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

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
MITGLIED
316709

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/ *table of contents* ... 2
1. Vorbemerkungen/ *preliminary remark* ... 3
2. Berechnungsgrundlagen/ *calculation basis* ... 6
3. Baustoffe/ *materials* ... 6
4. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“/ *Stele – indoor with/ without „jostling factor“* ... 7
4.1. Belastungsannahemn/ *load assumptions* ... 7
4.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“/ *calculation – without „jostling“* ... 8
4.3. Bemessung (max. Anwenderlasten) – mit „Anrempeln“/ *calculation (max. user loads) – with „jostling“* ... 10
5. Stele – Indoor mit / ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Hallenwind“/ *Stele – indoor with/without „jostling factor“ and with „hall wind“* ... 12
5.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 12
5.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Hallenwind/ *calculation – without „jostling“ + hall wind* ... 13
5.3. Bemessung – mit „Anrempeln“ + Hallenwind/ *calculation – with „jostling“ + hall wind* ... 15
6. Stele – Outdoor mit/ ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Wind“ (Sturm)/ *Stele – outdoor with/ without „jostling“ and with wind (storm)* ... 17
6.1. Belastungsannahmen/ *load assumptions* ... 17
6.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ + Wind/ *calculation – without „jostling“ + wind* ... 18
6.3. Bemessung – mit „Anrempeln“ + Wind/ *calculation – with „jostling“ + wind* ... 20
7. Bodenplatte/ *base plate* ... 22
8. Boxenaufnahme/ *speaker connector* ... 22
9. Schlußbemerkung/ *final remark* ... 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)
- Outdorvariante (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

