

# Statische Berechnung

## *static report*

**Objekt /  
object :** PG3 Neo

**Entwicklung /  
evolution :** H.O.F. - Alutec GmbH & Co. KG

**Hersteller /  
manufacturer:** H.O.F. - Alutec GmbH & Co. KG  
Brookstr. 8  
49497 Mettingen

**Aufsteller /  
Calculator :** Dipl.- Ing. T. Brandt  
Brookstr. 8  
49497 Mettingen  
Tel. 05452/ 935082 Fax. - / 935083

Aufgestellt: im Mai 2023

Ingenieurbüro Brandt GmbH  
Dipl.-Ing. Thomas Brandt  
Brookstraße 8, 49497 Mettingen  
Tel. +49 5452 935082 info@statis-brandt.de



Der Nachweis umfasst 15 Seiten / *pages*

Auftrags-Nr: 23334N

           Positionspläne

Bearbeiter: Br

           Ausführungszeichnungen



## **1. Baubeschreibung / specifications**

Gegenstand der vorliegenden Berechnung ist der Nachweis einer Mastkonstruktion (Steele) die dazu dient Lautsprecher, Monitore, Beleuchtung etc. aufzunehmen. Die Konstruktion wird durch eine Bodenplatte stabilisiert. *The subject of the present calculation is the verification of a mast construction (Steele) which used to record speakers, monitors, lighting, etc. The structure is stabilized by a base plate.*

Untersucht werden folgende Anwendungsbereiche / *The following areas of application will be examined:*

- ohne Anrempelfaktor / *without bump factor*
- ohne Anrempelfaktor mit Hallenwind (Messebau) / *without bump factor with hall wind (trade fair construction)*

alle Varianten inkl. ungewollter Ausmitte (Schiefstellung) / *all variants incl. unintentional centering (misalignment)*

Die Konstruktion kann in den nachfolgenden Aufbauhöhen aufgestellt werden / *The construction can be erected in the following installation heights :*

H = 1,40m  
H = 1,80m  
H = 2,00m  
H = 2,20m  
H = 2,40m  
H = 2,60m  
H = 2,80m  
H = 3,00m  
H = 3,20m

**Die maximal aufzunehmende Belastung wird vom Hersteller auf  $P \leq 60,0$  kg begrenzt.**  
***The maximum load to be absorbed is limited by the manufacturer to  $P \leq 60.0$  kg.***

Abmessungen sind der nachfolgenden Zeichnung zu entnehmen / *Dimensions can be found in the following drawing.*



1	2	3	4	5	6	7	8	
POS.-NR.	DOK.-NR.	BENENNUNG	BESCHREIBUNG	MENGE				
1	00012134	Kantenschutzprofil	1-2mm / 64mm lang	2				
2	00013104	Bottompiece welding assembly		1				

Maßstab 1:10

**HOF**

H.O.F. Auftr.:  
 HOF-Engineering  
 GmbH & Co. KG  
 Brookstraße 8  
 49497 Mettingen

**WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: MIT GRUNDRISS NICHT ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN**

WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: MIT GRUNDRISS NICHT ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN	Projekte: PG3NEO	Projekt-Nr.: 00012059	Zeichnungs-Nr.: 00012059	Dokument-Nr.: 00012059
Material: PG3NEO Bottompiece	Projekt-Nr.: 00012059	Artikelnr.: 163PG3N1100	Revisions-Nr.: 1	Revisions-Nr.: 1
Maßstab: 1:5				
Maßstab: A3				

