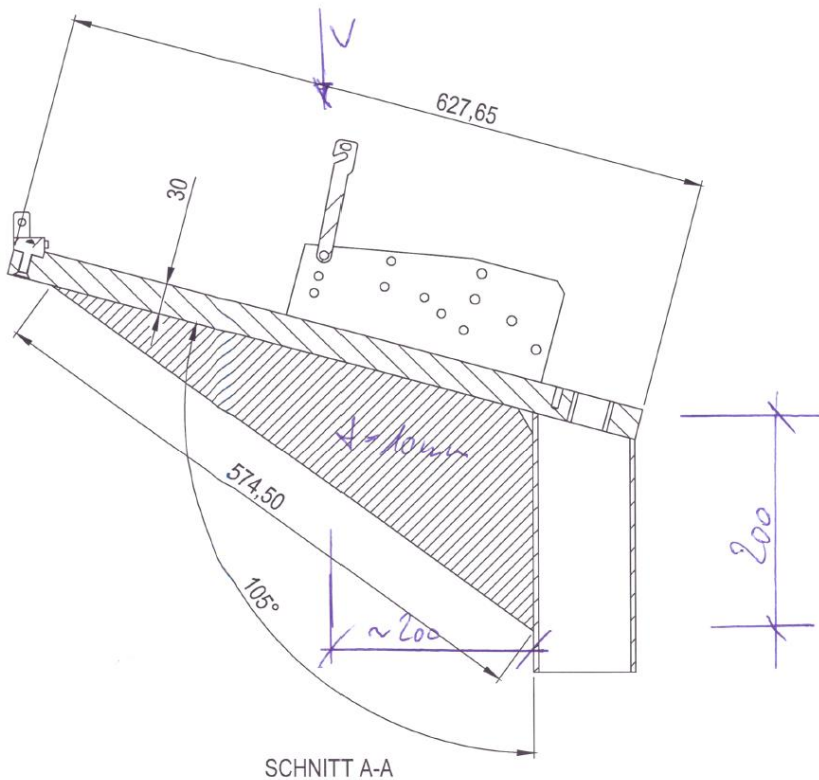
Bodenplatte ground plate 750 x 1000 x 20 mm

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

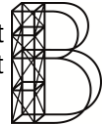
$$W = 75,0 \times 2,0^2 / 6 = 50,0 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 1,35 \times (1,70 \times (0,39 + 4,00/100) + (0,205 + 0,25) \times 4,00/100 + 0,287 \times 4,00 + 0,057 \times 4,00^2 / 2 + 0,5 \times 1,50) \times 10^2 / 50,0 = 8,373 \text{ KN/cm}^2 < 11,363 \text{ KN/cm}^2$$

8. Boxenaufnahme adapter head



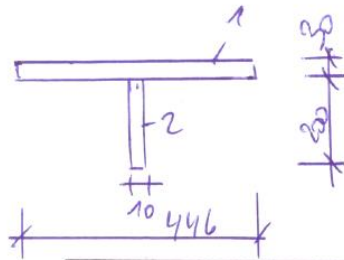
T 30x446 / 10x20 mm



Falter, Vorlesung technische Mechanik III

Anlage zu 4.2.2 Trägheitsmomente

$I_{\bar{y}}, I_{\bar{z}} (\alpha_0, I_1, I_2)$



$$W_1 = 3096,07 / 20,0 = 154,8 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 3096,07 / 3,0 = 1032,02 \text{ cm}^3$$

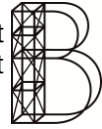
Querschnitt			Querschnitte mit einer oder zwei Symmetrieeachsen								zusätzlich ohne Sym	
			Berechnung I_y				Berechnung I_z				Bere	
Nr.	Profil	A_i	z_i	$A_i z_i$	$A_i z_i^2$	$I_{\bar{y}i}$	y_i	$A_i y_i$	$A_i y_i^2$	$I_{\bar{z}i}$	$\bar{z}_i$	$\bar{y}_i$
1	30x446	133,8	21,5	2876,7	61849,05	100,35					3	
2	10x200	20,0	10,0	200,0	2000,0	666,67						
Σ				3076,7	64616,07							
			$z_s = \frac{\Sigma A_i z_i}{\Sigma A_i} = \frac{3076,7}{153,8} = 20,00 \text{ cm}$				$y_s = \frac{\Sigma A_i y_i}{\Sigma A_i} = \frac{0}{153,8} = 0 \text{ cm}$				$\tan 2\alpha_0 = \frac{I_{yz}}{I_{\bar{y}} - I_{\bar{z}}}$	
			$I_{\bar{y}} = I_y - A z_s^2 = 64616,07 - 153,8 \cdot 20,0^2 = 3096,07$				$I_{\bar{z}} = I_z - A y_s^2 = 0 - 153,8 \cdot 0^2 = 0$				$\alpha_0 = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{I_{yz}}{I_{\bar{y}} - I_{\bar{z}}} \right)$	

$$M = 1,70 \times 0,20 = 0,34 \text{ KNm}$$

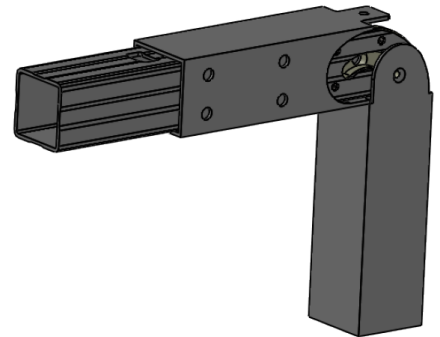
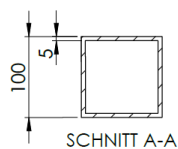
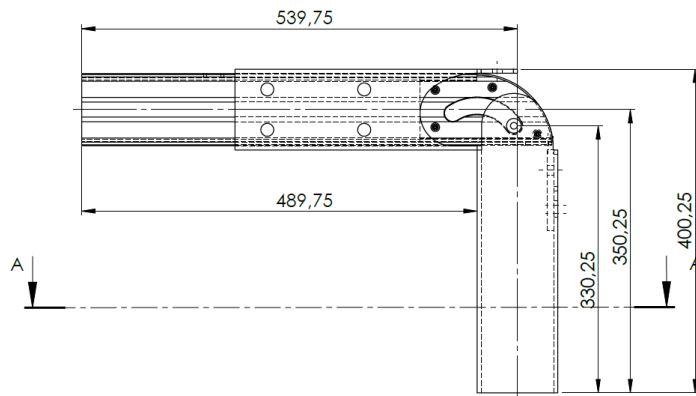
$$\sigma = 1,35 \times 0,340 \times 10^2 / 154,8 = 0,297 \text{ KN/cm}^2 < 25,0/1,1 \times 0,5$$

Schrauben/bolts M10 8.8

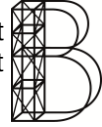
- ohne weiteren Nachweis o.k.
- o.k. without further calculation



9. Universalgelenk (Mast)/ universal swivel joint (pole)



Ohne weiteren Nachweis o.k.
O.k. without further calculation.



10. Schlußbemerkung/ final remark

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

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