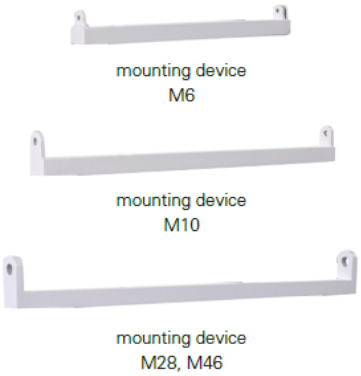
Top
STM46

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

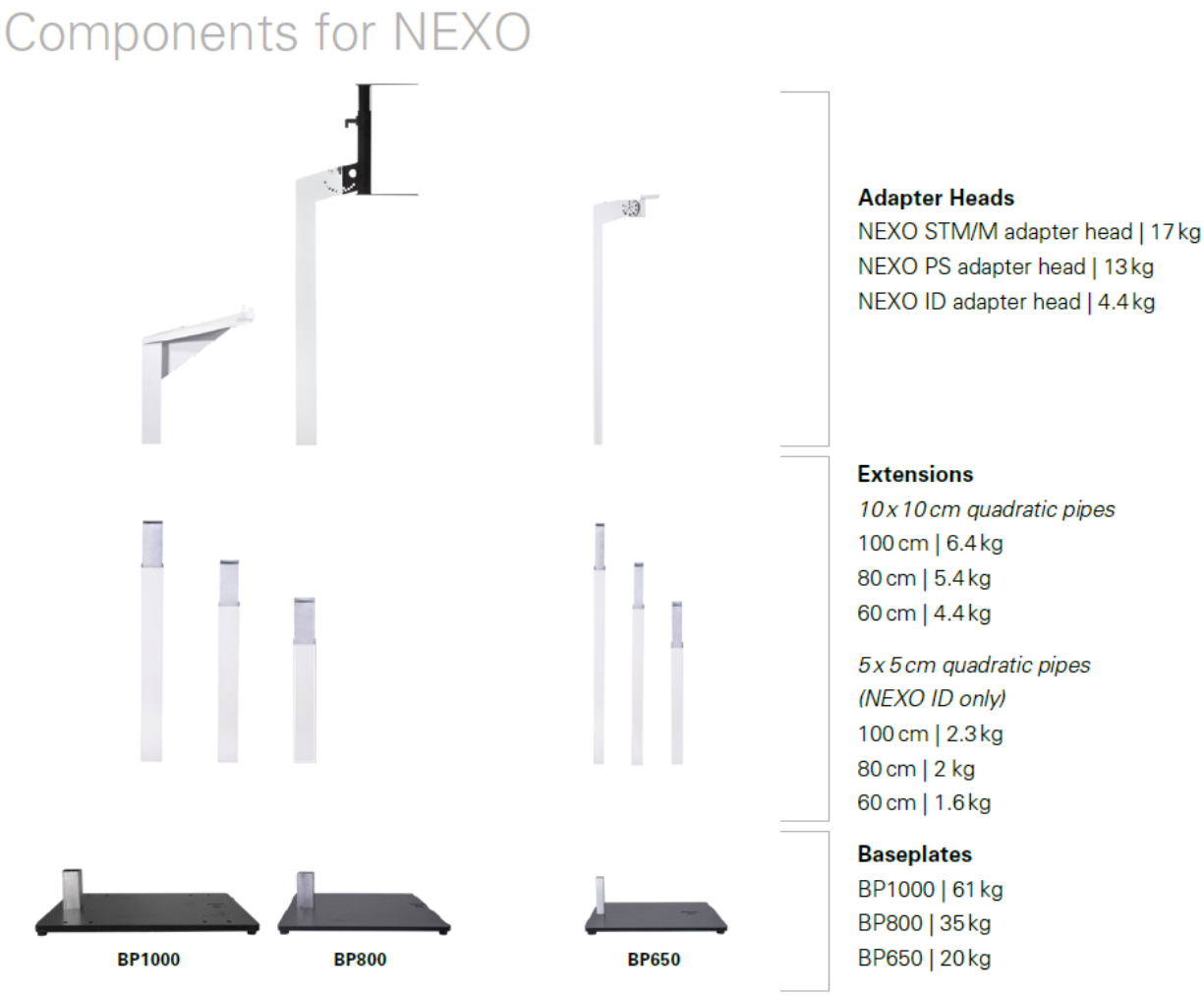
3. Baustoffe/ *materials*

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

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

4.1. Belastungsannahemn/ *load assumptions*

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



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

L / 100

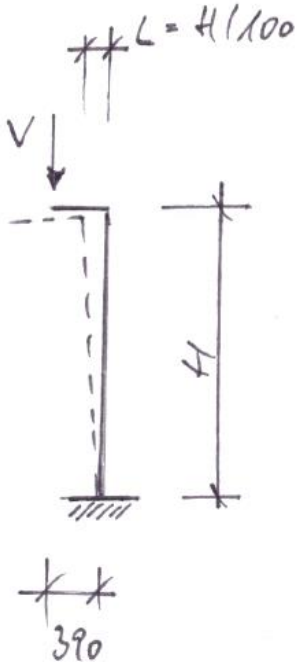
Lastfall/ *loadcase*: LF 3 "Anrempeln"/ *jostling*

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*

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 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm^4
i = 3,88 cm

M = V x (0,39 + H/100) + G x H/100

Maximale Höhe/ *maximum height* H ≤ 3,00 m

$\lambda_{3,00}$ = 300,0x2/3,88 x 1/π x √(25,0/7000) = 2,94 → χ = 0,15

Eigengewichte/ *dead weights*:
$G_{1,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 1,00 = 0,051 KN
$G_{2,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 2,00 = 0,103 KN
$G_{3,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 3,00 = 0,154 KN
aus Boxenhalter/ *from connector* ≈ 0,17 KN

σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100) x 10² / 57,32 = 1,290 + 2,397 = 3,687 KN/cm² < 11,363 KN/cm²

Stabilisierung/ *stabilization*

– Bodenplatte/ *base plate* 1000x750x20 mm
G = 1,00 x 0,75 x 0,02 x 27,0 = 0,405 KN

Gewicht Mast – siehe oben/ *weights pole cf. above*
M_H = G x H/100 + 2,40 x (0,39 + H/100)
$M_V = G_{Platte}$ x 0,50 + G_{Mast} x 0,90