Statu: Gewicht: 2,20 kg

Material: PG3NEO Bottompiece

Oberfläche: PG3NEO

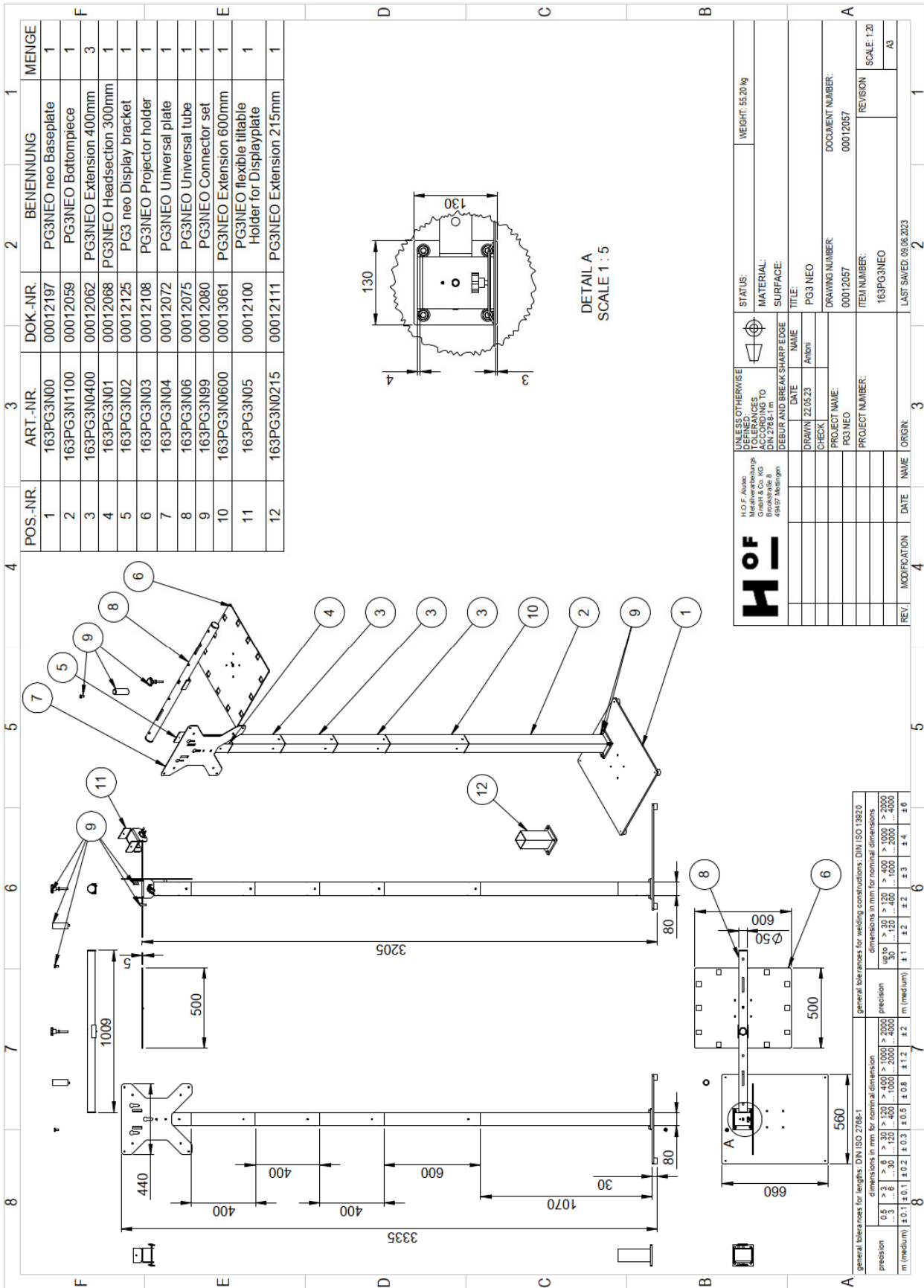
Projekte: PG3NEO

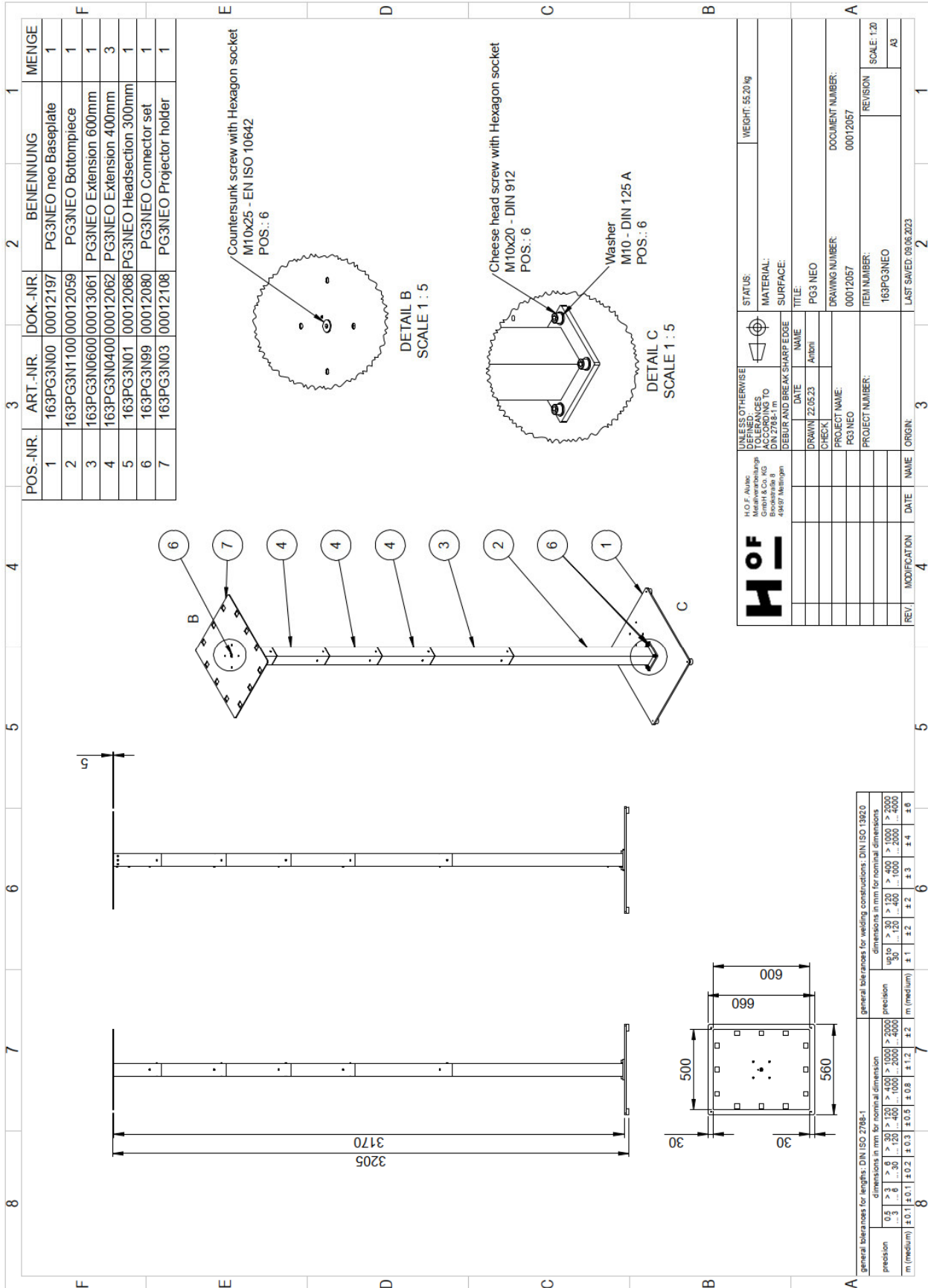
Projekt-Nr.: 00012059

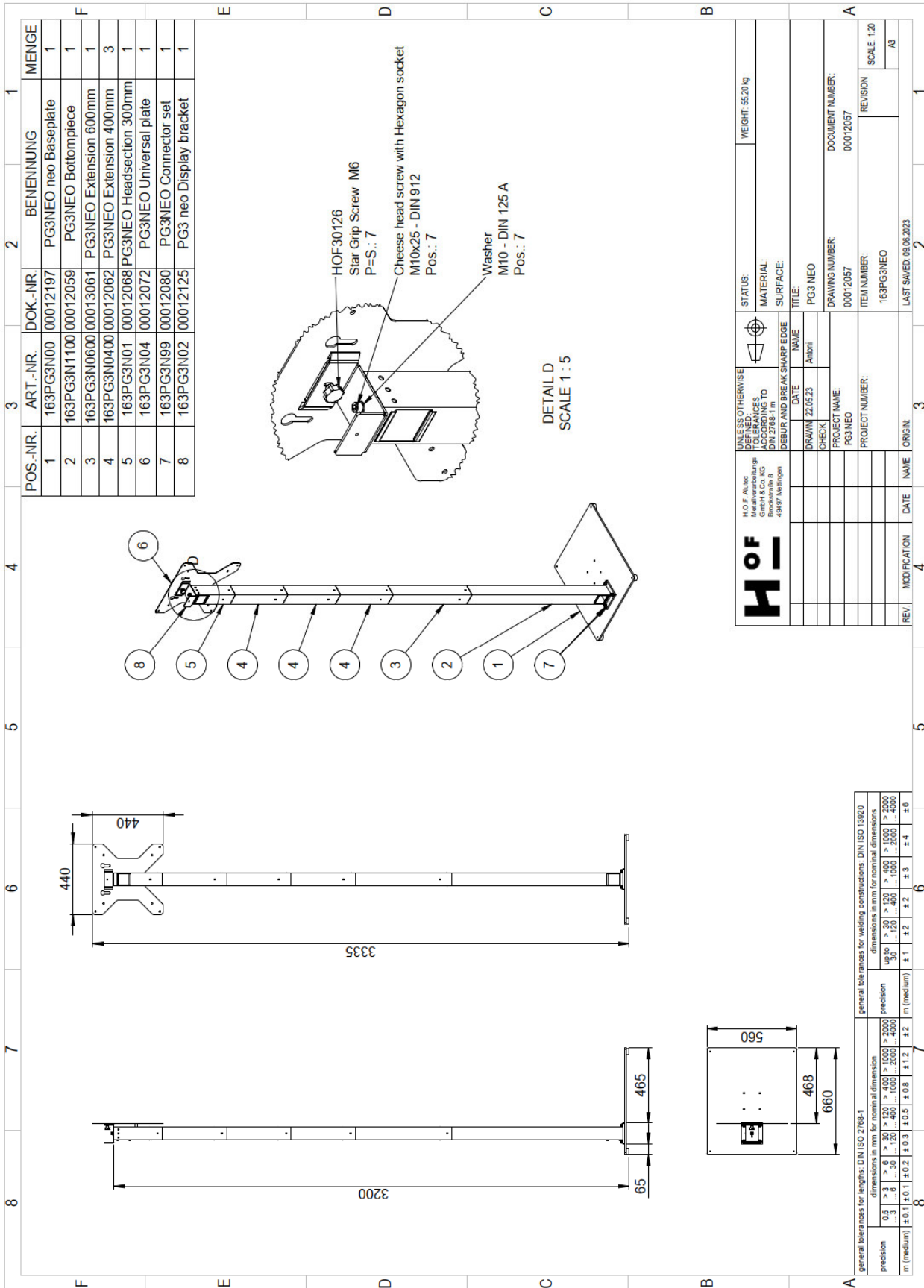
Zeichnungs-Nr.: 00012059

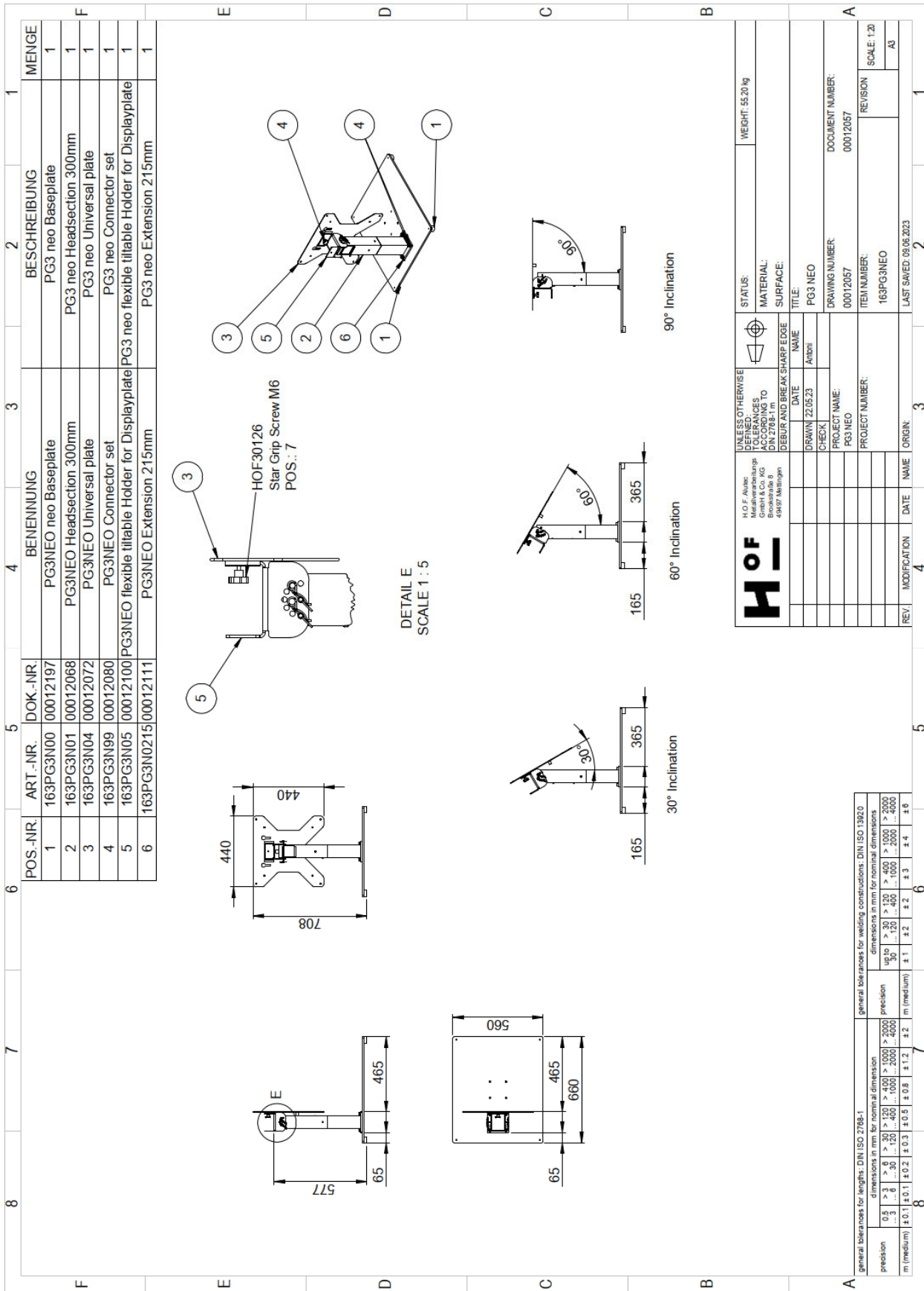
<b>A</b>	Allgemeintoleranzen für Längemaße nach DIN ISO 2768-1		Allgemeintoleranzen für Schweißstrukturen DIN ISO 13920		
	Abmaße in mm für Nennmaße		Abmaße in mm für Nennmaße		
	Gewinde M 3	± 0,5	M 4	± 0,4	M 5
M 6	± 0,5	M 8	± 0,5	M 10	± 0,6
M 12	± 0,7	M 16	± 1,0	M 20	± 1,2
Gewinde Keilgewinde	± 0,5	Gewinde Keilgewinde	± 0,5	Gewinde Keilgewinde	± 0,8
Gewinde Keilgewinde	± 0,8	Gewinde Keilgewinde	± 1,0	Gewinde Keilgewinde	± 1,2
m (mittl.)	± 0,1	m (mittl.)	± 0,3	m (mittl.)	± 0,5