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

für/ *for* H = 1,00m →
(0,405 x 0,50 + (0,051 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 + Nutzlast x (0,39 + 0,01)) ≥ 1,2
(0,2025 + 0,1989 + Nutzlast x 0,90) / (0,00221 + Nutzlast x 0,40) ≥ 1,2
(0,4014 + Nutzlast x 0,90) / (0,00221 + Nutzlast x 0,40)

Bedingung erfüllt/ *conditions met:* η ≈ 0,9 / 0,4 = 2,25 > 1,2

kein Ballast erforderlich/ *no ballast required*

für/ *for* H = 2,00m →
(0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 + Nutzlast x (0,39 + 0,02)) ≥ 1,2

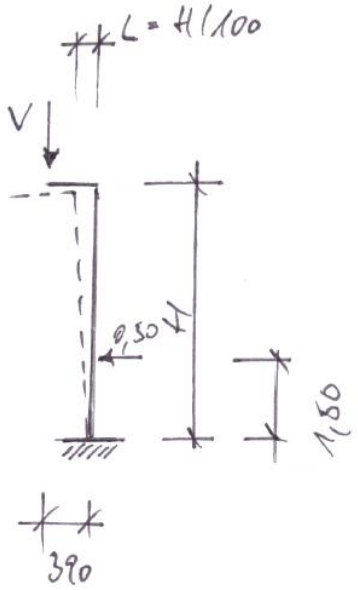
s.o. **kein Ballast erforderlich/*cf. above: no ballast required***

für/ *for* H = 3,00m →

(0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 + Nutzlast x (0,39 + 0,03)) ≥ 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 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm^4
i = 3,88 cm

M = V x (0,39 + H/100) + G x H/100 + 0,50 x 1,50

Maximale Höhe/ *maximum height* H ≤ 3,00 m

$\lambda_{3,00}$ = 300,0x2/3,88 x 1/π x √(25,0/7000) = 2,94 → χ = 0,15

Eigengewichte/ *dead weights*:
$G_{1,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 1,00 = 0,051 KN
$G_{2,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 2,00 = 0,103 KN
$G_{3,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 3,00 = 0,154 KN
aus Boxenhalter/ *from connector* ≈ 0,17 KN

σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,50 x 1,50) x 10² / 57,32 = 1,290 + 4,163 = 5,453 KN/cm² < 11,363 KN/cm²

Stabilisierung/ *stabilization*

– Bodenplatte/ *base plate* 1000x750x20 mm
G = 1,00 x 0,75 x 0,02 x 27,0 = 0,405 KN

Gewicht Mast – siehe oben/ *weights pole cf. above*
M_H = G x H/100 + 2,40 x (0,39 + H/100)
$M_V = G_{Platte}$ x 0,50 + G_{Mast} x 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 x 0,50 + (0,051 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 - Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,5 x 1,00)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,3728 – 0,58 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 - Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,6688 – 0,592 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 - Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,6637 – 0,604 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

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

für/ *for* H = 1,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,051 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 + Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,5 x 1,00)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,2013 - 0,42 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40
für/ *for* H = 2,00m
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 + Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,4584 - 0,408 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 + Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,4176 - 0,396 x 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 < 2,50m eine Ersatzlast von q_w = 0,063 KN/m² und darüber von q_w = 0,125 KN/m² angesetzt werden. Da diese Regelung nicht für alle Standorte gilt wird hier eine Last von **q_w = 0,125 KN/m²** angesetzt.