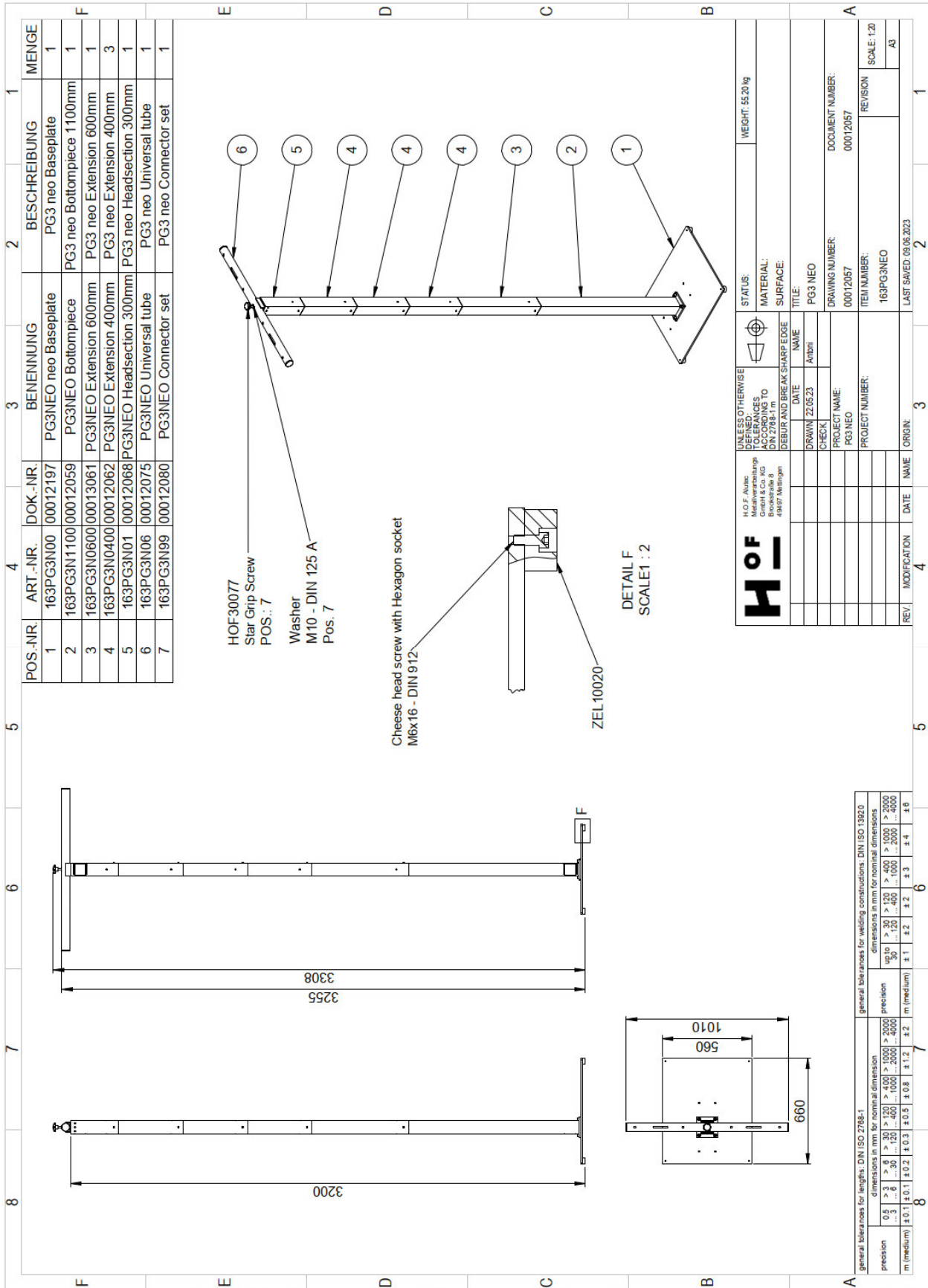
















## 2. Berechnungsgrundlagen / Basis of calculation

DIN - Normen:	DIN EN 1991	Lastannahmen für Bauten / <i>Load assumptions for buildings</i>
	DIN EN 13814	Fliegende Bauten / <i>Flying Structures</i>
	DIN EN 1999	Aluminiumkonstruktionen / <i>Aluminum constructions</i>
	DIN EN 1993	Stahlbau / <i>Steel</i>

## 3. Baustoffe

Stahl:	S235JR	
Aluminium:	EN AW- 6060 T6	(Al Mg Si 0,5 F22)

## 4. Steele – Indoor ohne „Anrempelfaktor“ / Steele – Indoor without the "bump factor"

### 4.1. Belastung der Konstruktion / Load on the structure

#### Lastfall: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion

#### Load case: LF 1 dead weight of the construction

Mast QR 80x2 inkl. Anschlußrohr QR 75,7x2 / Mast QR 80x2 incl. connecting pipe QR 75,7x2	
→	= 0,0195 KN/m
Bodenplatte 560x660x10 / Base plate 560x660x10 →	= 0,29 KN
Anbauteile / Attachments →	≈ 0,05 KN

#### Lastfall: LF 2 "Schiefstellung"

#### Load case: LF 2 "Misalignment"

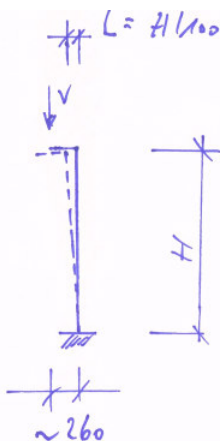
L / 100

#### Lastfall: LF 3 "Anwenderlasten"

#### Load Case: LF 3 "User Loads"

Herstellerbegrenzung max V → 60 kg = 0,60 KN  
Manufacturer's limit max V → 60 kg = 0.60 KN

### 4.2. Bemessung – ohne „Anrempeln“ / Design – without "bumping into"





**Mast** → QR 80 x 2 mm

$$A = 6,24 \text{ cm}^2$$

$$W = 15,83 \text{ cm}^3$$

$$I = 63,32 \text{ cm}^4$$

$$i = 3,19 \text{ cm}$$

$$M = V \times (0,26 + H/100) + G \times H/100$$

Maximale Höhe H / *Maximum height H* ≤ 3,20 m

$$\lambda_{3,20} = 320,0 \times 2/3,19 \times 1/\pi \times \sqrt{(14,0/7000)} = 2,86 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte / Dead weights:

$$G_{1,40} = 0,05 + 0,0195 \times 1,40 = 0,077 \text{ KN}$$

$$G_{2,40} = 0,05 + 0,0195 \times 2,40 = 0,097 \text{ KN}$$

$$G_{3,20} = 0,05 + 0,0195 \times 3,20 = 0,112 \text{ KN}$$

$$\sigma = 1,35 \times (0,60 + 0,112) / (0,15 \times 6,24) + 1,35 \times (0,60 \times (0,26 + 3,20/100) + 0,112 \times 3,20/100) \times 10^2 / 15,83 = 1,027 + 1,525 = 2,552 \text{ KN/cm}^2 < 14,0/1,1 \text{ KN/cm}^2$$

### Verankerung / Stabilisierung / Anchoring / Stabilization

– **Bodenplatte 660x560x10 mm / Base plate 660x560x10 mm**

$$G = 0,66 \times 0,56 \times 0,01 \times 78,5 = 0,29 \text{ KN}$$

Gewicht Mast – siehe oben / *Weight mast – see above*

$$M_H = G \times H/100 + 0,60 \times (0,26 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,33 + G_{\text{Mast}} \times 0,33$$

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

**für H = 3,20m** →

$$(0,29 \times 0,33 + 0,112 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,13) / (0,112 \times 0,032 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,02)) \geq 1,2$$
$$1,85 > 1,2$$

kein Ballast erforderlich / *No ballast required*

## 5. Steele – Indoor ohne „Anrempelfaktor“ und mit „Hallenwind“

### 5. Steele – Indoor without "bump factor" and with "indoor wind"

#### 5.1. Belastung der Konstruktion

##### 5.1. Load on the structure

Lastfall: LF 1 Eigengewicht der Konstruktion

Load case: LF 1 dead weight of the construction

wie vor Pos. 4 / *as before pos. 4*

Lastfall: LF 3 "Schiefstellung"

Load case: LF 3 "Misalignment"

L / 100



**Lastfall: LF 4 "Hallenwind"**

**Lastfall: LF 4 "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 the trade fair company, a replacement load of  $q_w = 0.063 \text{ KN/m}^2$  may be used for bodies  $H < 2.50\text{m}$  and  $q_w = 0.125 \text{ KN/m}^2$ . Since this regulation does not apply to all locations, a load of  $q_w = 0.125 \text{ KN/m}^2$ .*

- Windangriffsfläche Nutzlastkörper / *Wind Attack Area Payload Body:*

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

→  $W = 1,50 \times 0,125 = 0,1875 \text{ KN}$  (ungünstig immer am Mastkopf angesetzt / *always attached to the mast head*)

- Wind auf Mast / *Wind on mast:*

$w = 0,08 \times 0,125 = 0,01 \text{ KN/m}$

**Lastfall: LF 5 "Anwenderlasten"**

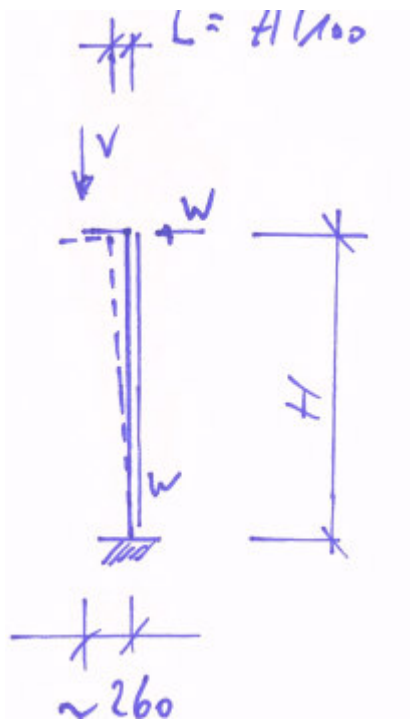
**Load Case: LF 5 "User Loads"**

Herstellerebegrenzung max  $V \rightarrow 60 \text{ kg} = 0,60 \text{ KN}$

*Manufacturer's limit max  $V \rightarrow 60 \text{ kg} = 0.60 \text{ KN}$*

**5.2. Bemessung – ohne „AnrempeIn“ + Hallenwind**

**5.2. Design – without "bumping" + hall wind**



**Mast** → QR 80 x 2 mm

$A = 6,24 \text{ cm}^2$

$$W = 15,83 \text{ cm}^3$$
$$I = 63,32 \text{ cm}^4$$
$$i = 3,19 \text{ cm}$$

$$M = V \times (0,26 + H/100) + G \times H/100 + W \times H + w \times H^2/2$$

Maximale Höhe H / Maximum height  $H \leq 3,20 \text{ m}$

Nutzlastkörper A / Payload Body  $A \leq 1,50 \text{ m}^2$

$$\lambda_{3,20} = 320,0 \times 2/3,19 \times 1/\pi \times \sqrt{(14,0/7000)} = 2,86 \rightarrow \chi = 0,15$$