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

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

A ≤ 1,25 m²
→ W = 1,25 x 0,125 = 0,156 KN (ungünstigt immer am Mastkopf angesetzt/ *always placed unfavorably at the poles top*)

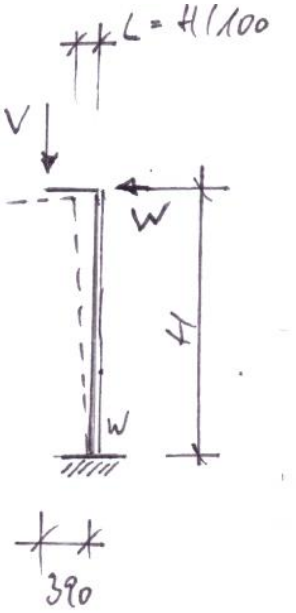
- Wind auf Mast/ *wind-exposed-areas of the pole*:

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

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 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm^4
i = 3,88 cm

M = V x (0,39 + H/100) + G x H/100 + W x H + w x H²/2
Maximale Höhe/ *maximum height* H ≤ 3,00 m
Nutzlastkörper/ *payload surface* A ≤ 1,25 m²

$\lambda_{3,00}$ = 300,0x2/3,88 x 1/π x √(25,0/7000) = 2,94 → χ = 0,15

Eigengewichte/ *dead weights*:
$G_{1,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 1,00 = 0,051 KN
$G_{2,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 2,00 = 0,103 KN
$G_{3,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 3,00 = 0,154 KN
aus Boxenhalter/ *from connector* ≈ 0,17 KN

σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,156 x 4,00 + 0,0125 x 3,00² / 2) x 10² / 57,32 = 1,290 + 3,999 = 5,289 KN/cm² < 11,363 KN/cm²

Stabilisierung/ *stabilization*

– Bodenplatte/ *base plate* 1000x750x20 mm
G = 1,00 x 0,75 x 0,02 x 27,0 = 0,405 KN

Gewicht Mast – siehe oben/ *weights pole cf. above*
M_H = G x H/100 + 2,40 x (0,39 + H/100)
$M_V = G_{Platte}$ x 0,50 + G_{Mast} x 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 x 0,50 + (0,051 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 - Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,156 x 2,00 + 0,0125 x 1,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,1599 – 0,58 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 - Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,156 x 3,00 + 0,0125 x 2,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,3684 – 0,592 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 - Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,156 x 4,00 + 0,0125 x 3,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,5931 – 0,604 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

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

für/ *for* H = 1,00m →

1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,051 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 + Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,156 x 2,00 + 0,0125 x 1,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (-0,0168 - 0,42 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40
→ ergibt immer negative Werte → kein Ballast erf.
→ always results in negative values → no ballast required

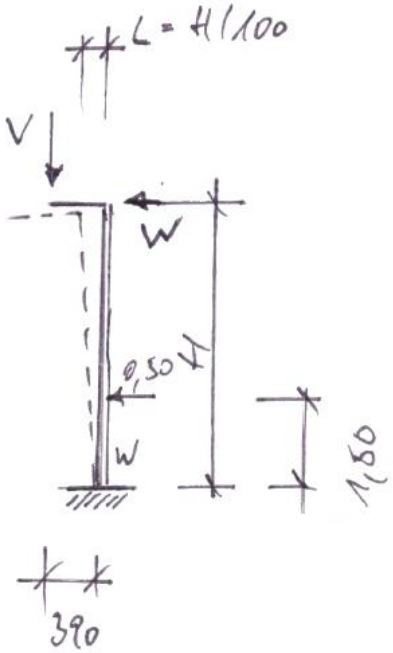
für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 + Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,156 x 3,00 + 0,0125 x 2,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,1500 – 0,408 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 + Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,156 x 4,00 + 0,0125 x 3,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,3339 – 0,396 x 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 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm^4
i = 3,88 cm

M = V x (0,39 + H/100) + G x H/100 + W x H + w x H²/2 + 0,5 x 1,50

$\lambda_{3,00}$ = 300,0x2/3,88 x 1/π x √(25,0/7000) = 2,94 → χ = 0,15

Eigengewichte/ *dead weights*:
$G_{1,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 1,00 = 0,051 KN
$G_{2,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 2,00 = 0,103 KN
$G_{3,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 3,00 = 0,154 KN
aus Boxenhalter/ *from connector* ≈ 0,17 KN

σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,156 x 4,00 + 0,0125 x 3,00² / 2 + 0,5 x 1,50) x 10² / 57,32 = 1,290 + 5,765 = 7,055 KN/cm² < 11,363 KN/cm²

Stabilisierung/ *stabilization*

– Bodenplatte/ *base plate* 1000x750x20 mm
G = 1,00 x 0,75 x 0,02 x 27,0 = 0,405 KN

Gewicht Mast – siehe oben/ *weights pole cf. above*
M_H = G x H/100 + 2,40 x (0,39 + H/100)
$M_V = G_{Platte}$ x 0,50 + G_{Mast} x 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 x 0,50 + (0,051 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 - Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,156 x 2,00 + 0,0125 x 1,00² / 2 + 0,5 x 1,00)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,7598 – 0,58 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 - Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,156 x 3,00 + 0,0125 x 2,00² / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,2683 – 0,592 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 - Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,156 x 4,00 + 0,0125 x 3,00² / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,4931 – 0,604 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

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

für/ *for* H = 1,00m →

1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,051 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 + Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,156 x 2,00 + 0,0125 x 1,00² / 2 + 0,5 x 1,00)
erf. Ballast/ *required ballast* = (0,5832 - 0,42 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 + Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,156 x 3,00 + 0,0125 x 2,00² / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,0499 – 0,408 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 + Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,156 x 4,00 + 0,0125 x 3,00² / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,2339 – 0,396 x 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 x 0,39x 0,7 = 0,4095 KN/m²

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

A ≤ 1,25 m²
→ W = 1,25 x 1,4 x 0,4095 = 0,717 KN (ungünstigt immer am Mastkopf angesetzt/ *always placed unfavorably at the poles top*)

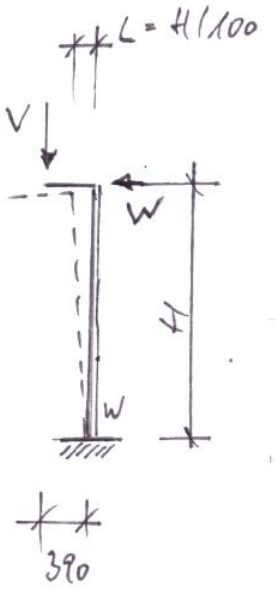
- Wind auf Mast/ *wind-exposed-areas of the pole*:

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

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

Herstellerbegrenzung/ *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 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm^4
i = 3,88 cm

M = V x (0,39 + H/100) + G x H/100 + W x H + w x H²/2
Maximale Höhe/ *maximum height* H ≤ 3,00 m
Nutzlastkörper/ *payload surface* A ≤ 1,25 m²

$\lambda_{3,00}$ = 300,0x2/3,88 x 1/π x √(25,0/7000) = 2,94 → χ = 0,15

Eigengewichte/ *dead weights*:
$G_{1,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 1,00 = 0,051 KN
$G_{2,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 2,00 = 0,103 KN
$G_{3,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 3,00 = 0,154 KN
aus Boxenhalter/ *from connector* ≈ 0,17 KN
σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,10) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,717 x 4,00 + 0,057 x 3,00² / 2) x 10² / 57,32 = 1,290 + 9,756 = 11,045 KN/cm² < 11,363 KN/cm²

Stabilisierung/ *stabilization*

– Bodenplatte/ *base plate* 1000x750x20 mm
G = 1,00 x 0,75 x 0,02 x 27,0 = 0,405 KN

Gewicht Mast – siehe oben/ *weights pole cf. above*
M_H = G x H/100 + 2,40 x (0,39 + H/100)
$M_V = G_{Platte}$ x 0,50 + G_{Mast} x 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 x 0,50 + (0,051 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 - Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,717 x 2,00 + 0,057 x 1,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,5329 – 0,58 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 - Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,717 x 3,00 + 0,057 x 2,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (2,4948 – 0,592 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60 →