Eigengewichte / Dead weights:

$$G_{1,40} = 0,05 + 0,0195 \times 1,40 = 0,077 \text{ KN}$$

$$G_{2,40} = 0,05 + 0,0195 \times 2,40 = 0,097 \text{ KN}$$

$$G_{3,20} = 0,05 + 0,0195 \times 3,20 = 0,112 \text{ KN}$$

$$\sigma = 1,35 \times (0,60 + 0,112) / (0,15 \times 6,24) + 1,35 \times (0,60 \times (0,26 + 3,20/100) + 0,112 \times 3,20/100 + 0,1875 \times 3,20 + 0,01 \times 3,20^2 / 2) \times 10^2 / 15,83 = 1,027 + 7,078 = 8,105 \text{ KN/cm}^2 < 14,0/1,1 \text{ KN/cm}^2$$

### Verankerung / Stabilisierung / Anchoring / Stabilization

– Bodenplatte 660x560x10 mm / Base plate 660x560x10 mm

$$G = 0,66 \times 0,56 \times 0,01 \times 78,5 = 0,29 \text{ KN}$$

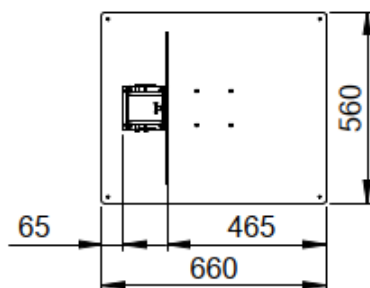
Gewicht Mast – siehe oben / Weight mast – see above

$$M_H = G \times H/100 + 0,60 \times (0,26 + H/100)$$

$$M_V = G_{\text{Platte}} \times 0,33 + G_{\text{Mast}} \times 0,33$$

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

### Mast auf Bodenplatte aussermittig / Mast on base plate off-center



#### 1. Hallenwind von vorne / Hall wind from the front:

für H = 1,40m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,077 \times 0,13 + \text{Nutzlast} \times 0,13 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,077 \times 0,014 - \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,014) + 0,1875 \times 1,40 + 0,01 \times 1,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,2223 - 0,4588 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,2223 - 0,4588 \times \text{payload}) / 0,33$$

für H = 2,40m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,097 \times 0,13 + \text{Nutzlast} \times 0,13 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,097 \times 0,024 - \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,024) + 0,1875 \times 2,40 + 0,01 \times 2,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,4690 - 0,4708 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,4690 - 0,4708 \times \text{payload}) / 0,33$$

für H = 3,20m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,112 \times 0,13 + \text{Nutzlast} \times 0,13 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,112 \times 0,032 - \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,032) + 0,1875 \times 3,20 + 0,01 \times 3,20^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,6755 - 0,4804 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,6755 - 0,4804 \times \text{payload}) / 0,33$$

## 2. Hallenwind von hinten / Hall wind from behind:

für H = 1,40m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,077 \times 0,53 + \text{Nutzlast} \times 0,53 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,077 \times 0,014 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,014) + 0,1875 \times 1,40 + 0,01 \times 1,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,1915 - 0,2012 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,1915 - 0,2012 \times \text{payload}) / 0,33$$

für H = 2,40m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,097 \times 0,53 + \text{Nutzlast} \times 0,53 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,097 \times 0,024 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,024) + 0,1875 \times 2,40 + 0,01 \times 2,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,4302 + 0,1892 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,4302 - 0,1892 \times \text{payload}) / 0,33$$

für H = 3,20m →

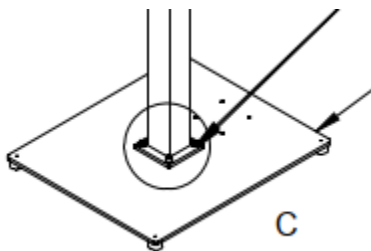
$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,112 \times 0,53 + \text{Nutzlast} \times 0,53 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,112 \times 0,032 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,032) + 0,1875 \times 3,20 + 0,01 \times 3,20^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,6307 - 0,180 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,6307 - 0,180 \times \text{payload}) / 0,33$$

- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren !
- Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist !
- *It is always to be ballasted with the greater value of the two load cases !*
- *Negative results mean that no ballast is required!*

## Mast auf Bodenplatte mittig / Mast on base plate in the middle



### 1. Hallenwind von vorne / Hall wind from the front:

für H = 1,40m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,077 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,33 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,077 \times 0,014 - \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,014) + 0,1875 \times 1,40 + 0,01 \times 1,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,2069 - 0,6588 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,2069 - 0,6588 \times \text{payload}) / 0,33$$

für H = 2,40m →

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,097 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,33 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,097 \times 0,024 - \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,024) + 0,1875 \times 2,40 + 0,01 \times 2,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,4496 - 0,6708 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,4496 - 0,6708 \times \text{payload}) / 0,33$$