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 - Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,717 x 4,00 + 0,057 x 3,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (3,5261 – 0,604 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

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

für/ *for* H = 1,00m →

1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,051 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 + Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,717 x 2,00 + 0,057 x 1,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,3563 - 0,42 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

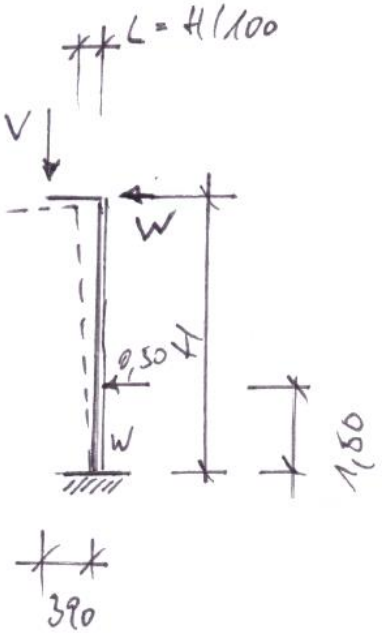
für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 + Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,717 x 3,00 + 0,057 x 2,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (2,2764 – 0,408 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 + Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,717 x 4,00 + 0,057 x 3,00² / 2)
erf. Ballast/ *required ballast* = (3,2670 – 0,396 x 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 cm²
W = 57,32 cm³
I = 286,58 cm⁴
i = 3,88 cm

M = V x (0,39 + H/100) + G x H/100 + W x H + w x H²/2 + 0,5 x 1,50
Maximale Höhe/ *maximum height* H ≤ 3,00 m
Nutzlastkörper/ *payload surface* A ≤ 1,00 m²
$\lambda_{3,00}$ = 300,0x2/3,88 x 1/π x √(25,0/7000) = 2,94 → χ = 0,15

Eigengewichte/ *dead weights*:
$G_{1,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 1,00 = 0,051 KN
$G_{2,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 2,00 = 0,103 KN
$G_{3,00}$ = 19,00 x 27,0 x 10^{-4} x 3,00 = 0,154 KN
aus Boxenhalter/ *from connector* ≈ 0,17 KN

σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,717 x 4,00 + 0,057 x 3,00² / 2 + 0,5 x 1,50) x 10² / 57,32 = 1,290 + 11,522 **= 12,812 KN/cm² > 11,363 KN/cm²**

Die maximale Windangriffsfläche der Lautsprecher muß beim Aufbau mit Wind und Anrempeln bei einer Höhe H > 3,50m auf max. A ≤ 1,00 m² 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 ≤ 1,00 m² for heights H > 3,50m!

→ W = 1,0 x 1,4 x 0,4095 = 0,573 KN
σ = 1,35 x (2,40 + 0,154 + 0,17) / (0,15 x 19,0) + 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,573 x 4,00 + 0,057 x 3,00² / 2 + 0,5 x 1,50) x 10² / 57,32 = 1,290 + 9,036 **= 10,326 KN/cm² < 11,363 KN/cm²**

Stabilisierung/ *stabilization*

– Bodenplatte/ *base plate* 1000x750x20 mm
G = 1,00 x 0,75 x 0,02 x 27,0 = 0,405 KN

Gewicht Mast – siehe oben/ *weights pole cf. above*
M_H = G x H/100 + 2,40 x (0,39 + H/100)
$M_V = G_{Platte}$ x 0,50 + G_{Mast} x 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 x 0,50 + (0,051 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 - Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,717 x 2,00 + 0,057 x $1,00^2$ / 2 + 0,5 x 1,0)
erf. Ballast/ *required ballast* = (2,1329 – 0,58 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 - Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,717 x 3,00 + 0,057 x $2,00^2$ / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (3,3947 – 0,592 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60 →

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,10 + Nutzlast x 0,10 + Ballast x 0,60) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 - Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,573 x 4,00 + 0,057 x $3,00^2$ / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (3,7350 – 0,604 x Nutzlast/ *payload*) / 0,60

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

für/ *for* H = 1,00m →

1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,051 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,051 + 0,17) x 0,01 + Nutzlast x (0,39 + 0,01) + 0,717 x 2,00 + 0,057 x $1,00^2$ / 2 + 0,5 x 1,0)
erf. Ballast/ *required ballast* = (1,9563 - 0,42 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 2,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,103 +0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,103 + 0,17) x 0,02 + Nutzlast x (0,39 + 0,02) + 0,717 x 3,00 + 0,057 x $2,00^2$ / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (3,1764 – 0,408 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

für/ *for* H = 3,00m →
1,2 = (0,405 x 0,50 + (0,154 + 0,17) x 0,90 + Nutzlast x 0,90 + Ballast x 0,40) / ((0,154 + 0,17) x 0,03 + Nutzlast x (0,39 + 0,03) + 0,573 x 4,00 + 0,057 x $3,00^2$ / 2 + 0,5 x 1,50)
erf. Ballast/ *required ballast* = (3,4758 – 0,396 x Nutzlast/ *payload*) / 0,40

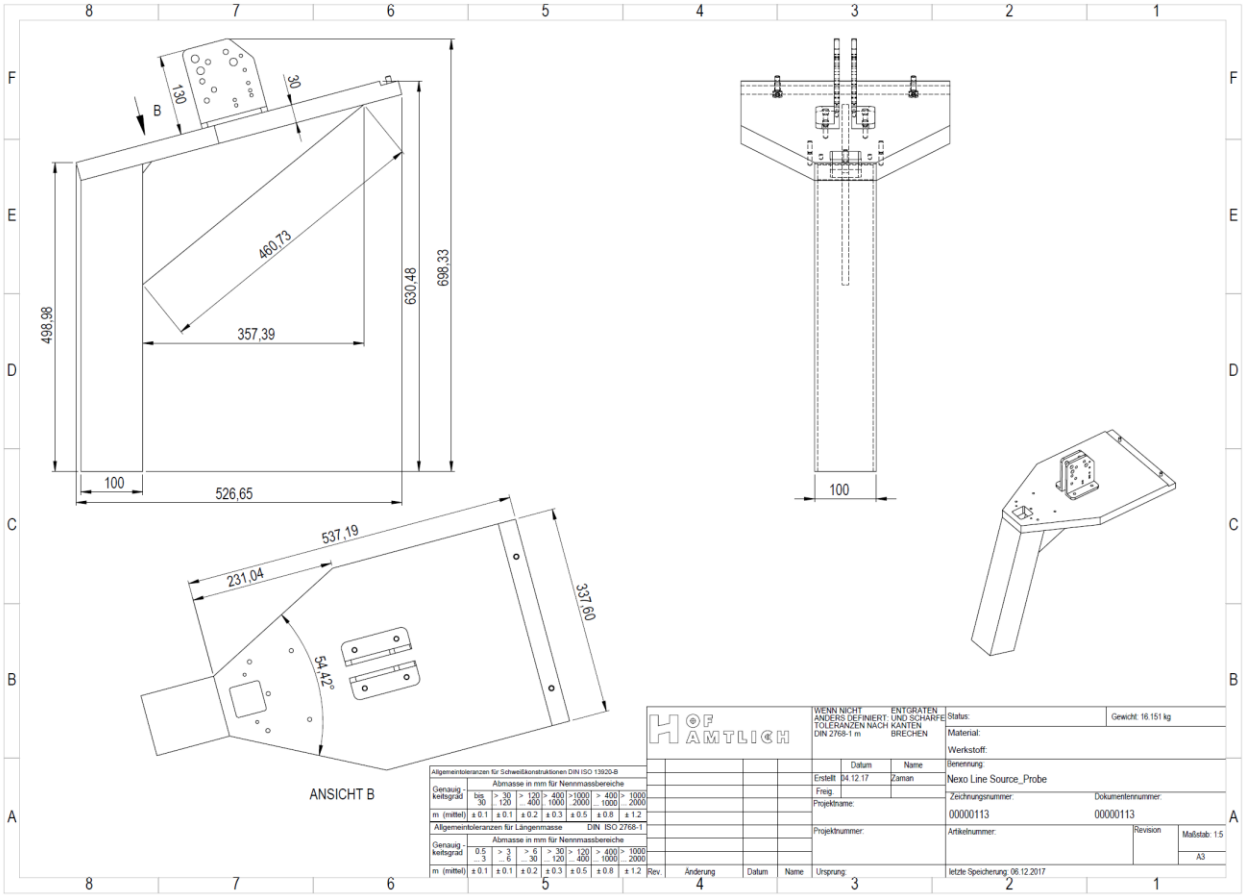
- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren!
- Negative Ergebnisse bedeuten, dass kein Ballast erforderlich ist!