**für H = 3,20m →**

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,112 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,33 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,112 \times 0,032 - \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,032) + 0,1875 \times 3,20 + 0,01 \times 3,20^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,6531 - 0,6804 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,6531 - 0,6804 \times \text{payload}) / 0,33$$

## **2. Hallenwind von hinten / Hall wind from behind:**

**für H = 1,40m →**

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,077 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,33 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,077 \times 0,014 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,014) + 0,1875 \times 1,40 + 0,01 \times 1,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,2069 - 0,0012 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,2069 - 0,0012 \times \text{payload}) / 0,33$$

**für H = 2,40m →**

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,097 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,33 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,097 \times 0,024 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,024) + 0,1875 \times 2,40 + 0,01 \times 2,40^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,4496 + 0,0108 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,4496 - 0,0108 \times \text{payload}) / 0,33$$

**für H = 3,20m →**

$$1,2 = (0,29 \times 0,33 + 0,112 \times 0,33 + \text{Nutzlast} \times 0,33 + \text{Ballast} \times 0,33) / (0,112 \times 0,032 + \text{Nutzlast} \times (0,26 + 0,032) + 0,1875 \times 3,20 + 0,01 \times 3,20^2 / 2)$$

$$\text{erf. Ballast} = (0,6531 + 0,0204 \times \text{Nutzlast}) / 0,33$$

$$\text{required Ballast} = (0,6531 - 0,0204 \times \text{payload}) / 0,33$$

- Es ist immer mit dem aus den beiden Lastfällen größeren Wert zu ballastieren !
- Negative Ergebnisse bedeuten das kein Ballast erforderlich ist !
- *It is always to be ballasted with the greater value of the two load cases !*
- *Negative results mean that no ballast is required!*

## **7. Bodenplatte / Floor plate**

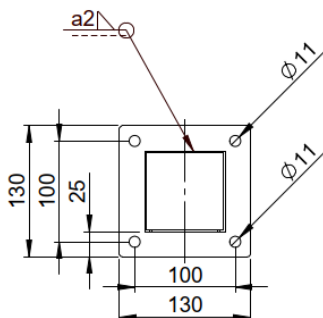
Bodenplatte 660 x 560 x 10 mm / Base plate 660 x 560 x 10 mm

$$A = 56,0 \times 1,0 = 56,0 \text{ cm}^2$$

$$W = 56,0 \times 1,0^2 / 6 = 9,33 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 1,35 \times (0,60 \times 0,292 + 0,112 \times 0,032 + 0,1875 \times 3,20 + 0,01 \times 3,20^2 / 2) \times 10^2 / 9,33 = 12,009 \text{ KN/cm}^2 < 21,82 \text{ KN/cm}^2$$

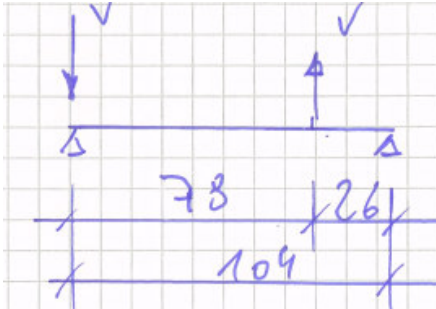
**Anschluß Mast / Bodenplatte / Connection mast / base plate**







FI 130x10-130 mm  
 $A = 13,0 \times 12,0 = 13,0 \text{ cm}^2$   
 $W = 13,0 \times 1,0^2 / 6 = 2,17 \text{ cm}^2$



$H = 0,22 \times 1,35 = 0,30 \text{ KN}$   
 $M = 0,83 \times 1,35 = 1,12 \text{ KNm}$   
 $D = Z = 1,12 / 0,078 = 14,36 \text{ KN}$

$M = 14,36 \times 0,078 \times 0,026 / 0,104 = 0,28 \text{ KNm}$   
 $\sigma = 0,30 / 13,0 + 0,28 \times 10^2 / 2,17 = 12,926 \text{ KN/cm}^2 \approx 14,0/1,1$

Senkkopfschraube M10 8.8 / *Countersunk screw M10 8.8*  
 $N_{R,d} = 0,6 \times 33,75 = 20,25 \text{ KN} > 14,36/2$

### **8. Schlußbemerkung / Concluding remarks**

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

*The design was examined with regard to DIN 13814, DIN 1999, DIN 1991, DIN 1993, as well as all applicable standards. It is sufficiently load-bearing and stable.*

**Maximale Nutzlast / Maximum Payload** →

**$P \leq 60,0 \text{ kg}$**

**Aufbauhöhe / Installation height** →

**$H = 1,40 \text{ bis } 3,20\text{m}$**

**Maximale Größe (Fläche) der Nutzlast** →

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

**Maximum size (area) of payload** →

**$A \leq 1.50 \text{ m}^2$**

**Eventuelle Balastierung gem. Angaben Seite 12 - 14 (Zwischenhöhen sind zu interpolieren) / Possible ballasting according to page 12 - 14 (intermediate heights are to be interpolated)**

**Aufbau nur Indoor (Hallenwind wurde berücksichtigt) / Indoor construction only (indoor wind was taken into account)**