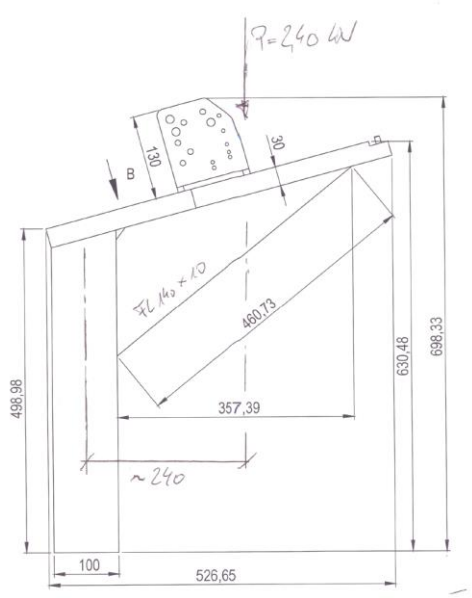
- The required ballast is always determined by the higher value of both load cases!
- If the values of both load cases are negative, no ballast is required!

7. Bodenplatte/ *base plate*

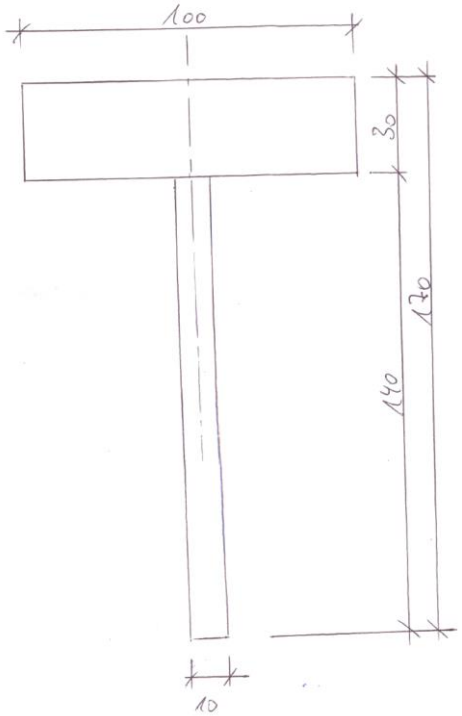
Bodenplatte/ *base plate* 750 x 1000 x 20 mm
A = 75,0 x 2,0 = 150,0 cm²
W = 75,0 x 2,0² / 6 = 50,0 cm³
σ = 1,35 x (2,40 x (0,39 + 3,00/100) + (0,154 + 0,17) x 3,00/100 + 0,573 x 4,00 + 0,057 x 3,00² / 2 + 0,5 x 1,50) x 10² / 50,0 = 11,654 KN/cm² ≈ 11,363 KN/cm² (1,025)

8. Boxenaufnahme/ *speaker connector*





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



A = 10,0 x 3,0 + 14,0 x 1,0 = 44,0 cm²
W = 73,53 cm³

M = 2,40 x 0,24 + 0,717 x 1,00 = 1,293 KNm
σ = 1,35 x 1,293 x 10² / 73,53 = 2,374 KN/cm² < 25,0/1,1x0,5

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.